일측성 척추마취와 양측성 척추마취가 Midazolam의 진정효과에 미치는 영향

단국대학교 의과대학 마취통증의학과교실

전 대 군

The Influence of Unilateral Spinal Anesthesia and Conventional Spinal Anesthesia on Sensitivity to Midazolam Sedation

Dae Geun Jeon, M.D.

Department of Anesthesiology and Pain Medicine, Dankook University Medical School, Cheonan, Korea

Background: Spinal anesthesia potentiates sedative drug effects. We speculated that an acute decrease in tonic afferent input by spinal anesthesia would decrease the level of consciousness and thereby increase susceptibility to sedative drugs. The experiments were approached with the assumption that the amount of sedative would reduce in the following order: first, the group without spinal anesthesia, second, the group with unilateral spinal anesthesia, and third, the group with conventional spinal anesthesia.

Methods: Patients in group 1 (n = 20) were given midazolam without spinal anesthesia and patients in group 2 (n = 20) received unilateral spinal anesthesia. Those patients who after 20 minutes had a sensory level of T9-11 and a motor block of 3 in dependent side, no sensory block, and a motor block of 0 in the non-dependent side were included. In group 3 (n = 20), patients received conventional spinal anesthesia, and those patients who after 20 minutes had a sensory level of T9-11 and a motor block of 3 were included. The amount of midazolam administered at 33µg/kg/min to a Bispectral Index score (BIS) of 80 was measured.

Results: The dose of midazolam administered to a BIS of 80 was significantly lower in group 3 than in group 1 or group 2.

Conclusions: The sensitivity of sedatives was in the following order: the group with conventional spinal anesthesia, the group with unilateral spinal anesthesia, and the group not administered spinal anesthesia. (Korean J Anesthesiol 2005; 48: 39~44)

Key Words: bispectral index score, conventional spinal anesthesia, midazolam, unilateral spinal anesthesia.

서 론

척추마취나 경막외마취 중에 midazolam과 thiopental의 진정용량이 감소하며^{1,2)} 전신마취제의 MAC (minimum alveolar concentration)이 감소한다.³⁾

척추마취나 경막외마취의 진정효과를 설명하는 몇 개의 가설이 있는데, 주로 척추마취나 경막외마취 중에 감각신경이 차단되면 척수를 통해 뇌로 가는 구심성 자극(afferent stimuli)의 차단으로 인하여 망상활성계(reticular activating sys-

tem)의 자극이 감소되어 발생한다고 추측하고 있다.¹⁻⁴⁾ 본 연구는 이러한 가설에 바탕을 두고 척추마취를 하지 않은 경우, 일측성 척추마취를 한 경우, 양측성 척추마취를 한 경우에 각각 진정제를 투여하면 구심성 신호(afferent signal)의 차단이 많은 순서로 즉, 양측성 척추마취, 일측성 척추마취, 척추마취를 하지 않은 경우의 순서로 진정에 필요한 약물의 용량이 증가할 것이라는 가설을 증명하기 위하여 실시하였다.

대상 및 방법

미국마취과학회 신체등급 분류상 1급에 속하는 20-55세까지의 성인 남자 환자 60명을 선택하여 동일한 연구자에 의하여 midazolam (Dormicum[®], Roche, Switzerland)으로만 진정을 시킨 군(1군, 20명), 일측성 척추마취를 한 후 midazolam으로 진정을 시킨 군(2군, 20명), 양측성 척추마취를 한 후 midazolam으로 진정을 시킨 군(3군, 20명)으로 무작위로 나

논문접수일 : 2004년 7월 24일

책임저자 : 전대근, 충남 천안시 안서동 산 29번지
단국대학교 의과대학 마취통증의학과교실
우편번호: 330-714

Tel: 041-550-3991, Fax: 041-551-9330

E-mail: timepain@hanmail.net

이 논문은 2004년도 단국대학교 학술연구비 지원에 의하여 이루어진 것임.

누었다. 척추마취를 한 2군 및 3군은 일측성 척추마취를 하여도 수술에 지장이 없고 수술시간이 상대적으로 짧은 슬관절 내시경시술을 받는 환자들을 대상으로 하였다. 심장, 간, 신장, 중추 신경계의 질환이 있거나 기왕력이 있는 환자, 진정제나 항우울제, 최면제를 복용하거나 기왕력이 있는 환자는 제외시켰다. 환자에게는 마취 동의서를 얻을 때 진정을 시킬 것이며, 진정은 통상적으로 실시하는 것이고, 단 진정의 심도를 알아보기 위하여 BIS 감시장치를 거치한다는 것과 혈액화학적 변화나 약물의 용량 등을 기록하여 연구 자료로 활용할 수 있다는 설명을 하고 동의를 받았다.

모든 환자에게 전처치는 하지 않았으며 수술실에 도착한 이후 심전도(Model 90305, SpaceLabs, USA), 비침습적 혈압 감시 장치(Model 90431, SpaceLabs, USA), 맥박산소계측기(Model 90431, SpaceLabs, USA), 호기말 이산화탄소 분압측정기(Model 90513, SpaceLabs, USA), BIS 감시장치(A Bispectral index™ Monitor, USA)를 거치 하였다. 또한 모든 환자에게 마취 시행 중 혈압이 떨어지는 것을 예방하기 위하여 체중 kg당 8 ml의 Hartman 씨 용액을 시술 전 20분에 걸쳐 정주 하였다.

1군에서는 수술실에 들어와 환자가 안정된 후 수축기동맥압, 이완기동맥압, 심박수, BIS를 측정 후 주사기 펌프(syringe pump)(Model AS40A Infusion Pump, Baxter, USA)를 사용하여 0.5 mg/ml의 midazolam을 33 μ g/kg/min의 속도로 BIS가 80이 될 때까지 주입하여 BIS가 80이 되었을 때 투여된 midazolam의 양을 확인하였다. 이와 동시에 수축기동맥압, 이완기동맥압, 심박수를 측정하였다.

척추마취를 하는 2군, 3군에서는 수술실에 들어와 환자가 안정된 후 수축기동맥압, 이완기동맥압, 심박수, BIS, 호기말 이산화탄소 분압을 측정하여 기준치를 삼았다. 수술부위를 아래로 한 측 외위를 취하게 해 제 3-4 또는 제 4-5 요추 간을 26 G Quincke 척추천자바늘(Spinocan®, B. Braun, Germany)을 사용하여 정중접근법으로 경막을 천자 한 후 2군과 3군 모두에서 고비중 bupivacaine (Marcaine®, AstraZeneca, Sweden) 9 mg을 주입하였다. 2군에서는 일측성 척추마취의 성공을 높이기 위해 바늘의 사단(bevel)을 수술 측으로 하고 주입장치를 사용하지 않고 시술자에 의해 직접 150초에 걸쳐 서서히 주사되었고, 3군에서는 9 mg의 용량으로 척추마취의 감각차단 높이를 T9-T11에 맞추기 위해 바늘의 사단을 두부로 향하게 하고 30초에 걸쳐 주사되었다. 2군에서는 주사 후 20분간 측외위를 유지함으로써 국소마취제의 고비중에 의한 일측마취가 되게 하였으며, 3군에서는 주사를 끝내자마자 양외위로 환자의 자세를 재빨리 바꿈으로서 일측마취가 되는 것을 방지하였고 환자의 자세를 조정하여 감각차단의 높이를 T9-T11에 고정시켰다.

감각신경차단의 확인은 각각 척추마취를 하고 20분 후 환자가 안정을 유지하였을 때 양외위 상태에서 26 G 바늘을 사용하여 감각 차단 범위를 확인하였으며 운동신경의 차단은 modified Bromage scale (0 = 다리를 펴서 올릴 수 있다, 1 = 다리를 들어 올릴 수는 없지만 무릎을 굽힐 수 있다, 2 = 무릎을 굽힐 수 없지만 발목은 굽힐 수 있다, 3 = 발목을 굽힐 수 없다)을 이용하여 감각신경차단 확인과 동시에 측정하였다. 2군에서는 수술 측의 감각차단은 T9-T11과 운동차단은 modified Bromage scale이 3, 비수술 측의 감각차단은 전혀 안된 경우와 운동차단은 modified Bromage scale로 0을 연구대상으로 하였으며 3군에서는 양측 모두 T9-T11까지 감각이 차단된 환자와 양측 모두의 운동차단이 modified Bromage scale로 3인 환자들만 연구의 대상으로 삼았다. 또한 이와 동시에 수축기동맥압, 이완기동맥압, 심박수, BIS 점수, 호기말 이산화탄소 분압을 측정하였다.

환자의 감각신경과 운동신경 차단이 확인되면 0.5 mg/ml의 midazolam을 주사기펌프를 이용하여 33 μ g/kg/min로 들어가게 조정해 BIS가 80에 도달하였을 때 들어간 midazolam의 양을 확인하였다. 또한 수축기동맥압, 이완기동맥압, 심박수를 각각 측정하였다.

2, 3군에서는 환자가 진정에 도입된 후 5분 간격으로 BIS를 수술이 끝날 때까지 기록하였다. 1군에서는 흡입마취제로 전신마취를 하였기에 수술 중 BIS의 비교는 의미가 없다고 생각되어 기록하지 않았다.

또한 2, 3군에서는 호흡의 저하 정도를 알아 보기위하여 수술 중에 경피적 산소포화도와 호기말 이산화탄소 분압을 계속 관찰하였는데 안면마스크로 산소를 5 L/min을 투여하였으므로 경피적 산소포화도의 비교는 의미가 없다고 생각되어 통계처리 하지 않았고 호기말 이산화탄소 분압은 BIS 80에 도달한 후 5분부터 15분 간격으로 계속 측정하여 기록하였다.

모든 측정치는 SPSS 10.0 for windows를 사용하여 통계처리 하여 평균 $\pm$ 표준편차로 표시하였다. 각 군 간의 연령, 신장, 체중, 술 전 기준이 되는 수축기동맥압, 이완기동맥압, 심박수, BIS 수치, BIS가 80에 도달하였을 때의 수축기

Table 1. Demographic Data

Group	Sex (M/F)	Age (yr)	Height (cm)	Weight (kg)
1 (n = 20)	20/0	30.8 $\pm$ 6.6	175.4 $\pm$ 4.6	74.0 $\pm$ 8.1
2 (n = 20)	20/0	30.9 $\pm$ 8.7	173.9 $\pm$ 6.1	71.7 $\pm$ 8.4
3 (n = 20)	20/0	31.7 $\pm$ 9.2	171.8 $\pm$ 6.3	72.7 $\pm$ 9.8

Values are mean $\pm$ SD. Group 1: control group, Group 2: unilateral spinal anesthesia group, Group 3: conventional spinal anesthesia group. There were no statistically significant differences among the groups.

동맥압, 이완기동맥압, 심박수, 투여된 midazolam 양은 one way ANOVA로 분석하고 Tukey, Duncan 사후 검정을 하였으며 척추마취 후 20분의 수축기동맥압, 이완기동맥압, 심박수, BIS, 호기말 이산화탄소분압과 수술 중의 BIS, 호기말 이산화탄소 분압은 Student's t-test를 이용하여 P값이 0.05미만인 경우를 통계적으로 유의 하다고 판단하였다.

결 과

세 군간 환자의 성별, 연령, 신장, 체중은 Table 1과 같으며 각 군 간에 차이는 없었다. 2군에서 35명 중 15명이 3군

Table 2. Hemodynamic Changes before and after Spinal Anesthesia and Sedation

	Group	SAP (mmHg)	DAP (mmHg)	HR (beats/min)
Baseline	1	132.8 ± 15.3	77.9 ± 10.6	75.9 ± 10.4
	2	131.7 ± 16.2	76.4 ± 11.9	75.7 ± 10.7
	3	130.9 ± 11.8	70.0 ± 7.8	70.3 ± 14.6
20 minutes after spinal anesthesia	2	129.4 ± 13.6	70.7 ± 11.8	75.0 ± 12.9
	3	124.3 ± 10.0	69.4 ± 8.9	71.7 ± 13.5
At 80 of BIS	1	122.7 ± 11.9	73.1 ± 9.9	82.8 ± 9.9
	2	120.5 ± 14.7	65.8 ± 10.3	74.2 ± 12.1
	3	119.9 ± 8.8	64.5 ± 8.0*	72.1 ± 11.6*

Values are mean ± SD. Group 1: control group (n = 20), Group 2: unilateral spinal anesthesia group (n = 20), Group 3: conventional spinal anesthesia group (n = 20). SAP: systolic arterial pressure, DAP: diastolic arterial pressure, HR: heart rate, BIS: bispectral index score. *: P < 0.05 compared with group 1.

Table 3. The Changes of BIS and EtCO₂ during the Sedation

		Baseline	5AB80	20AB80	35AB80	50AB80	65AB80
BIS	Group						
	1	98.0 ± 0.0					
	2	97.6 ± 0.5	67.0 ± 8.4	56.8 ± 9.8	49.2 ± 13.2	56.2 ± 16.5	74.8 ± 23.3
	3	98.0 ± 0.0	70.9 ± 8.3	71.6 ± 11.7	57.3 ± 15.9	68.0 ± 21.0	70.4 ± 20.3
EtCO ₂ (mmHg)	Group						
	2	34.2 ± 4.7	34.0 ± 6.6	38.0 ± 6.0	36.4 ± 8.3	37.0 ± 3.6	35.1 ± 6.4
	3	32.8 ± 3.7	31.2 ± 5.2	31.4 ± 7.8	31.9 ± 5.6	35.2 ± 4.6	35.0 ± 4.4

Values are mean ± SD. Group 1: control group (n = 20), Group 2: unilateral spinal anesthesia group (n = 20), Group 3: conventional spinal anesthesia group (n = 20). BIS: bispectral index score, EtCO₂: end-tidal carbon dioxide, 5AB80: 5 minutes after BIS of 80, 20AB80: 20 minutes after BIS of 80, 35AB80: 35 minutes after BIS of 80, 50AB80: 50 minutes after BIS of 80, 65AB80: 65 minutes after BIS of 80. There were no statistically significant differences among the groups.

에서 28명 중 8명이 실험군의 전제조건을 충족시키지 않아 실험에서 제외되었다(실험군의 전제조건: 2군에서는 수술 측의 감각차단은 T9-T11이고 비수술 측은 감각차단이 없는 환자, 운동신경차단은 수술 측의 modified Bromage scale은 3점, 비수술 측은 0점인 환자, 3군에서는 양측 모두의 최대 감각신경 차단은 T9-T11이고 운동신경 차단은 modified Bromage scale에서 3점인 환자).

시술 전의 수축기동맥압, 이완기동맥압, 심박수, BIS는 세 군간에 차이는 없었고 시술전의 BIS, 호기말 이산화탄소분압과 척추마취 후 20분 때의 수축기동맥압, 이완기동맥압, 심박수, BIS, 호기말 이산화 탄소 분압은 2, 3군 간에 차이는 없었으며 BIS가 80에 도달했을 때의 수축기동맥압, 이완기동맥압, 심박수의 비교에서는 이완기혈압과 심박수 항목이 1군에 비해 3군에서 낮았다(P < 0.05)(Table 2, 3).

진정 중에 기록한 BIS와 호기말 이산화탄소분압은 2, 3군 간에 차이는 없었다(Table 3).

BIS가 80에 도달하였을 때까지 투여된 midazolam의 양은

Table 4. The Dosage of Midazolam Administration in the Study Groups

Group	Dosage (mg)
1	11.3 ± 3.3
2	8.8 ± 1.8*
3	7.0 ± 2.2*†

Values are mean ± SD. Group 1: control group (n = 20), Group 2: unilateral spinal anesthesia group (n = 20), Group 3: conventional spinal anesthesia group (n = 20). *: P < 0.05 compared with group 1, †: P < 0.05 compared with group 2.

1군에서 11.3 ± 3.3 mg이었으며 2군에서 8.8 ± 1.8 mg, 3군에서 7.0 ± 2.2 mg이었으며, 1군에 비해 2군과 3군에서 투여량이 적었고($P < 0.05$), 2군과 3군의 비교에서도 3군이 2군에 비해 투여량이 적었다($P < 0.05$)(Table 4).

고 찰

척추마취와 경막외마취를 받은 환자들은 진정제의 투여 없이도 쉽게 수면에 도달한다.^{1,2)} 또한 흡입마취제의 MAC을 낮추기도 한다.³⁾ 이 사실에 대해 본격적인 연구가 이루어진 것은 Caplan 등의⁵⁾ 보고에서 고위척추마취 중에 발생한 14예의 심정지의 원인이 고위척추마취에 의한 호흡억제 효과에 진정제의 효과가 더해져 심정지가 발생했다는 것을 Keats가⁴⁾ 척추마취에 의한 구심성자극의 차단(deafferentation)이 다른 가능성이 있는 설명이라고 부가 설명하면서 본격적으로 이루어졌다. 그 후, Gauthier 등이⁶⁾ 아무것도 투여하지 않은 군, 척추마취를 한 군, midazolam을 투여한 군, 척추마취를 한 후 midazolam을 투여한 군을 비교한 결과 척추마취를 한 후 midazolam을 투여한 군에서 척추마취에 의한 호흡억제 효과와 midazolam을 투여하여 발생한 호흡억제 효과의 합 이상의 호흡억제가 있었다고 보고했다. 그는 이 보고에서 척추마취를 하면 지금까지 몰랐던 어떤 기전이 호흡억제를 가중시킨다고 하였다.

그리고 현재, 척추마취나 경막외마취 후 진정이 발생하는 이유에는 몇 가지 설이 있다. 첫째, 감각신경이 차단되어 척수를 통해 뇌로 가는 구심성자극이 차단되고 망상활성계의 자극이 감소되어 발생한다는 설,^{1,4)} 둘째, 척수강 내로 주입한 국소마취제가 뇌척수액을 타고 뇌로 이동하여 진정효과를 나타내거나 국소마취제가 전신에 흡수되어 진정효과를 유발한다는 설,^{1,7)} 셋째, 체내 catecholamine의 분비가 감소되어 진정을 유발한다는 설,^{8,9)} 넷째, 척추마취나 경막외마취에 의해 교감신경이 차단되어 저혈압이 발생하고 진정제나 흡입마취제의 대사와 배설이 지연되어 진정제의 효과가 증가한다는 설¹⁾ 등이다.

Lanier 등은¹⁰⁾ 감각자극과 근방추활성(muscle spindle activity)이 척수를 통해 망상활성계로 전달되어 환자의 각성이 유지된다고 주장하였으며 급격한 구심성 정보의 입력(afferent input)이 감소하면 이것은 의식을 저하시키고 진정제나 흡입마취제에 대한 감수성을 증가시킨다고 하였다. 그들은 개를 가지고 한 실험에서 pancuronium을 투여하여 개의 근육을 마비시키면 뇌혈류가 감소하고 뇌전도검사(electroencephalography, EEG)에서 활성이 떨어진다는 것을 증명하였는데 이것에 근거하여 근방추활성(muscle spindle activity)도 각성의 유지에 중요한 역할을 한다고 주장하였다. 이는 Forbes 등이¹¹⁾ 체중 1 kg당 0.1 mg의 pancuronium을 정주 하

여 halothane의 MAC을 0.77에서 0.55로 감소시킨 연구 결과와 일치한다고 볼 수 있다. 또한 Schwartz 등도¹²⁾ Forbes 등과 유사한 실험을 하였는데, pancuronium의 정주용량을 증가시키면 EEG의 등전위(isoelectricity)를 증가시키고 isoflurane의 MAC을 떨어뜨리며 neostigmine으로 근이완을 역전하였을 때 반대의 현상이 나타난다고 보고한 바 있다. 본 연구에서도 감각신경과 운동신경차단이 가장 많이 된 3군에서 midazolam의 투여량이 감소된다는 것을 확인할 수 있었고 이론적으로 감각차단과 운동차단이 3군에 비해 반인 2군에서 투여되는 midazolam의 양이 많아 감각신경의 차단과 운동신경의 차단이 진정에 영향을 미친다는 사실을 간접적으로 확인할 수 있었다.

척추마취 시 진정점수가 증가하는 원인에 대한 또 다른 설명으로, 척수강 내로 주입한 bupivacaine이 뇌로 이동하여 지연되어 나타나는 진정효과와 국소마취제의 전신 흡수로 인한 진정효과가 있다는 점을 들 수 있다.^{1,7)} 그러나 Hodges 등은³⁾ 경막외마취를 시행한 환자들에게서 혈중 국소마취제의 농도를 측정하여 동일한 혈중 농도를 나타내는 국소마취제를 경막외마취를 시행하지 않는 환자들에게서 정맥에 투여한 결과 경막외마취 중 나타나는 sevoflurane의 MAC 감소가 국소마취제를 정맥에 투여한 환자들에게서 관찰되지 않는 것으로 보아 경막외마취 중 국소마취제의 전신효과는 진정에 영향을 미치지 않는다고 주장하였다. 또한 Pollock 등은⁷⁾ 뇌척수액으로 들어간 국소마취제가 진정효과를 나타내지만 그 최대 효과는 척추마취 후 60분에 나타난다고 하였다. 본 연구에서는 뇌척수액으로 들어간 국소마취제에 의한 진정효과와 전신흡수에 의한 진정효과를 배제하기 위해 동일한 9 mg의 bupivacaine을 사용하였고 1군(대조군)과의 비교에서는 처음 20분 내에 연구가 이루어졌으므로 뇌척수액으로 들어간 국소마취제의 진정효과는 배제할 수 있다고 사료된다.

척추마취나 경막외마취 중에 진정효과의 다른 기전은 척추마취로 인하여 체내 catecholamine의 감소가 발생하고 이로 인해 진정효과가 유발된다는 설명이다.^{8,9)} Johnson 등은⁸⁾ propofol로 진정을 유지하고 있던 환자들에서 isoprenaline을 투여하니 진정이 역전되었다는 보고를 하였고, Andrzejowski 등은⁹⁾ 진정된 환자에서 epinephrine 15µg을 정맥 주입 후 Observer Assessment of Alertness and Sedation rating scale에 의한 진정점수가 높아지고 BIS 수치가 높아졌다는 보고를 하였다. 척추마취나 경막외마취 중 혈중 catecholamine이 감소하는 이유는 부신수질로 공급되는 교감신경의 차단에 기인한다. 부신수질에 공급되는 교감신경은 척수신경 T6부터 L2에서 기원하는데 이는 고위마취일 수록 더욱 진정 효과가 증가되는 것을 설명할 수 있다고 생각한다. 본 연구에서는 양측성 척추마취의 경우 차단높이가 양측 모두 T9-T11사

이었고 일측성 척추마취인 경우에는 일측만 차단높이가 T9-11이었으며 비수술부위 측의 교감신경은 차단이 되지 않았으므로 혈중 catecholamine이 양 군 사이에 차이가 있었을 것이라는 것은 예측해 볼 수 있지만 실제 catecholamine의 농도 측정은 이루어지지 않았다.

마지막으로 생각해 볼 수 있는 진정효과의 기전은 척추마취 시에 저혈압으로 인하여 마취약제의 대사와 배설이 지연되어 진정효과를 가져올 수 있겠으나,¹⁾ 본 연구에서는 이 효과를 배제하기 위하여 전 환자에게 척추마취 전 충분한 수액을 정주함으로서(8 ml/kg) 기준혈압과 비교하여 20% 이상의 혈압저하를 허용하지 않아 충분히 배제할 수 있었다고 사료된다.

최초로 일측성 척추마취에 대하여 보고한 사람은 Rugheimer이다.¹³⁾ 그러나 그다지 주목을 받지 못하고 있다가, 최근에 이르러 외래수술의 확산으로 안정된 혈액학적 변화를 보이는 일측성 척추마취가 다시 주목받게 되었다. 척추마취 시 혈액학적인 변화는 교감신경의 절전섬유차단에 의해 혈관이 확장되어 혈관용적이 증가하기 때문이다.¹⁴⁾ 그러나 일측성 척추마취 중에는 교감신경의 차단이 양측성 척추마취에 비해 범위가 작기 때문에 혈액학적 안정을 가져온다고 추측된다. 일측성 척추마취의 성공률을 높이기 위한 방법으로는 필침(筆尖)바늘의 사용, 느린 속도로 약물주입, 측와위 등이 필요하며,^{15,16)} Casati 등은¹⁷⁾ 25 G의 필침바늘과 같은 gauge의 절단사단 바늘을 사용하여 일측성 척추마취의 성공률을 비교하였는데 필침바늘을 사용한 경우에서 더 높은 성공률을 보였다고 보고한 바 있다(66% : 13%). 주입속도에 대해서는 Serpell과 Gray 등이¹⁸⁾ 생체 외 실험에서 6 ml/min 이상의 속도에서 와류(turbulent flow)가 생긴다고 보고한 바 있는데, 와류가 생기면 뇌척수액과 국소마취제가 혼합이 되어 일측성 척추마취를 방해하므로 주입속도는 일측성 척추마취의 성공을 위한 필수 요건이다. 그러나 Casati 등은¹⁹⁾ 1.2 ml/min과 15 ml/min의 주입속도를 비교한 결과 차이가 없다고 보고하였다. Lee 등은²⁰⁾ 27 G의 절단사단 바늘을 사용하여 1 ml/min의 주입속도로 일측성 척추마취를 시행하였는데, 역시 높은 성공률을 보였다(65.7%). Lee 등의 연구에서는 본 연구와 마찬가지로 일측성 척추마취의 성공을 비수술측의 감각차단이 전혀 이루어지지 않았을 경우를 규정하였는데, 본 연구도 이 기준으로 상당히 높은 성공률을 보였다(57%).

BIS는 마취 심도를 감시하는 장치로서 뇌파의 빈도와 진폭에 위상각의 개념을 도입하여 이를 정량화하고 수치화한 것으로 민감도와 특이도가 높아 진정수준의 판단에 널리 사용되고 있다.²¹⁾ 보통 BIS를 이용한 무의식의 경계는 64-80 사이라고 하며,²²⁾ 이에 따라 본 연구도 80에 도달했을 때 투여된 midazolam의 양을 측정하였다. 80을 기준값

으로 정한 이유는 BIS 수치가 실제 진정수준 보다 늦게 반영되기 때문이다. 실제로 본 연구에서 80에서 midazolam의 투여를 중지하였을 때 수술 중 BIS의 수준은 최저 39에서 최고 98까지 다양한 결과로 나타났다. 본 연구에서 투여된 midazolam의 양은 midazolam에 대한 민감도를 보려고 한 것이지 실제 투여 권장량은 아니다. 그러므로 일측성 척추마취를 위한 midazolam을 적정 진정용량은 더 연구가 필요하다고 사료된다.

결론적으로 척추마취를 하지 않은 경우에 비해 척추마취를 한 군에서는 진정제에 대한 감수성이 증가하며 척추마취를 받은 군에서도 일측성 척추마취를 한 군과 양측성 척추마취를 한 군의 비교 결과 양측성 척추마취를 시행한 군에서 유의하게 midazolam에 대한 감수성이 증가하였다. 이는 척추마취나 경막외마취를 실시한 후 환자가 진정에 쉽게 도달하는 이유를 감각신경과 운동신경이 차단되어 망상활성제로 가는 자극이 감소되어 발생한다는 설과 체내 catecholamine의 분비가 감소되어 진정을 유발한다는 설로 충분한 설명이 가능하다고 사료된다. 즉, 척추마취를 받지 않은 군과 일측성 척추마취를 받은 군에서 양측성 척추마취를 받은 군에 비해 교감신경, 감각신경, 운동신경의 차단이 없거나 적기 때문이다. 그러므로 척추마취를 한 경우 진정을 시키는 약물의 투여는 신중해야 한다고 사료되며 같은 척추마취의 경우에도 양측성 척추마취 중에 발생할 수 있는 심한 진정이 진정제에 대한 감수성이 양측성 척추마취에 비해 작은 일측성 척추마취 중 예방이 가능하며 또한 혈액학적인 안정성이라는 면에서도¹⁹⁾ 고령의 환자나 전신상태가 좋지 않은 환자, 그리고 외래수술환자 등에서는 일측성 척추마취가 양측성 척추마취보다 장점을 나타낼 수 있다고 사료된다.

참 고 문 헌

1. Tverskoy M, Shagal M, Finger J, Kissin I: Subarachnoid bupivacaine blockade decreases midazolam and thiopental hypnotics requirements. *J Clin Anesth* 1994; 6: 487-90.
2. Hodgson PS, Liu SS, Grans TW: Does epidural anesthesia have general anesthetic effects?: A prospective randomized, double-blind, placebo-controlled trial. *Anesthesiology* 1999; 91: 1687-92.
3. Hodgson PS, Liu SS: Epidural lidocaine decreases sevoflurane requirement for adequate depth of anesthesia as measured by the Bispectral Index[®] monitor. *Anesthesiology* 2001; 94: 799-803.
4. Keats AS: Anesthesia mortality-a new mechanism. *Anesthesiology* 1988; 68: 2-4.
5. Caplan RA, Ward RJ, Posner K, Cheney FW: Unexplained cardiac arrest during spinal anesthesia: A closed claims analysis of predisposing factors. *Anesthesiology* 1988; 68: 5-11.
6. Gauthier RA, Dyck B, Chung F, Romanelli J, Chapman KR:

- Respiratory interaction after spinal anesthesia and sedation with midazolam. *Anesthesiology* 1992; 77: 909-14.
7. Pollock JE, Neal JM, Liu SS, Burkhead D, Polissar N: Sedation during spinal anesthesia. *Anesthesiology* 2000; 93: 728-34.
8. Johnson IAT, Andrzejowski J, Sikiotis L: Arousal following isoprenaline. *Anaesth Intensive Care* 1999; 27: 221.
9. Andrzejowski J, Sleight JW, Johnson IAT, Sikiotis L: The effect of intravenous epinephrine on bispectral index and sedation. *Anaesthesia* 2000; 55: 761-3.
10. Lanier WL, Iaizzo PA, Milde JH, Sharbrough FW: The cerebral and systemic effects of movement in response to a noxious stimulus in lightly anesthetized dogs: Possible modulation of cerebral function by muscle afferents. *Anesthesiology* 1994; 80: 392-401.
11. Forbes AR, Cohen NH, Eger EI II: Pancuronium reduces halothane requirement in man. *Anesth Analg* 1979; 58: 497-9.
12. Schwartz AE, Navedo AT, Berman MF: Pancuronium increases the duration of electroencephalogram burst suppression in dogs anesthetized with isoflurane. *Anesthesiology* 1992; 77: 686-90.
13. Rugheimer E: Die halbseitige Spinalanaesthesie, eine wertvolle Methode bei Operationen im Greisenalter. *Chirurg* 1959; 30: 555-7.
14. Hogan Q: Cardiovascular response to sympathetic block by regional anesthesia. *Reg Anesth* 1996; 21(6 suppl): 26-34.
15. Tanasichuck MA, Schultz EA, Matthews JH, Van Bergen FH: Spinal hemianalgesia: an evaluation of a method, its applicability and influence on the incidence of hypotension. *Anesthesiology* 1961; 22: 74-85.
16. Casati A, Fanelli G, Cappelleri G, Borghi B, Cedrati V, Torri G: Low dose hyperbaric bupivacaine for unilateral spinal anaesthesia. *Can J Anesth* 1998; 45: 850-4.
17. Casati A, Fanelli G, Cappelleri G, Aldegheri G, Leoni A, Casaletti E, et al: Effects of spinal needle type on lateral distribution of 0.5% hyperbaric bupivacaine. *Anesth Analg* 1998; 87: 355-9.
18. Serpell MG, Gray WM: Flow dynamics through spinal needles. *Anaesthesia* 1997; 52: 229-36.
19. Casati A, Fanelli G, Cappelleri G, Leoni A, Berti M, Aldegheri G, et al: Does speed of intrathecal injection affect the distribution of 0.5% hyperbaric bupivacaine? *Br J Anaesth* 1998; 81: 355-7.
20. Lee SM, Oh SC, Yu SJ, Yoon KJ: A comparison of the incidence of hypotension during unilateral vs conventional spinal anesthesia with hyperbaric bupivacaine. *Korean J Anesthesiol* 2004; 46: 41-45.
21. Drummond JC: Monitoring depth of anesthesia: With emphasis on the application of the bispectral index and the middle latency auditory evoked response to the prevention of recall. *Anesthesiology* 2000; 93: 876-82.
22. Doi M, Gajraj RJ, Mantzaridis H, Kenny GNC: Relationship between calculated blood concentration of propofol and electrophysiological variables during emergence from anesthesia: comparison of bispectral index, spectral edge frequency, median frequency and auditory evoked potential index. *Br J Anaesth* 1997; 78: 180-4.