

Interesting Articles for KEMA Members

Journal of Sport Rehabilitation, 2012, 21, 144-150
© 2012 Human Kinetics, Inc.

Effect of Limiting Ankle-Dorsiflexion Range of Motion on Lower Extremity Kinematics and Muscle-Activation Patterns During a Squat

Elisabeth Macrum, David Robert Bell,
Michelle Boling, Michael Lewek, and Darin Padua

Context: Limitations in gastrocnemius/soleus flexibility that restrict ankle dorsiflexion during dynamic tasks have been reported in individuals with patellofemoral pain (PFP) and are theorized to play a role in its development. **Objective:** To determine the effect of restricted ankle-dorsiflexion range of motion (ROM) on lower extremity kinematics and muscle activity (EMG) during a squat. The authors hypothesized that restricted ankle-dorsiflexion ROM would alter knee kinematics and lower extremity EMG during a squat. **Design:** Cross-sectional. **Participants:** 30 healthy, recreationally active individuals without a history of lower extremity injury. **Intervention:** Each participant performed 7 trials of a double-leg squat under 2 conditions: a no-wedge condition (NW) with the feet flat on the floor and a wedge condition (W) with a 12° forefoot angle to simulate reduced plantar-flexor flexibility. **Main Outcome Measures:** 3-dimensional hip and knee kinematics, medial knee displacement (MKD), and ankle-dorsiflexion angle (EMG) of vastus medialis oblique (VMO), vastus lateralis (VL), lateral gastrocnemius (LG), and soleus (SOL). One-way repeated-measures ANOVAs were performed to determine differences between the W and NW conditions. **Results:** Compared with the NW condition, the wedge produced decreased peak knee flexion ($P < .001$, effect size [ES] = 0.81) and knee flexion excursion ($P < .001$, ES = 0.82) while producing increased peak ankle dorsiflexion ($P = .006$, ES = 0.31), ankle-dorsiflexion excursion ($P < .001$, ES = 0.31), peak knee-valgus angle ($P = .049$, ES = 0.33), and VMO ($P = .049$, ES = 0.31), VL ($P = .006$, ES = 0.33), and LG ($P = .006$, ES = 0.33) muscle activity. **Conclusions:** Altering ankle-dorsiflexion starting position during a double-leg squat resulted in increased knee valgus and MKD, as well as decreased quadriceps activation and increased soleus activation. These changes are similar to those seen in people with PFP.

Keywords: knee, patellofemoral pain, medial knee displacement, dynamic knee valgus

Injuries in physically active populations most often occur in the lower extremity, with up to 42% of these injuries occurring at the knee.¹ Chronic knee pain such as patellofemoral pain syndrome (PFP) is one of the most common forms of knee overuse injury.²⁻⁴ Due to the high prevalence of this condition among physically active individuals, it is important to understand factors that may predispose an individual to the development of PFP. Frontal-plane knee malalignment during dynamic activities is theorized to be a risk factor for PFP.⁵⁻⁸

Macrum is with the Dept of Athletics, University of Richmond, Richmond, VA. Bell is with the Dept of Kinesiology, University of Wisconsin-Madison, Madison, WI. Boling is with the Dept of Athletic Training and Physical Therapy, University of North Florida, Jacksonville, FL. Lewek is with the Dept of Allied Health Sciences, and Padua is with the Dept of Sport Science, University of North Carolina at Chapel Hill, Chapel Hill, NC.

144

Specifically, increased frontal-plane knee motion during dynamic activities may play a role in the development of PFP due to alterations in joint loading at the patellofemoral joint and increased stress on the posterior-lateral portion of the patella.⁹ Excessive frontal-plane knee motion has been theorized to be caused by a variety of factors during functional tasks, including hip-muscle weakness.¹⁰ However, the relationship between hip-muscle strength, activation level, and frontal-plane knee motion has been equivocal.¹¹⁻¹³ Another factor that may influence frontal-plane alignment is the foot and ankle complex.¹⁴ Dynamic frontal-plane motion has been described as a combination of joint motion including the ankle, hip, and knee.¹⁵ However, little evidence exists that links sagittal-plane ankle motion and frontal-plane knee motion.¹⁶ Limited ankle-dorsiflexion range of motion (ROM) due to gastrocnemius¹⁷ and soleus¹⁸ tightness is known to exist in individuals with PFP. The risk of developing PFP as a result of limited ankle dorsiflexion has been attributed to a series of biomechanical compensations in response

발목의 발등굽힘 제한이
무릎의 손상을 초래한다.

Effect of Limiting Ankle-Dorsiflexion Range of Motion on Lower Extremity Kinematics and Muscle-Activation Patterns During a Squat

J Sport Rehabil. 2012;21(2):144-50

슬개대퇴통증 증후군 (patellofemoral pain syndrome)



하지의 손상은 흔히 발생하며

그 중 무릎의 손상은 42%를 차지한다.

슬개대퇴통증 증후군은 무릎의 과사용에 의한 손상의 가장 일반적인 질병이다.

슬개대퇴통증 증후군은 왜 발생하는 것일까?

활동을 하는 동안 **관상면(frontal plane)**에서의 무릎의 이동 증가는

슬개대퇴관절에 작용하는 부하를 변경시키고,

무릎뼈 주변조직에 긴장을 증가시켜 통증을 야기한다.

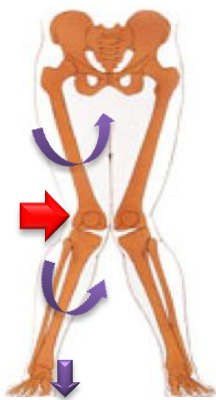


발목의 발등굽힘(dorsiflexion) 제한은 관상면에서의 무릎의 이동을 증가시킨다!!



장딴지근(gastrocnemius)과
가자미근(soleus)의 단축으로
발목의 발등굽힘이 제한

체중지지시 발등굽힘의 제한을 보상하기 위해
목말미(subtalar) 관절의 **엮침(pronation)**과
정강뼈 안쪽돌림(tibial internal rotation) 증가



정강뼈 안쪽돌림 증가로 인해
넙다리뼈(femur) 안쪽돌림 증가

결과적으로 무릎의 외반(valgus)이 증가되고,
관상면에서의 무릎뼈 이동이 증가되어
슬개대퇴통증증후군의 발생 원인이 된다!!

그렇다면 스쿼트(squat) 동작을 할 때,

발목관절의 발등굽힘 제한은 하지에 어떤 영향을 미칠까?



그림과 같이 일반적인 스쿼트 동작에서 **쐐기(wedge)**를 발 앞쪽에 적용하여서
과도한 발등굽힘을 만들어 스쿼트를 하는 동안 추가적인 발등굽힘을 제한하였다.

결과

- 무릎의 굽힘 각도 감소
- 무릎의 외반 증가, 무릎의 안쪽 전위(translation) 증가
- 가자미근의 활성화(activation) 증가
- 넙다리네갈래근(quadriceps)의 활성화 감소

무릎의 굽힘 각도 감소

쑈기를 적용하였을 때, **무릎의 굽힘 각도는 18° 감소**되었다.

점프 후 착지 자세에서 무릎의 굽힘 감소는
무릎의 외반과 모음(adduction)을 증가시켜
슬개대퇴통증증후군의 원인이 될 수 있다.



무릎의 외반 증가

쑈기를 적용하였을 때, **최고 외반 각도는 1° 증가**되었다.

일상 생활에서 스쿼트와 비슷한 동작은 무수히 반복되게 된다. 따라서 1°라는 작은 변화도 **무릎의 손상**을 초래할 수 있고, 실제로 무릎에 통증을 가진 사람들은 통증이 없는 사람들에 비해 외반 각도가 2° 증가되었다는 연구가 있다.

넙다리네갈래근, 가자미근의 활성 변화

쑈기를 적용하였을 때, **넙다리네갈래근의 활성은 감소**되었고, **가자미근의 활성은 증가**되었다.

이러한 변화를 무릎의 굽힘 각도 감소와 발목의 발등굽힘 감소에 의한 결과로 볼 수 있다.

장딴지근과 가자미근의 단축에 의한 보상작용으로

시상면에서의 움직임은 감소되고

관상면에서의 무릎의 움직임이 증가된다는 것을 알 수 있다.

이러한 변화는 시간이 지남에 따라 다른 불균형을 초래할 수 있고,

무릎의 손상을 발생시킬 수 있다.

발목의 발등굽힘이 감소되면

스쿼트 동작을 할 때, **무릎의 굽힘 감소, 외반 증가, 안쪽 전위 증가**가

발생하게 되고 이는 관상면에서의

무릎뼈의 이동을 증가시키게 되어서

슬개대퇴통증 증후군과 같은 무릎의 손상을 초래할 수 있다.

라고 이 논문을 근거로 이야기 할 수 있을 것이다.

-KEMA 책임 연구원 안선희-

-문의사항은 KEMA 홈페이지 기사에 댓글로 남겨주세요-