

양측 슬관절 전치환술시 척추경막외병용마취가 스트레스 반응에 미치는 영향

이화여자대학교 의학전문대학원 마취통증의학교실

천은희 · 김종학 · 백희정 · 김윤진

The effect of combined spinal-epidural anesthesia on stress responses during total knee replacement

Eun-Hee Chun, Jong-Hak Kim, Hee-Jung Baik, and Youn Jin Kim

Department of Anesthesiology and Pain Medicine, School of Medicine, Ewha Womans University, Seoul, Korea

Background: Intraoperative stress may evoke various changes in hormonal secretion and autonomic nervous system activity. We designed this study to investigate the effect of combined spinal-epidural anesthesia on stress hormone responses.

Methods: Thirty women more than 60 years of age, undergoing bilateral total knee replacement surgery were studied. Patients were randomized to receive either general anesthesia (group I), or combined spinal-epidural anesthesia (group II). Blood samples were obtained immediately before anesthesia induction, immediately after skin incision, after first knee prosthesis insertion, and end of operation, immediately for measurement of cortisol, epinephrine, and norepinephrine.

Results: The plasma concentration of cortisol, epinephrine and norepinephrine were significantly lower in group II after the prosthesis insertion and at the end of operation, immediately. The plasma concentration of cortisol was significantly higher than basal values in both of two groups through the surgery.

Conclusions: Combined spinal-epidural anesthesia has the blocking effect of releasing catecholamine during total knee replacement surgery and immediately after the surgery. The effect of combined spinal-epidural anesthesia on stress responses during total knee replacement is better than that of general anesthesia. (Korean J Anesthesiol 2009; 57: 296~301)

Key Words: Anesthesia, Epidural, Metabolic stress responses, Spinal, Total knee replacement.

서 론

수술에 의한 신체 손상은 내분비적, 면역학적, 혈액학적 변화를 유발한다[1]. 수술 자극은 수술 부위로부터의 통증과 구심성 신경자극이 시상하부-뇌하수체-부신축의 활성화를

유발하여 코티솔과 카테콜아민 등의 부신 호르몬 분비를 증가시키고 고혈당증, 지질 분해, 단백질 분해에 의한 음성 질소 균형 등을 일으킨다[2]. 수술 자극에 대한 스트레스 반응은 수상의 정도[3], 수술 시간[4], 마취 방법과[5] 같은 여러 가지 요소들에 의해서 다양하게 나타난다. 수술 자극에 대한 스트레스 반응을 줄이는 것이 수술의 결과 향상에 중요하다 하[6,7] 스트레스 반응을 억제할 수 있는 마취약제와 마취방법에 대한 관심이 높아지고 있다.

일반적으로 흡입마취제는 스트레스 반응을 억제하지 못한다고 알려져 있으나 Marana 등은[8] isoflurane과 비교하여 sevoflurane의 경우 스트레스 반응을 유의하게 억제시켰다고 하였다. 또한 Cho 등의[9] 연구에서는 전신마취와 병용된 경막외마취가 수술 중 스트레스 반응을 경감시킬 수 있으나 완전히 차단하지 못하였다. Norman 등도[4] 경막외차단을 병용한 전신마취의 경우 스트레스 반응의 유의한 억제 효과를 보기 힘들다고 하였다. 또한 수술시 조직손상의 강

Received: March 2, 2009.

Revised: 1st, March 13, 2009; 2nd, June 20, 2009.

Accepted: July 14, 2009.

Corresponding author: Jong-Hak Kim, M.D., Department of Anesthesiology and Pain Medicine, School of Medicine, Ewha Womans University, 911-1, Mok-dong, Yangcheon-gu, Seoul 158-050, Korea. Tel: 82-2-2650-5285, Fax: 82-2-2655-2924, E-mail: kjhanes@ewha.ac.kr

This paper is a Master's thesis.

Copyright © Korean Society of Anesthesiologists, 2009

© This is an open-access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution License, which permits unrestricted use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited.

도와 장시간의 수술이 스트레스 호르몬의 과대한 생산을 초래한다고 하였다[4,9]. 하지만 하복부 수술시 경막외마취로 T4의 마취차단높이를 유지한 경우와[5,10], 자궁절제술시 척추마취로 T4의 마취차단높이를 유지한 경우 코티솔이 수술 중과 종료 직후 낮게 나타났다는[11] 상반된 결과도 있다.

슬관절전치환술의 대상 환자들은 노화 및 만성질환을 동반한 경우가 많다. 척추경막외병용마취는 척추마취나 경막외마취 단독보다 수술을 위한 마취의 질적 효과 향상 및 경막외카테터로 추가적인 약물 주입과 통증 조절이 가능하다는 장점이 있다. 슬관절전치환술을 받는 환자에서 전신마취에 비하여 척추경막외병용마취가 스트레스 반응에 미치는 영향에 대해서는 알려진 바가 없다.

양측 슬관절전치환술을 시행받는 환자에서 혈액학적 변화 및 코티솔과 카테콜아민을 측정하여 척추경막외병용마취가 전신마취에 비하여 수술에 대한 스트레스 반응을 억제할 수 있는지 알아보고자 하였다.

대상 및 방법

선택적 양측 슬관절전치환술을 시행 받는 60세 이상의 미국마취과학회 신체등급 분류 1, 2에 속하고 아침 8시 첫 수술이 예정된 여자 환자 30명을 대상으로 하였다. 본 연구에 대하여 병원 윤리위원회의 승인을 받았으며 마취 전 환자 방문 시 연구 목적과 방법에 대해 설명 후 서면 동의하에 연구를 진행하였다. 당뇨를 제외한 내분비계 질환이 있는 환자나 글루코코르티코이드 치료를 받은 환자는 대상에서 제외하였다. 두 군 간에 연령, 신장, 체중 및 미국마취과학회 신체등급 분류에서 차이는 보이지 않았다(Table 1). 대상 환자는 마취 방법에 따라 무작위로 전신마취군(I군, n = 15)과 척추경막외병용마취군(II군, n = 15)의 두 군으로 분류하였다.

모든 환자는 수술 전 처치는 하지 않았고, 수술실에 도착 시 심전도, 비침습적 자동혈압계(Solar[®] 8000M patient Monitor, GE Medical System, USA), 맥박산소측정기 및 이중분광지수 감시장치(bispectral index [A-2000[®], Aspect medical System, Norwood, Massachusetts, USA])를 부착하였다. 알렌씨 검사후 20 G 카테터를 요골동맥에 거치하여 지속적 동맥압 감시와 코티솔, 에피네프린과 노르에피네프린 측정을 위한 채혈로 이용하였다. 모든 환자에게 마취 유도 전 midazolam 0.04 mg/kg를 정주하였다. I군은 thiopental sodium 4 mg/kg, rocuronium 0.6 mg/kg, fentanyl 1-2 μ g/kg의 정주로 마취 유도 후 기관내삽관을 하였다. 일회호흡량은 8-10 ml/kg, 호흡수는 분당 10-12회로 기계호흡을 설정한 후 호기말이산화탄소분압을 30-35 mmHg로 유지하게 하였다.

마취 유지는 산소와 아산화질소를 각각 분당 2 L로 흡입하게 하면서 필요시 rocuronium을 정주하였고 이중분광지수는 40-60, 혈압은 마취 전의 20% 내외로 유지하도록 sevoflurane의 흡입 농도를 조절하였다. 마취 유도 이후 fentanyl은 최대 용량 200 μ g범위 내에서 추가로 투여하였다. II군의 경우는 좌측 또는 우측 측와위에서 제 3-4 혹은 4-5 요추 간에 combined spinal-epidural anesthesia kit (Eposcan[®] B. Braun, Germany)의 18 G Tuohy침을 이용하여 공기저항소실법으로 경막외강을 확인 후 27 G Whitacre침으로 경막을 천자하였다. 0.5% 고비중 bupivacaine hydrochloride (Marcaine[®], AstraZeneca, Sweden) 8-10 mg 주입 후 척추침을 제거하고 Tuohy침을 통해 경막외 카테터를 거치하였다. 시험 용량으로 epinephrine 15 μ g을 섞은 0.375% levobupivacaine (Chirocaine[®], Abbott, Norway) 3 ml를 경막외 카테터로 주입하였다. 마취차단높이는 침통각(pinprick) 검사로 T6-T8로 유지하도록 0.5% levobupivacaine 3-6 ml를 경막외강으로 투여하였다. 양와위로 자세를 변경한 후 마취차단높이를 5분마다 평가하여 마취차단높이가 고정되었음을 확인 후 환자 진정을 위하여 수술 종료시까지 1% propofol (Diprivan[®], AstraZeneca, Sweden)을 25-75 μ g/kg/min으로 정맥으로 점적 주입하여 이중분광지수가 60-80으로 유지되도록 하였다. 마취차단높이가 양측이 다를 경우 높은 쪽으로 기록하였으며 마취차단높이가 고정된 후 한 시간마다 마취차단높이를 확인하여 0.5% levobupivacaine 3-6 ml를 추가로 경막외강으로 투여하였다. 마취 유도 전 혈압의 20% 이상 변화가 있을 때에는 labetalol이나 ephedrine을 정주하였다. 분당 50회 미만의 서맥이 나타나는 경우에는 atropine 0.5 mg을 정주하였다.

수술 중 수액은 환자의 활력 징후와 출혈량, 소변량에 따라 교질용액 6% Hydroxyethyl starch (Hextend[®], BioTime Inc., USA) 500 ml와 생리식염수를 5-15 ml/kg/h의 속도로 투여하였고, 혈색소 수치가 10 g/dl 이하일 때 수혈하였다.

평균동맥압과 심박수 및 혈중 코티솔, 에피네프린과 노르에피네프린 측정은 두 군 모두에서 마취 유도 전(T1), 피부 절개 직후(T2), 첫 번째 인공관절 삽입 직후(T3), 그리고 I군에서는 기관내튜브 발관 후, II군에서는 수술 종료 직후에(T4) 시행하였다.

호르몬 측정을 위하여 요골동맥에서 채혈한 혈액을 1분 이내에 원심분리한 후 혈청을 취하여 코티솔(Competitive RIA method, Y-counter, COBRA 5010 Quantum, USA, 정상치: 오전 5-25 μ g/dl) 측정을 하였고, 에피네프린(정상치: 0-110 pg/ml)과 노르에피네프린(정상치: 70-750 pg/ml)의 측정을 위해서는 EDTA가 포함된 튜브에 혈액을 채취 후 1분 이내에 원심분리하여 혈장을 취하여 영하 80도 냉동고에 보관하였다가 1개월 이내에 HPLC (High performance Liquid

Chromatography, Acclaim, Bio-Rad, Germany) 분석을 이용하여 측정하였다.

모든 측정치는 평균 ± 표준편차로 표시하였으며 통계분석은 SPSS® version 16.0 (SPSS Inc., Chicago, USA)을 이용하

여 두 군 간의 비교에는 변수의 특성에 따라 Mann-Whitney U test와 Fisher's exact test를 이용하였고, 군내에서 시간에 따른 변화의 분석에는 반복측정분산분석을 이용하였으며 P 값이 0.05 미만인 경우 통계적으로 유의하다고 판정하였다.

결 과

Table 1. Demographic and Clinical Data

	Group I (n = 15)	Group II (n = 15)
Age (yr)	66.6 ± 6.9	69.7 ± 7.7
Height (cm)	153.4 ± 5.6	149.6 ± 5.7
Weight (kg)	63.0 ± 7.9	57.6 ± 6.3
ASA physical classification (1/2)	3/12	1/14
Co-existing illness		
Hypertension	10	9
Angina	1	
Hypertension, DM, Angina	1	1
Hypertension, DM, Hypothyroidism		1
Hypertension, Asthma		2
Hepatitis		1
Operation time (min)	204 ± 27	201 ± 46
Tourniquet time (min)		
Rt.	54 ± 6	55 ± 13
Lt.	60 ± 15	58 ± 16
Anesthesia time (min)	252 ± 32	249 ± 44
Total intake (ml)	3,640 ± 722	3,689 ± 860
Total output (ml)	1,948 ± 554	2,279 ± 740
Urine output (ml)	969 ± 458	1,619 ± 604*
Estimated blood loss (ml)	979 ± 206	661 ± 206*
PRBC transfusion (ml)	440 ± 148	217 ± 181*

Values are mean ± SD or number of patients. Group I: general anesthesia group, Group II: combined spinal-epidural anesthesia group. *P < 0.05 compared with group I.

지혈대 적용시간, 수술시간, 마취시간에서는 군 간 차이가 없었다. 실혈량과 수혈량은 II군에서 적었다(Table 1). 평균동맥압은 마취 유도 전에는 군 간 차이를 보이지 않았으나 피부 절개 직후와 첫 번째 인공관절 삽입 직후 II군이 I군과 비교하여 유의하게 낮았고(P < 0.05), 수술 종료 직후에는 군 간 차이를 보이지 않았다. 평균동맥압의 군내 비교 시 I군에서는 마취 유도 전에 비해 수술 종료 직후에만 유의하게 감소하였으나 II군에서는 피부 절개 직후부터 수술 종료 직후까지 마취 유도 전에 비해 유의하게 낮게 유지되었다(P < 0.05). 심박수의 변화는 두 군 간에 차이를 보이지 않았다(Fig. 1). Atropine을 사용한 경우는 없었으며 ephedrine을 사용한 환자는 I군에서 5명, II군에서는 8명으로 사용 빈도는 군 간 차이가 없었다.

코티솔은 마취 유도 전 값은 군 간 차이를 보이지 않았고(I군: 12.6 ± 5.0 µg/dl, II군: 16.1 ± 28.3 µg/dl), 피부 절개 직후 두 군 모두 마취 유도 전 값에 비해 상승하였으며(I군: 30.0 ± 17.8 µg/dl, II군: 30.9 ± 33.9 µg/dl), 첫 번째 인공관절 삽입 직후(I군: 37.9 ± 20.8 µg/dl, II군: 25.5 ± 18.8 µg/dl)와 수술 종료 직후(I군: 34.1 ± 16.7 µg/dl, II군: 32.6 ± 40.8 µg/dl)에 I군과 비교하여 II군에서 유의하게 낮았다(P < 0.05). 마취 유도 전에 비하여 I군에서는 피부 절개 직후와 첫 번째 인공관절 삽입 직후, 수술 종료 직후에, II군에서는 피부 절개 직후와 첫 번째 인공관절 삽입 직후

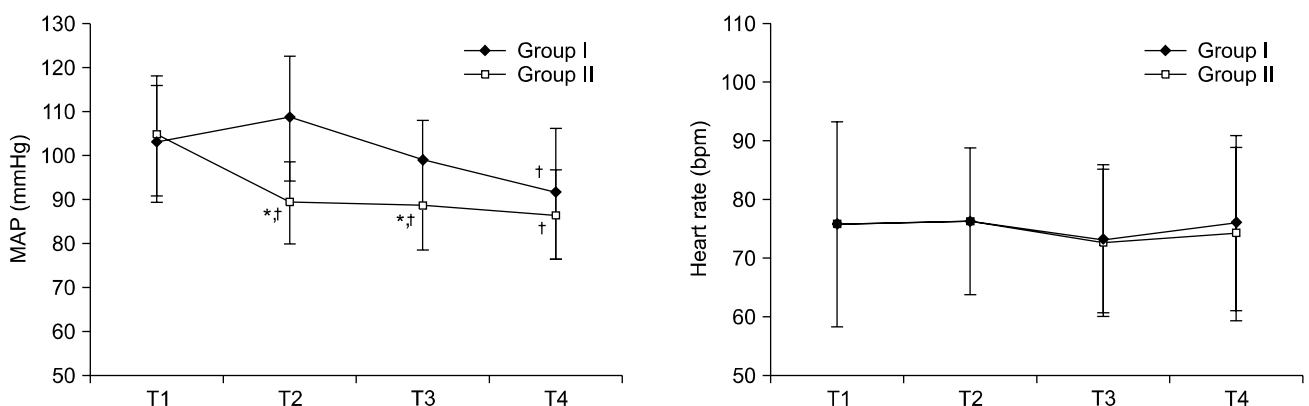


Fig. 1. Changes in mean arterial pressure (MAP) and heart rate. T1: before anesthesia induction, T2: immediately after skin incision, T3: after first knee prosthesis insertion, T4: after extubation (Group I), end of operation, immediately (Group II). Group I: general anesthesia group, Group II: combined spinal-epidural anesthesia group. *P < 0.05 compared with group I, †P < 0.05 compared with T1 value.

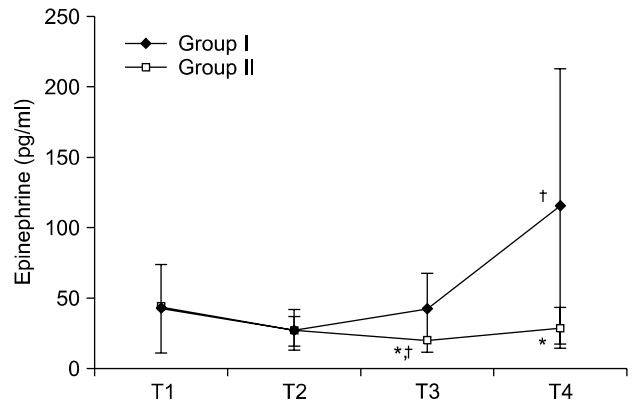
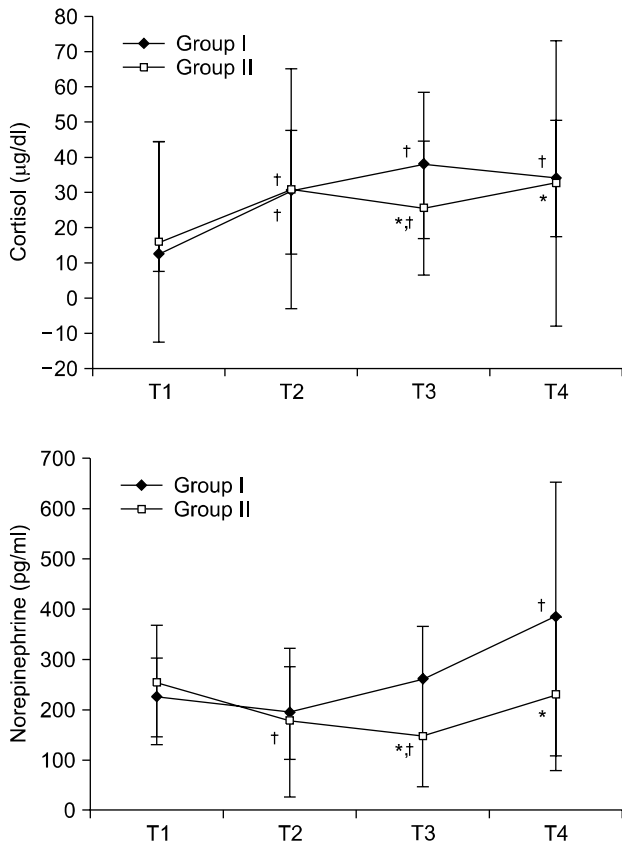


Fig. 2. Changes in cortisol, epinephrine, and norepinephrine concentration. T1: before anesthesia induction, T2: immediately after skin incision, T3: after first knee prosthesis insertion, T4: after extubation (Group I), end of operation, immediately (Group II). Group I: general anesthesia group, Group II: combined spinal-epidural anesthesia group. *P < 0.05 compared with group I, †P < 0.05 compared with T1 value.

유의하게 증가하였다(P < 0.05, Fig. 2).

에피네프린은 마취 유도 전 값은 군 간 차이를 보이지 않았고(I군: 43.0 ± 31.5 pg/ml, II군: 44.3 ± 32.0 pg/ml) 피부 절개 직후 역시 군 간 차이는 없었으며 (I군: 27.4 ± 14.9 pg/ml, II군: 26.9 ± 10.1 pg/ml), 첫 번째 인공관절 삽입 직후(I군: 42.0 ± 24.9 pg/ml, II군: 19.9 ± 7.8 pg/ml)와 수술 종료 직후(I군: 115.5 ± 97.6 pg/ml, II군: 28.3 ± 14.7 pg/ml) I군과 비교하여 II군에서 유의하게 낮은 값을 보였다(P < 0.05). 마취 유도 전에 비하여 I군은 수술 종료 직후 유의하게 증가하였으며(P < 0.05), II군은 첫 번째 인공관절 삽입 직후 유의하게 낮은 값을 보여주었다(P < 0.05, Fig. 2).

노르에피네프린은 마취 유도 전에는 군 간 차이를 보이지 않았고(I군: 225.8 ± 79.4 pg/ml, II군: 251.6 ± 119.3 pg/ml), 피부 절개 직후 II군에서 마취 유도 전 값에 비해 감소하였으며(I군: 194.8 ± 91.0 pg/ml, II군: 175.4 ± 147 pg/ml), 첫 번째 인공관절 삽입 직후(I군: 262.1 ± 104.4 pg/ml, II군: 146.2 ± 100.1 pg/ml)와 수술 종료 직후에(I군: 385.1 ± 272.3 pg/ml, II군: 228 ± 147.2 pg/ml) I군과 비교하여 II군에서 유의하게 낮았고(P < 0.05), 마취 유도 전에 비하여 I군에서는 수술 종료 직후 유의하게 증가하였고 II군에서는 피부 절개 직후와 첫 번째 인공관절 삽입 직후 유

의하게 감소하였다(P < 0.05, Fig. 2).

고 찰

양측 슬관절전치환술을 시행 받는 60세 이상의 환자를 대상으로 척추경막외병용마취가 혈액학적 변화 및 스트레스 호르몬에 미치는 영향을 살펴본 결과, 척추경막외병용마취군이 전신마취군과 비교하여 첫 번째 인공관절 삽입 직후와 수술 종료 직후 코티솔, 에피네프린 및 노르에피네프린의 수치가 유의하게 낮았다.

카테콜아민과 코티솔의 측정은 스트레스 반응의 정도와 교감신경 활성화 평가 방법으로 유용하다. 에피네프린은 T6에서 L2에서 기원하는 교감신경의 활성화에 의해서 부신수질에서 분비되며 노르에피네프린은 T1에서 L2 척수신경에서 기원한 교감신경의 신경절 이전 섬유에 의해서 교감신경의 말단에서 혈장으로 분비된다[12]. 코티솔은 혈당을 유지할 뿐만 아니라 카테콜아민의 작용과 혈액학적 면역학적 작용을 매개하여 스트레스 반응의 중요한 부분을 담당하고 있다[13].

슬관절전치환술시 척추마취로 마취차단높이를 T4-T6로 유지하고 enflurane을 사용한 전신마취군과 비교한 연구에서

는 수술 후 노르에피네프린이 감소하였고 에피네프린에서는 차이가 없다고 하였다[14]. 지혈대 거치 30분 후부터 수술 종료 30분 후까지 평균동맥압이 척추마취 군에서 전신마취 군과 비교하여 낮게 유지되었으며 심박수에서는 군 간 차이가 없다고 하였다. 본 연구에서도 평균동맥압은 피부 절개 직후와 첫 번째 인공관절 삽입 직후 II군이 I군과 비교하여 낮았고($P < 0.05$), 수술 종료 직후에는 군 간 차이를 보이지 않았으며 심박수에서는 군 간 차이가 없었다. 부위마취 하에서 슬관절전치환술을 시행하는 경우 교감신경 차단 효과로 인해 전신마취를 시행한 경우에 비해 급격한 혈압 상승 등의 혈액학적 변화를 방지할 수 있다. 또한 실혈량도 II군이 I군에 비하여 적었는데 부위마취시 교감신경 차단 효과로 인하여 평균동맥압이 낮게 유지되어 실혈량을 줄일 수 있다고 한다[15,16]. 본 연구에서도 피부 절개 직후와 첫 번째 인공관절 삽입 직후 II군이 I군에 비해 평균동맥압이 낮았으며 코티솔 및 카테콜아민 농도가 첫 번째 인공관절 삽입 직후와 수술 종료 직후 II군에서 낮게 나타난 것으로 보아 교감신경 차단 효과로 인해 평균동맥압이 낮게 유지되어 실혈량을 줄일 수 있었던 것으로 생각된다.

국소마취제를 이용한 부위마취시 교감신경 차단으로 인하여 하복부와 하지 수술에서 스트레스 호르몬의 증가를 억제시킬 수 있다고 알려져 있다[17]. 자궁절제술시 halothane을 사용하여 전신마취를 한 군, 0.5% bupivacaine을 이용하여 마취차단높이를 T4에서 S5까지 경막외마취를 한 군을 비교하였을 때 경막외마취군에서 코티솔 반응을 차단시켰다고 하였다[18]. 이는 경막외마취시 혈당 증가와 에피네프린 분비를 일으키는 내장의 원심성 신호가 구심성 신경 자극보다 더 효과적으로 차단되었기 때문이다.

교감신경의 신경절 이전 점유는 T1에서 L2 척수신경에서 기원하며, 부신수질을 지배하는 교감신경은 T6에서 L2에서 기원하므로 교감신경 차단이 이루어지려면 T1 이상의 마취 차단높이가 필요한 것으로 생각된다. 수술 부위로부터 중추신경계와 시상하부-뇌하수체 축으로 오는 구심성 신호와 간과 부신으로 가는 자율신경계의 원심성 경로가 모두 차단되어야 하기 때문이다. Stevens 등은[19] 건강한 지원자에게 T1까지 경막외마취를 시행하여 얼음물에 손을 담그는 방법으로 교감신경을 자극한 결과 카테콜아민 증가를 억제하였다. 또한 마취차단높이를 각각 T8, T4, C8 세 군으로 나누어 경막외마취를 시행하고 교감신경 자극을 가하지 않은 상태에서 카테콜아민을 측정 한 연구에서 에피네프린은 세 군에서 차이가 없었고 C8까지 차단된 군에서만 노르에피네프린이 유의하게 감소하였다는[20] 보고는 이론과 일치하는 것으로 보인다. 하지만 이러한 결과를 그대로 임상에 적용하기 어려운 이유는 첫째, 건강한 지원자만을 대상으로 하여 자율신경계 반응의 정도가 다양한 환자군과는 다르게

나타날 수 있으며 둘째, 교감 신경 자극이 가해지지 않은 경우의 결과이므로 실제 수술 자극에 대해 카테콜아민 분비가 일어나는 상황과 다르며 셋째, 본 연구의 환자군처럼 노화에 따른 기능적 예비력의 감소와 한 가지 이상의 기저 질환을 가진 경우 C8까지 고위마취차단높이를 유지하기가 어렵다.

본 연구에서 고위 차단을 시행하지 않고 마취차단높이를 T6-T8로 하였음에도 스트레스 반응을 유의하게 감소시킬 수 있었던 이유는 척추경막외병용마취를 시행받은 환자들이 평균 연령이 69.7세로 노인층이었기 때문으로 생각된다. 노화는 내분비계에 전반적인 변화를 가져오며 특히 카테콜아민 반응이 저하된다. 하지수술 환자를 대상으로 경막외마취를 마취차단 높이를 T8로 시행하여 전신마취와 비교하였을 때 평균 연령이 높은 군에서 젊은 군에 비해 피부 봉합 중에 노르에피네프린 수치가 유의하게 감소하였다는[21] 보고는 노인 환자들에서 T6-T8의 마취차단 높이로 스트레스 반응을 유의하게 차단한 본 연구 결과와 일치한다. 노인 환자를 대상으로 하여 척추경막외병용마취를 시행할 때 둔화된 카테콜아민 분비는 마취차단높이를 낮게 유지하여도 스트레스 반응을 감소시킬 수 있다는 장점으로 작용할 수 있으나, 교감신경 차단시 특히 고위차단이 된 경우 발생할 수 있는 예기치 못한 혈액학적 변화에 유의해야 한다.

전신마취시 사용한 약제나 경막외마취시 사용한 약제의 농도 차이에 의해서도 교감신경 차단이 달라질 수 있다[19,22]. 자궁절제술시 0.5% bupivacaine을 사용하여 경막외마취를 시행하여 마취차단높이를 T4에서 S5까지 유지한 군에서는 코티솔 증가를 차단하였으나 enflurane으로 전신마취를 시행하고 이와 더불어 T4에서 S5까지 0.25% bupivacaine으로 경막외마취를 시행한 군에서는 코티솔 증가를 차단하지 못하였다고 한다[10]. 본 연구에서는 전신마취군에서 sevoflurane을 사용하였으며 척추경막외병용마취군에서 0.5% 고비중 bupivacaine hydrochloride과 0.5% levobupivacaine을 사용하였으며 이들의 영향을 알기 위해서는 다른 약제와의 비교 연구가 더 필요할 것으로 생각된다.

면역계 또한 내분비계와 상호 영향을 주고받고 있으므로 전통적인 스트레스 호르몬 측정 이외에도 급성기 반응 물질인 Interleukin-1, Tissue Necrosis Factor 등의 변화도 같이 관찰하여 스트레스 반응의 정도를 더욱 명확하게 할 필요가 있다[4,23]. 그리고 호르몬 및 급성기 반응 물질의 상승은 수술적 자극으로부터 수일까지도 지속되므로[23] 수술 후에도 지속적 관찰을 한다면 스트레스 반응을 감소시키는 마취 약제 및 방법의 연구에 도움이 될 것이다.

결론적으로 슬관절전치환술시 전신마취와 비교하여 마취차단높이 T6-T8의 척추경막외병용마취는 스트레스 반응을 감소시키는 유용한 마취방법으로 생각된다.

REFERENCES

- Buckingham JC. Hypothalamo-pituitary responses to trauma. *Br Med Bull* 1985; 41: 203-11.
- Desborough JP. The stress response to trauma and surgery. *Br J Anaesth* 2000; 85: 109-17.
- Cruikshank AM, Fraser WD, Burns HJ, Van Damme J, Shenkin A. Response of serum interleukin-6 in patients undergoing elective surgery of varying severity. *Clin Sci* 1990; 79: 161-5.
- Norman JG, Fink GW. The effects of epidural anesthesia on the neuroendocrine response to major surgical stress: a randomized prospective trial. *Am Surg* 1997; 63: 75-80.
- Engquist A, Fog-Møller F, Christiansen C, Thode J, Vester-Andersen T, Madsen SN. Influence of epidural analgesia on the catecholamine and cyclic AMP responses to surgery. *Acta Anaesthesiol Scand* 1980; 24: 17-21.
- Collins TC, Daley J, Henderson WH, Khuri SF. Risk factors for prolonged length of stay after major elective surgery. *Ann Surg* 1999; 230: 251-9.
- Moraca RJ, Sheldon DG, Thirlby RC. The role of epidural anesthesia and analgesia in surgical practice. *Ann Surg* 2003; 238: 663-73.
- Marana E, Annetta MG, Meo F, Parpaglion R, Galeone M, Maussier ML, et al. Sevoflurane improves the neuroendocrine stress response during laparoscopic pelvic surgery. *Can J Anaesth* 2003; 50: 348-54.
- Cho H, Chang SH, Chae BK. The effects of general anesthesia combined with epidural anesthesia using fentanyl and bupivacaine on serum prolactin, cortisol and blood glucose level. *Korean J Anesthesiol* 1992; 25: 366-73.
- Engquist A, Brandt MR, Fernandes A, Kehlet H. The blocking effect of epidural analgesia on the adrenocortical and hyperglycemic responses to surgery. *Acta Anaesthesiol Scand* 1977; 21: 330-5.
- Møller IW, Hjortsø E, Krantz T, Wandell E, Kehlet H. The modifying effect of spinal anaesthesia on intra- and postoperative adrenocortical and hyperglycemic response to surgery. *Acta Anaesthesiol Scand* 1984; 28: 266-9.
- Guyton AC. Textbook of medical physiology. 10th ed. Philadelphia, W.B. Saunders. 2000, pp 697-708.
- Dallman MF. Modulation of stress responses: how we cope with excess glucocorticoids. *Exp Neurol* 2007; 206: 179-82.
- Lee JM, Lee JH, Lee JW, Cheong MA, Kim DW, Shim JC, et al. The effects of a tourniquet on serum catecholamine levels for general and spinal anesthesia in total knee replacement. *Korean J Anesthesiol* 2004; 47: 183-7.
- Mauermann WJ, Shilling AM, Zuo ZA. Comparison of neuraxial block versus general anesthesia for elective total hip replacement: a meta-analysis. *Anesth Analg* 2007; 104: 458-9.
- Rodgers A, Walker N, Schug S, McKee A, Kehlet H, van Zundert A, et al. Reduction of postoperative mortality and morbidity with epidural or spinal anaesthesia: results from overview of randomised trials. *BMJ* 2000; 321: 1-12.
- Kehlet H. Endocrine responses to regional anesthesia. *Int Anesthesiol Clin* 1988; 26: 182-6.
- Christensen P, Brandt MR, Rem J, Kehlet H. Influence of extradural morphine on the adrenocortical and hyperglycemic response to surgery. *Br J Anaesth* 1982; 54: 23-7.
- Stevens RA, Beardsley D, White JL, Kao TC, Teague PJ, Spitzer L. Does the choice of local anesthetic affect the catecholamine response to stress during epidural anesthesia? *Anesthesiology* 1993; 79: 1219-26.
- Stevens RA, Artuso JD, Kao TC, Bray JG, Spitzer L, Louwsma DL. Changes in human plasma catecholamine concentrations during epidural anesthesia depend on the level of block. *Anesthesiology* 1991; 74: 1029-34.
- Breslow MJ, Parker SD, Frank SM, Norris EJ, Yates H, Raff H, et al. Determinants of catecholamine and cortisol responses to lower extremity revascularization. *Anesthesiology* 1993; 79: 1202-9.
- Carli F, Ronzoni G, Webster J, Khan K, Elia M. The independent metabolic effects of halothane and isoflurane anaesthesia. *Acta Anaesthesiol Scand* 1993; 37: 672-8.
- Weissman C. The metabolic response to stress: an overview and update. *Anesthesiology* 1990; 73: 308-27.