

Interesting Articles for KEMA Members

Voluntary Enhanced Cocontraction of Hamstring Muscles During Open Kinetic Chain Leg Extension Exercise

Its Potential Unloading Effect on the Anterior Cruciate Ligament

Andrea Biscarini,*¹ PhD, Paolo Benvenuti,² PhD, Fabio M. Botti,¹ MD, Antonella Brunetti,³ MD, Orazio Brunetti,¹ MSc, and Vito E. Pettorossi,¹ MD
Investigation performed at the University of Perugia, Perugia, Italy

Background: A number of research studies provide evidence that hamstring cocontraction during open kinetic chain knee extension exercises enhances tibiofemoral (TF) stability and reduces the strain on the anterior cruciate ligament.

Purpose: To determine the possible increase in hamstring muscle coactivation caused by a voluntary cocontraction effort during open kinetic chain leg-extension exercises, and to assess whether an intentional hamstring cocontraction can completely suppress the anterior TF shear force during these exercises.

Study Design: Descriptive laboratory study.

Methods: Knee kinematics as well as electromyographic activity in the semitendinosus (ST), semimembranosus (SM), biceps femoris (BF), and quadriceps femoris muscles were measured in 20 healthy men during isometric leg extension exercises with open kinetic chain leg-extension exercises, and to assess whether an intentional hamstring cocontraction can completely suppress the anterior TF shear force during these exercises.

Results: For $R \leq 40\%$ 1RM, the peak coactivation levels obtained with intentional cocontraction (I) were significantly higher ($P < 10^{-3}$) than those obtained without intentional cocontraction (I_0). For each hamstring muscle, maximum level I was reached at $R = 30\%$ 1RM, corresponding to 9.2%, 10.5%, and 24.3% maximum voluntary isometric contraction (MVIC) for the BF, ST, and SM, respectively, whereas the ratio I/I_0 reached its maximum at $R = 20\%$ 1RM and was approximately 2, 3, and 4 for the BF, SM, and ST, respectively. The voluntary enhanced coactivation level I obtained for $R \leq 30\%$ 1RM completely suppressed the anterior TF shear force developed by the quadriceps during the exercise.

Conclusion: In leg extension exercises with resistance $R \leq 40\%$ 1RM, coactivation of the BF, SM, and ST can be significantly enhanced (up to 2, 3, and 4 times, respectively) by a voluntary hamstring cocontraction effort. The enhanced coactivation levels obtained for $R \leq 30\%$ 1RM can completely suppress the anterior TF shear force developed by the quadriceps during the exercise.

Clinical Relevance: This laboratory study suggests that leg extension exercise with intentional hamstring cocontraction may have the potential to be a safe and effective quadriceps-strengthening intervention in the early stages of rehabilitation programs for anterior cruciate ligament injury or reconstruction recovery. Further studies, including clinical trials, are needed to investigate the relevance of this therapeutic exercise in clinical practice.

Keywords: hamstring coactivation; knee extension; tibiofemoral shear force; electromyography; therapeutic exercise

The quadriceps femoris develops an anterior pull on the lower leg when the knee is in a range of extended position.^{2,3,7,10} and this force is resisted in part by the

anterior cruciate ligament (ACL).¹⁸ For this reason, in open kinetic chain (OKC) knee extension exercises, the ACL generally experiences a strain condition at knee flexion angles (θ_{knee}) smaller than a critical angle, whose value depends on the specific resistance demands of the selected exercise. For example, in leg extension exercises with resistance applied distally on the lower leg, the critical angle is close to 40° , and the peak ACL tensile force is estimated to

The American Journal of Sports Medicine, Vol. XX, No. X
DOI: 10.1177/0363546514536137
© 2014 The Author(s)

Downloaded from <http://ajsm.sagepub.com> at YONSEIUNIVERSITY LIBRARY on July 15, 2014

앞십자인대 손상의 재활운동,

안전하고 효과적으로 적용하자!

Voluntary Enhanced Cocontraction of Hamstring Muscles During Open Kinetic Chain Leg Extension Exercise: Its Potential Unloading Effect on the Anterior Cruciate Ligament.

Am J Sports Med. 2014. Epub ahead of print.

다양한 스포츠 활동을 하는 중

앞십자인대 손상은 흔히 발생하게 된다.



앞십자인대 손상 환자의 재활 운동 프로그램에는 **넙다리네갈래근(quadriceps femoris muscle)**을 강화하기 위한 **무릎 펴는 운동(knee extension exercise)**이 흔히 포함된다. 그러나 넙다리네갈래근의 강한 수축은 무릎을 완전히 편 상태에서 종아리가 무릎의 앞쪽으로 당겨지도록 하는 작용을 한다. 따라서 이러한 적용이 앞십자인대 손상의 재활에 제한점이 될 수 있다.

이전의 연구들에서는 **뒤넙다리근(hamstring)의 동시수축(cocontraction)**이 정강이뼈가 앞으로 병진되는 것을 막아준다고 밝혔다. 뒤넙다리근의 동시수축은 열린 사슬운동(open kinetic chain)에서 무릎을 펼 때 자연스럽게 나타난다.

뒤넙다리근은 **정강종아리관절(tibiofibular joint)**을 안정화 하고 정강뼈가 앞뒤로 병진되는 것을 막아줌과 동시에 **정강뼈를 뒤로 당겨 주어서** 앞십자인대를 보호해준다.

그렇다면 무릎 펴는 운동을 하는 동안 뒤넙다리근을 **스스로 수축하려 노력하는 것**이 무릎 펴는 운동을 할 때 발생하는 뒤넙다리근의 동시수축력을 증가시켜 정강뼈가 앞으로 병진되는 것을 막아줄 수 있을까?

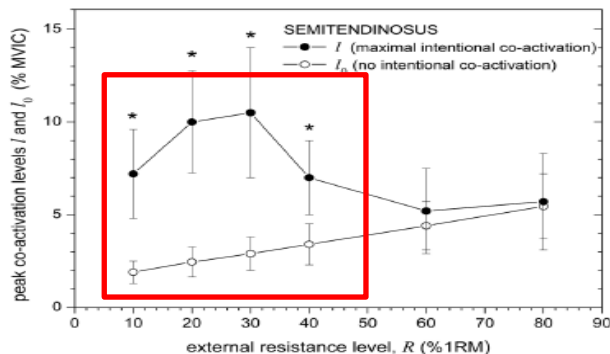
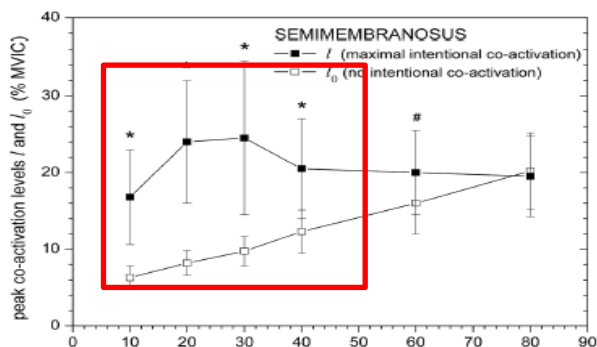
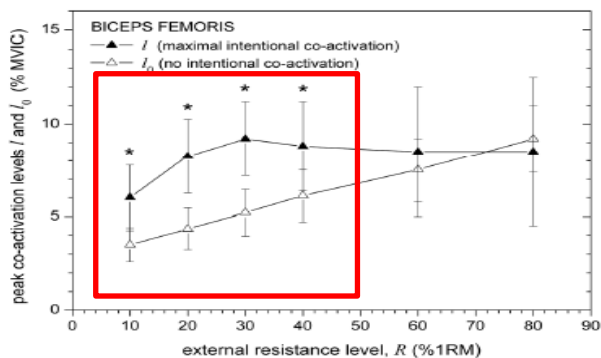


대상자들은 IRM(Irepetition maximum)의 10%, 20%, 30%, 40%, 60%, 80%의 저항을 주며 무릎 펴는 운동을 실시하였다. 각 저항마다 한번은 자연스럽게 실시하고, 다른 한번은 의도적으로 뒤넙다리근을 수축하였다.

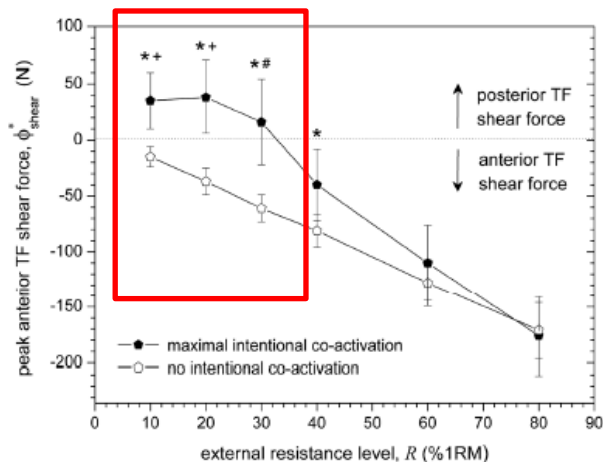
*IRM: 1회 반복할 수 있는 최대 중량



무릎 펴는 운동을 하는 동안 **적은 강도의 저항($\leq 40\%$)**이 적용되었을 때, 뒤넙다리근을 스스로 수축하려고 노력하는 것은 넙다리두갈래근(biceps femoris), 반막모양근(semimembranosus), 그리고 반힘줄모양근(semitendinosus)의 동시수축을 각각 **2배, 3배 그리고 4배 증가시켜 주었다.**



정강뼈의 앞쪽 병진은 **1RM의 30% 이하의 저항**에서 완전히 제한되었다.



무릎 펴는 운동에서의 뒤넙다리근 동시수축은 정강종아리 관절의 안정성과 앞십자인대의 보호를 위해 아주 중요한 요소이다. 연구결과에서 나타나는 바와 같이 적은 저항을 적용하여 **뒤넙다리근을 의도적으로 수축하며 운동**을 하는 것은 무릎 펴는 운동에서 나타날 수 있는 문제점들을 해결하는 데 도움이 될 것이다.

그렇게 하기 위해서 무릎 펴는 운동을 할 때, 엉덩관절을 펴는 동시에 적용하여 좌석의 패드를 누르면서 운동을 하는 방법이 추천된다.

이러한 방법은 앞십자인대 손상 또는 재건술을 한 후의 재활에서 초기 단계의 운동 치료에서 적용된다면 도움이 될 것이다.

**앞십자인대의 손상 또는 재건술 후 회복을 위한 재활 프로그램에서
안전하고 효과적으로 넙다리네갈래근을 강화하려면 의도적으로
뒤넙다리근을 수축해주는 것이 도움이 된다.**

라고 이 논문을 근거로 이야기할 수 있을 것이다.

-KEMA 책임 연구원 안선희-

-문의사항은 KEMA 홈페이지 기사에 댓글로 남겨주세요-