

재활운동프로그램이 요통산재근로자의 통증과 염증지표에 미치는 영향

세종대학교 체육학과

김상국, 이상욱, 김재희*

Effects of Rehabilitation Exercise Program on Back Pain and Inflammatory Markers in Workers with Occupational Low Back Pain

Sang-Kook Kim, Sang-Wook Lee, Jae-Hee Kim*

Department of Physical Education, Sejong University

Background: Inflammation may be one mechanism that causes low back pain (LBP). Although regular exercise has an anti-inflammatory effect, little is known about the effects of exercise on serum inflammatory markers and back pain in patients with LBP. The aim of this study was to investigate the effects of an 8-week exercise intervention on back pain and serum C-reactive protein (CRP), interleukin-1 β (IL-1 β), and interleukin-6 (IL-6) levels in automotive workers with LBP.

Methods: Male workers (n=15) with LBP completed an 8-week multi-component exercise program. Age-matched healthy men (n=11) without back pain served as the control group (CG). Levels of serum inflammatory markers, back flexibility, and back pain using a visual analogue scale were measured at baseline and after the 8-week intervention.

Results: After 8 weeks, serum CRP levels were lower compared with baseline ($P<0.05$) in the exercise group (EG), whereas IL-1 β and IL-6 levels were not significantly changed. Back flexibility improved ($P<0.001$) and back pain decreased ($P<0.05$) in the EG. No significant changes occurred in back pain, back flexibility, and serum inflammatory marker levels in the CG over the same period.

Conclusions: CRP and back pain were both reduced and back flexibility improved with exercise in subjects with LBP suggesting that exercise may play a role in reducing inflammation in subjects with LBP. This would lead to improvement in pain and physical function.

Key words:

Korean J Health Promot 2010;10(3):131-138

Key Words: Exercise, Low back pain, Visual analogue scale, Inflammatory markers

서론

작업관련성 질환 중 하나인 요통은 산업재해의 발생을 증가시키는 주된 원인이다. 산업 현장에서 발생한 만성 요

통은 일상생활에서 발생한 요통에 비해 치료기간이 긴 특성이 있으며 재발률이 높다.^{1,2)} 무거운 물건을 들고 운반하는 일을 반복적으로 하는 작업환경에 노출된 생산직 근로자들은 작업 근로자들에 비해서 요통 발생률이 더 높다고 알려져 있다.³⁾ 따라서 단순반복 작업으로 생산구조를 가진 자동차제조 산업에 종사하는 근로자에게 요통 발생률이 높게 나타난다.^{4,5)}

추간관 탈출(lumbar disc herniation)과 척추 퇴화(disc degeneration)는 요통의 원인으로, 염증반응(inflammation)은 요통을 유발하는 기작(mechanism)의 하나로 알려져 있다.^{6,7)} 이러한 요통으로 인한 통증은 동물이나 인간의 탈출

■ Received : June 11, 2010 ■ Accepted : September 1, 2010

* Corresponding author : Jae-Hee Kim

Department of Physical Education, Sejong University, 98 Gunja-dong, Gwangjin-gu, Seoul 143-747, Korea

Tel: +82-2-3408-3935, Fax: +82-2-3408-4325

E-mail: jk412004@naver.com

■ This work was supported by the National Research Foundation of Korea (NRF) grant funded by the Korea government (MEST) (KRF-2008-G00112).

된 추간판에서 추출된 조직에서 발견된 염증지표인 interleukin (IL)-1 β , IL-6, tumor necrosis factor (TNF)- α 등의 증가와 관련이 있는 것으로 보고된 바가 있다.⁷⁻⁹⁾ 통증과 관련된 혈중 염증지표에 관한 선행연구들을 살펴보면, 여러 종류의 만성통증을 하나 이상 가진 환자들의 집단에서 혈중 IL-1 β , IL-6과 TNF- α 수준이 통증정도 증가와 유의하게 관련성이 있다고 보고되었다.¹⁰⁾ 또한 건강한 대조군과 비교한 결과 만성요통 환자 집단에서 혈중 TNF- α 수준이 유의하게 높게 나타났으며,¹¹⁾ 관절염과 급성요통 환자집단에서 또 다른 혈중 염증지표인 C reactive protein (CRP)이 통증정도가 증가할수록 증가하는 것으로 보고되었다.^{12,13)}

요통 환자들의 주요 치료목표는 기능의 향상을 수반하는 통증의 감소이며, 재활치료로 널리 사용되고 있는 운동요법은 요통환자들에게 통증을 감소시킬 뿐만 아니라 체력을 향상시켜 준다.^{14,15)} 통증은 요통환자들에게 나타나는 주된 증상이며, 치료나 개선의 효과를 판단하기 위한 척도가 된다. 그러나 환자들의 통증정도를 판별하는 것이 주관적 평가로 이루어지기 때문에 통증 증세에 대한 객관성이나 정확도가 떨어질 수 있다. 이에 최근 연구에 의하면 통증 정도와 체력 간에 높은 상관관계가 있음을 입증하였으며, 요통 개선을 위한 운동 및 재활 프로그램의 효과를 평가할 때 통증의 변화와 더불어 체력의 변화를 측정하여왔다.^{14,16)}

요통환자들의 재활치료로 널리 사용되고 있는 운동요법은 요통관련 염증지수나 통증을 감소시키며 이는 체력 향상과 관련이 있을 것으로 유추된다.^{15,17,18)} 규칙적인 운동의 항염증 효과에 관한 대부분의 선행 연구들은 혈중 염증지표를 심혈관 질환 위험요소로 보고 대사 질환 또는 심혈관 질환 환자들을 대상으로 규칙적인 운동의 염증감소 효과를 밝히는데 집중하여 왔다.¹⁹⁻²¹⁾ 최근 혈중 염증인자가 요통과도 관련성이 있다고 보고되고 있음에도 불구하고,¹⁰⁻¹³⁾ 요통 환자 대상으로 운동이 염증에 미치는 효과에 관한 연구는 국내외적으로 매우 부족한 실정이다. 관련 선행 논문들을 고찰해 본 결과 최근 Kim 등¹⁷⁾은 자동차산업에 종사하는 요통산재근로자에게서 8주간의 재활운동프로그램 실시 후 혈중 CRP 양이 유의하게 감소되었으며, 이러한 염증의 감소가 체력 향상과 관련되어 있을 것으로 밝힌 바가 있으나, 이 연구에서는 요통수준의 측정이 빠져 있어 재활 치료 후 혈중 CRP 양의 감소와 함께 통증도 감소하였는지는 밝히지 못하였다. 다른 선행 연구로는 Jeong 등¹⁵⁾은 수중운동이 만성요통을 가진 비만중년여성의 통증은 감소시켰으나 CRP에는 영향을 미치지 않았다고 보고한 반면, Lee¹⁸⁾는 요부강화운동을 카이로프랙트 치료와 병행하였을 때 배드민턴 선수들의 요통과 혈중 TNF- α 수준이 감소했으나 IL-6은 유의한 변화를 보이지 않았다고 보고한 바가 있다.

이와 같이 횡단적인 연구들에서 염증반응의 주요한 매

개체로 다루어지고 있는 혈중 염증지표인 L-1 β , IL-6, CRP 등은 요통 수준이 증가함에 따라 증가하는 것으로 보고된 반면,^{10,12,13)} 요통 환자 대상으로 규칙적인 운동이 이러한 혈중 염증지표에 미치는 효과에 관한 종단적인 연구들의 결과는 염증지표의 종류에 따라 서로 상반되게 나타났다. 또한 요통환자대상으로 규칙적인 운동이 혈중 IL-1 β 에 미치는 영향에 관한 연구는 이루어진 바가 없다. 따라서 요통환자대상으로 운동이 염증에 미치는 효과에 관한 연구가 국내외적으로 미비한 점을 고려해 볼 때, 규칙적인 운동이 앞서 언급한 다양한 혈중 염증지표들과 어떠한 관련성이 있는지에 대해 밝힐 필요가 있다고 사료된다. 또한 혈중 염증지표들은 정량적, 객관적 측정이 가능하고 측정이 용이하여 요통 환자 대상으로 운동의 효과를 평가하는 데 있어서 기준에 널리 쓰이고 있는 통증과 체력의 변화의 측정과 더불어 유용한 생리적 지표가 될 수 있을 것으로 사료된다.

이 연구의 목적은 자동차산업의 조립생산업 분야에 종사하는 요통산재근로자들을 대상으로 8주간 재활운동 프로그램 실시 전후의 유연성, 요통수준과 혈중 염증인자인 CRP, IL-1 β , IL-6 수준 등에 변화가 있는지를 조사하여, 통증감소와 함께 규칙적인 운동에 대하여 더 민감하게 반응하는 염증인자가 있는지를 검증하는 데 있다.

방 법

1. 연구대상자 선정 및 특성

운동군(exercise group)으로 국내 K 자동차 조립작업을 수행하는 생산직 근로자 중 요통으로 산재요양 후 업무 복귀 직전의 남자 근로자 15명이 선정되었으며 대조군(control group)으로 요통 병력이 없는 건강한 남자 11명이 선정되었다. 급성통증, 심장질환, 암, 고혈압, 당뇨, 동맥경화, 류마티스 관절염을 포함한 염증질환, 폐렴 등의 감염질환 그리고 정규적인 운동 프로그램의 참여경험 등이 있는 경우 혈중 염증인자 농도에 영향을 줄 수 있기 때문에 대상에서 제외하였다. 운동군의 근로자들은 추간판 탈출증과 요추염좌로 인한 작업성 요통으로 인정받아 산재요양을 하였으며, 요통 증상을 처음 느낀 시기에서 산재 판정을 받았던 시기까지 요통 유병기간이 평균 10개월 정도였다. 대부분은 요통치료로 평균 15주의 입원 및 통원에 의한 초음파 치료, 저주파 치료, 견인치료 등의 물리치료를 받았다. 요양이 끝난 후에도 허리부위에 통증을 느꼈던 근로자들을 대상으로 사내 재활운동센터에서 실시하고 있는 8주간의 재활운동 프로그램을 실시하였는데, 이들은 산재요양을 마치고 평균 15일 후에 프로그램에 등록하였다.

2. 재활운동 프로그램

재활운동 프로그램은 복합운동 방법으로 구성되었다. 운동군의 근로자들을 대상으로 K 자동차 조립 생산 공장에 위치한 재활운동센터에서 작업 복귀 직전에 8주간, 주 5일, 하루 약 3시간씩 실시하였다. 이 복합 운동은 슬링(sling) 운동, 수영, 하체와 요부 스트레칭, 짐볼(gym ball)을 이용한 허리 안정화 운동과 등산으로 구성하였다. 각 운동 전후 준비운동과 정리운동으로 정적스트레칭을 약 5~10분간 실시하였다. 본 운동은 각 운동별로 30~40분간 실시되었고 등산은 주 1회로 휴식시간을 포함하여 약 2시간에서 2시간 반 정도가 소요됐다. 운동 프로그램의 구체적인 내용은 표 1과 같다.

요부 안정화를 위한 슬링운동은 두 다리를 슬링에 걸고 supine 자세에서 골반을 좌우로 움직이기, supine 자세에서 골반 들어올리기와 prone 자세에서 복부 들어올리기 그리고 standing 자세에서 슬링을 잡고 체간을 앞과 옆으로 기울이기 등을 실시하였다.^{22,23)} 각 자세별로 먼저 복횡근을 수축하고 체간을 들어올려 10~20초간 유지한 후 천천히 체간을 내렸고 5~10회씩 2세트 실시하였다.

3. 측정방법

1) 신체계측

체중과 신장은 직립 자세로 신발을 벗은 상태에서 신장계(삼화계기, Korea)와 전자식 체중계(CAS-150A, Korea)로 각각 0.1 kg, 0.1 cm까지 측정하였고 비만도는 체질량지수로 측정하였다.

2) 요통 평가

요통정도는 시각적 통증평가표(Visual Analogue Scale: VAS)로 측정하였다.²⁴⁾ VAS는 높이 5 mm, 전체 길이가 100 mm인 가로누인 막대 모형으로 선호 수치에 의한 오류를 줄이기 위해 눈금을 표시하지 않았다. 피험자는 본인의 통증 및 장애 정도에 해당된다고 생각되는 위치를 각 설문지 문항의 아래쪽에 있는 VAS에 표시하였다. VAS에서 0은 통증이 전혀 없는 상태, 10은 가장 통증이 심한 상태를 나타내는 것이다. 각 문항에 대한 점수는 VAS의 0 시점부터 표시한 위치까지 길이를 측정하여 소수 첫째자리까지로 표시하였다.

3) 유연성 측정

재활 운동프로그램이 효과가 있었는지를 확인하기 위하여 허리의 유연성을 체전굴 검사로 측정하였다. 체전굴 검사는 지면을 0으로 하고 지면에서 위로 22 cm, 아래로 40 cm의 눈금이 새겨진 측정기(TKK 5103, Japan)를 이용하였다. 피험자를 양발을 모아 발뒤꿈치를 붙이고 발끝을 5 cm 벌리고 받침대 위에 서서 양손을 모아 손가락 끝을 펴서 측정대를 서서히 밀면서 상체를 앞으로 숙이게 하여 손가락 끝의 가장 아래의 위치를 측정대의 눈금으로 읽었다. 0에 이르지 못한 경우는 그 거리를 마이너스로 기록하였고 2회 실시해서 좋은 쪽의 수치를 기록하였다.

4) 염증인자 측정

각 피험자의 median cubital vein 또는 basilic vein으로부터 혈액을 채혈하여, 3,000 rpm의 속도로 15분 원심분리하여 혈청을 분리하였다. 분리된 혈청을 eppendorf tube에 옮겨 담아 -70°C에서 냉동 보관하였다가 검사를 진행하였다. IL-1β과 IL-6는 sandwich enzyme immunoassay kit (Quantikine, R&D System Inc., Minneapolis, MN, USA)와

Table 1. Exercise program

Exercise component	Exercise type	Exercise amount
Sling exercise	2 supine sling exercises	5 days/week 5-10 repetitions, 2 sets
	1 prone sling exercise	
	1 standing sling exercise	
Swimming	Freestyle swimming	4 days/week, 30 min
Stretching	Quadriceps stretch	3 days/week 40 min
	Hip adductor stretch	
	Supine trunk rotation stretch	
	Supine trunk twist	
	Double-knee to chest stretch	
	Upper and lower back stretch	
Gym ball	The cat	1 day/week 30 min
	Sitting pelvic tilt	
	Sitting pelvic circle	
	Back extension	
Hiking	Jackknife	1 day/week 2-2½ hrs with total 60-min break
	Up and downhill hiking	

enzyme-linked immunosorbent assay (ELISA) reader (V-MAX 220VAC, Molecular Devices, USA)를 이용하여 측정하였다. High sensitivity(hs) CRP는 CRP-Latex (II) X2 (Denka-seiken, JAPAN) 시약과 ADVIA 2400 (Siemens, USA) 장비를 이용한 라텍스 응집 비탁법(latex agglutination turbidimetric assay)으로 분석하였다.

4. 자료분석

모든 자료는 평균과 표준편차의 값으로 나타내었고, 8주간의 운동프로그램 처치 전 후 측정시점과 집단(운동군과 대조군) 간에 따른 체중, 체질량지수, 혈중 염증인자 양, 통증 및 유연성의 변화가 통계적으로 유의한지는 2×2 이원분산분석(집단×시기)을 이용하여 검증하였다. 주 효과 및 상호작용 효과가 유의한 경우 각 집단내의 처치 전후 차이는 종속 *t*-검증을 이용하여 검증하였다. 프로그램 처치 전 집단 간 연령과 체질량지수 차이가 통계적으로 유의한지는 독립 *t*-검증에 의해 검증되었다. 자료는 SPSS version 13.0 (SPSS Inc, Chicago, IL)을 이용하여 분석하였고, 통계 분석을 위한 유의도는 $P<0.05$ 수준으로 설정하였다.

결 과

1. 연구대상자의 특성

프로그램 시작 전, 집단 간 연령과 체질량지수 차이에

Table 2. Baseline characteristics of subjects

Variables	Control (n=11)	Exercise (n=15)
Age (yr)	45.18±8.14	40.66±7.09
Weight (kg)	75.72±7.17	71.84±9.08
Height (cm)	173.09±4.98	173.26±5.20
Body mass index (kg/m ²)	25.29±2.47	23.90±2.73

Values are mean±SD.

Table 3. Changes in back pain and back flexibility

Variables	Group	Pre exercise	Post exercise	Group		Period		Interaction	
				F-value	P-value	F-value	P-value	F-value	P-value
VAS (cm)	Control	0.29± 1.06	0.27±1.01	68.58 [*]	<0.001	6.65 [*]	0.016	6.34 [*]	0.018
	Exercise	4.84± 1.48	3.56±1.89 [§]						
Trunk flexion (cm)	Control	11.61± 6.84	11.65±6.95	0.25	0.419	35.33 [‡]	<0.001	34.64 [†]	0.001
	Exercise	5.92±11.68	13.96±9.97						

Values are mean±SD. VAS: Visual analogue scale.

^{*} $P<0.05$, [†] $P<0.01$, [‡] $P<0.001$: 2×2 ANOVA.

[§] $P<0.05$, ^{||} $P<0.001$: Pre vs. Post-Exercise using Paired *t*-test.

대한 독립 *t*-검증을 실시한 결과 표 2 대조군과 운동군 간 차이는 통계적으로 유의하지 않았다. 8주간의 프로그램 실시 시에 따른 체중과 체질량지수 변화에 대한 2×2 이원분산 분석결과 체중과 체질량지수 모두에서 주 효과와 집단×시기의 상호작용 효과 모두가 유의하게 나타나지 않았다. 이는 프로그램 시작 전 대조군과 운동군 간에 연령과 비만도의 차이가 없었고, 두 집단 모두에서 8주 후 체중과 비만도의 변화가 없었음을 의미한다.

2. 통증 지표의 변화

그림 1과 표 3의 결과에 의하면, 통증지표 변화에 대한 2×2 이원분산분석결과, 통증지표 측정시기와 그룹 간에 유의한 차이가 나타났으며(각각 $P<0.001$ 과 $P<0.05$), 측정시기와 집단의 상호작용효과가 유의하게 나타났다($P<0.05$). 각 집단 내 종속 *t*-검증 실시 결과 8주후 운동군의 통증정도가 유의하게 감소한 반면($P<0.05$), 대조군에서는 유의한

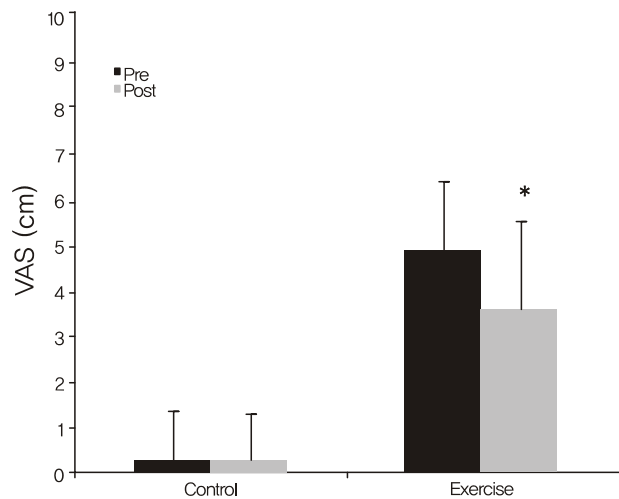


Figure 1. Back pain measured by visual analogue scale (VAS) before and after the 8-week intervention. Results show improvement from baseline at $P=0.035$.

변화를 보이지 않았다.

3. 유연성의 변화

8주간의 운동 프로그램 실시에 따른 유연성의 변화는 표 3에 나타난 바와 같다. 2×2 이원분산분석결과 유연성에서는 시기의 주 효과와 집단×시기의 상호작용 효과가 유의하게 나타났다(모두 $P<0.001$). 각 집단 내 종속 t -검증 실시 결과 8주 후 운동군에서 유연성이 유의하게 향상된 반면($P<0.001$), 대조군에서는 유의한 변화를 보이지 않았다. 운동군에서 나타난 유연성의 증가는 재활운동 프로그램의 효과가 있었음을 의미한다.

4. 혈중 염증지표의 변화

8주간의 운동 프로그램 실시에 따른 혈중 염증지표의

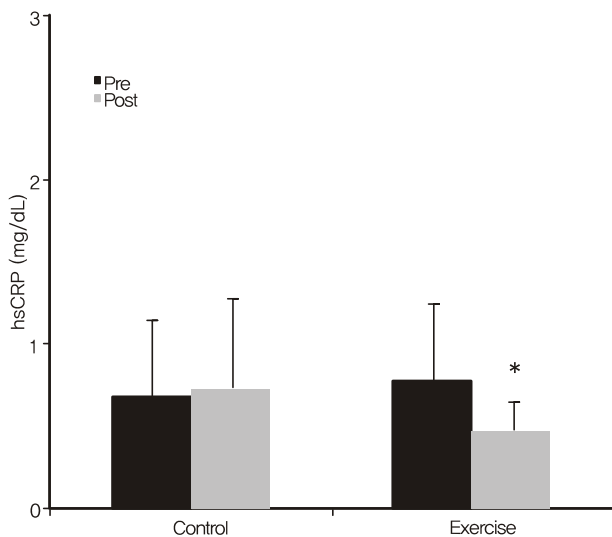


Figure 2. High sensitivity C-reactive protein (hsCRP) before and after the 8-week intervention. Results shows improvement from baseline at $P=0.02$.

변화는 표 4에 나타난 바와 같다. 2×2 이원분산분석결과 IL-1 β 와 IL-6 모두에서 주 효과와 집단×시기의 상호작용 효과 모두가 유의하게 나타나지 않았으나 hs-CRP에서는 집단×시기의 상호작용 효과가 유의하게 나타났다($P<0.05$). 이는 대조군과 운동군 모두에서 8주 후 IL-1 β 와 IL-6의 변화는 없었으나, 각 집단 내 hs-CRP 변화 양상은 집단 간 차이를 의미한다. 따라서 각 집단 내 hs-CRP에 대하여 종속 t -검증을 실시한 결과 hs-CRP가 운동군에서는 유의한 감소를 보였으나($P<0.05$), 대조군에서는 유의한 변화를 보이지 않았다(그림 2).

고 찰

이 연구는 자동차 생산업체에 종사하는 요통산재근로자들을 대상으로 산재요양 후 업무 복귀 직전의 남자 근로자 15명을 대상으로 8주간의 재활운동 프로그램 실시 전후 혈중 염증지표들인 hs-CRP, IL-1 β 와 IL-6을 측정하여 혈중 염증지표들이 운동에 대하여 다르게 반응하는지와 통증의 변화와의 관련이 있는가를 조사하고자 실시하였다. 이 연구의 결과를 종합해 보면 재활운동 프로그램 실시 후 통증이 감소하고 유연성이 향상된 것으로 나타났고, 혈중 염증지표들 중 hs-CRP만 유의하게 감소한 것으로 나타났다.

만성요통 환자의 특징은 주로 요부의 운동기능의 저하로 인해 유연성과 근력 등의 체력이 약화되는 경우가 많이 나타난다. 이러한 체력의 약화는 척추의 과부하를 초래하여 결국 요통이 더욱 악화될 수 있다. 허리의 유연성과 근력강화 운동은 경직된 요추부의 유연성을 증가시키고 척추전만을 감소시켜 요통의 완화와 예방에 효과적이다.^{14,25)} 이 연구의 결과에서 요통환자로 구성된 운동군에 있어서 재활운동 프로그램 실시 후 통증이 대조군에 비해 유의하게 감소하고 유연성이 증가한 것으로 나타나, 운동이 통증의 경감과 유연성의 향상을 가져왔다고 보고한 선행연구들의 결과와 일치하였다.^{14,15,25)} 이 연구의 운동군에서 관찰된 이러한 통증의 감소와 유연성의 증가는 8주 재활운동

Table 4. Changes in levels of serum inflammatory markers

Variables	Group	Pre Exercise	Post Exercise	Group		Period		Interaction	
				F-value	P-value	F-value	P-value	F-value	P-value
hsCRP (mg/dL)	Control	0.69±0.46	0.74±0.54	0.30	0.59	2.38	0.14	4.64*	0.04
	Exercise	0.78±0.48	0.48±0.17†						
IL-1 β (pg/mL)	Control	0.25±0.26	0.37±0.22	1.89	0.18	0.04	0.85	2.43	0.13
	Exercise	0.25±0.33	0.16±0.24						
IL-6 (pg/mL)	Control	1.35±0.90	1.37±1.09	0.87	0.36	0.33	0.57	0.46	0.50
	Exercise	1.18±1.44	0.89±0.43						

Values are mean±SD.

* $P<0.05$: 2×2 ANOVA.

† $P<0.05$: Pre vs. Post using Paired t -test.

프로그램의 효과가 있었음을 의미한다고 사료된다.

척추질환에서 통증은 주된 증상이며 치료의 중요한 목적이다.¹⁶⁾ 요통은 척추 신경근의 직접적인 손상이나 액돌 기관절(facet joint), 추간판, 신경근, 인대, 근육 등의 다양한 척추 조직에 존재하는 침해수용기(nociceptor)의 자극에 의하여 유발된다. 침해수용기의 자극은 기계적이거나 염증반응에 의해 일어난다.^{6,7,9)} 염증반응의 주요한 매개체이며 요통과 관련이 있는 염증인자로는 TNF- α , IL-1 β , IL-6, IL-8, CRP 등이 알려져 있는데,^{6,8,13)} IL-1 β , IL-6, CRP 등은 혈중 염증지표로서 통증이 증가함에 따라 증가하는 것으로 보고된 바 있다.^{10,12,13)}

요통 환자에서 규칙적인 운동이 혈중 IL-1 β 에 미치는 영향에 관하여 선행연구에서 보고된 바는 없으며, 이 연구의 결과에서는 8주 운동 후 운동군에서 대조군과 비교하여 IL-1 β 의 유의한 변화가 나타나지 않았다. 이러한 연구 결과는 운동기간이 8주로 제한된 것에서 비롯되었을 가능성이 있으며 운동기간이 길수록 혈중 IL-1 β 의 감소 가능성이 높을 것으로 사료된다. 왜냐하면 규칙적인 운동이 다른 종류의 통증과 혈중 IL-1 β 에 미치는 선행연구를 살펴보면, 무릎에 퇴행성관절염이 있는 환자를 대상으로 6개월간의 운동을 실시한 결과 무릎 통증과 혈중 IL-1 β 가 감소했다고 보고된 바가 있기 때문이다.²⁶⁾

요통환자에서 규칙적인 운동이 혈중 IL-6에 미치는 영향에 관한 선행연구로는 최근 한 연구¹⁸⁾에서 요부강화운동을 카이로프랙틱 치료와 병행하였을 때 배드민턴 선수들의 요통과 혈중 TNF- α 수준이 감소했으나 IL-6은 유의한 변화를 보이지 않았다고 보고하였는데, 요부강화운동 단독 효과에 대해서는 연구되지 않았다. 이 연구의 결과에서 운동군의 IL-6이 대조군과 비교하여 유의하게 변화하지 않은 것으로 나타나 위 연구¹⁸⁾의 결과와 일치하였다.

이 연구에서 운동군의 혈중 hs-CRP농도는 운동에 참여하지 않은 대조군과 비교하여 통계적으로 유의하게 감소한 것으로 나타났다. 요통 환자 대상으로 규칙적인 운동이 혈중 CRP와 요통에 미치는 영향에 관하여 조사한 선행연구들을 살펴보면, 최근 한 연구¹⁷⁾에서 자동차산업에 종사하는 요통산재 근로자대상으로 8주간의 복합운동 프로그램 실시한 결과 혈중 CRP 양이 유의하게 감소하였다고 보고한 반면, 다른 한 연구¹⁵⁾에서는 수중운동이 만성요통을 가진 비만중년여성의 요통은 감소시켰으나 CRP에는 영향을 미치지 않았다고 상반되게 보고하였다.

이처럼 염증지표의 종류에 따라 상반되게 나타나는 결과는 여러 요인과 관련되어 있겠지만 운동의 유형과 강도 및 훈련기간의 차이와 관련되었을 가능성이 있을 것으로 사료된다.^{20,27)} 따라서 이 연구의 제한점으로 실시된 재활운동 프로그램이 여러 종류의 운동들이 병행된 복합운동

프로그램으로 어떠한 요인이 요통감소에 효과적이었고 염증지표에 영향을 주었는지를 분석함에 있어서 어떤 한계가 있다고 할 수 있을 것이다. 그러나 이 연구의 목적이 요통과 염증수준의 감소에 효과적인 운동프로그램을 개발하는 것과 관련성이 없었으며, 이 연구는 현장연구 특성상 이미 사내에서 실시하고 있는 재활프로그램을 수정하기가 힘든 실무상의 한계점이 있었다는 점을 감안하여야 한다고 사료된다. 또한 적은 피험자수와 개인 간의 편차에 기인하여 운동훈련 전후 혈중 IL-1과 IL-6 수준의 변화가 유의성을 나타내지 않았을 가능성도 있으므로, 추후 연구에서는 좀 더 많은 연구대상자들을 대상으로 다양한 운동의 형태와 훈련기간에 따라 혈중 염증지표의 변화에 차이가 있는지를 검증하는 연구가 이루어져야 할 것으로 사료된다.

요통 환자에서 운동이 염증에 미치는 영향에 관한 메커니즘에 대하여 알려진 바가 없다. 비만도의 증가가 높아진 혈중 염증인자 수준과 관련이 있다고 보고된 바가 있다.²⁸⁾ 또한 운동을 통한 비만인의 혈중 염증인자들의 개선이 체지방감소를 통해 이루어지는 것으로 사료된다고 보고된 바가 있다.^{29,30)} 이 연구의 결과에서 재활운동 프로그램 실시 후 운동군의 비만도가 유의하게 변화하지 않은 것으로 나타나, 이에 혈중 IL-1과 IL-6 수준의 변화가 유의성을 나타내지 않았을 가능성을 사사하고 있다. 그러나 CRP 수준은 유의하게 감소한 점을 고려해 볼 때 운동이 요통 환자의 혈중 염증인자에 미치는 효과에 대한 메커니즘이 염증인자 종류에 따라 다르거나, 비만인에게서 작용하는 메커니즘과는 다를 가능성도 배제할 수 없을 것으로 사료된다.

이 연구는 중등도 정도의 요통을 가진 근로자들만을 대상으로 실시하였는데, 혈중 염증인자 수준은 통증정도 증가와 관련되어 있다는 선행연구들을 고려해 볼 때,^{10,12,13)} 다양한 강도의 통증을 가진 요통 환자에서 운동 프로그램이 통증과 염증지표에 미치는 영향을 조사하여 혈중 염증인자의 변화가 운동으로 인한 통증경감 정도를 객관적으로 정확하게 반영할 수 있는지를 밝혀내는 추가 연구가 필요하다고 사료된다. 또한 요통 환자에서 운동이 혈중 CRP, IL-1과 IL-6 이외의 다른 염증인자뿐만 아니라 IL-4와 IL-10 등의 항염증인자(anti-inflammatory factor)에 미치는 영향도 조사할 필요가 있다고 사료된다.

결론적으로 요통 산재 경험이 있는 자동차 산업에 종사하는 근로자에게서 재활운동 프로그램이 혈중 염증인자인 hs-CRP, IL-1 β 및 IL-6, 요통 그리고 유연성에 미치는 효과를 검증한 결과, 8주간의 재활운동 프로그램 실시 후 통증은 감소하고 유연성은 향상되었으며, 혈중 염증지표인 IL-1 β 과 IL-6은 유의한 감소를 나타내지 않았으나 hs-CRP는 유의하게 감소되었다. 따라서 요통 환자에서 운동이 염증을 감소시켰고 이는 통증 감소와 관련이 있는 것으로 사

료되며 정규적인 운동에 대한 반응이 측정하는 혈중 염증 지표의 종류에 따라 다르게 나타날 수 있는 것으로 판단된다. 또한 hs-CRP가 IL-1 β 와 IL-6과 비교하여 요통 환자의 현재 요통 상태와 치료에 대한 반응을 예측할 수 있는 좀 더 민감한 지표로서 유용할 것으로 사료된다.

요 약

연구배경: 염증반응은 요통을 유발하는 원인 중 하나로 밝혀지고 있다. 규칙적인 운동은 염증감소에 효과적인 것으로 알려져 있으나 운동이 요통 환자의 혈중 염증지표들과 통증에 미치는 영향에 관한 연구는 매우 부족한 실정이다. 따라서 이 연구의 목적은 요통산재근로자들을 대상으로 8주간 재활운동 프로그램 실시 전후의 요통수준과 혈중 염증지표들인 C-reactive protein (CRP), interleukin-1 β (IL-1 β), interleukin-6 (IL-6) 수준 등에 변화가 있는지를 조사하는 데 있다.

방법: 요통산재요양을 마친 남자 근로자들 15명으로 구성된 운동군의 피험자들을 대상으로 8주간의 복합 운동프로그램을 실시하였다. 대조군은 요통이 없는 건강한 남성들 11명으로 구성되었다. 모든 피험자를 대상으로 프로그램 실시 전후에 허리유연성, hs-CRP, IL-1 β , IL-6과 시각적 통증평가표에 의한 요통수준을 측정하였다.

결과: 운동군의 경우 운동프로그램 실시 후 혈중 염증지표들 중 CRP 수준만 유의하게 감소한 것으로 나타났으며 ($P<0.05$), IL-1 β 와 IL-6 수준에서 유의한 차이는 나타나지 않았다. 또한 운동군에서 통계적으로 유의한 통증을 감소 ($P<0.05$)와 유연성의 증가($P<0.001$)를 보였다. 대조군에서는 모든 측정치에서 통계적으로 유의한 변화가 나타나지 않았다.

결론: 요통근로자에게서 운동은 혈중 CRP 양과 요통의 감소 및 유연성 향상을 가져왔다. 이는 요통 환자에게서 운동의 염증감소 효과가 통증감소와 체력향상과 관련되어 있음을 나타내는 것으로 사료된다.

중심단어: 운동, 요통, 시각적 통증평가표, 염증지표

REFERENCES

- Garg A, Moore JS. Epidemiology of low-back pain in industry. *Occup Med* 1992;7:593-608.
- Hur JG. Effect on thoracic exercise programs in employees with chronic low back pain. *Korean J Occup Environ Med* 2005; 12(2):44-57.
- Park DH, Bae SK. Physiological and psychological analysis of musculoskeletal symptoms. *Korean Journal of Psychological and Social Issues* 2003;9:107-22.
- Hussain T. Musculoskeletal symptoms among truck assembly workers. *Occup Med* 2004;54:506-12.
- Iritani T, Koide I, Sugimoto Y. Strategy for health and safety management at an automobile company from the prevention of low back pain to Toyota's Verification of Assembly Line (TVAL). *Ind Health* 1997;35:249-58.
- Brisby H. Pathology and possible mechanisms of nervous system response to disc degeneration. *J Bone Joint Surg Am* 2006;88 (Suppl2):68-71.
- Le Maitre CL, Hoyland JA, Freemont AJ. Catabolic cytokine expression in degenerate and herniated human intervertebral discs: IL-1 β and TNF α expression profile. *Arthritis Res Ther* 2007;9(4):R77.
- Kang JD, Georgescu HI, McIntyre-Larkin L, Stefanovic-Racic M, Donaldson WF 3rd, Evans CH. Herniated lumbar intervertebral discs spontaneously produce matrix metalloproteinases, nitric oxide, interleukin-6, and prostaglandin E2. *Spine* 1996;21(3):271-7.
- Takahashi H, Suguro T, Okazima Y, Motegi M, Okada Y, Kakiuchi T. Inflammatory cytokines in the herniated disc of the lumbar spine. *Spine* 1996;21:218-24.
- Koch A, Zacharowski K, Boehm O, Stevens M, Lipfert P, von Giesen HJ, et al. Nitric oxide and pro-inflammatory cytokines correlate with pain intensity in chronic pain patients. *Inflamm Res* 2007;56(1):32-7.
- Wang H, Schiltenswolf M, Buchner M. The role of TNF- α in patients with chronic low back pain-a prospective comparative longitudinal study. *Clin J Pain* 2008;24(3):273-8.
- Sturmer T, Brenner H, Koenig W, Gunther KP. Severity and extent of osteoarthritis and low grade systemic inflammation as assessed by high sensitivity reactive protein. *Ann Rheum Dis* 2004;63:200-5.
- Sturmer T, Raum E, Buchner M, Gebhardt K, Schiltenswolf M, Richter W, et al. Pain and high sensitivity C reactive protein in patients with chronic low back pain and acute sciatic pain. *Ann Rheum Dis* 2005;64:921-5.
- Hayden JA, van Tulder MW, Tomlinson G. Systematic review: strategies for using exercise therapy to improve outcomes in chronic low back pain. *Ann Intern Med* 2005;142:776-85.
- Jung JG, Kim YJ, Jang SD, Moon SJ, Lee YJ, Kim JH, et al. The effect of aquatic exercise on lumbar strength, pain and inflammation markers in obese low back pain patients. *Exercise Science* 2008;17(3):299-308.
- Jeong DH, Kim SK, Seo JH. Effects of combined exercise and creatine intake to muscular function and pain in back pain patients. *The Korean Journal of Exercise Nutrition* 2009;13(3): 193-201.
- Kim SK, Jung I, Kim JH. Exercise reduces C-reactive protein and improves physical function in automotive workers with low back pain. *J Occup Rehabil* 2008;18(2):218-22.
- Lee JR. The effects of chiropractic and exercise treatments on chronic low back pain athletes' spinal problem, functional improvement, and inflammatory causative cytokinin level [dissertation]. Seoul: Korean National Sport University; 2009. Korean.
- Panagiotakos DB, Pitsavos C, Chrysoshoou C, Kavouras S, Stefanadis C. The associations between leisure-time physical activity and inflammatory and coagulation markers related to cardiovascular disease: The ATTICA study. *Prev Med* 2005;40(4):432-7.
- Balducci S, Zanuso S, Nicolucci A, Fernando F, Cavallo S, Cardelli P, et al. Anti-inflammatory effect of exercise training in subjects

- with type 2 diabetes and the metabolic syndrome is dependent on exercise modalities and independent of weight loss. *Nutr Metab Cardiovasc Dis* 2009; Epub ahead of print.
21. Pedersen BK. The anti-inflammatory effect of exercise: its role in diabetes and cardiovascular disease control. *Essays Biochem* 2006;42:105-17.
 22. Nam HC, Park KM, Choi MS, Kim EY, Park BJ, Bae YJ. The influence of sling and mat exercise to have on lumbar stability in patients with chronic low back pain. *Journal of KSSPT* 2007;3(1):47-61.
 23. Jung SY, Park AS, Baek JW, Shin HR, Lee EY, Yu BK. The effect of the sling-exercise and the lumbar-exercise on trunk muscle strength and static balance. *Journal of KSSPT* 2008;4(1):29-39.
 24. Wang JM, Kim DJ. Assessment of the spinal pain using visual analogue scale (VAS). *Journal of Korean Society of Spine Surgery* 1995;2(2):177-84.
 25. Kwon HR, Lee JH, Park EY. The effects of lumbar exercise program on pain relief and muscle function for patients with the chronic low back pain. *Korean Journal of Physical Education* 2006; 45(2):527-36.
 26. Messier SP, Loeser RF, Mitchell MN, Valle G, Morgan TP, Rejeski WJ, et al. Exercise and weight loss in obese older adults with knee osteoarthritis: a preliminary study. *J Am Geriatr Soc* 2000;48(9): 1062-72.
 27. Shin YA, Lim KI, Suk MH. Effect of aerobic exercise on C-reactive protein an inflammatory markers in obese women. *Journal of Sport and Leisure Studies* 2007;30:571-81.
 28. Visser M, Bouter LM, McQuillan GM, Wener MH, Harris TB. Elevated C-reactive protein levels in overweight and obese adults. *JAMA* 1999;282:2131-5.
 29. Kondo T, Kobayashi I, Murakami M. Effect of exercise on circulating adipokine levels in obese young women. *Endocr J* 2006; 53(2):189-95.
 30. Manns PJ, Williams DP, Snow CM, Wander RC. Physical activity, body fat, and serum C-reactive in postmenopausal women with and without hormone replacement. *Am J Human Biol* 2003;15:91-100.