의학 석사학위 논문

뇌수술시 과호흡과 만니톨의 투여가 뇌혈류와 뇌산소대사에 미치는 영향

아 주 대 학 교 대 학 원

의 학 과

김 경 식

뇌수술시 과호흡과 만니톨의 투여가 뇌혈류와 뇌산소대사에 미치는 영향

지도교수 문 봉 기

이 논문을 의학 석사학위 논문으로 제출함.

2002 년 8 월

아 주 대 학 교 대 학 원
의 학 과
김 경 식

김경식의 의학 석사학위 논문을 인준함.

심사위원장 문 봉 기 인

심 사 위 원 이 영 주 인

심 사 위 원 김 진 수 인

아 주 대 학 교 대 학 원

2002년 6월 21일

- 국문요약 -

뇌수술시 과호흡과 만니톨의 투여가 뇌혈류와 뇌산소대사에 미치는 영향

목적 : 뇌질환 환자의 수술과 마취 시에 뇌압이 증가 되어있는 경우는 뇌압을 감소시키기 위해 두부 거상법, 과호흡법, 이뇨제, 만니톨, 저체온법, 뇌척수액 배출, 뇌절재술등의 방법을 사용하고 있다. 그러나 최근의 보고에 의하면 정상적으로 시행되는 과호흡법 하에서 뇌압감소를 위한 만니톨의 투여는 오히려 뇌허혈을 초래 할 수 있다는 보고가 있다. 따라서 저자는 뇌수술시 환자의 $PaC0_2$를 25-30 mmHg 와 35-40 mmHg 하에서 0.5-1.0 g/kg 의 mannitol 을 사용을 했을 경우 $AVDO_2$ 와 $SjVO_2$를 측정하여 뇌혈류와 뇌산소대사의 균형관계를 관찰하여 과호흡 하에서의 만니톨 투여의 안정성을 관찰하고자 본 연구를 계획하였다.

대상 및 방법 : 대상은 본원에서 개두술을 시행한 환자를 17명을 대상으로 하였다. 마취 유도는 fentanyl, midazolam, thiopental, vecuronium으로 하였으며, 유지는 O_2-Air-Isoflurane과 fentanyl 투여로 하였고 근이완제는 vecuronium을 사용하였다. 1군(n=10)은 $PaCO_2$가 25-30 mmHg 로 2(n=7) 군은 $PaCO_2$ 35-40 mmHg로 호흡기를 조절하였다. 만니톨 투여는 경막을 열기전 0.5-1.0 g/kg 를 20분간 투여하였다. 혈역학적 변화와 뇌동정맥산소함량차 및 뇌경정맥산소포화도를 3 단계로 나눈 후 측정하였다. 1 단계는 각 군에서 만니톨 투여 전 2 단계는 각 군에서 만니톨 투여 20 분 후 3 단계는 만니톨 투여 40분 후에 측정하였다.

결과 : 두 군에서 혈역학적 변화나 혈액학적 변화는 차이가 없었다. 두 군의 각 단계별 $SjV0_2$는1군에서 I 단계 70.3 $\pm$ 8.1%, II 단계 66.3 $\pm$ 6.9%, III 단계 69.1 $\pm$ 7.9%로 2 군의 I 단계 78.6 $\pm$ 7.4%, II 단계 75.1 $\pm$ 8.1%, III단계 76.0 $\pm$ 11.2%로 두 군 모두에서 만니톨 투여의 영향을 판단 할 수 있는 각 단계별 차이점은 없었다. 그러나 두 군간의 같은 단계별 $SjVO_2$ 비교에서는 1 군이 의의 있게

낮았다. $AVDO_2$각 단계별 차이가 없었으며 두 군간에도 차이가 없었다.

결론 : 과호흡시 만니톨 투여는 $SjVO_2$와 $AVDO_2$ 에 영향을 미치지는 않았다. 그리고 만니톨 투여는 과호흡 상태에서도 뇌산소대사와 공급의 균형을 유지한다고 할 수 있겠다. 그러나 환자의 상태에 따라 과호흡시 만니톨 투여는 뇌허혈의 가능성이 있을 수 있으므로 $SjVO_2$ 와 $AVDO_2$ 의 측정이 필요하다.

핵심되는 말 : 뇌수술, 과호흡, 만니톨, 뇌혈류, 뇌산소대사.

차 례

표 차례

사진 차례

I. 서 론

뇌질환 환자의 수술과 마취 시에 뇌압이 증가 되어있는 경우는 뇌압을 감소시키기 위해 두부 거상법, 과호흡법, 이뇨제, 만니톨, 저체온법, 뇌척수액 배출, 뇌절재술등의 방법을 사용하고 있다.[1-4] 그러나 최근의 보고에 의하면 정상적으로 시행되는 과호흡법 하에서 뇌압감소를 위한 만니톨의 투여는 오히려 뇌허혈을 초래 할 수 있다는 보고가 있다.[5,6] 이러한 보고는 뇌수술시 뇌압감소를 위해서 $PaCO_2$를 25-30 mmHg 정도로 유지하고 부가적으로 0.5 - 1.0 g/kg 의 mannitol 을 사용하는 기존의 방법에 대한 재고찰을 고려하게 한다.

수술과 마취 중 뇌허혈의 가능성은 뇌 산소 대사와 공급의 불균형에서 야기되고 뇌의 산소 대사는 뇌신경 상태에 따라서 다양하게 변하며, 이러한 산소 공급과 뇌 산소대사 사이의 균형을 진단하는 것은 뇌 산소대사와 뇌혈류 사이의 관계를 파악하는 것이라 할 수 있다. 뇌산소 대사와 뇌혈류의 관계를 알기 위하여 임상적으로 뇌경정맥구의 산소포화도(jugular venous oxygen saturation, SjV02)와 뇌동정맥혈 산소함량차 (cerebral arterial jugular venous oxygen content difference, $AVDO_2$)를 측정하면, 뇌혈류와 뇌산소대사의 균형관계를 알 수 있다.[7]

뇌질환 환자에 있어서 뇌산소 대사와 뇌혈류와의 불균형은 환자에게 치명적인 뇌허혈 등을 유발 할 수가 있으며 이를 예방하고 치료하는데 $AVDO_2$ 와 $SjVO_2$ 측정은 매우 중요하며 뇌동정맥혈 산소 함량차가 증가하고 뇌경정맥구의 산소포화도가 50% 이하이면 뇌허혈이 생길 가능성이 높아진다고 할 수 있다.[8]

이러한 이유로 저자는 뇌수술시 환자의 $PaCO_2$를 25-30 mmHg 와 35-40 mmHg 하에서 0.5 - 1.0 g/kg의 mannitol 을 사용을 했을 경우 $AVDO_2$ 와 $SjVO_2$를 측정하여 뇌혈류와 뇌산소대사의 균형관계를 관찰하여 과호흡 하에서의 만니톨 투여의 안정성을 관찰하고자 본 연구를 계획하였다.

II. 연구대상 및 방법

본원에서 개두술을 시행한 환자를 17명을 대상으로 하였다. 마취 유도전에 국소 마취 하에 요골동맥도관을 시행한 후 혈압 변화를 관찰하면서 midazolam 0.05 - 0.1 mg/kg, fentanyl 3 μg/kg, thiopental 3-4 mg/kg, 0.5-1% isoflurane 으로 마취를 유도하고, 근육이완제로 vecuronium 0.1-0.15 mg/kg을 투여 한 후 기관삽관전 1% lidocaine 1-1.5 mg/kg을 투여한 후, 필요한 경우 esmolol (브레비브록, 제일약품,한국) 0.25-0.5 mg/kg를 정주 한 후 기관삽관을 시행하였다.

마취는 O2-Air-Isoflurane과 fentanyl 투여로 유지하였고 근이완제로 vecuronium을 사용하여 1군(n=10)은 $PaCO_2$가 25-30 mmHg 로 2(n=7) 군은 PaC02 35-40 mmHg로 호흡기를 조절하였다. 뇌동정맥산소교차 및 뇌경정맥산소포화도를 측정하기 위하여 좌측 내경정맥에 역내경정맥술(retrograde cannulation of jugular vein)로 에로사의 20 cm 18 G 중심카테터를 내경정맥구 (jugular bulb)에 거치 하였다(Fig. 1). 환자의 혈압은 수축기압 90 mmHg 이상으로 유지하였고 혈압저하 시 phenylephrine을 투여하였다. 만니톨 투여는 경막을 열기 전 0.5-1.0 g /kg 를 20분간 투여하였다.

혈역학적 변화와 뇌동정맥산소교차 및 뇌경정맥산소포화도를 3 단계로 나눈 후 측정하였다. 1 단계는 각 군에서 만니톨 투여 전 2 단계는 각 군에서 만니톨 투여 20 분 후 3 단계는 만니톨 투여 40분 후에 측정하였다.

혈역학적 변화는 각 단계 별로 혈압, 맥박, 중심정맥압의 변화로 측정하였으며 뇌경정맥산소포화도는 뇌경정맥구의 카테터를 통하여 혈액을 채취하여 혈액가스분석기(NOVA, Biomedical, USA)로 측정하였고 뇌동정맥산소함량차는 요골 동맥혈과 뇌경정맥혈의 산소 함유량를 계산한 뒤 그 차이로 측정하였다.

각 군에 있어 단계별 비교는 만니톨 투여가 일정한 $PaCO_2$ 하에서 혈역학적 변화와 뇌산소 공급과 대사의 균형에 미치는 영향을 알고자 하는 것이고, 두 군간의 비교는 $PaCO_2$의 차이에 따라 만니톨 투여가 혈역학적 변화와 뇌산소 공급과 대사의 균형에 영향을 미치는지를 알고자 하는 것이다.

수술 중 뇌파를 연속적으로 관찰하기 위하여 침전극(needle electrode) F3-C3, C3-P3, F4-C4, C4-P4 위치에 부착하고 뇌파측정기(Nicolet Viking VI, Biomedical, USA)를 사용하여 2초 기준으로 20초의 분석기간으로 5 mm로 기록하였다.

측정치는 mean ± SD 로 표시하고 통계는 repeated measure test를 시행하여 $P < 0.05$를 의의 있게 판정한다.

Fig. 1. Retrograde cannulation of jugular bulb (anterior-posterior view)

III. 결 과

혈역학적 변화는 두 군 모두에서 각 단계별로 맥박, 평균 동맥압, 중심정맥압의 차이가 없었으며, 뇌파 검사상 만니톨이 뇌파에 미치는 영향도 차이가 없었다.

두 군에서 혈액 검사 상 각 단계 별로 Hb, Hct, pH, SaO_2, PaO_2, CaO_2가 차이가 없었으며 두 군의 각 단계별 $SjVO_2$는1군에서 I 단계 70.3 ± 8.1%, II 단계 66.3 ± 6.9%, III 단계 69.1 ± 7.9% 로 2 군의 I 단계 78.6 ± 7.4%, II 단계 75.1 ± 8.1%, III단계 76.0 ± 11.2% 로 두 군 모두에서 만니톨 투여의 영향을 판단 할 수 있는 각 단계별 차이점은 없었다. 그러나 두 군간의 같은 단계별 $SjVO_2$ 비교에서는 1 군이 의의 있게 낮았다. $AVDO_2$ 는 1 군 I 단계 4.1 ± 0.4, II 단계 4.4 ± 0.7, III 단계 4.2 ± 0.6, 2 군 I 단계 4.0 ± 0.7 II 단계 3.9 ± 0.8, III 4.3 ± 0.8 로 각 단계별 차이가 없었으며 두 군간에도 차이가 없었다. 1군의 동맥혈 이산화탄소분압($PaCO_2$)과 호기말 이산화탄소분압($PetCO_2$)의 차이는 2군 보다 의의 있게 낮았다.

Table 1. Demographic Data

parameter	Group 1	Group 2
Sex (M/F)	(3/7)	(1/6)
Age (yr)	54.3 ± 13.4	61.2 ± 15.0
Height (cm)	162.9 ± 7.9	159.4 ± 5.8
Weight (Kg)	58.9 ± 10.6	58.0 ± 6.3
Name of operation (number)	Aneurysm (7) Tumor (2) AVM (1)	Aneurysm (7)

Values are mean ± SD. Group 1: $PaCO_2$ 25-30 mmHg, Group 2: $PaCO_2$ 35-40 mmHg.

Table 2. Hemodynamic Data

	I	II	III
Group 1			
HR	74.2 ± 8.1	71.4 ± 7.0	71.7 ± 7.5
MBP	79.2 ± 12.9	78.3 ± 11.9	80.6 ± 11.9
CVP	5.2 ± 2.5	5.1 ± 1.9	5.4 ± 2.1
Group 2			
HR	71.4 ± 18.6	70.3 ± 17.3	69.6 ± 19.2
MAP	82.3 ± 13.7	75.4 ± 8.7	77.3 ± 7.5
CVP	4.6 ± 2.1	5.3 ± 2.4	5.5 ± 2.0

Values are mean ± SD. I: before intravenous mannitol injection, II: 20 min after intravenous mannitol injection, III: 40 min after intravenous mannitol injection. HR: heart rate, MAP: mean arterial pressure, CVP: central venous pressure.

Table 3. Blood Gas Analysis

	I	II	III
Group 1 (n=10)			
Hb	11.3 ± 2.0	10.6 ± 1.9	10.7 ± 1.7
Hct	34.1 ± 6.3	31.7 ± 5.7	32.1 ± 4.9
PH	7.4 ± 0.1	7.39 ± 0.1	7.4 ± 0.1
FiO_2	53.0 ± 2.1	54.2 ± 3.2	53.2 ± 2.7
SaO_2	99.8 ± 0.2	99.7 ± 0.3	99.7 ± 0.2
PaO_2	254.3 ± 50.0	236.4 ± 52.4	233.5 ± 45.9
CaO_2	15.7 ± 2.8	14.9 ± 2.4	14.7 ± 2.3
Group 2 (n=7)			
Hb	11.1 ± 1.3	10.7 ± 1.5	10.8 ± 1.4
Hct	33.4 ± 4.0	32.3 ± 4.5	32.3 ± 4.5
pH	7.4 ± 0.1	7.4 ± 0.1	7.4 ± 0.2
FiO_2	53.0 ± 5.2	53.0 ± 4.7	52.9 ± 4.9
SaO_2	99.7 ± 0.3	99.7 ± 0.2	99.7 ± 0.2
PaO_2	218.9 ± 47.9	220.3 ± 41.1	224.4 ± 30.2
CaO_2	15.4 ± 1.8	13.5 ± 2.1	13.6 ± 2.0

Values are mean ± SD. I: before intravenous mannitol injection, II: 20 min after intravenous mannitol injection, III: 40 min after intravenous mannitol injection. HR: heart rate, Group 1: $PaCO_2$ 25-30 mmHg, Group 2: $PaCO_2$ 35-40 mmHg.

Table 4. Change in $SjVO_2$ and $AVDO_2$ with different $PaCO_2$ after Intravenous Mannitol

	Ⅰ	Ⅱ	Ⅲ
Group 1			
$PaCO_2$	29.6 ± 0.9	30.0 ± 2.8	29.0 ± 1.9
$P_{(et-a)}CO_2$	0.7 ± 1.0*	1.9 ± 2.0#	0.9 ± 1.6$
$SjVO_2$	70.3 ± 8.1*	66.3 ± 6.9#	69.1 ± 7.9$
$AVDO_2$	4.1 ± 0.4	4.4 ± 0.7	4.2 ± 0.6
Group 2			
$PaCO_2$	34.4 ± 2.9	33.4 ± 2.9	35.3 ± 2.8
$P_{(et-a)}CO_2$	3.8 ± 2.9	3.6 ± 2.6	4.0 ± 2.2
$SjVO_2$	78.6 ± 7.4	75.1 ± 8.1	76.0 ± 11.2
$AVDO_2$	4.0 ± 0.7	3.9 ± 0.8	4.3 ± 0.8

Values are mean SD. I: before intravenous mannitol injection, II: 20 min after intravenous mannitol injection, III: 40 min after intravenous mannitol injection. Group 1: $PaCO_2$ 25-30 mmHg, Group 2: $PaCO_2$ 35-40 mmHg. $P_{(et-a)}CO_2$: $PetCO_2$-$PaCO_2$, $PetCO_2$: end tidal CO_2, $SjVO_2$; jugular venous Oxygen saturation, $AVDO_2$: cerebral arterial jugular venous oxygen content difference. * : $P<0.05$ vs Ⅰ of G2, # : $P<0.05$ vs Ⅱ of G2, $: $P<0.05$ vs Ⅲ of G2.

IV. 고 찰

뇌질환 환자의 수술과 마취시 일반적으로 뇌압 감소를 위해 가장 쉬운 방법으로 과호흡을 이용하고 있다. 그러나 심한 과호흡의 경우 오히려 뇌혈관 수축으로 인한 뇌허혈을 만들 위험이 있어 뇌 관류압이 낮은 경우에 과호흡의 사용은 특히 많은 주의를 요한다.[9-10]

본 실험에서 두 군 모두 통계적으론 의의가 없었지만 만니톨을 투여한 후 20분 때 $SjVO_2$가 소량 감소하였으나 40분 경에는 만니톨 투여 전으로 회복하였다. 그리고 $PaCO_2$ 가 25-30 mm 인 1군이 $PaCO_2$ 가 33-37 mmHg 인 2 군 보다 각 단계별 $SjVO_2$가 의의 있게 낮았다. 이러한 결과에서 보면 과호흡으로 인한 혈관수축은 뇌압을 감소하지만 뇌혈류 감소로 인한 경정맥 산소포화도도 감소시킨다는 것을 시사하고 또한 만니톨의 투여도 일시적으로 $SjVO_2$의 감소를 초래한다고 할 수 있다. 환자의 경정맥산소포화도의 감소는 정상 범위 내이고 $AVDO_2$ 증가도 정상 범위 내이면 임상적으로 문제가 없지만, 만약 $SjVO_2$ 가 50 mmHg 정도에서는 과호흡으로 인한 뇌혈류의 감소는 뇌허혈을 초래할 수 있으므로 $SjVO_2$의 수치가 매우 중요한 요소라고 할 수 있다.

본 실험에서도 1군의 2 명의 경우가 만니톨 투여 후 20분 때 20% 정도의 $SjVO_2$의 감소가 있었는데 환자의 $SjVO_2$ 가 70% 이상이어서 만니톨 투여 후 $SjVO_2$도 정상범위였다. 하지만 만니톨 투여 전 $SjVO_2$ 가 60% 정도였다면 이런 환자에게 $PaCO_2$ 25 - 30 mmHg 하에서 만니톨을 투여하면 $SjVO_2$의 감소가 10% 이상 되어서 뇌허혈이 생길 수 있는 위험성이 생길 수 있다.

정상적인 동맥혈이산화탄소 분압과 호기말 이산화탄소 분압의 차이는 5 mmHg 정도로 임상적으로 호기말 이산화탄소의 측정으로서 동맥혈 이산화탄소 분압을 예측 할 수 있다.[11-14] 그러나 $PaCO_2$ 가 25-30 mmHg 정도의 과호흡시는 동맥혈 이산화탄소 분압과 호기말 이산화탄소 분압의 차($PetCO_2$-$PaCO_2$)가 의의 있게 낮게 나왔다. 이러한 사실은 뇌질환 환자의 마취시 과호흡을 할 경우 호기말 이산화탄소 분압은 동맥 이산화탄소 분압을 반영하지 못한다고 할 수 있겠다.

지금까지의 보고에 의하면 개두술 환자에 있어서 호기말 탄소 분압과 동맥혈의 이산화 탄소 분압의 차가 일정치 않다는 보고가 있었고 그 이유는 개두술시 생기는 환기/혈류의 불균형 때문이라는 추정을 하지만 아직 그 이유에 대해서는 정확히 밝혀지지 않았다.[15,16] 본 실험에서 개두술 환자의 경우 $PaCO_2$가 낮은 1군에서 $PetCO_2$-$PaCO_2$가 2군 보다 의의 있게 낮았으므로 개두술 환자에서 $PaCO_2$가 낮을 수록 $PetC0_2$가 $PaCO_2$를 반영 할 수 없다고 하겠다.

만니톨의 사용은 뇌압 감소와 뇌를 부드럽게 만들어줌으로 수술을 원활하게 해주는 역할을 하고 뇌 허혈에 대한 뇌 보호의 역활도 한다고 한다.[17,18] 그래서 임상적으로 많이 사용되고 있지만 급속하게 주입 할 경우 저혈압 및 심부전 폐부종을 초래할 수 있다.[19,20] 그러나 본 실험에서 주입 속도를 20-30 분 정도로 유지할 경우 맥박, 혈압 등의 혈역학적 변화는 일어나지 않았다.

V. 결 론

결론적으로 $PaCO_2$ 25-30 mmHg 의 과호흡시 만니톨 투여는 통계적으론 $SjVO_2$와 $AVDO_2$ 에 영향을 미치지는 않았고 $PaCO_2$ 35-40 mmHg 인 군과 차이가 나지 않아 만니톨 투여는 과호흡 상태에서도 뇌산소 대사와 공급의 균형을 유지한다고 할 수 있겠다. 그러나 1군에서 2명의 경우 $SjVO_2$ 가 20% 이상의 감소하고 $AVDO_2$의 증가 소견이 보여 임상적으론 허혈의 위험성을 가지고 있어 통계적 의의로만 과호흡시 만니톨 투여가 안전하다고는 할 수가 없을 것이다. 환자의 상태가 좋지 않는 경우는 과도한 과호흡법 사용시 뇌압 감소를 위한 만니톨 투여는 조심스런 사용이 필요하며 $SjVO_2$, $AVDO_2$를 측정하여 안전 범위 내에서 만니톨 투여를 하는 것이 뇌허혈의 위험성을 줄일 수 있는 방법이라고 사료된다.

참고문헌

1. Durward QJ, Del Maestro RF, and Amacher AL. Cerebral and cardiovascular response to changes to head elevation in patients in intracranial hypertension. J Neurosurgery 59:938-44, 1983

2. Kantos HA, raper AJ, and Patterson JL: Analysis of vasoactivity of local PH, $PC0_2$, and bicarbonate on pial vessel. Stroke 8:358-60, 1977

3. Rea GL and Rockswold GL: Barbiturate therapy in uncontrolled intracranial hypertension. Neurosurgery 12:401-4, 1983

4. Pollay M, Fullenwider C, and Roberts A : Effect of mannitol and furosemide on blood-brain osmotic gradient and intracranial pressure. J Neurosurg 59:945-950, 1983

5. Liou JT, Lui PW, Shu CC, Lin SH, Shen CL, and Lee SR: Mannitol increase cerebral arteriovenous oxygen difference in patients undergoing craniotomy. Acta Anaesthesiology Sin 33(2):91-6, 1995

6. Matta BF, Lam AM, and Mayberg TS. The influence of arterial oxygenation on cerebral venous oxygen saturation during hyperventilation. Can Anaesth 41:1041-6, 1994

7. Sheinberg M, Kanter MJ, Robertson CS, Contants CF, Narayan RK, and Grossman RG. Continous monitoring of jugular venous oxygen saturation in head-injured patients. J Neurosurg 76:207-11, 1992

8. Matta BF, Lam AM, Mayberg Ts , Shapira Y, and Winn HR. A critique of the intraoperative use of jugular venous bulb catheters during neurosurgical procedures. Anaesth Analg 79:745-50, 1994

9. Harp JR and Wollman H: Cerebral metabolic effects of hyperventilation and deliberate hypotension. Br J anesth 45:256-62, 1973

10. Sullivan HG, Keenan RL, and Feria AW. The critical importance of $PaC0_2$ during intracranial aneurysm surgery. J Neurosurg 52:426-30, 1980

11. Miner JR, Heegaard W, and Plummer D. End-tidal carbon dioxide monitoring during procedural sedation. Acad Emerg Med 9(4):275-80, 2002

12. Cheng KI, Tang CS, Tsai EM, Wu CH, and Lee JN. Correlation of arterial and end-tidal carbon dioxide in spontaneously breathing patients during ambulatory gynecologic laparoscopy. J Formos Med Assoc 98(12):814-9, 1999

13. Weinger MB and Brimm JE. End-tidal carbon dioxide as a measure of arterial carbon dioxide during intermittent mandatory ventilation. J Clin Monit 3(2):73-9, 1987

14. Broka SM. About the origin of the $PaC0_2/ETC0_2$ ratio. Anesth Analg 93(6):1625-6, 2001

15. St John RE and Thomson PD. Noninvasive respiratory monitoring. Crit

Care Nurs Clin North Am 11(4):423-35, 1999

16. Engoren M. Evaluation of capnography to predict arterial $PC0_2$ in neurosurgical patients. J Neurosurg Anesthesiol 4(4):241-4, 1992

17. Thenuwara K, Todd MM, and Brian JE Jr. Effect of mannitol and furosemide on plasma osmolality and brain water. Anesthesiology 96(2): 416-21, 2002

18. Heifetz MD. ICP reduction with furosemide and mannitol. J Neurosurg 67(3):475, 1987

19. Cote CJ, Greenhow DE, and Marshall BE:. The hypotesive response to rapid administration of hypertonic solution in man and in the rabbit. Anesthesiology 50:30, 1979

20. Choudhary GN, Ahuja OP, and Misra MC. Mannitol osmotherapy in haemodynamically stable head injury patients-risk of sudden hypotension-a case report. J Pak Med Assoc 48(7):220-1, 1998

-영문요약-

Effect of combined hyperventilation and mannitol on cerebral blood flow and $CMRO_2$ during craniectomy

Kyong-Sik Kim

Department of Medical Sciences
Graduate School, Ajou University
(Supervised by Associate Professor Bong-Ki Moon)

Purpose : There are therapies to lower intracranial pressure (ICP) include head elevation, hyperventilation, diuretics injection, intravenous mannitol, hypothermia, cerebrospinal fluid drainage, cerebral resection in neurosurgery and anesthesia with elevated ICP patients. But in the recent reports hyperventilation followed by mannitol administration may lead to cerebral ischemia. therefore we investigated the effect of 0.5-1.0 g/kg mannitol administration on $SjVO_2$ and $AVDO_2$ at $PaCO_2$ 25-30 mmHg and 35-40 mmHg in patients undergoing craniectomy.

Methods : We studied 17 patients undergoing neurosurgery in the Ajou university hospital. anesthesia was induced with fentanyl, midazolam, thiopental, and vecuronium, and maintained with O_2-Air-Isoflorane, continuous infusion of fentanyl, and vecuronium. Patients divided two group. Group 1 (n=10) which is $PaCO_2$ 25-30 mmHg and Group 2 (n=7) which is $PaCO_2$ 35-40 mmHg by controlling ventilator. Each group were obtained for measurements of $SjVO_2$ and $AVDO_2$ in following time intervals: I =

preinjection of mannitol, II = postinjection 20 minutes of mannitol, III= postinjection 40 minutes of mannitol. mannitol 0.5-1.0 g/kg administered by intravenous just at duramater opening.

Results : Hemodynamics and hematologics were not significantly different among the two groups. $SjVO_2$ of each group are following; Group 1; I (70.3 ± 8.1%), II (66.3 ± 6.9%), III (69.1 ± 7.9%) and Group 2; I (78.6 ± 7.4%), II (75.1 ± 8.1%), III (76.0 ± 11.2%). $SjVO_2$ among each stage were not significantly different in groups by effect of mannitol administration. and $AVDO_2$ also not significantly different. but Among same stage in two group, $SjVO_2$ in Group 1 are lower than Group 2.

Conclusion : Mannitol was not produce change of $SjVO_2$ and $AVDO_2$ during hyperventilation. But to administer mannitol during hyperventilation should be given cautiously by patients status. Because it may cause cerebral ischemia in critical patients.

Key wards: Craniectomy, hyperventilation, mannitol, cerebral blood flow, $CMRO_2$.