

高窒素血症ネコのクリアランス試験よりみた腎機能について

出口栄三郎

(家畜病院)

昭和60年8月8日 受理

Renal Function in Normal and Azotemic Cats

Eisaburo DEGUCHI

(Veterinary Hospital)

緒 言

高窒素血症とは、腎臓排泄能低下により尿素窒素およびクレアチニンが生体内に停滞し、血中尿素窒素(Blood Urea Nitrogen: 以下 BUN) および血清クレアチニン濃度が、いずれも正常値より高い値にある状態を意味する。このため、高窒素血症となる原因の多くは腎臓疾患によるが、必ずしも腎臓そのものの疾患によるものだけではなく、腎臓排泄能が低下する他の原因も高窒素血症となりうる。それゆえ、高窒素血症の分類は腎臓を中心として腎前性、腎性および腎後性に大別され、分類された各高窒素血症の病態生理も異なってくる。

一方、高窒素血症と診断される血清成分の尿素窒素は、肝臓においてアンモニア解毒処理機構により生成され(尿素サイクル)⁶⁾、またクレアチニンは筋収縮作用時に筋細胞内でクレアチンから生成される⁶⁾。尿素窒素およびクレアチニンはいずれも生体内では無害物質であるが、尿素窒素およびクレアチニンの血中濃度の上昇は同時に、正常時にはほとんど認めない guanidino succinic acid をはじめとする guanidino 誘導体など、尿毒性物質と総称される各種有毒物質の上昇(生体内蓄積)を意味している^{1,8)}。このために、BUN および血清クレアチニンの濃度は尿毒症状態の指標としても位置づけられている¹¹⁾。

ところで、ネコで高窒素血症を示し、臨床的に嗜眠、食欲廃絶および嘔吐など尿毒症症状が認められる症例はまれではなく、日常診療の中でよく遭遇する多発疾病のひとつである。とくに近年、ネコの飼育環境衛生の向上とワクチンの開発・普及により、ヒトと同様に、ネコも高齢化の傾向が高まり、これに伴ってネコの老

齢疾患のひとつとして腎臓疾患は重視されている⁷⁾。一方、高窒素血症動物の病態生理機構の解明に関係した報告は、小動物のうちイヌではヒトのパイロットアニマルとしての歴史的背景もあって数多くみられるが、ネコではその解明は遅れている^{9,10)}。

今回、高窒素血症ネコの腎臓機能を知る目的で、症例をもとに腎クリアランス試験を実施したので、得られた知見について報告する。

材 料 と 方 法

1. 症例の臨床学的所見と生前診断

症例は1983年1月から8月までに、本学部附属家畜病院に来院した雄ネコ9例であり、初診時の臨床症状、血液所見、尿所見および診断は Table 1 および Table 2 に示した。すなわち、症例1および症例2はそれぞれ膀胱炎および膀胱結石を原因とした尿道閉塞ネコ、症例3はネコ伝染性鼻気管炎に長期間罹患していたネコで、尿所見では蛋白尿排出、尿円柱の多数出現および尿比重低下を特徴とし、本疾患に継発した腎臓全域(糸球体、尿細管、腎盂)の疾患と診断したネコ、症例4は尿所見において尿円柱、膀胱粘膜移行上皮深層細胞、赤血球および白血球の多数出現を認め、腎糸球体～尿細管上部の障害と膀胱炎の併発と診断したネコ、さらに、症例5、6、7、8および症例9はいずれの症例も尿所見では尿比重低下、白血球および細菌の増加を特徴とし、腎盂腎炎と診断したネコである。腎盂腎炎と診断したネコのうち、症例7、8および9は Arg- Vasopressin (抗利尿ホルモン: ADH) を1頭あたり5～10単位皮下注射した後にも尿比重の上昇は認められず、腎性尿崩症であることが確認された。

いずれの症例も、BUN および血清クレアチニン濃度は高値で高窒素血症を示し、このため、初診時の共通する主訴は全症例ともに、頻発する嘔吐と食欲廃絶であり、重度の尿毒症を呈していた。また腎盂腎炎と

本論文の要旨は昭和58年度日本臨床獣医学会(九州および全国大会)において発表した。

Table 1. Clinical signs and blood examination in azotemic cats

	Case 1	Case 2	Case 3	Case 4	Case 5	Case 6	Case 7	Case 8	Case 9	Mean \pm S.D.
Age, years old	2	3	2	5	8	3	13	4	10	5.6 \pm 3.9
Sex	Male	Male	Male	Male	Male	Male	Male	Male	Male	
Body weight, Kg	4.1	4.8	3.0	4.2	3.2	4.2	3.3	3.9	3.0	3.7 \pm 0.6
Body temperature, °C	35.2	37.4	38.2	37.6	37.8	36.4	34.6	37.7	38.3	37.0 \pm 1.3
Clinical sign*	ACD	AD	AB	AB	AD	ABC	ABE	AB	ABE	
Blood examination										
RBC, $\times 10^4$ /ul	1030	708	1080	647	835	950	564	439	549	756 \pm 229
WBC, $\times 10^2$ /ul	260	348	584	257	225	450	108	130	215	286 \pm 152
PCV, %	39	40	51	28	36	43	25	24	35	35.7 \pm 8.9
TP, g/dl	10.2	8.4	11.2	8.2	10.5	7.0	10.1	9.6	10.0	9.5 \pm 1.3
Creatinine, mg/dl	4.01	4.91	1.89	6.76	4.54	5.85	8.02	4.94	4.68	5.07 \pm 1.73
Urea N, mg/dl	162.1	73.7	91.1	160.8	179.6	179.6	174.4	105.7	128.0	139.4 \pm 40.8
Sodium, mEq/l	153.0	147.2	127.5	142.9	158.4	121.1	147.6	145.5	145.8	143.2 \pm 11.78
Potassium, mEq/l	4.37	4.91	5.00	7.04	4.56	2.63	4.70	3.29	3.27	4.42 \pm 1.29
GOT, KU/l	60.6	33.6	25.5	613.0	45.1	130.9	54.8	29.8	47.4	115.6 \pm 189.1
GPT, KU/l	84.3	39.5	57.5	183.0	112.1	186.8	50.3	19.6	59.8	88.1 \pm 60.8
Alk. phos., K-AU/l	1.21	2.60	1.00	1.30	1.80	1.80	0.50	0.70	1.01	1.32 \pm 0.65

* Clinical sign: A, Vomiting; B, Anorexia; C, Lethargy; D, No-excretion of urine; E, Polyuria

Table 2. Urinalysis and diagnosis in azotemic cats

	Case 1	Case 2	Case 3	Case 4	Case 5	Case 6	Case 7	Case 8	Case 9
Urinalysis									
pH	6.0	6.5	6.0	6.0	5.5	5.5	6.0	6.0	6.0
Protein	+	++	+++	++	+	+	+	++	++
Glucose	N* ¹	N	N	N	N	N	N	N	N
Hemoglobin	+++	++	N	+++	+	N	N	N	+
Urobilinogen	Normal	Normal	Normal	Normal	Normal	Normal	Normal	Normal	Normal
Bilirubin	N	N	N	N	N	N	N	N	N
Specific gravity	1.023	1.024	1.010	1.020	1.011	1.006	1.009	1.008	1.015
Sediment									
Crystals	N	N	N	N	N	N	N	N	N
Erythrocyte	+++		N	+++	+	N	N	N	+
Leukocyte	+		+	++	++	+	N	+	+++
Cast	N		P* ²	P	N	N	N	P	N
Epithelium cell	P		P	P	P	P	P	N	P
Bacteria	P		P	P	P	P	P	N	P
Arg.-vasopressin test							N	N	N
Diagnosis* ³	A	A	B, D	B, C	D	D	D	D	D, C

*¹; Negative

*²; Positive

*³; A, Urethral obstruction; B, Glomerulonephritis; C, Cystitis; D, Pyelonephritis

診断した症例全例では、皮膚復元性が弱くかつ消瘦著明で脱水がかなり進行していた。一方、尿道閉塞ネコの2症例は、膀胱内尿充満による明らかな腹囲膨隆が外観上からも認められた。

各症例の転帰は、症例1, 2および5は初診後それぞれ10日後、6日後および26日後に治癒し退院したが、残りの症例は初診後1～6日目に死亡している。

2. 腎クリアランス試験方法

腎クリアランス試験は、ヒトでの常法¹²⁾に準じて

60分間法（簡便法）により実施した。その概要はFig. 1に示した。すなわち、まず、症例ネコの陰茎亀頭の尿道開口部より膀胱カテーテル（小児用栄養カテーテル：テルモ仁丹製）を膀胱内に挿入し、膀胱尿を完全に排尿した。この時の時刻を記録した（クリアランス開始時刻）。クリアランス開始約30分後に、頸静脈より血液約5mlを採取した。ついでクリアランス開始約60分後に、膀胱尿をカテーテルを通して完全採尿し、再びその時刻を記録した（クリアランス終了

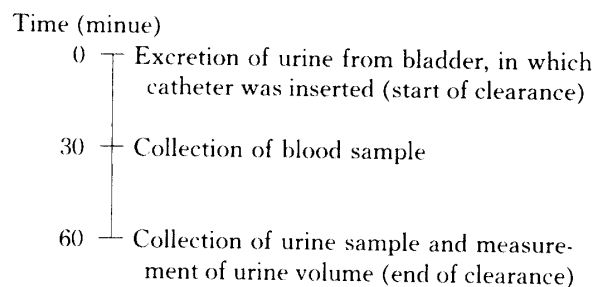


Fig. 1 Procedure of renal clearance test.

時刻).

また、正常ネコにおけるクレアチニン・クリアランス値および尿素・クリアランス値を得る目的で、正常雄ネコ 6 例、体重 3.84 ± 0.33 (平均値 \pm SD) kg, を用いて前述した同様の方法により腎クリアランス試験を実施した。

3. 測定項目と測定方法

採取した血液は $1,600 \text{ g} \times 15$ 分間遠心分離した後、血清を得た。また、採取した尿は尿量を測定した。血清および尿は、それぞれ、尿素窒素、クレアチニン、Na および K の各濃度を測定した。測定方法は、尿素窒素濃度はジアセチルモノオキシム・チオセミカルバジド超微量直接比色定量法²⁾、クレアチニン濃度は Folin-Wo 変法、また Na および K の濃度は電位差法 (Na-K Analyzer: 常光製) によった。

クレアチニン、尿素窒素、Na および K の腎クリアランス値は次式により求めた。

$$\text{クリアランス値} = \frac{\text{尿中濃度} \times \text{分時尿量}}{\text{血清中濃度} \times \text{体重}}$$

ただし、

クリアランス値: ml 血清/min/kg 体重

尿中濃度、血清中濃度: mg/dl, mEq/l

分時尿量: ml/min

体重: kg

とくに、上記式で得られたクレアチニン・クリアランス値は腎臓での糸球体口過量 (glomerular filtration rate; 以下 GFR) を示している⁵⁾。

また、各物質が腎糸球体で 1 分間に口過された量は次式により求めた。

物質の糸球体での口過量 (mg/min, mEq/min) = 物質の血清中濃度 (mg/ml, mEq/l) \times GFR (ml 血清/min/kg 体重)

さらに、各物質が腎糸球体で口過された後、尿細管～集合管で再吸収を受ける割合 (腎再吸収率) は次式

により求めた。

物質の再吸収率

$$= \frac{\text{物質の糸球体での口過量} - \text{物質の尿中排泄量}}{\text{物質の糸球体での口過量}} \times 100 (\%)$$

ただし、

物質の糸球体での口過量: mg/min, mEq/min

物質の尿中排泄量 ; mg/min, mEq/min

成績と考察

1. 腎クリアランス試験

症例ネコ 9 例における腎クリアランス試験成績は Table 3 に示した。

Table 3. Results of renal clearance test in azotemic cats

Body weight, Kg	$3.78 \pm 0.59^*$
Blood serum	
Creatinine, mg/dl	4.949 ± 1.843
Urea N, mg/dl	137.2 ± 39.8
Sodium, mEq/l	143.2 ± 11.78
Potassium, mEq/l	4.42 ± 1.29
Value of clearance	
Creatinine, ml/min./Kg of BW	0.850 ± 0.465
Urea N, ml/min./Kg of BW	0.658 ± 0.598
Sodium, ml/min./Kg of BW	0.400 ± 0.549
Potassium, ml/min./Kg of BW	4.083 ± 2.694
Reabsorption rate	
Creatinine, %	0.0 ± 0.0
Urea N, %	57.5 ± 15.0
Sodium, %	86.0 ± 16.1
Potassium, %	-104.8 ± 65.4

* Mean \pm S.D. (n=9)

Osbaldiston と Fuhrman は、正常ネコのクレアチニン・クリアランス値は 2.70 ± 1.12 ml 血清/min/kg 体重と報告している¹³⁾。今回、正常ネコ 6 例を用いて実施したクレアチニン・クリアランス値は 2.658 ± 0.338 ml 血清/min/kg 体重が得られ、Osbaldiston と Fuhrman¹³⁾ の成績とよく一致していた。クレアチニンの排泄臓器は腎臓であり⁵⁾、ネコでは血中クレアチニンは腎臓糸球体で口過された後、尿細管では再吸収や再排泄を全く受けず、尿中に排泄されたクレアチニンは糸球体で口過されたクレアチニンのみである⁵⁾ことが示されている。このため、ネコではクレアチニン・クリアランス値はそのまま GFR (糸球体口過量) を示す⁵⁾とされている。このことは、同じ小動物でもイヌ (とくに雄イヌ) では、糸球体で口過されたク

レアチニンの一部は尿細管で再吸収を受け、あるいは逆に、血中から尿細管内に再排泄されるために、測定したクレアチニン・クリアランス値は必ずしも GFR そのものを示しているとはいえず、このために、正確な GFR を知るにはイヌリン・クリアランス値が測定されなければならない^{3,4)} 点とは異なっている。

このように、ネコではクレアチニン・クリアランス値は直接に GFR を示し、測定したネコの有する腎臓機能（糸球体口過能）を示していると考えてよいことになる⁵⁾。

この点から、症例ネコの腎機能をみると、平均クレアチニン・クリアランス値は 0.85 ml 血清/min/kg 体重であり、正常ネコの 3 分の 1 以下の腎機能しか有していなかったことになる。この低下した腎機能の結果、尿毒症指標物質とされる BUN および血清クレアチニンの血中濃度は上昇し（高窒素血症）、今回測定はされていないが、おそらく guanidino 誘導体をはじめとする尿毒性物質の体内生成と蓄積をおこし^{1,8)}、臨床所見上も嗜眠、食欲不振や嘔吐など尿毒症特有の臨床症状が発現する¹⁴⁾ ものと考えられた。一方、各物質の腎再吸収率の成績をみると、クレアチニンでは 0% であり糸球体口過量の全量が尿中に排泄されていた。これに対し、尿素窒素では 57.5% であり糸球体で口過された尿素窒素の半量以上が再び腎臓から生体内に吸収されていた。このことが、尿素・クリアランス値はクレアチニン・クリアランス値に比較して低い原因と考えられた。Na および K の腎再吸収率をみると、前者で 86.0% 後者では -104.8% であった。Na 再吸収部位と K の再排泄部位は尿細管下部であり、両者は ADH の支配を受け水分再吸収と関係している¹¹⁾ とされている。

2. 血清クレアチニン濃度と GFR との関係

血清クレアチニン濃度と GFR との関係についてのネコでの報告はみあたらない。そこで、症例ネコ 9 例と正常ネコ 6 例の計 15 例における血清クレアチニン濃度と GFR（クレアチニン・クリアランス値）との関係について検討し、成績は Fig. 2 に示した。血清クレアチニン濃度の範囲は 0.634~8.024 mg/dl。また、GFR のそれは 0.421~3.177 ml 血清/min/kg 体重であった。横軸に血清クレアチニン濃度を縦軸に GFR を示している。両者の相関係数は 0.922 ($P < 0.01$) であり、血清クレアチニン濃度を X mg/dl、この時の GFR を Y ml 血清/min/kg 体重とすると、 $Y = 3.5227 - 0.3073 \log_e X$ ($r = 0.949$; $P < 0.01$) の対数回帰式が得られた。すなわち、血清クレアチニン濃度が測定され

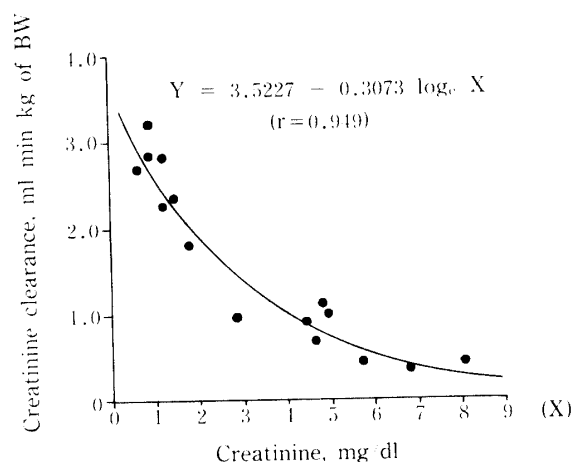


Fig. 2. Relation between the concentration of blood serum creatinine and creatinine clearance (GFR).

ていればこの回帰式より GFR の推定が可能であり、腎排泄能の低下の程度を知ることができる。得られた対数回帰式をもとに、血清クレアチニン濃度と腎機能（排泄能）との関係をみると、正常ネコの平均 GFR を腎機能 100 とした場合、GFR 50 は血清クレアチニン濃度 3.1 mg/dl、GFR 30 では血清クレアチニン濃度 4.9 mg/dl また GFR 10 では 8.0 mg/dl 程度であった (Fig. 3)。一般に、ネコが临床上食欲不振など軽度の尿毒症症状を示しはじめる血清クレアチニン濃度は 3 mg/dl 程度であり、嘔吐や食欲廃絶など重度の尿毒症症状が出現し、多くの症例で飼主が異常に気づき来院する時点での血清クレアチニン濃度は 4 mg/dl 以上である (Table 1)。この時すでに腎臓はその機能の 60% 以上を失っていることになる (Fig. 3)。さらに、ネコにおける血清クレアチニン濃度の正常上限値は 2

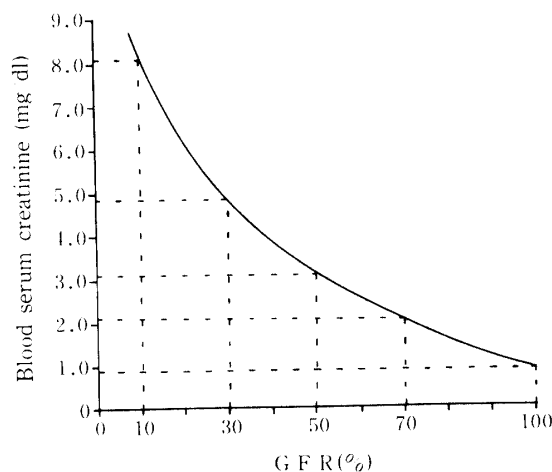


Fig. 3. Relationship of blood serum creatinine to glomerular filtration rate (GFR).

mg/dl であり⁹⁾、このとき GFR は正常値の70%と低下していることが判明した。このことは、GFR が正常値の75%以下になると血清クレアチニン値は異常値を示すとされるイヌの成績⁴⁾と類似していた。

また、得られた回帰式が対数式であることから明らかのように、血清クレアチニン濃度が高い場合には回帰式の傾きは急であるが、血清クレアチニン濃度が低い場合には、その傾きはゆるやかとなる特徴を有している。すなわち、たとえば、血清クレアチニン濃度が7 mg/dl から6 mg/dl に低下した場合の GFR の増加は0.147 ml 血清/min/kg 体重(0.557-0.410)であるのに対し、血清クレアチニン濃度が3 mg/dl から2 mg/dl に低下した場合には0.504 ml 血清/min/kg 体重(1.905-1.401)もの GFR の増加が認められる。このように、同じ血清クレアチニン1 mg/dl の低下でも GFR の増加の程度は異なってくることから、実際の症例の治療に際しての腎機能回復の判定には留意すべきであるものと考えらる。

3. BUN と尿素・クリアランス値との関係

BUN と尿素・クリアランス値との相関係数は0.526と低く、BUN から尿素・クリアランス値を正確に推定することは困難である (Fig. 4)。

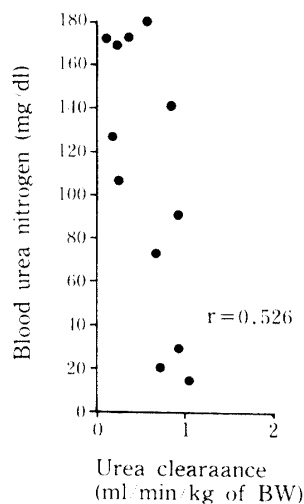


Fig 4. Relation between the concentration of blood urea nitrogen and urea clearance.

4. BUN と血清クレアチニンとの関係

BUN 濃度と血清クレアチニン濃度との相関係数は0.867 ($P < 0.01$)であった (Fig. 5)

5. BUN 濃度と GFR との関係

症例ネコ9例と正常ネコ6例の計15例におけるBUN 濃度と GFR (クレアチニン・クリアランス値)との関係は Fig. 6, および7に示した。

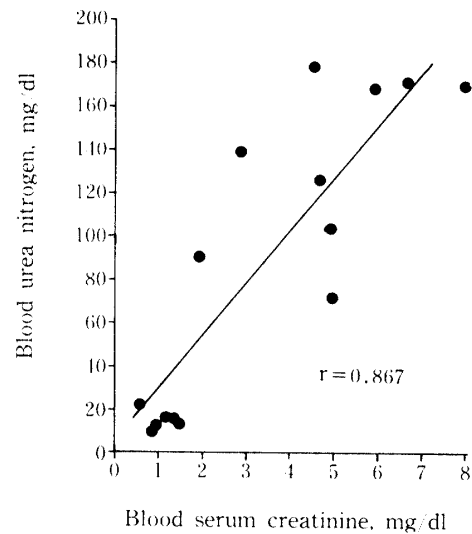


Fig 5. Relation between blood urea nitrogen.

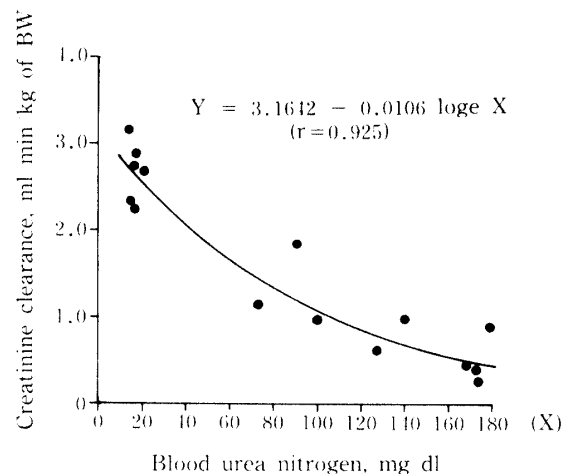


Fig 6. Relation between the concentration of blood urea nitrogen and creatinine clearance.

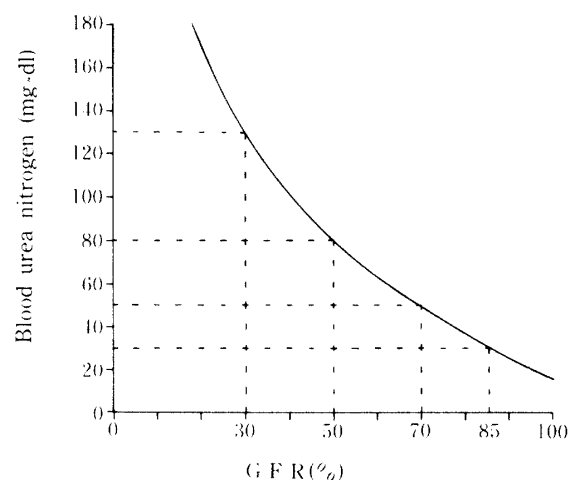


Fig 7. Relationship of blood urea nitrogen to glomerular filtration rate (GFR).

両者の相関係数は 0.903 ($P < 0.01$) であり, BUN 濃度 (mg/dl) を X, その時の GFR (ml 血清/min/kg 体重) を Y とすると対数回帰式 $Y = 3.1642 - 0.0106 \log_e X$ ($r = 0.925$; $P < 0.01$) が得られた. 正常ネコの平均 GFR 2.658 ml 血清/min/kg 体重を腎機能100とした場合の BUN 濃度と腎機能との関係について検討すると, BUN 80 mg/dl では腎機能50, また, BUN 130 mg/dl では腎機能30程度であった. 正常ネコで BUN 濃度の上限は 30 mg/dl であり⁹⁾, この時の GFR は得られた回帰式より 2.304 ml 血清/min/kg 体重と計算され, この時点で腎機能は15%程度低下していることが判明した. また, 一般に, ネコの尿毒症状の発現は BUN 濃度では 60 mg/dl 以上である⁹⁾ことから, 尿毒症状の認められるネコは正常ネコに比較して40%以上は腎機能は低下しているものと推察された.

6. 予後判定の指標としての血清クレアチニン濃度

Fig. 8 は治癒した症例ネコ 3 例における BUN および血清クレアチニンの初診後の濃度変化を示している. いずれの症例も BUN 濃度が正常値 (30 mg/dl) 以下に低下する以前に, すでに血清クレアチニン濃度は 2 mg/dl 以下の正常値を示していた. すなわち, 症例 1 では初診時に BUN 162.1 mg/dl, 血清クレアチニン 4.01 mg/dl であったが 3 日後には BUN 70 mg/dl のとき血清クレアチニンは, 1.60 mg/dl と正常値を示し, BUN 濃度が正常値まで低下したのはそれより 4 日後であった. 同様の傾向は症例 2 および症例 5 でも認め

られ, とくに, 症例 5 では BUN 濃度が正常値に復する 3 週間前に, 血清クレアチニン濃度は正常値を示していた. この理由は明らかではないが, そのひとつには糸球体口過後の物質の尿細管での再吸収率の成績 (Table 3) でみたように, 血中のクレアチニンは糸球体で口過された後にその全量が尿中に排泄されるのに対し, 尿素は糸球体口過量の約57%が尿細管から再び生体内に吸収される. その結果, 尿素はクレアチニンとは異なり生体内に長期間滞ることとなり, BUN 濃度の低下速度は血清クレアチニン濃度に比較し緩慢となるためではないかと推察された. このように, 高窒素血症ネコで血清クレアチニン濃度を測定する意義は, 残存する腎機能を知りまた予後の早期判定上も, BUN と同等かそれ以上に, 重要であることが示唆された.

要 約

ネコにおける腎臓機能を知る目的で, 高窒素血症ネコ 9 例および正常ネコ 6 例を用いて腎クリアランス試験を実施した. 高窒素血症ネコの内訳は尿道閉塞ネコ 2 例, 糸球体および尿細管を主体とした腎疾患ネコ 2 例, ならびに腎盂腎炎ネコ 5 例であった. また, 初診時の血中尿素窒素 (BUN) および血清クレアチニンの濃度はそれぞれ 139.4 ± 40.8 mg/dl (平均値 \pm SD) および 5.07 ± 1.73 mg/dl であった. いずれの症例も食欲不振や嘔吐など尿毒症状が認められた. 腎クリアラ

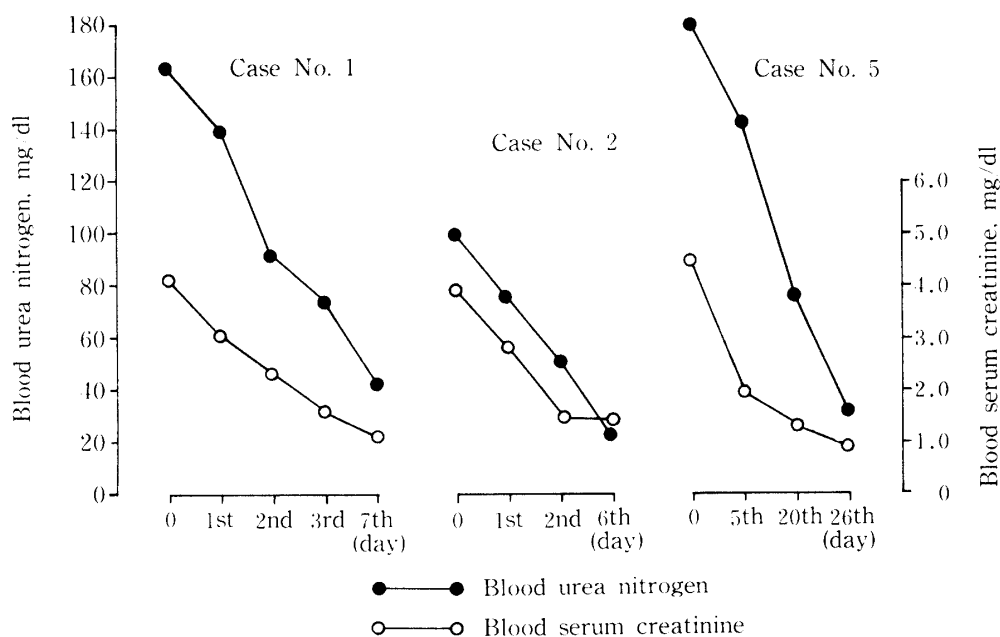


Fig 8. Change of the concentrations of blood urea nitrogen and blood serum creatinine after treatment.

ンス試験は60分間法により実施した。

得られた成績は以下の通りであった。

1. 正常ネコに関して：クリアランス試験時の体重、血清クレアチニン濃度および BUN 濃度はそれぞれ 3.84 ± 0.33 kg, 1.121 ± 0.312 mg/dl および 17.23 ± 2.60 mg/dl であった。クレアチニン・クリアランス値 (すなわち糸球体口過量：GFR) は 2.658 ± 0.338 ml 血清/min/kg 体重であった。

2. 症例ネコに関して：クリアランス試験時の年齢、体重、また、血清クレアチニン、BUN、Na および K の各濃度はそれぞれ、 3.78 ± 3.93 歳, 3.78 ± 0.59 kg, 4.949 ± 1.843 mg/dl, 137.2 ± 39.8 mg/dl, 143.2 ± 11.8 mEq/l および 4.42 ± 1.29 mEq/l であった。クレアチニン、尿素、Na および K の各クリアランス値 (ml 血清/min/kg 体重) はそれぞれ、 0.850 ± 0.465 , 0.658 ± 0.598 , 0.400 ± 0.549 および 4.083 ± 2.969 であった。また、これら物質の糸球体口過量に対する尿細管での再吸収率 (%) は、クレアチニン 0 に対して尿素 57.5 ± 15.0 , Na 86.0 ± 16.1 および K 104.8 ± 65.4 であった。

3. 血清クレアチニン濃度と GFR との関係：症例ネコ 9 例と正常ネコ 6 例の計15例について検討した。その結果、血清クレアチニン濃度 (mg/dl) を X_1 、また、この時の GFR (ml 血清/min/kg 体重) を Y_1 とすると、 $Y_1 = 3.5227 - 0.3073 \log_e X_1$ ($\gamma = 0.949$; $P < 0.01$) の対数回帰式が得られた。

4. BUN 濃度と GFR との関係：症例ネコと正常ネコの計15例について検討した。その結果、BUN 濃度 (mg/dl) を X_2 、また、この時の GFR (ml 血清/min/kg 体重) を Y_2 とすると、 $Y_2 = 3.1642 - 0.0106 \log_e X_2$ ($\gamma = 0.925$; $P < 0.01$) が得られた。

5. 治癒した 3 例の症例ネコでは、BUN 濃度が正常値を示す以前に、血清クレアチニン濃度は正常値に復していた。

以上の成績をもとに、高窒素血症ネコの腎機能と、とくに、血清クレアチニンを測定する意義について考

察した。

文 献

- 1) Cohen, B. D., Stein, I. M. and Bonas, J. E.: Guanidino succinic acid in uremia. *Am. J. Med.*, **45**, 63-68 (1968)
- 2) Coulombe, J. J. and Favreau, L.: A new simple semi-micro method for calorimetric determination of urea. *Clin. Chem.*, **9**, 102-108 (1963)
- 3) Cowgill, L. O.: Renal insufficiency and disease of the glomerulus. *Proc. Calif. Vet. Med. Assoc. 94th Annual Scientific Seminar*. Oct. 14-17 (1982)
- 4) Finco, D. R., Doultter, D. B., Barsanti, J. A.: Simple accurate method for clinical estimation of the glomerular filtration rate in the dog. *Am. J. Vet. Res.*, **42**, 1874-1877 (1981)
- 5) Finco, D. R. and Barsanti, J. A.: Mechanism of urinary excretion of creatinine by the cat. *Am. J. Vet. Res.*, **43**, 2207-2209 (1982)
- 6) 石本 真・水上茂樹・水島昭二・大島泰郎・和田 博：全生物界における物質代謝系路。蛋白質核酸酵素。メタボリックマップ。共立出版。東京 (1971)
- 7) James, J. B.: 老齢患畜の内科学に関するシンポジウム。田中幹郎訳。獣医臨床シリーズ。11, 79-96, 学窓社, 東京 (1982)
- 8) Koller, A., Comess, J. D. and Natelson, S.: Evidence supporting a proposed mechanism explaining the inverse relationship between guanidino acetate and guanidino succinate in human urine. *Clin. Chem.*, **21**, 235-242 (1975)
- 9) Lewis, L. D. and Morris, M. L.: Small animal clinical nutrition. Chapter 8: Renal failure. p.1-57, Mark Morris Associates, Topeka (1984)
- 10) Menrath, V. H. and Wilkinson, G. T.: Disease of the urinary system. in Wilkinson, G. T. (eds.), *Disease of the cat and their management*. p. 190-241. Blackwell Scientific Publication, Carlton Victoria (1984)
- 11) Michael, S.: 体液と電解質平衡に関するシンポジウム。牧村進訳。獣医臨床シリーズ。12, 11-54, 学窓社, 東京, (1983)
- 12) 三戸康義：腎機能検査；糸球体口過量。日本臨床。144, 2651-2652 (1979)
- 13) Osbaliston, G. W. and Fuhrman, W.: Creatinine clearance in cats. *Can. J. Comp. Med.*, **34**, 138-146 (1970)
- 14) Wayne, R. H.: Management of acute illness in cats. *Modern Vet. Practice*, **5**, 359-362 (1984)

Summary

To investigate renal function in cats, a clearance test was carried out, using six normal and nine azotemic (uremic) cats. The determination factor in the renal clearance was the measured amounts of creatinine, urea, sodium (Na) and potassium (K) excreted into the urine in a fixed time (mg/min. or mEq/min) divided by their blood serum concentrations (mg/ml or mEq/ml).

The concentrations of the blood serum creatinine and blood urea nitrogen (BUN) were $1.121 \pm$

0.312 mg/100 ml (mean \pm SD) and 17.23 ± 2.60 mg/100 ml in normal cats; while, 4.949 ± 1.843 mg/100 ml and 137.2 ± 39.8 mg/100 ml in azotemic cats, respectively. The values of the creatinine clearance, indicating the glomerular filtration rate (GFR) or renal function in cats, were 2.658 ± 0.338 ml/min/kg of body weight (BW) in normal cats and 0.850 ± 0.465 ml/min/kg of BW in cats with azotemia. The urea, Na and K clearances in the azotemic cats were 0.658 ± 0.598 (ml/min/kg of BW), 0.400 ± 0.549 and 4.083 ± 2.694 , respectively. A statistically significant correlation between the concentration of blood serum creatinine or BUN and creatinine clearance (GFR) was indicated.