

Original Article

Open Access

테이핑 방법에 따른 보행 중 안쪽넓은근과 가쪽넓은근의 근활성도 변화

이민형¹ · 김종순^{2†}

¹부산대학교병원 재활의학팀, ²부산가톨릭대학교 보건과학대학 물리치료학과

Changes of Vastus Medialis Oblique and Vastus Lateralis Muscle Activities During Walking by Different Taping Method

Min-Hyung Rhee, PT, PhD¹ · Jong-Soon Kim, PT, PhD^{2†}

¹*Department of Rehabilitation Medicine, Pusan National University Hospital*

²*Department of Physical Therapy, College of Health Sciences, Catholic University of Pusan*

Received: June 28, 2023 / Revised: July 21, 2023 / Accepted: July 25, 2023

© 2023 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: Weakness of the vastus medialis oblique muscle (VMO), or the imbalance between VMO and vastus lateralis muscle (VL) activity, is one of the most important factors in knee joint problems. Rigid taping techniques, such as patellar inhibition taping and VL inhibition taping, are frequently used in clinical practice to treat knee joint problems. The purpose of this study was to compare the acute effect of three different types of taping (patellar inhibition taping (PIT), distal VL inhibition taping (DVLIT), and proximal VL inhibition taping (PVLIT)) on electromyography (EMG) activity of VMO, VL, and VMO:VL ratio during walking.

Methods: Thirty-eight normal healthy subjects (38 males; mean age = 31.00 years) voluntarily participated in this study. EMG was applied to investigate muscle activation during walking. Repeated measures of ANOVA and one-way ANOVA compared the three different conditions (PIT, DVLIT, and PVLIT) for each variable.

Results: VMO and VL activation were significantly increased after PIT application, and VMO and VL activation were significantly decreased after DVLIT and PVLIT application. The VMO:VL ratio increased after the three types of taping application, but there were no significant differences among the three types of taping.

Conclusion: Based on the results of this study, PIT is more effective than DVLIT and PVLIT in increasing the muscle activation of the VMO and VL during walking. Also, DVLIT is more effective for increasing the VMO:VL ratio and has beneficial effects on the imbalance between VMO and VL activity.

Key Words: Patellar inhibition taping, Vastus lateralis inhibition taping, VMO:VL ratio

†Corresponding Author : Jong-Soon Kim (ptjskim@cup.ac.kr)

I. 서론

넙다리네갈래근(quadriceps femoris muscle)에 의해 생성된 힘은 무릎뼈(patellar)의 움직임에 주요한 영향을 미친다(Amis et al., 2006). 넙다리네갈래근을 구성하는 네 개의 근육 중 가쪽넓은근(vastus lateralis; VL)과 안쪽넓은근(vastus medialis oblique; VMO)은 무릎뼈 다리 관절(patellofemoral joint)의 안정성과 무릎뼈의 정렬을 조절하는 역할을 하며 무릎 기능의 동적 효율성을 향상시킨다(Tang et al., 2001). 임상적으로 VL과 VMO의 불균형은 흔하게 관찰되는 문제이고(Cowan et al., 2001) 가장 흔한 불균형 유형은 VL의 단축이나 과활성, VMO의 근활성 지연이나 약화 그리고 VMO와 VL의 활성 비율(VMO:VL ratio) 감소가 있다(Bley et al., 2014; Boling et al., 2006; Nagakawa et al., 2012; Pal et al., 2011; Tang et al., 2001; Tobin & Robinson, 2000; Van Tiggelen et al., 2009; Witvrouw et al., 2004).

VL과 VMO의 불균형은 무릎뼈의 가쪽 치우침과 비정상적인 움직임 그리고 무릎관절의 기능 감소를 유발한다(Christou, 2004; Powers et al., 2003; Salsich et al., 2007; Witvrouw et al., 2000). 이러한 무릎뼈의 가쪽 치우침과 비정상적인 움직임은 무릎을 펴는 기전에 이상을 초래하고 무릎을 펴는 기전의 이상은 무릎뼈 다리 관절 가쪽의 과도한 스트레스로 인한 무릎뼈 다리 관절의 병리적 변화를 유발하여 무릎의 통증을 야기한다(Fulkerson, 2002; Smith, 2009). 따라서 근육 불균형의 문제에 대한 보존적 치료의 목표는 정상적인 무릎뼈의 움직임 회복과 정상 위치 유지가 되며 이를 위해 VMO의 강화와 VL의 억제가 다양한 연구(Ahmadi et al., 2020; Hasan et al., 2022; Lee & Cho, 2013; Persson et al., 207; 2009; Sinaei et al., 2021; Tobin & Robinson, 2000)를 통해 제시되고 있다.

상대적으로 고정된 넙다리뼈에 비해 무릎뼈의 비정상적인 가쪽 치우침과 움직임이 문제라는 인식 때문에 VMO의 강화를 위한 넙다리네갈래근의 운동이 가장 좋은 접근법으로 간주되었다(Bolgia & Boling, 2011). 그러나 많은 사람들이 VMO의 강화를 위한 넙

다리네갈래근 운동 이후에도 계속해서 잔존 증상이 남아 있음을 경험하였고(Nimom et al., 1998) VL을 배제한 VMO만의 선택적 운동의 어려움이 있었다. 그러므로 이러한 VMO의 근력강화 운동의 대안으로 테이프를 이용하여 무릎뼈 다리 관절에 가해지는 가쪽으로 당기는 힘에 대항하고 무릎뼈를 내측으로 이동시켜 주는 접근법이 제안되고 있다(Barton et al., 2014).

테이핑 방법은 크게 직접적으로 무릎뼈를 안쪽으로 이동시키는 힘을 제공하는 테이핑 방법과 VL에 테이핑을 적용하여 VL의 억제를 유도하는 테이핑 방법으로 나눌 수 있다. 무릎뼈를 직접 안쪽으로 이동시키는 힘을 제공하는 무릎뼈 테이핑(patella taping) 방법에 대한 연구를 살펴보면 넙다리네갈래근 동원 기여(Cowan et al., 2002; Kaya et al., 2010), VMO와 VL 근활성도 불균형 감소(Mostamand et al., 2011; Paoloni et al., 2012), VMO의 동원 개시 시간 감소(Lee and Cho, 2013), VMO의 근활성 증가(Christou 2004), 무릎 전방 통증 감소 효과(Salsich et al., 2002) 등이 보고되고 있다. VL 억제 테이핑(VL inhibition taping)에 대한 연구를 살펴보면 통증과 균형의 개선(Sinaei et al., 2021), VMO와 VL의 활성 비율 개선(Sinaei et al., 2021), VL의 근활성도 감소(Persson et al., 2009; Tobin & Robinson, 2000) 등이 보고 되고 있다. 그러나 이들 무릎뼈 테이핑과 VL 억제 테이핑 모두 VL의 근활성도에는 아무런 영향을 미치지 못했다는 연구 결과도 보고되고 있다(Janwantanakul & Gaogasigam, 2005; Ryan & Rowe, 2006; Salsich et al., 2002).

위와 같이 무릎뼈 테이핑과 VL 억제 테이핑의 효과를 독자적으로 살펴본 연구가 대부분이고 가쪽으로 치우친 무릎뼈의 직접적인 정렬을 도모하는 무릎뼈 테이핑 방법과 간접적으로 과활성화된 VL을 억제하는 테이핑의 효과에 대한 비교 연구는 매우 부족한 실정이다. 또한 VL 억제 테이핑에 대한 연구도 다소 상반된 결과들이 보고 되고 있다. 따라서 본 연구의 목적은 무릎뼈 테이핑과 VL 억제 테이핑의 효과를 근활성도의 변화 관점에서 직접적으로 비교 검증하여 임상에서 참고할 수 있는 자료를 제공하고자 하는데 있다.

II. 연구 방법

1. 연구 대상

연구대상자는 B시에 거주하는 건강한 성인 남녀 38명을 대상으로 연구를 진행하였다. 연구자는 실험 진행 전, 연구에 지원한 참여 희망자를 대상으로 연구의 취지와 방법 등에 대해 충분한 설명을 실시하였다. 이후 본 연구의 목적을 충분히 이해하고 연구 참여에 자발적으로 동의한 사람들을 연구 참여자로 선정하였다. 연구 참여자의 선정 기준은 최근 1년간 다리의 정형외과적 수술을 시행한 적이 없고, 신경학적인 문제가 없으며, 다리 통증을 호소하지 않는 근골격계 및 신경계에 특별한 질환이 없는 건강한 대상으로 하였다.

2. 연구도구 및 방법

1) 근활성도 분석

근활성도의 측정은 표면근전도(MOT10, PhysioLab, Korea)를 사용하여 VL과 VMO를 측정하였다. VL의 전극 부착 부위는 무릎을 펴는 동안 근육을 촉진하고, 무릎뼈 위 약 3~5cm, 근육 주행 방향을 따라 두 개의 활성 전극(active electrode)을 2cm 간격으로 부착하였다. VMO의 전극 부착 부위는 무릎뼈의 위쪽 가장자리 2cm 내측에 2cm 간격으로 부착하였다(Criswell, 2010). 표면근전도 수신 주파수 범위는 하드웨어 대역통과필터(band pass filter) 15~500Hz로 설정하였고, 표본 추출률은 2,000Hz로 설정하였으며, 신호 분해능은 24Bit로 설정하였다. 표면근전도 장비를 통하여 수집된 자료는 분석 소프트웨어(MoTive-Rs, PhysioLab, Korea)를 통하여 실효치 진폭 값(root mean square value)으로 변환하였다.

본 연구에 참가한 연구대상자는 테이프를 붙이지 않은 상태에서 보행 중 다리의 근활성도를 측정하였고, 무릎뼈 억제 테이핑(patella inhibition taping)을 시행

한 상태, VL 먼쪽부 억제 테이핑(distal vastus lateralis inhibition taping)을 시행한 상태, 그리고 VL 몸쪽부 억제 테이핑(proximal vastus lateralis inhibition taping)을 시행한 상태에서 보행 중 다리의 근활성도를 측정하였다. 보행은 10미터 보행 트랙을 편안한 속도로 30초간 보행하였고, 앞 뒤 10초를 제외한 나머지 10초 구간을 분석에 이용하였다.

2) 테이핑 적용 방법

무릎뼈 억제 테이핑은 선행 연구(Jun & Chang, 2019)를 참고하여 실시하였다. 먼저, 의료용 비탄력 테이프(Battlewin c-tape, NICHIBAN, Japan)를 이용하여 장력을 가하지 않고 무릎뼈 전체를 완전히 덮도록 테이핑을 하였다. 그 다음, 먼저 시행한 무릎뼈 테이핑 위를 수평으로 지나도록 하여, 무릎뼈를 바깥쪽에서 안쪽으로 당겨 테이핑을 한번 더 실시하였다.

VL 몸쪽부 억제 테이핑과 VL 먼쪽부 억제 테이핑도 선행 연구(Persson et al., 2007; Persson et al., 2009)를 참고하여 실시하였다. VL 몸쪽부 억제 테이핑은 의료용 비탄력 테이프(Battlewin c-tape, NICHIBAN, Japan)를 이용하였다. 먼저, 허벅지 바깥쪽을 따라 수평으로 장력을 가하지 않고 테이핑을 실시하였다. 그 다음, 엄지손가락을 이용하여, VL 위에서 허벅지의 뒤가쪽으로 압박을 가하여 피부 주름(skin roll)이 잡히도록 한 다음 의료용 비탄력 테이프를 고정하였다. VL 먼쪽부 억제 테이핑은 근주행 방향에 따라 무릎뼈의 측면에서 시작하여 허벅지 1/2 이하 아래까지 적용하였다. 테이핑 방법은 VL 몸쪽부 억제 테이핑과 동일한 방법으로 적용하였다(Fig 1).

총 3가지 조건의 테이핑(무릎뼈 억제 테이핑, VL 몸쪽부 억제 테이핑, VL 먼쪽부 억제 테이핑) 적용 순서는 무작위 추첨을 통해 적용하였다. 테이핑 적용의 차이를 최소화 하기 위해 테이핑의 적용은 테이핑 적용 경험이 풍부한 임상 경력 10년 이상의 물리치료사 1인이 시행하였다. 또한 선행 연구들(Alexander et al., 2003, Alexander et al., 2008)에 따르면 테이핑 제거

10분 후 정상적인 근육 활성화로의 즉각적인 복귀가 가능하다고 하였다. 이에 본 연구에서도 가능한 이월 효과를 최소화하기 위해 테이핑 조건 사이에 10분의 휴식 시간을 제공하였다.

을 실시하였다. 테이핑 적용에 따른 VMO와 VL의 활성 비율(VMO:VL ratio) 변화는 일원배치 분산분석(one-way ANOVA)을 실시하였다. 유의수준(α)은 0.05로 설정하였다.

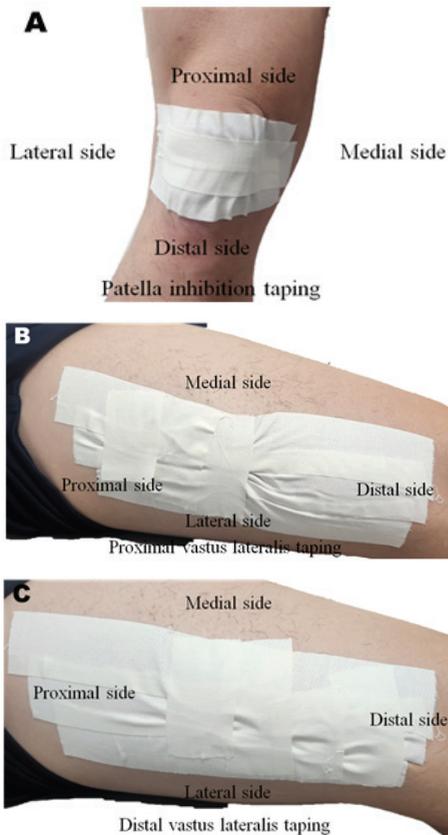


Fig. 1. Three different therapeutic taping methods(A; Patella inhibition taping, B; Proximal VL inhibition taping, C; Distal VL inhibition taping)

3. 자료 분석

본 연구를 통해 수집된 자료들은 SPSS 26.0 for Windows 프로그램을 이용하여 분석하였다. 연구에 참여한 대상자들의 일반적인 특성은 기술통계를 실시하였다. 테이핑 적용에 따른 근활성도의 변화는 반복측정 분산분석(repeated measures ANOVA)을 실시하였으며 각 테이핑 조건별 차이는 대비검정(contrast test)

III. 연구 결과

1. 연구 대상자의 일반적 특성

본 연구의 대상자들은 총 38명으로 전원 남성이었다. 연구 대상자들의 평균 연령은 31.00세, 평균 신장은 173.95cm, 평균 체중은 72.82kg이었다(Table 1).

Table 1. General characteristics of subjects (N=38)

Variables	Mean±SD
Age(years)	31.00±5.29
Height(cm)	173.95±7.62
Weight(kg)	72.82±11.66

2. 테이핑 적용 후 근활성 비율 변화 비교

테이핑 적용 방법에 따른 보행 중 VMO의 근활성도 변화는 유의한 차이가 있었다($p<0.05$). 무릎뼈 억제 테이핑의 경우 VMO 근활성도는 16.31% 증가하였고 VL 먼쪽부 억제 테이핑 적용 후에는 근활성도가 21.50% 감소하였다. VL 몸쪽부 억제 테이핑 적용 후에는 근활성도가 14.66% 감소하였다. 이들 테이핑 조건별 근활성도 변화 정도를 비교한 결과 무릎뼈 억제 테이핑과 VL 먼쪽부와 몸쪽부 억제 테이핑 간 근활성도 변화는 유의한 차이가 있었다($p<0.05$). VL 먼쪽부 억제 테이핑과 VL 몸쪽부 억제 테이핑 간 근활성도 변화는 유의한 차이가 없었다($p>0.05$).

보행 중 VL 근활성도 변화의 경우도 유의한 차이가 있었다($p<0.05$). 무릎뼈 억제 테이핑의 경우 VL 근활성도는 5.37% 증가하였고 VL 먼쪽부 억제 테이핑 적

Table 2. Changes of muscle activities according to three types taping application (N=38)

	% PTIT	% DVLIT	% PVLIT	F	p
VMO	116.31±45.92 ^a	78.50±42.51 ^b	85.34±47.95 ^b	12.01	<.001*
VL	105.37±43.32 ^a	63.23±33.03 ^b	75.22±37.78 ^c	18.41	<.001*

*; p<0.05

VMO; Vastus Medialis Oblique

VL; Vastus Lateralis

%PTIT; Ratio of patella inhibition taping to none taping

%DVLIT; Ratio of distal vastus lateralis inhibition taping to none taping

%PVLIT; Ratio of proximal vastus lateralis inhibition taping to none taping

^{a, b, c}; The values different superscripts in the same column are significantly different(p<0.05)

Table 3. A comparison of the VMO/VL EMG activity ratio according to three types taping application (N=38)

	PTIT	DVLIT	PVLIT	F	p
VMO:VL ratio	122.32±64.13	148.30±106.64	126.65±77.91	1.03	0.36

VMO; Vastus Medialis Oblique

VL; Vastus Lateralis

PTIT; Patella inhibition taping

DVLIT; Distal vastus lateralis inhibition taping

PVLIT; Proximal vastus lateralis inhibition taping

용 후에는 근활성도가 36.77% 감소하였다. VL 몸쪽부 억제 테이핑 적용 후에는 근활성도가 24.78% 감소하였다. 이들 테이핑 조건별 근활성도 변화 정도를 비교한 결과 무릎뼈 억제 테이핑과 VL 먼쪽부 억제 테이핑 간 근활성도 변화는 유의한 차이가 있었다(p<0.05). VL 먼쪽부 억제 테이핑과 VL 몸쪽부 억제 테이핑 간 근활성도 변화는 유의한 차이가 있었다(p<0.05). 무릎뼈 억제 테이핑과 VL 몸쪽부 억제 테이핑 간 근활성도 변화는 유의한 차이가 있었다(p<0.05) (Table 2).

3. 테이핑 적용 조건별 VMO:VL 비율 비교

보행 중 테이핑 적용 조건별 VMO:VL 근활성 비율의 변화는 유의한 차이가 없었다(p>0.05) (Table 3).

IV. 고 찰

본 연구는 테이핑의 부착 방법에 따른 VMO와 VL의 근활성도 차이를 분석하여 임상에서 VMO의 VL의

불균형으로 병리적 문제를 보이는 환자를 치료하는데 참고할 수 있는 테이핑 방법을 제시하고자 시도 되었다. McConnell(1986)은 무릎넙다리굴랑(patellofemoral groove)에서 무릎뼈의 움직임을 정상화 시키기 위해 무릎뼈 억제 테이핑을 제안하였다. 무릎뼈 억제 테이핑은 통증의 개선뿐만 아니라 신경근 조절에 영향을 미치는 것으로도 알려져 있다.

본 연구의 결과 무릎뼈 억제 테이핑을 적용한 후 보행 중 근활성도를 분석한 결과 테이핑을 적용하기 전에 비해 VMO의 근활성도는 16.31% 증가하였으며 VL은 5.37% 증가하였다. VMO의 기능적 중요성은 무릎뼈 내측의 동적 안정성 제공과 VL의 무릎뼈 가쪽 당김으로 인한 무릎뼈의 외측 치우침과 회전을 방지하는 것이다(Grabiner et al., 1994). VMO의 근활성도가 감소하면 무릎넙다리 통증 증후군의 심각성 정도가 증가하는데(Boucher et al., 1992) VMO의 근활성도가 50% 감소하면 무릎뼈의 5mm 가쪽 이동을 유발한다(Ahmed et al., 1988). 따라서 무릎뼈 억제 테이핑에 의해 VMO의 근활성도가 증가한 본 연구의 결과를 고려한다면 무릎뼈 억제 테이핑을 무릎넙다리 통증

증후군 환자에 적용할 경우 무릎뼈의 움직임에 긍정적인 영향을 미칠 수 있을 것으로 사료된다. 선행 연구들의 결과를 살펴보면 Christou(2004)는 본 연구의 결과와 유사한 연구 결과를 보고하였는데 무릎뼈 억제 테이핑으로 무릎넙다리 통증 증후군 환자의 경우 VMO의 활성도가 증가되었으나 건강한 피검자의 경우 테이핑으로 인해 VL의 활성도가 증가되었다고 보고하였다. Van Tiggelen 등(2009)도 무릎뼈 억제 테이핑이 VMO의 근활성도를 증가시키지만 VL에는 영향을 미치지 않았다고 보고하여 본 연구의 결과와 유사한 결과를 보고하였다. Herrington(2001)은 무릎뼈 억제 테이핑을 적용한 결과 넙다리 네갈래근의 최대 회전력(peak torque)이 증가되므로 무릎뼈 억제 테이핑이 넙다리네갈래근의 힘 발생 수준을 개선시킬 수 있다고 보고하였다.

그러나 이와는 상반된 결과를 보고한 연구들도 있다. Araújo 등(2016) 무릎뼈 억제 테이핑을 적용한 결과 위약 테이핑에 비해 유의한 차이가 없었다고 보고하였다. Mostamand 등(2011)은 무릎뼈 테이핑을 적용한 결과 VMO 근수축 개시 시간은 유의하게 감소하였으나 근활성도 정도는 유의한 차이가 없었다고 보고하였으나 Ng과 Wong(2009)은 무릎뼈 테이핑은 VMO와 VL의 근수축 개시 시간에 영향을 미치지 않으나 VMO의 근활성도는 감소시킬 수 있다고 보고하여 선행 연구(Mostamand et al., 2011)와 엇갈린 결과를 보고하고 있다. Crossley 등(2000)은 무릎뼈 억제 테이핑은 VMO와 VL의 근활성도를 변화시키지는 않는다고 보고하였다.

테이핑의 신경생리학적 기전에 대해서는 명확하게 알려져 있지 않으나 일반적으로 근육을 촉진시키기 위해서는 근섬유의 주행 방향으로 테이핑을 적용하고(Morrissey, 2000) 근섬유의 가로 방향으로 테이핑을 적용하면 근육의 억제가 발생하는 것으로 알려져 있다(Tobin & Robinson, 2000). 따라서 본 연구에서 VL에 직접 적용한 테이핑 방법은 VL 억제 테이핑이라 할 수 있다. VL의 직접적인 억제 테이핑의 효과를 분석하기 위해 본 연구에서는 선행 연구들(McCarthy

Persson et al., 2009; Tobin & Robinson, 2000)을 참고하여 VL 주행 방향의 가로로 테이핑을 적용한 후 보행 중 근전도 신호를 수집하였다. 본 연구의 결과 먼쪽부와 몸쪽부 VL 억제 테이핑 모두 VMO와 VL의 근활성도를 감소시키는 것으로 나타났다. VMO의 근활성도의 경우 먼쪽부와 몸쪽부 테이핑 모두 각각 21.50%, 14.66% 근활성도를 감소시켰으며 테이핑 위치에 따른 근활성도의 차이는 없었다. VL의 근활성도의 경우 먼쪽부와 몸쪽부 테이핑 모두 각각 37.77%, 24.78% 근활성도를 감소시켰으며 먼쪽부 테이핑이 보다 크게 VL의 근활성도를 감소시키는 것으로 나타났다.

선행 연구들(McCarthy Persson et al., 2009; Tobin & Robinson, 2000)을 살펴보면 VL 억제 테이핑으로 VL의 근활성도는 감소되나 VMO의 변화는 없었다고 보고하고 있다. 본 연구에서는 VL의 근활성도 감소뿐만 아니라 VMO의 근활성도 감소도 관찰되었으나 VMO의 근활성도 감소 정도는 VL의 근활성도 감소 대비 먼쪽부 테이핑의 경우 56.92%, 몸쪽부 테이핑의 경우 59.16%로 두가지 테이핑 방법 모두 상당히 적은 수준의 근활성도 감소를 보이고 있다. 반면 Ataabadi 등(2022)은 탄력 테이프를 이용하여 VL 촉진, 억제, 위약 테이핑을 작용한 결과 근활성도에는 변화가 없었다고 보고하였으며 Janwantankul과 Gaogasigam(2005)도 VL 억제 테이핑을 적용한 결과 근활성도에는 유의한 변화가 없었다고 보고하여 본 연구 결과와는 다른 결과를 보고하고 있다.

VMO와 VL은 무릎을 펼 때 무릎뼈의 움직임을 조절해주는데 VMO와 VL의 불균형으로 무릎뼈와 관절의 압력이 높아지고 이는 통증 발생으로 이어진다(Mohr et al., 2003). 이를 해소하기 위해 오랫동안 VMO의 선택적 강화를 통한 VMO와 VL의 불균형 해소에 치료의 초점이 맞춰졌다. 선행 연구들을 살펴보면 VMO:VL 근활성 비율이 무릎넙다리 통증 증후군 환자들의 경우 건강한 피검자에 비해 낮게 나타났다(Powers, 2000; Souza & Gross, 1991). 따라서 VMO:VL의 근활성 비율을 증가시키는 것이 중요하다. 본 연구의 결과 VMO와 VL의 근활성 비율은 무릎뼈 억제

테이핑을 적용한 경우 1.22:1 이었고 먼쪽부 VL 억제 테이핑을 적용한 경우 1.48:1, 몸쪽부 VL 억제 테이핑을 적용한 경우는 1.26:1 이었다. 이들 테이핑 조건간 유의한 차이는 없었다. Lee & Cho(2013)는 VMO와 VL의 근활성 비율이 무릎뼈 억제 테이핑을 적용한 경우 1.29:1이라고 보고하여 본 연구의 결과와 유사한 결과를 보고하였다. Sinaei 등(2021)은 VMO 촉진 테이핑을 적용한 경우 VMO와 VL의 근활성 비율은 1.09:1 인데 반해 VL 억제 테이핑을 적용한 경우 근활성 비율은 1.25:1 이었다고 보고하였는데 본 연구에서도 먼쪽부와 몸쪽부 VL 억제 테이핑의 근활성 비율이 높게 나타났다. Kim과 Song은 정상인의 VMO와 VL 근활성 비율이 1.11:1~1.22:1이라고 보고하였는데 본 연구에서 적용한 세가지 테이핑 방법의 경우 VMO와 VL 근활성 비율이 1.22:1~1.48:1로 나타나 약간 높은 근활성 비율을 보였다. 특히 먼쪽부 VL 억제 테이핑의 경우 1.48:1을 보였다. 따라서 먼쪽부 VL 억제 테이핑이 다른 테이핑 방법에 비해 좀 더 효과적으로 VMO와 VL의 근활성 비율을 높일 수 있는 테이핑 방법으로 사료된다.

앞서 비교 고찰한 선행 연구들과 본 연구의 결과 그리고 선행 연구들 간 결과에서 다소 일관되지 않은 결과들이 보고 되고 있다. 이는 크게 피검자의 차이와 근활성도 검사 방법의 차이 등을 생각해 볼 수 있다. 먼저 피검자 차이의 경우, 무릎 넓다리 통증 환자의 경우는 무릎 관절 주변의 안쪽 인대 손상이 건강한 피검자에 비해 많이 발견된다(Zimmermann et al., 2022). 무릎넓다리 관절에서 무릎뼈가 적절하게 움직이기 위해서는 무릎 내외측에 있는 물렁조직들의 균형이 중요한데 안쪽 무릎 인대의 손상은 불균형을 야기하고 정상적인 무릎뼈 움직임 조절에 문제를 일으켜 무릎의 통증으로 이어진다. 무릎뼈를 안쪽으로 당기는 무릎뼈 억제 테이핑은 손상된 인대를 대신해 기계적 지지를 제공하여 통증을 감소시키게 된다. 또한 테이프의 부착은 피부를 자극하여 척수로 전달되는 유해 수용성 정보를 차단하여 통증을 제어한다(Chen et al., 2018). 이러한 테이핑에 의한 통증 감소는 적절한

VMO의 활성을 유도하고 이는 적절한 무릎뼈 움직임으로 이어진다. 반면 정상 피검자의 경우 무릎 내외측 물렁조직의 균형 잡힌 작용으로 정상적인 무릎뼈 움직임이 일어난다. 무릎뼈 억제 테이핑이나 VL 억제 테이핑에 의해 무릎 넓다리 관절 내측이 지지를 받게 되거나 근 수축이 억제되면 신경계는 근육의 수축 전략을 변경하게 된다(Christou, 2004). 본 연구의 결과를 종합해 보면 무릎뼈 억제 테이핑은 VMO와 VL의 근활성도를 증가시킨 반면 몸쪽부나 먼쪽부 VL 억제 테이핑은 VMO와 VL의 근활성도를 감소시켰다. 무릎뼈 억제 테이핑에 의해 VMO와 VL 모두 근활성도가 증가한 이유는 무릎뼈 억제 테이핑의 경우 무릎뼈의 위치를 교정하기 위해 무릎뼈를 안쪽으로 당겨 테이핑을 부착하게 되는데 이때 VL이 당겨지게 되고 VL의 적절한 당겨짐은 근육의 길이 장력 관계에 따라 VL의 근활성도를 증가 시켰을 것으로 사료된다. 이후 VL의 근활성도가 증가함에 따라 정상 성인의 경우 무릎뼈의 가쪽 치우침을 방지하기 위한 근육 수축 전략으로서 VMO의 근활성도가 증가되었을 것으로 사료된다. VL 억제 테이핑의 경우 VMO와 VL의 근활성도가 모두 감소되었는데 VL 억제 테이핑 적용에 따른 VL의 근활성도 억제는 정상적인 무릎뼈의 움직임을 유지하기 위한 근육 수축 전략으로서 VMO의 근활성도 억제로 이어졌을 것으로 여겨진다. 두 번째 근활성도 검사 방법의 경우 선행 연구들에서 VMO와 VL의 근활성도 분석 자세는 무릎 펴기(Ataabadi et al., 2022; Christou, 2004; Herrington, 2001; Ng & Wong, 2009), 발뒤꿈치 대고 몸을 뒤로 기울이기(Van Tiggelen et al., 2009), 한 다리 서기(Araújo et al., 2016), 쪼그려 앉기(Lee & Cho, 2013; Mostamand et al., 2011), 계단 오르기(McCarthy Persson et al., 2009), 계단 내려오기(Janwantankul & Gaogasigam, 2005; Tobin & Robinson, 2000) 등으로 본 연구의 근활성도 분석과는 차이가 있었다. 또한 본 연구는 VMO와 VL의 작용 중 가장 기능적이고 일상적인 동작을 보행으로 판단하여 보행 중 근활성도를 분석하였다. 본 연구는 보행의 각 하위 요소별 근활성도를 분리하여 분석하지 않고 기능적인

고 일상적인 30초간의 자유 보행 중 중간 10초간의 보행 전체를 분석하였다. 따라서 VMO와 VL의 수축과 이완 등 모든 작용 과정이 근활성도에 반영되었으며 건강한 피검자를 대상으로 연구를 진행하였다는 제한점이 있다. 따라서 본 연구의 결과와 선행 연구들의 결과를 단순 비교하기에는 무리가 있을 것으로 사료된다.

V. 결론

본 연구의 결과 무릎뼈 억제 테이핑은 보행 중 VMO와 VL의 근활성도를 증가시키고 VL억제 테이핑은 VMO와 VL의 근활성도를 감소시키는 것으로 나타났다. 먼쪽부 VL 억제 테이핑은 보행 중 VMO:VL 근활성 비율을 보다 크게 증가시켰으나 테이핑 방법 간 VMO:VL 근활성 비율은 차이가 없었다.

Acknowledgements

이 논문은 2021년도 부산가톨릭대학교 교내연구비에 의하여 연구되었음

References

- Ahmadi M, Yalfani A, Gandomi F, et al. The effect of twelve-week neurofeedback training on pain, proprioception, strength and postural balance in men with patellofemoral pain syndrome: A double-blind randomized control trial. *Journal of Rehabilitation Sciences and Research*. 2020;7(2):66-74.
- Ahmed AM, Shi S, Hyder A, et al. The effect of quadriceps tension characteristics on the patellar tracking pattern. Proceedings of the Orthopaedic Research Society 34th Annual Meeting. 1988.
- Alexander CM, Stynes S, Thomas A, et al. Does tape facilitate or inhibit the lower trapezius. *Manual Therapy*. 2003;8(1):37-41.
- Alexander MA, McMullan M, Harrison PJ. What is the effect of taping along or across a muscle on a motoneurone excitability? A study using the triceps surae. *Manual Therapy*. 2008;13(1):57-62.
- Amis AA, Senavongse W, Bull AM. Patellofemoral kinematics during knee flexion-extension: an in vitro study. *Journal of Orthopaedic Research*. 2006;24(12):2201-2211.
- Araújo CG, de Souza Guerino Macedo C, Ferreira D, et al. McConnell's patellar taping does not alter knee and hip muscle activation differences during proprioceptive exercises: A randomized placebo-controlled trial in women with patellofemoral pain syndrome. *Journal of Electromyography and Kinesiology*. 2016;31:72-80.
- Ataabadi PA, Abbasi A, Shojaatian M, et al. The effects of facilitatory and inhibitory kinesiotaping of Vastus Medialis on the activation and fatigue of superficial quadriceps muscles. *Scientific Reports*. 2022;12(1):13451.
- Barton C, Balachandar V, Lack S, et al. Patellar taping for patellofemoral pain: a systematic review and meta-analysis to evaluate clinical outcomes and biomechanical mechanisms. *British Journal of Sports Medicine*. 2014;48(6):417-424.
- Bley AS, Correa JC, Dos Reis AC, et al. Propulsion phase of the single leg triple hop test in women with patellofemoral pain syndrome: A biomechanical study. *PLoS ONE*. 2014;9(5):e97606.
- Bolgia LA, Boling MC. An update for the conservative management of patellofemoral pain syndrome: a systematic review of the literature from 2000 to 2010. *The International Journal of Sports Physical Therapy*. 2011;6(2):112-25.
- Boling MC, Bolgia LA, Mattacola CG, et al. Outcomes of a weight-bearing rehabilitation program for patients

- diagnosed with patellofemoral pain syndrome. *Archives of Physical Medicine and Rehabilitation*. 2006;87(11):1428-1435.
- Boucher JP, King MA, Lefebvre R, et al. Quadriceps femoris muscle activity in patellofemoral pain syndrome. *The American Journal of Sports Medicine*. 1992;20(5):527-32.
- Chen SM, Lo SK, Cook J. The effect of rigid taping with tension on mechanical displacement of the skin and change in pain perception. *Journal of Science and Medicine in Sport*. 2018;21(4):342-346.
- Christou EA. Patellar taping increases vastus medialis oblique activity in the presence of patellofemoral pain. *Journal of Electromyography and Kinesiology*. 2004;14(4):495-504.
- Cowan SM, Bennell KL, Hodges PW, et al. Delayed onset of electromyographic activity of vastus medialis obliquus relative to vastus lateralis in subjects with patellofemoral pain. *Archives of Physical Medicine and Rehabilitation*. 2001;82(2):183-189.
- Cowan SM, Bennell KL, Hodges PW. Therapeutic patellar taping changes the timing of vasti muscle activation in people with patellofemoral pain syndrome. *Clinical Journal of Sport Medicine*. 2002;12(6):339-347.
- Criswell E. Cram's introduction to surface electromyography. Jones & Bartlett Publishers. 2010.
- Crossley K, Cowan SM, Bennell KL, et al. Patellar taping: is clinical success supported by scientific evidence? *Manual Therapy*. 2000;5(3):142-150.
- Fulkerson JP. Diagnosis and treatment of patients with patellofemoral pain. *American Journal of Sports Medicine*. 2002;30(3):447-456.
- Grabiner MD, Koh TJ, Draganich LF. Neuromechanics of the patellofemoral joint. *Medicine & Science in Sports & Exercise*. 1994;26(1):10-21.
- Hasan S, Alonazi A, Anwer S, et al. Efficacy of patellar taping and electromyographic biofeedback training at various knee angles on quadriceps strength and functional performance in young adult male athletes with patellofemoral pain syndrome: A randomized controlled trial. *Pain Research and Management*. 2022;2022:8717932.
- Herrington L. The effect of patellar taping on quadriceps peak torque and perceived pain: a preliminary study. *Physical Therapy in Sport*. 2001;2(1):23-28.
- Janwantanakul P, Gaogasigam C. Vastus lateralis and vastus medialis obliquus muscle activity during the application of inhibition and facilitation taping techniques. *Clinical Rehabilitation*. 2005;19(1):12-19.
- Jun HP, Chang E. The effect of McConnell tape on patients with patellofemoral pain. *Exercise Science*. 2019;28(4):324-329.
- Kaya D, Callaghan M, Ozkan H, et al. The effect of an exercise program in conjunction with short-period patellar taping on pain, electromyogram activity, and muscle strength in patellofemoral pain syndrome. *Sports Health*. 2010;2(5):410-418.
- Kim HH, Song CH. Comparison of the VMO/VL EMG ratio and onset timing of VMO relative to VL in subjects with and without patellofemoral pain syndrome. *Journal of Physical Therapy Science*. 2012; 24(12):1315-1317.
- Lee SE, Cho SH. The effect of McConnell taping on vastus medialis and lateralis activity during squatting in adults with patellofemoral pain syndrome. *Journal of Exercise Rehabilitation*. 2013;9(2):326-330.
- McCarthy Persson U, Fleming HF, Caulfield B. The effect of a vastus lateralis tape on muscle activity during stair climbing. *Manual Therapy*. 2009;14(3):330-337.
- McConnell J. The management of chondromalacia patellae: a long-term solution. *Australian Journal of Physiotherapy*. 1986;32(4):215-223.
- Mohr KJ, Kvitne RS, Pink MM et al. Electromyography of the quadriceps in patellofemoral pain with patellar

- subluxation. *Clinical Orthopaedics and Related Research*. 2003;415:261-271.
- Morrissey D. Proprioceptive shoulder taping. *Journal of Bodywork and Movement Therapies*. 2000;14(3):189-194.
- Mostamand J, Bader DL, Hudson Z. The effect of patellar taping on EMG activity of vasti muscles during squatting in individuals with patellofemoral pain syndrome. *Journal of Sports Sciences*. 2011;29(2):197-205.
- Nagakawa TH, Moriya ETU, Maciel CD, et al. Trunk, pelvis, hip, and knee kinematics, hip strength, and gluteal muscle activation during a single-leg squat in males and females with and without patellofemoral pain syndrome. *Journal of Orthopaedic & Sports Physical Therapy*. 2012;42(6):491-501.
- Ng GY, Wong PY. Patellar taping affects vastus medialis obliquus activation in subjects with patellofemoral pain before and after quadriceps muscle fatigue. *Clinical Rehabilitation*. 2009;23(8):705-713.
- Nimon G, Murray D, Sandow M, et al. Natural history of anterior knee pain: a 14- to 20-year follow-up of nonoperative management. *Journal of Pediatric Orthopaedics*. 1998;18(1):118-122.
- Pal S, Draper CE, Fredericson M, et al. Patellar maltracking correlates with vastus medialis activation delay in patellofemoral pain patients. *The American Journal of Sports Medicine*. 2011;39(3):590-598.
- Paoloni M, Fratocchi G, Mangone M, et al. Long-term efficacy of a short period of taping followed by an exercise program in a cohort of patients with patellofemoral pain syndrome. *Clinical Rheumatology*. 2012;31(3):535-539.
- Persson UM, Hooper ACB, Fleming HE. Repeatability of skin displacement and pressure during “inhibitory” vastus lateralis muscle taping. *Manual Therapy*. 2007;12(1):17-21.
- Persson UM, Fleming HF, Caulfield B. The effect of a vastus lateralis tape on muscle activity during stair climbing. *Manual Therapy*. 2009;14(3):330-337.
- Powers CM, Ward SR, Fredericson M, et al. Patellofemoral kinematics during weight-bearing and non-weight-bearing knee extension in persons with lateral subluxation of the patella: a preliminary study. *Journal of Orthopaedic & Sports Physical Therapy*. 2003;33(11):677-685.
- Powers CM. Patellar kinematics, part I: the influence of vastus muscle activity in subjects with and without patellofemoral pain. *Physical Therapy*. 2000;80(10):956-964.
- Ryan CG, Rowe PJ. An electromyographical study to investigate the effects of patellar taping on the vastus medialis/vastus lateralis ratio in asymptomatic participants. *Physiotherapy Theory and Practice*. 2006;22(6):309-315.
- Salsich GB, Brechter JH, Farwell D, et al. The effects of patellar taping on knee kinetics, kinematics, and vastus lateralis muscle activity during stair ambulation in individuals with patellofemoral pain. *Journal of Orthopaedic & Sports Physical Therapy*. 2002;32(1):3-10.
- Salsich GB, Perman WH. Patellofemoral joint contact area is influenced by tibiofemoral rotation alignment in individuals who have patellofemoral pain. *Journal of Orthopaedic & Sports Physical Therapy*. 2007;37(9):521-528.
- Sinaei E, Foroozantabar V, Yoosefinejad AK, et al. Electromyographic comparison of vastus medialis obliquus facilitatory versus vastus lateralis inhibitory kinesio taping in athletes with patellofemoral pain: A randomized clinical trial. *Journal of Bodywork and Movement Therapies*. 2021;28:157-163.
- Smith TO, Davies L, Donell ST. The reliability and validity of assessing medio-lateral patellar position: a

- systematic review. *Manual Therapy*. 2009;14(4):355-362.
- Souza DR, Gross MT. Comparison of vastus medialis obliquus: vastus lateralis muscle integrated electromyographic ratios between healthy subjects and patients with patellofemoral pain. *Physical Therapy*. 1991;71(4): 310-316.
- Tang SF, Chen CK, Hsu R, et al. Vastus medialis obliquus and vastus lateralis activity in open and closed kinetic chain exercises in patients with patellofemoral pain syndrome: an electromyographic study. *Archives of Physical Medicine and Rehabilitation*. 2001;82(10):1441-1445.
- Tobin S, Robinson G. The effect of McConnell's vastus lateralis inhibition taping technique on vastus lateralis and vastus medialis obliquus activity. *Physiotherapy*. 2000; 86(4):173-183.
- Van Tiggelen D, Cowan S, Coorevits P, et al. Delayed vastus medialis obliquus to vastus lateralis onset timing contributes to the development of patellofemoral pain in previously healthy men: a prospective study. *American Journal of Sports Medicine*. 2009;37(6):1099-1105.
- Witvrouw E, Danneels L, Van Tiggelen D, et al. Open versus closed kinetic chain exercises in patellofemoral pain: a 5-year prospective randomized study. *American Journal of Sports Medicine*. 2004;32(5):1122-1130.
- Witvrouw E, Lysens R, Bellemans J, Cambier D, Vanderstraeten G. Intrinsic risk factors for the development of anterior knee pain in an athletic population. A two-year prospective study. *American Journal of Sports Medicine*. 2000;28(4):480-489.
- Zimmermann F, Milinkovic DD, Börtlein J, et al. Revision surgery for failed medial patellofemoral ligament reconstruction results in better disease-specific outcome scores when performed for recurrent instability than for patellofemoral pain or limited range of motion. *Knee Surgery, Sports Traumatology, Arthroscopy*. 2022;30(5):1718-1724.