正常犬・猫の高ナトリウム摂取における 血圧および飲水量の変動

三 品 美 夏 渡 辺 俊 文[†]

麻布大学附属動物病院 (〒229-8501 相模原市淵野辺1-17-71)

(2009年1月19日受付・2009年7月14日受理)

要 約

腎機能の正常な雑種成犬5頭と雑種成猫4頭に低塩食と高塩食を与えたときの血圧および飲水量の変動を観察した。低塩食に馴致させた後、高塩食を与えると飲水量が犬・猫ともに増加し、低塩食に戻すと低下した ($P<0.05$)。犬1例において、食塩負荷時に変化率10%を超える上昇が収縮期、拡張期および平均血圧に認められたが、群としてみると犬・猫ともに有意な血圧変動は実験期間を通して認められなかった。今回の実験から、腎機能の正常な犬および猫に高塩食を短期間与えても飲水を自由にさせるかぎり血圧に影響はないと考えられた。

——キーワード：血圧，ナトリウム，食塩。

----- 日獣会誌 63, 45～47 (2010)

犬や猫では、ナトリウム摂取量を増加させて利尿を促進し、尿路結石のリスクを回避しようとする食事療法が一般的に用いられている。いっぽう、慢性腎不全の犬や猫では、高血圧の発症が知られるようになり [1-4]、ナトリウムの過剰摂取と血圧上昇の関連性が懸念されるようになってきた [5]。ナトリウムと血圧の関係は、ラットや人で古くからその関連性が食塩感受性として知られている [6, 7]。しかし、犬や猫で食塩感受性は十分に検討されているとはいえない。今回われわれは、腎機能に問題のない犬と猫におけるナトリウム摂取と飲水量、血圧の関係について検討を行った。

材 料 お よ び 方 法

臨床上健常で、血液検査や尿検査、内因性クレアチニンクリアランス検査において腎機能に異常の認められない体重7.0～14.1kgの雑種成犬5頭（雄3頭，雌2頭）および2.5～3.2kgの雑種成猫4頭（雄1頭，雌3頭）を用いた。血圧測定は、すでに報告した方法と同様にテレメトリーシステムを用い、実験期間中は5分間隔で24時間連続した血圧測定を行い、その平均値である“24時間血圧”を検討に用いた [8, 9]。

ナトリウム摂取量と実験期間は過去の報告 [10, 11] を参考に設定し、犬には低塩食（犬用 Low Sodium Diet[®], Master Foods Ltd., 東京）を1日のナトリウ

ム摂取量が0.4mEq/kg/日になるように、猫にも同様（猫用 Low Protein Diet[®], Master Foods Ltd., 東京）に1日のナトリウム摂取量が1.4mEq/kg/日になるように量を調整して与えた。この食事を7日間継続して血圧を安定させた（前低塩食期）。その後、8mEq/kg/日の塩化ナトリウム（NaCl）を上記の食事に添加した高塩食を7日間与えた（高塩食期）。その後低塩食に戻し、7日間観察した（後低塩食期）。飲水は自由とした。収縮期、平均および拡張期血圧ならびに飲水量（ml/kg）を前低塩食期と高塩食期の7日目および後低塩食期7日目に測定し、比較検討した。

なお本実験は、麻布大学における動物実験委員会の承認を受けている。

測定値は平均±標準偏差で表した。データは分散分析の後、Studentの t 検定もしくはMann-Whitney検定を行った。危険率は5%以下をもって有意とした。

成 績

飲水量は犬・猫ともに高塩食摂取に伴い有意 ($P<0.05$) に上昇し、低塩食に戻すと有意 ($P<0.05$) に低下した（表1, 2）。また、収縮期、平均および拡張期血圧は犬・猫ともに前低塩食期、高塩食期、後低塩食期の間で有意差は認められなかった。しかし、個々の動物の血圧変動を検討すると1頭の犬において低塩食期から高

[†] 連絡責任者：渡辺俊文（麻布大学附属動物病院）

〒229-8501 相模原市淵野辺1-17-71 ☎042-754-7111 FAX 042-769-2418 E-mail: watanabe@azabu-u.ac.jp

表1 犬におけるNaCl摂取量の違いによる血圧および飲水量の変化

	前低塩食期	高塩食期	後低塩食期
SBP (mmHg)	132.3 ± 14.3	138.2 ± 13.8	132.2 ± 14.6
MBP (mmHg)	98.4 ± 9.1	102.6 ± 10.8	97.3 ± 9.7
DBP (mmHg)	80.1 ± 5.9	83.1 ± 8.3	79.1 ± 6.0
飲水量 (ml/kg体重)	18.8 ± 11.5	38.8 ± 6.5 ^{*†}	19.3 ± 8.6

SBP, 収縮期血圧; MBP, 平均血圧; DBP, 拡張期血圧.

* $P < 0.05$ vs. 前低塩食期; † $P < 0.05$ vs. 後低塩食期.

塩食期に移行した後に、収縮期血圧が124.0mmHgから143.6mmHg, 平均血圧が94.9mmHgから108.8mmHg, 拡張期血圧が79.1mmHgから89.2mmHgに上昇し、高塩食から低塩食に戻すと収縮期血圧は123.2mmHg, 平均血圧は92.9mmHg, 拡張期血圧は76.7mmHgに低下した。猫で同様な変化が見られる個体はなかった。

考 察

人における食塩感受性は研究によって多少異なっているが、古典的定義では、低塩食を7日間与えた後に高塩食を7日間与え、平均血圧で10%以上の変動がある場合が食塩感受性、変動がこれに満たない場合が食塩非感受性（食塩抵抗性）と定義されている[10, 11]。

正常な犬や猫の食塩摂取と血圧に関する研究では、Kriegerら[12]が正常犬において食塩摂取量を10倍以上変化させても血圧は変動せず、食塩感受性は認められなかったとしている。また、正常猫ではナトリウム含有量が異なる3種類の食事を7日間にわたり給餌したところ、NaCl負荷によりGFRが上昇する傾向はみられたものの血圧の変化は見られなかったという報告がある[13]。さらに、初期の腎機能不全のある猫でも塩分濃度の異なる2種類の食事の長期給餌でBUNや血清クレアチニン、血清リンの上昇がみられたとしているものの、血圧変動はみられなかったという報告もある[14]。また国際獣医腎臓病研究グループ（International Renal Interest Society: IRIS）の定める病期ステージIIおよびIIIの慢性腎臓病と同程度の高窒素血症を引き起こした犬や猫の実験的研究も食塩摂取による血圧への影響はなかったとしている[13, 15]。つまり、犬や猫では、食塩感受性の存在には否定的な見解が主流である。

今回の実験でも犬および猫でナトリウム摂取の増減に伴い飲水量が有意に増減したが、有意な血圧の変化は認められなかった。食塩の摂取量増加に伴い細胞外体液量が増加することが予想されるが、飲水が自由で腎機能が正常であればナトリウムが排泄され、血圧が維持される。今回の実験では、1頭の犬において収縮期、拡張期

表2 猫におけるNaCl摂取量の違いによる血圧および飲水量の変化

	前低塩食期	高塩食期	後低塩食期
SBP (mmHg)	124.7 ± 4.4	126.6 ± 3.8	125.8 ± 4.4
MBP (mmHg)	101.8 ± 5.7	101.8 ± 3.8	101.0 ± 2.6
DBP (mmHg)	84.7 ± 8.5	83.7 ± 4.7	83.4 ± 2.9
飲水量 (ml/kg体重)	14.3 ± 7.7	29.2 ± 14.9 ^{*†}	15.6 ± 12.6

SBP, 収縮期血圧; MBP, 平均血圧; DBP, 拡張期血圧.

* $P < 0.05$ vs. 前低塩食期; † $P < 0.05$ vs. 後低塩食期.

および平均血圧に10mmHg以上の上昇がみられた。この血圧の変化率は10%を超えているため食塩感受性の可能性が考えられる。この個体も後低塩食期には血圧が正常化していた。したがって、血圧を定期的に監視し、必要に応じて食塩摂取量を下げることにより高血圧症の発生は予防できると考えられる。

犬や猫において慢性腎不全と高血圧の関連性が知られている[1-3, 5, 16]。ナトリウム摂取量の増加は高血圧を助長し慢性腎不全を増悪させる可能性が懸念されることから、ナトリウム制限を行うことが推奨されている[5]。しかし、実験的腎部分切除猫ではナトリウム摂取量を増加しても血圧に変動がないばかりか、ナトリウム制限によって低カリウム腎症やレニン・アンジオテンシン系の活性化が起こることが報告されており[13]、ナトリウム摂取量についてはまだ議論の余地がある。

これまでの報告と今回の結果から、腎機能が正常な犬および猫では、飲水を自由にするかぎり、短期間のナトリウム過剰摂取は血圧に影響を与えないと結論される。しかし、犬では必要に応じて血圧測定を実施するのが望ましいと思われた。長期的管理に関しては、これらの結果をそのまま適用するのは難しい。犬および猫におけるナトリウム摂取と血圧の関係について、品種や腎機能障害の程度を視野に入れたさらなる研究が必要であると考えられた。

引 用 文 献

- [1] Mishina M, Watanabe T, Fujii K, Maeda H, Wakao Y, Takahashi M: A clinical evaluation of blood pressure through non-invasive measurement using the oscillometric procedure in conscious dogs, J Vet Med Sci, 59, 989-993 (1997)
- [2] Mishina M, Watanabe T, Fujii K, Maeda H, Wakao Y, Takahashi M: Non-invasive blood pressure measurements in cats: clinical significance of hypertension associated with chronic renal failure, J Vet Med Sci, 60, 805-808 (1998)
- [3] Syme HM, Barber PJ, Markwell PJ, Elliott J: Prevalence of systolic hypertension in cats with chronic

- renal failure at initial evaluation, *J Am Vet Med Assoc*, 220, 1799–1804 (2002)
- [4] Watanabe T, Mishina M : Effects of benazepril hydrochloride in cats with experimentally induced or spontaneously occurring chronic renal failure, *J Vet Med Sci* 69, 1015–1023 (2007)
- [5] Brown S, Atkins C, Bagley R, Carr A, Cowgill L, Davidson M, Egner B, Elliott J, Henik R, Labato M, Littman M, Polzin D, Ross L, Snyder P, Stepien R : Guidelines for the identification, evaluation, and management of systemic hypertension in dogs and cats, *J Vet Intern Med*, 21, 542–558 (2007)
- [6] Dahl LK, Heine M, Tassinari L : Effects of chronic excess salt ingestion. Evidence that genetic factors play an important role in susceptibility to experimental hypertension. *J Exp Med*, 115, 1173–1190 (1962)
- [7] Kawasaki T, Delea CS, Bartter FC, Smith H : The effect of high-sodium and low-sodium intakes on blood pressure and other related variables in human subjects with idiopathic hypertension, *Am J Med*, 64, 193–198 (1978)
- [8] Mishina M, Watanabe T, Matsuoka S, Shibata K, Fujii K, Maeda H, Wakao Y : Diurnal variations of blood pressure in dogs, *J Vet Med Sci*, 61, 643–647 (1999)
- [9] Mishina M, Watanabe N, Watanabe T : Diurnal variations of blood pressure in cats, *J Vet Med Sci*, 68, 243–248 (2006)
- [10] Fujita T, Henry WL, Bartter FC, Lake CR, Delea CS : Factors influencing blood pressure in salt-sensitive patients with hypertension, *Am J Med*, 69, 334–344 (1980)
- [11] Weir MR, Dengel DR, Behrens MT, Goldberg AP : Salt-induced increases in systolic blood pressure affect renal hemodynamics and proteinuria, *Hypertension*, 25, 1339–1344 (1995)
- [12] Krieger JE, Liard JF, Cowley AW Jr : Hemodynamics, fluid volume, and hormonal responses to chronic high-salt intake in dogs, *Am J Physiol*, 259, 1629–1636 (1990)
- [13] Buranakarl C, Mathur S, Brown SA : Effects of dietary sodium chloride intake on renal function and blood pressure in cats with normal and reduced renal function, *Am J Vet Res*, 65, 620–627 (1996)
- [14] Kirk CA, Jewell DE, Lowry SR : Effects of sodium chloride on selected parameters in cats, *Vet Ther*, 7, 333–346 (2006)
- [15] Greco DS, Lees GE, Dzendzel G, Carter AB : Effects of dietary sodium intake on blood pressure measurements in partially nephrectomized dogs, *Am J Vet Res*, 55, 160–165 (1994)
- [16] Bodey AR, Mitchell AR : Epidemiological study of blood pressure in domestic dogs, *J Small Anim Pract*, 37, 116–125 (1996)

High Sodium Intake and Changes in Blood Pressure and Water Intake in Normal Dogs and Cats

Mika MISHINA* and Toshifumi WATANABE†

* *Department of Nephrology and Urology, Teaching Animal Hospital, Azabu University, 1-17-71 Fuchinobe, Sagami-hara, 229-8501, Japan*

SUMMARY

Adult mixed-breed dogs (n = 5) and cats (n = 4) with normal renal function were fed low-sodium and high-sodium diets while being provided with free access to water, and blood pressure and water intake were examined. When the animals were fed a high-sodium diet after acclimation to a low-sodium diet, water intake increased significantly in both dogs and cats and then decreased significantly when the low-sodium diet was reinstituted ($P < 0.05$). Blood pressure showed no significant change in either animal group throughout the study period, except that one dog showed increases in overall blood pressure levels by $> 10\%$ during the high-salt diet. These results indicate that a short-term high-sodium diet has no effect on blood pressure in dogs and cats with normal renal function provided free access to water is provided.

— Key words : blood pressure, NaCl, salt.

† Correspondence to : Toshifumi WATANABE (Department of Nephrology and Urology, Teaching Animal Hospital, Azabu University)

1-17-71 Fuchinobe, Sagami-hara, 229-8501 Japan

TEL 042-754-7111 FAX 042-769-2418 E-mail : watanabe@azabu-u.ac.jp

J. Jpn. Vet. Med. Assoc., 63, 45 ~ 47 (2010)