

전신마취하 유양골삭개술 시의 혈중 ADH (Antidiuretic Hormone)의 변화

*국립경찰병원 마취과, †연세대학교 의과대학 마취통증의학교실 및 마취통증의학연구소

김효은* · 박윤곤† · 진홍용* · 조민수* · 길혜금†

Changes of Serum ADH Level during Mastoidectomy under General Anesthesia

Hyo Eun Kim, M.D.*, Woon Kon Park, M.D.†, Hong Yong Jin, M.D.*, Min Su Cho, M.D.*, and Hae Keum Kil, M.D.†

*Department of Anesthesiology, The National Police Hospital; †Department of Anesthesiology and Pain Medicine, Anesthesia and Pain Research Institute, Yonsei University College of Medicine, Seoul, Korea

Background: Markedly reduced urine have been commonly observed during mastoidectomy under general anesthesia. The aim of study was to evaluate the surgery-related mechanism of reduced urine during mastoidectomy.

Methods: 11 patients undergoing mastoidectomy were studied. Blood samples were drawn from CVP line inserted through right internal jugular vein just before drilling (Pre-D); at 15 min after drilling (D-15); at the time closest to the inner ear (CHP-1); at 15 min (CHP-2) and 30 min (CHP-3) after CHP-1 and just before emergence (End). MAP, HR, temperature, CVP, and urine output (UO) were recorded at each period. 0.9% normal saline with room temperature was used to irrigate surgical field. Serum ADH, and the osmolalities (serum and urine) were measured. In 6 patients, serum TSH and FSH were measured, simultaneously.

Results: There were no significant hemodynamic changes during procedure. UO was decreased in 50% during and after the drilling. No differences showed in UO between before and after the drilling of CHP. Plasma ADH level after the CHP was increased 2-3 fold than before. Serum osmolality was unchanged throughout the periods, while the urine osmolality was significantly increased after the period of CHP. FSH was not changed during the periods and TSH was decreased slightly than in Pre-D.

Conclusions: The reduced urine output during mastoidectomy may be influenced by the drilling-related vibration, which may affect the supraoptico-hypophyseal tract, resulting in ADH release. The irrigated isotonic saline with higher osmolality (308 mOsm/kgH₂O) than plasma osmolality may partly contributed to the increased ADH. (Korean J Anesthesiol 2006; 50: 296~301)

Key Words: antidiuretic hormone, drilling, mastoidectomy, urine output.

서 론

전신 마취하의 수술 중에는 수술로 인한 반응으로 스트레스 호르몬의 증가가 동반될 수 있다. 마취 자체만으로는 부신 피질 자극 호르몬, 코티솔 및 항 이뇨 호르몬 등의 증가가 일어나지 않으나 수술이 시작되면 이러한 스트레스 호르몬의 급격한 증가로 인하여 신 혈관 수축에 의한 신혈류량의 감소 및 항 이뇨 호르몬의 증가에 의해 소변량이

감소할 수 있다.¹⁾ 수술적 스트레스로 인한 반응을 최소화하기 위해 마취를 더욱 깊게 하여 이러한 호르몬들의 증가를 완화시킬 수 있다고 하지만,^{2,3)} 이를 예방할 수 없다는 주장도 있다.⁴⁾ Enflurane을 사용한 마취중 소변량에 관한 연구에서 수술중 소변량이 기본치의 약 25%정도 감소했다가 수술종료 후 정상범위로 혈중 항 이뇨 호르몬은 수술시작 후 급격히 증가되었다가 술 후 회복 시까지 점차적으로 감소하여 술 후 1일째에 수술 전 정상치로 회복되며 이러한 호르몬의 변화가 소변량 감소 및 회복에 관련이 있는 것으로 보고되고 있다.¹⁾ Halothane 마취에서는 halothane 투여 30분 및 1시간에서 약 2 내지 3배의 항 이뇨 호르몬이 증가되며 수술 시작 10분에는 술 전 치에 비해 약 7배 정도로 급격히 증가하며 이에 동반하여 소변 삼투질 농도의 증가 및 소변량의 감소를 관찰할 수 있다고 한다.⁵⁾ 저 농도의 halothane 및 morphine (1 mg/kg)은 혈중 항 이뇨 호르몬치의 변화를 일으키지 않으나 수술적 자극에 의한 항 이뇨

논문접수일 : 2005년 10월 14일
책임저자 : 길혜금, 서울시 서대문구 신촌동 134
연세대학교 의과대학 마취통증의학교실, 우편번호: 120-752
Tel: 02-2228-2420, Fax: 02-312-7185
E-mail: hkkil@yumc.yonsei.ac.kr
본 연구는 2002년도 연세대학교 의과대학 개인교수 연구비(2002-05) 지원에 의해 이루어졌음.
석사학위 논문임.

호르몬 치의 증가를 관찰할 수 있으며, morphine의 과량 투여 시에는(2 mg/kg) 항 이노 호르몬의 변화를 전혀 관찰할 수 없는 것으로 보고되었다.²⁾ 상기 보고들은 술 중 항 이노 호르몬의 증가가 마취약제에 의한 것이기보다는 수술적 자극에 의한 스트레스가 주된 원인을 시사해 주고 있다.

마취약제로 인해 저혈압이 발생하더라도 신혈류의 자동 조절능력(autoregulation)에는 큰 영향을 주지 않으므로 신혈류량은 문제가 되지 않는다.^{6,7)} 즉 마취약제에 의한 저혈압의 경우 동맥압 저하로 사구체 여과율이 감소하고 소변량이 줄 수 있으나 수술적 스트레스의 영향에 비하면 그 정도는 매우 미약하다. Halothane, enflurane, isoflurane은 신혈류량과 사구체 여과율을 경미하게 감소시키기는 하나 이는 마취약제에 의한 심근 수축력 저하 및 말초 혈관확장 등에 기인한 이차 효과 때문인 것으로 생각되며^{8,9)} 충분한 수액 투여로 이를 보상할 수 있다.¹⁰⁾

만성중이염의 수술적 치료법인 유양골삭개술에서는 피부 절개, 근막박리 후 유양골을 드릴로 갈아 제거하면서 중이 및 내이에 접근해 간다. 뼈를 가는 동안 드릴로 인해 발생하는 열을 식히고 뿔가루와 혈액을 제거하여 수술시야를 확보하기 위해 계속 관주를 하게 되는데 실온의 0.9% 생리 식염수(삼투질 농도: 308 mOsm/kgH₂O)나 Haartman용액을 관주액으로 사용하게 되며 드릴과 관주가 완료되는 데는 약 1시간 내지 1시간 30분이 소요된다. 대부분의 환자들은 미국 마취과학회 분류 I 혹은 II에 해당되며 수술 중 특별한 혈압변화가 없고 실혈도 되지 않아 수술전일 오후 9시부터 Ringer's lactate 용액을 투여하고 수술중에는 기본 유지량만을 주입하면서 수술을 진행하는 것이 보통이다. 본 연구자들은 이 수술동안 소변량이 매우 감소되면서 심하게 농축되는 것에 주목하였으며 다른 수술의 경우와 달리 현저한 핏뇨가 빈발되는 것이 뇌하수체가 근접해 있는 내이(inner ear)에 가까이 접근하면서 가해지는 드릴에 의한 진동 혹은 지속적 관주 등의 수술적 조작과 관련이 있을 것으로 추정하였다. 즉 관주액 흡수로 인한 뇌혈관내 혈청삼투압의 변화에 대한 삼투압수용체의 반응, 차가운 관주액으로 인한 뇌하수체 주변의 온도저하에 따른 뇌하수체에 연관된 혈관의 수축, 드릴로 인한 진동이 시상하부-뇌하수체 신경접속에 영향을 줄 가능성 등이다. 이러한 가능성을 검증해 보기 위해 뇌하수체 후엽에서 분비되며 소변량 조절에 직접적으로 관여하는 ADH와, 전엽에서 분비되는 호르몬 중 비교적 외부 스트레스에 영향을 덜 받는 난포자극 호르몬(follicular stimulating hormone, FSH)과 갑상선자극 호르몬(thyroid stimulating hormone, TSH)의 혈중 농도를 측정하고 동시에 소변량 및 혈청과 소변의 삼투질 농도의 변화를 관찰하여 술 중 소변량 감소 및 농축의 원인을 알아보고자 하였다.

대상 및 방법

만성 중이염으로 유양골 삭개술 및 고막 성형 수술이 계획된 20세 이상 60세 이하의 건강한 남성 9명과 여성 2명을 대상으로 하여 임상연구위원회의 연구 승인을 얻은 후 환자 동의를 얻어 연구를 진행하였다. 환자들은 술 전 각종 검사에서 이상이 없고, 당뇨, 신장질환, 폐질환, 또는 고혈압이나 약물복용의 기왕력이 없는 미국마취과학회 신체등급 I에 해당되었다.

모든 환자는 수술 전일 오후 9시경부터 항생제가 혼합되어 있는 Ringer's lactate 용액 700-1,000 ml를 수술 당일 아침까지 지속적으로 정맥 투여하여 수술 전 금식 시간 동안의 탈수 가능성을 예방하였으며 전일 자정부터 금식 시켰다. 수술 30분에서 1시간 전에 glycopyrrolate (0.004 mg/kg) 및 midazolam (0.07 mg/kg)을 근주하여 마취 전투약하였다.

수술실 도착 후 심전도, 비침습적 자동혈압계 및 맥박산소계측기를 거치한 후 thiopental sodium 5 mg/kg을 정주하고 100% 산소로 마스크 환기를 하면서 vecuronium 0.1 mg/kg을 정주하였으며 근 이완 후 기관내 삽관을 시행하였다. O₂ (1.5 L/min) - air (1.5 L/min) - enflurane으로 마취를 유지하였으며 vecuronium으로 근이완을 지속하면서 호기말 이산화탄소 분압이 30-35 mmHg 사이로 유지되도록 기계적 환기를 하였다.

마취 유도 후 오른쪽 내경정맥에 중심정맥압 측정과 혈액채취를 위한 중심정맥도관을 삽입 거치하였다. 도뇨관을 삽입하고 환자의 방광 부위를 눌러 방광내 소변을 전부 배출시킨 후 소변량을 지속적으로 측정 관찰하였다. 체온 측정용 소식자를 비강으로 삽입하고 소식자의 끝을 비인두(oropharynx)에 밀착 고정시켜 지속적으로 체온을 측정하였다. 술 중 투여 수액으로는 Ringer's lactate 용액을 시간당 4 ml/kg의 속도로 주입하였다.

피부절개 및 근막박리 후 유양골 부위를 전기드릴로 갈기 직전(Pre-D), 드릴한지 15분 후(D-15), 시술의가 내이에 가장 가까워 졌다고 통고한 시점(CHP-1) 및 이후 15분 간격으로 2회(CHP-2, CHP-3), 그리고 마취 종료 전(End)에 각각 내경정맥에 삽입한 도관을 통해 혈액을 채취하였으며, 각 시점에서 평균 동맥압, 심박수, 체온, 중심 정맥압 및 소변량을 측정하였다. 드릴시의 관주액으로는 실온 상태에 보관되어 있는 등장액 0.9% 생리 식염수를 사용하였다.

모든 대상들에서 ADH의 혈중 값 및 혈액과 소변의 삼투질 농도를 측정하였으며 대상 중 남성 6명에서는 뇌하수체 전엽에서 분비되는 호르몬인 TSH와 FSH의 혈중 농도를 함께 측정하였다. 채취한 혈액을 EDTA가 포함된 유리관에 넣고 3,000 rpm으로 원심 분리 후 -20°C의 냉동고에 보관하

였으며 ADH는 radioimmuno-assay (RIA), 삼투질 농도는 FISKE 2400 Osmometer를 이용하여 측정하였다. TSH, FSH 측정용 혈액과 삼투질 농도 측정용 소변은 일반 유리관에 넣어 원심분리 한 후 4°C 냉장고에 보관하였으며 TSH와 FSH는 chemiluminescent immunoassay (CLIA)를, 소변의 삼투질 농도는 FISKE 2400 Osmometer를 이용하여 측정하였다.

Repeated measure of ANOVA를 이용하여 각 시기별 측정값을 비교 분석하였으며 Student-Neuman-Keuls test를 이용하여 다중비교 하였다. 내이에 접근시(CHP-1, 2, 3)의 총 소변량과 접근 전의 총 소변량의 비교는 paired Student t-test를 적용하였으며 P 값 0.05 미만인 경우를 통계적으로 유의한 차이가 있는 것으로 간주하였다. 모든 측정치들은 평균 ±

표준 편차로 표시하였다.

결 과

대상 환자는 11명(남자 9명, 여자 2명)이었으며 평균 연령은 40 ± 13세, 몸무게 65 ± 10 kg, 신장 164 ± 7 cm이었다. 수술시간은 213.9 ± 44.5분이었고 총 마취 시간은 268.9 ± 41.1분이었다.

술 중 측정 각 시점에서 평균동맥압(대조치: 90 ± 12 mmHg), 심박수(대조치: 97 ± 14 bpm), 중심 정맥압(대조치: 11 ± 3 cmH₂O) 및 체온(대조치: 35.8 ± 0.8°C)은 유의한 변화가 없었다.

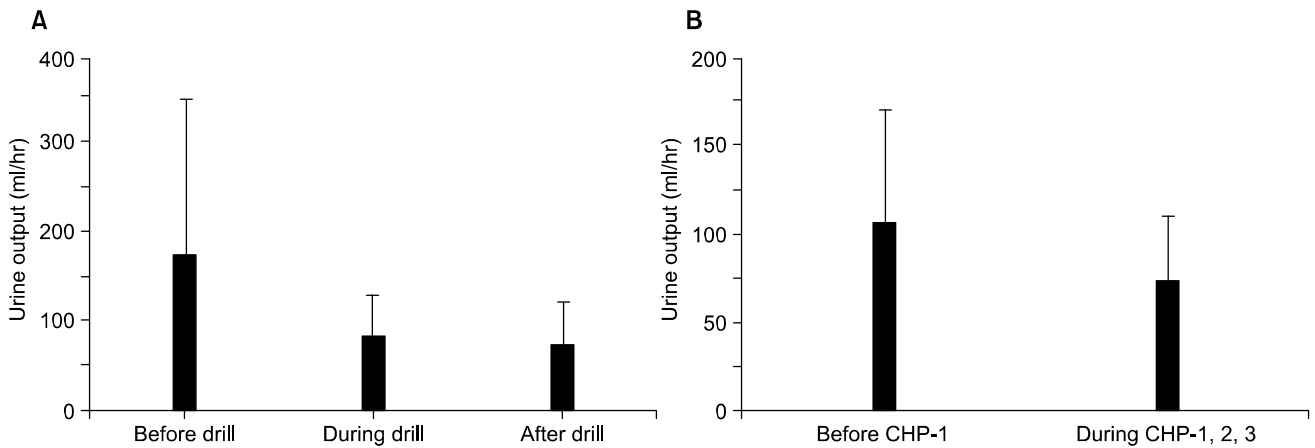


Fig. 1. (A) Changes in urine output before, during and after drilling. (B) Changes in urine output before and after approaching closest to the inner ear. Values are mean ± SD (n = 11). There were no statistical differences in urine output. CHP-1: closest to inner ear (hypophysis), CHP-2: 15 min after CHP-1, CHP-3: 15 min after CHP-2.

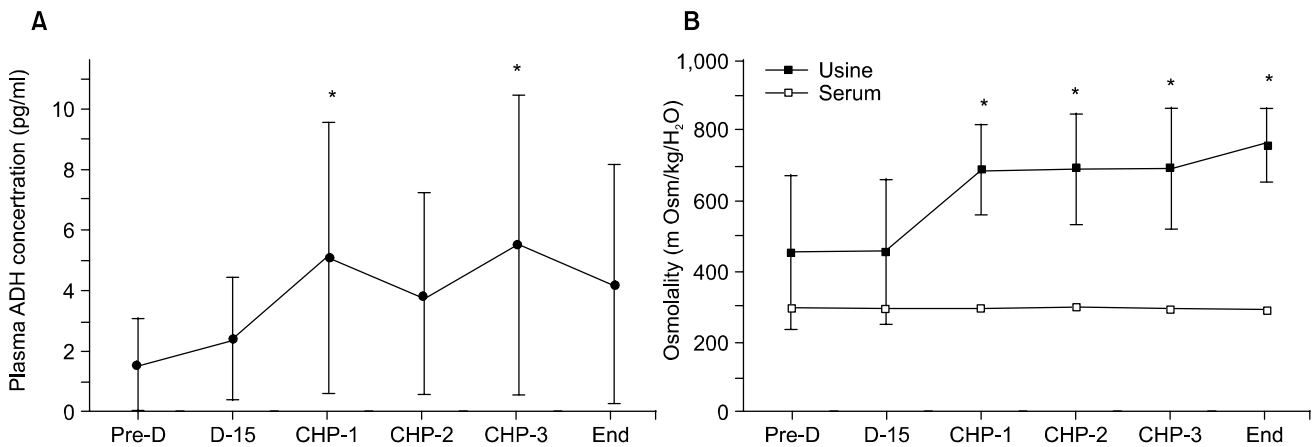


Fig. 2. (A) Changes in serum ADH level at each period. (B) Changes in serum osmolality (□) and urine osmolality level (■) at each period. Values are mean ± SD (n = 11). Pre-D: before drilling, D-15: 15 min after drilling, CHP-1: closest to inner ear (hypophysis), CHP-2: 15 min after CHP-1, CHP-3: 15 min after CHP-2, End: end of operation. *: P < 0.05 vs. Pre-D.

Table 1. Changes of FSH and TSH during Mastoidectomy and Tympanoplasty

	Pre-D	D-15	CHP-1	CHP-2	CHP-3	End
FSH	4.31 ± 1.69	4.43 ± 1.66	4.25 ± 1.63	4.23 ± 1.76	4.02 ± 1.48	3.79 ± 1.28
TSH	1.62 ± 0.85	1.32 ± 0.57	1.16 ± 0.46	1.15 ± 0.42	1.03 ± 0.41	0.91 ± 0.28

Results are means ± SD (n = 6). Pre-D: before drilling, D-15: 15 min after drilling, CHP-1: close to hypophysis, CHP-2: 15 min after CHP-1, CHP-3: 15 min after CHP-2, End: end of operation, FSH: follicular stimulating hormone (mIU/ml), TSH: thyroid stimulating hormone (μIU/ml). *: P < 0.05 vs. Pre-D.

술 중 유양골 드릴 동안과 드릴을 마친 이후의 소변량은 드릴 하기 이전에 비해 각각 약 50% 정도 감소하는 경향을 보였으나 통계적으로 유의한 차이는 없었다(n = 8, NS) (Fig. 1A).

드릴 및 수술 조작 기간 중 뇌하수체와 가까워진 시점 이전과 이후 (CHP-1, 2, 3)의 소변량은 이후의 소변량이 이전에 비해 약 30% 정도 감소되는 경향을 보였으나 이 역시 유의한 차이는 없었다(n = 11, NS)(Fig. 1B).

각 시점 별 혈청 ADH값에 있어 뇌하수체에 가까워진 시점 (CHP-1, 2, 3)의 혈중치가 드릴 시작 전과 드릴 시작 15분 후에 비해 약 2-3배 정도 증가하는 경향을 보였으며, 특히 내이에 가까워진 시점 중 CHP-1 (n = 11, P < 0.05) 및 CHP-3 (n = 11, P < 0.05)의 시점에서 드릴 전에 비해 유의한 증가를 보였다 (Fig. 2A).

혈청 삼투질 농도는 전 시점에서 별다른 변화를 보이지 않은 반면 소변 삼투질 농도는 드릴 하기 직전 및 드릴 15분 후에 비해 내이에 가까워진 시점(CHP-1, 2, 3) 및 수술 종료 시에 유의한 증가를 나타내었다(n = 11, P < 0.05) (Fig. 2B).

혈중 FSH는 모든 시점에서 변화를 보이지 않았으나, 혈중 TSH는 전 시점에서 드릴하기 전에 비해 약 30% 정도 감소되는 경향을 보였다(n = 11, P < 0.05)(Table 1).

고 찰

흡입 마취약제는 신사구체 여과율과 술 중 소변량을 감소시키는 작용이 있기는 하나 그 정도가 약하며^{8,9)} 전신 마취하의 수술시 스트레스 호르몬이 증가하지만 ADH 분비에 대한 마취약제의 영향 또한 경미한 것으로 알려져 있다.^{1,5)}

흡입 마취제의 중간 대사물이 직접적인 신독성을 나타내는 경우도 있으나 이는 대사산물로 유리 불화물(inorganic fluoride, F)을 생성하는 약제에 국한된다. 또한 불화물 혈중 최고치가 50μmole/L보다 낮은 경우는 신손상이 발생하지 않으며¹¹⁾, 유리 불화물을 생성시키는 enflurane 및 isoflurane은 임상 범위에서 최고 불화물치가 이 농도 이상으로는 생성되지 않으므로 신독성의 문제점이 없는 것으로 여겨진

다.¹²⁾ Sevoflurane의 경우는 상대적으로 유리 불화물의 생성 정도가 많고, 이산화탄소 흡착제와 반응하여 신기능을 저하시킬 수 있는 compound A를 생성하기는 하지만 임상적으로 유의한 문제가 되지는 않는다고 한다.¹³⁾ 한편 halothane은 유리 불화물을 생성하지 않는 것으로 알려져 있다.¹²⁾

종류와 용량에 따라 정도는 다르지만 마취제는 혈중 카테콜아민 분비를 억제한다. 특히 fentanyl, sufentanil 등의 아편유사제는 흡입마취제 보다 카테콜아민, 엔지오텐신 II, 알도스테론, 및 ADH의 분비를 더 억제시키는 것으로 보고되었다.^{14,15)} 이러한 약제나 마취방법보다는 환자의 불안감, 수술적 조작이 신체에 주는 자극이나 조직 허혈 등의 스트레스가 카테콜아민 분비를 더 자극하며¹⁴⁾ 신성 교감신경의 활동성이 증가되면 신혈관이 수축되고 이에 의해 신혈류와 사구체여과율이 감소되고 레닌 분비가 촉진되게 된다.

수술 중 마취에서 적용되는 양압 환기는 신혈류, 사구체 여과율, 소듐의 배설 및 요 유량을 감소시킨다.¹⁶⁾ 이러한 변화는 양압 환기에 의한 기도와 흉곽강내 압력이 혈관내로 전달되어 정맥환류와 심장충만압(cardiac filling pressure) 및 심박출량을 감소시켜서 일어나게 된다. 즉 기계적 양압 환기는 ADH의 분비를 자극하며 심방이뇨호르몬(ANP)의 분비를 억제하지만 이러한 억제가 체내 수분과 나트륨의 축적에 관여하는지는 현재 명확히 밝혀져 있지 않다.¹⁷⁾

술 전 금식도 스트레스에 대한 신경 내분비 반응을 증가시킬 수 있으나¹⁸⁾ 음식섭취가 없게 되면 흰 지방세포에서 분비되는 leptin의 혈장내 농도가 감소된다고 한다. 쥐를 이용한 실험에서 leptin이 나트륨 노배설 항진(natriuresis)을 유발하며 이는 신수질의 Na⁺, K⁺-ATPase의 활동성 저하에 일부 관련되는 것으로 보고 되어있다.^{19,20)} 그러나 사람에서 신기능에 대한 영향은 아직 규명되지 않았으며 짧은 시간동안의 금식에서도 leptin 분비가 저하되는지는 확실하지 않다.

ADH는 전신 순환의 심혈관계 항상성에 중심적 역할을 하며 신장에서 수분과 나트륨의 축적에 관여하는 것뿐만 아니라 동맥을 수축시켜 혈압을 올리는 등 생리적으로 매우 중요한 역할을 한다. 혈청 참고 값은 6.7 pg/ml이하로 그 범위가 넓어 매우 신중하게 측정해야 하며 혈액채취부위에 따라 정확한 농도를 반영하지 못할 수도 있다. Doppman 등

은²¹⁾ 내경정맥에서 채취한 혈액의 호르몬 값이 추체정맥동 (petrosal sinus) 혈액의 호르몬 값을 반영할 수 있다고 하였으며 본 연구에서도 내경정맥에서 혈액을 채취하였다.

ADH의 분비에 주된 역할을 하는 기전은 혈청 삼투질 농도 (삼투압성 조절)와 효율적 순환 용량의 감소(용량 조절)로 인한 반응이다. 시상하부에는 혈청 삼투질 농도 변화에 반응하는 삼투압 수용체가 두 곳 있는데 한곳은 시상핵 (supraoptic nucleus)과 실방핵이며, 다른 한 곳은 제3뇌실의 후복측(dorsoventral) 경계를 따라 존재하는 AV3V region이라 불리는 넓은 부위이다²²⁾. AV3V의 상부에는 subfornical organ이라는 특이한 구조가 있고, 하부에는 종판(lamina terminalis)의 혈관기(organum vasculosum)가 있는데²³⁾ 이 두 기관과 시상핵, 또 뇌 연수의 혈압 중추 사이에는 다양한 신경의 연결이 있다. 삼투압 수용체는 극히 예민하여 사람의 경우 혈청 삼투질 농도가 275-285 mOsm/kg의 범위를 넘어가게 되면 ADH 분비가 증가되는데 삼투질 농도가 증가 될수록 ADH도 점차적으로 증가하는 양상을 보인다.²⁴⁾ 또한 수액을 투여하여 혈청 삼투압을 증가 혹은 감소시키면 ADH의 농도도 증가되거나 감소되는 직선적 양상을 나타낸다고 한다.²⁴⁾ 본 대상 환자들의 경우 수술전날 밤부터 수액 투여를 충분히 하였음에도 불구하고 드릴 시작 전에 측정된 혈청 삼투질 농도가 295 ± 6 mOsm/kgH₂O로 약간 증가된 양상을 보였는데 Robertson 등의²⁵⁾ 연구를 참조하여 볼 때 이러한 양상이 혈 중 ADH 증가에 일부 영향을 주었을 것으로 생각된다.

Subfornical organ과 종판의 혈관기에는 혈뇌장벽이 없는 특수한 혈관이 분포되어 있어 대부분의 이온이나 용질이 쉽게 혈관 내로 확산될 수 있다.²³⁾ 실제로 관주액이 유양골을 지나 뇌를 싸고 있는 경막을 뚫고 확산 흡수되었다기보다는 오히려 드릴시 지속적으로 뿌려주는 관주액이 뺏속의 정맥로를 통해 판사이 정맥(diploic vein)으로 유입되고 이 후 하추정맥동(subpetrosal sinus)으로 유입되어 뇌하수체-시상하부를 둘러싸고 있는 기저총(basal plexus), 전후 해면사이정맥동(anterior and posterior intercavernous sinus)을 지나면서 국소적인 용액의 이동이 일어날 가능성이 있다. 따라서 혈액과는 삼투질 농도가 다른 관주액을 사용함으로써 인해 이 용액이 흡수되어 뇌 내에서 국소적으로 삼투질 농도가 변화되어 ADH 분비에 영향을 줄 수 있을 것이다. Borque와 Oliet 등은²⁵⁾ 고장성 또는 저장성 용액에서는 삼투수용체의 세포 자체가 흥분 또는 억제되는데 이것이 전신적인 삼투질 농도의 상승이 중앙에서 감지되는 기전의 하나일 것으로 설명하고 있다. 일반적으로 드릴 및 관주는 1시간 이상 하게 되는데 드릴이 많이 진행되어 내이에 점차 근접해 가는 동안에 뇌하수체 주위로 관주액이 흡수될 가능성이 있다. 따라서 국소적으로 혈액내 삼투질 농도가 증가된다면 ADH의

분비가 증가될 수 있을 것이다. 본 수술에서 사용한 관주액은 실온의 0.9% 생리식염수로 삼투질 농도가 308 mOsm/kgH₂O로써 드릴 직전에 측정된 혈청 삼투질 농도 (295 ± 6 mOsm/kgH₂O)보다 약간 높으며 따라서 이러한 삼투질 농도 증가가 혈중 ADH 증가의 일부 요인으로 작용하였을 가능성을 고려 할 수 있다.

한편, 상온의 찬 관주액을 계속 사용함으로써 국소적으로 뇌 내의 온도가 저하되는 경우 뇌하수체로 연결되는 혈관의 수축으로 인해 전, 후엽에서의 호르몬 분비가 저하될 가능성도 고려되었다. 그러나 본 연구에서 측정된 호르몬 값들이 감소되지 않은 점으로 보아 국소적 온도 저하로 인한 혈관 수축이 그 원인이라고는 생각하기 힘들다. 이에 대한 좀 더 확실한 검증을 위해서는 추후 냉각수를 관주액으로 하는 비교 연구가 필요할 것으로 생각된다.

또 다른 기전으로는, 드릴로 인한 진동이 시상하부-뇌하수체 신경접속에 영향을 줄 가능성이 있다. 시상하부-뇌하수체 간의 신경성 접촉에 지장이 있는 경우나 표적기관에 문제가 있는 경우엔 프로락틴을 제외한 모든 뇌하수체 호르몬들의 분비가 감소된다고 한다.²⁶⁾ 전기적 자극과 같은 유해 자극은 ADH 분비세포의 흥분성 시냅스입력을 증가시켜 ADH 분비를 증가시킨다고 하는데 Onaka 등은^{27,28)} 쥐의 발바닥에 저빈도 자극을 가하면 분비가 감소되고 고빈도 자극시엔 증가되었으나 전신마취를 하면 저빈도 자극에 의한 신경기전 활성화로 ADH 분비 억제가 상쇄된다고 하였다. 또한 뇌하수체 줄기(pituitary stalk)에 직접 전기자극을 가했을 때는 ADH 분비가 증가된다고 한다.²⁹⁾ 전기자극과는 다르지만 유양골에 가해지는 드릴의 진동도 시상하부-후 뇌하수체 접촉에 자극을 줄 것으로 여겨진다. 또 이와 함께 지혈을 위해 사용하는 전기소작의 전기적 자극도 한 요인으로 작용할 가능성도 있을 것이다. 본 연구에서 내이로의 근접 시기에 ADH의 분비가 증가한 것은 아마도 이러한 진동이 한 원인일 것으로 생각된다. 본 실험에서 드릴 하는 기간동안의 소변량이 드릴 하기전의 소변량에 비해 감소하는 경향을 보였음에도 불구하고 통계적인 차이를 보이지 않은 것은 드릴 하기 전 소변량이 21.6 ml/hr에서 400 ml/hr까지 큰 차이를 보였기 때문인 것으로 생각된다. 내이에 근접한 시점들(CHP-1, 2, 3)(시간당 106 ± 63 ml)과 드릴 이후부터 CHP-1 전까지의 소변량(시간당 74 ± 36 ml) 큰 차이를 나타내지 않은 것은 (NS) 다른 요인들보다 드릴에 의한 진동 및 전기소작 등이 주된 영향을 주었기 때문일 것으로 여겨진다.

요약하면, 전신 마취로 수술을 받는 유양골 삭개술 환자에서는 수술적 조작인 드릴의 진동 자체의 영향과 관주액에 의한 국소적 삼투질 농도의 변화가 후뇌하수체로부터의 ADH 분비증가에 영향을 줌으로써 소변량이 더욱 저하될

가능성이 있는 것으로 여겨진다. 그러므로 유양골 삭개술의 마취동안 적절한 약제 선택과 적정마취깊이, 충분한 수액 투여를 유지함으로써 체내 신경 내분비계 호르몬의 급격한 변화를 예방해야 하며 이에 대한 추 후 연구가 필요한 것으로 생각된다.

참 고 문 헌

- Oyama T, Tanuguchi K, Ishihara H, Matsuki A, Maeda A, Murakawa T, et al: Effects of enflurane anesthesia and surgery on endocrine function in man. *Br J Anaesth* 1979; 51: 141-148.
- Philbin DM, Coggins CH: Plasma antidiuretic hormone levels in cardiac surgical patients during morphine and halothane anesthesia. *Anesthesiology* 1978; 49: 95-98.
- Roizen MF, Horrigan RW, Frazer BM: Anesthetic doses blocking adrenergic (stress) and cardiovascular responses to incision-MAC BAR. *Anesthesiology* 1981; 54: 390-398.
- Lacoumenta S, Paterson JL, Burrin J, Causon RC, Brown MJ, Hall GM: Effects of two differing halothane concentrations on the metabolic and endocrine responses to surgery. *Br J Anaesth* 1986; 58: 844-850.
- Oyama T, Sato K, Kimura K: Plasma levels of antidiuretic hormone in man during halothane anesthesia and surgery. *Can Anaesth Soc J* 1971; 18: 614-620.
- Leighton KM, Macleod BA, Bruce C: Renal blood flow: differences in autoregulation during anesthesia with halothane, methoxyflurane, or alphaprodine in the dog. *Anesth Analg* 1978; 57: 389-394.
- Priano LL: Effect of halothane on renal hemodynamics during normovolemia and acute hemorrhagic hypovolemia. *Anesthesiology* 1985; 63: 357-363.
- Gelman S, Fowler KC, Smith LR: Regional blood flow during isoflurane and halothane anesthesia. *Anesth Analg* 1984; 63: 557-565.
- Tranquilli WJ, Manohar M, Parks CM, Thurmon JC, Theodorakis MC, Benson GJ: Systemic and regional blood flow distribution in the unanesthetized swine and swine anesthetized with halothane and nitrous oxide, halothane or enflurane. *Anesthesiology* 1982; 56: 369-379.
- Barry KG, Mazze RI, Schwartz FD: Prevention of surgical oliguria and renal hemodynamic suppression by sustained hydration. *N Eng J Med* 1964; 270: 1371-1377.
- Cousins MJ, Mazze RI: Methoxyflurane nephrotoxicity. A study of dose response in man. *JAMA* 1973; 225: 1611-1616.
- Mazze RI, Cousins MJ, Barr GA: Renal effects and metabolism of isoflurane in man. *Anesthesiology* 1974; 40: 536-542.
- Kharasch ED, Frink EJ Jr, Zager R, Bowdle TA, Artru A, Nogami WM: Assessment of low-flow sevoflurane and isoflurane effects on renal function using sensitive markers of tubular toxicity. *Anesthesiology* 1997; 86: 1238-1253.
- Stokke DB, Christensen NJ, Hole P, Andersen PK, Juhl B: Plasma catecholamines during equipotent anaesthesia with cyclopropane and halothane-N₂O in man. *Anaesthetist* 1978; 27: 469-474.
- Liu WS, Bidwal AV, Lunn JK, Stanley TH: Urine catecholamine excretion after large doses of fentanyl, fentanyl and diazepam, and fentanyl, diazepam and pancuronium. *Can Anaesth Soc J* 1977; 24: 371-379.
- Jarnberg PO, de Villota ED, Eklund J, Granberg PO: Effects of positive end-expiratory pressure on renal function. *Acta Anaesthesiol Scand* 1978; 22: 508-514.
- Frass M, Popovic R, Hartter E, Auinger C, Woloszczuk W, Leithner C: Atrial natriuretic peptide decrease during spontaneous breathing with continuous positive airway pressure in volume-expanded healthy volunteers. *Crit Care Med* 1988; 16: 831-835.
- Ahima RS, Prabakaran D, Mantzoros C, Qu D, Lowell B, Maratos-Flier E, et al: Role of leptin in the neuroendocrine response to fasting. *Nature* 1996; 382: 250-252.
- Serradeil-Le Gal C, Raufaste D, Brossard G, Pouzet B, Marty E, Maffraud JP, et al: Characterization and localization of leptin receptors in the rat kidney. *FEBS letter* 1997; 404: 185-191.
- Beltowski J, Marciniak A, Wojcicka G: Leptin decreases renal medullary Na⁺, K⁺-ATPase activity through phosphatidylinositol 3-kinase dependent mechanism. *J Physiol Pharmacol* 2004; 55: 392-407.
- Doppman JL, Oldfield EH, Nieman LK: Bilateral sampling of the internal jugular vein to distinguish between mechanisms of adrenocorticotrophic hormone-dependent Cushing Syndrome. *Ann Intern Med* 1998; 128: 33-36.
- Bourque CW, Oliet SH: Osmoreceptors in the central nervous system. *Ann Rev Physiol* 1997; 59: 601-619.
- Guyton AC: Textbook of medical physiology. 9th ed. Philadelphia, WA Saunders. 1996, pp 359-361.
- Robertson GL, Aycinena P, Zerbe RL: Neurogenic disorders of osmoregulation. *Am J Med* 1982; 72: 339-353.
- Bourque CW, Oliet SH, Richard D: Osmoreceptors, osmoreception, and osmoregulation. *Front Neuroendocrinol* 1994; 15: 231-274.
- Westmoreland BF, Benarroch EE, Daube JR, Reagan TJ, Sandok BA: Medical Neuroscience: An approach to anatomy, pathology, and physiology by systems and levels. 3rd ed. Boston, Little, Brown and Company. 1994, pp 467-473.
- Onaka T, Hamamura M, Yagi K: Potentiation of vasopressin secretion by footshocks in rats. *Jpn J Physiol* 1986; 36: 1253-1260.
- Onaka T, Yagi K: Bimodal effects of noxious stimuli on vasopressin secretion in rats. *Neurosci Res* 1988; 6: 143-148.
- Demotes-Mainard J, Chauveau J, Rodriguez F, Vincent JD, Poulain DA: Septal release of vasopressin in response to osmotic, hypovolemic and electrical stimulation in rats. *Brain Res* 1986; 381: 314-321.