

경피적 경막외 신경성형술

문상호[✉] • 김한식*

서울성심병원 정형외과, *우리척병원 척추센터

Percutaneous Epidural Neuroplasty

Sang Ho Moon, M.D.[✉], and Han Sik Kim, M.D.*

Department of Orthopedic Surgery, Seoul Sacred Heart General Hospital, Seoul, *Woorichuck Hospital Spine Center, Cheonan, Korea

Interventional pain management by percutaneous epidural neuroplasty (PEN) has potential as a useful treatment method in chronic low back and/or radicular pain that is refractory to other conservative treatments. The effect of PEN is known to result from targeting of drug delivery to areas of pathology in the spinal epidural space. The procedure involves removing barriers, such as epidural fibrosis, that prevent drug from reaching target sites. Therefore, the goal during lysis of epidural adhesions is to penetrate mechanical barriers impeding injected material from spreading effectively into the areas of pathology in the epidural space by the catheter. An additional lavage effect, reducing the local concentration of proinflammatory substances seems possible. Although a true mechanical lysis of postsurgical adhesions or scar tissues by means of PEN appears to be impossible because it has been proven by experimental biomechanical study, mild to moderate adhesions may be broken up by a PEN catheter allowing the medications to reach the target site through the new channel made by the catheter. This review will focus on the adhesiolysis technique using the sacral hiatus approach in treatment of chronic low back pain with/without lumbosacral radiculopathy.

Key words: low back pain, percutaneous epidural neuroplasty, catheters

서론

지속적인 요통은 추간판 탈출증, 척추 협착증, 척추 전방전위증, 추간판 내장증, 척추수술 실패 증후군 등에서 발생할 수 있다. 기존의 경막외 차단술, 미추 차단술 등의 보존적 치료 방법으로 치료할 수 있으나 이러한 방법으로도 호전되지 않는 요통 환자들에게는 결국 수술적 치료를 다음 단계의 치료로 고려하게 된다. 그러나 수술적 치료, 특히 유합술은 침습적이고 수술 후에도 지속적인 통증을 10%~40%에서 호소한다고 하며, 술 후 합병증을 초래할 수 있고 문헌에 따라 결국 9.5%~25%의 빈도로 재수술을 요한다고 보고하고 있다.^{1,2)} 경피적 경막외 신경성형술은 기존의 보존적 치료에 실패하였을 경우 수술적 치료를 시행하기 전 시도해

볼 수 있는 효과적인 비수술적 치료이며 최소침습적 관혈 수술보다 술기상 더 쉽다는 장점을 갖고 있다.

요통을 발생시키는 질환 중 특히 추간판은 대부분 치료의 방법에 상관없이 저절로 호전되는데, 시간이 경과함에 따라 염증 반응이 소실되고 수핵의 수분이 감소되어 수핵의 크기가 작아지기 때문이므로 이렇게 자연 치유될 때까지 얼마나 환자를 편안하게 지내게 하는가가 치료의 근간이 된다. 추간판 탈출증에 있어서 신경성형술은 이러한 원칙에 따라 자연적으로 증상이 없어질 때까지 환자의 통증을 줄여주려는 보존적 치료 중 하나로서 카테터를 병변이 있는 추간판이나 신경을 압박하고 있는 섬유성 유착 조직에 직접 위치시킴으로써 국소 마취제, 고농도(10%) 식염수 등을 효과적으로 주입하여 증상의 빠른 호전을 유도하는 치료 방법이다.

신경성형술은 최근 이러한 추간판 질환에만 국한하지 않고 다른 원인으로 인해 만성 요통을 호소하는 환자들 중 다른 보존적 치료에 반응하지 않는 환자 군에게까지 그 범위를 넓혀서 시도되고 있으며, 직장 활동 등으로의 빠른 복귀를 원하는 젊은 연령층

Received February 9, 2015 Revised March 11, 2015 Accepted March 23, 2015

[✉]Correspondence to: Sang Ho Moon, M.D.

Department of Orthopedic Surgery, Seoul Sacred Heart General Hospital, 259 Wangsan-ro, Dongdaemun-gu, Seoul 130-867, Korea

TEL: +82-2-966-1616 FAX: +82-2-968-2394 E-mail: msh124@paran.com

이나 기존의 다른 질환들로 인해 척추 수술의 대상이 되지 못하는 환자들, 그리고 80세 이상의 고령층 등에서도 좋은 치료 수단이 될 수 있다.³⁾

본 종설에서는 요천추부의 방사통을 동반하거나 동반하지 않는 만성 요통 환자들을 치료함에 있어서 천골 열공을 통한 신경성형술 술기에 중점을 두고 기술하였다.

술 기

수술기는 문헌상 저자들마다 다양하다. 카테터를 삽입 후 2, 3일에 걸쳐 약제를 반복하여 주사하는 방법도 있으나 최근에는 카테터를 장기간 거치함으로써 발생할 수 있는 불편함과 감염의 가능성 등에 의하여 한 번에 주사 후 제거하는 경향이다. 약제의 용량과 약제들 간의 주사 간격 등도 문헌들마다 차이가 있고 카테터 종류도 다양한데, 여기서는 저자들이 시행하는 술기를 기술하였다.

수술 전 목표로 하는 위치를 정한다. 1 level을 할지, 2 level 이상을 할지도 결정해야 한다. 수술방에서 환자의 혈압과 심박수, 산소포화도를 모니터하면서 복와위로 눕히고 골반의 전면에 약 10 cm 정도의 베개를 받침으로써 상체가 바닥으로 기울어지고 요추의 전만이 감소하며 천추 열공이 있는 천추 원위부가 상방으로

들려서 카테터의 삽입이 용이하도록 자세를 취한다. 술 전에 천추 전후면 및 측면 방사선 사진을 촬영하여 해부학적 분석을 시행 후 측진으로써 열공으로 예상되는 부위를 표시한 후에 방사선 투시기를 사용하여 그 위치가 방사선 사진에서 예상했던 열공의 위치와 맞는지 확인하고 만약 차이가 있다면 열공의 위치에 맞게 방사선 투시기로 확인한 부위의 피부에 열공의 위치를 다시 표시하였다. 베타딘을 이용한 소독 후 소독포를 덮고 열공으로부터 2 cm 원위부, 1 cm 외측(좌우를 기준으로 목표로 하는 병변 부위의 반대측)에 2% lidocaine으로 피하 마취 후 11번 메스로 5 mm 정도의 피부 절개를 가한다. 이 절개를 통하여 열공에 직경 2.6 mm 유도 바늘을 삽입하고(Fig. 1), 경막외 공간까지 진행 후, 조영제를 1 ml 주사하여 천골관 내로 잘 채워지는지 혹은 피하층 등 다른 부위로 주사되는지를 확인한다. 이때 대략 제2천추체 위치에서 경막이 시작되므로 제3천추체보다 바늘이 근위부로 진행하지 않도록 해야 한다(Fig. 2). 경막외 위치가 확인되면 pain control manipulator (PCM) 카테터를 유도 바늘을 통해 투시기 조영하에 삽입한다. 카테터의 lever arm의 길이가 길기 때문에 피부절개 및 카테터의 삽입은 좌우를 기준으로 목표 부위에 대해 반대측에서 시작하여 천추관 내에서 중앙선을 교차면서 진행하도록 하는 것이 원하는 위치로 카테터를 보내는 데 있어서 훨씬 수월하다. 삽

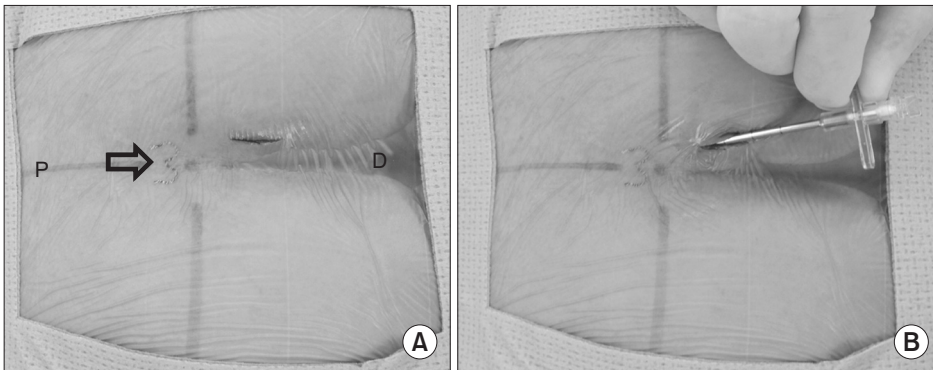


Figure 1. (A) Skin incision was made 1 cm lateral and 2 cm inferior to the sacral hiatus (arrow). (B) Insert guide needle into sacral hiatus via skin incision. P, proximal; D, distal (gluteal fold).

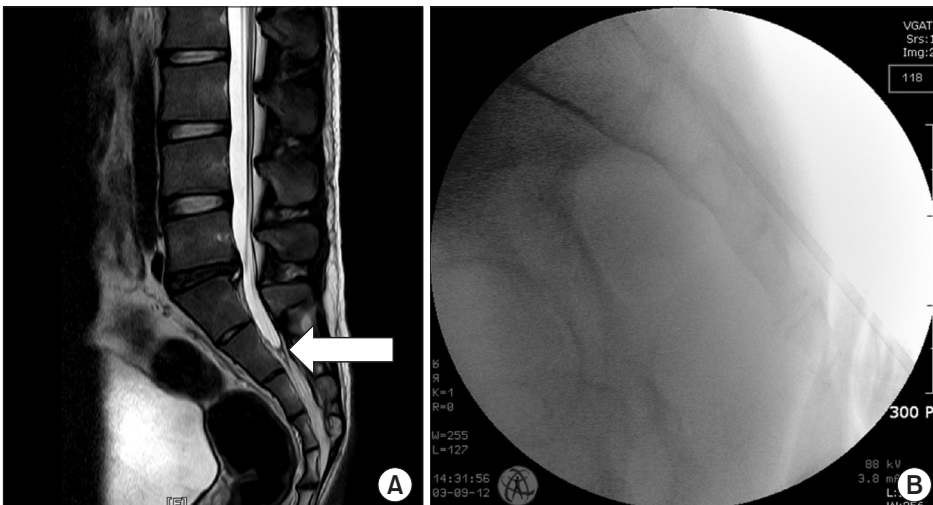


Figure 2. (A) Magnetic resonance imaging shows that the beginning point of the dural sac (arrow) is at the 2nd sacral body. (B) Do not insert guide needle above the 3rd sacral body to avoid inadvertent dural puncture.

입 전에 카테터의 tip을 손잡이를 이용해 목표 부위 쪽과 환자의 전면 쪽으로 약간 구부러서 삽입하는 것이 목표 부위 및 경막 전면에 카테터를 위치시키는 데 도움이 된다(Fig. 3).

목표 부위까지 도달하기 전 카테터의 진행이 막히면 카테터를 약간 후퇴시킨 후 기구에 달린 손잡이를 이용하여 방향을 다양한 각도로 바꾸어 재진입한다. 경도의 유착은 이러한 술기로 박리하며 전진할 수 있다. 무리하게 카테터를 움직여 박리를 하려 한다면 척추관내 혈관 손상을 초래하여 혈증이 발생하는 등의 심각한 합병증을 초래할 수 있으므로 이러한 행위는 하지 않는 것이 바람직하다고 생각한다. 이러한 과정을 거쳐 목표 부위 경막 전면에 도달하면 조영제(Ultravist; Bayer Korea, Seoul, Korea)를 1.5 ml 주입하여 카테터가 경막외 공간에 잘 놓여 있는지, 원하는 목표 부위에 약제가 퍼지는지, 경막내 조영이나 혈관으로 약제가 주입되지 않는지 주의 깊게 관찰해야 한다(Fig. 4). 원하는 위치라고 판단되면 1% lidocaine 5 ml를 천천히 주입한다. 이 약제는 통증 조절 외에도 시험을 위한 목적도 가지고 있는데, 주사 후 약제의 경막내 주입에 따른 하지 감각 혹은 운동 능력 저하 등이 발생하는지 혹은 혈관내 주사에 의한 중추신경계 증상이 발생하는가를 관찰하고자 함이다. 만약 이러한 소견이 없으면 다음 단계로 생리식염수를 10 ml 주사하는데 변성된 추간판으로부터 분비되는 여러 자극성 물질을 희석시키는 세척 효과가 있다.

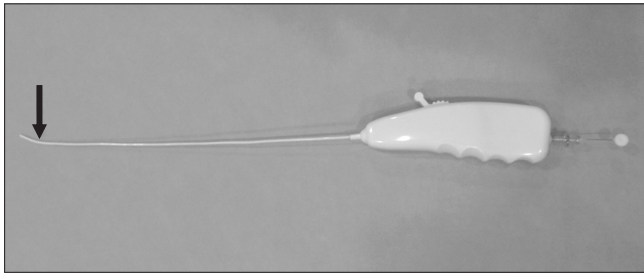


Figure 3. Place some degree of bend (arrow) in the catheter tip to make advancement to the ventrolateral side of the desired lesion site much easier.

그 후 0.25% bupivacaine 2.25 ml와 생리식염수 7.75 ml를 혼합하여 10 ml로 만든 후 주사하여 통증 조절을 기대하는 한편, 다음에 주사할 고농도 식염수가 통증을 유발하므로 사전 마취효과도 얻을 수 있다. 이후 약 5분의 간격을 두고 마지막으로 10% 고농도 식염수를 주사하는데 이때 속도를 천천히 하여야 주사로 인한 통증을 줄일 수 있다. 그 후 카테터와 바늘을 후퇴시켜서 제거하는

한 합병증을 초래할 수 있으므로 이러한 행위는 하지 않는 것이 바람직하다고 생각한다. 이러한 과정을 거쳐 목표 부위 경막 전면에 도달하면 조영제(Ultravist; Bayer Korea, Seoul, Korea)를 1.5 ml 주입하여 카테터가 경막외 공간에 잘 놓여 있는지, 원하는 목표 부위에 약제가 퍼지는지, 경막내 조영이나 혈관으로 약제가 주입되지 않는지 주의 깊게 관찰해야 한다(Fig. 4). 원하는 위치라고 판단되면 1% lidocaine 5 ml를 천천히 주입한다. 이 약제는 통증 조절 외에도 시험을 위한 목적도 가지고 있는데, 주사 후 약제의 경막내 주입에 따른 하지 감각 혹은 운동 능력 저하 등이 발생하는지 혹은 혈관내 주사에 의한 중추신경계 증상이 발생하는가를 관찰하고자 함이다. 만약 이러한 소견이 없으면 다음 단계로 생리식염수를 10 ml 주사하는데 변성된 추간판으로부터 분비되는 여러 자극성 물질을 희석시키는 세척 효과가 있다.

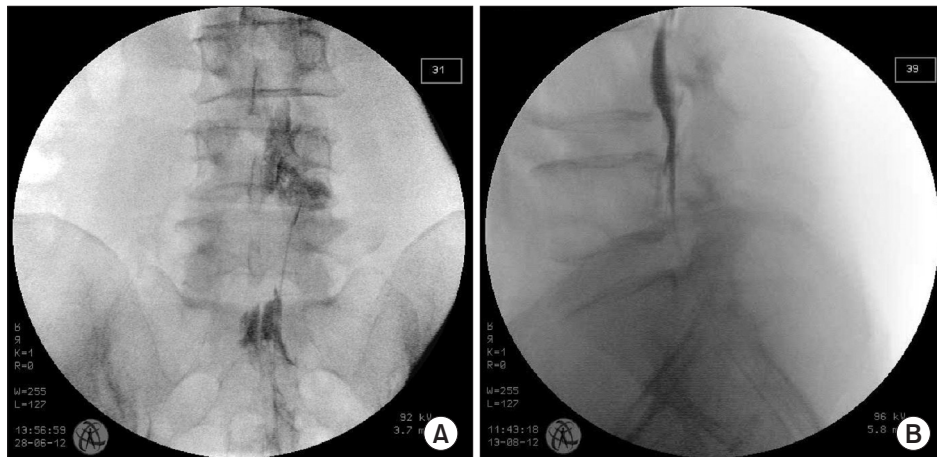


Figure 4. After confirming ventrolateral catheter placement of the catheter in anteroposterior (AP) and lateral views under fluoroscopic visualization, inject 1.5 ml of contrast dye to visualize and document dye spread into area of pathology and outline the targeted nerve root. Rule out vascular, subdural or subarachnoid injection during this process. (A) AP view. (B) Lateral view.

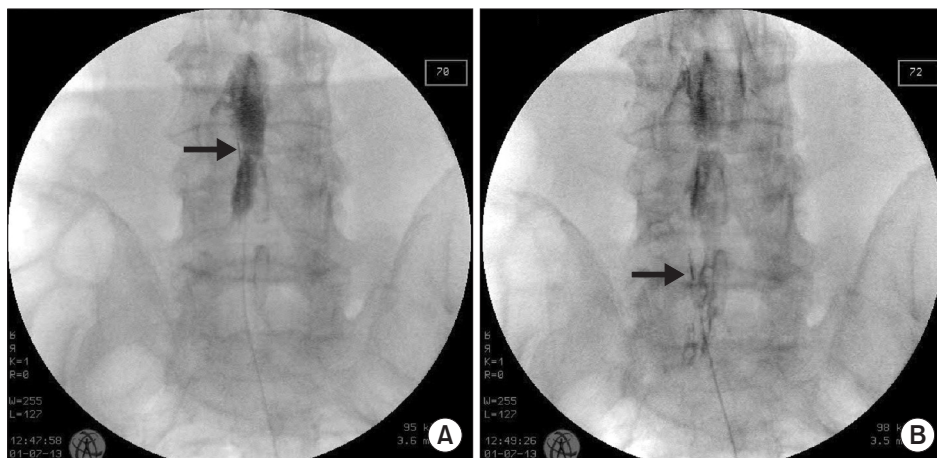


Figure 5. (A) If the patient has multiple levels of pathology, divide dosage of drugs according to the levels and at first, catheter tip (arrow) is placed in the most proximal level (L3, 4 in this figure) and inject divided dosage. (B) Then withdraw the catheter tip (arrow) from the proximal level to the distal level (L4, 5 in this figure) for injection.

데, 천천히 걸리는 느낌이 없도록 주의하여야 카테터의 찢어짐을 방지할 수 있다.

완전 제거 후 상처를 봉합하고 다시 환자를 양외위로 돌린 후 회복실로 이동하여 약 30분간 혈압 등을 측정하여 이상 반응이 발생하는지를 관찰한다. 만약 환자가 2 level 이상에 병변이 있는 경우 여기에 맞추어 약제 투여를 증량하는 것은 위험성이 있으므로 앞서 기술한 양을 그 level 수만큼 나누어 투여한다. 즉 2 level 이면 근위부 병변까지 카테터를 우선 위치시키고 1/2의 약제를 투여한 후, 방사선 투시기하에서 원위부 병변 위치로 카테터를 후퇴하고 나머지 1/2을 투여하는 방식으로 두 level에 나누어 주사한다(Fig. 5). 술 전 세파 항생제를 1회 정맥주사 후 수술장으로 내리고 술 후에는 경구용 항생제를 1일간 처방한다. 거동은 시술 후 즉시 가능하다.

약제의 선택 및 카테터의 위치

약제의 선택과 조합은 아직 확실히 정립되어 있지는 않다. 시술자들 간의 차이가 있지만, 다음과 같은 논리로 인해 약물을 선택하는 것이 일반적이다. 추간판의 탈출 등으로 인해 신경근에 압박이 가해지면 혈관에 의한 영양 공급이 줄어들게 되고 이차적으로 신경근내 부종을 초래하게 되어 상대적인 신경근 압박이 더 심해지는 악순환을 밟게 된다.⁴⁾ 그리고 탈출된 수핵에서 분비되는 여러 물질들과 그로 인해 동원되는 세포들로 인해 염증이 유발되며 증상을 초래하게 되는데, 즉 기계적 압박, 미세 혈액 순환의 장애, 부종, 염증, 섬유화가 요통 및 방사통의 원인이 된다는 것이다.⁵⁻⁷⁾ 이러한 원인들을 해결하기 위하여 우선 통증 조절을 위한 국소 마취제로 주로 lidocaine이나 bupivacaine을 투여하고, 염증을 치료하기 위해 스테로이드를 투여하며 진통 효과와 부종을 감소시키기 위한 10% 고농도 식염수를 투여하게 된다.^{6,8)} 이러한 약제들 외에 hyaluronic acid를 분해하는 효소로 유착 부위를 용해시켜 주사액의 투과성을 증가시키기 위하여 hyaluronidase도 사용되어 왔는데, Hsu 등³⁾은 이 약제가 위험성과 고가의 비용에 비해 임상적 효과가 없다고 하였고 Heavner 등⁸⁾도 다른 약제에 비하여 유의한 차이가 없다고 보고하였는바, 저자들은 사용하지 않는다. 또한 항염제인 스테로이드도 염증이 없는 만성 통증에서는 그 효과 기전이 확실치 않으므로 저자들은 사용하고 있지 않다. 즉 약제는 스테로이드만을 사용하는 것이 전혀 아니고 여러 약제들을 조합하여 사용하고 있으며 이러한 약제의 조합은 향후 연구 결과에 따라 얼마든지 변화할 수 있는 것이다. 신경성형술의 본질은 약제의 종류나 조합에 있지 아니하고, 약물을 어떻게 효과적으로 전달하느냐에 있다고 저자들은 생각한다.

약제의 주사 위치가 경막 전면으로 퍼지는 것이 아주 중요한데 그 이유는 탈출된 추간판과 경막을 지배하는 동 척추 신경(sinuvertebral nerve)이 경막의 전면에 위치하기 때문이다. 동 척추 신

경은 경막의 전, 측면에만 집중적으로 지배하고 있고 후면에는 거의 없다. 그러나 기존의 경막외 차단술은 주로 약제가 동 척추 신경이 없는 경막의 후면으로 우선적으로 퍼지는 한계를 가지기 때문에 약제를 후면뿐만 아니라 전면까지 동시에 보낼 수 있는 미추 차단술이 경막외 차단술보다 임상적으로 더 우수하다고 보고하고 있다.⁹⁾ 이러한 이유로 신경성형술을 통해 약제를 전면에 집중적으로 전달할 수 있는 것이 다른 치료에 비해 통증 조절에서 우수할 수 있는 중요한 기전이 된다. Devulder 등¹⁰⁾은 신경성형술 후 6개월 추시에서 단 한 명도 호전되지 않았다고 보고하였는데 술기상 큰 문제점이 있었다. 즉 카테터를 경막의 후면에 위치시켰는데 이는 카테터를 경막 전면부에 위치시켜야 한다는 신경성형술의 본질에 위배되는 술기였으므로 좋은 결과를 당연히 기대할 수 없었다고 평가할 수 있다.

카테터의 형태에 따라 크게 분류한다면 2가지가 있다. 우선 Racz 카테터(Epimed International, Farmers Branch, TX, USA) 종류는 철사 형태라서 방향 조절은 안되지만 유착을 뚫는 힘이 더 크고 따라서 경막 천공의 가능성도 커진다. 두 번째로 NaviCath 카테터(Myelotec Inc., Roswell, GA, USA) 종류는 플라스틱 카테터이므로 유착을 뚫는 힘은 철사에 비해 적어서 전진하는 힘이 약하게 되어 유착이 심한 경우 시술에 어려움을 초래하는 경우가 있으나 방향 조절이 가능하고 경막 천공의 가능성은 적게 된다. Lee와 Lee¹¹⁾는 방향 조절이 어려운 Racz 카테터보다는 손잡이가 있어 이를 통해 방향 조절이 가능하여 정확한 위치로 카테터가 놓이게 하는데 유리한 NaviCath 카테터가 유착 박리에 더 수월하다고 보고하였다. 저자들도 손잡이로 방향 전환이 가능한 NaviCath 카테터 종류인 PCM 카테터(Surgi R&D, Seongnam, Korea)를 사용하고 있다(Fig. 6). 두 가지 종류의 카테터 간에 장단점이 있는데 저자들은 이러한 단점을 보완하고자 플라스틱 카테터들 중 굵은, 2.1 mm 직경의 PCM 카테터를 사용하여 유착을 뚫는 데 있

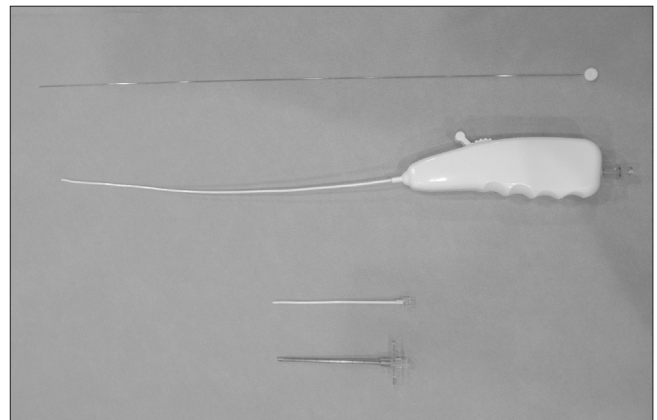


Figure 6. Pain control manipulator (PCM) has a steerable catheter with a handle and an atraumatic tip. From above, wire (inserts into lumen of catheter), PCM catheter, needle spacer (fills guide needle), guide needle.

어서 좀 더 많은 힘을 발생시키고자 하였다.

카테터를 이용한 유착의 박리

척추 수술을 하고 있는 정형외과 의사들에겐 언뜻 이해하기 힘든 부분이다. 과거 후궁판 절제술을 받은 환자를 재수술을 하기 위해 과거의 수술 부위를 열어 보면 아주 강인한 섬유성 반흔 조직이 주위 조직에 심하게 유착되어 있음을 흔히 발견하게 된다. 이러한 수술 후 반흔 조직에 의한 유착은 메스를 비롯한 여러 도구를 이용하여도 그 박리가 쉽지 않은데 과연 가느다란 카테터를 유착 박리를 할 수 있을까 하는 의구심이 들게 된다. 저자들도 수술 후 환자들에게 신경성형술을 하는 경우 일부에서만 이러한 반흔 조직을 뚫고 병변이 위치하는 경막의 전면부에 도달할 수 있었는데 그 대부분이 후방 감압술만 시행하여 경막의 전면부는 상대적으로 보존되었던 환자이거나 단순 추간판 제거술을 시행하였던 환자들이었다. 그러나 이전 수술시 경막의 전면부까지 접근하여 침습적 과정을 거쳤던 후방 요추체 간 유합술 환자들에게서는 다수에서 유착 박리에 실패하였다. 아마도 삽입한 cage가 경막 전면부에서 반흔 조직의 생성을 보다 더 광범위하고 단단하게 유도하였기 때문이라고 생각한다. 따라서 저자들은 수술 후 반흔 조직에서는 시도할 수는 있으나 실패할 가능성이 있으므로 아주 완벽한 치료 방법은 아니라고 생각한다. 문헌상으로도 Lee와 Lee¹¹⁾는 이렇게 반흔화된 수술 후 유착은 카테터의 진행을 막음으로써 신경성형술을 해도 결과가 안 좋았다고 보고하였으며 Birkenmaier 등¹²⁾도 생역학적 실험에서 반흔 조직을 박리시킬 만한 힘은 카테터를 통해 발생시킬 수 없음을 증명하면서 신경성형술의 유용성은 반흔 조직의 박리가 아니고 정확하게 병변 부위에 약제를 전달하는 데 있다고 주장하였다.

하지만 유착 박리와 관련된 신경성형술 문헌들을 살펴보면 수술 후 유착에 주안점을 두기 보다는 추간판 탈출 등으로 인한 염증 반응 후 섬유 세포 등이 침착되어 섬유화를 일으키고 이러한 과정이 유착으로 진행되어 추간공과 척추 관내에서 병변이 있는

신경 구조물들까지 약제가 도달하는 것을 방해하는 유착에 주로 관심을 가지고 기술하고 있다.^{8,11,13)} 즉 이러한 염증 후 유착 부위에 카테터를 진행시킴으로써 혹은 많은 양의 주사제를 경막외 공간을 통해 카테터를 이용하여 주사하여 정수압을 통해 박리함으로써 궁극적으로 약물이 유착부를 통과할 수 있는 채널을 형성하여 약물이 병변부까지 효과적으로 도달할 수 있게 한다는 것이다. 최근 Kim 등¹⁴⁾은 시술 전과 시술 후 2주시점 간을 경막외 조영술로 비교하여 유착박리 정도를 평가함으로써 유착의 조영술상 호전 정도와 임상적 통증 호전 정도가 연관성이 있음을 증명하였는데, Rydell과 Balazs¹⁵⁾의 분류에 따른 섬유성 유착 정도의 분류상 유착이 매우 심하여 칼로 절단하여야 끊어질 수 있는 3단계 유착에는 유착 박리가 불가능하지만 1이나 2단계의 유착에는 카테터로 박리가 가능하다고 주장하였다. 그러므로 수술 후 반흔 조직으로 인한 유착보다는 일반적인 추간판 탈출증 등에서 염증으로 인한 유착에 시술의 적응증을 두어야 하며 통증의 원인으로서 제거하기 위한 유착 박리가 아닌, 약제 전달의 통로를 확보하기 위한 유착 박리가 궁극적 목적이라고 저자들은 생각한다. 이러한 정도의 유착 박리의 방법은 크게 세 가지가 있는데, 카테터 자체의 물리적 힘을 이용한 기계적 박리(mechanical lysis), 생리식염수 등 약제의 양에 의한 정수압을 이용하는 박리(hydrostatic lysis), hyaluronidase의 단백질 분해를 이용한 박리(proteolytic lysis) 등이 있으나 앞서 기술한 바와 같이 hyaluronidase의 유용성에 대해서는 부정적인 보고들이 있다.^{3,16)}

신경 성형술의 합병증

일반적으로 비교적 안전하게 수행할 수 있는 시술이라고 보고하고 있지만 경막 천공, 카테터 손상, 감염 등이 발생할 수 있고 매우 드물지만 색전증, 뇌압의 증가로 인한 발작, 실명, 뇌손상, 사망까지 보고되고 있다.^{13,17)} 합병증은 크게 시술 중이나 직후 나타나는 초기 합병증과 시간이 경과된 후 나타나는 지연 합병증으로 구분할 수 있다.¹⁸⁾ 초기 합병증들은 주로 시술 과정과 연관된 것



Figure 7. Magnetic resonance imaging shows the fragment (arrows) of the catheter which was inserted and broken at another hospital. (A) T2-weighted sagittal image. (B) Gadolinium enhanced sagittal image. (C) T2-weighted coronal image.

들로서 저혈압, 시술 중 극심한 통증, 경막의 출혈 혹은 혈종, 경막 천공, 카테터의 찢어짐 및 절단 등이고 지연 합병증들은 약제와 연관이 있고 하지 피부절의 이상 감각이나 감각 소실, 저림, 대소변 장애, 성기능 이상, 두통, 시술부 혹은 경막의 감염 및 농양, 지주막염 등이다. 그러나 이러한 합병증은 시술에 숙련되고 과정에 주의를 기울이면 충분히 예방할 수 있다고 생각한다.

저자들은 환자로 하여금 시술 전 병동에서 증류수와 Benzalkonium Chloride를 혼합한 소독액으로 좌욕을 하게 한 후 수술장에서 시술 부위를 베타딘과 일회용 포로써 철저히 소독한 상태에서 시술하였고 정맥주사로 항생제를 투여하여 현재까지 1,552명의 증례 중 가벼운 상처 감염조차도 전혀 발생하지 않았다. 약제 투여 중 일시적으로 저혈압이나 의식의 변화 등이 발생할 수 있는데 마취과 의사가 생명 징후를 모니터하면서 적절히 수액 및 다른 약제 등의 투여를 통해 조절하여 별다른 추후 합병증은 발생하지 않았다. 카테터의 손상으로 인해 찢어지거나 부분 절단되어 경막 외에 잔존하는 증례가 보고되었는데 저자들도 타 병원에서 시술 후 조각이 남아 있고 요통을 호소하던 1예를 우연히 자기 공명영상 검사로 확인한 바 있다(Fig. 7). 이러한 현상은 카테터가 불량이거나 삽입 바늘의 날카로운 쪽에 대하여 카테터를 같은 방

향으로 휘어있는 상태로 무리하게 카테터를 움직였을 때 급힘으로써 발생한다고 생각하며 이때는 카테터를 삽입하거나 후퇴할 때 걸끄러운 느낌이 들게 된다. 이러한 경우 걸끄럽지 않고 미끈하게 카테터가 움직일 수 있도록 적절하게 바늘의 방향을 회전시키면서 시술하면 이러한 찢어짐은 방지할 수 있다고 생각하며 이러한 방법으로 저자들은 아직까지 카테터가 찢어지는 현상은 전혀 발생하지 않았다(Fig. 8).

이렇듯 저자들은 삽입과 제거하는 과정에 주의를 기울이는 등의 노력으로 그 외 문헌상 보고된 여러 합병증들도 전혀 발생하지 않았다. 다만 시술 초기 경막외 조영의 잘못된 해석으로 경막 천공을 알지 못하여 경막내 마취가 되어 호흡정지가 발생하였으나 곧바로 심폐소생술 후 완전히 정상으로 회복하였던 1예가 있었다. 이 경우는 저자들의 술기에 대한 미숙함이 원인이었으므로 경막외 조영의 해석에 대한 교육과 훈련이 잘 된다면 이러한 합병증은 충분히 막을 수 있으리라 생각한다. 경막외 조영이 되면 비교적 조영제가 한쪽으로 쏠리면서 부분적으로 조영이 되지 않는 충만 결손(filling defect)들이 작은 점들로서 보인다. 이에 반하여 경막내 조영이 되면 조영제가 좌우 대칭적으로 충만 결손이 없는 깨끗한 분포를 보이게 된다(Fig. 9).

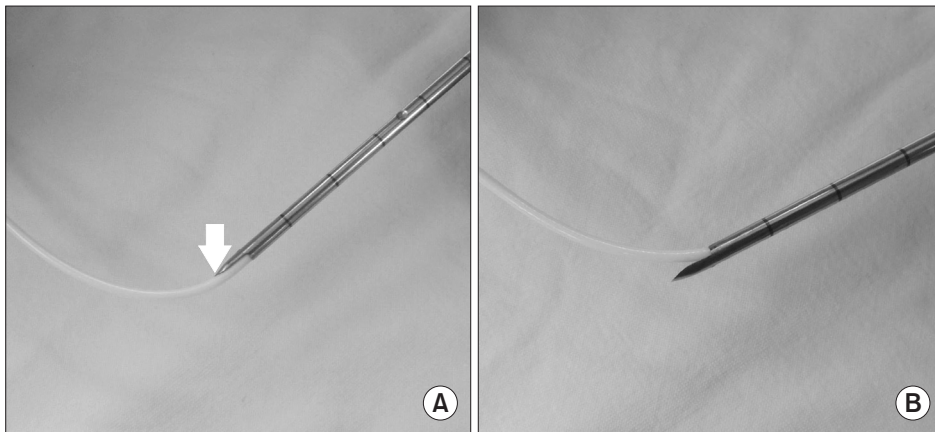


Figure 8. (A) If the catheter is bent at the bevel side of the needle (arrow), shearing of the catheter can be made during movement of the catheter. (B) Rotate bevel needle to prevent catheter from shearing.

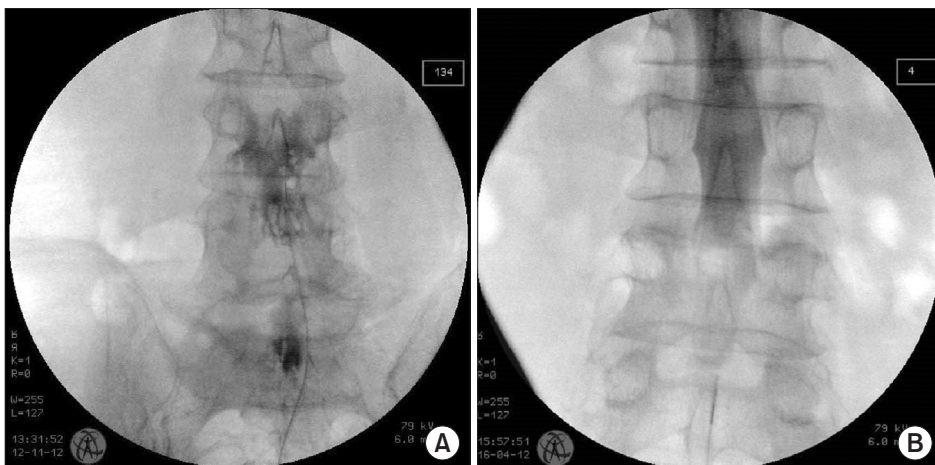


Figure 9. (A) In the epidural space, contrast media spreads asymmetrically with multiple small sized filling defects. The margin of dye spread is irregular. (B) After dural puncture, contrast media spreads symmetrically without filling defects. This is the myelogram that has a smooth margin of dye.

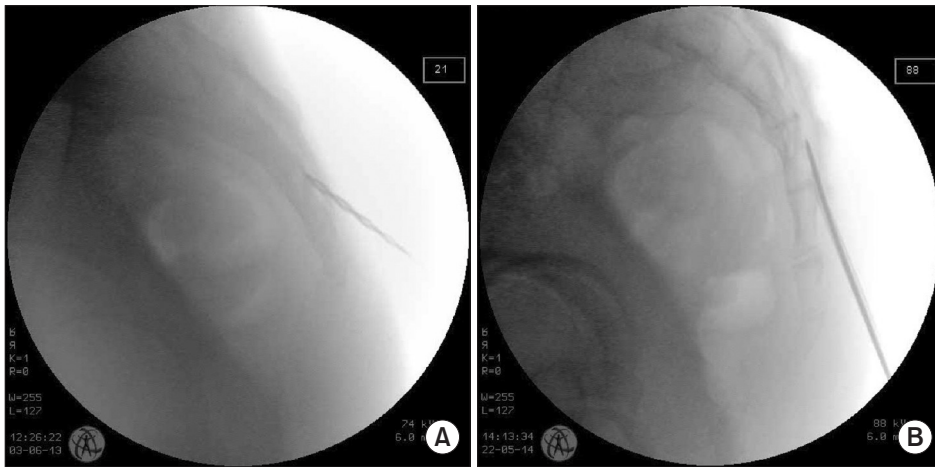


Figure 10. (A) It is impossible to insert a device into the epidural space in case of obliteration or severe stenosis in sacral hiatus or canal. In that case, authors developed a method that hand drilling can provide the entry for needle and catheter. (B) Using a guide needle as an introducer, K-wire with hand drill is an alternative method to secure the pathway.

저자들은 경막 천공이 발생하면 완전히 카테터를 제거 후 기존에 삽입된 유도 바늘의 각도를 바꾸고 그 방향으로 카테터를 재삽입하여 완전한 경막외 조영을 얻은 후 약제를 투여한다. 이러한 이유로 저자들은 플라스틱으로 된 유도 바늘보다 딱딱한 철제 바늘을 선호하는데 플라스틱 바늘은 자체의 유연성으로 인해 방향 전환을 유도할 정도의 강도를 유지할 수 없기 때문이다.

또 다른 중요한 문제는 천골관이 막혀 있는 경우이다. 약 3%에서 발생한다고 보고되었으며 그 외 열공 입구에 협착이 있는 경우에도 바늘이나 카테터가 삽입이 되지 않는 경우가 발생한다.^{19,20} 이러한 환자에게서는 시술을 포기하는 경우까지도 보고하고 있는데, 저자들은 쉽고 간편하게 핸드 드릴을 이용하여 막혀 있는 천골 열공과 천골관을 뚫거나 유도 바늘로 삽입 각도를 잡고 그것을 가이드 삼아 K-강선을 핸드 드릴을 사용하여 바늘 내로 삽입하여 막힌 부분을 뚫고 통로를 만든 후 시술하는 방법을 개발하여 시행함으로써 이러한 폐쇄나 협착이 있는 증례에서도 모두 성공적으로 카테터를 삽입할 수 있었다(Fig. 10).

고 찰

신경성형술에 대한 문헌은 많이 보고되어 있으나 주로 무작위 대조군 연구들을 중심으로 분석하면 크게 두 가지 부류로 문헌들을 나눌 수 있다.

우선 첫 번째로, 다른 보존적 치료에 반응을 보이지 않는 환자들을 대상으로 시행한 경막외 신경성형술의 효과를 보고한 문헌들을 살펴보면, 가장 최근에 Gerdesmeyer 등²¹은 4개월 이상 보존적 치료에 호전되지 않았던 만성 하지 방사통 환자 381명을 대상으로 한 4개 대학병원의 다기관 이중맹검 무작위 위약 대조군 연구에서 실험군에서는 실제 천골 관 내에 카테터를 삽입 후 신경성형술을 시행하였고 위약 대조군에서는 카테터를 천골 표층 피하 조직으로 삽입 후 10 ml 생리식염수를 주사하여 1년간 추시하여 비교하였다. 결과는 신경성형술군에서 위약군에 비해 의미 있

는 Visual Analog Scale과 Oswestry Disability Index의 호전을 보였기에 유의하게 통증 및 기능적으로 우수하다고 보고하였다.

Manchikanti 등²²은 경막외 차단술 등의 보존적 치료에 호전이 없었던 만성 요통 혹은 하지 방사통 환자들을 대상으로 대조군과 생리식염수를 주입한 신경성형술군, 고농도 식염수를 주입한 신경성형술군 등 세 군으로 나누어 무작위 이중맹검 비교분석하였는데, 1년 추시 결과 대조군은 0%, 생리식염수군은 60%, 고농도군은 72%에서 의미 있게 통증 및 기능적으로 호전을 보였다고 보고하였다.

Heavner 등⁸은 다른 보존적 치료들에 반응이 없는 환자들을 대상으로 1년 추시 결과 49%에서 유의한 통증의 감소 효과를 보였으며, bupivacaine과 corticosteroid를 공통적으로 주입하면서 그 외 생리식염수, 고농도 식염수, hyaluronidase 등을 조합하여 4개 군으로 나누어 비교 분석하였는데 각 군 간의 차이는 없었고 다만 고농도군에서 생리식염수군보다 시술 후 추가적인 치료를 받는 경우가 적었다고 보고하였다.

Lee와 Lee¹¹는 경추간공 경막외 차단술에 반응하지 않는 추간판 탈출증 환자들을 대상으로 신경성형술 후 3개월간 추시하여 유의한 통증의 호전을 보고하였다. 기존의 보존적 치료 방법으로 효과가 없을 때 다음 단계의 치료로서 신경성형술이 제시될 수 있음을 시사하는 문헌들이라고 생각한다.

두 번째로 다른 보존적 치료와 신경성형술을 직접 비교한 문헌들을 살펴보면, Veihelmann⁵은 물리치료군과 비교한 전향적 무작위 맹검 비교 연구에서 신경성형술군이 1년 추시상 유의하게 통증 감소 효과가 더 있었다고 보고하였다. 미추 차단술과 비교한 논문을 살펴보면, 2009년 Manchikanti 등^{23,24}은 두 편의 무작위 동등 대조군 연구에서 각각 척추관 협착증과 수술 후 요추 증후군 환자들을 대상으로 신경성형술군과 미추 차단술군 간의 비교 분석을 하여 모두 신경성형술이 우수하였다고 보고하였다. 이러한 보고들은 기존의 보존적 치료 방법보다 신경성형술이 더 우수한 치료임을 증명하는 문헌들이라고 생각한다.

그러나 신경성형술은 그 유용성, 약제의 선택 등 아직 더 연구되고 표준화되어야 할 치료 분야인 것은 확실하다. 예를 들어 수술 후 환자들을 대상으로 한 보고들을 보면 수술의 종류가 시술 후 결과에 미치는 영향 분석이 수행된 논문은 아직 없고, 주관적인 통증 척도가 아닌 객관적인 자기 공명 영상 등의 척도로써 결과가 평가된 논문도 아직 없다. 저자들은 이러한 보고들이 주로 척추외과 의사들이 아닌 통증 치료 센터에서 시행된 것도 이유 중 하나라고 생각하여 앞으로 척추 수술을 하는 의사들이 수술과 관련된 여러 인자들을 분석하여 보고한다면 신경성형술의 발전에 도움이 되리라 생각한다. 또한 어떠한 질환에 더 효과적이고 어떤 상태에서는 효과가 없는지, 예를 들어 같은 추간관 탈출증이라고 해도 그 정도나 위치에 따라 효과의 차이는 어떠한지 등의 연구가 시행되어야 할 것이다. 그리고 비교적 안전한 시술이지만 무리한 시술 과정으로 인해 혈종이나 신경 손상으로 인한 마비 혹은 마미 증후군 등을 초래할 수 있는 등, 기존의 경막외 차단술보다 합병증의 빈도가 상대적으로 높은 것은 사실이므로 주의할 것을 기우려 시술해야 한다.²⁹ 현재 한국에서는 신경성형술이 상업적으로 주로 부각되어 그 학문적 유용성의 본질은 간과되고 환자들에게 경제적 부담으로 작용하여 부정적 평가를 받는 면도 없지 않다. 향후 보다 더 저렴한 수가로 올바른 적응증을 가지고 시행한다면 기존의 보존적 치료로 해결이 어려운 요통 환자들에게 학문적으로나 실제적으로 아주 효과적인 치료 방법으로 제시될 수 있다고 저자들은 생각한다.

장비의 개선과 발전도 앞으로의 과제이다. 기존의 문헌들은 주로 tip의 방향을 조종할 수 없는 Racz 카테터를 이용한 신경성형술에 대하여 보고하였는데, tip의 방향을 시술자가 조종할 수 있는 NaviCath 카테터 종류가 개발되어 좀 더 정확한 위치로 카테터가 위치하도록 하고 있다. 이렇듯 카테터의 공학적 발전이 향후 치료 결과를 개선시키는 요소로 중요하게 작용되리라 추측한다. Sacral hiatus를 이용한 portal은 척추 환자들의 치료에 있어서 중요한 portal이다. 현재 직경이 가는 카테터만이 들어갈 수 있으므로, epiduroscope가 시도되고는 있지만 해상도가 많이 떨어지는 단점이 있다. 그러나 향후 기계 공학이 발전하여 해상도가 좋아지고 작은 채널에서도 다양한 기구들이 여러 procedure들을 수행할 수 있다면 마치 심장 질환에서 흉부외과에서 하던 개심술이 카테터를 이용한 혈관성형술로 많이 대치되었듯이 최소 침습적인 수술까지도 미래에는 이 portal을 통해 가능하리라고 조심스럽게 전망해 본다.

결론

천공 열공을 통한 신경성형술은 기존의 보존적 치료에 반응하지 않는 요통이나 하지통 환자들에게 간편하고 효과적으로 시행할 수 있는 유용한 비수술적 치료 방법으로 선택될 수 있으리라 생

각한다.

CONFLICTS OF INTEREST

The authors have nothing to disclose.

REFERENCES

1. Manchikanti L, Helm Li S, Pampati V, Racz GB. Percutaneous adhesiolysis procedures in the medicare population: analysis of utilization and growth patterns from 2000 to 2011. *Pain Physician*. 2014;17:E129-39.
2. Chan CW, Peng P. Failed back surgery syndrome. *Pain Med*. 2011;12:577-606.
3. Hsu E, Atanelov L, Plunkett AR, Chai N, Chen Y, Cohen SP. Epidural lysis of adhesions for failed back surgery and spinal stenosis: factors associated with treatment outcome. *Anesth Analg*. 2014;118:215-24.
4. Veihelmann A, Devens C, Trouillier H, Birkenmaier C, Gerdemeyer L, Refior HJ. Epidural neuroplasty versus physiotherapy to relieve pain in patients with sciatica: a prospective randomized blinded clinical trial. *J Orthop Sci*. 2006;11:365-9.
5. Veihelmann A. The significance of immunology in orthopaedics today. *Orthopade*. 2003;32:736-43.
6. Specchia N, Pagnotta A, Toesca A, Greco F. Cytokines and growth factors in the protruded intervertebral disc of the lumbar spine. *Eur Spine J*. 2002;11:145-51.
7. Ozaktay AC, Cavanaugh JM, Asik I, DeLeo JA, Weinstein JN. Dorsal root sensitivity to interleukin-1 beta, interleukin-6 and tumor necrosis factor in rats. *Eur Spine J*. 2002;11:467-75.
8. Heavner JE, Racz GB, Raj P. Percutaneous epidural neuroplasty: prospective evaluation of 0.9% NaCl versus 10% NaCl with or without hyaluronidase. *Reg Anesth Pain Med*. 1999; 24:202-7.
9. Abdi S, Datta S, Trescot AM, et al. Epidural steroids in the management of chronic spinal pain: a systematic review. *Pain Physician*. 2007;10:185-212.
10. 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.
11. Lee JH, Lee SH. Clinical effectiveness of percutaneous adhesiolysis using Navicath for the management of chronic pain due to lumbosacral disc herniation. *Pain Physician*. 2012;

- 15:213-21.
12. Birkenmaier C, Baumert S, Schroeder C, Jansson V, Wegener B. A biomechanical evaluation of the epidural neurolysis procedure. *Pain Physician*. 2012;15:E89-97.
 13. Manchikanti L, Bakhit CE. Percutaneous lysis of epidural adhesions. *Pain Physician*. 2000;3:46-64.
 14. Kim JH, Jung HJ, Nahm FS, Lee PB. Does improvement in epidurography following percutaneous epidural neuroplasty correspond to patient outcome? *Pain Pract*. Published online April 21, 2014; doi:10.1111/papr.12197.
 15. Rydell N, Balazs EA. Effect of intra-articular injection of hyaluronic acid on the clinical symptoms of osteoarthritis and on granulation tissue formation. *Clin Orthop Relat Res*. 1971; 80:25-32.
 16. Helm S. A review of the role of epidural percutaneous adhesiolysis. *Pain Manag*. 2012;2:609-16.
 17. Helm Ii S, Benyamin RM, Chopra P, Deer TR, Justiz R. Percutaneous adhesiolysis in the management of chronic low back pain in post lumbar surgery syndrome and spinal stenosis: a systematic review. *Pain Physician*. 2012;15:E435-62.
 18. Kim SB, Kim MK, Kim KD, Lim YJ. Unintended complication of intracranial subdural hematoma after percutaneous epidural neuroplasty. *J Korean Neurosurg Soc*. 2014;55:170-2.
 19. Sekiguchi M, Yabuki S, Satoh K, Kikuchi S. An anatomic study of the sacral hiatus: a basis for successful caudal epidural block. *Clin J Pain*. 2004;20:51-4.
 20. Jo DH, Yang HJ, Kim JJ. Approach for epiduroscopic laser neural decompression in case of the sacral canal stenosis. *Korean J Pain*. 2013;26:392-5.
 21. Gerdsmeyer L, Wagenpfeil S, Birkenmaier C, et al. Percutaneous epidural lysis of adhesions in chronic lumbar radicular pain: a randomized, double-blind, placebo-controlled trial. *Pain Physician*. 2013;16:185-96.
 22. Manchikanti L, Rivera JJ, Pampati V, et al. One day lumbar epidural adhesiolysis and hypertonic saline neurolysis in treatment of chronic low back pain: a randomized, double-blind trial. *Pain Physician*. 2004;7:177-86.
 23. Manchikanti L, Singh V, Cash KA, Pampati V, Datta S. A comparative effectiveness evaluation of percutaneous adhesiolysis and epidural steroid injections in managing lumbar post surgery syndrome: a randomized, equivalence controlled trial. *Pain Physician*. 2009;12:E355-68.
 24. Manchikanti L, Cash KA, McManus CD, Pampati V, Singh V, Benyamin R. The preliminary results of a comparative effectiveness evaluation of adhesiolysis and caudal epidural injections in managing chronic low back pain secondary to spinal stenosis: a randomized, equivalence controlled trial. *Pain Physician*. 2009;12:E341-54.
 25. Jamison DE, Hsu E, Cohen SP. Epidural adhesiolysis: an evidence-based review. *J Neurosurg Sci*. 2014;58:65-76.

경피적 경막외 신경성형술

문상호[✉] • 김한식*

서울성심병원 정형외과, *우리척병원 척추센터

기존의 여러 보존적 치료에도 호전되지 않으면서, 방사통을 동반하거나 동반하지 않는 만성 요통 환자들에게 경피적 경막외 신경성형술을 이용한 통증 조절 시술은 유용한 치료 방법이다. 신경성형술은 통증의 원인이 되는 병변이 위치하는 경막외 공간에 정확히 약물을 전달할 수 있는 방법으로서 약물의 전달을 방해하는 경막외 섬유화 등의 장애물을 카테터를 이용하여 뚫고 목표 지점까지 약물을 전달할 수 있는 통로를 확보하는 시술이다. 그러므로 경막외 유착 박리의 궁극적 목적은 경막외 공간에서 병변까지 약물이 도달할 수 없도록 막고 있는 섬유성 유착 장애물을 카테터로 뚫는 데 있고 추가적으로 약물에 의한 세척 작용으로써 염증을 일으킬 수 있는 물질들을 희석시키는 효과도 기대할 수 있다. 비록 생역학적 실험에서 밝혀진 바와 같이 수술 후 반흔 조직을 카테터로 유착 박리시키는 것은 불가능하지만, 경도 혹은 중등도의 유착은 카테터로 뚫고 약물을 전달할 수 있는 통로 확보가 가능하다. 본 종설에서는 요천 추부의 방사통을 동반하거나 동반하지 않는 만성요통 환자들을 치료함에 있어서 천골 열공을 통한 신경성형술 술기에 중점을 두고 기술하였다.

색인단어: 요통, 경피적 경막외 신경성형술, 카테터

접수일 2015년 2월 9일 수정일 2015년 3월 11일 게재확정일 2015년 3월 23일

[✉]책임저자 문상호

서울시 동대문구 왕산로 259, 서울성심병원 정형외과

TEL 02-966-1616, FAX 02-968-2394, E-mail msh124@paran.com