

## 경추간공 경막외 조영술의 양상에 관한 분석

계명대학교 의과대학 동산의료원 마취통증의학과

홍 지 희

= Abstract =

### An Analysis of Pattern of Transforaminal Epidurography

Ji Hee Hong, M.D.

Department of Anesthesiology and Pain Medicine, School of Medicine, Keimyung University, Daegu, Korea

**Background:** A transforaminal epidural steroid injection has been used for the treatment of radicular arm or leg pain, which has the advantage of ventral epidural spreading compared to either an interlaminar or caudal approach. However, several factors are known to affect the epidural spread pattern of contrast dye; therefore, the injected medication can not be delivered to the target site. The objective of our study was to observe any differences in the contrast flow patterns according to several factors.

**Methods:** A total of 34 epidurographies in 29 patients, who underwent fluoroscopically guided transforaminal epidural steroid injections, were evaluated. After confirming the location of the needle tip within the anterior superior aspect of the neural foramen in the lateral view, and at the 6 o'clock position to the pedicle in the anteroposterior view, 2 ml of contrast dye was injected. The contrast flow patterns of ventral, ventral and dorsal, and dorsal epidural filling were analyzed, according to age, gender, magnetic resonance imaging finding and history of previous back surgery.

**Results:** Ventral contrast flow occurred in 30 out of the 34 epidurographies (88%). Both ventral and dorsal contrast flow patterns were observed 13 out of 16 (81%) patients in the older age group. Also, both ventral and dorsal contrast flow patterns were observed in 16 out of 18 (88%) patients with spinal stenosis.

**Conclusions:** Transforaminal epidural steroid injections, performed under fluoroscopy, provide excellent nerve root filling and ventral epidural spreading. Patients with spinal stenosis or an old age have both ventral and dorsal epidural spreading patterns. (Korean J Pain 2006; 19: 175-180)

**Key Words:** contrast flow pattern, epidurography, transforaminal epidural injection.

## 서 론

고식적인 경막외 차단술의 방법은 영상증강장치의 도움 없이 맹검법에 의한 추궁간(interlaminar) 혹은 미추 접근법으로 행해져 왔으나 시술의 정확성과 특정 병변 부위를 목표로 할 수 없는 한계가 있다. 연구에 의하면 매우 숙련된 의사가 시행할지라도 맹검법에 의한 경막 외 주입은 25% 이상에서 부적절한 곳에 바늘이 위치한다고 했다.<sup>1,2)</sup> 또한 경막외 스테로이드 주입의 유용성에 관한 과거 연구들의 주된 문제점들은 주로 맹검법을 사용하였다는 것이다.<sup>3,4)</sup> 따라서 경막외강 내 바늘이 정확하게 있는지 혹은 혈관 내나

척수강 내 주입을 확인하기 위해서 조영제를 사용하여 영상증강장치로 확인하는 것은 매우 중요하다.

기술적으로 경막외강에 접근할 수 있는 방법은 추궁간, 미추 접근법과 경추간공 경막외 스테로이드 주입법(transforaminal epidural steroid injections, TFESI)이 있다. 추궁간 접근법에는 정중 및 방정중 접근법을 포함하며 근처 추체의 가시 돌기 사이로 경막외 바늘을 삽입하여 저항소실법을 통해 경막외강에 접근하는 방법이다. TFESI는 영상증강장치 혹은 컴퓨터 단층 촬영하에 추경(vertebral pedicle)의 바로 하방에 해당하는 추궁간에 바늘을 삽입하는 것이며 의심되는 신경근에 진단 혹은 치료목적으로 국소마취제와 스테로이드를 주입하는 것이다.<sup>5)</sup> 비록 TFESI은 시술법이 좀 더 복잡하고

접수일: 2006년 7월 13일, 승인일: 2006년 11월 7일

책임저자: 홍지희, (700-712) 대구광역시 중구 동산동 194번지, 계명대학교 동산의료원 마취통증의학과

Tel: 053-250-7389, Fax: 053-250-7240, E-mail: pain1004@dsmc.or.kr

본 연구는 2006년도 계명대학교 비사(신진)연구기금으로 이루어졌음.

Received July 13, 2006, Accepted November 7, 2006

Correspondence to: Ji Hee Hong, Department of Anesthesiology and Pain Medicine, School of Medicine, Keimyung University, 194, Dongsan-dong,

Jung-gu, Daegu 700-712, Korea. Tel: +82-53-250-7389, Fax: +82-53-250-7240, E-mail: pain1004@dsmc.or.kr

This study was supported by BiSa Research funds from Keimyung University.

투시하에 시행하므로 환자와 의사가 방사선에 노출되는 단점이 있으나 고식적인 접근법에 비하여 병변 신경근과 전경막외강에 고농도의 약물을 주입할 수 있으며, 국소마취제와 스테로이드를 적게 사용하는 장점이 있다. 또한 맹검법에 의한 고식적 방법보다 혈관 내 주입 혹은 경막 천자의 위험도 적다.<sup>6)</sup> 경막외강은 전과 후경막외강으로 나누어지며 전경막외강의 전측 경계로는 추체, 추간판, 후종인대가 이루며 후측 경계로는 척추관이 해당된다.<sup>7)</sup> 후종인대는 면역학적으로 확인된 바 있는 substance P와 같은 통증 유발 물질이 풍부하며 특히 전경막외강에는 디스크를 지배하는 신경말단들이 분포하므로 이곳으로 약물을 투여하는 것은 많은 장점을 가진다.<sup>8)</sup>

TFESI 시 이상적으로 척추관 협착증이 없고 바늘의 끝이 목표점에 적절하게 위치한다면 주입된 약제는 전신경절 신경근과 근위부의 경막외강으로 확산된다.<sup>9)</sup> 그러나 연령의 증가와 함께 퇴행성 디스크 질환, 관절의 변화, 척추관 협착증 및 과거 허리 수술의 병력이 있는 환자들에서는 경막외강의 해부학적 변형 및 압박이 올 수 있으며<sup>7)</sup> 이로 인해 조영제 확산의 양상이 서로 다를 수 있고 주입된 약제가 원하는 목표점에 도달하지 못함으로써 약제투여의 효율성이 떨어질 수 있다. 따라서 저자들은 조영제 확산의 양상에 영향을 줄 수 있는 요인별로 경막외 조영술을 분석함으로써 어떠한 차이점이 있는지 알아보기 위해 본 연구를 시행하였다.

**대상 및 방법**

경추간공 혹은 추궁간 조영술을 위한 환자들로는 추간판 탈출증, 척추 협착증 혹은 디스크 퇴행성 변화, 척추수술

후 통증증후군에 의한 요하지통이 있는 환자 29명을 대상으로 하였다. 신경근병증의 진단은 환자의 임상적 소견, 이학적 검사, 전산단층촬영상 및 자기 공명촬영상 등을 통하여 하였다.

모든 환자들에게 시술 전 설명을 하고 동의를 얻은 후 연구를 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(Fig. 1, 2). 이 부위는 추경의 기부, 추간공 부근 추체의 외연, 신경근과 후근신경절의 가상의 연결선으로 구성되는 안전삼각지대 내에 위치한다.<sup>10)</sup> 만약 이상감각이 관찰되는 경우 Tuohy 바늘을 수 mm 정도 후진하여, 이상감각이 관찰되지 않는 위치에 신경차단침의 선단을 위치시킨 후 흡인하여 혈액이나 뇌척수액이 나오지 않는 경우 조영제 2 ml를 주입하여 혈관 내, 지주막하강 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 0.5% mepivacaine 1 ml와

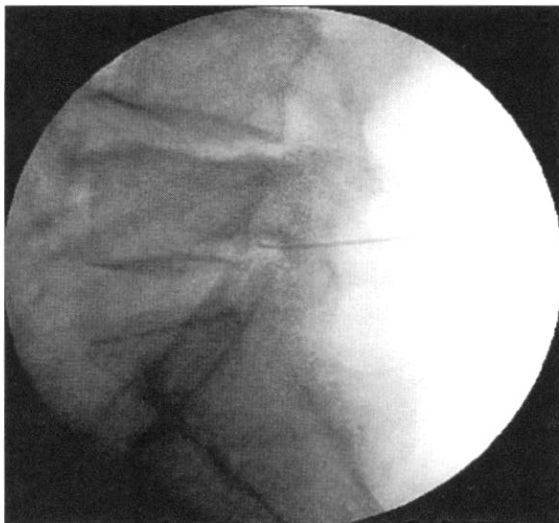


Fig. 1. A lateral view with the image intensifier shows the needle tip positioned in the anterosuperior aspect of the neural foramen.

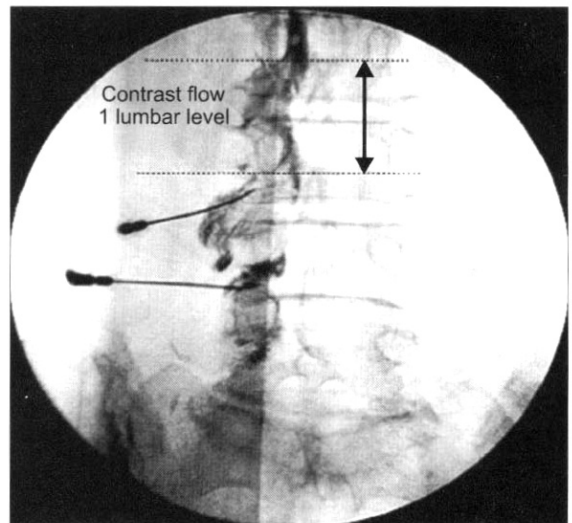


Fig. 2. An anteroposterior view with the image intensifier shows the needle tip location at the base of the pedicle. Contrast dye demonstrates the epidural flow in the ventral epidural space medial to the pedicle. The arrow means one lumbar level of contrast flow to the cephalad direction.

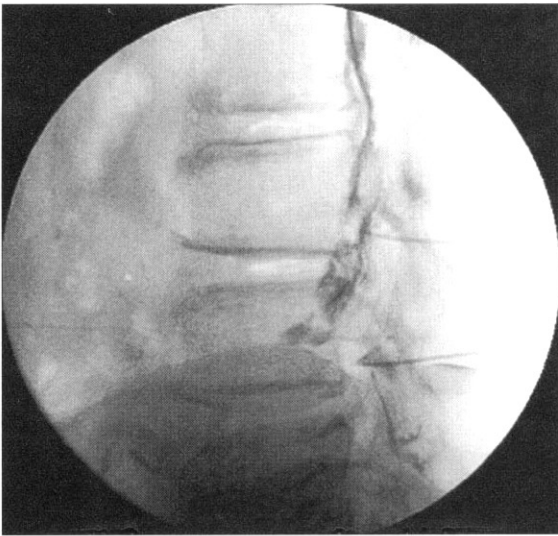


Fig. 3. A lateral view with the image intensifier shows ventral epidural spreading.

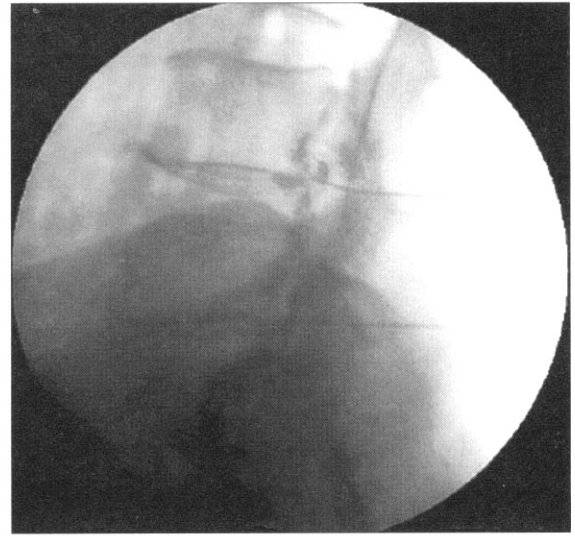


Fig. 4. A lateral view with the image intensifier shows ventral and dorsal epidural spreading.

triamcinolone acetate 20 mg, 조영제 0.5 ml의 혼합액 2 ml을 주입하였다.

시술 후에 저장된 모든 영상 자료의 전후상 및 측면상을 기록 관찰하였다. 그 후 경막외 조영상의 소견을 검토하였다.

방사선 전후상에서 추체 줄기 내측으로부터 원위부로 조영제 확산이 관찰되는 경우를 신경근 조영(nerve root filling)으로 하였다.<sup>13)</sup> 방사선 전후상에서 추경의 내측에서 조영제 확산상이 관찰되는 경우만을 경막외강 내에 조영제가 주입된 기준으로 하였다(Fig. 2). 방사선 측면상에서 경막외강 내의 조영제 확산이 척추관의 전면 1/3에서 관찰되는 경우를 전경막외강 조영으로 정하였으며(Fig. 3), 전과 후경막외강으로 동시에 관찰되는 경우를 전후경막외강 조영(Fig. 4), 후경막외강에만 관찰되는 경우를 후경막외강 조영으로 정하였다. 경막외강으로 조영된 경우 조영제가 종측으로 퍼지는 정도를 측정하였으며 신경차단을 행하는 추경의 하단 레벨에서 두측 및 미측 추경의 하단 레벨까지의 거리를 1로 정하여 방사선 전후상에서 관찰하였다(Fig. 2).<sup>13)</sup>

SPSS version 12.0 프로그램을 이용하여 분석한 영상 자료를 전 혹은 후경막외강의 조영되는 빈도와 종측으로 퍼지는 정도를 측정하였다. 인구학적 통계의 결과와 조영술상 종측으로 퍼지는 정도는 평균 ± 표준편차로 표시하였고 나이, 성별, 자기공명영상 소견, 과거 수술병력의 유무 등에 따라 전 혹은 후경막외강으로 조영되는 빈도를 나타내었다. 전 혹은 후경막외강으로 조영되는 빈도가 나이, 성별, 자기공명영상 소견, 과거 수술병력의 유무 등에 따라 차이가 있는지 보기 위해 통계학적 검정은 Fisher's exact test를 시행하였으며 P 값이 0.05 이하인 경우에 유의 있다고 판정하였다.

Table 1. Demographic Data

Variables	n = 29
Age (years)	57.6 ± 13.4
Sex (Male : Female)	11 : 18
Weight (kg)	64.0 ± 7.6
Height (cm)	164.0 ± 8.6

Values are mean ± SD. n: number of patients.

## 결 과

대상 환자들 중 남자는 11명, 여자는 18명이었으며, 평균 연령은 57.6 ± 13.4세였다. 척추 협착증 14명, 추간판 탈출증 12명, 추간판 내장증 환자는 3명이었으며 이중 과거 허리 수술을 받은 경험이 있는 환자는 4명이 해당되었다(Table 1).

TFESI을 시행한 척추 분절 레벨은 제2요추 3번, 제3요추 2번, 제4요추 13번, 제5요추 16번으로 4명의 환자에서 1번 이상 시행하였고 이 중 좌측이 20번이었다.

29명의 환자를 대상으로 34번의 조영술을 시행하였었던 환자에서 두 차례의 시술을 한 경우는 한 번에 하지 않고 일주일 간격으로 두 차례 시행하였다.

34번(100%)의 경우에서 신경근 조영이 되었으며 순수한 전경막외강으로 확산된 경우는 13번(38%), 전과 후경막외강 모두 확산된 경우는 17번(50%), 후경막외강에 확산된 경우는 4번(12%)이었다. 60-75세는 13번(81%)에서 전과 후경막외강으로 확산을 보였으며 21-59세의 연령에 비하여 유의한 차이를 보였다(P < 0.05). 자기공명영상촬영의 소견상 척추 협착증 환자들은 16번(88%)에서 전과 후경막외강으로

Table 2. Pattern of Transforaminal Epidural Contrast (2 ml) Spreading

	V spread n (%)	V + D spread n (%)	D spread n (%)	Longitudinally spreading lumbar levels N (SD)
All epidurography (n = 34)	13 (38)	17 (50)	4 (12)	1.44 (0.50)
Age				
21-59 yr (n = 18)	11 (61)	4 (22)	3 (17)	1.51 (0.52)
60-75 yr (n = 16)	2 (12)	13 (81)*	1 (6)	1.38 (0.65)
Gender				
Male (n = 16)	4 (25)	11 (69)	1 (6)	1.48 (0.57)
Female (n = 18)	9 (50)	6 (33)	3 (17)	1.47 (0.55)
MRI findings				
Herniated lumbar disc (n = 12)	9 (75)	0 (0)	3 (25)	1.30 (0.59)
Spinal stenosis (n = 18)	2 (11)	16 (88) <sup>†</sup>	0 (0)	1.58 (0.57)
Internal disc disruption (n = 4)	4 (100)	0 (0)	0 (0)	1.65 (0.54)
History of surgery				
Spinal fusion (n = 4)	1 (25)	2 (50)	1 (25)	2.05 (0.75)
No previous surgery (n = 30)	12 (40)	15 (50)	3 (10)	1.42 (0.45)

Values are mean  $\pm$  SD. n: number of epidurography, N: mean lumbar level of longitudinal contrast spread, V: ventral, V + D: ventral + dorsal, D: dorsal. One level defined as being from the pedicle at site of injection to the pedicle cephalad or caudad. \*: P < 0.05 compared with 21-59 age group, <sup>†</sup>: P < 0.05 compared with herniated lumbar disc or internal disc disruption.

확산이 보였으며 추간판 탈출증 혹은 추간판 내장증 환자들에 비하여 유의한 차이를 보였다(P < 0.05). 과거 허리 수술의 경험이 있는 환자들인 경우 2번(50%)에서 전과 후경막외강으로 확산되었다. 조영제 2 ml 주입 시 종축으로 확산되는 정도는 34번의 조영술에서 1.44  $\pm$  0.50 분절이었으며 연령, 성별, 자기공명영상촬영의 소견에 따른 차이는 없었다(Table 2).

## 고 찰

요하지 신경근병증이 있는 환자들에게 치료의 일환으로 흔히 사용되는 방법 중의 하나는 경막외 스테로이드 주입(epidural steroid injection, ESI)이다. ESI를 시행하는 목적은 원인이 되는 신경근과 경막외강에 직접적으로 약물을 주입함으로써 스테로이드의 전신적 효과를 제한하는 것이다.<sup>9)</sup> 비록 ESI가 수십 년간 치료 목적으로 사용되었으나 그 유용성에 관한 연구는 보고자에 따라 다양하다.<sup>10-12)</sup> 그 이유 중의 하나는 시술이 컴퓨터 단층 촬영이나 영상증강장치에 의존하지 않는 맹검법으로 이루어졌으며, 특정한 병변 신경근을 목표로 하지 않은 추간간 혹은 척추 접근법을 사용하였기 때문에 목적 부위에 도달하는 steroid의 양이 TFESI보다 적을 것으로 생각된다. TFESI의 방법은 초기에는 수술 전 신경근 압박의 부위를 확인하기 위한 진단적 도구로 사용되었다. 그러나 이 시술이 진단적 가치를 가지려면 방사선 조영하에 조영제의 확산범위가 목표물에 국한되어야 하는데<sup>13)</sup> 대부분의 경우에서 목표물뿐만 아니라 경막외강으로 확산되므로 주로 치료적 목적으로 사용된다. TFESI는 추간간 접근법에 비해 전경막외강과 병변 신경근에 직접적으로 약

물을 줄 수 있다는 이점을 가지고 있으며, 실제로 두 가지 방법 사이의 유용성을 비교한 연구에서도 TFESI의 방법이 통증 완화나 삶의 질에 있어서 훨씬 우월하다고 하였다.<sup>14)</sup>

전경막외강은 나머지 경막외공간과 분리되어 있으며 이곳은 주로 지방으로 채워져 있는 요추 4-5번 추간판 미측 부위의 전경막외강을 제외하고 대부분 정맥으로 채워져 있다. 측면의 경막외공간은 신경들과 지방을 포함하며 격막에 의해 서로 나누어져 있다. 후경막외강은 주로 지방으로 채워져 있는 닫힌 공간이며 측면의 경막외강과 서로 연결되지 않는다. 이곳의 지방은 동질성을 가지며 섬유성 격막 등을 가지지 않는다.<sup>7,15)</sup>

본 연구에서 시행한 총 38번의 경막외 조영술에서 순수한 전경막외강으로 조영제가 확산된 경우는 13번(38%), 전과 후 경막외강 모두에 확산된 경우는 17번(50%)으로 결국 88% (20번)에서 전경막외강으로 확산되었다. Botwin 등은<sup>16)</sup> 20명을 대상으로 한 20번의 경추간공 경막외 조영술에서 20번 모두에서 전경막외강으로 조영제가 확산되었으며 이중 4번의 경우에서 전과 후경막외강으로 확산된다고 하였고 후경막외강으로의 확산은 없다고 하였다. 반면 Manchikanti 등은<sup>17)</sup> 100명의 환자들을 대상으로 한 256번의 시술에서 88%에서 전경막외강으로 조영제가 확산되고 9%에서 후경막외강으로 확산된다고 하였으나 이 연구에서는 전과 후경막외강으로 확산된 경우를 따로 분류하지 않았기 때문에 본 연구와는 약간의 차이가 있다.

자기공명영상 소견상 척추 협착증 환자와 추간판 탈출증 혹은 추간판 내장증 환자들 사이에서 조영제 분포는 차이가 있었다. 척추 협착증 환자들은 16번(88%)에서 전과 후경막외강으로 조영제 확산이 보였으나 추간판 탈출증과 추간

판 내장증 환자들은 전과 후경막외강으로 확산이 관찰되지 않았고, 순수한 전경막외강으로 각각 9번(75%), 4번(100%)에서 관찰되었다. 반면 Borwin 등은<sup>16)</sup> 척추 협착증이나 추간판 탈출증에 상관없이 모두 전경막외강으로 확산된다고 하였다. 경막외강 내로 주입된 조영제는 저항이 가장 적은 부위를 통해 확산되며 그 외에도 환자의 내인성 및 외인성 인자들에 의해 영향받는다<sup>7,15)</sup> 본 연구에서 나타난 척추 협착증 환자들의 조영제 확산의 양상은 경막외강 내 압력의 증가와 관련이 있는 것으로 생각된다. Takahashi 등은<sup>18)</sup> 척추 협착증 환자들의 보행 시 나타나는 국소적 경막외강 내 압력의 변화를 정상인 사람들과 비교하였으며 척추 협착증 환자들의 경막외강 내 압력이 정상인에 비해 높다고 하였다. 또한 척추 협착증 환자들의 평균 연령이 62.78세로서 노화자체로 인해 경막외강 내의 압력의 변화 또한 함께 작용하였을 것으로 생각된다. 추간판 내장증은 추간판이 제 자리를 벗어나 탈출되거나 근처 신경근을 압박하는 질환이 아니고 추간판 자체에 균열이 생기는 것으로서 경막외강을 비롯한 척추관 자체의 해부학적인 변형이 거의 없다.<sup>5)</sup> 따라서 TFESI 시행 시 가장 이상적인 조영제 확산의 양상을 보일 것으로 생각되며, 본 연구에서도 4번(100%)에서 전경막외강으로 조영제가 확산되지만 TFESI의 회수가 4회로 매우 적어 단정적으로 결론내리기는 어려운 상태이다. 추간판 탈출증의 경우 TFESI는 추간판 탈출에 의한 신경근 압박이 가장 심한 레벨 혹은 병변 추간판의 바로 하방 신경근 부위에서 시행한다. 추간판 탈출증 환자들에서 순수한 전경막외강으로 확산된 경우 9번(75%), 후경막외강으로 확산된 경우 3번(25%)으로 양분되는 양상을 보였는데 후경막외강으로만 확산된 경우는 전경막외강으로 확산된 경우에 비해 추간판 탈출증의 정도가 매우 심하고 따라서 병변 추간판의 바로 후방 부위에 해당하는 전경막외강 내가 더욱 좁아지는 해부학적 변형 때문으로 생각된다.

연령별로 조영제 확산의 양상을 비교하였을 때 60-75세 사이에서 13번(81%)에서 전과 후경막외강으로 확산되는 양상을 보였는데 이는 대부분의 척추 협착증 환자들이 이 연령대에 속하기 때문에 비슷한 양상을 보였을 것으로 생각된다.

조영제의 종축 분포는 전체 조영술에서  $1.44 \pm 0.5$  분절이었으며 추간판 탈출증은  $1.30 \pm 0.59$ , 척추 협착증은  $1.58 \pm 0.57$  분절이었다. Borwin 등은<sup>16)</sup> 추간판 탈출증은 미측으로  $0.55 \pm 0.16$ , 두측으로  $1.25 \pm 0.42$ , 척추 협착증은 미측으로  $0.65 \pm 0.24$ , 두측으로  $1.0 \pm 0.41$  분절로 조영제가 확산되며 요추 4-5번의 추간판 탈출증은 요추 5번과 천골 1번 사이보다 두측 확산이 약간 더 많다고 하였다. 본 연구에서는 종축 분포를 다시 두측, 미측으로 나누어서 분석하지는 않았으나 Borwin 등의<sup>16)</sup> 결과에서 두측과 미측으로 퍼지는 정도를 서로 합하면 본 연구의 결과와 매우 유사하다. Kim 등은<sup>13)</sup> 22명의 환자들을 대상으로 한 TFESI 시행 시 요

추 4번의 경우 두측으로  $0.50 \pm 0.28$ , 미측으로  $0.45 \pm 0.21$ , 요추 5번은 두측으로  $0.44 \pm 0.40$ , 미측으로  $0.53 \pm 0.47$  분절로 퍼진다고 하였으나 이들의 연구는 대상환자가 주로 변형성 요부 측만성 협착증과 추궁절제술 후 상태의 환자들로서 본 연구와 직접적인 비교가 어렵다.

과거 허리 수술을 한 경우는 심한 경막외강 내의 유착 등으로 수술받지 않은 환자에 비해 조영제의 종축 확산 정도가 매우 적을 것으로 예상되나 본 연구에서는 수술받은 경우가  $2.05 \pm 0.75$  분절로서 수술받지 않은 경우보다 종축 분포가 더 많았다. 하지만 그 시행횟수가 4회로 매우 적어 통계적 의미를 부여하기가 어렵고 이에 대한 전향적 대조 연구가 필요하다.

결론적으로 본 연구로 미루어볼 때 TFESI는 88%의 환자에서 전경막외강으로 조영제가 확산되며 100%에서 신경근이 조영되었으나 확산되는 양상은 환자의 척추 질환 및 연령 등에 따라서 차이점을 보였다. 그러나 추간판 내장증 환자들과 과거 허리 수술을 받은 환자들은 그 수가 적어 통계적 의미를 부여하기 어려웠고, 그 외에도 조영제를 주입하는 양, 바늘의 위치 등에 의해 영향받을 수 있으므로 더욱 많은 환자들을 대상으로 이 모든 요소를 고려한 전향적인 연구가 필요할 것으로 생각된다.

### 참 고 문 헌

- White AH, Derby R, Wynne G: Epidural injections for diagnosis and treatment of low back pain. *Spine* 1980; 5: 78-86.
- Renfrew DL, Moore TE, Kathol MH, el-Khoury GY, Lemke JH, Walker CW: Correct placement of epidural steroid injections: fluoroscopic guidance and contrast administration. *AJNR* 1991; 12: 1003-7.
- Cuckler JM, Bernini PA, Wiesel SW, Booth RE Jr, Rothman RH, Pickens GT: The use of epidural steroids in the treatment of lumbar radicular pain. A prospective, randomized, double-blind study. *J Bone Joint Surg Am* 1985; 67: 63-6.
- Snoek W, Weber H, Jorgensen B: Double blind evaluation of extradural methyl prednisolone for herniated lumbar discs. *Acta Orthop Scand* 1977; 48: 635-41.
- Sitzman BT: Epidural injections. In: Image-guided spine intervention. Edited by Fenton DS, Czervionke LF: Philadelphia, Saunders. 2003, pp 99-126.
- Lutz GE, Vad VB, Wisneski RJ: Fluoroscopic transforaminal lumbar epidural steroids: an outcome study. *Arch Phys Med Rehabil* 1998; 79: 1362-6.
- Hogan QH: Epidural anatomy examined by cryomicrotome section. Influence of age, vertebral level, and disease. *Reg Anesth* 1996; 21: 395-406.
- Korkala O, Gronblad M, Liesi P, Karaharju E: Immunohistochemical demonstration of nociceptors in the ligamentous structures of the lumbar spine. *Spine* 1985; 10: 156-7.
- Cluff R, Mehio AK, Cohen SP, Chang Y, Sang CN, Stojanovic MP: The technical aspects of epidural steroid injections: a national survey. *Anesth Analg* 2002; 95: 403-8.
- Valat JP, Giraudeau B, Rozenberg S, Goupille P, Bourgeois P,

- Micheau-Beaugendre V, et al: Epidural corticosteroid injections for sciatica: a randomised, double blind, controlled clinical trial. *Ann Rheum Dis* 2003; 62: 639-43.
11. Buttermann GR: Treatment of lumbar disc herniation: epidural steroid injection compared with discectomy. A prospective randomized study. *J Bone Joint Surg Am* 2004; 86: 670-9.
  12. Arden NK, Price C, Reading I, Stubbing J, Hazelgrove J, Dunne C, et al: A multicentre randomized controlled trial of epidural corticosteroid injections for sciatica: the WEST study. *Rheumatology* 2005; 44: 1399-406.
  13. Kim DW, Shim JC, Shin YC: Evaluation of contrast flow patterns with fluoroscopic guided lumbar transforaminal epidural injections. *Korean J Pain* 2004; 17: 159-65.
  14. 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.
  15. Higuchi H, Adachi Y, Kazama T: Factors affecting the spread and duration of epidural anesthesia with ropivacaine. *Anesthesiology* 2004; 101: 451-60.
  16. Botwin K, Natalicchio J, Brown LA: Epidurography contrast patterns with fluoroscopic guided lumbar transforaminal epidural injections: a prospective evaluation. *Pain Physician* 2004; 7: 211-5.
  17. Manchikanti L, Cash KA, Pampati V, Damron KS, McManus CD: Evaluation of lumbar transforaminal epidural injections with needle placement and contrast flow patterns: a prospective, descriptive report. *Pain Physician* 2004; 7: 217-23.
  18. Takahashi K, Kagechika K, Takino T, Matsui T, Miyazaki T, Shima I: Changes in epidural pressure during walking in patients with lumbar spinal stenosis. *Spine* 1995; 20: 2746-9.
-