

요하지통 환자에서 선택적 경추간공 경막외강 블록의 예후 인자

연세대학교 의과대학 마취통증의학교실 및 마취통증의학연구소

최병인 · 한정미 · 권태동 · 이윤우

The Prognostic Factors of Selective Transforaminal Epidural Block in Patients with Low Back Pain

Byung In Choi, M.D., Jeong Mi Han, M.D., Tae Dong Kweon, M.D., and Youn-Woo Lee, M.D.

Department of Anesthesiology and Pain Medicine and Anesthesia and Pain Research Institute, Yonsei University College of Medicine, Seoul, Korea

Background: Selective transforaminal epidural block (STEB) has shown effectiveness as a diagnostic and therapeutic option for the management of patients with low back pain or sciatica. This study was carried out in order to determine the short-term effects and prognostic factors associated with STEB in patients with low back pain or sciatica.

Methods: Ninety-seven patients were selected for participation in this study. Their diagnosis were based on the clinical symptoms and MRI findings. We performed STEB under fluoroscopic guidance and injected 3 ml of radio opaque dye in order to confirm the technical success of the procedure. We then injected 20 mg of tramcinolone mixed into 3 ml of 0.5% mepivacaine. One month later, we classified the patient outcomes as excellent, good, moderate or poor, according to the degree of reduction in VAS score from baseline. The independent variables assessed included symptom duration, block level, number of blocks, primary diagnosis, prior caudal block, anterior epidural space filling of dye, medication history, demographic data, radiating pain, back surgery and spondylolisthesis.

Results: At a mean follow-up period of 1 month after STEB, excellent results were noted in the patients diagnosed with herniated lumbar disc (70%), non-specific spondylosis (54%), spinal stenosis (44%), and failed back syndrome (28%). The patients with epidural adhesion and combined spondylolisthesis were associated with poorer outcomes. Combined caudal block, symptom duration and the extent of epidural spread of the drug were not related to the effectiveness of the treatment.

Conclusions: Selective transforaminal epidural block is effective in treating patients with radiculopathy, such as herniated lumbar disc, but it is relatively ineffective in treating patients with structural deformities, such as failed back syndrome and spondylolisthesis. (Korean J Pain 2007; 20: 54-59)

Key Words: low back pain, outcome, sciatica, selective transforaminal epidural block.

서론

요하지통은 전 인구의 80%의 사람들이 일생 중 한 번

은 고통받는 매우 흔한 질환이며 많은 사회경제적 비용을 야기시키고 있다.¹⁻³⁾ 요하지통이 발생하는 원인은 매우 다양하여 추간관 탈출증에 의한 신경근증, 척주관 주위 인대의 증식에 의한 척주관 협착, 추간관절의 퇴행성

접수일 : 2007년 3월 30일, 승인일 : 2007년 5월 23일
책임저자 : 이윤우, (135-720) 서울시 강남구 도곡동 146-92
연세대학교 의과대학 영동세브란스병원 마취통증의학과
Tel: 02-2019-3523, Fax: 02-3463-0940
E-mail: ywleepain@yumc.yonsei.ac.kr

Received March 30, 2007, Accepted May 23, 2007
Correspondence to: Youn-Woo Lee
Department of Anesthesiology and Pain Medicine, Yongdong Sevrance Hospital, Yonsei University College of Medicine, 146-92, Dogok-dong, Gangnam-gu, Seoul 135-720, Korea.
Tel: +82-2-2019-3523, Fax: +82-2-3463-0940
E-mail: ywleepain@yumc.yonsei.ac.kr

변형에 의한 통증, 주위 인대나 근육의 손상에 의한 경우 혹은 내장통에 의한 연관통 등이 있으며 그에 따른 치료 방법도 각각의 원인에 따라 다양한 치료가 이루어지고 있다.

경막외강 약물주사는 요하지통 치료법 중 가장 오랫동안 시술되어온 블록법 중의 하나이다. 전통적으로 미추 경막외 블록법(caudal block), 후방 추간(interlaminar approach) 경막외 블록법이 흔히 외래에서 시행되는 방법이다. 보다 최근에 추간관 탈출증이나 척추관 협착에 의해 신경의 압박, 변형 및 이차적 염증으로 인한 요통의 경우에 선택적 경추간공 경막외 블록법(selective transforaminal epidural block, STEB)이 효과적이라고 보고되고 있다.^{4,8)}

한편 STEB 후에도 일시적인 요통의 증가, 두통, 안면 홍조, 혈관미주신경 반사, 혈당 증가, 혈압상승 등의 가벼운 합병증뿐 아니라,⁹⁾ 하반신마비와 같은 심각한 합병증도 보고되고 있다.^{10,11)} 따라서 STEB 시행에 앞서 환자마다 치료의 결과에 대한 예측을 하여 선별적인 치료를 하고 이에 따른 합병증을 최소화하는 것이 필요하다.

이에 본 저자들은 흔히 발생하는 요하지통을 유발하는 질환이 있는 환자들에게 STEB를 시행하여 각 질환별 효과를 알아보고자 하였으며, 치료 결과에 미치는 기타 인자들을 살펴보고자 하였다.

대상 및 방법

본 연구는 요하지통으로 내원한 환자들을 대상으로 하였으며, 모든 환자에게 시술에 관한 설명 후 서면동의서를 받았다. 환자가 약제에 알레르기가 있는 경우, 감염 및 혈액응고 장애가 있는 경우, 스테로이드에 금기인 경우, 연령이 만 18세 미만인 경우, 요하지통의 발생이 3달 이내인 경우에는 본 연구에서 제외시켰다.

각 환자의 진단명은 환자의 문진과 신경학적 신체검사 및 방사선과 소견을 종합하여 확진하였다. 추간관 탈출증(herniated nucleus pulposus, HNP)은 자기공명영상(magnetic resonance imaging, MRI)에서 통증 부위에 연관된 추간관 탈출이 확인되고, 추간관 탈출부위와 일치된 피부분절을 따라 방사통이 있는 경우로 정의하였다. 척추관 협착증(spinal stenosis)의 진단은 MRI에서 척추관 협착소견이 있고 환자가 간헐적 파행(neurogenic intermittent claudication, NIC)을 호소하며, 하지거상검사(straight leg raising test, SLRT)에서 음성이고 족배동맥(dorsalis pedis artery)에서 맥박이 만져지는 경우로 하였

다. 척추수술 후 통증증후군(failed back syndrome)은 수술 후 증상의 호전에 관계없이 수술한 부위와 일치하는 피부분절의 통증 양상이 3개월 이상 유지되는 경우로 하였다. MRI 소견에서 추간관의 퇴행성 변화가 확인되고, 간헐적 파행 및 추간관 탈출에 의한 방사통이 없이 요하지통을 호소하는 경우 비특이적 요통(non specific spondylosis)이라고 정의하였다. 시술 전 모든 환자에서 통증 정도를 시각아날로그척도(visual analog scale, VAS)로 측정하였으며, 통증기간, 투약 유무 등을 문진하여 기록하였다. SLRT, Newton test, Patric test 등의 신경학적 신체검진을 실시하고 기록하였다.

STEB 시행 전 미추 경막외 블록은 무작위로 선택하여 시행하였다. 환자를 복와위로 자세를 취하고, 엉치뼈틈새(sacral hiatus)를 중심으로 베타딘 액으로 소독을 하였으며, 영상증강장치(C-arm fluoroscope)를 이용하여 엉치뼈틈새를 재확인하였다. 1% mepivacaine을 천자부위 피하에 주사하여 국소마취 후 선단이 짧은(short bevel) 22 G 천자침을 삽입하였다. 생리식염수 저항소실법으로 천골 경막외강에 바늘이 위치한 것을 확인하였으며, 주사기를 흡입하여 혈관 내 천자 여부를 확인하였다. 영상증강장치를 이용하여 천골강 내 조영제 퍼짐을 재확인하고 혈관 내 천자 여부를 재확인하였다. 방사선 촬영 후 0.2% mepivacaine 8 ml와 triamcinolone 20 mg 혼합액을 서서히 주입하였다.

STEB는 모든 환자에서 영상증강장치를 이용하여 시행하였다. 환자의 자세는 복와위로 하였으며, 방사선 사위상에서 척추경, 횡돌기 및 관절돌기가 scotty dog 모양으로 보이도록 확인하였다. Scotty dog의 턱 부위 직하방을 자입점으로 하여 22 G, 8 cm 짧은 선단 천자침을 삽입하였다. 바늘 연결부만 보이는 터널 시야(tunnel view)를 유지하면서 바늘을 전진시켰다. 천자침 끝은 척추뿌리(spine pedicle) 밑면에서 비스듬히 내려오는 척추신경근이 만드는 삼각지점 안에 위치시켰다. 방사선 전-후상에서 선단 끝이 척추뿌리의 중간 1/3에 위치하도록 하였다. 천자침 조영제를 투입하여 천자침이 혈관과 척추강 내에 있지 않는 것을 확인한 후 방사선 촬영을 하고, 분절당 triamcinolone 20 mg과 0.5% mepivacaine 3 ml 혼합액을 주입하였다(Fig. 1).

신경블록을 한 후 1달 뒤에 경과 관찰을 하였으며, 통증 정도(VAS)가 치료 전에 비해 50% 이상 감소하였으면 우수(excellent), 50% 이하로 VAS 감소가 있는 경우에는 호전(improved), VAS의 변화가 없거나 나빠진 경우에는 나쁨(bad)으로 정의하였다. 방사선 촬영 결과로 조

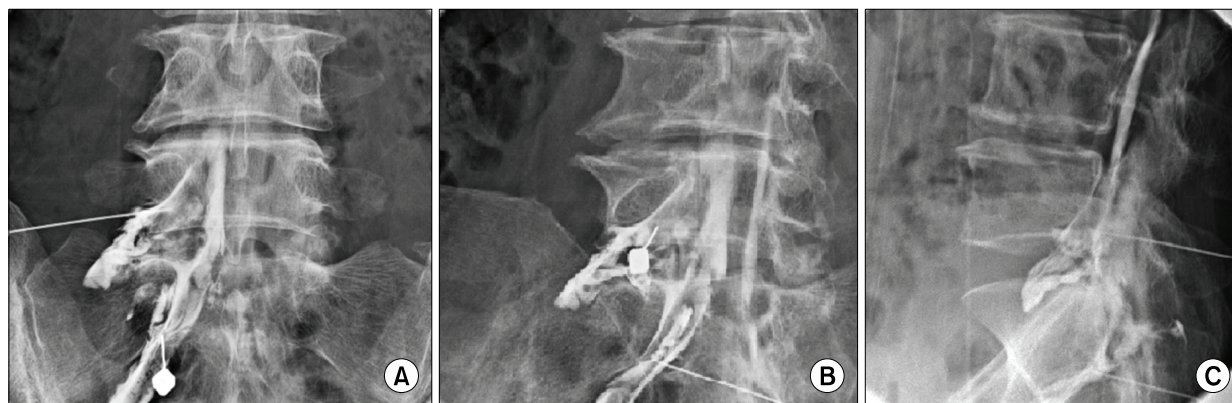


Fig. 1. Fluoroscopic findings of selective transforaminal epidural block. (A) Anteriorposterior view, (B) oblique view, (C) lateral view.

Table 1. The Comparison according to the Primary Diagnosis

Diagnosis	Herniated lumbar disc	Failed back syndrome	Spinal stenosis	Non specific spondylosis	P value
Patients (n)	21	25	27	24	
Age (yrs)	61.7 ± 5.3	62.8 ± 15.7	70.6 ± 8.3	57.2 ± 17.3	0.06
Sex (M/F)	11/10	9/16	12/15	10/15	0.4
Wt (kg)	63.4 ± 6.5	61.9 ± 6.3	60.6 ± 5.8	59.9 ± 6.9	0.5
Ht (cm)	164.7 ± 5.6	164.2 ± 5.8	165.0 ± 5.9	163.0 ± 6.5	0.7
Caudal block	11	11	19	18	0.2
Outcome (E/I/B)	15/4/2	7/3/15	12/6/9	13/4/7	0.03
(%)	70/20/10	28/12/60	44/22/34	54/20/10	

E/I/B: excellent/improved/bad.

영제의 전경막외강 충전 정도를 관찰하고 차단분절 전체에 조영제가 잘 퍼진 경우와 일부라도 퍼짐이 차단된 경우로 나누어 VAS 변화와 비교하였다. 기타 인자들, 즉 초기 VAS 점수, 증상 기간, 진통소염제 복용 여부, 미추 블록 병용 유무, 천자 분절, 동시 블록 분절의 갯수 등을 통계학적인 분석으로 VAS 변화와 비교하였다.

통계는 SPSS 11.5 (SPSS 11.5 for windows. SPSS Inc, Chicago, IL, USA)를 사용하였으며 모든 값은 평균 ± 표준편차 혹은 환자의 수로 표시하였다. 진단에 따른 환자들의 인류학적 자료는 one-way analysis of variance와 Chi-square test를 이용하여 분석하였다. 진단에 따른 치료결과와의 비교는 Fisher's exact test를 이용하여 분석하였다. 치료결과와 여러 변수들 간의 상관관계는 Spearman's rank order correlation analysis를 이용하여 분석하였으며, 치료결과에 대한 예측인자를 알아보기 위한 분석은 순서회귀분석(ordinal regression analysis)을 이용하였다. P값이 0.05 미만인 경우를 통계학적으로 유의한 것으로 판정하였다.

결 과

요하지통을 호소하여 본 통증클리닉에 내원한 총 97명의 환자를 대상으로 하였으며, 성별은 남자는 42명이고 여자 55명이었다.

환자의 평균 연령은 63.4세였다. 진단은 비특이적 요하지통 환자가 24명, 척추수술 후 통증증후군 환자가 25명, 척주관 협착증 환자가 27명, 추간관 탈출증 환자가 21명이었다. 진단에 따른 연령은 척주관 협착증 환자가 평균 70.6세로 가장 많았고, 비특이적 요통환자가 57.2세로 가장 어렸다.

진단에 따른 치료결과는 추간관 탈출증 환자의 70%에서 결과가 우수하게 나타났으며, 비특이적 요하지통 환자의 54%, 척주관 협착증 환자의 44%, 척추수술 후 통증증후군환자의 28%에서 우수한 결과가 나타났다(Table 1). 전체 환자의 치료결과는 48%에서 우수, 17%에서 호전 및 35%의 환자에서 나쁨으로 나타났다.

Table 2. Spearman's Correlation Coefficient between Outcomes and Independent Variables

Independent variables	R	P value
Baseline VAS score	0.05	0.5
Symptom duration	-0.01	0.8
Oral analgesics	-0.02	0.9
Combined caudal block	0.007	0.9
Anterior epidural filling	0.06	0.6
Block level (L4/L5/S1)	-0.1	0.5
Number of block site	-0.09	0.9
Diagnosis (HLD)	0.22	0.04
Diagnosis (FBS)	-0.25	0.02
Combined spondylololthesis	-0.24	0.03

HLD: herniated lumbar disc, FBS: failed back syndrome.

선택적 경추간공 경막외 블록의 치료결과와 관계가 있는 인자를 알기 위하여 시행한 상관관계 분석에서 추간관 탈출증 환자에서 치료결과가 좋은 방향으로, 척추수술 후 통증증후군 환자, 특히 척추전위증이 동반된 환자에서는 치료결과가 나쁘게 나타나는 방향으로 나타났다. 반면 블록 전의 통증정도, 통증기간, 미추 신경블록 선행 유무, 진통제 복용 여부, 조영제의 전경막외강 퍼짐 정도, 이화된 척추 분절의 위치와 범위는 예후와 상관관계를 나타내지 않았다(Table 2).

한편 예후인자를 알기 위하여 시행한 순서 회귀분석에서도 추간관 탈출증 환자에서 예후가 좋고, 척추수술 후 통증증후군 환자와 척추전위증이 동반된 환자에서 예후가 좋지 않은 결과를 나타냈다.

STEB 후 심각한 합병증을 보인 예는 없었으며, 45%의 환자에서 약물 주입 시 둔부 또는 하지로의 방사통을 호소하였으나 수 분 이내에 소실되었다.

고 찰

본 연구에서 요하지통을 호소하는 환자들 중 진단명별 비교에서 방사통을 호소하는 추간관 탈출증이 예후가 가장 좋은 것으로 나타났으며, 척추수술 후 통증증후군 환자가 가장 예후가 좋지 않은 것으로 나타났다. 불량한 예후에 관계된 인자 중 척추전위증의 동반이 의미 있으나, 그 밖의 조영제 퍼짐 상태, 초기 VAS 점수, 증상기간, 진통소염제 복용 여부, 미추블록 병용 유무, 천자분절, 동시 블록 분절의 갯수의 인자는 예후에 상관관계가 없었다.

요하지통은 추간관 탈출, 척추관 협착증 등에 의한 기계적 압박과 더불어 염증반응이 중요한 원인으로 보고

되고 있다.¹²⁻¹⁵⁾ 척추 통증 환자에서 통증 원인이 신경근 주위 조직에 발생한 염증 반응에 의한 부분이 크다고 함은 경막외강 스테로이드 주입으로 해부학적-물리적 고정 없이 염증반응을 제거함으로써 치료 효과를 볼 수 있는 근거가 된다.¹⁶⁾ 경막외강에 치료약물을 주사하는 방법으로는 전통적인 후방접근법과 경추간공 접근법이 있다. 요하지통 원인 중 척추와 척추주위 해부학적 구조물 중 통각수용기가 발현되는 부위는 추간관 섬유륜, 후종인대, 척추후근, 후근신경절 등 전경막외강에 위치한다. 따라서 경추간공 접근법이 병변부위에 소량의 약제를 직접 주입하여서 치료효과를 높인다는 점에서 정당성이 인정되고 있다.⁴⁻⁶⁾ Manchikanti에⁶⁾ 의하면 많은 연구 결과에서 전통적인 경막외강 블록법에 의한 스테로이드 주사의 효과는 18%에서 90%까지 매우 다양하게 보고되나, STEB 치료법은 기존의 경막외강 블록법보다 한층 더 우월한 효과와 안전성 및 경제성을 보인다고 하였다.⁷⁾

요하지통에 대한 STEB의 치료효과를 진단명별로 살펴보면, 추간관 탈출증에 의한 신경근병증 환자에서 1.7회 블록 후 평균 1.4년 추적 관찰하여 84%의 환자에서 치료성공을 보고하였으며, 퇴행성 척추협착증 환자에서는 1.9회 블록 후 평균 1년 추적 관찰하여 64% 환자에서 치료성공을 보고하였다.^{8,17)} 또한 신경근병증 환자에서 1회의 경추간공 경막외강 블록으로 67-97%의 환자에서 치료성공을 보고하였다.^{7,18)} 척추수술 후 통증증후군 환자에 있어서 후방접근법을 통한 약제의 주입은 26%의 환자에서만 병변부위로 퍼지는 것으로 보고된 바, 경막외 스테로이드 효과가 적은 것으로 알려지고 있다.¹⁹⁾ 본 연구에서도 1회의 STEB로 추간관 탈출증 환자의 70%에서 우수한 효과를 나타냈으나 척추수술 후 통증증후군 환자는 28%에서만 우수한 치료 효과를 나타냈다. 이 결과는 이전에 시행된 연구들이 단일 질환군을 대상으로 저자마다 사용한 약제가 다양하고, 시술 방법도 시술자에 따라 다르며, 치료결과를 판정하는 방법 또한 다양해서 각 질환군 간의 비교에는 한계가 있는 반면, 본 연구는 단일 시술자가 표준화된 방법과 약제를 사용하여 진행하였으므로, 진단에 따른 STEB의 치료 효과를 비교하는 데 의미가 있을 것으로 생각한다.

추간관 탈출 시 수핵은 신경병증이 야기된 축삭의 수자를 증가시키고, Na⁺ 통로 발현이 증가하며, 정상 축삭보다 기계적 민감도를 증가시켜 작은 압박에도 기외성 전위를 강력하게 형성시키고, cytokine 발현을 증가시켜 신경근 감작을 증가시킨다.¹⁶⁾ 추간관 탈출에 의한 통증은 기계적 자극만으로는 통증을 야기시키지 않는 경우

가 많고, 염증 반응이 있을 때 기계적 자극에 대한 민감도가 증가하며 요부교감신경간을 통해 척수로 전달된다.²⁰⁾ 스테로이드는 phospholipase A2를 억제하여 arachidonic acid의 대사를 억제하는 결과로 발통 물질인 prostaglandins과 염증 물질인 leukotrienes의 생성을 억제하는 원초적인 진통 소염 작용을 발휘한다. 또한 세포막을 안정시키며 통각 수용성 C-섬유의 전도를 차단한다. 따라서 추간판탈출에 의한 신경근병증의 경우 수핵이 신경근과 후근신경절에 작용하여 통각 수용기가 감작을 일으키는 부위인 전경막외강에 스테로이드를 투여하는 것은 소량으로도 치료 효과를 극대화시킬 수 있는 근거가 확실하다. 더욱이 미추 블록 또는 후방 추간 접근법은 통상적으로 6-10 ml의 용액을 주입하여도 병변이 있는 부위로 치료 약물을 전파시킬 수 없는 경우가 많으나 STEB법은 3 ml의 약물로도 신경근병증 부위까지 확실히 퍼짐을 확인하며 주사할 수 있다.⁸⁾

척추수술 후 통증증후군 환자에서는 통증의 원인이 복합적이어서 기계적인 자극과 압박 및 염증 반응이 장기화되어 신경손상이 진행된 상태이며, 약물의 확산도 극히 제한적이어서 그 효과가 적은 것으로 보고되고 있다.¹⁹⁾ 이에 조직의 섬유증식을 억제하고 약제의 확산을 촉진하는 작용을 하는 hyaluronidase를 추가하여 신경근 차단술을 시행한 결과 3개월 추적관찰에서 척추수술 후 통증증후군 환자의 50%에서 우수한 치료효과가 있다고 보고하였다.²¹⁾ 한편 척추수술 후 통증 증후군 환자에게 hyaluronidase를 단독으로 주사한 경우와 hyaluronidase를 스테로이드에 혼합하여 주사한 경우를 비교한 다른 논문에서는 스테로이드 혼합에 상관없이 치료효과가 비슷하여 hyaluronidase의 확산효과에 의한 치료효과인 것이 증명되었다.^{18,22)} 본 연구에서는 hyaluronidase를 사용하지 않았으며 치료 성적이 불량하였다. 따라서 척추수술 후 통증증후군 환자에서는 신경근 주위의 염증반응보다는 기계적인 자극이 더 중요한 원인인 경우를 생각할 수 있으며, 또 한편으로는 신경근병변이 아닌 척추 주위 조직의 병변으로 인한 통증이 주요한 경우도 고려하여야 한다. 본 연구에서 척추관 협착증과 비특이적 척추통증 환자의 44% 및 54%에서 우수한 효과가 나타난 것 또한 요하지통의 원인이 신경근 병변 외에 척추관절, 근육, 주위 인대 등이 원인일 것으로 여겨진다.¹⁷⁾

본 연구에서는 진단에 따른 미추 경막외 블록의 시행 여부, 조영제의 전경막외강의 확산정도, 병변 부위 및 범위 등이 예후에 미치는 영향을 살펴보았으나, 추간판 탈출증에서 치료결과가 좋은 예후인자로 나타났고, 척추

수술 후 통증증후군 환자, 특히 척추전방전위증이 동반된 경우에 나쁜 예후인자로 나타났다. 반면 미추 블록의 시행유무와 예후와는 상관관계가 없게 나타났으며, 이는 STEB이 미추 블록보다 더 좋은 치료결과를 보일 수 있다는 간접적인 근거가 될 수 있다. 본 연구의 결과에서 조영제의 전경막외강의 확산 여부가 치료예후에 영향을 미치지 않은 것으로 나타났다. 이는 전경막외강으로의 확산정도를 완전한 경우와 불완전한 경우로 구분하였는데, 불완전한 경우라도 원하는 부위에 상당부분 투여가 되었으며 기존의 경막외강 블록법보다는 더 많이 척추 신경 뿌리와 후근신경절로 약제가 퍼졌기 때문에 치료 예후에 영향을 주지 않았으리라 여겨지며 불완전한 경우를 좀 더 세분해서 분석해봐야 정확한 결론을 내릴 수 있을 것으로 생각된다. 예외적으로 유착이 없을 경우에는 추간공 외측에 주사하는 요추 신경근 차단술로 시행하여도 단기간이지만 85.7%의 좌골신경통 환자에서 우수한 치료 효과를 얻을 수 있음은²³⁾ 신경근을 따라 전경막외강으로 치료약물이 퍼져 들어갈 수 있음을 보여준다.

STEB 시 약제의 혈관주입으로 인한 척수손상이 보고되면서 그 유용성에 대해서 문제가 제기된 바가 있으나 영상증강장치를 이용하여 조영제 주입에 따른 혈관주입 여부를 확인하고, 치료약제로 triamcinolone을 사용함으로써 안전성을 확보할 수 있다고 보고된 바 있다.²⁴⁾ Botwin 등은⁹⁾ 322번의 시술에서 전체적으로 9.6%의 합병증 발생률을 보고하였으나 심각한 합병증은 없었다고 하였고, 본 연구에서도 심각한 합병증은 없었다. 그러나 하반신마비와 같은 심각한 합병증이 보고되고 있다.^{10,11)} 따라서 모든 요하지통 환자에게 시술을 하는 것이 아니라 치료에 따른 결과를 고려해서 STEB를 결정하는 것이 합리적이다.

이상을 종합하면, 요하지통 환자에 있어서 STEB은 유효성이 인정되며, 신경근병증성 통증 환자에서 가장 효과적이다. 그러나 척추수술 후 통증증후군 환자와 같이 유착에 의해 약물 확산이 방해받거나 척추전방전위증과 같은 구조적인 결함으로 발생된 요통 환자에서는 STEB 시행 여부를 신중히 해야 할 것으로 생각한다.

참 고 문 헌

1. Frymoyer JW, Cats-Baril WL: An overview of the incidences and costs of low back pain. *Orthop Clin North Am* 1991; 22: 263-71.
2. Lee P, Helewa A, Goldsmith CH, Smythe HA, Stitt LW: Low back pain: prevalence and risk factors in an industrial

- setting. *J Rheumatol* 2001; 28: 346-51.
3. Oksuz E: Prevalence, risk factors, and preference-based health states of low back pain in a Turkish population. *Spine* 2006; 31: E968-72.
4. Weiner BK, Fraser RD: Foraminal injection for lateral lumbar disc herniation. *J Bone Joint Surg* 1997; 79: 804-7.
5. Lutz GE, Vad VB, Wisneski RJ: Fluoroscopic transforaminal lumbar epidural steroids: an outcome study. *Arch Phys Med Rehabil* 1998; 79: 1362-6.
6. Manchikanti L: Transforaminal lumbar epidural steroid injections. *Pain Physician* 2000; 3: 374-98.
7. Jung SS, Lee WH: Comparison of transforaminal epidural steroid injection and lumbar/caudal epidural steroid injection for the treatment of lumbosacral radiculopathy. *Korean J Pain* 2005; 18: 23-8.
8. Vad VB, Bhat AL, Lutz GE, Cammisa F: Transforaminal epidural steroid injections in lumbosacral radiculopathy; a prospective randomized study. *Spine* 2002; 27: 11-6.
9. Botwin KP, Gruber RD, Bouchlas CG, Torres-Ramos FM, Freeman TL, Slaten WK: Complications of fluoroscopically guided transforaminal lumbar epidural injections. *Arch Phys Med Rehabil* 2000; 81: 1045-50.
10. Quintero N, Laffont I, Bouhmid L, Rech C, Schneider AE, Gavardin T, et al: Transforaminal epidural steroid injection and paraplegia: case report and bibliographic review. *Ann Readapt Med Phys* 2006; 49: 242-7.
11. Huntoon MC, Martin DP: Paralysis after transforaminal epidural injection and previous spinal surgery. *Reg Anesth Pain Med* 2004; 29: 494-5.
12. Kikuchi S, Hasue M, Nishiyama K, Ito T: Anatomic and clinical studies of radicular symptoms. *Spine* 1984; 9: 23-30.
13. Rydevik B, Brown MD, Lundborg G: Pathoanatomy and pathophysiology of nerve root compression. *Spine* 1984; 9: 7-15.
14. Sizer PS Jr, Phelps V, Dedrick G, Matthijs O: Differential diagnosis and management of spinal nerve root-related pain. *Pain Pract* 2002; 2: 98-121.
15. Cavanaugh JM: Neural mechanisms of lumbar pain. *Spine* 1995; 20: 1804-9.
16. Kallakuri S, Takebayashi T, Ozaktay AC, Chen C, Yang S, Wooley PH, et al: The effects of epidural application of allografted nucleus pulposus in rats on cytokine expression, limb withdrawal and nerve root discharge. *Eur Spine J* 2005; 14: 956-64.
17. Botwin KP, Gruber RD, Bouchlas CG, Torres-Ramos FM, Sanelli JT, Freeman ED, et al: Fluoroscopically guided lumbar transformational epidural steroid injections in degenerative lumbar stenosis: an outcome study. *Am J Phys Med Rehabil* 2002; 81: 898-905.
18. Jo DH, Hong JH, Kim MH: The effect of transforaminal epidural block with hyaluronidase and triamcinolone. *Korean J Pain* 2005; 18: 176-80.
19. Fredman B, Nun MB, Zohar E, Iraqi G, Shapiro M, Gepstein R, et al: Epidural steroids for treating "failed back surgery syndrome": is fluoroscopy really necessary? *Anesth Analg* 1999; 88: 367-72.
20. Takebayashi T, Cavanaugh JM, Kallakuri S, Chen C, Yamashita T: Sympathetic afferent units from lumbar intervertebral discs. *J Bone Joint Surg Br* 2006; 88: 554-7.
21. Lee KJ, Han SG, Yoon SH, Kim JS, Lee YS: Nerve root block with corticosteroids, hyaluronidase, and local anesthetic in the failed back surgery syndrome (FBSS). *Korean J Pain* 1999; 12: 191-4.
22. Devulder J, Deene P, De Laat M, Van Bastelaere M, Brusselmans G, Rolly G: Nerve root sleeve injections in patients with failed back surgery syndrome: a comparison of three solutions. *Clin J Pain* 1999; 15: 132-5.
23. Yoo BH, Kim KT, Kim YJ, Song CW, Hong KH: A prospective study of lumbar spinal root block. *Korean J Pain* 1997; 10: 77-81.
24. Rathmell JP, Benzon HT: Transforaminal injection of steroids: should we continue? *Reg Anesth Pain Med* 2004; 29: 397-9.