경요도 전립선 절제술시 투여한 Furosemide가 수술중, 후 혈중 나트륨 및 삼투질농도에 미치는 영향

영남대학교 의과대학 마취과학교실

김세연 · 노운석 · 박대팔

서 론

경요도 전립선 절제술(Transurethral Resection of Prostate, 이하 TURP)은 시술이 간단하고 개복수술을 하지 않아도 된다는 장점으로 양성 전립선 비대증(Benign Prostatic hyperplasia, 이하 BPH)환자에게 흔히 시행되어지고 있는 시술중의 하나이다. 그러나 시술대상이 노인이고 이들 대다수가 만성질환을 동반한 경우가 많아 술중 사용한 관류액의 많은 양이 흡수되어 TURP증후군¹⁾이 생길 수 있기에 주의할 요하고 있다.

관류액의 개선, 관류액의 수압(hydrostatic pressure of irrigation solution)의 조절 및 수술 시간의 단축 등 관류액의 흡수를 억제하기 위한 많은 노력이 시도되고 있지만 어느정도의 회색적 저나트륨혈증은 불가피하게 발생되며 특히 저 삼투질농도가 동반될 시는 TURP증후군의 하나인 폐부종, 뇌부종등이 야기될 수 있기 때문에 mannitol 혹은 furosemide의 예방적 투여가 추천되고 있다²⁻⁴⁾. 술중 이뇨작용을 유도하여 흡수되는 관류액의 영향을 줄일 목적으로 수술 시작과 동시에 furosemide를 투여하여 수술중, 후 전해질 및 삼투질 농도에 미치는 영향을 비교관찰하였기에 문헌과 함께 보고하는 바이다.

대상 및 방법

1990년 9월부터 1991년 3월까지 대구 가톨릭 병원 비뇨기과에서 BPH로 진단받아 TURP를 시행한 환자 30명을 무작위로 선정하였다. 환자의 연령은 58세에서 82세로 평균 70세였고(표 1) 미국 마취과학회 분류상 Class II - III였으며(표 2 참조) furosemide 투여여부에 따라 다음과 같이 2군으로 나누었다.

Table 1. Distribution of age

	Group 1	Group 2
51-60	2	
61-70	6	7
71-80	6	6
81-90	1	2
Total	15	15

Table 2. Concurrent diseases

	Group 1	Group 2	Total
COPD & pul Tbc	2	1	3
CHF		3	3
Hypertension		2	2
ECG abnormality		2	2
CVA		1	1
DM	2		2
Total	4	9	13(40%)

Group 1: 대조군으로 furosemide를 투여하지 않은 군(15명)

Group 2: 실험군으로 furosemide를 투여한 군(15명)

모든 환자에게 전치치로 hydroxyzine 1mg/kg을 수술 30분전에 근주하였고 중앙수술실에서 환자의 몸무게를 잰 후 양군 모두 지속적 경막 외마취를 실시하였다. 시술시 환자체위를 측와 위로 취한후 16G Tuohy needle를 사용하여 요추간 천자를 하였으며 마취약제로 2% lidocaine을 사용하였다. 수액으로는 Hartman's solution을 사용하였고 경막외마취로 인한 저혈압 발생시에는 ephedrine을 근주 및 정주하여 교정하였다. 관류액은 5% sorbitol®(D-sorbitol)을 사용하였으며 관류액의 높이는 양군 모두 치골상연에서 60cm로 고정하였고 Group 2에서는 절제시작과 동시에 furosemide 20mg를 정주하였다. 채혈은 수술시작시, 수술시간후, 10분, 20분, 30분 및 수술직후에 시행하여 Na, K⁺, Glucose, BUN을 측정하였으며, Hemoglobin치와 Hematocrit치는 수술전과 수술직후에 측정하였다.

관류액의 흡수량과 혈장 삼투질농도(Serum osmolality), 유효 삼투질농도(Effective osmola-

lity), 실험량은 다음과 같이 계산하였다.

관류액의 흡수량 = {preoperative Na⁺ / postoperative Na⁺} × ECF - ECF

ECF = 0.2 × Body weight

ECF : Extracellular fluid

혈장 삼투질농도 = $2 \times \text{Na}^+ (\text{mEq/l}) + \frac{\text{BUN} (\text{mg/dl}) + \text{Glucose} (\text{mg/dl})}{2.8}$

유효 삼투질농도 = $2 \times \text{Na}^+ (\text{mEq/l}) + \frac{\text{Glucose} (\text{mg/dl})}{18}$

실험량⁴⁾ = $\frac{100[\text{Hb in Sol.} (\text{g/dl}) \times \text{Irrigation Vol.} (\text{dl})]}{\text{PreOP Hb} (\text{g/dl})}$

측정치는 t-test로 처리 하였고 p<0.05인 것을 유의한 것으로 하였다.

성 적

1. 각군에서 수술시간 및 절제된 조직의 무게, 실험량, 정맥으로 들어간 Hartman solution의 양, 사용한 관류액의 양은 표 3과 같았다.

Table 3. Results (Mean ± SD)

	Group 1	Group 2
Resection time(min)	63.67 ± 34.46	74.60 ± 32.53
Resected weight(gm)	11.60 ± 6.40	10.4 ± 6.7
Blood loss(ml)	140.00 ± 80.30	200.60 ± 281.00
Maintenance fluid(H/S, ml)	690.00 ± 411.04	678.33 ± 352.05
Vol. of irrigant(L)	18.40 ± 9.35	24.6 ± 11.51
Preop Hb(mg/dl)	13.45 ± 1.54	13.46 ± 1.32
Hct(%)	40.47 ± 4.86	40.77 ± 5.13
Postop Hb(mg/dl)	12.25 ± 1.54*	13.47 ± 1.52
Hct(%)	37.16 ± 4.93*	40.22 ± 4.90
Absorbed vol(ml)	314.33 ± 328.49	115.40 ± 303.82

* p<0.05, comparing with preoperative value

2. 흡수된 관류액의 양과 혈색소 및 Hematocrit치는 표 2, 3과 같았다.

3. 혈중 나트륨치과 칼륨치는 표 4(그림.1), 표 5와 같았다.

Table 4. Changes of Na^+ (mean $\pm$ SD), mEq/L

	initial	10 min	20 min	30 min	postop imm.
Group 1	144.66 $\pm$ 1.84	143.00 $\pm$ 2.73*	143.27 $\pm$ 2.46*	142.80 $\pm$ 2.76*	140.20 $\pm$ 4.99*
Group 2	143.80 $\pm$ 3.23	145.00 $\pm$ 2.39	144.67 $\pm$ 2.85*	145.60 $\pm$ 4.66	142.67 $\pm$ 3.29*

* : $p < 0.05$, comparing with initial value

Table 5. Changes of K^+ value (Mean $\pm$ SD), mEq/l

	initial	10 min	20 min	30 min	postop imm.
G1	4.34 $\pm$ 0.35	4.13 $\pm$ 0.35	4.17 $\pm$ 0.38	4.23 $\pm$ 0.46	4.00 $\pm$ 0.64*
G2	4.13 $\pm$ 0.52	4.21 $\pm$ 0.31	4.31 $\pm$ 0.36	4.17 $\pm$ 0.50	3.75 $\pm$ 0.49*

* : $p < 0.05$, comparing with initial value

Fig.1 Changes of Na^+ value.

4. 혈장 삼투질농도와 유효 삼투질농도, Glucose, BUN치는 표, 표 8, 표 9와 같았다(그림 2,

Table 6. Changes of Serum Osmolality(Mean± SD), mOsm/kg H₂O

	initial	10 min	20 min	30 min	postop imm.
Group 1	302.88± 3.76	301.27± 4.66	301.72± 4.43	298.79± 5.70*	295.96± 10.98*
Group 2	298.47± 6.73	299.26± 5.61	300.79± 4.91	300.82± 7.55	298.67± 7.72*

* : p<0.05, comparing with initial value

Table 7. Changes of Effective Osmolality(Mean± SD), mOsm/kg H₂O

	initial	10 min	20 min	30 min	postop imm.
Group 1	294.92± 4.65	293.14± 6.21	294.10± 6.13	290.92± 4.71*	287.15± 8.76*
Group 2	292.92± 6.18	295.06± 5.40	295.30± 5.74	295.27± 8.16	292.81± 6.28

* : p<0.05, comparing with initial value

Fig. 2 Changes of Serum Osmolality.

Table 8. Changes of glucose (Mean $\pm$ SD), mg/dl

	initial	10 min	20 min	30 min	postop imm.
Group 1	125.71 $\pm$ 42.67	116.12 $\pm$ 47.00	102.25 $\pm$ 56.04	110.15 $\pm$ 30.03	145.54 $\pm$ 53.64
Group 2	91.07 $\pm$ 13.11	88.17 $\pm$ 12.60	92.75 $\pm$ 12.99	97.36 $\pm$ 15.01	162.77 $\pm$ 85.49

Table 9. Changes of BUN(Mean $\pm$ SD), mg/dl

	initial	10 min	20 min	30 min	postop imm.
Group 1	15.63 $\pm$ 5.24	14.83 $\pm$ 4.20	15.91 $\pm$ 4.31	15.17 $\pm$ 4.30	13.39 $\pm$ 4.35
Group 2	15.91 $\pm$ 3.39	14.97 $\pm$ 3.35	14.77 $\pm$ 3.06	14.12 $\pm$ 3.53	13.90 $\pm$ 3.19

Fig. 3 Changes of Effective Osmolality.

고 찰

Nesbit, Barnes등⁵⁾에 의해서 1940년도 TURP가 보급된 이후 섬유광학렌즈의 등장과 관류액의 개선 등으로 현재 보편화된 수술중의 하나이다. 그러나 대부분의 환자가 노인이고 이들이 허혈성심장질환, 고혈압, 당뇨, 만성폐질환 등을 동반한 경우가 많고⁶⁾ 또한 술중 지속적으로 사용한 관류액의 대사 및 과다한 흡수와 수술조작등으로 폐부종, 저나트륨혈증, glycine과 ammonia 독성⁷⁾, 시력장애⁸⁾, 용혈, 폐혈증, 방광천공 등 많은 합병증이 발생한다고 한다^{1,9,10)}. 특히 관류액의 흡수로 인한 합병증은 수술시작 수분에서 술후 3~4시간에 걸쳐 발생할 수 있기에¹⁰⁾ 이를 억제하기 위한 노력, 즉 마취방법의 선택, 관류액의 개선 및 수면높이의 제한, 수술시간의 제한 뿐만 아니라 furosemide, mannitol등의 이뇨제를 사용하기도 한다¹¹⁻¹³⁾.

마취방법으로는 전신마취, 부위마취 어느 것이나 가능하나 부위마취는 술중 환자상태 파악이 용이하며 전신마취제에 의한 강력한 심순환계의 억제를 피할 수 있고 교감 신경차단으로 venous capacitance를 증가시켜 수액과다를 억제할 수 있으며¹⁴⁾ 또한 술후 동통관리를 할 수 있다¹⁵⁾는 등의 장점으로 전신마취보다 선호되고 있으며 아직 논란의 대상이 되고 있으나 전신마취시보다 술중 출혈량이 적다는 보고도 있다¹⁶⁾. 본 실험에서는 부위마취중 지속적 경막외마취를 이용하였으며 TURP환자의 부위마취시 저혈압의 처치는 많은 양의 수액공급으로 교정하는 것보다 승압제로 혈압을 유지하였다.

전립선은 많은 정맥동(venous sinuses)을 갖고 있기 때문에 술중 흡수되는 관류액의 양은 관류액의 종류, 관류액 수면의 높이, 절제시간등에 따라 달라진다고 한다¹⁷⁾. 관류액은 시야를 좋게 한다는 이유로 처음에는 증류수를 사용하였으나 흡수되는 양이 많아서 회색적 저나트륨혈증, 적

혈구의 용혈, 중추신경계의 증상등의 합병증이 초래되어 증류수는 등장액 혹은 비전해질용액으로 대체되었다고 한다¹⁸⁾. 현재 사용되어지고 있는 관류액으로는 1.5%와 2% glycine, 3% mannitol, 2.5-4% glucose, cytal®(a mixture of sorbitol 2.7% and mannitol 0.54%)등이 있으며 본 실험에서는 5% D-sorbitol을 사용하였다.

관류액 수면의 높이와 절제시간은 관류액의 흡수에 중요한 인자로 고려되고 있다. 일반적으로 관류액 수면의 높이는 치골상연에서 60cm 넘지 말아야 한다고 하며¹⁹⁾ 이 높이 이상일 경우 전립선정맥압 30cmH₂O를 훨씬 초과하여 많은 량의 관류액이 흡수된다고 한다. 저자는 60cm로 고정하여 실험하였다. 절제시간은 가능한 1시간 이내로 제한하는 것이 좋다고 하나¹⁹⁾ 절제시간이 150분이 넘는 경우를 제외하고는 흡수량과 절제시간과는 상관관계가 없다고 하는 보고도 있다²⁰⁾. 본 실험의 평균 수술시간은 150분 이내였다.

관류액의 과다흡수를 억제하기 위해 Lehman 등은 술중에 mannitol을, Madson등은 술후 mannitol, furosemide를 사용하여 좋은 효과를 얻었다고 한다^{12,13)}. 이런 관점에서 저자는 furosemide를 술중 투여시 같은 효과를 얻을 수 있을 것으로 사료되어 수술시작과 동시에 furosemide 20mg을 투여한 후 hemoglobin, Hematocrit, 관류액의 흡수량, Na⁺, osmolality 및 effective osmolality를 비교관찰 하였다. furosemide는 고효능 이뇨제로 신장의 Henle's 고리 상행각에 작용하여 Na⁺, Cl⁻ 재흡수를 감소시킴으로써 이뇨작용을 나타내며 정주했을 경우 작용발현시간은 2-10분이라고 하며 2시간정도 지속된다고 한다^{14,21)}. 또한 Hahn은 저나트륨혈증과 관류액의 흡수속도의 관계에서 나트륨 감소가 수술시작 10분에서 가장 큰 폭으로 떨어진다고 하였는데²²⁾ 본 실험에서 furosemide를 수술시작과 동시에 투여한 이유는 이에 근거를 둔 것이다. furosemide의 용량은 정주시 20mg이나 40mg의 초회

량이 권장되고 있으며 필요시 2시간후 반복주사할 수 있고²³⁾ 일반적으로 1mg/kg까지는 나트륨치와 삼투질농도에 영향을 주지 않는다고 한다²⁴⁾. 본 실험에서는 20mg을 1회 정주하였으며 furosemide의 이뇨작용은 hemoglobin치와 hematocrit치의 측정에서 잘 나타나는데 대조군에서 관류액에 의한 회석으로 술후 hemoglobin치와 hematocrit치가 의외로 있게 감소한 반면 실험군에서는 furosemide의 이뇨작용으로 인해 관류액에 의한 회석작용이 완충되었기에 정상으로 유지된 것으로 사료되며 이는 나트륨치와 삼투질농도에서도 같은 효과로 설명될 수 있다.

관류액의 흡수 경로는 노출된 전립선 정맥 혈관내로 직접 흡수되어 들어가는 경우와 전립선 주위와 후복강내로 들어가는 경우가 있는데 후자의 경우가 더 많은 양의 관류액이 흡수된다고 한다²⁵⁾. Oester와 Madson²⁶⁾은 술중 흡수된 관류액의 양을 Radioisotopic study로 측정한 결과 혈관내 흡수량이 평균 253ml, 혈관의 흡수량이 평균 636ml로 혈관내 흡수량이 전체흡수량 899ml의 29%라 하였다. Hagstrom²⁷⁾의 연구에 의하면 분당 10-30ml(평균 분당 20ml), Hender-son²⁸⁾은 6-8L(평균 절제시간 70-150분)가 흡수되었다고 하나 박동²⁹⁾은 평균 절제시간 57분 동안 평균 374ml 정도라고 하며 본 실험에서는 대조군에서 평균 흡수량이 314ml였으며 실험군에서는 평균흡수량이 115ml였다.

술중 회석적 저나트륨혈증의 원인은 첫째 많은 양이 관류액의 흡수로 혈중 나트륨이 회석되기 때문이고 둘째 관류액이 절제부위를 통과할 때 나트륨이 관류액으로 빠져 나가기 때문이며 셋째 전립선주위나 후복강내에 들어가 있던 관류액으로 나트륨이 확산에 의해 손실되기 때문이라고 한다¹⁷⁾. 술후 감소하는 평균나트륨치는 3.65-10 mEq/L로 보고^{5,7,16)} 되고 있으며 윤동²⁹⁾은 TURP 시 87.9%에서 평균 5.4 mEq/L의 나트륨치의 감소를, 박동³⁰⁾은 57%에서 8mEq/L미만의 감

소를 보고하였다. 본 실험에서는 대조군이 수술 직후 평균 4.46mEq/L의 감소를 보였다. 저나트륨혈증의 증상은 일차적으로 중추신경계에서의 영향으로 나타나며 저나트륨혈증의 발생속도와 중증도에 따라 의식혼미, 혼수, 발작등을 일으킬 수 있지만 저나트륨혈증의 정도와 신경이학적 증상과의 상관관계는 없다고 한다²⁾. 저나트륨혈증은 심순환계에도 영향을 미치는데 나트륨치의 감소할수록 심순환계의 증상은 커진다고 한다³¹⁾. 나트륨치가 120mEq/L이하로 떨어지면 저혈압, 심근수축력이 약화되고 115mEq/L이하로 더 떨어지면 서맥, 심전도상 QRS의 widening, 부정맥, T-wave의 inversion등이 생기며 심정지가 생길 수 있다. 나트륨치가 125mEq/L이하이면 임상증상이 동반되지 않아도 TURP 중후군내에 포함시키는데³²⁾ 본 실험에서는 특별한 신경이학적 소견이나 심순환계의 이상증상은 없었지만 나트륨치가 125mEq/L인 경우는 대조군에서 1예가 있었다. 흡수량과 회석적 저나트륨혈증과의 상관관계는 일정하지 않으며 혈중 나트륨치의 감소는 흡수된 관류액의 전체량보다는 흡수속도에 일차적으로 의존한다고 한다²²⁾. 본 실험에서도 대조군에서 수술 10분부터 나트륨치의 통계학상 유의있는 감소를 보이고 있는데 이는 수술시작 첫 10분에 걸쳐 관류액의 흡수가 빠른 속도로 일어났기 때문으로 생각된다.

삼투질농도 측정에는 osmometer로 측정하는 방법(measured osmolality)과 Na⁺, Glucose, BUN을 이용한 계산하여 구하는 방법(calculated osmolality)이 있는데 본 실험에서는 후자를 이용하였다. 그러나 세포막을 쉽게 통과하는 물질들, 즉 urea, ethanol, methanol, ethylene glycol 등은 혈장 삼투질 농도에 영향을 줄 수 있다고 하며 이러한 osmotic inactive substance가 존재하는 경우는 혈장 삼투질농도가 정상이라고 하더라도 수분과다 혹은 수분결핍이 동반될 수 있기 때문에 유효 삼투질농도(effective osmolality)측

정이 필요하다고 한다. 즉 유효 삼투질농도의 변화는 수분과다 혹은 수분결핍을 더 정확히 알 수 있으나 유효 삼투질농도는 직접 측정할 수 없고 계산상으로만 알 수 있다고 한다³³⁾. 본 실험에서는 이 두가지 모두를 이용하여 비교하였다. 삼투질농도의 변화는 관류액의 흡수속도가 빠르고 좌심실기능이 저하된 경우 저나트륨혈증과 동반되어 나타난다고 하여 Desmond¹⁷⁾은 삼투질 농도가 정상일 경우 우리 몸은 짧은 기간 동안의 심한 나트륨 감소시에도 잘 적응할 수 있다고 하여 삼투질농도 변화의 중요성을 강조하였다. 본 실험에서는 대조군에서 혈장 삼투질 농도 및 유효 삼투질농도의 변화는 점차 감소하는 경향을 보이고 있는데 이는 삼투질농도 측정에서 가장 중요한 인자인 나트륨치의 감소가 회석 및 손실로 야기된 것으로 사료되어지며 실험군에서 술전치와 비교시 혈장 삼투질농도 및 유효 삼투질농도가 잘 유지가 된 것은 furosemide의 이뇨작용으로 혈중 나트륨치가 비교적 잘 유지되었기 때문으로 생각된다.

이뇨작용의 유도는 술중 mannitol을 정주한 경우와 술후 furosemide나 mannitol을 정주한 보고가 있으나 mannitol 사용시는 furosemide보다 효과적이지 못하고 신부전이 있는 환자에서 독작용을 나타낼 수도 있다고 한다^{12,13)}. 본 실험에서는 furosemide가 나트륨치와 삼투질농도를 잘 유지시키고 있다.

요 약

경요도 전립선 절제술을 시행한 환자 30명을 대상으로 하여 furosemide투여에 따른 혈중 나트륨치와 삼투질 농도를 비교 관찰한 결과 다음과 같은 결론을 얻었다.

1. 혈중 나트륨치는 대조군에서 술전에 비해 10분, 20분, 30분, 수술직후에 유의있는 감소(p

<0.05)가 있었으나 실험군에서는 변화가 없었다.

2. 혈장 삼투질농도와 유효 삼투질농도는 대조군에서 술전치와 비교시 술중 30분과 수술직 후에 유의있는 감소(p<0.05)가 있었으나 실험군에서는 잘 유지가 되었다.

이상의 결과로 보아 술중 흡수된 관류액의 영향을 줄일 목적으로 furosemide를 투여한 실험군에서 대조군에 비해 혈중나트륨치와 삼투질농도를 잘 유지시키기에 그 예방적 투여가 유의있다고 사료되며 특히 울혈성 심부전이나 신부전이 있는 환자의 수술시 furosemide를 투여하면 그 의의가 더 클 것으로 사료된다.

참 고 문 헌

1. Nunn J F, Utting J E, Brown, B. R. : General Anesthesia. 5th ed, Butterworths, Anesthesiology, 1989, pp 844.
2. Henderson D J, Middleton R C : Coma from hyponatremia following transurethral resection of prostate. Urology 15 : 267-272, 1980.
3. Reiz S, Dacher M, Kerkoff Y : Non-cardiogenic pulmonary edema. A serious complication of transurethral prostatectomy. A case report. Acta Anesth Scand 25 : 166, 1981.
4. Bunn H F, Forget B G, Ranney H M : Human hemoglobins. 3rd ed, Philadelphia. W. B Saunders Co, 1977, pp 365-392.
5. Blandy J P. : Transurethral resection. 2nd ed, University Park Press, Baltimore, 1978, pp 1-12.
6. Barash P G, Cullen B F, Stoelting R K : Clinical Anesthesia. 4th ed, J. B Lippincott Co, Philadelphia, 1989, p1109.

7. Desmond J : Complications of transurethral prostatic surgery. *Can Anaesth Soc J* 17 : 25-36, 1970.
8. Ovassapian A, Josi C W, Brumer E A : Visual disturbances : An unusual symptom of transurethral prostatic resection reaction. *Anesthesiology* 57 : 332-334, 1982.
9. Harrison R H, Broen J S, Robinson J R : Dilutional hyponatremia : Another concept of the transurethral prostatic resection. *J Urol* 75 : 95-110, 1956.
10. Rhymer J C, Bell T J, Perry K C : Hyponatremia following transurethral resection of the prostate. *Br J Urol* 57 : 450-452, 1985.
11. Still A J, Modell J A : Acute water intoxication during transurethral resection of the prostate using glycine solution for irrigation. *Anesthesiology* 38 : 98-99, 1973.
12. Lehman T H, Loomis R C, Moore R J : Intravenous mannitol during transurethral prostatectomy during distilled water as irrigating medium. *J Urol* 96 : 396, 1966.
13. Madson P O, Knuth O E, Wagenknecht L V : Induction of diuresis following transurethral resection of the prostate. *J Urol* 104 : 735-738, 1970.
14. Miller RD : *Anesthesia*. 3th ed : Churchill Livingstone, New York, 1990, pp 1803.
15. 김원옥, 이예철, 정화성, 오홍근 : 지속적 경막마취에 의한 경요도절제술 및 수술 후 동통관리. *대한마취과학회지* 12 : 94-98 1979.
16. Abrams P H, Shah P J R, Brying K : Blood loss during transurethral resection of the prostate. *Anesthesia* 37 : 71, 1982.
17. Desmond J : Serum osmolality and Plasma Electrolytes in Patients who develop Dilutional hyponatremia during Transurethral Resection. *Can J Surg* 13 : 116-121, 1970.
18. Azar I : Transurethral prostatectomy syndrome, *ASA Refresher Courses in Anesthesiology* 17 : 1-5, 1989.
19. Madsen P O, Naber K G : The importance of the pressure in the prostatic fossa and absorption of irrigation fluid during transurethral resection of prostate. *J Urol* 109 : 446-452, 1973.
20. Melchior J, Valk W L, Foret J D : Transurethral prostatectomy : Computerize analysis of 2,223 consecutive cases. *J Urol* 112 : 634-642, 1974.
21. Chernow B : *The Pharmacologic Approach to the Critically Ill Patient*. 2nd ed, William & Wilkins, Baltimore, 1988, pp 303.
22. Hahn R G : Relations between irrigant absorption rate and hyponatremia during transurethral resection of the prostate. *Acta Anaesthesiol Scand* 32 : 53-60, 1988.
23. Gillman A G, Goodman L S, Rall TW : *The Pharmacological Basis of Therapeutics*. 7th ed, Macmillan Publishing Co, New York, 1985, p899.
24. Todd M : Fluid Therapy for the patient with Brain injury : *ASA Annual Refresher Course Lectures* pp422. - 428. 1990.
25. Tayler R O, Maxson E S, Carter F H : Volumetric, gravimetric, radioisotopic determination of fluid transference in transurethral prostatectomy. *J Urol* 79 : 490-499, 1958.
26. Oester A, Madsen P O : Determination of absorption of irrigating fluid during transurethral resection of the prostate by means

- of radiostopes. J Urol 102 : 714-719, 1969.
27. Hagstrom, R. S. : Studies on fluid absorption during transurethral prostatic resection. J Urol 73 : 852-859, 1955.
28. 박종각, 박철희, 이성준 : 경요도적 전립선 절제술중의 실혈량 및 혈청 전해질변화. 대한비뇨기과학회지 31 : 202-208, 1990.
29. 윤종병, 박남철 : 경요도적 전립선 절제술의 성적. 부산의대학술지 24 : 55-62, 1984.
30. 박상근, 박노정 : 경요도 전립선절제술의 합병증에 대한 임상적 고찰. 대한비뇨기과학회지 29 : 103-109, 1988.
31. Osborn D E, Rao P N, Green M J : Fluid absorption during transurethral resection. Br Med J 281 : 1549-1550, 1980.
32. Stephen A S : The transurethral resection syndromes. A.U.A. Vol 4, Lesson 40, 1985.
33. Arieff A I, DeFronzo R A : Fluid, Electrolyte and Acid-Base Disorders. Churchill Livingstone Inc, 1985, pp184-187.

- Abstract -

Effects of Furosemide on perioperative Serum Osmolality and Electrolytes during Transurethral Resection of the Prostate

Sae Yune Kim, Un Seok Roh, Dae Pal Park

*Department of Anesthesiology
College of Medicine, Yeungnam University
Taegu, Korea*

The purpose of this study was to prevent the dilutional effect of excessive absorption of irrigating solution by using furosemide intraoperatively during transurethral resection of the prostate.

30 patients, who belonged to physical status II or III of ASA classification, were selected randomly and divided with two groups as follows :

G1(N=15) : Not-administrated furosemide(control group)

G2(N=15) : Administrated furosemide(Experimental group)

All patients were premedicated with Hydroxyzine(1mg/kg, IM) and were performed continous epidural anesthesia with 2% lidocaine(1-1.5mg/segment). For irrigating solution, 5% D-sorbitol was used and Hartman's solution were given for maintenace fluid and fixed the height of irrigating container to 60 cm from symphysis pubis. With the starting of operation, 20mg furosemide was administrated to experimental group.

The blood samples for the values of Na^+ , K^+ , Glucose and BUN were performed at the periods of preoperation, 10 min, 20 min, 30 min after the starting of operation and immediate postoperation. Based these data, serum osmolality and effective osmolality were calculated.

The results were as follows :

1. The sodium concentration of control group was decreased statistically significantly at 10 min, 20 min, 30 min after the starting of operation and immediate postoperative period as comparing with the preoperation value ($p<0.05$). But that of experimental Group was not changed significantly.
2. The serum osmolality and effective osmolality were decreased statistically significantly at 30 min after the starting of operation and immediate postoperative period as comparing with the preoperation value($p<0.05$). But those of experimental group were not changed significantly.

These results show that the dilutional effect of excessive absorption of irrigating solution might be prevented by using furosemide intraopertively. And so we recommend the use of furosemide during TURP, especially in patients with congestive heart failure or renal failure.

Key Words : T.U.R.P., Furosemiole