척추마취 시 저용량 Propofol이 중심체온과 주변체온에 미치는 영향

대전선병원 마취통증의학과, *충남대학교 의과대학 마취통증의학교실

남신우 · 권성범 · 김성기 · 김종선 · 손수창*

Effects of Low Dose Propofol on Core and Peripheral Temperatures during Spinal Anesthesia

Shin Woo Nam, M.D., Seong Bum Kwon, M.D., Seong Kee Kim, M.D., Jong Sun Kim, M.D., and Soo Chang Son, M.D.*

Department of Anesthesia and Pain Medicine, Sun General Hospital, Daejeon; *Department of Anesthesiology and Pain Medicine, Chungnam National University College of Medicine, Daejeon, Korea

Background: Core hypothermia during the first hour after induction of anesthesia results primarily from a redistribution of body heat. Propofol in low doses provides reliable sedation and is associated with fast recovery. However, propofol-induced peripheral vasodilation is likely to facilitate core-to-peripheral heat redistribution. This study was designed to evaluate the effects of low dose propofol on core and peripheral temperatures during spinal anesthesia.

Methods: Fifty patients of ASA status I or II, aged 20 to 60, undergoing lower extremity surgery under spinal anesthesia were studied. Spinal anesthesia was administered to all patients, who were assigned sedation as follows: 1) control (n = 25), 2) propofol (n = 25); propofol infusion rates were, 8 mg/kg/h for the first 3 min, 4 mg/kg/h for the next 10 min, and 2 mg/kg/h for the next 15 min. Temperatures were recorded after beginning surgery at 5-min intervals for 30 min.

Results: Core temperature was significantly decreased after 15, 20, 30 min of surgery in the propofol group, and this result was statistically different between the two groups. Forearm skin temperature decreased in the control group and increased in the propofol group, without significance. Fingertip skin temperature did not change significantly in the control group, but increased significantly after 15 min in the propofol group and continued to increase to 30 min. Forearm minus finger skin temperature gradients were not changed significantly in control group, but decreased between 5 and 30 min in the propofol group, which was statistically significant.

Conclusions: Low dose propofol may induce a degree of hypothermia during spinal anesthesia. Close monitoring is needed to prevent core hypothermia, if sedation is induced using propofol during spinal anesthesia. (Korean J Anesthesiol 2005; 49: 53~8)

Key Words: core hypothermia, propofol, redistribution, skin temperature, spinal anesthesia.

서 론

체온 36°C 이하로 정의되는 저체온은 마취와 수술 중에 흔히 일어난다. 저체온은 대사적 산소 요구량을 낮추어 뇌 혹은 심장 허혈 기간 동안 보호적인 기능을 제공하기도 하지만, 부주의한 저체온은 혈액소 기능장애로 인한 응고장애, 면역기능 억제, 창상감염의 증가, 수술 중 출혈량 증

가, 재원 기간 연장 뿐 아니라 사망률 증가와도 연관이 있다고 한다.¹⁾ 이러한 저체온의 생리적인 변화는 마취 중보다 마취 후가 더 문제가 되어 호흡억제나 전율로 인한 산소 요구량의 증가 등으로 위험한 결과를 초래할 수 있으므로 이를 예방하기 위해 소아환자에게는 꼭 가온담요를 사용하고 가온된 혈액 및 세척액 사용, 적당한 실내온도 유지 그리고 수술 후까지 지속적인 산소공급과 함께 주의 깊은 체온감시 등이 중요하다고 한다.^{2,3)}

마취유도 후 첫 1시간 동안 급격하게 발생하는 중심 저체온(core hypothermia)은 주로 중심에서 말초로의 체열 재분포(core-to-peripheral redistribution)의 결과이고, 심지어 마취유도 후 3시간까지도 재분포가 중심 저체온의 중요한 요소로 작용하고,⁴⁾ 이러한 마취 시 저체온은 부위마취 시에도 정도의 차이는 있지만 체열 재분포가 중요한 요인이 된다고 한

논문접수일 : 2005년 1월 26일

책임저자 : 권성범, 대전광역시 중구 목동 10-7

선병원 마취통증의학과, 우편번호: 301-725

Tel: 042-220-8922, Fax: 042-255-2502

E-mail: kwonsungbum@hotmail.com

다.⁵⁾ 특히 부위마취동안에는 체온 조절성 혈관수축(thermoregulatory vasoconstriction)기능의 변화로 인해 전율 역치(shivering threshold)가 감소하며,^{6,7)} 신경차단부위의 범위에 의해서도 더욱 심화될 수 있다고 알려져 있다.⁸⁾

Propofol은 작용시간이 짧고, 혈중농도 조절이 용이하며 빠른 회복 등의 장점을 가지고 마취유도 및 유지, 수술 후 중환자의 진정, 심장계통의 수술 등으로 점차 사용범위를 넓히고 있으며,⁹⁾ 특히 부위마취에서 별다른 부작용 없이 빠른 회복을 나타내며 만족할 만한 진정작용을 보여 왔다.¹⁰⁾ 또한 propofol은 농도의 증가에 따라 혈관수축의 역치를 감소시키지만,¹¹⁾ 적은 용량에서도 체온 조절성 혈관수축의 기능을 손상시켜 진정동안 혈관확장을 일으키고 각성 시 혈관수축을 일으키며,¹²⁾ propofol에 의한 마취유도 후 저체온이 현저한 말초 혈관확장을 일으킴으로서 중심으로부터 말초로의 체열 재분포를 촉진시키고 이 짧은 기간 동안의 혈관확장이라도 중심체온에 지속적으로 영향을 미칠 수 있다고 알려져 있다.¹³⁾

이에 본 연구는 propofol의 말초혈관 확장속성이 척추마취 후 체온 조절성 혈관수축 기능에 미치는 영향으로 저체온이 심화될 수 있는가를 알아보고자 척추 마취 하에 propofol을 지속적으로 주입하여 의식진정(conscious sedation)상태가 된 환자와 척추마취만 받은 환자의 중심체온과 주변체온을 비교, 분석하고자 하였다.

대상 및 방법

미국 마취과학회 신체등급 분류상 1, 2급이고 척추마취 하에 수술을 시행하는 20-60세 환자를 대상으로 하여 보호자 및 환자에게 투여 약제 및 마취에 대하여 설명하고 동의를 얻었다.

대상 환자는 하지부위 수술이 예정된 정형외과 환자로 척추마취 후 수술 중 의식진정상태인 환자(propofol군, n = 25)와 척추마취만 된 환자(대조군, n = 25)를 두 군으로 분류하였고, propofol군은 propofol (propofol 1% W/V, 동국제약, 대한민국)을 첫 3분에 8 mg/kg/h, 다음 10분에 4 mg/kg/h, 다음 15분에 2 mg/kg/h로 infusion pump (PILOTE C IS, Fresenius Vial S. A, France)를 통해 지속 주입하여 일정 수준의 의식진정상태를 유지하였다.

두 군 모두 마취 전 처치 없이 일단 수술실에 도착하면 37°C로 가온된 하트만 용액으로 교체하고 혈압, 심박수, 맥박 산소 포화도 등을 측정하였다.

척추마취는 저혈압 방지를 위해 수액을 평균 500 ml 정도 주입하며 앉은 자세로 제 3, 4 요추 간이나 제 4, 5 요추 간에 24 혹은 25 gauge needle을 사용하여 0.5% bupivacaine dextrose 13-14 mg을 투여한 후 누운 상태를 유지하면

서 pinprick method로 감각소실 차단범위가 T8에서 T10에 도달함을 확인하였다.

Propofol주입 및 체온측정은 수술 시작 바로 전에 시작하였고, 체온측정은 5분 간격으로 30분 동안 측정하였으며, propofol군은 의식진정 중에 마스크로 산소 5 L/min을 투여하였다.

대기온도는 23-24°C를 유지하였고, 대상 환자의 체온 보전을 위해 가온된 수액과 수술포로 덮어 주었으며, 부적절한 체온측정을 피하기 위하여 수액 거치 및 혈압, 심박수, 맥박산소 측정은 왼팔에서 시행하였고, 고막체온은 매 측정 시에 2번씩 측정하여 높은 값을 선택하였으며, 측정 전 및 측정 중에 발열이나 심한 저체온으로 인한 떨림 증상이 있는 환자는 비교대상에서 제외하였다.

중심체온은 우측 귀에서 고막 체온계(Thermoscan IRT 3020, Braun, Germany)를 사용하여 측정하였고, 전완과 손가락 피부체온은 환자 감시기(Life Scope 9, NIHON KOHDEN, Japan)에 부착되어 있는 피부체온 측정용 온도계를 사용하여 각각 오른쪽 전완의 안쪽 중간부위와 가운데 손가락 끝의 안쪽에 거치하여 측정하였다.

진정수준은 1. 완전 각성상태, 2. 각성상태이나 약간 나른한 상태, 3. 음성자극에 즉시 반응하는 졸리운 상태, 4. 음성자극에 둔한 반응을 하는 수면상태, 5. 음성자극에 반응이 없는 깊은 수면상태로 나누었으며 음성자극에 대한 반응은 환자의 이름을 불러 평가하였고, 대상 환자는 평균 3, 4단계 상태를 유지하였다.

모든 측정치는 평균 $\pm$ 표준편차로 표시하였으며, 통계분석은 SSPS (version 10.0, USA)통계 프로그램을 이용하여 두 군간 비교는 unpaired t-test, 시간에 따른 군 내 비교는 repeated measures ANOVA를 시행하였다. 이중 P값이 0.05 미만인 경우를 통계학적으로 유의한 것으로 간주하였다.

결 과

측정 전 대상 환자들의 성별, 나이, 체중, 대기온도, 심박수, 혈압에 대하여는 두 군 간에 유의한 차이는 없었다 (Table 1).

측정 후 30분 동안에 평균 동맥압은 5분, 10분, 15분, 20분, 25분, 30분에 대조군에서 91.6 ± 13 , 92.1 ± 12 , 91.2 ± 12 , 91.3 ± 12 , 90.1 ± 11 , 90.6 ± 11 mmHg, propofol군에서 84.3 ± 12 , 83.0 ± 11 , 83.2 ± 12 , 81.3 ± 11 , 82.2 ± 12 , 83.1 ± 11 mmHg로 5분 후부터 propofol군에서 지속적으로 유의하게 감소하며, 두 군 간에 통계학적으로 유의한 차이를 보였다(Fig. 1).

심박수는 측정 후 30분에 대조군에서 70.2 ± 12 beats/min에서 65.9 ± 9 beats/min로, propofol군에서 67.8 ± 10 beats/min

Table 1. Demographic Data

	Control (n = 25)	Propofol (n = 25)
Gender (F/M)	7/18	10/15
Age (yr)	38 ± 2	40 ± 2
Weight (kg)	66.6 ± 5.1	64.3 ± 6.3
Height (cm)	169.0 ± 3.7	165.0 ± 3.5
Ambient temperature (°C)	23.5 ± 1.1	23.5 ± 1.7
Mean blood pressure (mmHg)	92.4 ± 0.5	94.6 ± 0.9
Heart rate (beats/min)	72.9 ± 3.5	75.7 ± 3.9

Values are mean ± SD. n: number of patients. Control: spinal anesthesia without propofol, Propofol: spinal anesthesia with propofol. There were no statistical differences between the two groups.

Fig. 1. Changes in MAP after sedation during spinal anesthesia. Control: spinal anesthesia without propofol, Propofol: spinal anesthesia with propofol. MAP: mean arterial pressure, Time-0: start point of propofol infusion. The MAP in propofol group was significantly lower than that in control group from 5 to 30 min after propofol infusion. Results are presented as mean ± SD. *: P < 0.05 compared with control group.

min에서 65.6 ± 10 beats/min로 감소하였으나, 두 군 간에 통계학적으로 유의한 차이는 없었다(Fig. 2).

고막 중심체온은 측정 후 15분, 20분, 30분에 대조군에서 36.1 ± 0.4 , 36.0 ± 0.4 , 36.0 ± 0.4 °C, propofol군에서 35.6 ± 0.7 , 35.6 ± 0.7 , 35.5 ± 0.6 °C로 propofol군에서 유의한 체온감소를 보이며, 두 군 간에 통계학적으로 유의한 차이를 보였다(Fig. 3).

전완체온은 대조군에서 측정 후 30분에 33.6 ± 1.0 °C에서 32.7 ± 2.1 °C로 감소하였고, propofol군에서는 32.9 ± 0.8 °C에서 33.2 ± 0.8 °C로 증가하였으나, 두 군 간에 통계학적으로 유의한 차이는 없었다(Fig. 4).

Fig. 2. Changes in HR after sedation during spinal anesthesia. Control: spinal anesthesia without propofol, Propofol: spinal anesthesia with propofol. HR: heart rate, Time-0: start point of propofol infusion. There were no statistical differences between the two groups.

Fig. 3. Changes in core temperature after sedation during spinal anesthesia. Control: spinal anesthesia without propofol, Propofol: spinal anesthesia with propofol. Time-0: start point of propofol infusion. The core temperature in propofol group was significantly lower than that in control group at 15, 20, 30 min after propofol infusion. Results are presented as mean ± SD. *: P < 0.05 compared with control group.

손가락 피부체온은 측정 후 15분, 20분, 25분, 30분에 대조군에서 28.6 ± 4.5 , 28.8 ± 4.3 , 28.8 ± 4.4 , 28.8 ± 4.4 °C, propofol군에서 31.0 ± 3.2 , 31.4 ± 3.1 , 31.7 ± 2.7 , 34.2 ± 1.6 °C로 측정 후 15분 후부터 propofol군에서 유의한 체온증가를 보이며, 두 군 간에 통계학적으로 유의한 차이를 보였다(Fig. 5).

측정 후 30분 동안 전완-손가락 피부온도의 차는 5분, 10분, 15분, 20분, 25분, 30분에 대조군에서 4.2 ± 4.5 , 4.1 ± 4.6 , 4.1 ± 4.6 , 4.0 ± 4.4 , 3.7 ± 4.5 , 4.0 ± 4.5 °C, propofol군에서 3.3 ± 2.6 , 2.6 ± 2.9 , 1.4 ± 2.9 , $1.7 \pm$

Fig. 4. Changes in forearm skin temperature after sedation during spinal anesthesia. Control: spinal anesthesia without propofol, Propofol: spinal anesthesia with propofol. Time-0: start point of propofol infusion. There were no statistical differences between the two groups.

Fig. 5. Changes in finger tip skin temperature after sedation during spinal anesthesia. Control: spinal anesthesia without propofol, Propofol: spinal anesthesia with propofol. Time-0: start point of propofol infusion. The finger tip skin temperature in propofol group was significantly higher than that in control group from 15 to 30 min after propofol infusion. Results are presented as mean $\pm$ SD. *: $P < 0.05$ compared with control group.

2.8, 1.4 ± 2.4 , $-1.0 \pm 1.2^{\circ}\text{C}$ 로 특히 5분 후부터 propofol 군에서 피부온도의 차가 유의하게 급격히 감소하면서, 두 군 간에 통계학적으로 유의한 차이를 보였다(Fig. 6).

고 찰

마취나 수술 중에 차가운 수술실 환경에 노출 및 마취제에 의한 체온 조절 억제 등으로 발생하는 열 손실로 인한 저체온은 수술 중 출혈량 증가, 수술 후 창상 감염 증가와

Fig. 6. Changes in forearm minus finger tip skin temperature gradient after sedation during spinal anesthesia. Control: spinal anesthesia without propofol, Propofol: spinal anesthesia with propofol. Gradient: forearm skin temperature minus finger tip skin temperature, Time-0: start point of propofol infusion. Decreased gradient in propofol group indicates the peripheral vasodilation. Results are presented as mean $\pm$ SD. *: $P < 0.05$ compared with control group.

같은 다양한 합병증과 이로 인한 재원기간 연장 등을 고려해 볼 때 마취 및 수술 시의 체온관리에 대한 중요성을 인식하고 그 위험성에 대한 신중한 분석이 필요하다.

마취 후 저체온은 전신마취뿐만 아니라 부위마취에서도 혈관확장과 체열의 내적 재분포로 인한 초기 저체온 시기에 이어 마취에 동반된 체온조절 기능의 손상으로 인한 지속적인 체열손실의 전형적인 형태를 보이지만,¹⁾ 결국에는 체온 조절성 혈관수축에 의해 추가적인 중심 저체온이 방지된다고 한다.¹⁴⁾ 특히 부위마취 시에는 전신마취와는 달리 교감 신경계 차단과 연관되어 마취 후 첫 1시간 동안 저체온이 체열의 재분포가 신체중심 부위에서 혈관이 이완되는 하지로 재분배되어 발생하고, 대사율이 전신마취 시보다 비교적 잘 유지되기 때문에 재분포가 중심 저체온에 기여하는 비율이 더 높지만, 신경차단이 일어나지 않은 상지에는 교감신경 혈관수축을 유지하고 있으므로 체열의 신체중심 부위에서 말초로의 재분포로 인한 중심체온 저하 정도가 전신마취 시 마취제에 의한 말초혈관 확장, 차고 건조한 폐환기, 대사율 감소, 중추 체온조절 기능 저하 등으로 인한 중심체온 저하보다 경미하기 때문에 전신마취 시보다 체온 감소가 의미 있게 작다고 한다.^{5,15)}

부위마취는 전신마취와는 달리 수술 중 의식이 깨어 있기 때문에 장시간 움직이지 못하는 불편함, 수술에 대한 두려움, 소음 등으로 무의식 상태를 원하는 경우가 종종 발생하며 이러한 환자의 의식진정을 위해 여러 가지 약제가 소개되어 왔다. 진정목적체온측정 많은 제제 중에서도 midazolam과 propofol이 심혈관계 및 호흡기계에 미치는 영향,

의식회복 등을 고려해볼 때 이 두 약제 모두 심각한 부작용이 적으면서 우수한 진정작용을 보이며 부위마취에 적합하다고 알려져 왔고,^{16,17)} 특히 propofol은 부위마취 시 이상적인 진정제의 요건, 즉 쉬운 수면정도의 조절 및 예측, 불안 감소, 최소한의 부작용, 빠른 회복시간 등을 모두 갖추며 만족할 만한 진정효과를 나타내고 있다.¹⁸⁾ 이는 본 연구에서도 평균 동맥압의 경우 대조군과 propofol군에서 각각의 평균 $\pm$ 표준편차가 91.1 ± 0.8 mmHg, 83.7 ± 2.2 mmHg로 두 군 간에 유의한 차이를 보이며, propofol의 심혈관계 및 진정효과를 간접적으로 보여주고 있다. 또한 부위마취에서 사용되고 있는 midazolam이나 propofol같은 진정제는 그 자체의 약리학적인 특성으로도 정상 체온조절 기능을 방해하여 혈관수축 억제 및 전율의 역치를 감소시켜 중심체온의 감소를 심화시킨다고 한다.^{19,20)} 하지만 Kurz 등은²¹⁾ midazolam이 체온조절 기능에 미치는 영향이 임상적인 용량보다 많은 용량에서 발생하며 그 정도가 임상 용량의 흡입 마취제, propofol, alfentanil보다 적다고 한다. 반면에 propofol의 경우에는 혈관수축 억제저하로 인한 혈관이완뿐만 아니라 propofol로 인한 추가적인 혈관확장이 심한 혈압저하를 일으킬 정도로 현저하며, 그 기전은 정맥과 소동맥에 대한 직접적인 혈관이완 작용과 혈관에 대한 교감 신경계 차단으로 알려져 있다.^{22,23)}

피부와 중심체온은 체온 조절성 혈관수축 기능에 기여하며, 마취여부에 관계없이 피부체온이 혈관수축과 전율의 조절에 관여하는 기여도는 약 20%라고 한다.^{24,25)} 이러한 체온은 고막(tympanic membrane), 비인두(nasopharynx), 식도, 폐동맥, 액와나 직장(rectum) 등 여러 부위에서 측정이 가능하고 각 부위마다 장점 및 단점이 있지만,¹⁾ Holdcroft와 Hall은²⁶⁾ 중심체온 감시를 위한 경로로 고막이 안전하고 신뢰할만하여 수술 중이나 수술 후에 사용할 것을 추천하고 있다. 또한 말초의 체온 조절 혈관수축 측정에는 피부체온의 차(skin-temperature gradients)가 저렴하고 이용하기 쉬우며 비교적 정확한 방법이라고 알려져 있다.^{27,28)}

본 연구에서는 전신마취보다 중심체온 감소의 정도가 적은 척추마취에서 혈관이완 작용이 비교적 큰 propofol 특히 말초 피부체온이 증가하는 propofol infusion 후 30분 동안이¹²⁾ 체온 조절 혈관기능 손상을 심화시킬 것으로 예상하고, 중심체온과 피부체온 및 피부체온의 차를 비교, 분석하고자 하였다. 또한 체온측정에 영향을 미칠 수 있는 수술실의 실내온도, 정맥 수액의 온도 등을 일정한 범위로 유지하였고, 척추마취로 인한 교감신경계 차단으로 저혈압과 서맥을 막기 위한 atropine투여가 중심체온의 저하를 완화시키고,²⁰⁾ 그 차단범위 자체가 체온 조절성 혈관수축 기능에 영향을 주기 때문에 신경차단 범위를 T8 이하로 유지하였다. 그 결과 고막 중심체온은 대조군의 경우 0.1°C 정도 약간 증가한 반

면, propofol을 지속 주입하여 의식 진정을 시킨 군의 경우 0.4°C 정도 감소한 결과를 보이며 두 군 간에 유의한 차이를 보였다. 이러한 대조군에서의 체온증가는 마취 후 체열 재분포로 인한 중심체온 감소를 상쇄하는 적절한 온도의 수술실 및 수액, 수술포의 보온효과 등의 결과로 보이고, propofol군의 체온감소는 propofol의 혈관확장 이완작용이 마취 시 발생하는 중심으로부터 말초로의 체열 재분포로 인한 중심체온 감소에 추가적인 작용의 결과로 생각할 수 있다. 또한 전완의 피부체온은 두 군 간에 유의한 차이를 보이지는 않았지만, 손가락 피부체온의 경우에는 propofol군에서 측정 후 5분에 $27.7 \pm 3.1^{\circ}\text{C}$ 에서 $29.5 \pm 2.8^{\circ}\text{C}$ 로 급격한 상승을 보이며 30분 동안에 6.4°C나 증가하여 전완-손가락 피부체온차가 0분에 $5.2 \pm 2.8^{\circ}\text{C}$ 에서 5분에 $3.3 \pm 2.6^{\circ}\text{C}$ 를 보였는데, 이러한 5분 내에 발생한 급격한 피부체온 차의 감소는 propofol의 말초 정맥 및 소동맥에 대한 직접적인 혈관이완 작용으로 인한 결과이고, 그 후에도 지속적으로 감소하여 30분에는 피부체온의 차가 $-1.0 \pm 1.2^{\circ}\text{C}$ 로 전완-손가락 피부체온의 차가 마이너스라는 의미는 손가락 피부체온이 전완보다 높다는 것을 나타내며 이러한 지속적인 감소는 propofol이 마취 후 발생하는 체열 재분포로 인한 중심체온 감소를 촉진시킨 결과라고 생각한다.

결론적으로 마취 후 수술 동안에 발생하는 중심 저체온은 적절한 온도의 수술실 및 수액 투여, 수술 포 등으로 예방할 수 있지만, propofol은 적은 용량이라도 중심으로부터 말초로의 체열 재분포 촉진과 직접적인 혈관이완 작용으로 짧은 시간에 중심체온을 감소시킬 수 있는 가능성이 있으므로 수술 중에 의식진정을 원하는 척추마취 하의 환자에게 propofol을 투여할 시에는 보다 적극적이고 세심한 체온 감시가 요구될 것으로 사료된다.

참 고 문 헌

1. Morgan GE, Mikhail MS, Murray MJ: Clinical anesthesiology. 3rd ed. New York, McGraw-Hill. 2002, pp 20, 117-9.
2. Kim CG, Baek WY, Hong JG, Park JW, Kim BK: Temperature changes during general anesthesia. Korean J Anesthesiol 1988; 21: 27-32.
3. Park SH, Lee KN, Moon JI, Lee JH: Changes in arterial oxygen saturation, pulse, and temperature in patients during recovery period according to operative sites and anesthetic methods. Korean J Anesthesiol 1990; 23: 973-9.
4. Matsukawa T, Sessler DI, Sessler AM, Schroeder M, Ozaki M, Kurz A, et al: Heat flow and distribution during induction of general anesthesia. Anesthesiology 1995; 82: 662-73.
5. Matsukawa T, Sessler DI, Christensen R, Ozaki M, Schroeder M: Heat flow and distribution during epidural anesthesia.

- Anesthesiology 1995; 83: 961-7.
6. Ozaki M, Kurz A, Sessler DI, Lenhardt R, Schroeder M, Moayeri A, et al: Thermoregulatory thresholds during epidural and spinal anesthesia. *Anesthesiology* 1994; 81: 282-8.
7. Kim JS, Takehiko MD, Sessler DI, Minang T, Renee J: Epidural anesthesia reduces the gain and maximum intensity of shivering. *Anesthesiology* 1998; 88: 851-7.
8. Leslie K, Sessler DI: Reduction in the shivering threshold is proportional to spinal block height. *Anesthesiology* 1996; 84: 1327-31.
9. Shafer SL: Advances in propofol pharmacokinetics and pharmacodynamics. *J Clin Anesth* 1993; 5: 14S-21S.
10. Kim DY: Propofol IV sedation during epidural anesthesia in the elderly. *Korean J Anesthesiol* 1997; 32: 581-7.
11. Leslie K, Sessler DI, Bjorksten AR, Ozaki M, Matsukawa T, Schroeder M: Propofol causes a dose-dependent decrease in the thermoregulatory threshold for vasoconstriction but has little effect on sweating. *Anesthesiology* 1994; 81: 353-60.
12. Noguchi I, Matsukawa T, Ozaki M, Amemiya Y: Propofol in low doses causes redistribution of body heat in male volunteers. *Eur J Anesth* 2002; 19: 677-81.
13. Ikeda T, Sessler DI, Kikura M, Kazama T, Ikeda K, Sato S: Less core hypothermia when anesthesia is induced with inhaled sevoflurane than with intravenous propofol. *Anesth Analg* 1999; 88: 921-4.
14. Kurz A, Sessler DI, Christensen R, Dechert M: Heat balance and distribution during the core-temperature plateau in anesthetized humans. *Anesthesiology* 1995; 83: 491-9.
15. Park JA, Chung MH, Won RS: A study in the comparison of body temperature change between general anesthesia and epidural anesthesia. *Korean J Anesthesiol* 1997; 33: 477-84.
16. Wilson E, David A, Mackenzie N, Grant IS: Sedation during spinal anesthesia: comparison of propofol and midazolam. *Br J Anaesth* 1990; 64: 48-52.
17. Lee JC, Lim GJ, Cho NS: The effects of midazolam and propofol by continuous intravenous infusion to provide sedation in patients who receive spinal anesthesia. *Korean J Anesthesiol* 1995; 28: 46-54.
18. Smith I, Monk TG, White PF, Ding Y: Propofol infusion during regional anesthesia: sedative, amnestic, and anxiolytic properties. *Anesth Analg* 1994; 79: 313-9.
19. Matsukawa T, Kurz A, Sessler DI, Bjorksten AR, Merrifield B, Cheng C: Propofol linearly reduces the vasoconstriction and shivering thresholds. *Anesthesiology* 1995; 82: 1169-80.
20. Kim MH, Lee JH: The effect of intravenous midazolam or atropine on spinal anesthesia-induced hypothermia in geriatric patients. *Korean J Anesthesiol* 2004; 46: 180-5.
21. Kurz A, Sessler DI, Annadata R, Dechert M, Christensen R, Bjorksten AR: Midazolam minimally impairs thermoregulatory control. *Anesth Analg* 1995; 81: 393-8.
22. Bentley GN, Gent JP, Goodchild CS: Vascular effects of propofol: smooth muscle relaxation in isolated veins and arteries. *J Pharm Pharmacol* 1989; 41: 797-8.
23. Robinson BJ, Ebert TJ, O'Brien TJ, Colincio MD, Muzi M: Mechanisms whereby propofol mediates peripheral vasodilation in humans: sympathoinhibition or direct vascular relaxation?. *Anesthesiology* 1997; 86: 64-72.
24. Cheng C, Matsukawa T, Sessler DI, Ozaki M, Kurz A, Merrifield B, et al: Increasing mean skin temperature linearly reduces the core-temperature thresholds for vasoconstriction and shivering in humans. *Anesthesiology* 1995; 82: 1160-8.
25. Lenhardt R, Greif R, Sessler DI, Laciny S, Rajek A, Bastanmehr H: Relative contribution of skin and core temperatures to vasoconstriction and shivering thresholds during isoflurane anesthesia. *Anesthesiology* 1999; 91: 422-9.
26. Holdcroft A, Hall GM: Heat loss during anesthesia. *Br J Anaesth* 1978; 50: 157-64.
27. Rubinstein EH, Sessler DI: Skin-surface temperature gradients correlate with fingertip blood flow in humans. *Anesthesiology* 1990; 73: 541-5.
28. Kurz A, Sessler DI, Birnbauer F, Illievich UM, Spiss CK: Thermoregulatory vasoconstriction impairs active core cooling. *Anesthesiology* 1995; 82: 870-6.