



## 무릎관절 정적 스트레칭 빈도에 따른 등속성 근력의 급성 효과

### Acute Effect of Isokinetic Muscle Strength Related to the Static Stretching of Knee Joint

임승건(우송대학교) · 김창국(고려대학교) · 이윤섭\*(경운대학교) · 한진태(선린대학)

Lim, Seung-Geon(Woosong University) · Kim, chang-guk(Korea University)

· Lee, Yun-Seob (Kungwoon University) · Han, Jin-Tae(sunlin college)

#### 국문요약

본 연구는 정상 성인들을 대상으로 등속성 기구를 이용하여 무릎관절 신근 정적 스트레칭 빈도에 따른 등속성 변인들을 비교·분석함으로써 적절한 스트레칭에 대한 기초 자료를 제공하는데 목적이 있다. 45명의 대상자를 무작위 추출하여 3 Group 으로 각각 15명씩 나뉘었고, 우세측 다리의 무릎관절 신근 스트레칭으로 이루어진 4가지 정적 스트레칭 운동을 순서대로 각각 2회, 4회, 6회 실시하였다. 스트레칭이 끝나면 등속성 근력 검사를 실시하였다. 통계학적 처리는 paired t-test, 일원변량분석(one-way ANOVA)과 사후검정(Duncan)을 실시하였다. 결과는 스트레칭이 급성 등속성 근력의 저하를 가져오는 것을 알 수 있다. 또한 스트레칭 빈도에 따른 근력 변화에 있어서 4회 스트레칭 집단에서 보다 효과적인 근력의 감소를 나타내었다. 따라서 강한 근력을 필요로 하는 경기에 있어서 근육의 능력을 상실하지 않는 적절한 스트레칭 방법에 대한 고려가 필요할 것으로 생각된다.

#### ABSTRACT

S. G. LIM, C. G. KIM, Y. S. LEE, and J. T. HAN, Acute Effect of Isokinetic Muscle Strength Related to the Static Stretching Frequency of Knee Joint. Korean Journal of Sport Biomechanics, Vol. 18, No. 4, pp. 41-47, 2008. The purpose of this study was to provide foundations for proper stretching method not to lose muscle strength caused by shrink of muscle for preventing injury and improving performance when we make training programs. This study compared and analyzed isokinetic variables related to the static stretching frequency of knee joint extensor by isokinetic instruments applied to normal adults. 45 normal adults are randomly sampled into 3 different groups. All the measured variables were processed with SPSS and, means and standard deviations at each angle speed were calculated. The difference of means between before and after stretching of each groups were processed by paired t-test. One-way ANOVA and after test(Duncan) This study was able to see that stretching decrease acute isokinetic muscle strength. High frequency stretching group showed more efficient decrease of muscle strength than low frequency stretching group. As a result, making training program for a game requiring strong muscle strength should consider proper stretching method not to lose muscle strength.

KEYWORDS : STRETCHING, MUSCLE STRENGTH

## I. 서론

스트레칭은 병리적으로 단축된 연부조직의 구조물을 늘리고, 이것으로 관절 가동범위의 증가를 이룰 수 있도록 고안한 치료적 기법을 모사하기 위해 이용되는 일반적인 용어이다(kisner와 colby, 1992).

최근 근육 스트레칭 운동은 재활이나 일반적인 스포츠 그리고 특별한 고위 기능이 요구되는 스포츠에서 중요한 역할을 하고 있다. 스트레칭 운동은 재활훈련에서 만성 근 단축을 완화하는데 빈번히 적용 되고 있으며 스포츠에서는 준비운동기간 동안 많이 이루어지고 있다. 이러한 스트레칭은 관절 운동 범위를 증진시켜 보다 나은 기능적 향상을 가져오고 격렬한 운동 시 외상의 위험을 줄일 것으로 기대 된다(Anderson & Burke, 1991; Lucas & Koslow, 1984; Sady, Wortman & Blanke, 1982; Shellock & Prentice, 1985; Smith, 1994).

여러 연구에서 스트레칭은 손상 예방(Shellock & Prentice, 1985; Smith, 1994), 관절주위의 결합조직 신장, 운동 수행 능력의 강화와 근 골격계의 재활에 도움을 준다고 보고되고 있고(Anderson & Burke, 1991), 스트레칭 운동이 유산소 운동 전 후 준비운동이나 정리운동에 효율적이며, 근 골격계의 손상예방 차원에서 재활운동 프로그램에 포함시켜야 한다고 권장하고 있다(MEDICINE, 1995).

스트레칭에 의해 관절가동범위가 넓어지고 움직임이 원활해지면 근육이나 신체에 무리한 부담이 가지 않게 되고 각각의 근육에 가는 부담이 줄어들어 부상의 위험도도 줄어들게 된다. 그러므로 스트레칭은 상해 예방에도 큰 효과가 있다. 또한 운동 전, 후의 정리운동으로써 스트레칭을 실시하는 것은 근육통의 방지, 지나친 사용으로 나타나는 과사용 증후군의 방지에도 효과가 있다(신우섭, 1997).

그러나 스트레칭이 이렇게 널리 활용되고 있음에도 불구하고 최근까지 근력과 관련된 스트레칭의 효과에 관한 연구는 미비한 실정이며, 또한 최근의 근거는 운동 전 스트레칭이 최대 근 수축에 의한 근육의 능력을 잃게 하는 것으로 제시되고 있다(Avela, Kyrolainen & Komi, 1999; Behm, Button & Butt, 2001; Cramer et al., 2004; Cramer et al., 2005; Evetovich, Nauman, Conley & Todd, 2003; Fowles, Sale & MacDougall,

2000; Kokkonen, Nelson & Cornwell, 1998; Nelson, Guillory, Cornwell & Kokkonen, 2001; Young & Elliott, 2001). 따라서 상해예방과 같은 스트레칭의 긍정적인 효과를 유지하면서 최대 근 수축에 의한 근육의 능력을 상실하지 않는 적절한 스트레칭에 대한 연구는 더욱 필요하다 하겠다.

본 연구는 정상 성인들을 대상으로 등속성 기구를 이용하여 무릎관절 신근 정적 스트레칭 빈도에 따른 등속성 변인들을 비교·분석함으로써 상해 예방과 경기력 향상을 위한 트레이닝 프로그램 구성 시 근 수축에 의한 근육의 능력을 상실하지 않는 적절한 스트레칭에 대한 기초 자료를 제공하는데 그 목적이 있다.

## II. 연구방법

### 1. 연구대상

본 연구는 무릎관절 부위의 외상이 없고, 고관절 및 무릎관절의 가동범위가 정상범위에 속하고, 현재 허리와 다리에 통증이 없으며 최근 6개월 이내 하지 근력 강화 운동을 하지 않은 45명을 대상으로 선정하였다. 본 연구의 목적과 방법에 대하여 대상자들에게 충분히 설명을 한 후 동의한 경우에만 연구에 참여하게 하였다.

### 2. 실험설계

45명의 대상자를 무작위 추출하여 Group 1, Group 2, Group 3으로 각각 15명씩 나뉘었다. 본 실험에 앞서 피험자들은 50 watts, 60 RPM으로 5분간 자전거를 이용한 준비운동을 실시하였으며, 사이벡스(Cyberx 6000)를 이용하여 60°/sec, 180°/sec, 240°/sec 부하속도에서 무릎관절 등속성 근력을 3회 반복 측정하였다.

사전 근력측정 후 피험자들은 우세측 다리의 무릎관절 신근 스트레칭으로 이루어진 4가지 정적 스트레칭 운동을 각각 2회(Group 1), 4회(Group 2), 6회(Group 3) 실시하였다. 스트레칭은 Nelson et al.(2001b)에 의한 방법에 따라 우세측 다리의 무릎관절 신근 스트레칭으로



그림 1. 스트레칭 방법

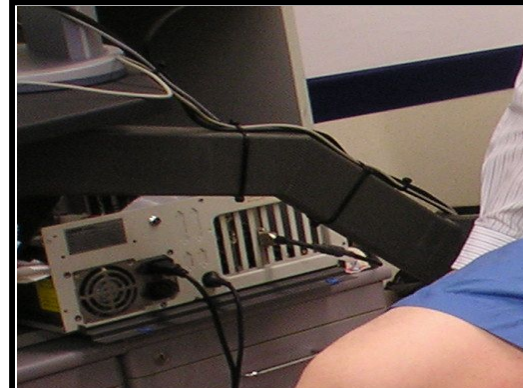


그림 2. 근력측정자세

이루어진 4가지 정적 스트레칭 운동을 순서대로 시행하였다(그림 1). 스트레칭은 통증이 없고 중증도의 불편함이 있는 범위에서 30초 유지하였으며 각각의 스트레칭 방법 사이엔 중립자세로 돌아와 20초간 휴식을 하였다.

스트레칭이 끝나면 피험자는 즉시 사이백스(Cybex)를 이용하여 스트레칭 된 무릎관절의 사후 등속성 근력 검사를 재 실시하였다(그림 2). 스트레칭 이후 사후 검사까지의 시간은 4.8(2.7)분[mean(SD)] 이었다.

### 3. 자료수집

#### 1) 무릎관절의 최대 회전력 측정

무릎관절 신근의 등속성 근력 변화량은 60 °/sec, 180 °/sec, 240°/sec 부하속도에서 스트레칭 전, 후 측정되었다. 피험자는 무릎관절의 신진 근력을 측정할 수 있도록 설정된 사이백스(Cybex 6000)의 의자에 상체를 고정시키는 안전벨트를 착용하고 앉았다. 대퇴 또한 의자에 부착된 벨트에 의해 고정시켰고 기계의 운동축과 무릎관절의 운동축이 일치하도록 하였으며 중력의 영향을 보정하기 위해서 중력보정을 실시하였다(그림 2).

피험자가 최대의 운동능력이 나타날 수 있도록 무릎관절을 중심으로 이루어지는 굴곡 신진 운동을 검사 운동속도에서 최대화 능력으로 3회 연습시킨 뒤 본 측정을 실시하였다. 평가자는 측정 시 피험자의 최대 의지력으로 운동이 이루어지도록 옆에서 독려하였다.

### 4. 자료처리

본 연구에서 측정된 모든 변인들은 통계 패키지 (SPSS version 10.0) 프로그램을 이용하여 각 각속도별로 평균값과 표준편차를 산출하였으며 세 집단의 스트레칭 전, 후 평균값의 차이는 paired t-test에 의하여 처리하였다. 그리고 최대 회전력 변화량에서 각 집단 간에 차이를 보이는지 알아보기 위해 일원변량분석(one-way ANOVA)과 사후검정(Duncan)을 실시하였다. 이때 모든 통계처리에 대한 유의수준은  $p < .05$  수준으로 하였다.

## III. 연구결과

### 1. 60°/sec에서 무릎관절 신근의 최대 회전력 변화

60°/sec에서 스트레칭 전과 후의 최대 회전력의 변화 정도를 분석한 결과 모든 집단에서 유의한 차이가 있었으며(표 1), 그룹간의 비교에선 Group 1과 Group 2에서 최대 회전력 감소량의 유의한 차이를 보였다(그림 3).

표 1. 60°/sec에서 최대 회전력 변화 (Nm)

	pre	post	p	t	F
Group1	114.33 ±34.74	108.33 ±35.08	.008**	3.078**	
Group2	117.06 ±36.68	102.60 ±35.24	.000***	5.268***	3.976*
Group3	107.80 ±39.46	97.40 ±36.73	.000***	7.030***	

\* $p < .1$  \*\* $p < .05$  \*\*\* $p < .001$



그림 3. 60°/sec에서 최대 회전력 변화

2. 180°/sec에서 무릎관절 신근의 최대 회전력 변화

180°/sec에서 최대 회전력의 변화를 스트레칭 전 후로 비교한 결과 Group 2와 Group 3에서 유의한 차이가 있는 것으로 나타났으며 Group 1에서는 감소하는 경향을 보였다(표 2). 그룹간의 비교에선 Group 1과 Group 2의 최대 회전력 감소량에서 유의한 차이를 보이는 것으로 나타났다(그림 4).

표 2. 180°/sec에서 최대 회전력 변화 (Nm)

	pre	post	p	t	F
Group1	74.80 ±25.34	73.60 ±26.44	.487	.714	
Group2	76.13 ±26.50	66.73 ±26.60	.000***	6.937***	6.369**
Group3	71.33 ±28.78	66.20 ±26.20	.013*	2.841*	

\*p<.1 \*\*p<.05 \*\*\*p<.001

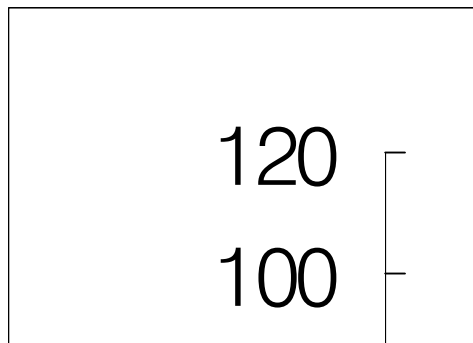


그림 4. 180°/sec에서 최대 회전력 변화

표 3. 240°/sec에서 최대 회전력 변화 (Nm)

	pre	post	p	t	F
Group1	66.40 ±21.51	64.00 ±21.34	.015*	2.788*	
Group2	63.53 ±24.25	56.46 ±26.78	.005**	3.280**	2.913
Group3	61.06 ±24.21	58.66 ±22.79	.119	1.659	

\*p<.1 \*\*p<.05 \*\*\*p<.001

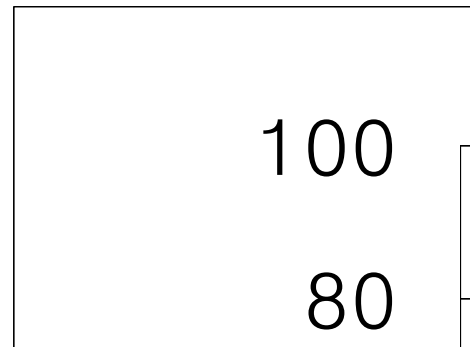


그림 5. 240°/sec에서 최대 회전력 변화

3. 240°/sec에서 무릎관절 신근의 최대 회전력 변화

240°/sec에서 스트레칭 전, 후의 최대 회전력 변화 정도를 분석한 결과 Group 1과 Group 2에서 유의한 차이를 보이는 것으로 나타났다(표 3). Group 3의 경우 유의한 차이는 나타나지 않았으나 감소하는 경향을 보였다. 그룹간의 비교에선 최대 회전력 감소량에서 유의한 차이를 보이는 않는 것으로 나타났다(그림 5).

IV. 논 의

회전력은 회전축에 작용한 힘을 의미한다. 회전축으로부터 수직거리에 작용하는 힘을 의미하는 것으로 (Moffroid et al., 1969), 모든 반복과 운동 범위 중에서 최고 높은 지점을 최대 회전력(P. Torque)이라고 한다.

등속성 운동 시 근력의 평가 지표는 회전력으로 표시하고 임상분야에서는 회전력 중에서도 가장 수치가 큰 최대 회전력을 근육의 힘으로 표시하고 있으며, 이러한 지표를 통하여 근력을 객관적으로 정확하게 평가할 수 있고 또한 이를 이용하여 훈련 시 근력 증가의 양상을 수치로 쉽게 볼 수 있는 장점이 있다(박상규, 1997).

본 연구에서는 90°굴곡 시부터 피험자 자신의 최대 신전 자세까지의 구간을 각속도 60°/sec, 180°/sec, 240°/sec로 설정하여 무릎관절 신근의 최대 회전력(P. Torque)을 측정하였다. 그 결과 60°/sec에서 세 집단 모두 통계적으로 유의하게 감소한 것으로 나타났다.

180°/sec에서는 Group 2와 Group 3에서 통계적으로 유의하게 감소한 것으로 나타났고 Group 1에서는 유의한 차이가 나타나지 않았으나 감소하는 경향을 보였다.

240°/sec에서 스트레칭 전, 후의 최대 회전력 변화량은 Group 1과 Group 2에서 유의한 감소를 보이는 것으로 나타났으며 Group 3의 경우 유의한 차이가 나타나지 않았으나 감소하는 경향을 보였다. 이러한 결과는 무릎관절 정적 스트레칭이 등속성 근력을 저하시키는 것으로 판단된다.

Nelson et al. (2001b)은 60°/sec, 90°/sec 에서 스트레칭에 의한 무릎관절 신근의 등속성 최대 회전력의 저하가 있었지만 150°/sec, 210°/sec, 270°/sec 에서는 변화가 없었음을 보고하였다. 하지만 본 연구 결과는 30°/sec, 60°/sec 와 같은 낮은 각속도에서와 마찬가지로 240°/sec, 270°/sec 의 높은 각속도에서도 스트레칭 후 최대 회전력의 저하를 보고한 Cramer et al. (2004, 2005) 과 Evetovich et al. (2003)의 결과를 지지하고 있다.

스트레칭이 최대 근 수축 능력을 저하시키는 원인에는 개시 빈도 및 운동 단위 활성화 저하 또는 반사 민감도 변화와 같은 신경요소(Avela et al., 1999; Behm et al., 2001; Fowles et al., 2000) 그리고 길이 장력 관계에 영향을 받는 근육의 탄성 변화와 같은 기계적 요소(Fowles et al., 2000; Kokkonen et al., 1998; Nelson et al., 2001a, b) 두 가지 가설이 있다. Fowles et al. (2000)은 15분의 회복 이후 스트레칭으로 인한 힘 생산 저하의 대부분이 신경 요소 보다는 근육 내부의 기계적 특징에 기인한다고 하였다. 게다가 이전 연구들에서 스트레칭으로 인한 근력 저하는 근절(sarcomere)의 길이가 늘어나 근섬유 길이-장력 관계 변화에 의한 근육의 팽팽함이 저하되어 나타나며 이러한 것은 힘-속도 관계에서의 힘 생성도 저하시키는 것으로 말하고 있다(Kokkonen et al., 1998; Nelson et al., 2001a, b; Cramer et al., 2004, 2005).

본 연구의 결과와 방법적인 차이에 따라 정도의 차이가 있지만 정적 스트레칭에 따른 근력의 저하를 보인 이전 연구 결과들과 일치하는 결과를 보였다(Avela et al., 1999; Behm et al., 2001; Cramer et al., 2004; Evetovich et al., 2003; Fowles et al., 2000; Kokkonen et al., 1998; Mcneal and Sands, 2003; Nelson et al., 2001 a, b; Young and Elliott, 2001).

집단간의 비교에선 60°/sec, 180°/sec에서 Group 1과 Group 2의 최대 회전력 감소량에서 유의한 차이가 있는 것으로 나타나 4회 반복의 스트레칭 빈도가 급성 근력의 저하를 가장 많이 보이고 있다. 그러나 Group 3에서 지속적인 감소가 나타나지 않은 점을 고려할 때 스트레칭 빈도가 증가함에 따라 지속적인 최대 회전력 감소는 나타나지는 않는 것으로 판단된다. 지속적인 최대 회전력의 유의한 감소를 나타내지 않은 것은, 근육의 길이가 최적일 때보다 길어졌을 때 평행요소 속에 있는 수동적 탄성장력(passive elastic tension)은 증가하고 이 수동 탄성장력은 전체 장력을 증가시켜(김영록 등, 2004) 더 이상의 최대 회전력의 감소가 지속되지 않은 것으로 보여 진다.

## V. 결론 및 제언

본 연구는 정상 성인들을 대상으로 등속성 기구를 이용하여 무릎관절 신근 정적 스트레칭 빈도에 따른 등속성 변인들을 비교·분석한 결과 스트레칭이 급성 등속성 근력의 저하를 가져오는 것을 알 수 있다. 또한 스트레칭 빈도에 따른 근력 변화에 있어서 4회 스트레칭 집단에서 보다 효과적인 근력의 감소를 나타내었다.

따라서 강한 근력을 필요로 하는 경기에 있어서 상해 예방과 경기력 향상을 위한 트레이닝 프로그램 구성 시 근 수축에 의한 근육의 능력을 상실하지 않는 적절한 스트레칭 방법에 대한 고려가 필요할 것으로 판단된다.

본 연구를 통해 스트레칭과 근력과의 관계를 밝히기엔 미흡했다고 보며, 앞으로의 연구에서는 이러한 미비점을 보완하여 스트레칭의 다양한 방법, 빈도, 기간에 따른 근력 변화에 대한 추후 연구가 요망된다.

## 참고문헌

- 김영록 외 (2004). **임상운동학**. 서울: 영문출판사.
- 박상규 (1999). 등속성 운동의 속도에 따른 대퇴근육의 근력효과. *대한스포츠의학회지*, 17(1), 155-164.
- 신우섭 (1997). **지도자를 위한 기초지식 Fitness Q&A**. 서울: 흥경출판사.
- Anderson, B., & Burke, E. R. (1991). Scientific medical and practical aspects of stretching. *Clin Sports Med*, 10(1), 63-86.
- Avela, J., Kyrolainen, H., & Komi, P. V. (1999). Altered reflex sensitivity after repeated and prolonged passive muscle stretching. *J Appl Physiol*, 86(4), 1283-1291.
- Behm, D. G., Button, D. C., & Butt, J. C. (2001). Factors affecting force loss with prolonged stretching. *Can J Appl Physiol*, 26(3), 261-272.
- Cramer, J. T., Housh, T. J., Johnson, G. O., Miller, J. M., Coburn, J. W., & Beck, T. W. (2004). Acute effects of static stretching on peak torque in women. *J Strength Cond Res*, 18(2), 236-241.
- Cramer, J. T., Housh, T. J., Weir, J. P., Johnson, G. O., Coburn, J. W., & Beck, T. W. (2005). The acute effects of static stretching on peak torque, mean power output, electromyography, and mechanomyography. *Eur J Appl Physiol*, 93(5-6), 530-539.
- Evetovich, T. K., Nauman, N. J., Conley, D. S., & Todd, J. B. (2003). Effect of static stretching of the biceps brachii on torque, electromyography, and mechanomyography during concentric isokinetic muscle actions. *J Strength Cond Res*, 17(3), 484-488.
- Fowles, J. R., Sale, D. G., & MacDougall, J. D. (2000). Reduced strength after passive stretch of the human plantarflexors. *J Appl Physiol*, 89(3), 1179-1188.
- Kisner, C., & Colby, A. L. (1992). *Therapeutic exercise*. Seoul: Yeong Hun.
- Kokkonen, J., Nelson, A. G., & Cornwell, A. (1998). Acute muscle stretching inhibits maximal strength performance. *Res Q Exerc Sport*, 69(4), 411-415.
- Lucas, R. C., & Koslow, R. (1984). Comparative study of static, dynamic, and proprioceptive neuromuscular facilitation stretching techniques on flexibility. *Percept. Motor Skills*, 58, 515-618.
- McNeal, J. R., Sands, W. A. (2003). Acute static stretching reduces lower extremity power in trained children. *Pediatr Exerc Sci*, 15, 139-145.
- MEDICINE, A. C. O. S. (1995). *ACSM'S Guidelines for Exercise Testing and Prescription*. (5th ed.). Philadelphia: A Waverly Co.
- Moffroid, M., Whipple, R., Hofkosh, J., Lowman, E., & Thistle, H. (1969). A study of isokinetic exercise. *Phys Ther*, 49(7), 735-747.
- Nelson, A. G., Guillory, I. K., Cornwell, C., & Kokkonen, J. (2001b). Inhibition of maximal voluntary isokinetic torque production following stretching is velocity-specific. *J Strength Cond Res*, 15(2), 241-246.
- Nelson, A. G., Allen, J. D., Cornwell, A., Kokkonen, J. (2001a). Inhibition of maximal voluntary isometric torque production by acute stretching is joint-angle specific. *Res Q Exerc Sport*, 72, 68-70.
- Sady, S. P., Wortman, M., & Blanke, D. (1982). Flexibility training: ballistic, static or proprioceptive neuromuscular facilitation? *Arch Phys Med Rehabil*, 63(6), 261-263.
- Shellock, F. G., & Prentice, W. E. (1985). Warming-up and stretching for improved physical

performance and prevention of sports-related injuries. *Sports Med*, 2(4), 267-278.

Smith, C. A. (1994). The warm-up procedure: to stretch or not to stretch. A brief review. *J Orthop Sports Phys Ther*, 19(1), 12-17.

Young, W., & Elliott, S. (2001). Acute effects of static stretching, proprioceptive neuromuscular facilitation stretching, and maximum voluntary contractions on explosive force production and jumping performance. *Res Q Exerc Sport*, 72(3), 273-279.

투 고 일 : 10월 27일

심 사 일 : 11월 6일

심사완료일 : 12월 9일