

요척주관 협착증 혹은 추간판 탈출증 환자에서 실시한 경추간공 경막외 스테로이드 주입의 결과에 관한 분석

계명대학교 의과대학 마취통증의학교실, *정형외과학교실

홍지희 · 이용철 · 이한민 · 강철형*

An Analysis of the Outcome of Transforaminal Epidural Steroid Injections in Patients with Spinal Stenosis or Herniated Intervertebral Discs

Ji Hee Hong, M.D., Yong Chul Lee, M.D., Han Min Lee, M.D., and Chul Hyung Kang, M.D.*

Departments of Anesthesiology and Pain Medicine, *Orthopedic Surgery, Dong San Medical Center, Keimyung University School of Medicine, Daegu, Korea

Background: Spinal stenosis and herniated intervertebral discs are the principal causes of lumbosacral radiculopathy. This study was conducted to compare the therapeutic value and duration of pain relief of fluoroscopic guided transforaminal epidural steroid injections (TFESIs) in patients with refractory radicular leg pain.

Methods: Between August 2006 and March 2007, 87 patients (H group: patients with herniated intervertebral disc, S group: patients with spinal stenosis) who met the inclusion criteria were treated with fluoroscopic guided TFESIs. Prior to treatment, the VAS and ODI scores were determined to evaluate the degree of pain and level of disability. The degree of pain relief was then assessed 1 month after treatment with the TFESIs and graded as excellent (no residual pain), good (improvement of pain symptoms by more than 50%), fair (improvement of pain symptoms by less than 50%) and Poor (no improvement of pain). In addition, the duration of pain relief was evaluated by regular outpatient visits for 6 months, and by telephone interviews after 6 months.

Results: The H and S group both had excellent results at 1 month after treatment with TFESIs showing improvements of 44.1% and 20.8% respectively. However this difference was not significant between groups. In addition, a duration of pain relief greater than 6 months was achieved in 32.4% of the patients in the H group and 37.7% of those in the S group.

Conclusions: TFESIs had a similar degree of therapeutic effectiveness and duration of pain relief in patients with spinal stenosis and herniated intervertebral discs. (Korean J Pain 2008; 21: 38-43)

Key Words: duration of pain relief, transforaminal epidural steroid injections.

서 론

요하지통이 발생하는 원인은 매우 다양하며 추간판 탈출증에 의한 신경근병증, 척추관 주위의 인대증식, 추간관절의 퇴행성 변화에 의한 척추관 협착증, 추간판 내

장증에 의한 방사통 등이 있으며 그에 따른 치료법도 각각의 원인에 따라 다양한 치료가 이루어지고 있다.¹⁾

경막외강 스테로이드 주입은 이러한 환자들의 증상 완화를 위한 한 치료법으로서 사용되어져 왔으나 그 성공률은 20-100%로 다양하게 보고되며, 6개월 이상의 장기적인 효과가 있는가에 관해서도 많은 논란의 여지

접수일 : 2008년 1월 25일, 승인일 : 2008년 3월 10일
 책임저자 : 홍지희, (700-712) 대구시 중구 동산동 194
 계명대학교 의과대학 동산의료원 마취통증의학과
 Tel: 053-250-7288, Fax: 053-250-7240
 E-mail: pain1004@dsmc.or.kr

Received January 25, 2008, Accepted March 10, 2008
 Correspondence to: Ji Hee Hong
 Department of Anesthesiology and Pain Medicine, Dong San Medical Center, Keimyung University School of Medicine, 194, Dongsan-dong, Jung-gu, Daegu 700-712, Korea
 Tel: +82-53-250-7288, Fax: +82-53-250-7240
 E-mail: pain1004@dsmc.or.kr

가 있다.^{1,3)} 상기와 같은 일관적이지 못한 결과들이 보고된 이유로는 서로 다른 병변을 가진 다양한 환자들(추간관 탈출증, 요척주관 협착증, 척추전방 전위증, 척추수술 후통증 증후군)을 연구대상에 포함하였고 시술 방법도 투시장치를 사용하지 않고 맹검법으로 시행한 경우도 모두 포함되어 그 정확성에 한계가 있다고 볼수 있다. 경막외강 스테로이드 주입의 방법은 미추 접근법, 정중 접근법, 방정중 접근법, 경추간공 접근법이 있으며 이중 경추간공 접근법은 반드시 투시하에 실시하는 전방 접근법으로 병변 신경근이 기시하는 추간공을 통하여 신경근에 직접 스테로이드를 투여하는 방법으로 적은 용량으로 원하는 부위에 고농도의 스테로이드를 주입할 수 있어 치료 효과 면에서 다른 방법에 비해 장점을 가진다.^{1,4,5)}

척주관 협착증과 추간관 탈출증은 서로 다른 질환이나 공통적인 통증 발생 원인으로 기계적 압박 외에도 신경근 주위의 염증성 변화가 주된 기전으로 생각되며 따라서 경막외강 스테로이드 주입 시 스테로이드에 의한 항염증 효과로 통증 완화가 기대되나 통증완화의 기간은 보고자에 따라 다양하다.^{2,5)}

따라서 본 연구는 경구 약물 요법에 실패한 요척주관 협착증 혹은 추간관 탈출증 환자들을 대상으로 투시하의 경추간공 경막외 스테로이드 주입(transforaminal epidural steroid injection, TFESI)을 하였을 때 그 효용성 및 통증 완화 기간에 차이가 있는지 알아보려고 시행하였다.

대상 및 방법

2006년 8월부터 2007년 3월까지 요하지 통증으로 내원한 환자들 중 통증의 원인이 요척주관 협착증 혹은 추간관 탈출증인 경우, 2주 이상의 경구 약물 복용에 실패한 환자들을 대상으로 하였으며 모든 환자들에게 시술에 관한 설명 후 서면동의서를 받았다.

각 환자의 진단은 환자의 병력 청취, 이학적 검사 및 방사선과 소견을 종합하여 진단하였다. 각 군의 분류로서 요하지 통증의 주된 원인이 추간관 탈출증인 경우 H군, 요척주관 협착증은 S군으로 하였다.

추간관 탈출증은 자기공명영상(magnetic resonance imaging, MRI)에서 추간관 탈출부위와 일치된 피부 분절을 따라 방사통이 있거나 수핵에 의해 신경근 눌림이 확인되는 경우, 요척주관 협착증은 MRI에서 척주관 협착소견이 있고 환자가 간헐적 파행을 호소하며, 하지저상

검사에서 음성, 족배동맥에서 맥박이 만져지는 경우로 하였다.

시술 전 모든 환자들에게 통증 및 육체적 장애의 정도를 각각 시각아날로그척도[visual analogue scale (VAS), 0 = 통증 없음, 10 = 상상할 수 없을 정도의 극심한 통증]와 Oswestry disability index (ODI)를 측정하였다. ODI는 육체적 장애를 평가할 수 있는 척도로서 구조화된 설문지를 사용하여 평가하였고, 장애의 정도는 %로 환산하여 0%는 육체적 장애가 전혀 없음, 그리고 100%는 최고의 육체적 장애를 가진 것으로 판단하였다. 그 외에도 환자와의 면담을 통해 통증 기간, 통증 양상, 보행 거리 등을 기록하였다. 시술을 한 후 1주일 뒤, 1달 뒤에 각각 경과 관찰을 하여 VAS와 ODI를 측정하였다. 남아있는 통증 정도가 치료 전에 비해 거의 없으면 매우 우수(excellent), 50% 이상 호전되면 우수(good), 호전되었으나 그 정도가 50% 미만이면 양호(fair), 전혀 호전이 없으면 나쁨(poor)으로 정의하였다. 치료 후 6개월이 지난 시점부터 전화로 경과 관찰을 시행하였으며 환자에게 직접 문진하여 통증 완화기간을 확인하였다.

TFESI는 모든 환자에서 영상증강장치를 이용하여 고식적인 방법을 통해 시행하였다. 환자를 투시 테이블에 엎드리게 한 후 요추부가 약간 굴곡되도록 10 cm 높이의 베개를 복부에 받치고, 시술 부위를 C-arm으로 확인 후 10% 포비돈으로 소독하였다. 원하는 요추레벨을 전후 영상에서 확인한 후 하부 종관이 일치하도록 전후 사위 각도를 조절하고, 극돌기가 추체의 외연까지 겹치는 부분까지 영상증강장치를 돌려서 측면 사위 영상을 얻었다. 바늘 자입부를 1% lidocaine으로 침윤한 후 20 G, 9 cm 길이의 Tuohy 바늘을 사용하여 추경의 6시 방향으로 터널시야를 이용하여 바늘을 전진시켰다. 바늘 끝의 최종적인 위치는 척추의 전후 영상에서 추경의 중앙 직하부, 측면 영상에서 신경공의 전상방에 위치하도록 하였다. 이 부위는 추경의 기부, 추간공 부근 추체의 외연, 신경근과 후근신경절의 가상의 연결선으로 구성되는 안전삼각지대(safety triangle) 내에 위치한다. 만약 이상각각이 관찰되는 경우는 Tuohy 바늘을 수 mm 정도 후진하여, 이상각각이 관찰되지 않는 위치에 신경차단침의 선단을 위치시킨 후 흡인하여 혈액이나 뇌척수액이 나오지 않는 경우 조영제 2 ml를 주입하여 혈관 내, 지주막강 내 및 목표점 이외 부위로의 주입 여부를 확인하였다. 방사선 소견상 신경근과 경막외강에 잘 퍼지는 것을 확인한 후 전후, 측면 영상을 얻고 만족할 만한 조영제 확산 소견이 관찰된 경우에 2% mepivacaine 1 ml와

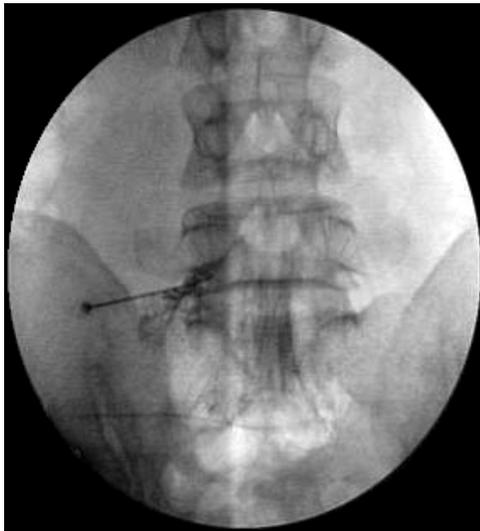


Fig. 1. Anteroposterior view of transforaminal epidural steroid injections done at the L5-S1 level.



Fig. 2. Lateral view of transforaminal epidural steroid injections.

triamcinolone acetate 40mg, hyaluronidase (H-lase, 1,500 U/ml, CP pharmaceutical, England), 조영제 2 ml의 혼합액 4 ml을 주입하였다(Fig. 1, 2). 만족할 만한 조영제 확산 소견으로서 시술 레벨의 신경근과 추체 줄기(pedicle) 내측으로 경막외강이 잘 조영되는 경우로 정의하였다.

자료의 분석은 SPSS 12.0 (SPSS for Windows, SPSS Inc, USA)을 사용하였으며 모든 값은 평균 ± 표준편차, 혹은 환자의 수로 표시하였다. 인구통계학적 자료 및 시술 전과 후의 두 군 간 VAS와 ODI의 평균값 비교는

Table 1. Demographic Data

	Group H (n = 34)	Group S (n = 53)
Sex (M/F)	21/13	28/25
Weight (kg)	66.7 ± 10.6	65.2 ± 16.3
Height (cm)	161.4 ± 8.7	160.1 ± 15.3
Duration of pain (months)	7.1 ± 17.3	7.2 ± 11.5

Values are mean ± SD. Group H: patients with lumbar herniated intervertebral disc, Group S: patients with lumbar spinal stenosis.

Table 2. Outcome of TFESI at 1 Month Follow up

	Group H (n = 34)	Group S (n = 53)
Changes in ODI (pre-post TFESI)	29.0 ± 15.2	32.1 ± 15.7
Changes in VAS (pre-post TFESI)	26.9 ± 13.4	32.7 ± 18.3
Poor	2 (5.9%)	8 (15.1%)
Fair	7 (20.6%)	14 (26.4%)
Good	10 (29.4%)	20 (37.7%)
Excellent	15 (44.1%)	11 (20.8%)

Values are mean ± SD or number of patients (%). TFESI: Transforaminal epidural steroid injection, Group H: patients with lumbar herniated intervertebral disc, Group S: patients with lumbar spinal stenosis, ODI: Oswestry disability index, VAS: visual analogue scale, Pre: Pretreatment score of VAS or ODI, Post TFESI: VAS or ODI score after 1 month later TFESI, Excellent: no residual pain, Good: improved pain symptom more than 50%, Fair: improved pain symptom less than 50%, Poor: no improvement of pain.

unpaired t-test를, 시술 후 통증 완화의 정도와 그 기간에 따른 환자 분포의 비교는 chi-square test를 사용하였다.

결 과

요하지 통증을 호소하여 본 통증 클리닉을 방문한 총 87명의 환자를 대상으로 하였으며, 성별은 남자 49명, 여자는 38명이었다. H군과 S군의 인구통계학적인 비교에서 키, 체중, 통증 기간 등은 두 군 간 유의한 차이가 없었다(Table 1). 시술 전 통증의 정도와 ODI로서 H군은 각각 70.0 ± 12.2 mm, 41.7 ± 13.2%, S군은 69.1 ± 11.6 mm, 44.7 ± 15.4%로 두 군 간 유의한 차이가 없었다. 시술의 회수는 H군은 1.8 ± 0.3, S군은 1.7 ± 0.4회 시행하였다. 시행된 부위로서 L5-S1은 H군 72.1%, S군 69.3%에서, L4-5는 H군 27.9%, S군 30.7%에서 시행되었으며

Table 3. Total Pain Relief Duration

	Group H (n = 34)	Group S (n = 53)
≤ 1 month	10 (29.4%)	17 (32.1%)
1–3 month	6 (17.6%)	7 (13.2%)
3–6 month	7 (20.6%)	9 (17.0%)
≥ 6 month	11 (32.4%)	20 (37.7%)

Values are number (%) of patients. Group H: patients with lumbar herniated intervertebral disc, Group S: patients with lumbar spinal stenosis.

두 군간 유의한 차이는 없었다. 치료 후 한 달째 통증의 경과를 조사하여 시술 전에 비해 VAS와 ODI의 감소 정도는 H군과 S군은 유의한 차이가 없었다. 통증 완화 정도가 excellent인 경우가 H군에서 15/34명(44.1%)으로 높은 경향을 보였으나 두 군 간 통계적 유의성은 없었다 (Table 2). H군의 2명, S군의 4명에서 치료 후에도 적절한 통증 완화가 없어 수술을 받았다. 치료 후 통증 완화의 기간은 1개월 이하인 경우가 H군은 29.4%, S군은 32.1%, 6개월 이상인 경우가 H군은 32.4%, S군은 37.7%로서 두 군 간 유의한 차이를 보이지 않았다(Table 3).

고찰

신경근 자극을 줄 수 있는 원인으로 추간판이나 후종인대, 추간관절의 퇴행성 변화에 의한 물리적 압박 외에도 탈출된 추간판에서 분비되는 phospholipase A2, substance P에 의한 화학적 자극이 매우 중요한 역할을 하며 결과적으로 신경근 주위의 정맥 울혈, 부종을 일으켜 통증을 발생하게 된다. 탈출된 추간판의 수핵 성분 자체는 염증성 변화를 일으키며 개의 경막외강에 삽입된 수핵은 화학적 혹은 면역학적 염증 반응을 일으킨다고 한다.⁶⁾ 요척주관 협착증에서 발생하는 통증의 병인은 어느 한 가지 이론으로 설명되기 어려우며 앞에서 제시된 염증성 이론 외에도 정맥 울혈, 기계적 압박, 혈행 장애 등 다양한 이론이 제시되고 있다.^{7,8)} 추간판 탈출증 환자 외에 요척주관 협착증 환자에게도 스테로이드 주입을 한 이유는 비록 통증 발생의 여러 원인이 제시되고 있지만 주입된 스테로이드에 의한 prostaglandin 합성의 방해, 침해성 C 섬유 전도 차단, 신경근 주위의 부종을 조절함으로써 통증 완화효과가 기대되기 때문이다.

본 연구에서 S군 H군 모두에서 TFESI의 방법을 사용하였는데 추궁 간 혹은 미추 접근법에 비해 TFESI는 통증 유발 물질이 많이 존재하고 있는 전경막외강과 추간

판 후면, 후종 인대 근처로 직접적으로 약물을 보낼 수 있기 때문에³⁾ 더욱 훌륭한 통증 완화가 기대된다. Ackerman과 Ahmad는⁴⁾ 추간판 탈출증 환자들 중 천골 1번 신경병증이 있는 환자들을 대상으로 시행한 TFESI 연구에서 추궁 간, 미추 접근법에 비해 훌륭한 통증 조절을 보고하였다. 그러나 TFESI의 방법이 다른 방법에 비해 통증 완화의 기간도 의미있게 연장시킬 수 있는가에 관한 연구는 없는 실정이며 이에 관한 비교 연구가 필요하리라 생각한다. TFESI는 비록 상기와 같은 장점을 가지고 있으나 스테로이드의 혈관 주입에 의한 척수 손상과 하지 마비가 보고되면서 그 유용성에 문제 제기된 바 있으므로 반드시 영상증강장치를 사용하여 조영제로 혈관주입 여부를 확인함이 매우 중요하다.⁹⁾

TFESI는 안전삼각지대를 목표로 하는 고식적인 방법과 디스크 후방접근법이 있다. 디스크 후방접근법이 고식적인 방법에 비해 통증 완화면에서 더욱 우수하다는 보고가 있으나,¹⁰⁾ 목표지점이 상관절 돌기의 외측으로 접근하기 때문에 추간판을 관통할 수 있는 위험이 있다.¹¹⁾

요하지 통증에 대한 TFESI의 치료 효과를 진단명 별로 비교해보면, 추간판 탈출증인 경우 1.7회 시술 후 평균 1.4년 추적 관찰하여 84%의 환자에서 치료 성공을, 퇴행성 요척주관 협착증 환자에서는 1.9회 시술 후 평균 1년 추적 관찰하여 64% 환자에서 치료 성공을 보고하였으며 치료 전의 VAS에 비해 50% 이상 호전된 경우가 75%라고 하였다.^{7,9,12)} 이는 본 연구의 결과와 유사하며 H군은 1.8회 시술 시 73.5%, S군은 1.7회 시술 시 58.5%에서 50% 이상 통증 완화를 보였다.

Choi 등¹³⁾은 요하지통 환자들을 대상으로 한 선택적 경추간공 경막외강 블록의 예후 인자에 관한 연구에서 추간판 탈출증 환자에서 치료결과가 좋은 방향으로, 척추수술 후 통증증후군 환자와 척추 전위증이 동반된 환자에서는 치료결과가 나쁜 방향으로 나타난다고 했다. Slipman 과 Chow는¹⁴⁾ 신경근병증이 있는 환자에서 경막 외 스테로이드 주입 시 추간판 탈출증 환자가 요부 협착증 환자보다는 그 치료 효과가 우월하며 그 이유로 협착 증상은 혈류장애, 염증, 구조적 신경근 손상 등 보다 다양한 요소가 기여하기 때문이라고 했다. 그러나 본 연구에서는 H군과 S군의 치료 결과 비교에서 excellent에 해당하는 환자 분포가 H군 44.1%, S군 20.8%로서 H군이 높은 경향을 보였으나 통계학적 유의성은 없었다. 그 이유는 S군에 포함된 환자들 중 15명에서 MRI상 추간판 탈출증, 척주관 협착증이 모두 관찰되거나 환자

의 주된 증상이 간헐성 파행인 경우를 모두 S군으로 분류했기 때문으로 생각한다. 따라서 환자의 분류시 MRI 상 더욱 엄격하게 두 가지 모두 의심되는 경우는 제외하고 순수한 추간관 탈출증, 척주관 협착증을 대상으로 연구할 필요가 있으며 이는 본 연구의 한계점 중의 한 가지로 생각한다.

Weinstein 등¹⁵⁾은 요추부의 퇴행성 척추 전방전위증과 척주관 협착증 환자들은 보존적 치료보다 수술을 하였을 때 2년 후 통증완화와 기능적 호전이 우월하다고 하였다. 척주관 협착증은 마미신경총으로의 혈액 공급 장애로 인한 허혈이 한 원인으로 생각되며^{2,7-10,13)} TFESI 시 신경근 주위의 소염작용은 있을 수 있으나 혈류 상승은 기대하기 어려울 것으로 생각된다. Onda 등¹⁶⁾은 개의 마미신경총 허혈 모델에서 시행한 요부 교감신경절 절제술은 하지뿐만 아니라 마미신경총의 혈류를 의미 있게 증가시켰으며 따라서 간헐성 파행을 호소하는 환자들에 한 보존적 치료로 고려될 필요가 있다고 하였다. TFESI 후 간헐성 파행이 특별히 좋아지지 않는다면 요부 교감신경절 차단술도 함께 시행해 볼 만하며 이에 관한 전향적 연구도 필요하리라 생각한다.

Karppinen 등¹⁷⁾은 신경근 주사군과 대조군의 비교 연구에서 일회의 시술은 4주 이내의 짧은 기간 동안만 통증 완화가 있다고 하였다. 그러나 여러 번에 걸쳐 시행한 경우는 더욱 장기적인 효과가 기대되며 Lutz 등¹⁸⁾은 추간관 탈출증 환자들을 대상으로 평균 1.8회의 TFESI를 실시하고 기능적 재활 훈련, 환자 교육과 함께 시행된 경우 총 80주의 추적 관찰 기간동안 75%에서 장기적 치료 효과와 50% 이상 통증 완화됨을 보고하였다. 본 연구에서도 H군은 평균 1.8회, S군은 평균 1.7회로 그 빈도가 Lutz 등¹⁸⁾의 연구와 유사하나 6개월 이상의 통증 완화가 S군, H군 모두 30% 대로 그 기간이 짧은데 이는 적극적인 재활 치료, 환자 교육 등이 상대적으로 부족하였던 것으로 생각한다. 일단 평소의 통증 증상이 좋아지더라도 충분히 재발될 수 있음을 설명하고 꾸준한 자세 교정과 허리 및 다리의 근력을 향상시킬 수 있는 운동 및 재활 치료를 적극 추천하여 그 기간을 연장시킴이 매우 중요하다. Riew 등¹⁹⁾도 신경근 압박으로 수술이 예정된 환자를 대상으로 반복적 TFESI를 시행함으로써 52.7%의 환자에서 13-28개월까지 수술을 피할 수 있었다고 했다.

결론적으로 TFESI는 요척주관 협착증 혹은 추간관 탈출증 환자들에게 서로 비슷한 통증 완화 정도와 치료 기간을 가졌으며 6개월 이상 통증 완화되는 경우가 두 군

모두 30%대로 좀 더 많은 환자들이 장기적 효과를 갖기 위해서는 환자 교육과 운동, 재활 프로그램을 포함한 다양한 치료가 적극적으로 병행됨이 중요하다.

참 고 문 헌

- Vad VB, Bhat AL, Lutz GE, Cammisa F: Transforaminal epidural steroid injections in lumbosacral radiculopathy: a prospective randomized study. *Spine* 2002; 27: 11-6.
- McLain RF, Kapural L, Mekhail NA: Epidural steroid therapy for back and leg pain: mechanisms of action and efficacy. *Spine J* 2005; 5: 191-201.
- Young IA, Hyman GS, Packia-Raj LN, Cole AJ: The use of lumbar epidural/transforaminal steroids for managing spinal diseases. *J Am Acad Orthop Surg* 2007; 15: 228-38.
- Ackerman WE 3rd, Ahmad M: The efficacy of lumbar epidural steroid injections in patients with lumbar disc herniations. *Anesth Analg* 2007; 104: 1217-22.
- Thomas E, Cyteval C, Abiad L, Picot MC, Taourel P, Blotman F: Efficacy of transforaminal versus interspinous corticosteroid injection in discal radiculalgia - a prospective randomized, double-blind study. *Clin Rheumatol* 2003; 22: 299-304.
- McCarron RF, Wimpee MW, Hudkins PG, Laros GS: The inflammatory effect of nucleus pulposus. A possible element in the pathogenesis of low-back pain. *Spine* 1987; 12: 760-4.
- Botwin KP, Gruber RD, Bouchlas CG, Torres-Ramos FM, Sanelli JT, Freeman ED, et al: Fluoroscopically guided lumbar transforaminal epidural steroid injections in degenerative lumbar spinal stenosis: an outcome study. *Am J Phys Med Rehabil* 2002; 81: 898-905.
- Porter RW: Spinal stenosis and neurogenic claudication. *Spine* 1996; 21: 2046-52.
- Glaser SE, Falco F: Paraplegia following a thoracolumbar transforaminal epidural steroid injection. *Pain Physician* 2005; 8: 309-14.
- Lee JW, Kim SH, Choi JY, Yeom JS, Kim KJ, Chung SK, et al: Transforaminal epidural steroid injection for lumbosacral radiculopathy: preganglionic versus conventional approach. *Korean J Radiol* 2006; 7: 139-44.
- Finn KP, Case JL: Disk entry: a complication of transforaminal epidural injection-a case report. *Arch Phys Med Rehabil* 2005; 86: 1489-91.
- Vad VB, Bhat AL, Lutz GE, Cammisa F: Transforaminal epidural steroid injections in lumbosacral radiculopathy: a prospective randomized study. *Spine* 2002; 27: 11-6.
- Choi BI, Han JM, Kweon TD, Lee YW: The prognostic factors of selective transforaminal epidural block in patients with low back pain. *Korean J Pain* 2007; 20: 54-9.
- Slipman CW, Chow DW: Therapeutic spinal corticosteroid injections for the management of radiculopathies. *Phys Med Rehabil Clin N Am* 2002; 13: 697-711.

15. Weinstein JN, Lurie JD, Tosteson TD, Hanscom B, Tosteson AN, Blood EA, et al: Surgical versus nonsurgical treatment for lumbar degenerative spondylolisthesis. *N Engl J Med* 2007; 356: 2257-70.
 16. Onda A, Yabuki S, Iwabuchi M, Anzai H, Olmarker K, Kikuchi S: Lumbar sympathectomy increases blood flow in a dog model of chronic cauda equina compression. *J Spinal Disord Tech* 2004; 17: 522-5.
 17. Karppinen J, Malmivaara A, Kurunlahti M, Kyllönen E, Pienimäki T, Nieminen P, et al: Periradicular infiltration for sciatica: a randomized controlled trial. *Spine* 2001; 26: 1059-67.
 18. Lutz GE, Vad VB, Wisneski RJ: Fluoroscopic transforaminal lumbar epidural steroids: an outcome study. *Arch Phys Med Rehabil* 1998; 79: 1362-6.
 19. Riew KD, Yin Y, Gilula L, Bridwell KH, Lenke LG, Laurysen C, et al: The effect of nerve-root injections on the need for operative treatment of lumbar radicular pain. A prospective, randomized, controlled, double-blind study. *J Bone Joint Surg Am* 2000; 82: 1589-93.
-