

경추 경막외강 확인법의 비교 연구

순천향대학교병원 마취통증의학과, *외과

옥시영 · 전해림 · 백영희 · 김상호 · 김순임 · 김선종 · 박 욱 · 송 단*

Comparison of Methods to Confirm the Cervical Epidural Space

Si Young Ok, M.D., Hae Rim Chun, M.D., Young Hee Baek, M.D., Sang Ho Kim, M.D., Soon Im Kim, M.D., Sun Chong Kim, M.D., Wook Park, M.D., and Dan Song, M.D.*

Departments of Anesthesiology and Pain Medicine, *Surgery, College of Medicine, Soonchunhyang University, Seoul, Korea

Background: The loss of resistance (LOR) method is most commonly used to identify the epidural space. This method is thought to rely on the penetration of the ligamentum flavum. Unfortunately the exact morphology of the ligamentum flavum is variable at different vertebral levels. Especially, it has been pointed out that the lower cervical ligamentum flavum may be discontinuous in the midline in up to 50% of patients. Thus, the LOR method may be inaccurate to confirm the cervical epidural space. The aim of this study is to determine which method is the safest and most exact for confirming the cervical epidural space.

Methods: 100 adult, chronic renal failure patients who were undergoing an arteriovenous bridge graft for hemodialysis at the upper arm under cervical epidural anesthesia were recruited for this study. During the cervical epidural puncture, we identified the cervical epidural space by subjectively feeling the resistance with using a finger just through the ligamentum flavum, and we also used the drip infusion method, the loss of resistance method using air, and the hanging drop method. By using 5 grades, we classified the extent of whether or not the techniques were effective.

Results: Using the drip infusion method, we identify the epidural space in all the patients as +/+ + grade. The catheter insertion method was also successful in identifying those epidural spaces over a ± grade. The pseudo LOR was over ± grade in 47 patients.

Conclusions: The combined LOR/hanging drop with drip infusion method is useful for confirming the cervical epidural space. (Korean J Pain 2009; 22: 158-162)

Key Words: cervical epidural puncture, drip infusion method, ligamentum flavum, loss of resistance method.

서 론

요추, 흉추 및 경추 경막외천자 시 경막외강을 확인하는 방법으로는 숙련된 시술자의 손끝으로 전해오는 황색인대를 지날 때의 주관적인 느낌, 공기나 생리식염수를 이용한 저항소실법,¹⁾ hanging drop법,¹⁾ 압력의 변화

를 감시 하는 방법,²⁻⁴⁾ 초음파 감시 하 경막외강 천자법,⁵⁻⁷⁾ 음파 탐지법,^{8,9)} drip infusion법,^{10,11)} Queckenstedt test를 이용하는 방법,¹²⁾ 신경자극기를 사용하는 방법¹³⁻¹⁵⁾ 및 경막외강에 거치된 카테터를 통하여 공기를 주입하고 이를 다시 공기를 흡인하는 방법¹⁶⁾ 등의 여러 가지 방법이 있다. 이 중 저항소실법이 가장 많이 이용되고 있다.

접수일 : 2009년 6월 29일, 1차 수정일 : 2009년 7월 16일
승인일 : 2009년 7월 30일
책임저자 : 옥시영, (140-210) 서울시 용산구 한남동 657번지
순천향대학교병원 마취통증의학과
Tel: 02-709-9302, Fax: 02-790-0394
E-mail: syok2377@naver.com

Received June 29, 2009, Revised 7월 16, 2009
Accepted July 30, 2009
Correspondence to: Si Young Ok
Department of Anesthesiology and Pain Medicine, Soonchunhyang University Hospital, 657, Hannam-dong, Yongsan-gu, Seoul 140-210, Korea
Tel: +82-2-709-9302, Fax: +82-2-790-0394
E-mail: syok2377@naver.com

그러나 경추 경막외강은 흉추나 요추에 비해 황색인대의 midline fusion이 태생학적으로 이루어지지 않아 황색인대에 틈이 생기게 되어^{17,18)} 저항소실법이 정확하지 않을 수 있고 따라서 위양성 저항소실의 빈도가 높다고 알려져 있다.

따라서 저자들은 경추 경막외천자 시 복잡한 장비를 사용하지 않아 비교적 간편하고 접근이 용이한 방법인 황색인대를 지날 때 느껴지는 손끝의 저항 변화, 공기를 이용한 저항소실법, drip infusion법, hanging drop법, Queckenstedt test를 이용하는 방법들을 경추 경막외강 확인에 동시에 사용하면서 가장 안전하고 효과적인 방법이 무엇인지 알아보았다.

대상 및 방법

2008년 3월-2009년 5월 사이에 본원에서 만성 신부전으로 혈액투석을 받기 위해 상완 인조혈관을 이용한 동-정맥루 형성술식을 시행 받는 미국마취과학회 신체등급 분류 2, 3에 해당하는 100명의 환자를 대상으로 경추 경막외마취를 시행하였다.

본원 임상 연구 윤리 위원회의 승인 하에 마취 전 환자를 방문하여 연구 목적과 연구 중 발생 가능한 합병증을 환자에게 설명하고 서면동의서를 받았다. 환자의 성별, 나이, 체중, 신장은 다음과 같았고(Table 1), 기왕력에서 고혈압, 당뇨, 심장 질환, 폐 질환이 있었던 환자의 분포는 다음과 같았다(Table 2). 모든 환자는 마취 전 단순 경추 방사선 검사를 시행하였으며, 경추 수술을 받았거나 경추 질환이 의심되는 경우, 그리고 환자가 경추 경막

외마취를 거부하거나 혈액응고 검사에서 이상이 있는 경우는 대상에서 제외하였다.

경추 경막외마취 30분 전 glycopyrrolate 0.2 mg 및 midazolam 2 mg 근주로 마취 전투약하였고, 수술실 도착 후 비침습적 동맥압, 심전도, 심박수, 맥박산소포화도 등의 기본적인 감시를 하였다.

경추 경막외천자 시 시술자는 25 cm 높이의 발판에 올라가고 천자부위와 높이가 맞게 수술대의 높이를 조절한 후 환자는 좌위 하에 목을 최대한 굴곡 시킨 상태에서 환자의 손은 자연스럽게 반대 측 무릎을 잡게 한 후 제6-7경추 간 혹은 제7경추-제1흉추 간에서 정중법으로 천자하면서 황색인대를 지날 때 느껴지는 손끝의 저항 변화, 즉 시술자의 주관적인 느낌을 기준으로 17 Gauge Tuohy 침을 전진 시킨 후 저항의 변화가 느껴지면 바로 5 ml 유리주사기에 공기 3 ml를 채운 후 천자침과 연결하고 저항 소실법을 이용하여 경막외강이라고 판단되면 유리주사기를 제거하고 hanging drop법으로 재차 확인한 후, drip infusion법(100 ml 생리식염수를 천자부위보다 30 내지 40 cm 높게 위치시키고 수액로를 완전히 개방한 후 수액이 점적되는 속도를 보는 방법)을 시행하였다. 상기 방법들이 무리 없이 진행된 경우에는 경막외 카테터를 삽입하고 경막외강에 국소마취제를 주입하였다.

위양성 저항소실로 인해 천자침의 경막외강 진입 여부가 정확하게 판단되지 않으면 그 지점에서부터 drip infusion을 시행하여 수액이 초당 1방울 이상 점적될 때까지 유심히 관찰하면서 천자침을 전진하였고 경막외강이라고 판단하였다. 그 후 공기를 이용한 저항소실법 및 hanging drip법으로 경막외강을 재차 확인하고 경막외 카테터를 삽입하였다.

황색인대를 지날 때 느껴지는 손끝의 저항 변화, 위양성 저항소실 여부, drip infusion법, 저항소실법, hanging drop법과 경막외강으로 카테터 진입의 용이성 등의 항목들을 다음에 기술한 방법으로 5등급으로 나누어 기록하였다.

1. 황색인대를 지날 때 느껴지는 손끝의 저항 변화(천자침이 황색인대를 지나 경막외강에 도달 했을 때 숙련된 시술자의 주관적인 손끝의 느낌에 대한 평가); 주관성이 강한 항목으로 시술자가 황색인대를 확실하게 느끼면서 천자침을 진입하여 천자침의 전진을 멈추었을 때 저항소실법이 이루어져 경막외천자가 성공된 경우를 ++, 천자침의 황색인대 진입을 전혀 느끼지 못하여 저항소실법을 수차례 반복하면서 경막외강을 힘들게 찾은

Table 1. Demographic Data

Sex (M/F)	51/49
Age (yr)	61.9 ± 12.5
Weight (kg)	58.4 ± 9.6
Height (cm)	157.3 ± 9.1

Values are mean ± SD or number.

Table 2. Patient's Past History

Past history	Cases
Hypertension	84
Diabetes mellitus	40
Heart disease	22
Lung disease	4

Values are number of patients.

경우를 --로 하여 그 정도에 따라 +, ±, -로 판단하였다.

2. 위양성 저항소실 여부; 경추 황색인대의 midline fusion 미숙으로 인해 생긴 틈으로 천자침이 진입하여 발생하는 현상으로 천자침이 경막외강에 진입하기 전부터 저항소실이 나타나, 시술자가 경막외강으로 오인 할 정도이면 ++, 위양성 저항소실을 전혀 느끼지 못하면서 경막외 천자가 성공된 경우는 --로 하여 그 정도에 따라 +, ±, -로 판단하였다.

3. Drip infusion법; 100 ml 생리식염수를 천자침보다 30 내지 40 cm 높게 위치시킨 후 수액로를 완전히 개방시키고 이것을 천자침에 연결하여 수액이 1초에 1방울 이상 점적되는 경우를 ++, 1방울인 경우를 +, 그 이하인 경우를 정도에 따라 ±, -, --로 판단하였다.

4. 저항소실법; 5 ml 유리주사기에 3 ml의 공기를 채우고 저항소실법을 하면서 plunge를 손끝으로 살짝만 밀어도 저항소실이 되거나 간혹 음압으로 인해 plunge가 저절로 빨려 들어가는 경우를 ++로 판단하였고, plunge로 확인할 때의 저항도에 따라 +, ±, -, --로 판단하였다.

5. Hanging drop법; 원칙적으로 이 방법은 천자침이 황색인대를 도착하기 전부터 물방울을 천자침의 끝에 묻히고 해야 하지만 본 연구에서는 공기를 이용한 저항소실 후 시행 하였으므로 정확한 결과라고 할 수는 없다. 물방울이 1초 이내 빨려 들어가는 경우를 ++, 2-3초이면 +, 2-3보다 느린 속도로 천천히 빨려 들어가는 경우는 ±, 물방울이 맥박에 따라 매우 조금 빨려 들어갔다 나왔다 진동하는 경우는 -로 판정하였고 물방울의 이동이 전혀 없었던 경우를 --로 판단하였다.

6. 경막외강으로 카테터 진입의 용이성; 카테터를 4-5 cm 진입시킬때 경막외강으로 아무런 저항이 없이 진입한 경우를 ++로 판정하였으며 그 정도에 따라 +, ±, -, --로 판단하였다.

상기 6가지 방법들이 무리 없이 진행되는 경우에는 카테터를 삽입한 후 환자를 앙와위로 하고 국소마취제를 주입하였으며, 상기 확인 방법 결과가 석연치 않은 경우에는 Queckenstedt test (압력측정기를 경막외 카테터에 연결한 후 양측 경정맥을 압박하여 압력이 증가되면 양성 즉 경막외강이라고 판단하는 방법)를 시행하여 압력을 측정, 기록하였다.

경막외마취를 위해 0.75% ropivacaine 7.5 ml, normal saline 7.5 ml, fentanyl 20 µg 혼합용액을 주입하였고, 혈압 및 맥박은 국소마취제 주입 후 5분 간격으로 측정,

기록하였다. 약제 주입 후 20분 후 pin-prick 검사로 감각 차단 범위를 확인하였다. 국소마취제 주입 전 그리고 20분 후 동맥혈가스검사를 시행하였고 수술 중 호흡곤란 여부 및 경추 경막외마취로 인한 합병증 여부도 기록하였다.

모든 시술과 5등급의 판단은 한 사람의 마취통증의학과 전문의가 시행하여 시술자간에 따른 오차를 가능하도록 하였다. 카테터가 경막외강에 정확히 위치되어 이를 통해 국소마취제가 올바르게 주입된 것은 경막외마취의 성공여부로 판단하였다.

결 과

각 방법에 따른 5등급의 결과는 다음과 같았다(Table 3). Drip infusion법의 경우 100예 모두에서 + 혹은 ++의 성적으로 경막외강이 확인되었으며 카테터 삽입으로는 모든 경우에서 ± 이상의 성적으로 경막외강이 확인되었다.

Finger feel -- 2명, - 13명은 모두에서와 ±에 해당되는 25명의 대부분에서 저항소실법으로만 경막외강을 찾는데 무리가 있다고 판단되어 drip infusion법에 의지해서 천자침을 전진하였다. Finger feel ++ 24명은 황색인대의 저항이 확실히 느껴져 drip infusion법의 도움 없이 LOR법으로만 천자침을 전진하여 경막외강을 바로 찾을 수 있었고 그 후 drip infusion법을 병용 시행하여 재차 확인하였다.

Queckenstedt test를 시행하였던 경우는 17예였으며, 압력은 평균 21.5 ± 8.2 mmHg에서 33.5 ± 8.4 mmHg로 증가하였고 모든 경우에서 경막외강이 확인되었다.

혈압 및 맥박은 국소마취제 주입 5분 후부터 하강하였으나 승압제 사용으로 무리 없이 조절되었고 감각 차단 범위는 C3.4 ± 1.2 - T5.7 ± 3.0; upper level range C2-

Table 3. Five Grades of Each Methods for Identification of Cervical Epidural Space

Method	Grade				
	--	-	±	+	++
Finger feel	2	13	25	36	24
Pseudo LOR	49	4	15	25	7
Drip infusion				17	83
LOR (air)			3	19	78
Hanging drop	55	4	10	9	22
Catheter insertion			5	12	83

Values are number of patients. LOR: loss of resistance.

C6, lower level range T3-L2였고, 동맥혈가스검사에서 PaCO₂는 의의 있게 증가하지 않았다. 수술 중 5명에서 호흡곤란을 호소하였으나 단순 마스크로 산소를 흡입으로 완화되었고, 기관내 삽관까지 필요했던 경우는 없었다.

실험을 진행하던 중 1예에서 경추 경막외천자 중 뇌척수액의 유출이 있어 대상에 포함시키지 않았으며, 상기 환자에서 추후 신경학적 이상 소견은 발생하지 않았다. 경막외마취가 이루어지지 않아 전신마취로 전환한 경우는 없었다.

고 찰

본 연구에서 저자들은 경추 경막외천자 시 경막외강 확인 방법으로 기존의 저항 소실법 및 hanging drop법에 병행하여 drip infusion법을 시행하여 모든 경우에서 경막외천자를 성공적으로 시행할 수 있었다.

경막외마취 시 우발적인 경막천자와 이로 인한 합병증은 모든 부위의 척추에서 발생될 수 있다. 특히 경추 부위의 척수가 손상을 입는다면 매우 위험한 상황이 발생될 수 있다. 따라서 대부분의 마취통증의들은 경추 경막외천자 시에는 보다 세심한 주의를 기울이면서 시술하고 있다.

경막외강을 확인하는 방법으로는 공기나 생리식염수를 이용한 저항소실법,¹⁾ hanging drop법,¹⁾ 압력의 변화를 감시 하는 방법,^{2,4)} 초음파 감시 하 경막외강천자법,^{5,7)} 음파 탐지법,^{8,9)} drip infusion법,^{10,11)} Queckenstedt test를 이용하는 방법,¹²⁾ 신경자극기를 사용하는 방법¹³⁻¹⁵⁾ 및 경막외강에 거치된 카테터를 통하여 공기를 주입하고 이를 다시 공기를 흡입하는 방법¹⁶⁾ 등의 여러 가지 방법이 있으며, 이 중 저항소실법이 가장 많이 이용되고 있다.

그러나 Hogan은¹⁷⁾ 척추에 대한 해부학적인 연구 결과 황색인대에 틈이 있다는 것을 발표하였다. 이후, Lirk 등은¹⁸⁾ 52명의 사체로부터 C3-T5 사이의 척주를 채취하여 해부, 조직학적 연구를 시행한 결과 태생학적으로 황색인대의 midline fusion이 이루어지지 않아 틈이 있는 경우가, C3-C4; 66%, C4-C5; 58%, C5-C6; 74%, C6-C7; 64%, C7-T1; 51%, T1-T2; 21%, T2-T3; 11%, T3-T4; 4%, T4-T5; 2%, T5-T6; 2%였으며 이 틈의 평균 넓이는 1.0 ± 0.3 mm라고 보고하였다. 따라서 경추 경막외천자 시 황색인대를 안전한 landmark로 항상 믿어서는 안 되며, 경추 경막외천자 시 주로 이용되는 C6-C7, C7-T1의 경우, 50% 이상에서 틈이 있어 불확실한 저항소실법으로 인해 경막 천자나 척수의 손상을 줄 가

능성이 높다고 보고하였다.

저자들은 이러한 황색인대의 틈으로 인해 본 연구에서의 위양성 저항소실이 발생되었다고 생각하며 본 연구의 위양성 저항소실의 빈도 결과 역시 ±/+/++ 15명/25명/7명(47%)으로 Lirk 등이¹⁸⁾ 발표한 C6-T1 사이의 틈의 평균인 57.5%와 비슷하였고 차이가 나는 이유로 천자침이 항상 정중선으로 진입하지 못하여 그 차이가 발생하였다고 생각한다.

이와 같이 경추 경막외천자 시에는 저항소실법이 정확치 않을 가능성이 높으므로, 저항소실법을 시행함과 동시에 다른 여러 가지 방법을 경막외강 확인에 이용할 수도 있으나 hanging drop법과 drip infusion법 이외의 방법은 기구를 사용해야 하는 등 임상 사용에서 제약이 있다.

실제 Kil 등은⁵⁾ 7세 이하의 소아를 대상으로 수술 전 초음파로 경막외강까지의 깊이를 미리 측정 한 후 요추 경막외천자 시에는 drip infusion법을 이용함으로써 179/180명(99.4%)에서 한번 시도로 경막외천자가 성공되었다고 보고하였다. 그러나 성인 경추의 경우에는 경막외강까지의 깊이가 깊어 초음파로 정확히 측정하는데 어려운 점이 있으며 고가의 장비를 사용함에 따른 제약이 있을 수 있다. 따라서 본 연구에서는 이용이 간편한 hanging drop법과 drip infusion법을 이용하였다.

본 연구에서 hanging drop법을 처음부터 원칙적으로 시행 하였다면 또 다른 결과가 나올 수는 있었겠지만 본 연구에서는 이 방법을 보조적인 방법으로 공기를 이용한 저항소실 후 시행한 결과 hanging drip법이 조금이라도 양성으로 생각되는 경우는 ±/+/++ 19명/9명/22명(41%)으로 이 방법만으로 경막외강을 확인하는 데에는 한계가 있었다.

Drip infusion법에 대해서는 Matsuda가¹⁰⁾ 처음 보고한 이후 Yamashita와 Tsuji가¹¹⁾ 9세 이하의 소아 350명(요추부 300명, 흉추부 50명)을 대상으로 drip infusion법으로 경막외강을 확인하여 97.7%인 342명에서 정확도를 보였다고 보고하였다. 본 연구에서는 100예 모두에서 drip infusion법으로 + 혹은 ++의 성적으로 경막외강이 확인되었으며, 모든 경우에서 성공적으로 경추 경막외마취가 되었다.

Queckenstedt test에 대한 보고로 Yokoyama 등은¹²⁾ 양측 경정맥을 압박하면 뇌정맥의 흐름이 막히게 되고, 이에 따라 뇌압의 상승 및 뇌척수액의 압력이 증가됨에 따라 지주막 하강 및 경막외강의 압력이 증가 되는 현상을 경막외강 확인에 이용하여 연구한 결과 이 방법의 민감도와 특이도는 92%와 100%, 양성 예측률은 100%, 음성

예측률은 66.7%라고 보고 하였다. 본 연구에서 저자들은 17예에서 Queckenstedt test를 시행하였고 모든 경우에서 압력이 7 mmHg 이상 상승하였다.

본 연구의 제한점으로는 각각의 경막외강 확인 방법을 따로 시행한 후 그 결과를 비교해 보지 않고 경추경막외강을 찾기 위해 여러 방법이 동시에 진행되었기 때문에 각 방법을 독립적으로 서로 비교해 볼 수는 없었고 따라서 각 방법의 경막외강 확인의 정확도 및 민감성을 통계적으로 서로 비교해 보지 못하였다는 점을 들 수 있겠다. 또한 실험을 진행하는 동안 시술자의 학습효과 즉 경험이 축적에 의해 5등급의 판정이 일정치 않게 되는 등의 문제 역시 배제할 수 없다.

결론적으로 경추 경막외전자 시 위양성 저항소실로 인한 위험을 줄이기 위해 기존의 저항 소실법 및 hanging drop법에 병행하여 drip infusion법을 시행하는 것은 유용하고 안전한 방법이라고 생각한다.

참 고 문 헌

- Howell TK, Prosser DP, Harmer M: A change in resistance? A survey of epidural practice amongst obstetric anaesthetists. *Anaesthesia* 1998; 53: 238-43.
- Suwa T, Inomata S, Saito S, Toyooka H: Pressure-guided method for identification of the epidural space in children. *Anesthesiology* 1998; 89: 546-8.
- Ghia JN, Arora SK, Castillo M, Mukherji SK: Confirmation of location of epidural catheters by epidural pressure waveform and computed tomography cathetergram. *Reg Anesth Pain Med* 2001; 26: 337-41.
- Lennox PH, Umedaly HS, Grant RP, White SA, Fitzmaurice BG, Evans KG: A pulsatile pressure waveform is a sensitive marker for confirming the location of the thoracic epidural space. *J Cardiothorac Vasc Anesth* 2006; 20: 659-63.
- Kil HK, Cho JE, Kim WO, Koo BN, Han SW, Kim JY: Prepuncture ultrasound-measured distance: an accurate reflection of epidural depth in infants and small children. *Reg Anesth Pain Med* 2007; 32: 102-6.
- Roh JH, Kim WO, Yoon KB, Yoon DM: The success rate of caudal block under ultrasound guidance and the direction of the needle in the sacral canal. *Korean J Pain* 2007; 20: 40-5.
- Kim SH, Lee KH, Yoon KB, Park WY, Yoon DM: Sonographic estimation of needle depth for cervical epidural blocks. *Anesth Analg* 2008; 106: 1542-7.
- Lechner TJ, van Wijk MG, Maas AJ, van Dorsten FR, Drost RA, Langenberg CJ, et al: Clinical results with the acoustic puncture assist device, a new acoustic device to identify the epidural space. *Anesth Analg* 2003; 96: 1183-7.
- Lechner TJ, van Wijk MG, Maas AJ: Clinical results with a new acoustic device to identify the epidural space. *Anaesthesia* 2002; 57: 768-72.
- Matsuda K: Identification of the epidural space using a drip infusion set. *Masui* 1977; 26: 956-7.
- Yamashita M, Tsuji M: Identification of the epidural space in children. The application of a micro-drip infusion set. *Anaesthesia* 1991; 46: 872-4.
- Yokoyama T, Ushida T, Yamasaki F, Inoue S, Sluka KA: Epidural puncture can be confirmed by the Queckenstedt-test procedure in patients with cervical spinal canal stenosis. *Acta Anaesthesiol Scand* 2008; 52: 256-61.
- Goobie SM, Montgomery CJ, Basu R, McFadzean J, O'Connor GJ, Poskitt K, et al: Confirmation of direct epidural catheter placement using nerve stimulation in pediatric anesthesia. *Anesth Analg* 2003; 97: 984-8.
- Tsui BC, Gupta S, Finucane B: Confirmation of epidural catheter placement using nerve stimulation. *Can J Anaesth* 1998; 45: 640-4.
- Tsui BC, Seal R, Koller J, Entwistle L, Haugen R, Kearney R: Thoracic epidural analgesia via the caudal approach in pediatric patients undergoing fundoplication using nerve stimulation guidance. *Anesth Analg* 2001; 93: 1152-5.
- Cheong SH, Kim C, Lee SE, Lee JH, Lee KM, Choe YK, et al: The air test as a useful indicator of appropriate placement of epidural catheter. *Korean J Anesthesiol* 2005; 49: 798-802.
- Hogan QH: Epidural anatomy examined by cryomicrotome section. Influence of age, vertebral level, and disease. *Reg Anesth* 1996; 21: 395-406.
- Lirk P, Kolbitsch C, Putz G, Colvin J, Colvin HP, Lorenz I, et al: Cervical and high thoracic ligamentum flavum frequently fails to fuse in the midline. *Anesthesiology* 2003; 99: 1387-90.