

## 벽 미끄러짐 쪼그려 앉기 방법에 따른 넓다리네갈래근의 근활성도 비교

김병조<sup>†</sup>

동의료원 물리치료실

### Comparison of Quadriceps Femoris Muscle Activations during Wall Slide Squats

Byeong-Jo Kim, PT, PhD<sup>†</sup>

Department of Physical Therapy, Dong-Eui Medical Center

Received: September 5, 2012 / Revised: October 24, 2012 / Accepted: October 29, 2012

© 2012 Journal of the Korean Society of Physical Medicine

#### | Abstract |

**PURPOSE:** The purpose of this study was compare quadriceps femoris muscle activity while performing wall slide squats of four methods.

**METHODS:** Forty subjects, with no history of patellofemoral pain, quadriceps injury, or other knee injury volunteered for this study. Muscle activation of the vastus medialis obliquus, rectus femoris, vastus lateralis muscles were recorded while subjects performed 10 consecutive wall slide squats. Subjects performed the wall slide squats during four different methods: (1) basic wall slide squat, (2) keep back upright against fitness ball, (3) standing of unstable surface, (4) squeezing ball between both knees. Statistical analysis were accomplished by utilizing the one-way ANOVA(Bonferroni's post-hoc test) by SPSS 20.0 program. Significance level was set at  $p < .05$ .

**RESULTS:** Muscle activations induced wall slide squats of four methods compared and results showed that there was

significant difference only in vastus medialis obliquus and rectus femoris but there was no significant difference in vastus lateralis. The vastus medialis obliquus was significantly different only keep back upright against fitness ball at post-hoc test. The rectus femoris was significantly different keep back upright against fitness ball and standing of unstable surface at post-hoc test.

**CONCLUSION:** Based on these results, we conclude that quadriceps femoris muscle activations are differenced by performing wall slide squats of four different methods in healthy subjects. These data suggest that for quadriceps muscle strengthening, exercise professionals can perform the wall slide squats by altering several task variables. Further research is needed to determine the exact mechanism by which quadriceps function is altered.

**Key Words:** Wall slide squat, Quadriceps femoris muscle, Patellofemoral pain syndrome, Muscle activation

<sup>†</sup>Corresponding Author : atlas8588@hanmail.net

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.

## I. 서론

현대인들은 교통사고 및 운동부족으로 인한 관절 손상과 아울러 높은 삶의 질을 영위하기 위한 여가문화의 확산과 스포츠 참여의 증가로 인한 물리적 충격에 따른 손상이 증가하는 추세이며 그 중에서도 가장 관여도가 높은 것은 무릎관절 손상이다(Hyun, 2000). 무릎관절은 인간이 두 다리로 활동하는데 매우 기능적으로 작용하며 구조적 안정성을 구성하는 요소 중 약간의 손상만으로도 무릎의 비정상적인 움직임이 일어나게 된다(Yuan 등, 2012).

넙다리뼈는 거의 편평한 정강뼈의 관절면과 접촉하며 넓은 인대와 관절주머니, 큰 근육 등에 의해서 관절의 위치를 유지하므로 무릎관절의 안정성은 뼈의 구조적 배열보다는 주로 연부조직의 제한으로 획득하게 된다(Neumann, 2009). 무릎뼈의 불안정성과 무릎넙다리관절의 기능부전은 무릎뼈의 정렬불량(malalignment)이나 비정상적인 주행(tracking)과 밀접한 관련이 있으므로(Fulkerson, 2004) 대부분 가쪽 무릎뼈 부분어긋남(Souza과 Gross, 1991)과 Q-각도 최대값이 증가된다(Livingston과 Mandigo, 1999). 즉, 넙다리네갈래근 근활성의 불균형으로 인해 무릎뼈 정렬불량과 앞쪽 무릎의 통증을 발생시킬(Fulkerson, 2004) 뿐만 아니라 무릎관절의 손상은 발생률이 가장 높은 앞십자인대를 비롯한 뒤십자인대, 반달연골 및 안쪽과 가쪽결인대 등의 이차적인 손상을 유발하게 된다(Min, 2004).

임상적으로 이러한 문제점을 해결하고 이차적인 손상을 예방하기 위하여 다양한 형태의 닫힌사슬과 열린사슬 운동을 사용하고 있다. 최근에는 기능적인 수행을 위한 과제가 닫힌사슬 운동에 포함되기가 쉽다(Palmitier 등, 1991), 무릎넙다리관절에 적은 손상을 가하며(Steinkamp 등, 1993), 앞십자인대에 대한 좌상을 줄일 수 있으므로(Arms 등, 1984; Beynnon과 Fleming, 1998) 열린사슬 보다 닫힌사슬 운동이 권장되고 있다. 닫힌사슬 운동은 팔다리의 먼쪽이 고정되어 있는 상태에서 몸쪽과 먼쪽에 동시에 저항을 적용할 때 일어나는 운동이다(Prince, 2003). 무릎관절에서 닫힌사슬 운동은 넙다리네갈래근과 뒤넙다리근을 작용근과 대항근의 동시수축(co-contraction)으

로 작용근을 안정화시켜(Earl 등, 2001) 관절의 안정성을 높이고, 관절을 압박할 수 있는 전단력을 감소시킬 뿐만 아니라 기계적 수용기가 관절주머니의 압력 변화에 민감하게 반응하므로 닫힌사슬 운동의 전 범위에서 근육 발화율을 증가시켜 고유수용성 감각을 촉진한다(Gomez 등, 1996; Iwasaki 등, 2006).

체중을 부하한 상태에서 쪼그려 앉기 운동은 한 동작에 다양한 관절과 근육이 포함되어 다리의 기능을 증가시키는 닫힌사슬 운동으로(Fry 등, 2003) 무릎 주위 근육들의 동시수축을 증가시키고, 정강넙다리관절의 압력을 증가시키는 앞십자인대의 긴장을 최소화하는 매우 안전하고 효과적인 증재법이다(Beynnon 등, 2005; Bynum 등, 1995; Mikkelsen 등, 2000). 또한 등으로 쪼그려 앉기(back squat)는 가쪽넓은근(vastus lateralis)이나 넙다리두갈래근(biceps femoris)과 같이 무릎관절과 엉덩관절을 펴는 근육들의 근력을 증가시키기 위해 체중을 자유롭게 이용할 수 있는 중요한 다관절 저항운동으로 벽에 등을 기대 쪼그려 앉기는 동작을 수행하는 동안에 근육의 힘을 증가시키고, 기능적인 수행을 향상시킬 수 있는 하나 또는 여러 운동기술(달리기, 점프하기, 던지기, 던기)을 추가 적용할 수 있다(Channell과 Barfield, 2008; Myer 등, 2005).

무릎관절의 생역학은 쪼그려 앉기를 수행하는 기술에 의존한다(Escamilla 등, 2001a, 2001b; Escamilla 등, 2009; Fry 등, 2003). 벽에 등을 기대 쪼그려 앉기를 수행하는 동안에 무릎관절의 굽힘 각도가 증가할수록 무릎이 발끝을 넘어서면서 무릎넙다리관절을 압박하는 힘과 스트레스가 증가한다(Escamilla 등, 2009; Fry 등, 2003). 따라서 무릎넙다리 통증 증후군(patellofemoral pain syndrome; PEPS) 환자 특히 앞십자인대의 재활 프로그램에는 넙다리네갈래근(quadriceps) 근력강화가 강조된다(Michelle 등, 2006). 근력은 근육이 발휘할 수 있는 최대의 힘이며 근력강화는 기능적인 향상을 의미한다(Enoka, 1988). Hakkinen 등(2001)은 초기의 근력증가는 신경훈련 기전이 원인으로 운동단위 동원능력의 향상으로 인해 근활성도가 증가하고, 그 후 근 비대에 의해 근력증가가 이루어진다고 하였다. 넙다리네갈래근 근력강화 운동을 수행할 때는 앞쪽 무릎 통증의 증가를

예방하기 위해 도르래 고랑(trochlear groove) 내에 적절하게 무릎뼈 정렬을 유지해야 하는데(Mellor과 Hodges, 2005) 이때 강조되는 것이 무릎뼈의 안쪽 안정화근인 안쪽빗넓은근(Amis 등., 2006)과 가쪽넓은근(Cowan 등., 2001)의 작용이다. Boling 등(2006)은 무릎넙다리통증 환자를 재활하는 초기 단계에는 벽 미끄러짐 쪼그려 앉기가 가장 안전하다고 하였고, Hodges와 Richardson (1993)는 열린사슬의 무릎관절 펌 보다는 닫힌사슬의 벽 미끄러짐 반 쪼그려 앉기(wall-slide semi-squat) 운동이 안쪽빗넓은근과 가쪽넓은근 근활성도를 증가시킨다고 하였으며 또한 무릎관절 굽힘 45°~60°의 반 쪼그려 앉기가 안쪽빗넓은근의 선택적인 강화에 가장 효과적이라고 하였다(Tang 등., 2001).

이와 같이 무릎넙다리통증 증후군 환자의 닫힌사슬 운동에 관한 연구들이 활발하게 이루어지고 있음에도 불구하고 자세조절을 통한 근수행력이 향상되도록 다양한 방법으로 벽 미끄러짐 쪼그려 앉기를 적용했을 때 넙다리네갈래근 근활성도의 분석에 관한 연구는 부족한 실정이다. 그러므로 본 연구는 정상 성인에게 여러 가지 벽 미끄러짐 쪼그려 앉기 방법에 따른 넙다리네갈래근 근활성도의 차이를 비교하여 향후 무릎넙다리관절 재활에 효율적인 기초자료를 제공하기 위한 목적으로 실시하였다.

## II. 연구 방법

### 1. 연구 대상

본 연구는 20대 건강한 성인 남녀 중에서 벽 미끄러짐 쪼그려 앉기를 유지하는 것이 가능하며 최근 6개월 이내에 무릎넙다리 부위에 통증, 넙다리네갈래근 손상 또는 무릎관절에 다른 손상 등의 병력이 없는 자를 하였고, 피부에 개방성 상처가 있어 표면전극을 부착하기 어려운 자를 제외한 40명을 대상으로 하였다. 모든 대상자들은 연구목적과 실험과정에 대한 충분한 설명을 들은 후 연구에 자발적으로 참여한다는 의사를 표시하는 동의서를 작성하였다.

### 2. 측정 자세 및 절차

벽 미끄러짐 쪼그려 앉기 방법에 따른 넙다리네갈래근의 근활성도 차이를 비교하기 위해서 모든 대상자들은 네가지 방법이 적힌 메모용지를 선택하였다. 측정 전 대상자마다 일관된 벽 미끄러짐 쪼그려 앉기 자세를 설정하기 위하여 대상자에게 두 다리를 어깨너비로 벌리고, 등을 직접 벽에 대고 서서 엉덩관절과 무릎관절이 90° 굽힘까지 벽을 따라서 미끄러지게 한 후 바닥에 발 위치를 표시하였다(Boling 등., 2006). 또한 등 뒤의 피트니스 공과 불안정한 지지면을 적용한 상태에서도 동일한 방법을 이용해 발 위치를 추가하였다.

대상자에게 방법적인 순서에 따른 수행력 향상이 집중되지 않도록 무작위로 선택된 메모용지 순서에 따라서 네가지 방법의 벽 미끄러짐 쪼그려 앉기를 실시하였다. 대상자는 각각의 방법에 적합한 발 위치에 서서 연구자의 ‘출발’이라는 구두명령과 함께 벽을 미끄러져서 엉덩관절과 무릎관절을 천천히 굽히기를 시도한 후 ‘멈춤’이라고 말할 때까지 10초간 유지하도록 하였다. 각각의 벽 미끄러짐 쪼그려 앉기는 3회 측정된 평균 값을 산출하였고, 반복적인 측정에 따른 근 피로를 예방하기 위하여 매번 측정 후 3분간 휴식시간을 가졌다.

본 연구에서 실시한 벽 미끄러짐 쪼그려 앉기 네가지 방법들에 대한 세부적인 절차는 <Table 1>에 제시한 바와 같다. 전통적인 벽 미끄러짐 쪼그려 앉기를 기본적인 방법으로 자세조절에 대한 근수행력을 향상시키기 위해서 등 뒤의 피트니스 공에 대항해 허리를 똑바로 한 벽 미끄러짐 쪼그려 앉기, 불안정한 지지면에서 벽 미끄러짐 쪼그려 앉기, 무릎사이에 공을 잡은 벽 미끄러짐 쪼그려 앉기 방법을 추가해서 적용하였다(Fig 1). 또한 벽을 따라서 등을 미끄러질 때 과도한 마찰이 발생하는 경우에는 피트니스 공을 사용할 때를 제외하고는 등에 수건을 대고 실시하도록 하였다.

Table 1. Wall slide squats protocol

Method	Procedures
Basic wall slide squat(Method A)	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Subject's feet place shoulder-width apart to subjects foot positing.</li> <li>2. Hold subject's arms out besides thunk, eyes looking forward and keep your back upright and flat against the wall.</li> <li>3. Instruct to keep the torso in an upright position while performing the wall slide squat.</li> <li>4. Move from an upright standing position to 90° of hip/knee flexion and then back to the upright standing position.</li> </ol>
Keep back upright against fitness ball(Method B)	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Subject place the back against a fitness ball(diameter = 55cm) on the wall.</li> <li>2. Maximal contract the back against the fitness ball to hold it in place throughout the wall slide squat.</li> </ol>
Standing of unstable surface(Method C)	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Subject's feet place shoulder-width apart to subjects foot positing above air cushion.</li> <li>2. Move from an upright standing position to 90° of hip/knee flexion and then back to the upright standing position.</li> </ol>
Squeezing ball between both knees(Method D)	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Subject place the ball between your legs at your knees.</li> <li>2. Perform the wall slide squat under maximal active hip adduction by squeezing a ball (diameter=21.6cm, mass=0.4kg) between their knees.</li> <li>3. Try to apply the same amount of force against the ball during the squat</li> </ol>

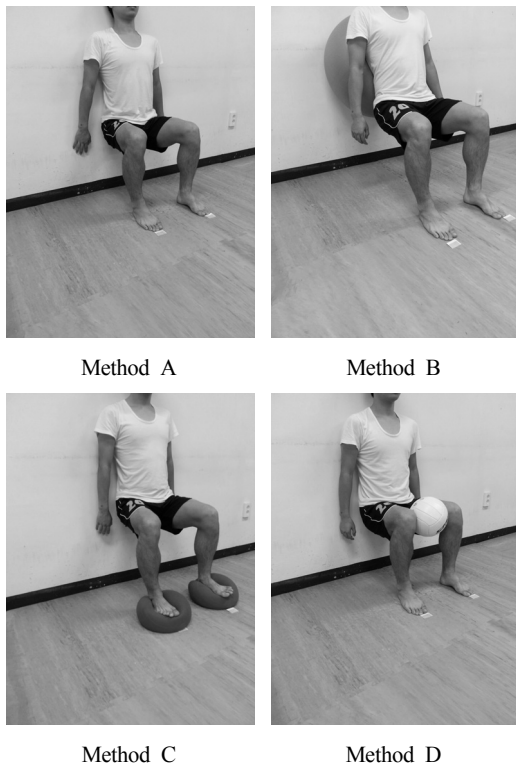


Fig 1. Illustration of Wall slide squats

### 3. 근활성도 측정방법

넙다리내갈래근의 근활성도는 표면 근전도 Noraxon relemyo 2400 system(미국)을 사용하여 측정하였고, 디지털 처리된 근전도 신호는 개인용 컴퓨터에서 동일회사의 MyoResearch XP 1.06 Master Edition 소프트웨어를 이용하였다. 근전도 신호의 표본 추출률(sampling rate)은 1,000Hz로 설정하였으며 여과 주파수 대역폭은 20~450Hz를 적용해 처리하였다.

먼저 대상자는 편안한 반바지를 착용하고 전극 부착 부위를 면도한 후 알코올 솜으로 이물질을 깨끗이 제거하였다. 표면전극은 대상자의 주된 사용손을 기준으로 우세한 쪽의 넙다리곧은근, 안쪽넓은근, 가쪽넓은근에 각각 부착하였다. 넙다리내갈래근의 최대 수의적 근수축(MVIC)을 유도하여 가장 두드러진 근힘살(muscle belly)을 눈으로 확인하여 전극 부착 부위에 따라 각 전극 사이의 거리를 2cm 유지하였다. 넙다리곧은근은 무릎뼈의 위쪽가시(superior spine)와 앞위엉덩뼈가시(ASIS) 사이의 가운데 부위에 부착하였고(Cowan 등, 2001), 안쪽넓은근은 무릎뼈의 위안쪽 가장자리(superomedial patellar border)에서 55° 안쪽과 위쪽으로 5cm 위쪽 부위에 부착하였으며 가쪽넓은근은 넙다리뼈의 앞위엉덩뼈가시(ASIS)와 무릎뼈의 위가쪽 가장자리(superolateral

patellar border) 사이 2/3 지점의 넙다리뼈 가쪽 부위에 부착하였다. 각각의 근육의 기준전극과 기록전극은 근 섬유에 평행하게 부착하였다(우영근 등, 2004). 벽 미끄러짐 쪼그려 앉기의 10초 동안에 획득한 근활성도 값을 실효평균값(RMS, root mean square)으로 산출한 후 도수 근력평가 자세를 기본으로 각 근육의 최대 수의적 근수축에 대한 비율(%MVIC)로 비교 분석하였다.

4. 자료 분석

본 연구에서 수집된 자료는 SPSS 20.0 for windows을 이용하여 분석하였고, 유의수준  $\alpha$ 는 0.05로 하였다. 연구 대상자의 신체적인 특성은 빈도(%)와 평균±표준 편차를 산출하였다. 벽 미끄러짐 쪼그려 앉기의 네가지 방법에 따른 넙다리네갈래근의 근활성도 차이를 비교 하기 위해 일원배치 분산분석(one-way ANOVA)을 이용하였으며 방법에 따른 측정값의 유의한 차이가 있는 경우 사후검정(Bonferroni 검정)을 실시하였다.

III. 연구 결과

1. 연구 대상자의 신체적인 특성

본 연구는 20대 건강한 성인 남녀 40명을 대상으로 실시하였다. 연구대상자의 일반적인 특성을 살펴보면 남자는 22명(55.0%), 여자는 18명(45.0%) 이었고, 평균 연령은 22.65±2.30세 이었으며 평균 신장은 168.78±7.49cm, 평균 체중은 61.98±11.67kg 이었다.

2. 벽 미끄러짐 쪼그려 앉는 방법에 따른 넙다리네갈래근 근활성도

다양한 과제를 추가한 네가지 방법에 따른 벽 미끄러짐 쪼그려 앉기의 넙다리네갈래근 근활성도를 측정할 결과 가쪽넓은근 근활성도는 차이가 없었지만 안쪽빗넓은근과 넙다리곧은근 근활성도는 유의한 차이가 있었다( $p<.05$ )(Table 2). 사후검정을 실시한 결과 안쪽빗넓은근 근활성도는 등 뒤의 피트니스 공에 대항한 벽 미끄러짐 쪼그려 앉기에서만 유의한 차이가 있었고, 넙다리곧은근 근활성도는 등 뒤의 피트니스 공에 대항한 벽 미끄러짐 쪼그려 앉기와 불안정한 지지면에 서서 벽 미끄러짐 쪼그려 앉기에 유의한 차이가 있는 것으로 나타났다( $p<.05$ ).

IV. 고 찰

무릎넙다리 통증 증후군은 일반적으로 계단을 올라가거나, 무릎을 꿇을 때, 특히 무릎이 구부러진 상태로 긴 시간 동안 앉아 있을 경우와 같이 일상생활 중에 무릎의 통증이 나타나므로(Doucette과 Goble, 1992) 효율적인 예방과 치료전략을 수립해야 한다. 따라서 통증의 원인인 무릎뼈 불안정성을 해결하기 위해서는 넙다리네갈래근 근력강화가 필수적이므로 체중이나 무게를 이용한 다양한 형태의 저항운동을 통해서 약화된 근력을 증가시켜야 한다(Peterson 등, 2010). 저항운동은 신체정렬에 따라 열린사슬과 닫힌사슬 운동으로 구분

Table 2. Quadriceps femoris muscle activation during wall slide squats

unit : %MVIC

	Wall slide squats(Mean±SD)				F	p
	Method A	Method B	Method C	Method D		
VMO	87.21±62.21 <sup>a</sup>	132.03±88.26 <sup>b</sup>	112.15±64.82 <sup>a</sup>	101.55±63.18 <sup>a</sup>	2.870	.038*
RF	52.34±36.64 <sup>a</sup>	91.12±50.04 <sup>b</sup>	79.16±43.81 <sup>b</sup>	62.43±34.18 <sup>a</sup>	6.867	.000*
VL	89.37±61.19	125.17±73.59	112.50±64.76	97.79±68.21	2.231	.087

\* Statistically significant at the level of  $p <.05$ (by Bonferroni's post-hoc test).

Method A: Basic wall slide squat; B: Keep back upright against fitness ball, C: Standing of unstable surface, D: Squeezing ball between both knees

VMO: vastus medialis obliquus, RF: rectus femoris, VL; vastus lateralis

하는데 최근 들어 체중부하 상태의 단힌사슬 운동이 통증 감소와 다리의 기능적인 움직임의 향상을 시키는데 더욱 효과적이라고 강조되고 있다(Boling 등, 2006; Heintjes 등, 2003; Natri 등, 1998; Witvrouw 등, 2004; Witvrouw 등, 2000).

따라서 본 연구에서는 정상 성인에게 전통적인 벽 미끄러짐 쪼그려 앉기를 기본적인 방법으로 자세 조절에 대한 근수행력을 향상시키기 위해서 등 뒤의 피트니스 공에 대항해 허리를 똑바로 한 벽 미끄러짐 쪼그려 앉기, 불안정한 지지면에서 벽 미끄러짐 쪼그려 앉기, 무릎사이에 공을 잡은 벽 미끄러짐 쪼그려 앉기 방법을 추가하여 네가지 방법을 적용하였을 때 넙다리네갈래근의 근활성도 차이를 알아보고자 실시하였다.

Escamilla 등(2009)은 18명의 건강한 일반인을 대상으로 한 다리 쪼그려 앉기와 벽 쪼그려 앉기의 무릎넙다리 압축력과 스트레스를 비교한 결과  $90^{\circ} \sim 70^{\circ}$  무릎 각도에서 무릎넙다리 힘과 넙다리네갈래근 근력은 짧은 벽 쪼그려 앉기에서 유의하게 증가하였지만 뒤넙다리근 힘은 한 다리 쪼그려 앉기에서 약  $60 \sim 70\%$  커진다고 하였다. 이는 한 다리 쪼그려 앉기에서는 몸통이  $30 \sim 40^{\circ}$  앞쪽으로 기울어지지만 짧은 벽 쪼그려 앉기에서 똑바로 서기 때문에 정상적인 넙다리네갈래근 근력은 벽 쪼그려 앉기 운동 동안에 무릎 펴고 토크를 생성하고, 짧은 벽 쪼그려 앉기에 비해 긴 벽 쪼그려 앉기 동안에 훨씬 커지기 때문이라고 하였다. 따라서 본 연구에서는 짧은 벽 쪼그려 앉기 보다는 무릎넙다리 관절의 병진운동으로 압축적인 힘과 스트레스가 발생하지 않도록 벽으로부터 발뒤꿈치를 두 배정도 멀리한 긴 벽 미끄러짐 쪼그려 앉기 동안에 넙다리네갈래근 근력이 일반적으로 커질 것으로 예상하고 여러 가지 과제를 추가한 벽 미끄러짐 쪼그려 앉기의 네가지 방법 중에서 넙다리네갈래근 근활성도를 가장 효율적으로 증가시킬 수 있는 방법을 연구하였다. 그러나 선행 연구에서는 무릎넙다리 힘과 스트레스가  $60^{\circ}$  무릎 각도의 긴 벽 쪼그려 앉기와  $90^{\circ}$  무릎 각도의 짧은 벽 쪼그려 앉기에서 유의하게 증가하기 때문에  $60^{\circ} \sim 90^{\circ}$  무릎 각도에서 수행하는 넙다리네갈래근 근력은 명백하게 설명할 수 없다고 하였다. 그러므로 넙다리네갈래근의

근력은 벽 미끄러짐 쪼그려 앉기 동안에 무릎관절이 발끝을 넘는 짧은 쪼그려 앉기를 하거나 벽으로부터 발뒤꿈치를 멀리 위치시켜서 발목 위쪽에 무릎관절을 일직선으로 유지한 상태에서 쪼그려 앉기를 수행하는 나에 따라서 운동효과를 다르게 얻을 수 있을 것으로 생각된다. 그러므로 향후 발 뒤꿈치와 벽의 거리에 따른 다양한 벽 미끄러짐 쪼그려 앉기를 고려한 연구들이 수행되어야 할 것으로 사료된다.

이전 연구들의 대상자들이 벽에 대항해 편평하게 등을 유지하거나 오직  $30^{\circ}$  및  $45^{\circ}$  관절각도범위에서만 쪼그려 앉기를 실시하였지만 본 연구에서는 엉덩관절과 무릎관절 완전 펴에서  $90^{\circ}$  굽힘 동안에 다양한 과제를 추가한 네가지 방법에 따른 벽 미끄러짐 쪼그려 앉기를 수행하였다. 연구 결과 기본적인 벽 미끄러짐 쪼그려 앉기 보다 등 뒤에 피트니스 공을 대고 벽 미끄러짐 쪼그려 앉기를 수행했을 때 가쪽넓은근 근활성도는 유의한 차이를 보이지 않았지만 안쪽빗넓은근과 넙다리근의 근활성도는 유의하게 증가하였다. Cerny(1995)와 Earl 등(2001)은 본 연구와 유사하게 무릎관절 굽힘  $0^{\circ} \sim 90^{\circ}$  범위에서 중력에 대항한 동적인 벽 미끄러짐 쪼그려 앉기 운동을 사용했을 때 안쪽빗넓은근과 진폭과 안쪽빗넓은근 대 가쪽넓은근 비율의 변화는 증명하지 못했지만 전반적인 넙다리네갈래근 근활성도가 약  $20\%$  정도 증가한다고 하였다. Boling 등(2006)은 피트니스 공을 등 뒤에 유지하면서 쪼그려 앉기를 하게 되면 피트니스 공이 벽과 대상자 사이의 마찰을 감소시키도록 도와줄 수 있으므로 피트니스 공이 없이 벽 미끄러짐 쪼그려 앉기를 했을 때 운동 수행의 어려움으로 오히려 근활성도가 증가한다고 하였다(Cerny, 1995; Earl 등, 2001). 하지만 본 연구에서는 선행연구와 반대로 기본적인 벽 미끄러짐 쪼그려 앉기 보다는 등 뒤에 피트니스 공을 사용했을 때 안쪽빗넓은근과 넙다리네갈래근의 근활성도가 증가하였다. 이는 기본적인 벽 미끄러짐 쪼그려 앉기를 실시할 때 과도한 마찰이 발생하는 대상자의 경우에 등에 수건을 대고 수행하도록 하였으므로 등 뒤의 피트니스 공이 떨어지지 않도록 잡은 상태에서 벽 미끄러짐 쪼그려 앉기를 할 때가 훨씬 힘들기 때문에 근활성도가 증가할 수 있었던 것으로 생각된다. 피트니스

스 공의 사용은 또한 대상자가 몸통보다 엉덩관절이 상대적으로 뒤쪽으로 이동하는 능력과 마찬가지로 몸통의 굽힘에 의해 무릎 굽힘으로 움직일 때 대상자들이 더욱 중립적인 자세를 유지할 수 있도록 허락한다(Boling 등, 2006). 쪼그려 앉기 운동 시 더욱 중립적인 자세를 허용하는 이러한 자세의 변화는 무릎 관절의 가쪽 굽힘 모멘트를 감소시킬 수 있다(Blackburn, 2005). Cerny(1995)와 Earl 등(2001)은 벽 미끄러짐 쪼그려 앉기 운동은 엉덩관절을 넘어서 무게의 중심(center of gravity; COM)을 유지하도록 강요하므로 증가하는 넙다리네갈래근 활성화에 반작용이 균형을 이룰 수 있는 큰 가쪽 굽힘 모멘트를 생산할 수 있다고 하였다.

일반적으로 임상에서는 넙다리네갈래근 근력강화를 위한 설정으로 환자들에게 쪼그려 앉기 운동 동안에 공을 짊 잡기를 수행하도록 한다. 무릎 사이에 공을 짊 잡기 위한 엉덩관절 모음근의 등척성 수축 동안에 쪼그려 앉기는 긴 모음근과 큰 힘줄의 부차 때문에 안쪽 빗넓은근 활동을 촉진한다고 믿는다(Hanten와 Schulthies, 1990). 등척성 모음근의 수축은 쪼그려 앉는 동작 동안에 수축하는 안쪽빗넓은근의 더욱 안전한 기원을 제공할 수 있다(Hanten와 Schulthies, 1990). Monteiro-Pedro 등(1997)은 대상자가 열린사슬운동 넙다리네갈래근 운동 동안에 엉덩관절 모음근의 등척성 수축을 수행할 때 안쪽빗넓은근 활성화도가 유의하게 증가되는 것을 관찰하였고, Hodges와 Richardson(1993)은 정규화 되지 않은 근전도 자료를 통한 등척성 엉덩관절 모음근과 결합된 정적 벽 앉기를 할 때 증가된 안쪽빗넓은근 근활성을 증명하였으며 또한 엉덩관절 모음과 함께 벽 미끄러짐을 수행할 때 안쪽넓은근 근활성도가 증가 된다고 하였다(Cerny, 1995; Miller 등, 1997). 이와 같이 많은 선행연구들이 능동적 엉덩관절 모음이 없는 운동상태에 비해 동적인 엉덩관절 모음이 있는 정적 벽 미끄러짐 운동을 수행할 때 넙다리네갈래근 활성화도가 25~89%의 증가를 나타낸다고 하였다(Cerny, 1995; Coqueiro 등, 2005; Hodges와 Richardson, 1993). 하지만 본 연구에서는 무릎 사이에 공을 잡은 벽 미끄러짐 쪼그려 앉기에서 기본적인 벽 미끄러짐 쪼그려 앉기 보다는 넙다리네갈래근 근활성도가 전반적으로 증가하였지만 유의한 차이는

없었다. 마찬가지로 Laprade 등(1998)은 무릎 폼을 수행하는 동안 엉덩관절 모음근의 등척성 수축 증가로 안쪽 빗넓은근이 선택적으로 활성화하지 않음을 증명하였고, Zakaria 등(1997)은 엉덩관절 모음과 결합해서 넙다리네갈래근 설정을 수행할 때 안쪽빗넓은근 활성화는 엉덩관절 모음없는 넙다리네갈래근 설정과 능동적인 발등쪽 굽힘과 함께 넙다리네갈래근 설정을 비교했을 때 유의한 증가가 없다고 결론을 내렸다.

몇몇 연구들에서는 덧대기(pad), 받침대(bolster), 역량계(dynamometer) 등의 다양한 장치를 광범위하게 사용하여 넙다리네갈래근 운동 동안에 등척성 엉덩관절 모음을 수행하도록 배치할 수 있다고 하였다(Hanten과 Schulthies, 1990; Cerny, 1995; Coqueiro 등, 2005; Earl 등, 2001). 본 연구에서는 대상자가 쪼그려 앉는 동안에 무릎 사이에 고무공을 최대한 짊 잡도록 하였는데 이처럼 안쪽빗넓은근의 선택적인 동원의 차이가 발생하는 이유는 각각의 대상자가 짊 잡기를 시도하는 동안에 발생하는 노력의 양이 다르기 때문이므로 개별적인 엉덩관절 모음 힘의 정량화가 필요할 것으로 사료된다. 또한 장치의 견고함에 따라서 일부 대상자는 불편함이 있을 수 있고 이로 인해 최대한 짊 잡는 노력이 억제될 수도 있다. 두 번째 문제는 고정된 위치에 역량계를 유지해야 한다. 이것은 무릎이 퍼질 때는 넙다리 용기 사이에 위치하지만 짊 잡는 쪼그려 앉기를 수행할 때 뒤쪽으로 이동하는 경향이 있으므로 대상자들에게 필요에 따라서 위치의 재정립을 허용해야 할 것으로 생각된다.

본 연구는 넙다리 통증증후군 환자가 아닌 정상인을 대상으로 연구하였으므로 넙다리 통증증후군과 건강한 개인 사이에 정규화 된 근활성도 수치의 직접적인 비교는 조심해야 하고, 또한 환자와 정상인 사이의 동작 범위가 정확하지 않을 수도 있다. 그러므로 벽 미끄러짐 쪼그려 앉기 동안에 넙다리네갈래근 근활성도를 조사하기 위한 추후의 연구에는 직접적인 영향을 미칠 수 있는 다른 요인들을 규명하기 위해 시도되어야 할 것이다.

## V. 결론

본 연구는 20대 건강한 성인 남녀 40명을 대상으로 벽 미끄러짐 쪼그려 앉기 방법에 따른 넙다리네갈래근 근활성도 차이를 비교하고자 실시하였다. 연구 결과 가쪽넓은근 근활성도는 유의한 차이가 없었지만 안쪽 빗넓은근 근활성도는 등 뒤의 피트니스 공에 대한 한 벽 미끄러짐 쪼그려 앉기에서만 유의한 차이가 있었고 넙다리곧은근 근활성도는 등 뒤의 피트니스 공에 대한 한 벽 미끄러짐 쪼그려 앉기와 무릎사이에 공을 잡은 벽 미끄러짐 쪼그려 앉기에 유의한 차이가 있는 것으로 나타났다. 즉, 등 뒤의 피트니스 공에 대한 한 벽 미끄러짐 쪼그려 앉기는 안쪽빗넓은근을 선택적으로 활성화시킬 수 있고, 불안정한 지지면에 서서 벽 미끄러짐 쪼그려 앉기는 안쪽빗넓은근과 넙다리곧은근 두 가지 근육을 근력강화시킬 수 있다. 이러한 결과를 통해 넙다리네갈래근 근력강화를 위해서는 피트니스 공을 떨어뜨리지 않고 유지하는데 몸통의 조절능력이 요구되는 등 뒤의 피트니스 공에 대한 한 벽 미끄러짐 쪼그려 앉기를 수행하는 것이 가장 효과적이지만 환자의 개별적인 신체능력에 따라서 이 방법이 힘들 경우에는 불안정한 지지면에 서서 벽 미끄러짐 쪼그려 앉기를 적용해도 이와 유사한 긍정적인 효과를 얻을 수 있을 것으로 생각된다. 그러므로 벽 미끄러짐 쪼그려 앉기 방법에 따라서 넙다리네갈래근 근활성도가 차이가 나타나는 결과들을 통해서 운동 전문가들은 넙다리네갈래근 근력강화를 위해서 다양한 과제 변수를 변경시켜서 벽 미끄러짐 쪼그려 앉기를 수행할 것을 제안한다.

## 참고문헌

민기석. 전방십자인대 손상환자에 있어서 가정재활운동의 효과. 서울대학교 대학원 석사학위논문. 2004.  
우영근, 박지원, 최종덕 등. 정상성인에서 정적 균형 제어시 다양한 조건에 따른 하퇴 근육 활성도의 특성. 한국전문물리치료학회지. 2004;11(2):35-45.  
현광석. 재활운동프로그램이 전방십자인대 재건술 환자의

근 기능과 신체조성에 미치는 영향. 고려대학교 대학원 박사학위논문. 2000.

Amis AA, Senavongse W & Bull AM. Patellofemoral kinematics during knee flexion-extension: an on vitro study. J Orthop Res. 2006;24(12):2201-11.  
Arms SW, Pope MH & Johnson RJ. The biomechanics of anterior cruciate ligament rehabilitation and reconstruction. Am J Sports Med. 1984;12(1):8-18.  
Beynonn BD & Fleming BC. Anterior cruciate ligament strain in-vivo : a review of previous work. J Biomech. 1998;31(6):519-25.  
Beynonn BD, Uh BS, Johnson RJ et al. Rehabilitation after anterior cruciate ligament reconstruction: a prospective, randomized, double-blind comparison of programs administered over 2 different time intervals. Am J Sports Med. 2005;33(3):347-59.  
Blackburn JT. Effects of trunk kinematics on knee joint kinetics, kinematics, and extensor EMG. J Athl Train. 2005;40(1):S33.  
Boling MC, Bolgla LA, Mattacola CG et al. Outcomes of a weight-bearing rehabilitation program for patients diagnosed with patellofemoral pain syndrome. Arch Phys Med Rehabil. 2006;87(11):1428-35.  
Bynum EB, Barrack RL & Alexander AH. Open versus closed chain kinetic exercises after anterior cruciate ligament reconstruction. Am J Sports Med. 1995;23(4):401-6.  
Cerny K. Vastus medialis oblique/vastus lateralis muscle activity ratios for selected exercises in persons with and without patellofemoral pain syndrome. Phys Ther. 1995; 75(8):672-83.  
Channell BT & Barfield JP. Effect of olympic and traditional resistance training on vertical jump improvement in high school boys. J Strength Cond Res. 2008;22(5): 1522-7.  
Coqueiro KR, Bevilaqua-Grossi D, Berzin F et al. Analysis on the activation of the VMO and VLL muscles during semisquat exercises with and without hip adduction in individuals with patellofemoral pain



- syndrome. *J Electromyogr Kinesiol.* 2005;15(6):596-603.
- Cowan SM, Bennell KL, Hodges PW et al. Delayed onset of electromyographic activity of the vastus medialis obliquus relative to vastus lateralis in subjects with patellofemoral pain syndrome. *Arch Phys Med Rehabil.* 2001;82(2):183-9.
- Doucette SA & Goble EM. The effect of exercise on patellar tracking in lateral patellar compression syndrome. *Am J Sports Med.* 1992;20(4):434-40.
- Earl JE, Schmitz RJ & Arnold BL. Activation of the VMO and VL during dynamic mini-squat exercises with and without isometric hip adduction. *J Electromyogr Kinesiol.* 2001;11(6):381-6.
- Enoka RM. Muscle strength and its development. New perspectives. *Sports Med.* 1988;6(3):146-68.
- Escamilla RF, Fleisig GS, Lowry TM et al. A three-dimensional analysis of the squat during varying stance widths. *Med Sci Sports Exerc.* 2001a;33(6):984-98.
- Escamilla RF, Fleisig GS, Zheng N et al. Effects of technique variations on knee biomechanics during the squat and leg press. *Med Sci Sports Exerc.* 2001b;33(9):1552-66.
- Escamilla RF, Zheng N, Imamura R et al. Cruciate ligament force during the wall squat and the one-leg squat. *Med Sci Sports Exerc.* 2009;41(2):408-17.
- Fry AC, Smith JC & Schilling BK. Effect of knee position on hip and knee torques during the barbell squat. *J Strength Cond Res.* 2003;17(4):629-33.
- Fulkerson JP. Disorders of the Patellofemoral Joint. 4th ed. Baltimore. Lippincott William & Wilkins. 2004.
- Gómez-Barrena E, Martínez-Moreno E & Munuera L. Segmental sensory innervation of the anterior cruciate ligament and the patellar tendon of the cat's knee. *Acta orthop Scand.* 1996;67(6):545-52.
- Hakkinen K, Pakarinen A & Kraemer WJ. Selective muscle hypertrophy, change in EMG and force, and serum hormones during strength training in old women. *J Appl Physiol.* 2001;91(2):569-80.
- Hanten WP & Schulthies SS. Exercise effect on electromyographic activity of the vastus medialis oblique and vastus lateralis muscles. *Phys Ther.* 1990;70(9):561-5.
- Heintjes E, Berger MY, Bierma-Zeinstra SM et al. Exercise therapy for patellofemoral pain syndrome. *Cochrane Database Syst Rev.* 2003;(4):CD003472.
- Hodges PW & Richardson CA. The influence of isometric hip adduction on quadriceps femoris activity. *Scand J Rehabil Med.* 1993;25(2):57-62.
- Hyun KS. Effect of rehabilitation exercise program on muscle function and body composition. Korea University Graduate School. Doctor's thesis. 2000.
- Iwasaki T, Shiba N, Matsuse H et al. Improvement in knee extension strength through training by means of combined electrical stimulation and voluntary muscle contraction. *Tohoku J Exp Med.* 2006;209(1):33-40.
- Laprade J, Culham E & Brouwer B. Comparison of five isometric exercises in the recruitment of the vastus medialis oblique in persons with and without patellofemoral pain syndrome. *J Orthop Sports Phys Ther.* 1998;27(3):197-204.
- Livingston LA & Mandigo JL. Bilateral Q angle asymmetry and anterior knee pain syndrome. *Clin Biomech.* 1999;14(1):7-13.
- Mellor R & Hodges PW. Motor unit synchronization of the vasti muscles in closed and open chain tasks. *Arch Phys Med Rehabil.* 2005;86(4):716-21.
- Michelle B, Darin PJ, Tro B et al. Hip adduction does not affect VMO EMG amplitude or VMO: VL ratios during a dynamic squat exercise. *J Sport Rehabil.* 2006;15(1):195-205.
- Mikkelsen C, Werner S & Eriksson E. Closed kinetic chain alone compared to open and closed kinetic chain exercises for quadriceps strengthening after anterior cruciate ligament reconstruction with respect to return to sports: a prospective matched follow-up study. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc.* 2000;8(6):

- 337-42.
- Miller JP, Sedory D & Croce RV. Vastus medialis obliquus and vastus lateralis activity in patients with and without patellofemoral pain syndrome. *J Sport Rehabil.* 1997; 6(1):1-10.
- Min KS. The effects of home-based exercise rehabilitation in patients with partial anterior cruciate ligament injury. Seoul National University Dept. of Physical Education Graduate School. Master's thesis. 2004.
- Monteiro-Pedro V, Vitti M, Berzin F et al. Electromyographic activity of vastus medialis oblique muscle in step-up and step-down exercises. *Brazilian J Morphological Sci.* 1997;14(1):19-23.
- Myer GD, Ford KR, Palumbo JP et al. Neuromuscular training improves performance and lower-extremity biomechanics in female athletes. *J Strength Cond Res.* 2005;19(1): 51-60.
- Natri A, Kannus P & Jarvinen M. Which factors predict the long-term outcome in chronic patellofemoral pain syndrome? A 7-yr prospective follow-up study. *Med Sci Sports Exerc.* 1998;30(11):1572-7.
- Neumann DA. *Kinesiology of the Musculoskeletal System.* 2nd ed. New York. Mosby. 2009.
- Palmitier RA, An KN, Scott SG et al. Kinetic chain exercise in knee rehabilitation. *Sports Med.* 1991;11(6): 402-13.
- Peterson MD, Rhea MR, Sen A et al. Resistance exercise for muscular strength in older adults: a meta-analysis. *Ageing Res Rev.* 2010;9(3):226-37.
- Prince WE. *Rehabilitation technique in sports medicine.* 4rd ed. USA. McGraw-Hill Humanities. 2003.
- Souza DR & Gross MT. Comparison of vastus medialis obliquus: vastus lateralis muscle integrated electromyographic ratios between healthy subjects and patients with patellofemoral pain. *Phys Ther.* 1991;71(4):310-20.
- Steinkamp LA, Dillingham MF, Markel MD et al. Biomechanical considerations in patellofemoral joint rehabilitation. *Am J Sports Med.* 1993;21(3):438-44.
- Tang SF, Chenm 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. *Arch Phys Med Rehabil.* 2001;82(10):1441-5.
- Witvrouw E, Danneels L, Van Tiggelen D et al. Open versus closed kinetic chain exercises in patellofemoral pain: a 5-year prospective randomized study. *Am J Sports Med.* 2004;32(5):1122-30.
- Witvrouw E, Lysens R, Bellemans J et al. Open versus closed kinetic chain exercises for patellofemoral pain. a prospective, randomized study. *Am J Sports Med.* 2000;28(5): 687-94.
- Woo YK, Park JW, Choi JD et al. Electromyographic activities of lower leg muscles during static balance control in normal adults. *The Korean Academy of University Trained Physical Therapists.* 2004;11(2):35-45.
- Yuan G, Xushu Z, Meiwen A et al. Determination of quadriceps forces in squat and its application in contact pressure analysis of knee joint. *Acta mechanica Solida Sinica.* 2012;25(1):53-60.
- Zakaria D, Harburn KL & Kramer JF. Preferential activation of the vastus medialis oblique, vastus lateralis, and hip adductor muscles during isometric exercises in females. *J Orthpo Sports Phys Ther.* 1997;26(1):23-8.