

개에 있어서 實驗的 尿道閉鎖時的 心電圖 變化에 관한 研究

金湫喆 · 金南洙 · 崔仁赫 · 李浩一

全北大學校 獸醫科大學

緒 論

개의 尿道閉鎖는 尿結石이나 尿道炎 및 尿道주위의 腫瘍에 의한 압박, 수술후 부작용 등에 의해서 일어날 수 있으나^{9,12,13,16} 이중 가장 일반적인 원인이 되는 것은 소²⁰나 고양이^{15,21}에서와 마찬가지로 尿道結石에 기인되는 것으로 알려져 있다.^{1,3,9,14} 이와 같은 尿道閉鎖는 閉鎖정도에 따라 차이는 있으나 일반적으로 乏尿, 失尿, 腹部膨大 등 臨床症狀이 나타나고^{1,9,13,21} 完全閉鎖의 경우 48시간 이후에는 심한 尿毒症 증상과 허리를 구부리는 腹壁緊縮 등이 나타나고 일반적으로 65~70시간이면 膀胱破裂이 일어나거나 폐사하는 것으로 알려져 있다.^{2,5} 또한 尿道閉鎖가 일어났을 때 혈액상의 變化로는 BUN, creatinine, potassium, inorganic phosphorus 등의 증가가 나타나며^{4,7,22} 특히 膀胱이 破裂되었을 경우에는 BUN值가 100mg/dl 이상으로 나타난다고 보고되어 있다.⁵

동물의 생체내에서 potassium值가 상승(hyperkalemia)하였을 때에는 심장기능에 직접적인 영향을 미치게 되고 7~9.5mEq/L 수준에서는 心房停止가, > 9.5mEq/L 수준에서는 心停止에 이르게 되는 것으로 알려져 있다.⁶ 생체내에서 hyperkalemia가 일어났을 경우에는 心電圖(electrocardiograph; ECG)에 예민한 반응을 나타내어^{10,11,19,23} 心電圖의 變化狀으로 血液內 potassium值를 예측하고 위험정도를 파악하는데 임상적으로 많이 이용되고 있다.⁶ 따라서 尿道閉鎖時에 일어나는 혈액내 potassium值의 증가는 心電圖狀에 그 반응이 나타날 것으로 생각되며 또한 potassium值의 증가에 따른 心電圖狀의 變化가 尿道閉鎖의

진단이나 경과시간 및 위험정도를 파악하는데 임상적으로 중요한 자료가 될 것으로 생각된다.

이와같은 尿道閉鎖時에 일어나는 心電圖의 變化에 관한 연구는 산양²²과 고양이에서¹⁷ 尿道를 인공적으로 閉鎖하여 검토한 소수의 보고 외에는 이에 관련된 文獻을 찾아보기가 어렵다.

본 실험에서는 實驗的으로 개의 尿道를 閉鎖하고 시간이 경과함에 따라 일어나는 血液化學值의 變化와 心電圖의 變化를 測定하고 尿道閉鎖後 異狀變化가 일어나는 시기와 變化하는 정도, 心電圖의 變化와 血液化學值와의 관계 등을 검토하여 尿道閉鎖時의 診斷과 治療에 대한 자료를 얻고자 實施하여 약간의 성적을 얻었기에 보고하고자 한다.

材料 및 方法

實驗動物: 實驗動物은 6~12개월령이고 臨床調査와 血液檢査에서 健康하다고 인정되는 것으로 體重이 9kg~13kg(11.5±1.7)인 雜種犬 5頭를 이용하였다. 공시동물은 실험실시 1개월전에 內部寄生蟲驅蟲劑 2회 투여와 종합백신(DHPL)을 모두 접종하였으며 배합사료로 30일간 기초사육후 실험에 사용하였다.

尿道閉鎖方法: 尿道閉鎖方法은 penis주위를 삭모, 소독한 다음 절개예정선의 皮膚를 1% lidocaine hydrochloride로 국소마취하고 球尿道腺 후방부위의 皮膚를 약 3cm 길이로 절개하고 尿道를 노출, 분리하였으며, 수술용 봉합사(silk 8호)를 사용하여 尿道를 固定結紮法으로 閉鎖시켰다. 閉鎖시기는 아침섭식후 오

전중에 실시하였고 閉鎖後 사료와 飲料水는 자유급 식토록 하였다.

心電圖 測定: 心電圖(Cardimax, Fukuda Co., 日本)는 標準肢誘導를 測定하였으며 尿道閉鎖前을 기준치로 測定하고 尿道閉鎖後 6시간 間隔으로 66시간까지 測定하였다. 心電圖의 판독은 P, QRS complex, PR(Q), QT間隔을, 電位로는 P, R, QRS complex, ST junction 및 T파를 매 測定時마다 10개(episode) 이상을 測定하였다.

血液化學值 檢査: 心電圖의 측정시간과 마찬가지로 尿道閉鎖後 6시간 間隔으로 66시간까지 血液을 採取하였으며 血液은 實驗動物의 頸精脈에서 10mℓ를 採取한후 건조 멸균한 시험관에 정치하여 血清을 분리시켰다.

BUN과 creatinine測定을 위한 혈청은 즉시 사용하고 potassium과 sodium測定을 위한 혈청은 -20°C 로 냉동시킨후 1주이내에 사용하였다. BUN測定은 Urease-Indophenol法으로 creatinine測定은 Jaffe法으로 진단용 Kit(Asan Co.)와 Spectrophotometer(CECIL, Model-CE 343)를 사용하였고 potassium과 sodium은 Fla-

me photometer(Beckman, Model-6520)로 測定하였다.

臨床症狀: 臨床症狀은 閉鎖後 異狀症狀이 발견되는 것만을 기록하였다.

結 果

공시된 5頭의 개에 대하여 實驗적으로 尿道를 閉鎖시킨후 시간의 경과에 따른 心電圖, 血液化學值 및 臨床症狀 소견에 대한 結果는 다음과 같다.

心電圖 變化: 尿道閉鎖後 시간경과에 따라 測定한 心電圖에서 각 心電圖에 나타난 電位測定은 P, R, QRS complex, ST junction 및 T파에 대하여 그리고 間隔에 대해서는 P, PR(Q), QRS complex, QT에 대하여 測定한 結果는 다음과 같다(Table 1, 2. Fig. 1).

가. 電 位:

① P파: 閉鎖時間이 경과함에 따라 전반적으로 저하하는 경향을 나타냈으며 閉鎖前 $0.130 \pm 0.008\text{mV}$ 에서 閉鎖後 66시간에는 $0.094 \pm 0.017\text{mV}$ 로 閉鎖前에 비하여 0.036mV 의 차이로 27.7% 감소와 매 測定時마다(6시간間隔) 平均 0.003mV 저하를 나타냈다(Ta-

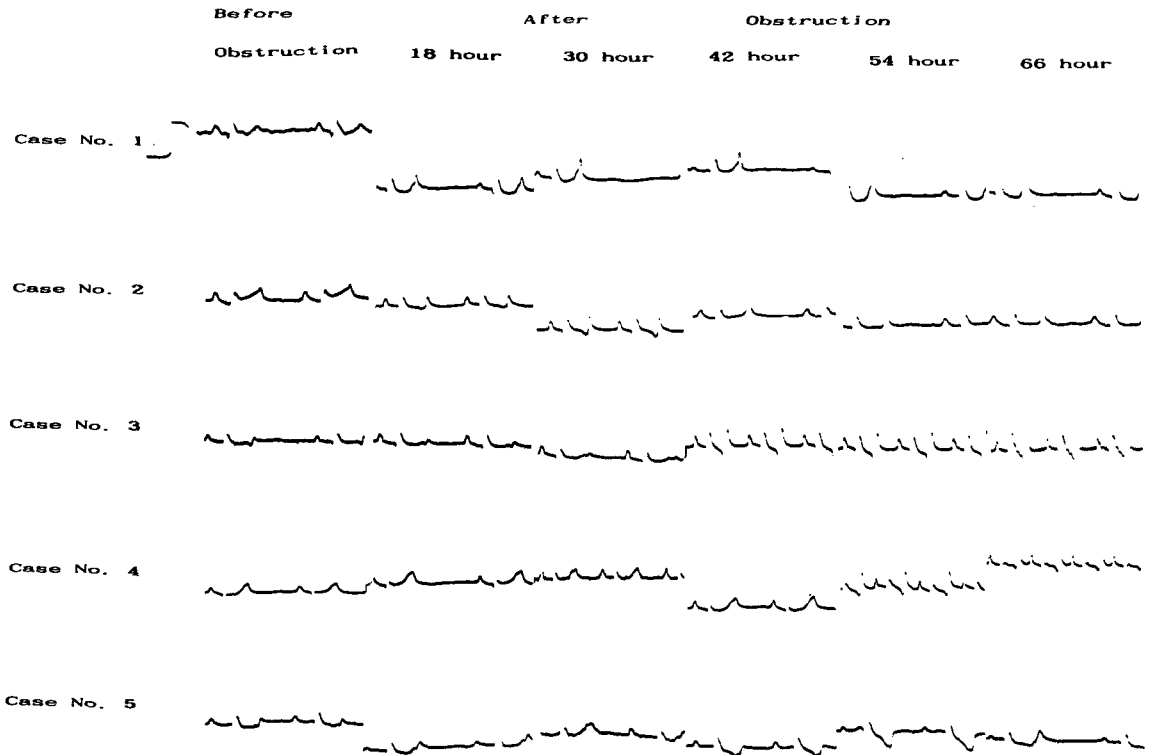


Fig. 1. Changes of E.C.G.(Lead II) after urethral obstruction.

ble 1). 또한 閉鎖後 30시간 이전에는 0.0058mV의 저하로 매 測定時마다 平均 0.0012mV의 저하를 보였으나 30시간 이후에는 0.03mV의 저하와 매 測定時마다 平均 0.005mV저하로서 30시간 이전에 비하여 4배이상의 저하를 나타냈다(Fig. 2). 그러나 유의성 있는 감소를 나타낸 것은 P파 電位가 0.104 ± 0.0182 mV로서 0.026mV의 저하와 20%의 감소를 나타낸 閉鎖後 54시간 이후였다(Table 1).

② R파 : 閉鎖前 1.724 \pm 0.0479mV에서 閉鎖後 66시간에 2.422 \pm 0.0757mV로 閉鎖前에 대하여 0.698mV의 상승과 40.5%의 증가율을 나타냈으나 유의성 있는 상승은 아니었다(Table 1). 閉鎖後 30시간 이전에는 0.18mV의 상승과 매 測定時마다 平均 0.036mV의 상승을 나타냈으나 閉鎖後 30시간 이후에는 매 測定時마다 平均 0.518mV의 상승과 매 測定時마다 平均 0.086mV의 상승을 나타내어 30시간 이전에 비하여 2배이상의 상승을 나타냈다.

③ QRS complex : 閉鎖後 1.80 \pm 0.206mV에 대하여

閉鎖後 66시간에는 2.54 \pm 1.50mV로 閉鎖前에 대하여 0.74mV(41.1%)의 상승을 나타냈으나 유의성 있는 상승은 없었다(Table 1). 그러나 閉鎖後 30시간 이전에는 0.11mV의 상승과 매 測定時마다 平均 0.022mV로 12.2%의 증가율을 나타냈으나 30시간 이후에는 0.6mV의 상승과 33%의 증가율로 2.7배의 증가율을 나타냈다.

④ T파 : 閉鎖前 0.193 \pm 0.043mV에서 閉鎖後 66시간에 0.744 \pm 0.147mV로 閉鎖前에 대하여 0.551mV의 상승과 285.5%의 높은 증가율을 나타내고 있었으나 유의성 있는 상승은 T파 電位가 0.426 \pm 0.146mV이고 閉鎖前에 비하여 0.233mV의 상승과 120.7%의 증가율을 나타낸 閉鎖後 54시간 이후부터 나타나기 시작했다(Table 1). 이와같은 상승경향은 30시간(0.234 \pm 0.060mV) 이전에는 0.041mV의 상승과 21%의 증가율을 나타내고 매 測定時마다 平均 0.0082mV의 상승과 4.2%의 증가율을 나타냈으나 30시간 이후에는 높은 상승을 나타내어 매 測定時마다 平均 0.085mV

Table 1. Changes in Amplitude of ECGs after Urethral Obstruction (unit : mV)

Wave	Before	Time after urethral obstruction								
	obstruction	6hr	18hr	30hr	36hr	42hr	48hr	54hr	60hr	66hr
P	0.1298 ± 0.0076	0.1380 ± 0.0421	0.1300 ± 0.0464	0.1240 ± 0.0456	0.1420 ± 0.0249	0.1260 ± 0.0404	0.1240 ± 0.0251	0.1040 $\pm 0.0182^{**}$	0.1020 $\pm 0.092^{**}$	0.940 $\pm 0.0167^{**}$
QRS	1.80 ± 0.206	2.03 ± 1.27	1.81 ± 1.19	1.91 ± 1.16	2.12 ± 1.32	2.06 ± 1.13	2.27 ± 1.26	2.08 ± 1.27	2.39 ± 1.36	2.54 ± 1.50
T	0.193 ± 0.0425	0.2520 ± 0.0968	0.270 ± 0.100	0.2340 ± 0.0602	0.318 ± 0.118	0.322 ± 0.116	0.322 ± 0.116	0.426 $\pm 0.146^{**}$	0.5280 $\pm 0.0642^{**}$	0.744 $\pm 0.147^{**}$
ST/J	-0.01 ± 0.006	-0.0120 ± 0.0365	-0.0118 ± 0.0264	-0.0082 ± 0.0183	-0.0022 ± 0.0049	-0.004 ± 0.0057	-0.002 ± 0.0102	-0.0038 ± 0.0085	-0.0044 ± 0.0098	-0.0038 ± 0.0085
R	1.724 ± 0.479	1.818 ± 0.329	1.796 ± 0.631	1.9040 ± 0.432	2.078 ± 0.689	1.944 0.911	2.168 ± 0.601	1.928 ± 0.827	2.418 ± 0.725	2.422 ± 0.757

* : (p<0.05), ** : (p<0.01).

Table 2. Changes in Interval of ECGs after Urethral Obstruction (unit : sec)

Wave	Before	Times after urethral obstruction								
	obstruc	6hr	18hr	30hr	36hr	42hr	48hr	54hr	60hr	66hr
P	0.023 ± 0.0052	0.0222 ± 0.0033	0.0242 ± 0.0034	0.0236 ± 0.0021	0.0260 ± 0.0024	0.0254 ± 0.0065	0.0218 ± 0.0087	0.0230 ± 0.0070	0.0232 ± 0.0050	0.0206 ± 0.0051
QRS	0.03 ± 0.0041	0.0334 ± 0.0092	0.0330 ± 0.0102	0.0358 ± 0.0107	0.0368 ± 0.0103	0.0396 ± 0.0065	0.0398 ± 0.0076	0.0416 $\pm 0.0054^{**}$	0.0462 $\pm 0.0032^{**}$	0.0494 $\pm 0.0037^{**}$
PR	0.0798 ± 0.0115	0.1082 ± 0.0619	0.1198 ± 0.0258	0.1360 $\pm 0.0114^{**}$	0.1380 $\pm 0.0217^{**}$	0.1520 $\pm 0.0192^{**}$	0.1540 $\pm 0.0167^{**}$	0.1660 $\pm 0.0207^{**}$	0.1800 $\pm 0.0158^{**}$	0.1840 $\pm 0.0114^{**}$
QT	0.1892 ± 0.0265	0.1898 ± 0.0231	0.1914 ± 0.0245	0.2036 ± 0.0160	0.1802 ± 0.0237	0.2044 ± 0.0114	0.1934 ± 0.0398	0.1988 ± 0.0408	0.1872 ± 0.0411	0.1746 ± 0.0358

* : (p<0.05), ** : (p<0.01).

의 상승과 44.04%의 증가율을 나타냈다. 이와같은 증가율은 閉鎖後 30시간 이전에 비하여 10배 이상인 것으로 나타났다(Fig. 2). 또한 2예에서 閉鎖前 二相性(biphasic)이 나타났고 閉鎖時間이 경과함에 따라 파형에서의 첨예화는 閉鎖後 30시간에는 1예에서, 42시간에는 2예에서, 54시간에는 4예에서 관찰되었다(Fig. 1).

⑤ ST junction : 閉鎖前 -0.01 ± 0.006 mV에서 閉鎖後 66시간에는 0.0038 ± 0.009 mV의 상승을 나타냈으나 유의성 있는 차이는 없었으며 이와같은 상승은 정상 범위인 0.2mV이내에 있었다(Table 1).

나. 間 隔 :

① QRS complex : 閉鎖前 0.03 ± 0.004 초에서 閉鎖後 66시간에는 0.0494 ± 0.004 초로 0.0194초가 연장되어 매 測定時마다 平均 0.0176초의 연장과 5.9%의 증가율을 나타내고 있었으며 閉鎖後 42시간 이후부터는 0.0396 ± 0.0065 초로서 閉鎖前에 비하여 0.0096초의 차이와 32%의 유의성 있는 증가율을 나타내고 있었다(Table 2). 閉鎖後 30시간 이전에는 0.0058초의 연장과 매 測定時마다 平均 0.0012초의 연장과 4%의 증가율을 나타냈으나 閉鎖後 60시간 이후에는 0.0136초의 연장과 매 測定時마다 0.0027초의 연장과 9%의 증가율을 나타내어 30시간 이전에 비하여 2배이상의 증가율을 나타내고 있었다(Fig. 2).

② PR(Q) : 閉鎖前 0.107 ± 0.003 초에 閉鎖後 66시간에는 0.184 ± 0.0114 로서 0.077초의 많은 연장과 매 測定時마다 0.007초로 6.5%의 증가율을 나타내고 있었으며(Table 2), 閉鎖後 30시간부터 0.136 ± 0.0114 초로 0.029초의 연장과 27%의 증가율로 유의성 있는 연장을 인정할 수 있었다. 이와같은 변화는 30시간 이전에는 매 測定時마다 5.4%, 30시간 이후에는 7.

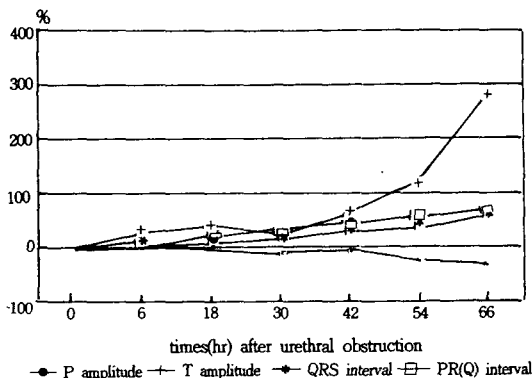


Fig. 2. Change rate in ECG after urethral obstruction.

5%의 증가율을 인정할 수 있었다(Fig. 2).

③ P 및 QT : P파의 간격은 전반적으로 變化를 나타내지 않았으며 閉鎖前 0.023 ± 0.0052 초에서 閉鎖後 36시간에 0.026 ± 0.0024 초로 최대의 연장을, 66시간에 0.0206 ± 0.0051 초로 최소의 단축을 나타내고 있었으나 유의성 있는 變化를 인정할 수 없었다 (Table 2).

QT間隔에 있어서도 閉鎖前 0.1892 ± 0.0265 초부터 閉鎖後 66시간에는 0.1746 ± 0.0356 초로 0.0146초(7.7%)의 단축이 있었고, 42시간에는 0.2044 ± 0.0114 초로 최대의 연장을 나타냈으나 유의성 있는 變化를 인정할 수 없었다(Table 2).

血液化學値의 變化 : 尿道閉鎖後 시간경과에 따라 BUN, potassium, creatinine, sodium値를 測定한 결과는 다음과 같다(Table 3).

가. BUN : 閉鎖前 15.86 ± 1.38 mg/dl에서 閉鎖後 66시간에는 118.9 ± 12.1 mg/dl로 103.04 mg/dl의 상승과 매 測定時마다 平均 10.3041 mg/dl의 상승을 나타내고 있었다. 이와같은 상승 變化는 閉鎖後 30시간(26.5 ± 13.6 mg/dl) 이후부터 유의성 있는 상승을 나타내기 시작하였다.

즉, 閉鎖後 30시간 이전에는 10.64 mg/dl의 상승과 매 測定時마다 平均 2.66 mg/dl의 상승을 나타내고 있었으나 유의성 있는 상승을 나타낸 30시간부터 66시간 사이에는 9.24 mg/dl의 상승과 매 測定時마다 平均 15.64 mg/dl (시간당 2.61 mg/dl)의 상승을 나타내어 30시간 이전보다 5.8배의 상승을 나타내고 있었다(Fig. 3).

나. Potassium(K) : 血液內 potassium은 閉鎖前 4.628 ± 0.235 mEq/L에서 閉鎖後 42시간에는 5.104 ± 0.587 mEq/L로서 유의성 있는 變化가 나타나지 않았으나 48시간에는 5.402 ± 0.512 mEq/L로 0.744 mEq/L의 상승과 16.7%의 증가율을, 66시간후에는 7.284 ± 0.753 mEq/L로 2.656 mEq/L의 상승과 57.4%의 증가율을 나타내어 고도로 유의성 있는 상승을 나타냈다(Table 3). 또한 potassium値의 상승이 나타나기 시작한 것은 閉鎖後 30시간(4.900 ± 0.675 mEq/L)이었으며 이것은 閉鎖後 30시간 이전에는 0.272 mEq/L의 상승과 매 測定時마다 平均 0.054 mEq/L의 상승을 나타낸 것에 비하여 30시간 후부터 66시간 사이에는 2.384 mEq/L의 상승과 매 測定時마다 平均 0.397 mEq/L(시간당 0.066 mEq/L)의 상승을 나타내어 약 7배의 상승을 보여주고 있었다(Fig. 3).

Table 3. Changes of Chemical Values in Serum after Urethral Obstruction

	Before	Times after urethral obstruction								
	obstruction	6hr	18hr	30hr	36hr	42hr	48hr	54hr	60hr	66hr
Potassium	4.628	4.678	5.176	4.900	4.940	5.104	5.402	6.070	6.658	7.284
(mEq/L)	± 0.235	± 0.503	$\pm 0.392^*$	± 0.675	± 0.681	± 0.587	$\pm 0.512^*$	$\pm 0.372^{**}$	$\pm 0.573^{**}$	$\pm 0.753^{**}$
Creatinine	0.7940	1.654	1.758	1.788	2.074	2.55	3.66	5.21	7.474	9.272
(mg/d l)	± 0.098	± 0.230	± 0.301	± 0.421	± 0.947	± 1.44	± 1.73	$\pm 1.75^*$	$\pm 0.871^{**}$	$\pm 0.943^{**}$
BUN	15.86	20.51	24.8	26.5	33.9	41.0	47.2	51.6	95.3	118.9
(mg/d l)	± 1.38	± 6.26	± 11.2	± 13.6	$\pm 12.0^*$	$\pm 13.0^*$	$\pm 20.4^*$	$\pm 11.1^{**}$	$\pm 16.2^{**}$	$\pm 12.1^{**}$
Sodium	143.2	151.00	146.40	145.80	145.0	144.0	142.40	141.00	142.80	142.60
(mEq/L)	± 3.27	± 8.00	± 6.58	± 5.97	± 4.47	± 5.66	± 4.56	± 3.67	± 3.90	± 4.45

* : (p<0.05), ** : (p<0.01).

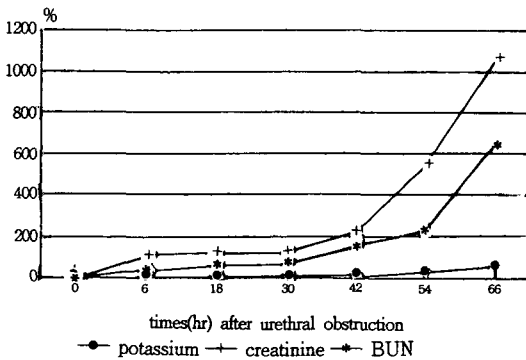


Fig. 3. Change rate of the levels of blood chemical after urethral obstruction.

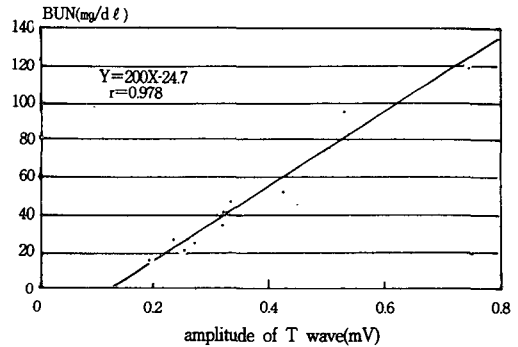


Fig. 5. Correlation with BUN values in serum and changes of T wave in ECG.

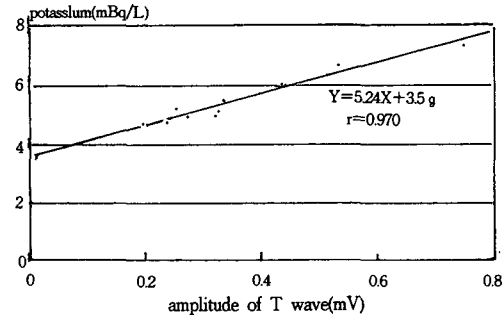


Fig. 4. Correlation with potassium values in serum and changes of T wave in ECG.

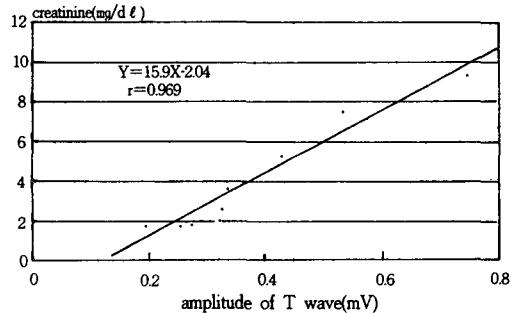


Fig. 6. Correlation with creatinine values in serum and changes of T wave in ECG.

다. Creatinine : 閉鎖前 0.794 \pm 0.098mg/dl 에서 閉鎖後 66시간에는 9.272 \pm 0.943mg/dl 로서 8.478mg/dl 의 높은 상승과 매 測定時마다 平均 0.848mg/dl (시간당 0.141mg/dl) 의 상승을 나타내고 있었다(Table 3). 또한 閉鎖後 30시간에는 1.788 \pm 0.421mg/dl 로 매 測定時마다 平均 0.251mg/dl 의 상승을 나타내어 유의성 있는 상승이 나타나지 않았으나 54시간 후에는 5.21 \pm 1.75mg/dl 로 閉鎖前에 비하여 4.416mg/dl 의 상승

과 556.2%의 높은 증가율로서 유의성 있는 상승을 나타냈고 66시간 후에는 9.272 \pm 0.943mg/dl 로서 閉鎖前의 creatinine 値에 비하여 8.478mg/dl 상승과 10배 이상의 증가율로 유의성 있는 상승을 나타냈다. 그러나 실제로 상승의 變化를 보이기 시작한 것은 閉鎖後 30시간 이후부터였다(Fig. 3).

라. Sodium : 閉鎖前 143.2 \pm 3.27mEq/L에서 閉鎖後 66시간에는 142.6 \pm 4.45mEq/L을 나타내어 0.6mEq/L-

L의 감소를 나타내고 있었으며 全般的으로 유의성 있는 變化를 인정할 수 없었다(Table 3).

心電圖의 變化와 血液化學值와의 關係: 心電圖의 각 파형의 變化와 血液化學值와의 變化에 대한 관계를 검토한 결과 心電圖에서 T파의 電位變化에 대하여 血液化學值의 BUN, potassium 그리고 creatinine 사이에 유의성 있는 상관관계가 인정되었다. 즉, T파의 電位가 0.1mV 상승할 때 potassium值는 0.524mEq/L($r=0.970$), BUN值는 20mg/dl ($r=0.978$), creatinine值는 1.59mg/dl ($r=0.969$)가 각각 상승하는 경향을 인정할 수 있었으며 또한 각 血液化學值 간에서도 BUN值가 1mg/dl 상승할 때 potassium值는 0.0257mEq/L($r=0.971$), creatinine值는 0.0789mg/dl ($r=0.981$)가 상승하는 경향을 인정할 수 있었고, potassium值가 1mEq/L 상승할 때 creatinine值는 3mg/dl ($r=0.986$)가 상승하는 경향이 있음을 인정할 수 있었다 (Fig. 4~6).

臨床症狀: 尿道閉鎖後 음식은 먹지않고 물만 약간 攝食하였으며 약간 불안하고 痛症을 느끼는 경향이 있었으나 30시간 이전에는 별다른 症狀은 인정되지 않았다. 閉鎖後 30시간 후부터 빈번한 排尿姿勢, 허리를 굽히고 매우 鬱한 姿勢를 하였으며 1예에서는 嘔吐를 하기 시작했다. 閉鎖後 48시간 후부터는 步行을 싫어하고 자주 橫臥姿勢를 취하며 하복부의 팽만감을 육안적으로 識別할 수 있었으며 접근시 심한 저항을 하였다. 閉鎖後 60시간 이후에는 全예에서 嘔吐症狀이 일어나고 수양성 血便과 함께 昏睡狀態에 이르렀다.

考 察

尿道閉鎖時에 일어나는 變化로는 BUN이나 creatinine, potassium, inorganic phosphorus 등의 血液化學值가 상승하며^{4,7,22} hyperkalemia가 있을 때 ECG에 민감한 反應을 나타내는 일들은^{10,11,19,23} 이미 잘 알려져 있는 사실들이다. 그럼에도 불구하고 尿道閉鎖時에 일어나는 心電圖의 變化에 대한 研究는 고양이¹⁷와 산양²²에서 소수의 報告가 있을뿐 개에 있어서는 이에 관련된 文獻을 찾아보기 어렵다. 따라서 實驗的으로 개의 尿道를 閉鎖시키고 이때 일어나는 血液化學值의 變化와 心電圖變化的 關係를 檢討하고 心電圖의 檢査를 통하여 尿道閉塞의 診斷이나 治療資料를 얻기 위하여 本 實驗을 수행한 結果, 心電圖

의 變化에서 현저한 T파電位의 상승과 첨예화, P파電位의 저하, PR(Q)과 QRS complex 間隔에서 유의성 있는 연장을 인정할 수 있었다. 이와같은 心電圖變化는 hyperkalemia에 있어서 많은 연구자들이 보고한^{10,11,19,23} 사실과 일치하나 개의 尿道閉鎖와 관련된 문헌을 찾아보기는 어려웠다. 다만 山羊에서 血液內 potassium值의 變化와 心電圖의 變化관계로 P파電位의 소실, T파電位의 상승과 첨예화, ST분절의 하강을 보고한 바 있다.²² 정상적인 血清內 potassium濃度는 報告者^{13,24}마다 다소 차이는 있으나 일반적으로 3.5~5mEq/L 정도이며 2~3mEq/L 이상 變化하면 명확한 臨床症狀이 나타나며 때로는 치명적일 수도 있다고 하였다.²⁴

본 실험에서 potassium值가 5mEq/L를 초과하기 시작한 것은 閉鎖後 42시간부터 였으며 48시간 이후부터는 유의성 있는 상승을 나타내어 54시간에는 6mEq/L를, 60시간에는 6.5mEq/L를, 66시간에는 7.0mEq/L를 초과하고 있었다(Table 3).

心電圖에서 P파의 電位가 유의성 있는 저하를 보인 것은 閉鎖後 54시간부터 였으며 이때는 potassium值가 6mEq/L를 초과했을 때였다. 또한 potassium值가 7.0mEq/L를 초과한 66시간후에는 P파의 電位는 $0.094 \pm 0.0167mV$ 로서 閉鎖前에 대하여 $0.0358mV$ 저하와 27.7%의 감소를 나타내고 있었다. 이와같은 尿道閉鎖時의 potassium值의 變化에 대한 結果는 hyperkalemia時에 있어서 potassium值가 7.0~8.5mEq/L에서 P파의 저하가 나타난다는 보고^{18,19}에 비하여 1mEq/L가 적은 6.07mEq/L에서 나타나기 시작했으며 Cornelius⁶가 밝힌 hyperkalemia時의 6.5~7.0mEq/L에서 P파의 평저화가 일어난다는 사실과 다소 차이가 있는것 같다.

Tilley¹⁹와 Surawicz¹⁸는 5.5mEq/L초과시부터 Cornelius⁶는 6.0~6.5mEq/L에서 T파의 첨예화와 상승이 hyperkalemia時에 가장 먼저 일어나는 心電圖의 變化라고 언급하였으나 본 실험에서는 54시간후 즉, potassium值가 6.07mEq/L를 초과한 시간부터 T파의 유의성 있는 상승이 나타나고 있었고 T파가 상승變化를 나타내기 시작한 것은 30시간(potassium值: $4.900 \pm 0.675mEq/L$)이후부터였다. T파의 첨예화는 閉鎖後 30시간에서는 1예, 42시간에서는 2예, 54시간에서는 4예만이 T파의 첨예화를 인정할 수 있었고 閉鎖前 二相性を 나타낸 2예중 1예는 potassium值가 7.0mEq/L를 초과한 66시간에도 二相性を 나타내

고 있었다. 따라서 T파電位の變化는 다른 보고자들이 hyperkalemia에서 보고^{18,19)}한 바와같이 T파의 상승이나 침예화는 인정할 수 있으나 이와같은 변화가 尿道閉鎖時에서는 가장 먼저 일어나는變化라고는 인정하기 어려웠다.

PR(Q)의 間隔은 Surawicz¹⁸⁾에 의하면 hyperkalemia時에 7.0mEq/L에서, Tilley¹⁹⁾는 6.5mEq/L에서부터 PR(Q)間隔이 연장된다고 하였으나 본 실험에서는 P-R(Q)間隔이 유의성 있는 연장을 나타낸 것은 閉鎖後 30시간(potassium值 : 4.900±0.675mEq/L)으로 가장 먼저 유의성 있는變化를 보이고 있었다. 閉鎖後 30시간의 PR(Q)間隔은 0.136±0.0011초로서 0.029초의 연장과 27%의 증가율을 나타냈으며 potassium值가 7mEq/L를 초과한 66시간에는 0.184±0.0114초로서 閉鎖前에 비하여 0.077초의 연장과 72%의 증가율을 나타내고 있었다.

QRS complex에 있어서 Tilley¹⁹⁾와 Surawicz¹⁸⁾는 potassium值가 6.5mEq/L를 초과할 때부터 QRS complex의變化가 나타나기 시작한다고 하였으나 본 실험에서 QRS complex間隔이 유의성 있는變化를 나타내기 시작한 것은 閉鎖後 42시간부터였으며 이때의 potassium值는 5.104±0.587mEq/L로서 hyperkalemia의 경우보다 약 1.5mEq/L가 낮을때부터 QRS complex間隔의 연장이 시작되었으며 이때의 QRS complex間隔은 0.0396±0.0065초로서 閉鎖前에 비하여 0.0096초의 연장과 32%의 증가율을 나타냈고 66시간 후에는 0.0494±0.0037초로 0.0194초의 연장과 64.7%의 증가율을 나타내고 있었다.

이상과 같이 개의 尿道閉鎖時에 증가하는 potassium值에 대한 心電圖의變化들이 유의성 있는 상승을 나타내기 시작한 것은 P파電位에서는 閉鎖後 42시간, T파電位에서는 54시간, PR(Q)間隔에서는 30시간, QRS complex間隔에서는 42시간으로 각각 나타나고 있었으나 실제로 이상과 같은 心電圖變化들이 상승 또는 연장을 나타내기 시작한 것은 Fig. 2, 3에서와 같이 閉鎖後 30시간부터였으며 이때의 potassium值는 4.900±0.675mEq/L이었다. 이와같이 閉鎖後 30시간 이후부터 potassium值나 心電圖의變化들이 나타나기 시작한 것은 膀胱內에 生理적으로 尿가貯留되는 기간으로 생각되며 尿道閉鎖後 尿毒症들이 나타나기 시작한 것도 閉鎖後 30시간부터로 생각된다. 따라서 尿道閉鎖後 30시간 이전에는 血液化學值的變化나 心電圖상의變化를 관찰할 수 없다는

사실을 인정할 수 있었다. 이와같은 사실들은 실제로 P파電位나 T파電位 및 QRS complex間隔이 閉鎖後 30시간을 尿毒症狀이 나타나는 시기로 간주하였을 경우에 30시간 이전에 비하여 2배에서 10배까지의 증가율을 나타낸 것과 Fig. 2, 3에서 나타난 바와같이 30시간 이후부터 血液內 BUN值나 creatinine值가 상승하기 시작한것이나 血液化學值들이 30시간 이전에 비하여 potassium, creatinine, BUN值가 각각 7배, 10배, 5.8배에 증가율로 변화한 것으로도 입증될 수 있다. 또한 臨床症狀에서 30시간 이후부터 빈번한 排尿姿勢나 침울한 증상을 나타내고 시간이 경과함에 따라 복부 팽만감과 痛症, 嘔吐症狀, 수양성 血便 등의 증상을 나타내고 있는 것으로도 확인될 수 있었다.

Tilley¹⁹⁾는 hyperkalemia時에 potassium值가 6.5mEq/L일때 부터 ST분절의 하강을 보고하였고, 崔 등²²⁾은 山羊의 尿道를 실험적으로 閉鎖한 결과 心電圖의變化로는 ST분절의 하강을 인정할 수 있었다고 보고하였으며, 崔²³⁾도 hyperkalemia時에 ST분절이 하강하였다고 하였으나 본 실험에서는 ST분절의變化나 하강은 나타나지 않았다. Tilley¹⁹⁾는 7mEq/L 이상일때 P파間隔의 연장을, Fox 등⁸⁾은 hyperkalemia時에 P파間隔의 연장을 언급하였으나 본 실험에서는 P파間隔의 연장을 인정할 수 없었다. 또한 Tilley¹⁹⁾는 개의 hyperkalemia時에 potassium值가 6.5mEq/L以上時 R파電位の 저하가 시작되고 Parks¹⁷⁾는 고양이의 尿道閉鎖에서 R파電位の 저하를 관찰하였다고 하였으나 본 실험에서는 오히려 상승하는 경향을 나타내고 있었고, Tilley¹⁹⁾는 potassium值가 7mEq/L 이상일때 QT間隔이 연장되었다고 하였고, Surawicz¹⁸⁾는 hyperkalemia時에 QT間隔이 정상이거나 단축된다고 하였으나 본 실험에서는 유의성 있는變化를 나타내지 않았다. 따라서 많은 연구자들이 보고한 血液內 potassium值 상승시 ST분절의 하강, P파間隔의 연장, R파電位の 저하, QT間隔의 연장은 본 실험결과와 상이한 변화를 나타내고 있었다.

이상과 같이 hyperkalemia時에 일어나는 心電圖의變化와 본 실험에서 개의 尿道閉鎖時에 나타났던 心電圖變化와의 차이는 尿道의 閉塞으로 인한 尿毒症의 다른 성분들의變化와 복합적인 관계에 의해서 차이를 나타낸 것으로 생각된다.

혈액내 化學成分值的變化에 있어서 potassium值의 증가 이외에도 BUN이나 creatinine值的 증가는 尿

毒症에서 일반적으로 알려져 있는 사실이다.^{4,7,22)} 본 실험에서도 BUN値는 36시간부터, creatinine値는 54시간부터 유의성 있는 變化를 인정할 수 있었으며, potassoum値가 閉鎖前에 비하여 閉鎖後 66시간에 $7.284 \pm 0.753 \text{mEq/L}$ 로 2.656mEq/L 의 상승과 74.2%의 증가율을 나타낸 것에 비하여 BUN値는 $118.9 \pm 12.1 \text{mg/dl}$ 로 103.04mg/dl 의 상승과 549.7%의 증가율을, creatinine値는 $9.272 \pm 0.943 \text{mg/dl}$ 로 8.478mg/dl 의 상승과 967.8%의 증가율을 각각 나타내고 있어 creatinine이 가장 높은 증가율을 보이고 있었다. 따라서 이들 變化와 心電圖의 T파의 상관관계를 검토한 결과 T파가 0.1mV 상승할때 potassoum値는 0.524mEq/L ($r=0.970$)가 증가하는데 반하여 BUN値는 20mg/dl ($r=0.978$), creatinine値는 1.59mg/dl ($r=0.969$)로 나타나 개의 尿道閉鎖時에 나타나는 혈액의 BUN値와 creatinine値도 potassoum値와 마찬가지로 유의성 있는 상관관계가 나타나고 있음을 인정할 수 있었다. 또한 본 실험에서는 potassoum値와 BUN, creatinine値 상호간에 유의성 있는 상관관계가 있는 것으로 나타나 개의 尿道閉鎖時에 potassoum이나 BUN, creatinine중 한가지만 측정하더라도 다른 성분도 상승하고 있음을 인정할 수 있거나 3가지 測定時에 나타나는 상승은 診斷의 확정자료로 인정할 수 있음을 시사하고 있었다.

結 論

尿道閉鎖時에 일어나는 心電圖의 變化와 血液化學値의 變化, 尿道閉鎖의 診斷과 치료자료를 얻기 위하여 실험적으로 尿道를 66시간동안 閉鎖시킨 5마리의 개에 대하여 閉鎖시간의 경과에 따라 心電圖 變化와 血液化學値를 검토한 결과 다음과 같은 結果를 얻었다.

1. 心電圖와 血液化學値 및 臨床症狀에서 異狀變化가 나타나기 시작한 것은 閉鎖後 30시간 이후부터였다.
2. 心電圖에 있어서 T파電位の 沈沒화와 현저한 상승, P파電位の 저하, PR(Q)과 QRS complex 間隔의 연장이 나타났다.
3. 血液化學値에 있어서 BUN, potassoum, creatinine의 현저한 상승이 있었고 이것은 T파電位の 상승과 유의성 있는 상관관계가 인정되었다.

參 考 文 獻

1. Archibald, J. and Owen, R. ap R.: Canine Surgery. American Veterinary Publications, Inc., Santa Barbara, (1974) pp. 696~701.
2. Bovée, K.C., Rosin, A. et al.: Text book of Small Animal Surgery. W.B. Saunders Co., Philadelphia, (1985) pp. 1732~1735.
3. Brown, S.G. and Greiner, T.P.: Current Techniques in Small Animal Surgery. Lea & Febiger, Philadelphia, (1975) pp. 228~237.
4. Burrows, C.F. and Bovée, K.C.: Characterization and Treatment of Acid-Base and Renal Defects Due to Urethral Obstruction in Cats. J. Am. Vet. Med. Assoc., (1978) 172: 801~805.
5. Burrows, C.F. and Bovee, K.C.: Metabolic changes Due to Experimentally Induced Rupture of the Canine Urinary Bladder. Am. J. Vet. Res., (1974) 35: 1083~1088.
6. Cornelius, L.M.: Pathophysiology in Small Animal Surgery. Lea & Febiger, Philadelphia, (1981) pp. 23~26.
7. Finco, D.R. and Cornelius, L.M.: Characterization and Treatment of Water, Electrolyte and Acid-Base Imbalances of Induced Urethral Obstruction in the Cat. Am. J. Vet. Res., (1977) 38: 823~830.
8. Fox, P.R. and Rhett Nichols, C.E.: Canine and Feline Cardiology. Churchill Livingstone, New York, (1978) pp. 573~574.
9. Gambardella, P.C. and Archibald, J.: Canine and Feline Surgery. American Veterinary Publications, Inc., Santa Barbara, (1984) pp. 427~431.
10. Goldman, M.J.: Principles of Clinical Electrocardiography. LANGE Medical Publications, Los Altos pp. 208~209.
11. Grauer, G.F.: Current Veterinary Therapy. W.B. Saunders Co., Philadelphia, (1989) pp. 128~130.
12. Jones, B.R.: Text of Veterinary Internal Medicine. W.B. Saunders Co., Philadelphia, (1983) pp. 1888~1890.
13. Lage, A.L.: Handbook of Small Animal Practice. Churchill Living stone, New York, (1988) pp. 599~601.
14. Lees, G.E.: Clinical Signs and Dignosis in Small Animal Practice. Churchill Livingstone, New York, (1988) pp. 565~576.
15. Osborne, C.A., Caywood, D.D. et al.: Current Veterinary Therapy X. W.B. Saunders Co., Philadelphia, (1989) pp. 1209~1213.
16. Osborne, C.A., Polzin, D.J. et al.: Current Veterinary Therapy IX. W.B. Saunders Co., Philadelphia, (1986) pp. 1196~1198.
17. Parks, J.: Electrocardiographic Abnormalities from Serum Electrolyte Imbalance Due to Feline Urethral Obstruction. J. Am. Anim. Hosp. Assoc., (1975) 11: 102.

18. Surawicz, B. : Relationship between Electrocardiogram and Electrolytes. *Am. Heart J.* (1967) 73 : 814~834.
19. Tilley, L.P. : *Essentials of Canine and Feline Electrocardiography : Interpretation and Treatment.* Lea & Febiger, Philadelphia, (1985) pp. 178~179.
20. Udall, R.H. and Jensen, R. : *Veterinary Medicine.* Bailliere Tindall, London, (1989) pp. 402~408.
21. Wright, F.S. and Howards, S.S. : *Text book of Veterinary Internal Medicine.* W.B. Saunders Co., (1989) pp. 2032~2036.
22. 최민철, 성재기 : 실험적으로 노도폐쇄를 유발시킨 산양의 임상증상과 혈액화학치에 대하여. *Seoul Univ. J. Vet. Sci.*, (1981) 6 : 123~135.
23. 최윤식 : 임상심전도학. 서울대학교 출판부, (1988) pp. 201~202.
24. 한홍을, 이정길, 이창우 : 수의임상병리. 기전연구사, (1985) pp. 241.

Studies on Changes of ECG in Dogs with Experimental Obstruction of Urethra

Choo-Cheol Kim, D.V.M., M.S., Nam-Soo Kim, D.V.M., M.S., In-Hyuk Choi, D.V.M., Ph.D.
and **Ho-Il Lee, D.V.M., Ph.D.**

College of Veterinary Medicine, Chonbuk National University

Abstract

Experimental obstruction of urethra was induced for 66 hours on 5 male dogs to determine the diagnostic value of ECG and blood chemical values.

The results obtained in the examination were summarized as follows ;

1. Changes of ECG, blood chemical values and clinical sings were observed from 30 hours after urethral obstruction.
2. In ECG, the peaked and amplitude of T wave were increased remarkably. P wave were decreased, and intervals of PR(Q) and QRS complex were prolonged after urethral obstruction.
3. The levels of BUN, potassium, creatinine in serum after urethral obstruction were increased remarkably and correlation between these levels and the increase of amplitude in T wave were recognized to be significant.