

정적 스트레칭과 에비안스-함베르크 스트레칭이 슬관절의 관절가동범위의 변화에 미치는 영향

이현희

서울시니어스 분당타워 물리치료실

육동원, 고의석, 박윤식, 이한우
연세대학교 체육학과

Abstract

The Effects of Static Stretching and Evjenth-Hamberg Stretching on Range of Motion of Knee Joint

Hyun-hee Lee, M.Ed., P.T.

Dept. of Physical Therapy, Seoul Seniors Bundang Tower

Dong-won Yook, Ph.D.

Wi-sug Ko, Ph.D.

Yoon-shick Park, Ph.D.

Han-woo Lee, Ph.D.

Dept. of Physical Education, Yonsei University

The purpose of this study was to examine the effects of static stretching and Evjenth-Hamberg stretching the on range of motion (ROM) of the knee joint. The subjects were composed of twenty healthy males without weight-training experience. The ROM of the knee joint was measured by using an En-Knee. Three tests (performed on the 1st week, 4th week, and 8th week) were conducted to examine the change of each variable. Data were analyzed with a 2×3 analysis of variance (group×test) for repeated measures on last factor through SPSS 10.0. The data analysis revealed the change in the ROM was dependent on the stretching method. The results were as follows: The ROM was improved in both methods by each time, but the E-HS was more improved than the SS. In conclusion, this study indicated that the E-HS is more efficient than the SS on the ROM of the knee joint.

Key Words : Evjenth-Hamberg stretching; ROM; Static stretching.

I. 서론

스트레칭 운동은 스포츠 의학 분야에서는 상해 예방과 신체 활동 후 근 긴장(tension)이나 통증(soreness)을 감소시키고, 관절가동범위(range of motion: ROM)를 늘리기 위해서 실시한다. 재활 의학 분야에서도 관절가동범위를 늘리기 위해서 뿐만 아니라 외상(trauma), 고정(immobilization) 후 기능 회복을 위해

적용되고 있다(Halbertsma과 Göeken, 1994).

유연성이 저하된 신체의 모든 부위에 스트레칭을 적용해야 하지만 그 중에서도 슬괵근(hamstring)은 손상 예방과 치료적 목적을 위해 자주 스트레칭이 적용되어지는 부위이다. 슬괵근의 염좌(strain)는 스포츠 현장에서 빈발하는 중요한 손상 유형으로 유연성의 저하가 발생 원인으로 지적되어져 왔다(Sullivan 등, 1992).

또한 몇몇 연구자들은 요통과 슬괵근 유연성의 상관

관계에 대해서 보고하였는데, Gajdosik 등(1994)은 슬괵근의 단축에 의해 골반과 요추의 전방 굴곡을 제한하고 흉추의 굴곡을 증가시킨다고 보고하였다. Kendall과 McCreary(1983)는 요추 만곡이 감소되어 편평한 허리를 만들어 자세와 역학적 불균형을 초래하기 때문에 요통의 가장 일반적인 원인이 된다고 하면서 모두 치료적 방법으로 슬괵근의 스트레칭을 제안하였다.

슬괵근의 스트레칭은 유연성 증가에 의한 손상 예방의 차원뿐만 아니라 길항작용을 하는 대퇴사두근의 근력까지 조절해서 인체의 역학적 균형을 조절할 수 있는 중요한 요인으로서 작용한다. 그러나 슬괵근에 가장 효율적인 스트레칭 적용방법과 시간(duration), 빈도 등에 대한 연구와 논의는 여전히 지속되고 있다.

다각적인 시각으로 보다 효과적인 스트레칭 방법을 찾기 위한 연구(김정훈, 2002; 김진웅, 2001; 김현태, 2001; 백혜정, 1997; Bandy와 Irion, 1994; Bandy 등, 1997)가 진행되고 있고 대부분 관절가동범위의 증가에 어떠한 영향을 미치는지를 효과증명의 기준으로 삼고 있다. 관절가동범위란 관절로 행해지는 운동의 크기이며, 관절에 있어서 정상 운동 및 병리적 운동에 대한 이해는 중요하다. 이것은 치료 계획을 변경하고자 할 때 알아야 되고 의미있는 운동치료를 처방하기 위한 기초가 된다(Licht와 Johnson, 1965).

본 연구에서는 에비안스-함베르크(Evjenth-Hamberg) 스트레칭과 정적 스트레칭을 슬괵근(hamstring)에 적용하여 슬관절의 관절가동범위에 미치는 영향을 비교하여 손상예방과 재활프로그램에서 신전가동범위의 증가를 목적으로 스트레칭을 적용할 때 보다 효과적인 방법을 제시하고자 한다. 연구가설은 슬관절의 능동적 최대 신전범위는 집단과 시기에 따른 차이가 있는 것으로 설정했다.

II. 연구방법

1. 연구대상

본 연구에서는 성인 남성 20명을 대상으로 하였다. 의학적 특이소견이 없지만, 능동적 슬관절 최대 신전에 제한을 가진(앉은 자세에서 최대신전을 0°로 기준하여 10° 미만)자로 하였다. 본 연구계획에 대한 설명을 들은 후 8주간의 실험일정에 대해서 자발적인 참여의사를 밝힌 자들로, 전문적인 웨이트 트레이닝의 경험이 없는 자로 하였다. 실험과정 동안 과도한 신체 활동을 피해 줄 것을 요구하였으나 이를 지키지 못한 대상자 1명과 주 3회, 8주간, 총 24회 시행되는 동안 3회 이상 불참한 1명을 제외한 18명이 최종까지 실험을 성실히 수행하였으며, 연구대상자의 신체적 특성은 표 1과 같다.

2. 실험 방법

1) 스트레칭 적용 방법

본 연구에서 각각의 스트레칭은 슬괵근에 각각 1일 30초씩 4회, 주 3회, 8주간 적용하였다. 스트레칭 적용 전 준비운동(warm-up)으로 3분간의 제자리 뛰기를 실시하였다. 초기 시작자세는 모두 동일하게 주어졌다. 피험자를 치료대에 편안하게 눕히고 좌측 하지는 신전 시켜서 슬개골(patella) 10 cm 위의 대퇴부를 고정띠(stabilization strap)로 고정하고, 우측 하지는 고관절을 최대 굴곡시킨 후 고정띠로 체간 뒤로 연결해서 고관절의 움직임을 고정하였다. 실험자는 피험자의 머리를 마주보고 오른쪽에 서서 피험자의 발뒤꿈치와 다리를 실험자의 왼쪽 어깨 위에 걸치게 하였다. 스트레칭 적용 전에 능동으로 짧아진 근육이 허용하는 한 최대한으로 슬관절을 신전 시키는 연습을 3회 시행하였다.

표 1. 연구대상자의 신체적 특성

집단	피험자(n)	나이(yrs)	신장(cm)	몸무게(kg)	신체질량지수(kg/m ²)
		평균±표준편차	평균±표준편차	평균±표준편차	평균±표준편차
SS	9	30.9±2.80	177.9±3.10	76.0±3.54	24.0±1.40
E-HS	9	28.3±2.44	175.0±4.33	73.7±6.04	24.1±2.39

SS: Static stretching

E-HS: Evjenth-Hamberg stretching

(1) 정적 스트레칭

초기 자세에서 실험자는 오른쪽 손은 피험자의 왼쪽 대퇴 위에 왼쪽 손은 피험자의 오른쪽 대퇴 위에 놓고서 자신의 어깨를 일으킴으로써 피험자의 무릎을 서서히 신전시켰다. 이때 피험자에게 통증을 느끼기 바로 전(below the pain threshold) 약간 당겨지는 느낌이 드는 지점에서 '그만'이라고 외치게 하였고 그 지점을 초기 신전자세로 잡고 시작하였다. 이동된 최대 신전 자세에서 30초 유지하였고, 최대 신전 자세에서 약간 벗어난 범위인 슬관절이 약간 굴곡된 위치에서 검사자의 어깨 위에 다리에 힘을 빼고 놓음으로써 10초 휴식시간을 가졌다.

(2) 에비안스-함베르크 스트레칭

초기 자세에서 실험자는 오른쪽 손은 피험자의 왼쪽 대퇴 위에 왼쪽 손은 피험자의 오른쪽 발목 위를 잡고 실험자 자신의 어깨를 일으킴으로써 피험자의 무릎을 서서히 신전시켰다. 이때 피험자에게 당겨지면서 약간의 통증을 느끼는 지점(at the onset of pain)에서 '그만'이라고 외치게 하였고 그 지점을 초기 신전자세로 잡고 시작하였다.

초기 신전 자세에서 피험자에게 실험자의 어깨를 누르는 느낌으로 힘을 주게 하고 서로 반대 방향으로 같은 양의 균형 잡힌 힘을 써서 최대한의 등척성 수축을 유도하였다.

등척성 수축시간은 5초 동안 실시하였고, 수축 후 2~3초 동안 피험자가 힘을 빼고 이완하는 동안 실험자는 더 신전되는 방향으로 수동으로 이동하였다. 실험자는 근육에 의해 멈추어지는 지점까지 이동해야 하고 그 지점에서 17~18초 동안 유지하였다. 마지막으로 길항근인 대퇴사두근의 자극을 위해 슬관절을 펴는 동작을 취하게 하고 실험자의 왼손을 오른쪽 발목 바로 위에 얹어 이에 대응하는 힘을 5초 동안 주었다.

이동된 최대 신전 자세에서 약간 벗어난 범위인 슬관절이 약간 굴곡된 위치에서 검사자의 어깨 위에 다리에 힘을 빼고 놓음으로써 10초 휴식시간을 가졌다.

2) 측정 방법

실험 0주, 4주 8주차에 검사를 시행하여 슬관절의 능동적 최대 신전범위를 En-Knee¹⁾를 이용하여 측정하였다. 스트레칭 적용 시간에 의한 효과 차이를 줄이기

위하여 오후 5시부터 6시 사이에 시행하였다. 측정의 신뢰도를 높이기 위해 실내온도는 20~24도를 유지한 치료실 내에서 실시하였다. 스트레칭 적용 및 측정은 충분한 연습을 통해 숙련된 실험자 2명이 시행하였다.

기본 측정자세는 대상자를 검사기구에 앉히고, 상체를 바로 세워 깊숙이 앉은 상태에서 골반의 경사는 완전히 전방 경사(anterior tilt)를 시키고 체간과 고관절의 위치를 90도로 잡아주고 정확한 측정을 위하여 견고하게 고정띠를 이용하여 골반을 고정하였다.

En-Knee의 고정 축을 검사하고자 하는 우측 슬관절의 운동축과 일치하도록 맞춘 후 지렛대 팔(lever arm)을 외측 비골(fibula)을 따라 배치시켰다. 발목 관절은 10° 정도의 저축 굴곡(plantar flexion)과 최대 내반(inversion)과 외반(eversion)의 가운데로 두어 편안한 위치로 두고 지렛대 팔의 원위 말단부는 하퇴의 외과돌기(lateral malleolus) 바로 위쪽부분이 닿게 고정하였다. 양손은 자연스럽게 몸 옆으로 내린 동작을 취하게 하여 검사하는 동안 체간에서의 보상 작용을 최소화하였다. 피험자들에게 발살바 매뉴버(Valsalva maneuver) 현상에 의한 혈압상승이 일어나지 않도록 주의를 주었고, 통증이 느껴지는 경우 즉시 알리도록 하였다.

초기 고정된 자세에서 측정 전 능동적 최대 신전을 3회 연습 한 후 능동적 최대 신전 각도를 측정하였다.

3. 분석방법

본 연구에서 얻은 자료는 윈도우용 SPSS version 10.0을 이용하여 평균과 표준편차를 산출하였다. 집단 간(SS 집단, E-HS 집단), 시기 간(0주, 4주, 8주)의 슬관절의 능동적 최대 신전범위의 변화에 대한 유의성 검정을 위해 이원변량분석(two-way ANOVA with repeated measures on test factor)을 이용하여 분석하였으며, 사후비교는 Tuckey 사후 검정법으로 평균치를 검정하였다(p<.05).

III. 결과

1. 슬관절의 관절가동범위의 변화

표 2에서 제시된 바와 같이 스트레칭 시행에 따른 슬관절의 관절가동범위의 변화는 정적 스트레칭과 에비안스-함베르크 스트레칭 두 집단 모두에서 시기별로

1) ENRAF-NONIUS, Netherland.

비교해볼 때 점진적으로 증가하는 것을 볼 수 있다. 집단간의 평균값을 비교해 보면 측정 시기에 따라 예비안스-함베르크 스트레칭 집단이 정적 스트레칭 집단 보다 관절가동범위의 증가의 폭이 더 큰 것을 알 수 있다 (그림 1).

표 2. 슬관절의 관절가동범위의 변화

집단	0주	4주	8주
	평균±표준편차	평균±표준편차	평균±표준편차
SS	18.33±3.32	13.44±4.42	10.33±4.47
E-HS	18.78±4.21	10.44±5.00	6.00±5.02

SS: Static stretching

E-HS: Evjenth-Hamberg stretching

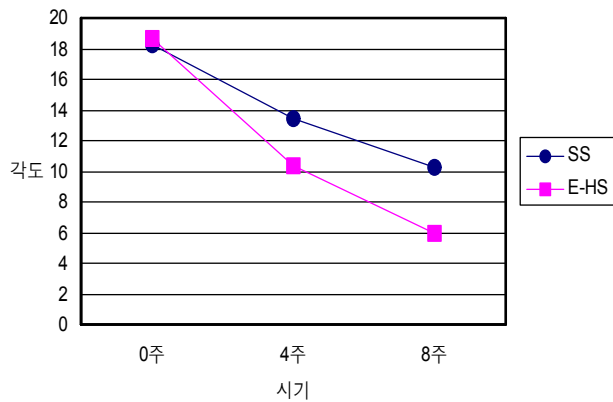


그림 1. 슬관절의 관절가동범위의 변화

이러한 결과의 통계적 유의성을 검정하기 위한 이원 변량분석 결과, 시기와 집단과의 상호작용 효과는 $F(1, 16)=13.028, p<.01$ 로 통계적으로 유의한 차이가 나타났다. 시기와 집단과의 상호작용 효과에 대한 사후 검정 결과 8주차에서 예비안스-함베르크 스트레칭 집단이 ($M=6.00$)이 정적 스트레칭 집단($M=10.33$)보다 관절가동범위의 제한의 크기가 작게 나타났다. 집단간의 주효과는 $F(1, 16)=1.293, p>.05$ 로 유의한 차이가 나타나지 않았지만, 시기간의 주효과는 $F(1, 16)=237.063, p<.001$ 로 유의한 차이가 나타났다. 시기간의 주효과에 대한 사후 검정 결과 각 시기별로 0주($M=18.55$)보다 4주 ($M=11.94$)에서, 4주보다 8주($M=8.17$)에서 관절가동범위의 제한의 크기가 작게 나타났다(표 3).

IV. 고찰

본 연구는 정적 스트레칭과 예비안스-함베르크 스트레칭을 슬관절에 적용하여 슬관절의 관절가동범위의 변화에 미치는 영향에 대해 비교하고자 하였다. 그 결과 두 집단 모두 측정시기별로 관절가동범위가 통계적으로 유의하게 증가하였다. 집단간의 주효과는 유의한 차이가 나타나지 않았지만, 시기와 집단간의 상호작용 효과에서 유의한 차이가 나타났다. 집단간에는 8주차에 예비안스-함베르크 집단에서 정적 집단 보다 유의하게 높은 증가를 보임으로써 관절가동범위의 증가 측면에서 정적 스트레칭보다는 예비안스-함베르크 스트레칭 방법이 보다 효과적인 것으로 나타났다.

표 3. 슬관절의 관절가동범위의 변화에 대한 이원변량 분석 결과

source	SS	df	MS	F	p	Tuckey
시기	995.444	1.418	702.000	237.063	.000	I>II>III
시기×집단	54.704	1.418	38.578	13.028	.001	
오차	67.185	22.688	2.961			
집단	23.728	1	23.728	1.293	.272	
오차	293.605	16	18.350			

df는 Greenhouse-Geisser로 수정한 값

I: 0주의 평균값, II: 4주의 평균값, III: 8주의 평균값

Bandy와 Irion(1994), Bandy 등(1997)은 슬괵근에 정적 스트레칭을 적용하여 시간과 빈도에 따라 차이는 있지만 관절가동범위의 증가에 모두 효과적이었다고 보고하였다. Handel 등(1997)도 슬괵근에 8주 동안 등척성 수축 후 수동적 스트레칭을 적용한 결과 최고 6.3°의 관절가동범위의 증가를 보였다고 보고하였다. 본 연구 결과 관절가동범위가 정적 집단에서 8°, 에비안스-함베르크 집단에서 12° 증가하여 적용 방법적인 차이에 따라 향상 폭은 다르지만 관절가동범위의 증가 측면에서는 선행연구들과 일치하는 현상을 보였다.

또한, 적용시간, 빈도와 기간의 측면에서 보면 김진웅(2001)은 정적 스트레칭을 비복근(calf muscle)에 주 3회, 3주간 실시한 결과 슬괵관절의 신전범위가 평균 7.5° 증가했다고 보고하였다. Bandy와 Irion(1994)은 슬괵근에 정적 스트레칭을 각각 15초, 30초, 60초씩 주 5회, 6주간 실시하여 관절가동범위에 미친 영향을 비교한 결과 30초씩 실시한 경우 효과적이었다고 보고하였다. 한상완과 김용남(1998)은 효과적인 스트레칭 방법의 연구고찰을 통해 주 3회 이상, 4주 이상 시행해야 효과를 볼 수 있다고 보고하였다. 따라서 본 연구에서 정적 스트레칭과 에비안스-함베르크 스트레칭을 30초씩 4회 반복으로 주 3회, 8주간 적용한 방법은 시간, 빈도, 기간의 측면에서 볼 때 관절가동범위의 증가를 가져올 수 있는 충분한 시간이었다고 사료된다.

본 연구 결과 관절가동범위의 증가는 에비안스-함베르크 스트레칭 방법이 정적 스트레칭 방법보다 효과적으로 나타났는데 그 원인은 몇 가지 측면에서 설명될 수 있다. 등척성 수축 후의 이완효과 측면에서 보면 에비안스-함베르크 스트레칭이 정적 스트레칭보다 그 효과가 컸기 때문으로 사료된다. 근육은 등척성 수축 후 이완이 발생되며(Cornelius와 Hinson, 1980; Magnusson 등, 1996), 수축이 강하면 강할수록 이완의 효과가 크다(Sherrington, 1909). Swank 등(2003)은 일정 무게(.45~1.35 kg)를 더한 집단과 그렇지 않은 집단의 스트레칭 효과를 비교하였다. 그 결과 근 수축에 의한 이완효과로 인해 무게를 준 집단에서 관절가동범위의 증가가 보다 효과적이었다고 보고하였다. 따라서 본 연구에서 에비안스-함베르크 스트레칭 적용 시 최대 등척성 수축을 유도한 결과, 근 수축 후 이완의 효과가 컸기 때문에 에비안스-함베르크 스트레칭 방법이 정적 스트레칭 방법보다 관절가동범위의 증가에 보다 효과적이었다고 사료된다.

또한, 등척성 수축을 통한 근력 증가의 측면에서 보면, 에비안스-함베르크 스트레칭이 정적 스트레칭보다 그 효과가 컸기 때문으로 사료된다. Kisner와 Colby(2002)는 등척성 수축을 통한 근력의 향상은 동적 유연성을 증진시켜 능동적 관절가동범위를 증가시킨다고 하였다. 반면 근육이 단축(shortening)되면 길항근의 약화가 발생하여 관절가동범위에 제한이 초래된다고 하였다(Evjenth와 Hamberg, 1985). 본 연구 결과는 Kisner와 Colby(2002)의 보고와 일치하는 것으로 에비안스-함베르크 스트레칭 방법이 정적 스트레칭 방법보다 등척성 수축을 이용한 방법적인 차이로 근력의 높은 증가를 보였기 때문에(이현희, 2003) 관절가동범위의 증가에도 효과적이었다고 사료된다.

신장 인지감(stretch perception)에 대한 적응과 민감성의 감소효과 측면에서도 에비안스-함베르크 스트레칭이 정적 스트레칭보다 효과가 컸기 때문으로 사료된다. 스트레칭에 의한 감각 적응(sensory adaptation)은 관절가동범위에 영향을 미치는 중요한 요소이다(Björklund 등, 2001). Magnusson 등(1996)은 정적 스트레칭과 등척성 수축을 이용한 고유수용성 신경근 촉진법 스트레칭을 10명의 성인 남성에게 실시하여 관절가동범위의 차이를 비교하였다. 그 결과 등척성 수축에 의한 신장 인지감에 대한 적응의 효과가 컸던 고유수용성 신경근 촉진법이 보다 유의한 효과를 나타냈다고 보고하였다. Halbertsma와 Göeken(1994)도 역시 슬괵근에 4주간의 스트레칭으로 신장 인지감의 적응에 의하여 관절가동범위의 증가에 효과가 있었다고 보고하였다. 본 연구에서도 이러한 이유로 에비안스-함베르크 스트레칭 방법에서 최대 등척성 수축을 유발하여 정적 스트레칭 방법보다 더 큰 신장 인지감의 적응과 민감성의 감소를 초래함으로써 관절가동범위의 증가에 보다 효과적이었다고 사료된다.

또한, De Lateur 등(1970)은 스트레칭을 가하기 전 열을 적용하면 감마 운동 신경원의 흥분이 감소되어 신장성을 증진시키고, Rusk(1997)는 열에 의해 근 경련의 감소와 진정효과가 있다고 보고하였다. Evjenth와 Hamberg(1985)도 근육은 온도가 상승하면 보다 쉽게 신장되는데, 외부에서 수동적으로 열을 제공하는 것보다 근 수축을 통해 생리학적인 측면에서 온도를 상승시키는 것이 보다 효과적이라고 하였다. 이때 수축이 강할수록 골격근 섬유 내 온도상승의 효과가 높아진다고 하였다. 그리고 Safran 등(1988)은 실험을 통하여(in

vitro) 15초의 등척성 수축에 의해 근육 내에서 1°C의 온도가 상승된다고 보고하였다. 따라서, 본 연구에서도 근육 내 온도변화를 측정하지는 않았지만, 등척성 수축을 이용한 에비안스-함베르크 스트레칭에서 최대 근육 수축을 유발함으로써 높은 근섬유 내 온도 상승을 초래하였을 것으로 사료되며, 이로 인해 에비안스-함베르크 스트레칭이 정적 스트레칭 보다 관절가동범위의 증가에 효과적이었다고 사료된다.

한편, 집단간의 주효과에서 유의한 차이를 보이지 않고 8주차에서 집단간 평균 차이가 4.33° 차이가 난 것에 대한 임상적 의미를 살펴보면 본 연구의 실험대상이 슬관절의 최대 신전가동범위에 제한이 있으나 특이소견이 없는 정상인이었고, 비교적 관절가동범위의 제한의 크기가 크지 않았기 때문이라고 사료된다. 연구방법에 있어서 관절가동범위의 제한이 큰 환자의 관절부위를 대상으로 하였다면 스트레칭 방법에 의한 차이가 뚜렷이 나타났을 것이다. 또한 본 연구 결과 4주차 평균차이보다 8주차 평균차이가 더 큰 것으로 보아도 연구가 장기적으로 진행되었다면 스트레칭 방법에 의한 관절가동범위의 증가 폭이 더 컸을 것으로 사료된다.

본 연구 결과의 임상적 활용에 관하여 선행연구를 토대로 살펴보면, Fisher 등(1991)은 관절가동범위의 감소로 슬관절에 가해지는 부하가 가중되어 슬관절염이 조기에 발생할 수 있다고 보고하였다. Takata와 Takahashi(1994)는 요부굴곡이 제한된 만성요통환자의 가동성을 조기에 회복시키기 위해서는 슬관절의 스트레칭이 필요하다고 제안하였다. Sullivan 등(1992)은 스포츠 현장에서 빈발하는 손상유형으로 유연성 저하에 의한 슬관절의 염좌를 지적하였다. 다시 말하면, 슬관절의 관절가동범위의 감소는 요통과 슬관절염 발병의 원인이 되기도 하며, 스포츠 현장에서는 잦은 상해의 원인이 될 수 있다.

에비안스-함베르크 스트레칭 방법에서는 근육신장의 주된 목적인 기능을 개선하기 위해서는 통제적이고 점진적인(controlled gradual) 방법으로 적용하는 것이 중요하며 이를 위해서 정상 관절가동범위에 대한 지식과 근육이나 다른 구조물에 대한 생체 역학적 지식이 있는 치료사에 의해 실시해야 한다고 강조했으며 적절한 스트레칭이 아닌 방법으로 과도하게 신장시키는 것은 병적인 과운동이나 불안정 등을 일으켜 해로울 수 있다고 했다. 따라서 본 연구 결과 정적 스트레칭 보다 관절가동범위의 증가에 높은 향상을 보였고, 선택적으로 근육

을 신장시켜 관절의 운동성과 자세의 안전성을 고려한 에비안스-함베르크 스트레칭을 예방과 재활프로그램에 적용하면 효과적일 것이라고 사료된다.

V. 결론

본 연구는 정적 스트레칭과 에비안스-함베르크 스트레칭이 슬관절의 관절가동범위 변화에 미치는 영향을 분석한 결과는 다음과 같다. 두 집단 모두 측정 시기별로 관절가동범위가 통계적으로 유의하게 증가하였다. 집단간의 주효과는 유의한 차이가 나타나지 않았지만, 시기와 집단간의 상호작용 효과에서 유의한 차이가 나타났다. 집단간에는 8주차에 에비안스-함베르크 스트레칭 집단에서 관절가동범위 증가가 정적 스트레칭 집단 보다 크게 나타남으로써 관절가동범위의 증가 측면에서 정적 스트레칭 보다는 에비안스-함베르크 스트레칭 방법이 보다 효과적인 것으로 나타났다.

인용문헌

- 김경훈. 정적, 동적, 고유수용성 신경근 촉진(PNF)스트레칭 후 후대퇴근(Hamstring)의 유연성 유지 기간 비교 분석. 조선대학교, 석사학위 논문, 2002.
- 김진웅. 비복근의 신장운동이 슬관절염 환자의 신전 운동에 미치는 효과. 단국대학교, 석사학위논문, 2001.
- 김현태. 정적 스트레칭의 시간과 기간 및 실시 시기가 청소년의 Hamstring Muscle의 유연성에 미치는 효과. 국민대학교, 석사학위논문, 2001.
- 백해정. 스트레칭 훈련이 가자미근의 유연성에 미치는 영향. 이화여자대학교, 석사학위논문, 1997.
- 이현희. 에비안스-함베르크 스트레칭이 슬관절의 관절가동범위와 등척성, 등속성 근력변화에 미치는 영향. 연세대학교, 석사학위논문, 2003.
- 한상완. 김용남. 효과적인 스트레칭 방법의 연구 고찰. 대한물리치료사학회지. 1998;5(3):59-73.
- Bandy WD, Irion JM. The effect of time on static stretch on the flexibility of the hamstring muscles. Phys Ther. 1994;74(9):845-850.
- Bandy WD, Irion JM, Briggler, M. The effect of time

- and frequency of static stretching on flexibility of the hamstring muscles. *Phys Ther.* 1997;77(10):1090-1096.
- Björklund M, Hamberg J, Crenshaw AG. Sensory adaptation after a 2-week stretching regimen of the rectus femoris muscle. *Arch Phys Med Rehabil.* 2001;82(9):1245-1250.
- Cornelius WL, Hinson MM. The relationship between isometric contractions of hip extensors and subsequent flexibility in males. *J Sports Med Phys Fitness.* 1980;20:75-80.
- De Lateur BJ, Lehmann JF, Stonebridge JB, et al. Muscle heating in human subjects with 915MHZ microwave contact applicator. *Arch Phys Med Rehabil.* 1970;51(3):147-151.
- Evjenth O, Hamberg J. Muscle stretching in manual therapy. A clinical manual. Sweden, Alfta rehab, 1985.
- Fisher NM, Pendergast DR, Gresham GE, et al. Muscle rehabilitation: Its effect on muscular and functional performance of patients with knee osteoarthritis. *Arch Phys Med Rehabil.* 1991;72:367-374.
- Gajdosik RL, Albert CR, Mitman JJ. Influence of hamstring length on the standing position and flexion range of motion of the pelvic angle, lumbar angle, and thoracic angle. *J Orthop Sports Phys Ther.* 1994;20(4):213-219.
- Halbertsma JP, Göeken LN. Stretching exercises: Effect on passive extensibility and stiffness in short hamstrings on healthy subjects. *Arch Phys Med Rehabil.* 1994;75:975-981.
- Handel M, Horstmann T, Dickhuth HH, et al. Effects of contract-relax stretching training on muscle performance in athletes. *Eur J Appl Physiol Occup Physiol.* 1997;76(5):400-408.
- Kendall FP, McCreary EK. *Muscles: Testing and Function.* 1st Ed. Baltimore, Lippincott Williams & Wilkins, 1983.
- Kisner C, Colby LA. *Therapeutic Exercise: Foundation and Techniques.* 4th Ed. Philadelphia, PA, F.A. Davis, 2002.
- Licht S, Johnson EW. *Therapeutic exercise.* New haven, 1965.
- Magnusson SP, Simonsen EB, Aagaard P, et al. Mechanical and physical responses to stretching with and without preisometric contraction in human skeletal muscle. *Arch Phys Med Rehabil.* 1996;77(4):373-378.
- Rusk HA. *Rehabilitation medicine.* Saint Louis, Mosby, 1997.
- Safran MR, Garrett WE Jr, Seaber AV, et al. The role of warmup in muscular injury prevention. *Am J Sports Med.* 1988;16:123-129.
- Sherrington CS. On plastic tonus and proprioceptive reflexes. *Quart J Exper Physiol.* 1909;2:109-156.
- Sullivan MK, DeJulia JJ, Worrell, TW. Effect of pelvic position and stretching on hamstring muscle flexibility. *Med Sci Sports Exerc.* 1992;24(12):1383-1389.
- Swank AM, Funk DC, Durham MP, et al. Adding weights to stretching exercise increases passive range of motion for healthy elderly. *J Strength Cond Res.* 2003;17(2):374-378.
- Takata K, Takahashi, K. Hamstring tightness and sciatica in young patients with disc herniation. *J Bone joint Surg Br.* 1994;76(2):220-224.

논문접수일	2005년 4월 12일
논문게재승인일	2005년 4월 28일