요부 척추관 협착증 환자에서 영상유도장치하 중재적 미세유착박리 및 신경자극요법의 효과

*시너지병원 통증클리닉, 서울대학교 의과대학 마취과학교실

한선숙* · 이상진 · 이철중 · 이상철

The Effects of Fluoroscopy Guided Interventional Microadhesiolysis and Nerve Stimulation (FIMS) in Lumbar Spinal Stenosis

Sun Sook Han, M.D.*, Sang Jin Lee, M.D., Chul Joong Lee, M.D., and Sang Chul Lee, M.D.

*Pain Clinic, Synergy Hospital; Department of Anesthesiology, Seoul National University College of Medicine, Seoul, Korea

Background: Intramuscular stimulation (IMS) shows good results in the treatment of chronic pain patients who did not respond to other treatments such as oral analgesics, trigger point injection, nerve block and epidural steroid injection. Fluoroscopy Guided Interventional Musculoskeletal Adhesiolysis and Nerve Stimulation (FIMS) was used to stimulate the correct anatomic point using fluoroscopy. We present the results of FIMS in spinal stenosis.

Methods: 106 patients with ages ranging from 39 to 87 years were enrolled in this study. All the patients were postoperatively evaluated for the clinical outcomes such as numeric rating scale (NRS) for pain at 1 month, reduction in the analgesics dose, and the overall satisfaction rate. The patients considered to have received clinical benefit from FIMS were evaluated for the recurrence of pain by either a follow-up or telephone interview.

Results: FIMS reduced the level of pain compared with the pretreatment ($P < 0.001$). In addition, 61% of patients reported that they were satisfied. There were no procedural related serious complications. Three months after FIMS, there was continuing pain relief in 50% of the patients treated successfully.

Conclusions: FIMS is a safe and effective treatment modality for spinal stenosis. (Korean J Anesthesiol 2006; 51: 82~8)

Key Words: microadhesiolysis, nerve stimulation, spinal stenosis.

서 론

요부의 척추관 협착증은 고령환자에서 만성 퇴행성 변화로 인한 관절 비후, 골주 등으로 척추관이 좁아져서 신경근이 압박되어 증상이 나타나며 요통, 하지의 저린감 및 하지통, 신경성 간헐성 파행을 주소로 하는 질환이다.¹⁾ 고령화 사회로 되어감에 따라 척추관 협착증 환자의 수가 점차 증가하고 있고²⁾ 이에 대한 치료 방법도 다양하게 제시되고 있다.³⁾

일반적으로 심한 운동장애나 배변 장애가 있지 않은 경우에 비수술적 치료를 한다. 비수술적 치료로는 휴식, 물리

치료, 브레이스 착용, 경구용 진통제를 복용하는 등의 고식적인 치료를 하거나 스테로이드 주입과 같은 중재적 통증 치료를 할 수 있다.³⁾ 스테로이드 주입술은 방사통을 동반한 요통환자에서 해당 신경근에 국소마취제와 스테로이드를 주입하여 치료하는 것으로 좋은 제통 효과를 보이나 척추관 협착증으로 신경근 주위의 유착이 심한 경우 약물이 퍼지지 않아 효과가 없을 수 있고 스테로이드 자체의 부작용 때문에 치료를 자주할 수 없다는 단점이 있다.^{4,5)} 한편 수술적인 방법은 고령으로 인한 전신상태의 악화로 불가능할 수 있고 어떤 환자에서는 효과적이지 못하며 재수술의 가능성이 있고 또한 수술에 따른 합병증과 사망률 때문에 그 사용이 제한적이다.⁶⁾

통증 환자에서 근육 내 자극술(Intramuscular Stimulation, IMS)을 시행하여 만족할 만한 통증 감소의 결과를 얻었다는 보고가 있다.⁷⁻⁹⁾ 보통은 바늘을 플런저에 끼워 사용하나, 최근에는 투시경 하에서 정확한 해부학적 위치에 강한 자

논문접수일: 2006년 2월 9일

책임저자: 이상철, 서울시 종로구 연건동 28

서울대학교병원 마취통증의학과, 우편번호: 110-744

Tel: 02-2072-3484, Fax: 02-747-5639

E-mail: sangclee@snu.ac.kr

극을 줄 수 있고, 척추주위근과 병변이 있는 근육을 자극하는 것뿐만 아니라 신경근 주위도 자극을 하여 척추관 협착증이 있는 경우 신경근 주위 조직의 유착 박리를 할 수 있는 영상유도장치하 중재적 미세유착박리 및 신경자극요법 (Fluoroscopy Guided Interventional Microadhesiolysis and Nerve Stimulation, FIMS)이 개발되어 사용하고 있다.¹⁰⁾

이에 본 저자들은 106명의 척추관 협착증으로 진단 받은 환자를 대상으로 원형바늘(round needle)을 이용한 FIMS의 효과를 보고하는 바이다.

대상 및 방법

대상

병원 윤리위원회의 승인하에 2004년 1월부터 2005년 6월 까지 요통 및 하지 방사통을 주소로 본원에 내원하여 임상 소견과 자기공명영상 또는 전산화 단층 촬영술 소견상 척추관 협착증을 진단받고 FIMS를 시행 받은 환자 106명을

Fig. 1. Round needle.

대상으로 하였다. 각 환자들에게 시술 절차와 발생 가능한 합병증에 대한 설명을 하고 동의를 얻었다.

이러한 환자들은 약물, 물리치료, 경구용 진통제와 같은 고식적 치료방법에 효과가 없었고 경막외강 유착 제거술이나 스테로이드 주입술에 효과가 없거나 효과의 지속기간이 2주 이하로 짧은 제통 효과를 보였었다.

시술 방법

시술은 수술실에서 실시하였고 환자를 방사선 투과가 잘 되는 나무탁자에 엎드리게 한 후 탄력성이 있는 베개를 복부에 넣어 허리가 평평하게 되도록 하였다. 환자의 수액로를 확보한 후 혈압, 심전도, 산소포화도 감시기와 같은 기본적인 모니터를 실시하고 베타딘 용액으로 해당부위를 소독하였다. 환자에게 안면 산소 마스크를 통해 산소를 주고 fentanyl 100 mcg과 propofol 100 mg을 정맥내로 주사하였다.

환자의 의식이 소실되면 영상유도장치하에 원형바늘(Hanseong, Korea)(Fig. 1)을 이용하여 요통이 있는 경우 요부의 면관절 주위, 특히 유두-부 인대(mamillo-accessory ligament) 주위와 척추주위 근육, 인대를 자극하였다(Fig. 2). 또한 추간공을 통해 신경근을 자극하고 신경근 주위에 생긴 유착을 박리하였다. 자극 신경의 결정은 환자의 신경근 증상과 컴퓨터 단층촬영이나 자기공명 영상과 같은 방사선 소견을 비교하여 결정하였으며 환자의 증상과 방사선 소견이 일치하지 않은 경우에는 환자의 증상을 기준으로 하였다.

요추의 추간공절개술(foraminotomy) 시에 원형 바늘을 후측방 접근법으로 해당 부위에 거치하였다. 영상유도장치를 위쪽의 척추의 고리뿌리(pedicle)가 아래 레벨의 척추의 상관절 돌기와 일치하도록 경사위로 놓았다. 목표점은 고리뿌리의 6시 방향으로 하여 영상유도장치를 보면서 원형 바늘

Fig. 2. Anterior-posterior view of lumbar spine with needle tip in position for mamillo-accessory ligament (A), psoas muscle (B) and paraspinal muscle (C).

Fig. 3. Anterior-posterior view of lumbar spine with the 'safe triangle'.

을 삽입하였다. 이때 바늘이 Bogduk 등이¹¹⁾ 제안한 안전 삼각(safe triangle)안에 위치하도록 하였다(Fig. 3).

영상유도장치를 전후면과 측방위로 놓고 정확한 바늘의 거치를 확인하였다. 측방위에서 볼 때 바늘은 추간공의 배측면을 따라 고리뿌리 바로 아래에 위치하였고 전후면에서 볼 때에는 해당 고리뿌리의 가운데 위치 바로 아래에 위치하였다(Fig. 4).

천추 1번의 추간공절개술 시에는 영상유도장치를 전후면으로 놓거나 시행하려는 쪽으로 5-10도 정도 기울인 후 다시 머리 쪽으로 약 10-20도 정도 기울여 시행하였다. 원형 바늘의 깊이는 구멍을 통과하여 골반 내에 들어가지 않는 범위 내에서 임의로 정하였다(Fig. 5). 정확한 위치에 바늘이 거치되면 신경근을 직접적으로 찌르지 않기 위해 환자의 하지를 보면서 위아래와 좌우로 바늘을 움직이면서 자극하였다.

Fig. 4. Anterior-posterior (A) and lateral view (B) of lumbar spine with needle tip in position for L5 foraminotomy.

Fig. 5. Anterior-posterior (A) and lateral view (B) of lumbar spine with needle tip in position for S1 foraminotomy.

효과 판정

결과 평가는 시술 전과 시술 후 1개월에 면담 또는 전화 통화를 통해 통증의 숫자 등급 척도(numeric rating scale, NRS)를 측정 하였고 NRS의 감소를 보인 환자에서 치료 후 효과 지속기간을 조사하였다. 또한 다시 같은 상황에 처한다면 같은 치료를 받겠냐는 질문과 전반적인 시술에 대한 환자들의 만족도를 ‘매우 만족, 만족, 보통, 불만족, 모르겠

다’로 표현하도록 하여 만족과 매우 만족이라고 답한 환자를 ‘만족한다’로 포함시켰다. 치료에 효과가 없었던 환자에서는 치료 실패로 간주하고 다른 치료를 시행하였다.

통계 방법

시술 전 NRS와 1개월 후의 NRS에 대해 각각 평균 $\pm$ 표준편차로 표기하였고 이 값의 비교는 paired t-test로 검정하였다. 치료 후 통증의 재발에 대해서는 Kaplan-Meier방법을 이용한 생존분석을 하였다.

통계의 분석은 SPSS (SPSS Inc., Chicago, IL, USA)로 시행하였고, $P < 0.05$ 인 경우를 통계학적으로 유의한 것으로 간주하였다.

Table 1. Patient Characteristics

Variables	Incidence (%)	Median (range)
M/F	30/70	
Ages (yr)		68 (39-87)
Period of complaints (months)		36 (1-240)
Pain in the back	83	
Radiation to: upper leg	71	
lower leg	86	
Foraminotomy level		
Monosegmental: L4	4	
L5	28	
S1	23	
Multisegmental	46	

Table 2. Outcome Assessment

Variables	Incidence (%)	Mean $\pm$ SD
Pre-NRS		6.0 $\pm$ 1.9
1 month NRS		4.0 $\pm$ 2.5*
Reduction in analgesics	38	
Satisfaction	63	

NRS: numeric rating scale. * $P < 0.001$ vs pre-VAS.

결 과

척추관 협착증으로 FIMS를 시행 받은 환자 106명이 본

Fig. 6. Kaplan-Meier plot to show the estimated probability of sustained pain relief after FIMS in successfully treated patients with spinal stenosis.

Table 3. Statistical Analysis of the Pre-treatment Variables in Patient with a Pain Reduction Compared to Patients with no Improvement

Variables	Improvement (n = 67)	No improvement (n = 39)	P value
Male : Female (%)	34 : 66	23 : 77	0.159
Ages (years)	69 (41-82)	68 (39-87)	0.727
Period of complaints (months)	36 (1-240)	38 (1-240)	0.770
Pain in the back (%)	81	87	0.278
Radiation to: upper leg (%)	67	77	0.200
lower leg (%)	84	90	0.283
Pre-NRS*	6.0 $\pm$ 1.8	6.0 $\pm$ 1.9	0.991
Multisegmental group (%)	35	68	0.003 [†]

*Values are mean $\pm$ SD, [†] $P < 0.001$ vs pre-NRS.

연구에 포함되었다. 증상이 있는 신경근에 대한 추간공절개술을 시행한 위치는 요추 4번이 4%, 요추 5번이 28%, 천추 1번이 23%, 두 레벨 이상이 46%였다(Table 1). 1개월 후 추적관찰에서 67명이 NRS가 감소하였고 시술 전 NRS에 비해 시술 후 NRS가 통계적으로 유의 있는 감소를 보였다($P < 0.001$). NRS 감소가 있었던 67명의 환자 중에서 시술 후 38%에서 진통제 사용의 감소를 보였고, 63%에서 시술 후 만족한다고 답했다(Table 2).

통증의 감소가 있다고 대답한 환자 67명 중 추적관찰이 되지 않은 6명을 제외한 61명을 대상으로 통증의 감소를 보인 기간에 대한 면담 또는 전화 면담을 한 결과 3개월의 median-survival time을 보였다(Fig. 6).

시술 후 통증의 감소를 보인 군과 그렇지 않은 군에 대한 성별, 연령, 유병 기간, 통증 부위, 시술 전 NRS는 통계적으로 유의한 차이를 보이지 않았다(Table 3). 그러나 증상이 있는 신경근이 둘 이상인 경우 하나인 경우에 비해 통계적으로 의미 있게 통증의 호전이 없었다($P < 0.05$).

고 찰

요하지통은 미국에서 평생유병률이 75% 이상으로서 감기 다음으로 흔한 증상이며 연간유병률은 15-45%로 다양하게 보고되고 있다. 요하지통을 일으키는 주된 질환으로는 급성 요부 염좌, 추간판 내장증, 추간판 탈출증, 면관절 증후군, 척추관 협착증, 척추 수술 후 요통 증후군, 근성 요하지통 등이 있고 이중 요부 척추관 협착증은 고령 인구에서 요하지통의 흔한 원인이다.⁵⁾

척추관 협착증의 치료는 보존적 치료와 중재적 시술, 수술적 치료로 나눌 수 있다. 보존적 치료 중에서 약물 요법에는 항염작용과 진통작용이 있는 비스테로이드성 소염진통제, 혈류개선에 도움이 되는 prostaglandin E1, 항우울제, 아편양제제 등이 사용된다.³⁾ 중재적 통증치료에는 신경관의 형태를 바꾸지 않으면서 신경의 상태를 개선함으로써 증상을 완화시키는 스테로이드 주입법과 영상증강장치를 이용하여 좁아진 신경관에 카테터를 거치하여 이 관을 통해 고장성 식염수와 국소마취제와 스테로이드를 주입하는 경막외 유착제거술, 유착 반흔의 형성 및 섬유화가 있는 경우 경막외 내시경을 이용하여 병변 부위를 식염수로 관류, 세정하면서 물리적으로 유착을 풀어준 후 카테터를 넣는 경막외 내시경 후 유착제거술이 있다.^{4,12)}

그러나 대부분의 요하지통의 치료는 특히, 노령의 환자에서 흔히 부작용이 나타난다. 경구용 진통제로 사용되는 비스테로이드성 소염진통제의 경우 연령이 증가함에 따라 위장관의 출혈의 위험이 2-5배 증가하고 신장, 심혈관계, 중추신경계, 조혈계 부작용도 연령이 증가하면서 더욱 흔하

다. 아편양 제제와 근육이완제의 사용은 60세 이상의 환자에서 넘어질 위험성이 증가한다는 보고가 있다(교차비 1.54). 안정은 골다공증을 유발하여 이에 따른 척추의 압박골절과 같은 위험성을 가중시킨다.¹³⁻¹⁵⁾

또한 경막외 스테로이드 주입술이나 신경근 주위에 직접 약제를 투여하는 경우 반복적인 스테로이드 사용으로 인한 합병증이 증가한다.⁵⁾ 경막외 내시경은 직접 병변을 보면서 유착을 물리적으로 풀어주는 주어 효과적이라는 장점이 있으나¹²⁾ 고가의 장비가 필요하다는 단점이 있다.

이에 약물을 사용하지 않고 바늘로만 통증을 치료하는 치료방법이 개발되었고 우리나라에서 여러 저자들이 치료 효과를 발표하고 있다. Park 등은⁷⁾ 수근관 증후군 환자에서 IMS를 시행하여 우수한 치료효과를 얻었다는 증례를 보고 하였다. Kim 등은⁸⁾ 만성통증 환자에서 IMS를 시행한 후 통증점수와 체열촬영 결과를 비교한 연구에서 치료 전과 비교하여 통증점수가 감소하였고 통증부위와 대칭되는 반대측 부위 또는 근접한 정상부위와의 온도차이가 정상 범위에 속했다고 보고하였다. Kim 등은⁹⁾ 18명의 척추수술 후 증후군 환자에게 IMS를 이용한 치료에서 증상이 호전되었음을 보고하였다. 또한 Ahn 등은¹⁰⁾ 71명의 만성통증 환자를 대상으로 FIMS를 이용한 치료에서 추간판 탈출증, 척추관 협착증, 자기공명영상 혹은 전산화 단층 촬영술 소견상 특이소견은 없으면서 방사통을 호소하는 분절의 원심성 기능 이상(segmental efferent nerve dysfunction)이 있는 군에서 통계적으로 유의한 통증감소 효과가 있었다고 보고하였다.

IMS는 근육의 일정한 부위에 바늘로 자극하여 신경 반사를 일으킴으로써 비정상적인 신경의 신호전달체계를 치료하는 방법이다. 캐나다 의사인 Gunn에 의해 개발이 되었으며 전형적인 치료의 효과로서 운동 기능의 개선, 피부 온도의 상승과 통증의 제거를 들 수 있다.¹⁶⁾ IMS는 Canon과 Rosenbluth의 신경 초과민성 (denervation supersensitivity)의 법칙에 근거한다.¹⁷⁾ 몇 개의 원심성 뉴론은 한 단위가 손상되면 그 이하 부분의 화학적 자극물질에 대한 흥분성, 즉 신경의 활성화도가 비정상적으로 증가하며 이것은 손상을 직접 받은 부위에서 최대로 나타난다. 원인으로는 암, 독성, 외상, 허혈, 대상성, 감염, 영양결핍, 선천성 질환, 퇴행성 변화 등에 의하며 가장 많은 원인으로는 척추증(spondylosis)에 의한 신경 손상이다.¹⁷⁾ Gunn은 척추 주위에서 눈에 보이지 않는 매우 단단한 연부 조직의 변화를 통해 일어나는 부위를 바늘로 반복하여 자침하는 것이 치료에 가장 효과적이라 하였다. 또한 바늘에 의한 작은 손상 후에 나타나는 미세한 전류는 세포의 분화에 있어서 중요한 매개체이다.¹⁸⁾

IMS에는 몇 가지 방법이 있는데 방법에 따라서 단순 IMS, Gunn's IMS, IMNS (Interventional Microadhesiolysis and Nerve Stimulation)와 FIMS (Fluoroscopy Guided Interventional

Microadhesiolysis and Nerve Stimulation)로 나눌 수 있다. FIMS가 다른 방법의 IMS와 다른 점은 반드시 영상유도장치 하에서 이루어져야 하며 그로 인해 정확한 해부학적 위치에 강한 자극을 줄 수 있고, 척추주위근과 병변이 있는 근육을 자극하는 것뿐만 아니라 신경근 주위도 자극을 하며 척추관 협착증이 있는 경우 신경근 주위 조직의 유착 박리가 이루어질 수 있다는 것이다. 따라서 FIMS에서는 굵고 넓은 원형 바늘(round needle)을 사용하게 되며 이것은 끝이 무더 불필요하고 치명적인 신경 혹은 혈관의 손상을 막을 수 있다. 이 바늘은 후면관절의 자극이나 연부조직의 미세유착박리 혹은 미세섬유소의 제거에 유용하다. 그러나 바늘이 굵어 신경근 주위에서 사용할 때는 반드시 투시경을 사용해야 한다. 또한 FIMS를 시행할 때에는 통증이 심하므로 propofol, fentanyl로 환자를 진정 시키고 시행을 하는 것이 보통이다.¹⁰⁾

FIMS에서 바늘을 접근을 하는 방법이 몇 가지가 있으며 가장 간단한 방법은 척추의 면관절 주위, 특히 유두-부 인대 근방이나 척추 주위 근육, 인대를 자극하는 것이다. 그 다음으로는 추간공을 통해서 신경근을 자극하는 것이고 이로서 신경관 협착증이 있는 경우 발생 가능한 신경근 주위 유착을 박리하게 된다. 이것은 경막외강 유착 제거술에서 고장성 생리식염수를 이용한 화학적 제거술과는 달리 원형 바늘을 이용한 기계적인 박리가 가능한 방법이다. Devulder 등은¹⁹⁾ 경막외강 유착 제거술을 대상으로 한 연구에서 유착 박리 후 반드시 조영술상에서 그 결과가 나타나지 않고 또한 조영술상에서 조영제가 잘 퍼진다고 하더라도 환자의 증상 호전과는 일치하지 않는다고 하였다. 이에 본 연구에서 원형 바늘을 이용한 유착 박리 후 조영술을 시행하지는 않았다. 마지막으로 경척추관 접근(interlaminar approach)으로 경막과 후종 인대를 자극하는 방법으로 경막에 손상을 줄 수 있으므로 상대적으로 어려운 접근법이며, 시행할 때에는 반드시 투시경 하에서 바늘의 위치를 확인해야 한다.

본 연구에서 척추관 협착증의 치료에서 보존적 치료에 반응이 없거나 또는 치료 후 자주 재발하는 경우에 비수술적 치료와 함께 FIMS를 했을 때 통증이 통계적으로 유의 있게 감소하였다. 또한 노인 환자에서 흔한 척추관 협착증의 치료에 약물을 전혀 사용하지 않고 효과를 낼 수 있다는 점에서 그 의의는 더 크다고 하겠다. 그러나 FIMS는 비교적 최근에 시행되었고 본원에서 척추관 협착증을 비롯하여 다른 만성통증 환자에서 300예 이상을 시행하여 합병증이 없는 좋은 결과를 얻었으나 아직은 여러 기관에서 사용하지 않는 기술이므로 더 많은 연구가 필요할 것으로 생각된다.

결론적으로, 본 연구를 통해 척추관 협착증으로 인한 요

하지통 환자에서 고식적인 치료에 반응이 없거나 또는 치료 후 자주 재발하는 경우에 FIMS가 약물이나 치료로 인한 부작용을 최소화 할 수 있는 안전하며 효과적인 방법으로 고려해 볼 수 있겠다.

참 고 문 헌

1. Arnoldi CC, Brodsky AE, Cauchois J: Lumbar spinal stenosis and nerve root entrapment syndromes. Clin Orthop 1976; 115: 4-5.
2. Ciol MA, Deyo RA, Howell E, Kreif S: An assessment of surgery for spinal stenosis: time trends, geographic variations, complications, and reoperations. J Am Geriatr Soc 1996; 44: 285-90.
3. Tadokoro K, Miyamoto H, Sumi M, Shimomura T: The prognosis of conservative treatments for lumbar spinal stenosis: analysis of patients over 70 years of age. Spine 2005; 30: 2458-63.
4. Jeon BY, Ryu SJ, Jang TH, Kim SH, Kang SH, Chung HS: The effects of selective spinal nerve root steroid injection for low back pain and radicular pain in patients with intervertebral disc herniation or spinal stenosis. Korean J Anesthesiol 1997; 32: 110-5.
5. Loeser JD: Bonica's management of pain. 3rd ed. Philadelphia, Lippincott Williams & Wilkins. 2001, pp 1508, 1561-2.
6. Yuan PS, Booth RE, Albert TJ: Nonsurgical and surgical management of lumbar spinal stenosis. Instr Course Lect 2005; 54: 303-12.
7. Park JS, Park BS, Lee YJ: The effect of intramuscular stimulation (IMS) in carpal tunnel syndrome: a report of 4 cases. Korean J Anesthesiol 2005; 48: 666-70.
8. Kim HK, Kim SH, Kim MJ, Lim JA, Kang PS, Woo MS, et al: Intramuscular stimulation in chronic pain patients. Korean J Pain 2002; 15: 139-45.
9. Kim JK, Lim KJ, Kim C, Kim HS: Intramuscular stimulation therapy in failed back surgery syndrome patients. Korean J Pain 2003; 16: 60-7.
10. Ahn K, Lee YJ, Lee SC, Lee CW, Lee YC: Clinical effect of fluoroscopy guided interventional muscle and nerve stimulation (IMNS) on intractable spinal origin pain. Korean J Anesthesiol 2004; 47: 96-100.
11. Bogduk N, Aprill C, Derby R: Epidural steroid injections. St Louis, CV Mosby. 1995, pp 422-44.
12. Lee WY, Jeong YS: The effects of epiduroscopy in spinal stenosis. Korean J Pain 2002; 15: 154-8.
13. Johnson A, Day R: The problems and pitfalls of NSAID therapy in the elderly (Part I). Drugs Aging 1991; 1: 130-43.
14. Leipzig R, Cumming R, Tinetti M: Drugs and falls in older people: a systematic review and meta-analysis. J Am Geriatr Soc 1990; 47: 30-9.
15. Bloomfield S: Changes in musculoskeletal structure and function with prolonged bed rest. Med Sci Sports Exerc 1997; 29: 197-206.
16. Gunn CC: The Gunn approach to the treatment of chronic pain. 2nd ed. Philadelphia, Churchill Livingstone. 1996, pp 1-37.

17. Cannon WB, Rosenblueth A: The supersensitivity of denervated structures. New York, The Macmillan Company. 1949, pp 1-22, 185.
 18. Becker RO: Induced dedifferentiation: a possible alternative to embryonic stem cell transplants. Neurorehabilitation 2002; 17: 23-31.
 19. Devulder J, Bogaert L, Castille F, Moerman A, Rolly G: Relevance of epidurography and epidural adhesiolysis in chronic failed back surgery patients. Clin J Pain 1995; 11: 147-50.
-