

Jack-Knife 체위에서 0.1% Tetracaine의 저비중 척추마취시 주입 속도에 따른 마취범위와 지속시간

연세대학교 의과대학 마취과학교실

김정렬 · 김갑수 · 심연희 · 신양식

= Abstract =

Effect of Injection Speed on the Anesthetic Level and Duration of Hypobaric Spinal Anesthesia with 0.1% Tetracaine in Jack-Knife Position at 15° Head-down Tilting

Jung Lyul Kim, M.D., Gab Soo Kim, M.D., Yon Hee Shim, M.D.
and Yang-Sik Shin, M.D.

Department of Anesthesiology, Yonsei University College of Medicine, Seoul, Korea

Background: The speed of injection of local anesthetic solutions into the subarachnoid space may influence the spread of these agents in the cerebrospinal fluid by the amount of turbulence generated, especially with large volume. To determine the proper injection speed of anesthetics in hypobaric spinal anesthesia on jack-knife position, the anesthetic level and duration were measured with the fast or slow injection speed.

Methods: Twenty patients for perianal surgery in jack-knife position under hypobaric spinal anesthesia were randomly assigned to one of two groups. Tetracaine (0.1%) in distilled water 5 ml was administered to all the patients. Group I patients received the drug with the speed of injection as 5 ml/20 sec (15 ml/min) and the others (Group II) as 5 ml/4 min (1.25 ml/min). The mean arterial pressures and heart rates at the preanesthetic period, and 5, 10, 15 and 20 min after the end of injection were measured. The anesthetic levels at 5, 10, 15 and 20 min after the injection and anesthesia duration were measured.

Results: There was no significant difference in mean arterial pressures, heart rates and anesthetic duration between two groups. The anesthetic level 20 min after the injection was higher in Group I than Group II, and not different at the other time sequences.

Conclusion: At the injection speed within 1.25~15 ml/min in hypobaric spinal anesthesia on jack-knife position at 15° head-down, we acquired appropriate anesthetic level and duration for perianal surgery without any undesirable effects. (*Korean J Anesthesiol* 1998; 35: 1100~1104)

Key Words: Anesthesia: duration. Anesthetic techniques: spinal, injection speed. Anesthetics: local, tetracaine, hypobaric. Position: jack-knife; prone.

논문접수일 : 1998년 8월 28일

책임저자 : 신양식, 서울시 강남구 도곡동 146-92, 영동세브란스병원 마취과, 우편번호: 135-270

Tel: 3497-3520, Fax: 3463-0940

서 론

척추강내로 주입된 국소마취제는 전근과 후근을 차단하여 감각 및 운동 소실을 일으킬 뿐 아니라 교감 신경도 차단하여 그 분포부위의 혈관을 확장시켜 혈액학적 변화를 일으키게 되는데 차단부위가 넓을수록 혈액학적 변화가 커져 심한 저혈압을 야기시킨다.

차단부위는 척추강내로 주입된 국소마취제의 분포에 의해 결정되며 이 분포에 영향을 미치는 주된 인자로는 국소마취제의 비중과 환자의 체위를 들 수 있고 그 외 환자의 신장, 천자 부위, 천자침의 종류, 마취제의 용량 및 주입 속도 등이 있다.^{1,2)}

Jack-knife 체위로 항문주위 수술을 받는 경우 체위의 특성상 고비중 국소마취제를 이용한 안장마취나 미추마취 또는 저비중 척추마취를 시행할 수 있는데 이중 안장마취는 마취후 수분간 좌위를 취하게 해야하고 그 후 체위를 변경시켜야 하므로 뜻하지 않은 고위마취의 위험성이 있을 뿐 아니라 체위 변경시 외상 등이 염려되며, 미추마취는 많은 양의 마취제가 요구된다는 단점이 지적되고 있다. 저비중 척추마취는 0.1% tetracaine을 사용할 때 다량의 증류수 사용과 가끔 불충분한 근육이완을 유발한다고 하며³⁾ 복와위에서 시행할 경우 천자를 확인하기 위해 뇌척수액을 흡입해 보아야 하는 단점이 있으나 비교적 소량의 마취제를 사용하고 마취후 체위변경 없이 수술을 진행할 수 있으며 마취범위를 국한시킬 수 있는 장점이 있다.³⁾

이에 저자들은 두부를 15도 하방으로 한 jack-knife 체위에서 항문주위 수술을 받는 환자 20명을 대상으로 일반적으로 마취 범위에 영향을 주는 요인들을 한정시키고, 마취제의 주입속도에 따른 마취 범위와 마취지속시간, 저혈압, 서맥 등의 합병증을 평가함으로써 불필요한 고위마취를 피하면서 적절한 마취와 수술에 충분한 마취 지속시간을 얻기 위한 국소마취제의 주입속도를 결정하고자 하였다.

대상 및 방법

1) 대상

Jack-knife 체위에서 항문주위 수술을 받는 미국

마취과학회의 환자 신체상태 분류 1 및 2에 해당하는 성인 남녀 중 척추 마취에 금기증이 없는 20명을 대상으로 하였으며 이를 다시 국소마취제(0.1% tetracaine 5 ml)를 15 ml/min의 속도로 빠르게 주입하는 I군(n=10)과 1.25 ml/min으로 천천히 주입하는 II군(n=10)으로 무작위 선정하였다.

2) 방법

모든 대상 환자는 수술실에 도착하기 1시간 전에 midazolam 0.05 mg/kg를 전투약제로 근주 하였으며 안정상태에서 자동혈압계와 심전도를 이용하여 평균동맥압과 맥박을 측정하였다.

그 후 각도기를 이용하여 환자의 두부를 15도 하방으로 한 jack-knife 체위를 취하게 하고 2% lidocaine으로 국소침윤을 한 후 제 3, 4요추간에 22 G Quincke 바늘로 척추 천자를 시행하였다.

주입 약물의 준비는 tetracaine 20 mg(Pontocaine[®], 대한 약품, 한국) 분말을 생리식염수 2 ml에 녹인후 증류수 18 ml를 추가하여 0.1% 농도로 만들고 이를 50 cc 주사기에 채워 약물전도관(Lectro-Cath[®], Vygon, France)의 male Luer-lock으로 척추 천자침의 hub에 연결하였다. 이때 천자침의 움직임을 방지하기 위해 왼손 엄지와 검지로 천자침의 hub를 잡아 단단히 고정하였다. 천자침의 사면은 미추방향으로 하였으며 약물의 주입 속도는 주사기 지속주입 펌프(Terumo[®], Tokyo, Japan)로 조절하였는데 II군은 1.25 ml/min (5 ml/4 min)으로, I군은 pump의 최대 허용 속도(purge button)를 이용하여 산정된 15 ml/min (5 ml/20 sec)으로 하였다.

약물 주입후 5분 간격으로 20분 동안 평균동맥압과 심박수를 측정하였고 마취 범위는 마취후 20분 동안 5분 간격으로 자통의 소실로 결정하였으며 이를 S₅ 피부 분절을 1점으로 하고 각 평가시간에 차단된 감각 분절의 수를 점수로 환산하였으며 마취 지속시간은 최대마취범위에서 2 피부 분절 아래까지 마취에서 회복되는 시간으로 하였다.

두 군간 연령, 신장, 체중과 마취 지속시간은 unpaired t-test로, 각 환자의 마취전과 마취후 20분 동안 5분 간격으로 측정한 평균동맥압과 심박수 및 마취범위는 repeated measure ANOVA로 통계처리 하였으며 p값이 0.05 미만을 통계학적으로 유의한 것으로 간주하였다.

결 과

I군과 II군의 남녀 비는 각각 7 : 3 및 6 : 4이었으며 연령, 체중, 신장에는 차이가 없었다(Table 1).

각 환자별로 마취전과 마취후 5, 10, 15 및 20분에 측정된 평균동맥압은 모든 환자에서 차이를 보이지 않았으며 양군간의 심박수는 마취전과 마취후

5, 10 및 15분에 II군에서 유의하게 느렸지만($p < 0.05$) 두 군 모두 정상범주에 속해 있었다(Table 2).

마취범위는 5, 10 및 15분에서는 차이가 없었고 20분에 I군에서 L₄, II군에서 S₁으로 I군에서 유의하게 높았으나($p < 0.05$) 저혈압 등의 부작용을 나타낼 정도의 고위 마취는 아니었으며 마취 지속시간은 차이가 없었다(Table 3).

고 찰

Jack-knife 체위에서 항문 주위 수술을 위해 0.1% tetracaine을 이용한 저비중 척추마취를 1.25 및 15 ml/min 주입 속도로 시행한 바, 마취 범위 및 지속 시간에서 두 속도간에 차이를 보이지 않았고 평균 동맥압 및 심박수도 두 군 모두에서 마취전과 비교하여 유의한 저하를 보이지 않았다.

저비중 척추 마취는 뇌척수 액보다 충분히 낮은 비중의 국소마취제를 척수강내에 주입하여 마취효

Table 1. Patients' Characteristics

Group	Sex	Age(yr)	Weight (kg)	Height (cm)
	(Male/ Female)			
I	7/3	46.7±18.7	68.6±12.5	167.1±9.0
II	6/4	40.1±11.9	66.9±12.7	169.8±11.4

All values are expressed as mean±SD except Sex

Table 2. Changes of Mean Arterial Pressures (MAP) and Heart Rates(HR)

Group	Preanes [†]	Elapsed time [†] (min)				
		5	10	15	20	
MAP (mmHg)	I	102±12	101±12	100±12	100±13	101±16
	II	92±17	92±16	92±16	90±18	90±13
HR (beats/min)	I	81±15	81±14	81±15	81±18	79±16
	II	64±10*	65±9*	66±10*	64±9*	66±11

[†]Preanes: immediately prior to the injection of tetracaine. [†]Elapsed time : from the end of the injection of tetracaine. All values are expressed as mean±SD. * $p < 0.05$ vs Group I.

Table 3. Sensory Anesthetic Level[†] at the Elapsed Time and the Duration[†] of Anesthesia

Elapsed time	Anesthetic level (points)				Duration(min)
	5	10	15	20 (min)	
Group I	4±1(S ₂)	5±1(S ₁)	6±1(L ₅)	7±1(L ₄)	176±65
Group II	4±1(S ₂)	5±1(S ₁)	5±1(S ₁)	5±1*(S ₁)	218±55

[†]Anesthetic level: transformed to the sequential numbering of each sensory dermatome from S5(1 point) to L1(10 points)
[†]Duration : time interval from the onset to 2-dermatome regression from the maximal anesthetic level. All values are expressed as mean±SD. * $p < 0.05$ vs. Group I

과를 얻는 척추마취법으로 측와위 혹은 jack-knife 체위에서의 회음부 수술 및 하지의 편측 마취에 많이 이용되고 있으며 심박출량의 감소와 혈압 하강 등의 위험성 때문에 T_{10} 이상의 지각 분절 차단이 필요한 수술에는 잘 이용되지 않는다.²⁾ 특히 두부를 하방으로 한 jack-knife 체위에서 저비중 척추마취를 시행할 경우 마취범위가 미추 및 요추 부위에 국한되므로 혈액학적 변동을 감소시킬 수 있으며 마취를 수술시와 동일한 체위에서 행할 수 있으므로 체위 변동에 따른 예측하지 못한 고위마취나 외상 등을 피하고 시간을 절약할 수 있는 장점이 있다.

마취의 범위 및 지속시간을 결정하는 요인 중 하나인 척수강내 주입 약물의 분포는 여러가지 인자에 의해 영향을 받는데 그중 국소마취제의 비중과 환자의 체위가 가장 중요하다고 알려져 있으며 그 외 환자의 연령, 신장, 천자 부위, 천자침의 종류, 국소마취제의 용적 및 용량 등을 들 수 있다.^{1,2)}

저비중 척추마취는 섭씨 37도에서 뇌척수액에 대한 비중이 1.0000 이하인 국소마취제를 사용한 척추마취를 뜻하는데 뇌척수액 밀도의 정상 변위를 고려할 때 국소마취제가 모든 환자에게 저비중이 되기 위해서는 비중이 0.9990 이하여야 한다고²⁾ 하였는데 이영주 등의 연구에 의하면³⁾ 0.1% tetracaine은 비중이 0.9966으로 저비중 척추마취제의 조건을 충분히 만족시켰다. Horlocker등과⁴⁾ Atchison등은⁵⁾ 측와위에서의 저비중 척추마취시 국소마취제의 주입속도(급속: 0.5 ml/sec, 완속: 0.02 ml/sec)가 마취범위에 영향을 미친다고 보고하였는데 빠른 약물 주입시 천자침의 출구에서 와류가 형성되어 약물이 뇌척수액과 잘 섞이게 되면서 넓게 분포하기 때문이라고 하였다.

주입 약물의 온도 또한 영향을 줄 수 있는데 온도가 섭씨 25도에서 37도로 올라가면 비중이 0.00037 정도 낮아지기 때문이다.^{3,7)} 5 ml의 국소 마취제가 뇌척수강내로 주입된 후 섭씨 37도로 가온되는데 3분 정도가 걸리는데 실온의 약물을 3분 이상의 느린 속도로 주입하면 천자침을 지나는 동안 체온에 가깝게 가온되어 비중이 더욱 낮아지게 되므로 저비중 용액을 사용하였을 때 빠르게 주입되는 경우보다 중력의 영향을 많이 받게 될 것을 예상할 수 있다.

Steinstra등이⁶⁾ 척추 model로 행한 연구에서 실온

의 0.5% plain bupivacaine과 섭씨 37도로 가온한 bupivacaine 용액은 각각 고비중과 저비중 용액으로 작용하였다고 하였으므로 약제의 온도에 따라 환자의 체위 선택에 신중을 기해야 할 것이다.

마취 지속시간은 신경근에서의 약물의 농도에 영향을 받는데^{10,13)} 측와위에서 척추마취를 시행한 직후 바로 양와위로 체위를 변화시켰을 경우 뇌척수액에서 고비중 마취제의 확산이 저비중이나 등비중 마취제에 비해 더 넓게 되므로 마취 지속시간이 짧아지게 되지만⁸⁾ 같은 고비중 마취라도 좌위에서 시행 후 충분한 시간 체위를 유지하였을 경우에는 오히려 등비중 마취에 비해 더 긴 마취 시간을 보인다고 하였다.⁹⁾ 또한 확산이 적게 되면 약물의 흡수 면적 또한 좁아지므로 마취 지속시간을 연장시키는 한 요인이 된다.¹¹⁾

Quincke 바늘을 사용할 경우에는 약물이 천자침의 장축에 평행하게 나가기 때문에 사면의 방향은 영향을 미치지 않고 천자침과 척수강이 이루는 각도에 따라 영향을 받는다고 하며 Whitacre 바늘은 약물이 바늘에 90도의 각도로 주입되기 때문에 사면의 방향에 영향을 받는다.^{2,12)} 본 연구에서는 Quincke 바늘을 이용하였으며 천자침의 각도가 대부분 피부에 수직이었으므로 척수강과 천자침의 각도 역시 거의 직각이었을 것으로 생각되고 따라서 거의 영향을 주지 않았다고 생각된다.

본 연구에서는 20분 후 최대 마취범위가 빠른 주입군에서 L₄, 느린 주입군에서 S₁ 지각분절로 통계적으로 유의한 차이를 보였으나 임상적으로는 큰 의미를 갖지 않았다. 이는 유사한 조건으로 실험한 다른 연구에 비해 상대적으로 그 차이가 적은데 다른 연구에서는^{4,5)} 환자의 체위를 측와위로 하였고 Whitacre 바늘을 사용하여 두부측으로 주입하였으므로 빠른 속도로 출구에서 나온 용액이 외측 경막에 부딪히면서 뇌척수액과 쉽게 혼합되어 넓게 확산되었을 것으로 생각되지만 두부를 15도 하방으로 한 jack-knife 체위에서 Quincke 바늘을 통해 주입되는 뇌척수액에 비해 충분히 낮은 비중의 0.1% tetracaine 용액은 빠른 속도로 주입할 경우라도 와류보다는 중력에 의한 상부로의 확산이 우선된 것으로 생각된다.

마취지속시간은 I군에서 평균 176분, 2군에서 218분으로 II군에서 약간 연장되었으나 통계적으로는

의의가 없었으며 이것도 두 군간에 마취 범위의 차이가 거의 없었다는 것을 보여준다고 하겠다.

평균 동맥압은 마취전과 마취후 20분동안 두군 모두에서 차이를 보이지 않았다. 평균맥박은 마취전과 마취후 5, 10 및 15분에서 II군이 I군에 비해 의의있게 낮았으나 두군 모두 정상 범주에 속해 있었으며 각각의 환자에서 마취전과 비교한 마취후의 맥박은 대상환자 전부에서 통계학적 차이를 보이지 않았다.

여러 가지 요인들 중 한가지 요인만을 골라 그것이 마취제의 척수강내 분포에 미치는 영향을 알아본다는 것은 나머지 모든 요인을 일정하게 해야하므로 어렵다고 하는데 본 연구에서는 복와위를 취함으로써 복압이 마취범위에 미치는 영향을 완전히 배제하지 못했으며 연령도 I군에서 70세 이상의 노령 환자가 2명 포함되어 있어 환자 선택에 좀더 엄격해야 했다고 생각된다. 기술적인 측면에서는 주사기 지속주입 펌프(Terumo®, Tokyo, Japan)를 이용하여 약물의 주입 시간은 일정하게 하였으나 약물의 주입 속도를 일정하게 유지시켰다고 말하기는 어려워 이 또한 결과에 영향을 줄 수 있었을 것으로 생각된다.

결론적으로 두부를 15도 하방으로 한 jack-knife 체위에서 회음부 수술을 받는 환자에게 0.1% 저비중 tetracaine 용액을 이용하여 척추마취를 시행할 때 약물의 주입 속도가 1.25~15 ml/min의 범위에서는 마취범위와 지속시간에 큰 차이를 보이지 않았으며 수술시 근이완이 충분하였고 심혈관계 불안정 등의 부작용도 일어나지 않아 만족할 만한 결과를 얻을 수 있었다.

참 고 문 헌

1. Stienstra R, Greene NM: Factors affecting the suba-

2. Greene NM: Distribution of local anesthetic solutions within the subarachnoid space. *Anesth Analg* 1985; 64: 715-30.
3. 이영주, 강창진, 조정현: 저비중 척추마취시 마취 부위에 미치는 영향. *대한마취과학회지* 1991; 24: 80-4.
4. Horlocker TT, Wedel DJ, Wilson PR: Effect of injection rate on sensory level and duration of hypobaric bupivacaine spinal anesthesia for total hip arthroplasty. *Anesth Analg* 1994; 79: 773-7.
5. Atchison SR, Wedel DJ, Wilson PR: Effect of injection rate on level and duration of hypobaric spinal anesthesia. *Anesth Analg* 1989; 69: 496-500.
6. Horlocker TT, Wedel DJ: Density, specific gravity and baricity of spinal anesthetic solutions at body temperature. *Anesth Analg* 1993; 76: 1015-8.
7. Stienstra R, Gielen M, Kroon JW, Poorten FV: The influence of temperature and speed of injection on the distribution of a solution containing bupivacaine and methylene blue in a spinal canal model. *Reg Anesth* 1990; 15: 6-11.
8. Kitahara T, Kuri S, Toshida J: The spread of drugs used for spinal anesthesia. *Anesthesiology* 1956; 7: 205-8.
9. Wildsmith JAW, Rocco AG: Current concepts in spinal anesthesia. *Reg Anesth* 1985; 10: 119-24.
10. Gray DC, Carel WD, Smith TC: Effects of density of solution on extent of subarachnoid block. *Anesthesiology* 1980; 53: S234.
11. Sosis MB: *Anesthesiology Clinics of North America*. Philadelphia, W.B. Saunders. 1992, pp 31-43.
12. Greene NM: Uptake and elimination of local anesthetics during spinal anesthesia. *Anesth Analg* 1983; 62: 1013-24.
13. Neigh JL, Kane PB, Smith TC: Effects of speed and distribution of injection on the level and duration of spinal anesthesia. *Anesth Analg* 1970; 49: 912-8.