

백서 복강내 2.7% Sorbitol Plus 0.54% Mannitol 주입후 폐와 신장의 병리조직학적 변화

우중원, 이창규, 류현열

고신대학교 의학부 비뇨기과학 교실

Histopathologic Alteration of Lung and Kidney after Intraperitoneal Infusion of 2.7% Sorbitol Plus 0.54% Mannitol in the Rats

Joong Won Woo, Chang Kyu Lee, Hyun Yul Rhew

Department of Urology, Kosin University College of Medicine, Pusan, Korea

Abstract

Background The purpose of this study was to see the serum electrolyte changes and histologic alteration in organs after experimentally induced water intoxication in the rats. **Methods** 2.7% sorbitol plus 0.54% mannitol solution was infused into the peritoneum of 80 Sprague-Dawley rats by each amounts of 225, 250, 275 or 300ml/kg. Those rats were sacrificed at 1, 3, 6, 24 hours after intraperitoneal infusion, and then we compared the serum electrolyte changes and histologic alteration in lung and kidney according to each times. **Results** The serum sodium and chloride were maximally decreased at 6 hours after infusion of sorbitol plus mannitol and then nearly returned to the normal range at 24 hours after infusion. The lungs showed mononuclear cell infiltrations. The kidneys showed hemorrhages, capillary congestions, tubular atrophy in renal cortex and corticomedullary junction regardless of infusion amount and time. And these changes in the lung and kidney persisted after 24 hours. **Conclusions** In this experimental study of water intoxication using rats, the serological changes returned to nearly normal ranges at 24 hours, but histopathologic changes in the lung and kidney persisted to 24 hours after infusion.

Key Words: TURP, Water intoxication, Electrolyte change, Histopathologic change

서론

전립선비대증의 근치적 수술요법으로는 경요도적 전립선절제술과 절개적 적출술이 있다. 근래에는 급속히 발달된 내비뇨과적 치료의 도움으로 비개복적이면서 비교적 수술이 간편하고 술 후 이환율 및 사망률이 낮고 술 후 재원기간도 짧은 경요도적 절제술이 주로 시행되고 있다. 경요도적 절제술은 이점들이 많음에도 불구하고 전립선비대증 환자의 대부분이 노인이고 이들이 허혈성 심장질환, 고혈압, 당뇨, 만성 폐질환 등 만성 질환을 동반한 경우가 많고 또한 술 중 지속적으로 사용한 관류액의 흡수로 말미암아 소위 경요도적 전립선

절제술 증후군(TURP syndrome: Transurethral resection of prostate syndrome)이 발생 가능하기에 여전히 주의 를 요하고 있다. 경요도적 전립선절제술 증후군은 1947년 Creevy¹⁾에 의해 용혈, 황달 그리고 급성 세뇨관 괴사를 야기하는 "급성 물 중독(acute water intoxication)"으로 최초로 명명되었으며, 술 중 흡수된 관류액의 합병증을 최소화하기 위해 glycine, mannitol 등과 같은 osmotic solution이 도입되었지만 경요도적 전립선절제술 증후군은 계속 발생하였고, 1956년 Harrison 등²⁾에 의해 glycine 흡수로 인한 저나트륨속크(hyponatremic shock)로 명명되었다. 이러한 수술 중 및 술 후 합병증의 감소를 위해 무전해질 관류용액들이 개발되었으며, 현재 1.5% glycine이 가장 널리 사용되는 관류용액이지만 몇몇 내시경 시술자들은 mannitol이나 sorbitol을 함유한 관류용액의 사용을 주장하고 있다.³⁾ 그러나 각기 다른 관류용액들이 순화계로 다량 흡수되었을 때 이들

사이의 사망률의 차이에 대한 비교는 아직 정립되지 않았지만 저자는 2.7% sorbitol plus 0.54% mannitol 용액이 가장 안전하다는 것을 백서를 통한 실험으로 확인하였으며,⁴⁾ 관류용액의 흡수로 인한 혈청학적 변화에 대한 보고는 다수 있지만 관류용액의 흡수 후 폐 및 신장의 병리조직학적 변화에 대한 보고는 미흡한 실정이다. 그러므로 저자는 가장 안전한 2.75 sorbitol plus 0.54% mannitol을 선택하여 각각의 양을 점차 증가시키면서 성숙한 백서의 복강내로 주입하여 이들 백서의 관류용액 주입 후 나타나는 증상들을 관찰하고 혈청학적 변화 및 폐와 신장의 병리조직학적 변화를 알아보자 하였다.

대상 및 방법

1. 실험대상

체중 200-250gm의 건강한 성숙 수컷 Sprague-Dawley계 백서(성한 사육장, 천안) 총 85마리를 대상으로 하였다. Study protocol 백서들을 무작위로 선택하여 2.7% sorbitol plus 0.54% mannitol 관류용액을 각각 225, 250, 275 그리고 300 ml/kg 용량으로 20마리씩 복강내 주입하여 총 16그룹으로 분할하였다(Table 1).

정상 대조군으로 5마리 백서가 사용되었다. 2.7% sorbitol plus 0.54% mannitol은 중외제약사 제품을 사용하였다.

2. 실험방법

백서들은 실험실에서 도착한 후 2일 동안 14 : 10 명암주기에 적응 후 약 1주일간 본원 사육실에서 사육하였다. 무균적인 상태에서 온열판을 사용하여 시술동안 체온을 일정하게 유지하였으며 관류용액은 데워서 체온과 같이 37°C를 유지시켰다. 에테르로 전신마취 후 백서의 좌측 하복부에서 22 G. angioneedle을 복강내로 꼽고 관류용액을 15분 동안 일정한 속도로 복강내로 주입하였다. 관류용액 주입 후 각각 1, 3, 6, 24시간 후에 그들의 증상발현 및 전신상태의 변화를 관찰하였다. 시간대별로 생존한 백서들은 혈액채취 및 장기적출을 위해 에테르 흡입마취하에 복부 수직절개 후 복강 및 흉강내의 복수, 흉수, 폐, 및 신장의 육안적 변화를 관찰한 후 대정맥에서 혈액채취 및 폐와 신장을 적

Table 1. Time interval and infusion amount of 2.7% sorbitol plus 0.54% mannitol solution

Hour	Volume(ml/kg)	225	250	275	300
1		5	5	5	5
3		5	5	5	5
6		5	5	5	5
24		5	5	5	5
No. of rat		20	20	20	20

출하였다. 정상 대조군 또한 같은 방법으로 혈액채취 및 장기 적출을 시행하였다.

3. 조직학적 검사

절제된 조직들은 광학현미경 검사를 위해 4% 중성 포르말린 용액에 1-2일 동안 고정시킨 후 파라핀에 포매하여 4 μ m의 절편으로 절단한 다음 hematoxylin-eosin 염색을 시행하였다.

결과

1. 관류용액 주입 후 백서의 증상발현 및 전신상태의 변화

복강내 관류용액 주입 후 관류용액의 양에 관계없이 모든 백서는 빈호흡, 보행장애, 안검부중, 타액분비의 증가 등이 나타났으며 이러한 증상들은 주입 용량이 많을수록 심하였다. 주입용량이 225 ml/kg인 군은 24시간 후에 상기 증상들이 대부분 소실되었지만 나머지 군에서는 24시간후에도 지속되었으며, 특히 275 ml/kg와 300 ml/kg 군 중 24시간 후에도 생존한 백서에는 상기 증상이 현저하였다.

2. 2.7% sorbitol plus 0.54% mannitol 관류용액 주입 후 혈청학적 변화(Table 2, 3)

1) Sodium

2.7% sorbitol plus 0.54% mannitol 관류용액 주입시 용액 양의 증가와 sodium의 감소폭이 일치하지는 않았다(Fig. 1). 관류용액 양의 구분없이 시간의 경과에 따

Table 2. Electrolyte values of the control group and each group according to the amount of infused 2.7% sorbitol plus 0.54% mannitol solution

Groups	Volume(ml/kg)	Hr.	No.	Na(MEq/L)	Cl(MEq/L)
Control			5	146.56 ± 2.48	105.48 ± 2.09
	225	1	5	122.96 ± 6.567	84.60 ± 6.019
		3	5	103.10 ± 2.791	68.48 ± 3.752
		6	5	106.57 ± 2.882	68.10 ± 6.027
		24	3	127.83 ± 20.202	2.54 ± 12.337
Sorbitol 2.7% plus mannitol 0.54%	250	1	5	109.30 ± 7.044	75.06 ± 8.140
		3	5	99.70 ± 8.060	72.45 ± 6.210
		6	5	108.60 ± 12.304	67.48 ± 10.727
	275	24	4	147.25 ± 1.347	106.60 ± 1.816
		1	5	121.93 ± 4.065	78.88 ± 8.802
		3	5	99.70 ± 8.060	72.45 ± 6.210
		6	5	99.73 ± 5.248	59.94 ± 3.815
	300	24	1	139.50 ± 0.00	103.30 ± 0.00
		1	5	124.14 ± 5.449	79.20 ± 7.212
		3	5	111.38 ± 8.469	66.60 ± 3.479
		6	5	109.20 ± 19.054	71.60 ± 17.777
		24	1	140.90 ± 0.00	104.00 ± 0.00

Table 3. Electrolyte values of the control group and the total sum of each volume group after 1hr, 3hr, 6hr and 24 hr of intraperitoneal infusion with 2.7% sorbitol plus 0.54% mannitol

Groups	Hr.	No.	Na(MEq/L)	Cl(MEq/L)
Control		5	146.56 ± 2.480	105.49 ± 2.090
	1	20	112.81 ± 6.914	79.44 ± 3.923
2.7% Sorbitol plus 0.54% Mannitol	3	20	106.05 ± 5.518	69.07 ± 2.447
	6	20	106.03 ± 4.460	66.78 ± 4.250
	24	9	138.87 ± 8.095	101.61 ± 6.221

른 혈 중 sodium은 관류용액 1시간 후부터 감소하기 시작하여 6시간 후 가장 낮은 수치를 나타내었고 이후 점차 증가하여 24시간 후 거의 정상치로 회복하였다.

2) Chloride

Sodium에 대한 counter-ion인 chloride는 sodium의 변화와 같은 양상을 나타내었다(Fig. 2).

3) 복강 및 흉강내의 장기 및 수액의 육안적 변화

대조군에서는 복강내 소량의 정상적인 무색의 맑은 복강액이 있었으며 폐와 신장은 연분홍내지 적색의 혈류 공급이 왕성한 활력 기관을 나타내었으나, 실험군에서는 대조군에 비해 양의 차이는 있으나 모두 복강내 미처 흡수되지 못한 다량의 관류액들이 있었으며

주입용량이 증가할수록 그 양이 증가하였다. 폐는 대조군과 비교해서 육안적으로 구별할 만한 특별한 차이는 없었으나 신장은 대조군에 비해 색깔이 보다 암적색을 띄고 있었다.

4) 폐와 신장의 조직학적 변화

폐에서는 주입량과 시간에 관계없이 단핵구의 침윤이 관찰되었으며, 주입량이 300 ml/kg인 군의 24시간 후에는 세포간질의 출혈소견이 동반되어 나타났다(Fig.

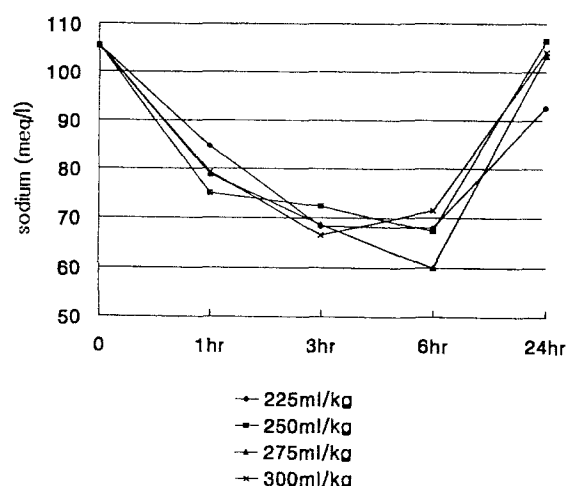


Fig. 1. Changes of serum sodium of each group according to intraperitoneal infusion with 2.7% sorbitol plus 0.54% mannitol solution.

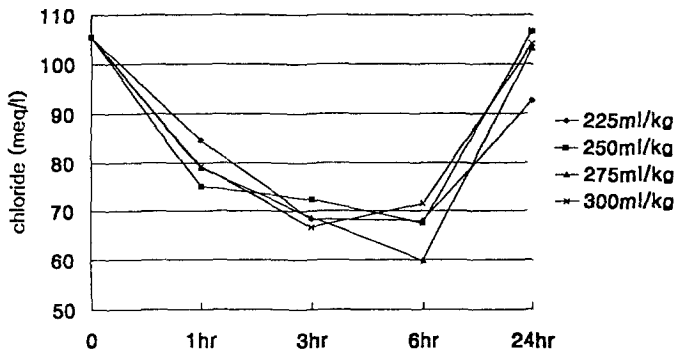


Fig. 2. Changes of serum chloride of each group according to intraperitoneal infusion with 2.7% sorbitol plus 0.54% mannitol solution.

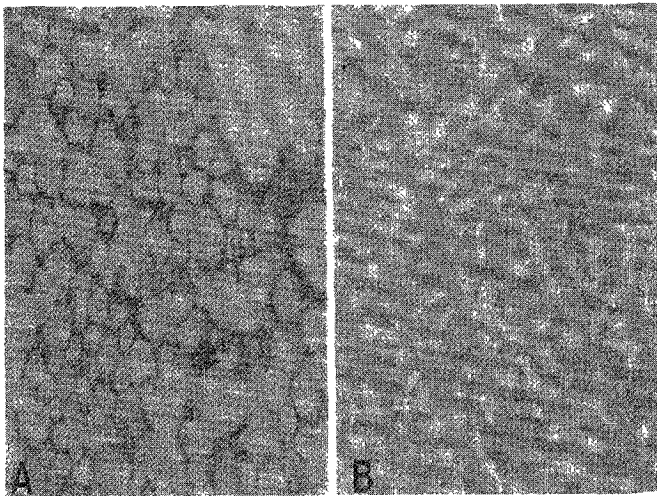


Fig. 3. Micrographs of lung (A) and kidney (B) from control group rat. The lung and kidney show normal histologic features(H&E. x100).

4). 신장은 관류용액 주입군에서 신피질 및 신피질과 수질의 집합부에서 모세혈관과 소동맥의 충혈과 출혈이 저명하며, 신세뇨관의 위축이 나타났다. 이러한 신장의 조직학적 변화는 주입량과 시간에 관계없이 모두 나타났으며 출혈소견은 주입량이 증가할수록 좀 더 심하였다(Fig. 5). 그리고 주입량이 300 ml/kg인 군에서는 6시간 후부터 세포질내에 미세공포(microvacole)들이 많이 나타나기 시작했으며, 이러한 미세공포들은 24시간 후에는 크기가 증가되어 있었다(Fig. 6).

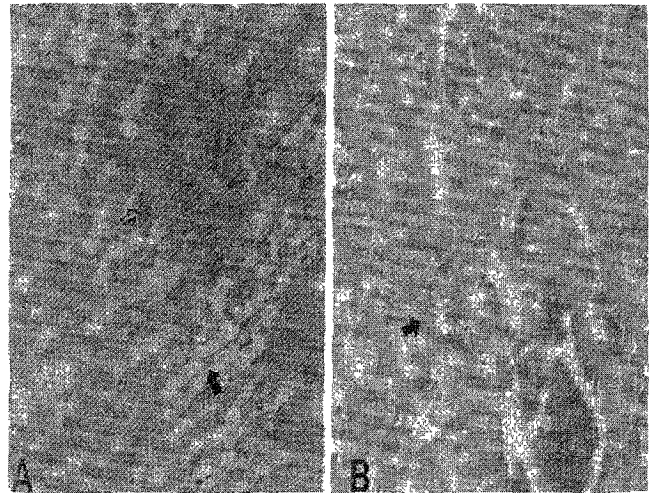


Fig. 4. The histologic sections of the lung after 1 hour infused 225ml/kg (A) and 24 hours infused 300ml/kg (B) show thickened alveolar septum with mononuclear cell infiltrations (A), and more prominent interstitial hemorrhage (B) (H&E. x 200).

고찰

전립선비대증은 대부분 50대 이후의 남자에서 발생하며, 방광경부폐색을 일으키는 가장 빈번한 원인 질환으로서 평균 수명의 연장과 비뇨기계 질환에 대한 인식의 증대로 한국에서도 점차 증가추세에 있다. 이에 대한 수술방법에는 절개적출술과 경요도적 절제술이 있으며, 특히 경요도적 절제술은 고도의 숙련도 및 경험을 요하나 근래에는 의료가기의 발달로 인하여 합병증 및 사망률이 낮은 경요도적 절제술을 주로 시행하고 있다. 경요도적 전립선절제술 대상의 대부분은 노인이고 이들이 허혈성 심장질환, 고혈압, 당뇨, 만성 폐질환 등을 동반한 경우가 많으며 술 중 지속적으로 사용한 관류액의 흡수로 말미암아 폐부종, 저나트륨혈증, 시력장애, 용혈, 패혈증 등 소위 경요도적 전립선절제술 증후군이 2.5-20%에서 발생하며 이로 인해 0.5-6%가 사망하기에 여전히 주의를 요하고 있다.^{2,5,6)}

경요도적 전립선절제술시에 사용되는 관류액은 시야를 좋게 한다는 이유로 처음에는 증류수를 사용하였으나 흡수되는 양이 많아서 희석적 나트륨혈증, 적혈구의 용혈, 중추신경계의 증상 등의 합병증이 빈번히 초래되어 관류액은 등장성이면서 비전해질용액으로 대체되었다.⁷⁾ 현재 사용되고 있는 관류액으로는 1.5% glycine, 2% mannitol, 3% mannitol, 2.5-4% glucose 및

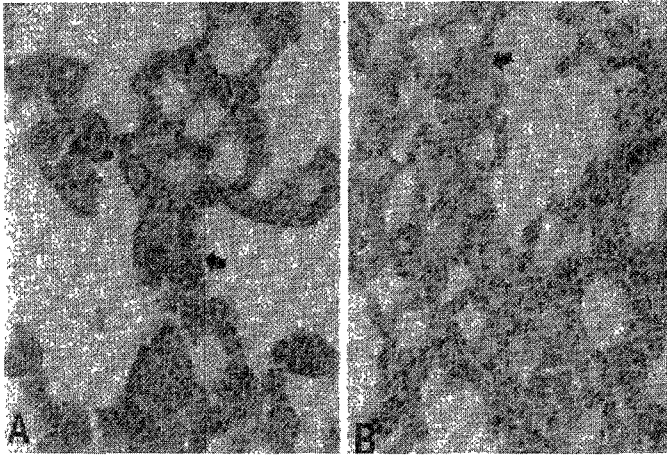


Fig. 5. The histologic sections of the kidney after 1 hour (A) and 24 hours (B) infused 225ml/kg group show focal tubular atrophy (closed arrow) and capillary congestion (open arrow) at corticomedullary junction (A), and more severe cortical congestion (B) HH&E, x 200).

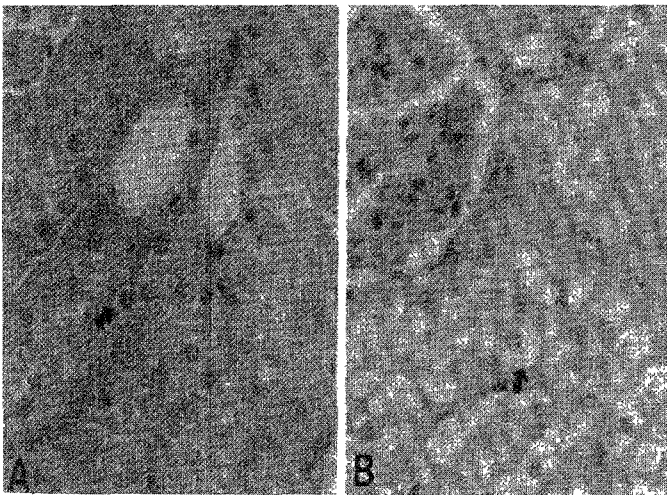


Fig. 6. The histologic sections of the kidney after 6 hours (A) and 24 hours (B) infused 300ml/kg group show abundant cytoplasmic microvacuoles at renal tubules (A), and macrovacuoles (B) (H&E, x400).

2.7% sorbitol plus 0.54% mannitol 용액 등이 있으며, 이들은 비전도성이며 비용혈성의 등장액 또는 저등장액 용액들이다.⁸⁾ Madsen 등⁹⁾은 안전한 관류용액으로서 1.5% glycine, 4% glucose, 2.7% sorbitol plus 0.54% mannitol 용액의 사용을 권장하였고, Emmett 등¹⁰⁾은 이들 비용혈성 관류용액의 사용으로 술 후 사망률을 0.95%에서 0.45%로 감소시켰다고 한다.

저자는 가장 널리 사용되는 1.5% glycine, 5% mannitol 그리고 2.7% sorbitol plus 0.54% mannitol의 세 관류용액을 사용하여 실험한 결과, 2.7% sorbitol plus 0.54% mannitol 관류용액의 복강내 주입시 생존률은 45%로서 1.5% glycine의 20%와 5% mannitol의 15%보다 생존률이 훨씬 높다는 것을 보고하였으며, 소량의 관류용액 주입시 생존율이 더 좋은 것을 알 수 있었다.⁴⁾

Norris 등¹¹⁾은 전립선절제증후군의 특징적인 증상들로 두통, 오심, 구토, 근연축, 심부정맥, 지남력 장애 및 발작성 경련 등이 일어난다고 하였으며, 특히 임상에서 흔히 사용되는 관류용액으로 glycine을 사용했을 경우에는 피로감, 오심, 시력장애, 뇌병증 등이 종종 나타나며,¹²⁻¹⁵⁾ mannitol을 사용했을 경우에는 서맥과 저혈압 발생을 보고하였으며,¹⁶⁾ sorbitol plus mannitol 흡수 후에는 치명적인 심부정맥을 보고하였다.¹¹⁻¹⁷⁾ 급성 물 중독으로 인한 송아지에서는 감각이상, 근진동, 안구진탕, 기면, 혈액소뇨증, 실명, 타액분비 과다, 산통, 심부정맥 그리고 안검부종 등이 일어난다고 하였다.¹⁸⁾ 이 연구에서 백서들은 빈호흡, 근육경련으로 인한 보행장애, 안검부종, 타액분비의 증가 등을 보였으며 그 증상은 주입용량이 증가할수록 현저하였다.

전립선은 많은 정맥동을 갖고 있어 술 중 흡수되는 관류액의 양은 관류액의 종류, 관류액 용기의 수면 높이, 수술시간 등에 따라 달라진다.¹⁹⁾ 경요도적 전립선절제술 증후군의 발생을 억제하기위해 관류액의 개선, 관류액의 수압조절 및 수술시간의 단축, furosemide 혹은 mannitol 등의 이뇨제의 사용 등의 노력들이 시도되고 있지만, 어느 정도의 희석적 저나트륨혈증은 불가피하게 발생하는 것이 현실이다.²⁰⁾ 경요도적 전립선절제술로 인한 희석적 저나트륨혈증의 원인은 첫째, 많은 양의 관류용액의 흡수로 혈중나트륨이 희석되기 때문이고 둘째, 관류용액이 절제부위를 통과할 때 나트륨이 관류용액으로 빠져나가기 때문이고 셋째, 전립선 주위나 후복막강내에 들어가 있던 관류용액으로 나트륨이 확산되기 때문이다.¹⁹⁾ 술 후 감소하는 평균 나트륨치는 3.65-10 MEq/L로 보고되고 있다.^{2,19,21)} 윤종병 등²²⁾은 경요도적 전립선절제술시 87.9%에서 평균 5.4 MEq/L의 나트륨치 감소를, 박상근 등²³⁾은 57%에서 8 MEq/L 미만의 감소를 보고하였다. 저나트륨혈증의 발생시 증상은 일차적으로 중추신경계에서의 영향으로 나타나며 저나트륨혈증의 발생속도와 중등도에 따라 의식 혼미, 혼수, 발작 등을 일으킬 수 있지만 저나트

류혈증의 정도와 신경이학적 증상과는 상관관계는 없다고 한다.²⁴⁾ 저나트륨혈증은 심순환계에도 영향을 미치는데 나트륨치가 감소할수록 심순환계의 증상은 커진다고 한다. 나트륨치가 125 MEq/L 이하이면 임상증상이 동반되지 않아도 경요도적 전립선절제술 증후군 내에 포함시킨다.²¹⁾ 나트륨치가 120 MEq/L 이하로 떨어지면 저혈압, 심근수축력이 약화되고 115 MEq/L 이하로 떨어지면 서맥, 심전도상 QRS의 연장, 부정맥, T-wave의 역전 등이 생기며 심정지가 생길 수 있다.¹²⁾ Mahoney 등²⁵⁾은 2.7% sorbitol plus 0.54% mannitol 및 물의 대량 흡수시 사구체여과율의 감소가 일부에서 확인되었지만 혈중 creatinine은 비교적 정상범위를 유지하였다고 보고하였다. 본 연구에서는 사용하였던 세 가지 관류용액 중 가장 생존율이 높았던 2.7% sorbitol plus 0.54% mannitol 관류용액을 선택하여 복강내 주입 후 혈청학적 변화를 관찰하였다. Sodium과 chloride는 관류용액 주입 6시간 후 각각 106.03 MEq/L와 66.78 MEq/L로 최저치로 감소하였고 이후 24시간 후에 138.87 MEq/L와 101.61 MEq/L로 거의 정상치로 회복되었다(Table 3). 이 결과로 술 후 6시간후가 물중독의 위험성이 가장 높으며 이후로는 서서히 회복되므로 이 시간내의 sodium과 chloride의 보충이 필요하리라 생각된다.

Gibson 등²⁶⁾은 물중독으로 인한 육안적 변화로 폐에서는 충혈과 폐엽간 부종이, 뇌에서는 백질에 심한 부종이 관찰되었다고 하였다. 인위적으로 급성 물중독을 야기한 송아지들에서 장기의 육안적 변화는 복강과 흉강내 거의 100ml 이상의 무색의 체액이 고여 있었으며 심장의 관상구의 지방이 심각한 위축을 반영하듯 부종과 젤리같은 양상을 나타내었다. 그리고 신장은 암적색을 띄고 있었으며 뇌는 부종으로 인해 구(sulcus)가 편평해져 있었다고 보고하였다.²⁷⁾ 본 연구에서 관류용액 주입군의 백서들은 정도의 차이는 있었으나 복강내 다량의 관류액을 함유하고 있었으며 폐에는 대조군과 육안적으로 큰 차이는 없었으나 신장은 대조군에 비해 암적색을 띄고 있었다.

Wakin 등²⁸⁾은 개에서 실험적으로 급성 물중독을 야기한 후 신장의 조직학적 변화를 관찰한 결과 대조군에 비해 신세뇨관의 심한 확장과 신원 사이의 간질의 압박 등을 확인하였으며 이로 인해 무뇨증의 발생했을 것으로 보고하였다. 또한 급성 물중독이 유발된 송아지의 장기의 조직학적 관찰에서 뇌에는 부종과 출혈이

있었고 신장에서는 신피질에 다발성의 임파구 침윤과 소동맥 주위의 섬유화와 부종, 그리고 신피질에 출혈과 충혈된 모세혈관을 관찰할 수 있었으며 방광에서는 점막과 근육층에 부종과 표피탈락이 있었다고 보고하였다.²⁷⁾ 본 연구에서 폐에서의 조직학적 변화로는 단핵구의 침윤이 관찰되었으며 주입량이 증가하고 시간이 경과 될 수록 세포간질의 출혈이 동반되어 나타났다. 신장에서의 조직학적 변화는 주입량과 시간에 관계없이 신피질 및 신피질과 수질의 접합부에 모세혈관의 충혈과 출혈 및 신세뇨관의 위축이 관찰되었다. 그리고 주입량이 많은 군에서는 세포질내에 미세공포들이 많이 관찰되었으며 이 미세공포들은 시간이 경과함에 따라 그 크기가 증가하는 양상을 나타내었다. 그러므로 물중독으로 인한 임파구, 단핵세포 및 미세공포의 출현은 주입량의 증가에 따라 많았음을 알 수 있으며, 이 변화는 조직의 손상 또는 위축을 암시하나 이 조직학적 변화가 비가역적인지의 여부는 추후의 연구가 필요하리라 생각된다.

결론

경요도 전립선절제술시 사용되는 관류용액 중의 하나인 2.75 sorbitol plus 0.54% mannitol 용액을 Sprague-Dawley계 백서의 복강내 주입 후 증상발현, 혈청학적 변화와 장기의 조직학적 변화를 관찰하여 다음과 같은 결과를 얻었다. 관류용액 주입 후 모든 백서는 빈호흡, 보행장애, 안검부종, 타액분비 증가등의 증상을 나타내었으며 이 증상들은 주입량이 증가할수록 현저하였다. 혈청학적 변화에서 sodium과 chloride는 관류용액 주입 6시간 후 최저치를 보였고 24시간 후 거의 정상치로 회복되었다. 장기의 병리조직학적 변화로는 폐에서는 단핵구의 침윤이 관찰되었다. 신장에서는 신피질 및 신수질의 접합부에서 모세혈관의 충혈과 출혈 및 신세뇨관의 위축이 관찰되었으며 주입량이 많은 군에서는 세포질내에 많은 미세공포들이 관찰되었다. 결론적으로 혈청학적 변화 및 장기의 조직학적 변화는 관류용액 주입후 수시간내에 발생하므로 임상에서도 경요도적 전립선절제술시 다량의 관류용액을 사용했을 시 술 후 수시간내 혈청학적 변화 및 장기에서의 조직학적 변화가 예상되며 이에 대한 적절한 예방 및 치료가 술 후 즉시 시행되어야 술 후 심각한 합병증을 줄일

수 있을 것으로 기대된다. 그리고 장기에서의 조직학적 변화가 비가역적인 변화인지는 좀 더 장기적인 실험이 필요할 것으로 생각된다.

참고문헌

1. Creevy CD : Haemolytic reaction during transurethral prostatic resection. J Urol 58:125-131, 1947
2. Harrison RH, Broen JS, Robinson JR : Dilutional hyponatremia: Another concept of the transurethral prostatic resection. J Urol 75:95-110, 1956
3. Olsson J, Hahn RG : Survival after high dose intravenous infusion of irrigating fluids in the mouse. Urology 47: 689-692, 1996
4. 안정환, 우중원, 이창규, 류현열 : 백서의 복강내 관류용액 주입후 생존율의 변화. 고신대학교의학부논문집 13: 99-107, 1998
5. Ovassapian A, Joshi cW, Brunner EA : Visual disturbance : An unusual symptom of transurethral prostatic resection reaction. Anesthesiology 57:332-334, 1982
6. Rhymer JC, Bell TJ, Perry KC, Ward P : Hyponatremia following transurethral resection of the prostate. Br J Urol 57:450-452, 1985
7. 홍창덕, 이현춘, 황성운, 박재신, 김봉일, 김갑병 : 예방적 의로 투여한 Furosemide가 경요도 전립선 절제술후 전해질 및 삼투질 농도의 변화에 미치는 영향. 대한비뇨회지 33:1080-1085, 1992
8. Hahn R, Stalberg H, Carlstrom K, Hjelmqvist H, Ullman J, Rundgren M : Plasma artial natriuretic peptide concentration and renin activity during overhydration with 1.5% glycine solution in conscious sheep. Prostate 24:55-61, 1994
9. Madsen PO, Madsen RE : Clinical and experimental evaluation of difficult irrigating fluids for transurethral surgery. Invest Urol 3:122-129 1965
10. Emmett JL, Gilbauch JT, Mc-Lean P : Fluid absorption during transurethral resection : Comparison of mortality and morbidity irrigating with water and nonhemolytic solutions. J Urol 101:884-889, 1969
11. Norris HT, Aasheim GM, Sherrard DJ, Tremann JA : Symptomatology, pathophysiology and treatment of the transurethral resection of the prostate syndrome. Br J Urol 45:420-427, 1973
12. Hahn RG, Stalberg HP, Gustafsson SA : Intravenous infusion of irrigating fluids containing mannitol and glycine with and without ethanol. J Urol 142:1102-105, 1989
13. Wang JME, Creel DJ, Wong KC : Transurethral resection of the prostate, serum glycine levels, and ocular potentials. Anesthesiology 70:36-41, 1989
14. Shepard RL, Kraus SE, Babayan RK, Siroky MB : The role of ammonia toxicity in the posttransurethral prostatectomy syndrome. Br J Urol 60:349-351, 1987
15. Hahn RG : Blood ammonia levels from absorption of irrigating fluid containing glycine and ethanol in transurethral surgery. Scand J Urol Nephrol 25:115-119, 1991
16. Logie JRC, Keenan RA, Whiting PH, Steyn H : Fluid absorption during transurethral prostatectomy Br J Urol 52:526-528, 1980
17. Baggish MS, Brill AIO, Posenweig B, Barbot JE, Indman PD : Fatal acute glycine and sorbitol toxicity during operative hysteroscopy. J Gy-necol Surg 9:137-143, 1993
18. Kirlbride CA, Frey RA : Experimental water intoxication in calves. J Am Vet Med 151:742-746, 1967
19. Desmond J : Serum osmolality and plasma electrolytes in patients who develop dilutional hyponatremia during transurethral resection. Can J Surg 13:116-121, 1970
20. Aasheim GM : Hyponatremia during transurethral surgery. Can Anaesth Soc J 20:274-280, 1973
21. Sacks SA : The transurethral resection syndromes. J Urol 40:1-7, 198 552.
22. 윤종병, 박남철 : 경요도적 전립선 절제술의 수술성적. 부산의대학술지 24:55-61, 1984
23. 박상근, 박노정 : 경요도적 전립선절제술의 합병증에 대한 임상적 고찰. 대한비뇨회지 29:103-109, 1988
24. Henderson DJ, Middleton RC : Coma from hyponatremia following transurethral resection of prostate. Urology. 15:267-271, 1980
25. Mahoney SA, Forsythe WE III, Persky L : Intraperitoneal extravasation of irrigant solutions. J Urol 94:276-281, 1965
26. Gibson EA, Counter DE, Barnes EG : An incident of water intoxication in calves. Veterinary Record 98:486-487, 1976
27. Njoge EM, Maribei JM, Mbugua PN : Pathological changes in calves that died from experimental water intoxication. Onderstepoort J Veterinary Research 64:111-114, 1997
28. Wakim KG : The pathophysiologic basis for the clinical manifestations and complications of transurethral prostatic resection. J Urol 106:719-728, 1971