

## 《原著》

## 随時尿ナトリウム／カリウム比による前日食塩摂取量の推定

塚原丘美<sup>1)</sup> 岡田玲央<sup>1)</sup> 鈴木恵里加<sup>1)</sup> 川瀬文哉<sup>2)</sup>  
 青山敬成<sup>3)</sup> 嶋津孝朗<sup>3)</sup> 井須紀文<sup>3)</sup>

## 要旨

【目的】食塩制限が必要な患者の食塩摂取量を評価するための正確かつ簡便な方法はない。管理栄養士の問診によっても食塩摂取量の正確な把握はできていないのが現状である。また、患者自身が食塩摂取量を評価することは食塩制限に対するアドヒアランスをあげたために不可欠である。そこで、患者の食塩摂取量評価ができる簡便なシステムの構築を目指して、随時尿ナトリウム／カリウム (Na/K) 比と食塩摂取量の関連について検討した。

【方法】健康な女子大学生8名に対し、食塩摂取量を調整したときの随時尿 Na/K 比を測定した。厳密に調整した1日食塩摂取量を6g、10g、14gの3段階とし、それぞれ1日の調整日の後、5日間連続して摂取した。随時尿の測定は期間中すべての尿で測定し、尿中 Na と尿中 K の他に、尿比重および電気伝導率を測定した。第1尿と第2尿それぞれの Na/K 比と影響を与える他の要因を用いて、前日食塩摂取量を推測するための回帰式を一般化線形モデルで作成し、実際の摂取量と比較した。

【結果】前日食塩摂取量と第1尿 Na/K 比および第2尿 Na/K 比ともに相関が認められた(それぞれ  $r=0.50$ ,  $P<0.001$  および  $r=0.63$ ,  $P<0.001$ )。Na/K 比から前日食塩摂取量を推測する回帰式で求めた値は実際の食塩摂取量に関連していたが、 $\pm 1g$  の範囲内に推測できる割合は第1尿および第2尿でそれぞれ8.6% および24.8% であった。

以上のことから、第1尿および第2尿 Na/K 比より前日の食塩摂取量を評価することは可能であると考えられる。今後は推測値の誤差を小さくするために、さらなる検討が必要である。

キーワード：随時尿ナトリウム (Na)／カリウム (K) 比、食塩摂取量

## 1. 緒言

日本人は和食文化に由来した醤油や味噌などの食塩量を多く含む調味料を摂取する機会が多い。近年は、以前ほど高塩分の食品を摂取することが少なくなり、国民健康・栄養調査による日本人の食塩摂取量は年々減り続け、1日10g程度と報告されている<sup>1)</sup>。しかし、Powlesら<sup>2)</sup>は2010年における日本人の食塩摂取量は12.4g

であり、世界187か国の中で日本は15番目に食塩摂取量が多いと報告している。さらに Uechiら<sup>3)</sup>は、日本人の食塩摂取量は1953年から2014年で11g減少しているが、それでもなおWHOの推奨する5g/日には届いていないことが現状であると述べている。このように日本人の食塩摂取量は減ってきているものの、世界と比べると未だに多い。さらに、高血圧、循環器疾患および腎機能障害の患者など、治療として1日

1) 名古屋学芸大学管理栄養学部管理栄養学科

2) 名古屋学芸大学大学院栄養科学研究科

3) 株式会社 LIXIL

6 g 未満の食塩制限が必要な人は多い。

食塩制限を確実に実施するためには、管理栄養士が正しく食塩摂取量を評価して指導することと、患者の食塩制限に対するアドヒアランスをあげることが不可欠である。聞き取り法による食塩摂取量の把握では、聞き取りを実施する管理栄養士の技量や患者の記憶に依存するため正確とはいえない。また沼田ら<sup>4)</sup>は、患者に自らの食塩摂取量に対する自己評価を3区分(多い、普通、少ない)から選択させて、実際の食塩摂取量を食事から調査したが、自己評価が「少ない」を選択した患者と「多い」を選択した患者では実際の食塩摂取量に差はみられなかったと報告している。つまり、患者ごとに味覚の基準が異なるために、管理栄養士の問診による正確な食塩摂取量の把握はできていないのが現状である。よって、患者の食塩摂取量を正確かつ簡便な方法で評価することが切望されており、このような背景から、尿を用いて客観的に食塩摂取量を評価する検討がなされてきた。

これまで随時尿ナトリウム (Na) から食塩摂取量を推定する手段は報告されている<sup>2,3,6-8)</sup>が、これには24時間蓄尿を行う必要があり、外来の患者にとっては大きな負担となるため実用的ではなかった。一方、24時間蓄尿を行わずに食塩摂取量を推定する方法として、多くの研究では第2尿などの随時尿を用いる推定式も報告されている<sup>9)</sup>。しかし、これらは同尿のクレアチニンも測定する必要があるために、クリニック等で測定されている随時尿 Na の評価は、その診察日に食塩摂取量を推定できず、翌月の診察日に1か月前の1日分の食塩摂取量を告げられることになり、実用的ではない。また、第2尿の測定に限定するのであれば、通院時間も限定されることになり、患者に負担をかける。近年、随時尿に接触させるだけで食塩摂取量を推測できる機器が発売されている<sup>4)</sup>が、正確性に欠け、操作が面倒であるためこれも実用に至っていない。つまり、患者の食塩摂取量を評価するための簡便な方法は、未だ誤差が大きいまま推測しているのが現状である。

このような背景から、食塩制限を必要とする患者の食塩摂取量を自ら評価できる簡便なシス

テムを構築することは、極めて有益である。特に、患者の負担を軽減し、経日的に評価するためには、日常の生活リズムの中に測定が組み込まれることが理想である。そこで、随時尿を用いて食塩摂取量を推定するシステムを構築するために、起床後第1尿及び第2尿 Na 濃度およびカリウム (K) 濃度と前日食塩摂取量の関連について検討した。

## 2. 方法

### 1) 被験者

生来健康な女子大学生8名(21~22歳)を対象とした(表1)。体格は自動身長計付き体組成計 TBF-210 (タニタ) を用いて測定した。また血圧は上腕式血圧計 HEM-7282T (オムロン) を用い、また毎日の体重は体重体組成計 BC-E01 (タニタ) を用いて毎日測定し、期間中の変動がないことを確認した。さらに、血液生化学検査の結果について、異常は認められなかった。

### 2) 食塩調整食の摂取

研究期間とプロトコールおよび平均栄養摂取量を図1に示す。平成29年6月26日~7月15日までに採尿期間とし、この期間中は食塩量を厳密に調整した食事を作成し、すべての被験者が同じものを摂取した。1日の食塩摂取量を6g、10gおよび14gの3段階として6日間摂取し、最初の1日を調整日として採尿は行わなかった。飲水は水のみ自由摂取とした。献立の作成

表1 被験者属性

年齢 (歳)	21 ± 1
BMI (kg/m <sup>2</sup> )	19.8 ± 1.8
体脂肪率 (%)	25.0 ± 3.1
収縮期血圧 (mmHg)	112 ± 5
拡張期血圧 (mmHg)	72 ± 6
Hb (g/dL)	13.0 ± 1.0
Alb (g/dL)	4.8 ± 0.2
FBS (mg/dL)	83 ± 6
HDLコレステロール (mg/dL)	79 ± 9
LDLコレステロール (mg/dL)	100 ± 18
TG (mg/dL)	48 ± 15
BUN (mg/dL)	11.2 ± 1.7
UA (mg/dL)	4.9 ± 0.4
Cr (mg/dL)	0.7 ± 0.1

n=8

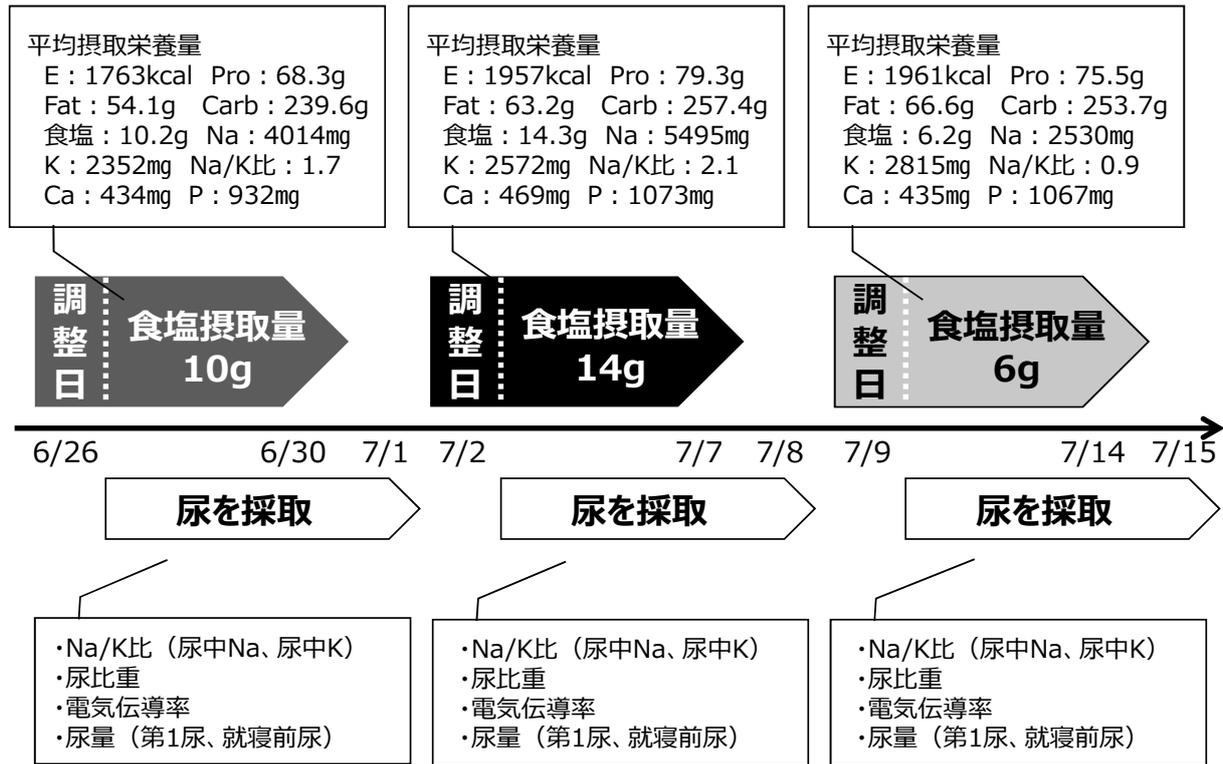


図1 研究期間と食塩調整食

は「七訂日本食品成分表2017」などを参考にし、栄養素量の計算はスマート栄養計算 Ver.1.0 (医歯薬出版株式会社, 東京) あるいは食品成分表に記載がない製品は商品の栄養表示を確認することで摂取栄養量を算出した。

### 3) 随時尿の測定

期間中はすべての尿を採取し、尿中 Na と尿中 K をナトカリ計 HEU-001F (オムロン) を用いて測定し、それと同時に尿比重をポケット尿比重屈折計 PAL-09S (アタゴ(株)) を用い、電気伝導率をコンパクト電気伝導率計 B-771 (HORIBA) を用いて測定した。尿中 Na 量は尿中 K 量の影響を受けるために、尿 Na/K 比として評価した。前日食塩摂取量を推測する回帰式には起床後第1尿及び第2尿を用いた。

### 4) 統計処理

統計処理は R 3.3.3 を使用し、第1尿と第2尿それぞれの Na/K 比と食事からの食塩摂取量の関連については、ピアソンの積率相関係数を求めた。第1尿と第2尿それぞれの Na/K 比、体

重、尿比重、電気伝導率を用いて、食塩摂取量を算出するための回帰式を一般化線形モデルで作成した。P<0.05を有意とした。

### 5) 倫理的配慮

本研究は名古屋学芸大学研究倫理委員会によって承認 (承認番号:186) され、被験者に研究内容を十分に説明し、同意を得て研究を行った。

## 3. 結果

### 1) 食塩摂取量と第1尿および第2尿 Na/K 比との関連

図2に対象者ごとの食塩摂取量と第1尿 Na/K 比のプロットを示す。食塩摂取量が増加するに従って、第1尿 Na/K 比も増加した。また、食事摂取 Na/K 比と尿中 Na/K 比の間には、有意の相関を認めたが (r=0.424, p<0.001)、個人差が大きかった。

3段階の食塩摂取量に応じて第1尿および第2尿 Na/K 比は増加し、どちらも相関が認め

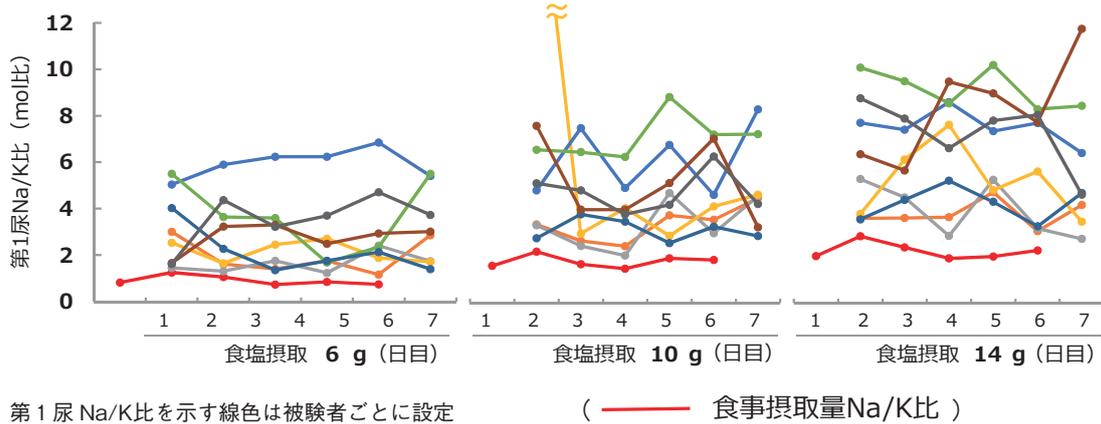


図2 第1尿 Na/K比の経日変化

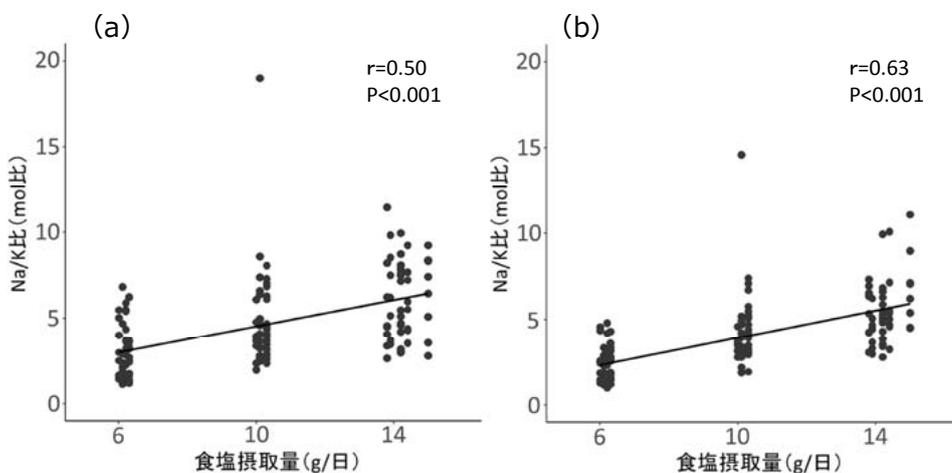


図3 食塩摂取量と翌日尿 Na/K 比との関連

(a) 第1尿 Na/K比との関連、(b) 第2尿 Na/K比との関連

られた（第1尿： $r=0.50$ 、 $P<0.001$  第2尿： $r=0.63$ 、 $P<0.001$ ）（図3）。食事ごとの食塩摂取量で比較すると、第1尿と第2尿のどちらも前日夕食との相関が最も強かった（第1尿：朝食  $r=0.44$  ( $P<0.001$ )、昼食  $r=0.42$  ( $P<0.001$ )、夕食  $r=0.47$  ( $P<0.001$ )、第2尿：朝食  $r=0.50$  ( $P<0.001$ )、昼食  $r=0.52$  ( $P<0.001$ )、夕食： $r=0.64$  ( $P<0.001$ ))。

## 2) 尿 Na/K 比を用いた回帰式による前日食塩摂取量の推測

一般化線形モデルを使って、第1尿の Na/K 比を目的変数とし、総食塩摂取量、体重、電気伝導率、尿比重を説明変数とした回帰式を作成した。最適モデルは、欠損値のないデータでの

ステップワイズ法で求めた体重と食塩摂取量のみを投入した式（モデル5）であった（表2）。推定式は以下の通りである。

$$\begin{aligned} \text{食塩摂取量 (g)} \\ &= (\text{Na/K比} + 0.295) \\ &\quad \times \text{体重 (kg)} - 15.802 / 0.377 \end{aligned}$$

同様に第2尿の値を用いて回帰式を作成した。第2尿の最適モデルは、体重と食塩摂取量に尿比重を加えた式（モデル5）であった（表3）。

$$\begin{aligned} \text{食塩摂取量 (g)} \\ &= (\text{Na/K比} + 0.174 \times \text{体重 (kg)} + 51.720) \\ &\quad \times \text{尿比重} - 61.856 / 0.366 \end{aligned}$$

回帰式より求めた推測量と実際の前日食塩摂取量を比較すると、実際の食塩摂取量との差

表2 第1尿 Na/K比を目的変数にした一般化線形モデル

	モデル 1	モデル 2	モデル 3	モデル 4	モデル 5
(切片)	0.745 (0.599)	15.445 *** (4.000)	15.581 *** (4.249)	136.821 ** (44.770)	<b>15.802</b> *** (4.049)
総食塩摂取量	0.379 *** (0.056)	0.379 *** (0.054)	0.378 *** (0.056)	0.277 *** (0.066)	<b>0.377</b> *** (0.055)
体重		-0.288 *** (0.078)	-0.291 *** (0.080)	-0.301 *** (0.078)	<b>-0.295</b> *** (0.079)
電気伝導率			0.000 (0.032)	0.143 * (0.061)	
尿比重				-120.009 ** (44.124)	
AIC	641.478	630.038	624.42	618.953	610.919
サンプル数	144	144	142	142	139
R <sup>2</sup>	0.25	0.31	0.32	0.35	0.31

\*\*\* p < 0.001, \*\* p < 0.01, \* p < 0.05

モデル5: 欠損値のないデータでのステップワイズ法で求めた値は推定値 (標準誤差)

一般化線形モデル

表3 第2尿 Na/K比を目的変数にした一般化線形モデル

	モデル 1	モデル 2	モデル 3	モデル 4	モデル 5
(切片)	-0.071 (0.447)	0.798 (0.565)	9.244 ** (3.078)	55.759 (31.433)	<b>61.856</b> *** (17.562)
総食塩摂取量	0.399 *** (0.042)	0.407 *** (0.042)	0.407 *** (0.041)	0.371 *** (0.047)	<b>0.366</b> *** (0.042)
体重			-0.164 ** (0.059)	-0.173 ** (0.059)	<b>-0.174</b> ** (0.059)
電気伝導率		-0.042 * (0.017)	-0.046 ** (0.017)	-0.007 (0.031)	
尿比重				-45.658 (30.707)	<b>-51.720</b> ** (16.473)
AIC	556.943	543.572	537.788	537.514	535.571
サンプル数	144	141	141	141	141
R <sup>2</sup>	0.39	0.42	0.45	0.46	0.45

\*\*\* p < 0.001, \*\* p < 0.01, \* p < 0.05

モデル5: 欠損値のないステップワイズ法で求めた値は推定値 (標準誤差)

一般化線形モデル

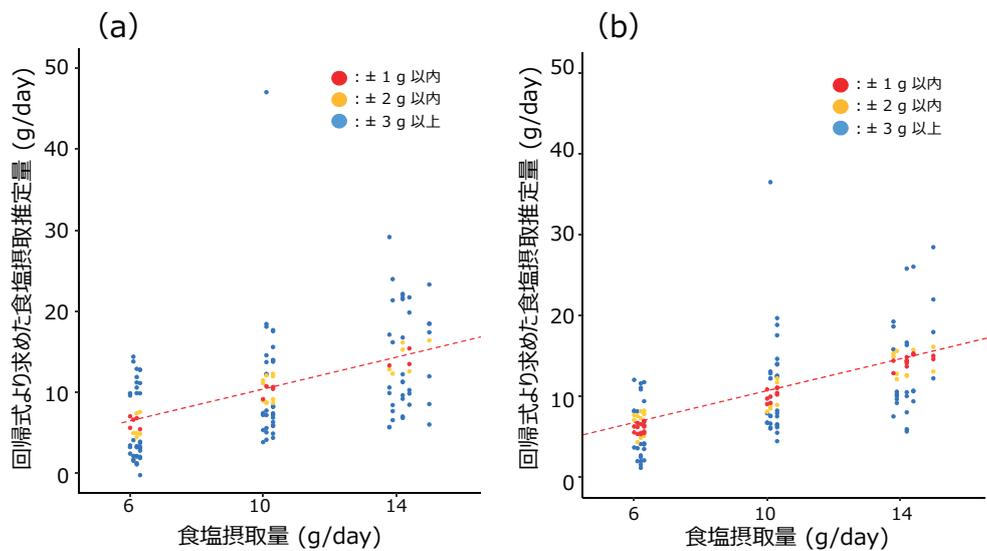


図4 回帰式で求めた食塩摂取推定量の精度

(a) 第1尿 Na/K比を用いた推定量、(b) 第2尿 Na/K比を用いた推定量

が $\pm 1$  gの範囲内に入っている割合は、第1尿および第2尿でそれぞれ8.63%および24.8%であった(図4)。また $\pm 20\%$ の範囲に入る割合は、第1尿および第2尿でそれぞれ24.3%および43.4%であった。

#### 4. 考察

本研究では食塩量を厳密に調整した食事を作成し、すべての被験者が同じものを摂取して、随時尿 Na/K 比を測定した。その結果、随時尿 Na/K 比の日内変動は個体差が大きいものの、食塩摂取量と第1尿 Na/K 比および第2尿 Na/K 比ともに有意な正の相関が認められた。

随時尿 Na/K 比の日内変動は個体差が大きかった。個体差が大きい理由として、飲水量、排尿頻度、1回尿量、発汗量およびカリウム摂取量など多くの要因が考えられた。本研究では、飲水量に制限がなく、被験者の中には約2L/日摂取する者もいれば、約500ml/日の者も存在するなど大きな差がみられた。飲水量に応じて排尿頻度にも個体差があった。発汗量に関しては、研究期間が6月末～7月中旬で気温が高く発汗量が多くなる時期であったため、発汗量の個体差も影響したと考えられる。また、食塩吸収・排出に関与するレニン・アンジオテンシン系の内分泌量の個体差も影響因子として考えられる。白須ら<sup>5)</sup>の減塩モニタの測定精度を確認するための測定結果においても個人によって大きなばらつきがみられ、その理由として食塩吸収能、排出能の個体差、検査期間中の最高気温差が大きいことから飲水量や発汗量に差が生じたことを指摘している。これらのことから、Na/K 比の日内変動に影響を及ぼす要因は多数存在することが考えられるため、それぞれの要因が与える影響の大きさを明らかにしていく必要がある。

食塩摂取量と第1尿 Na/K 比および第2尿 Na/K 比ともに有意な正の相関が認められた。このことから、第1尿 Na/K 比から前日の食塩摂取量はある程度は推定可能であることが示唆された。食塩摂取量が多くなるに伴って、Na/K 比は上昇した。これは、本研究は厳密に Na

摂取量を管理したこと、K 摂取量を Na 摂取量に応じて増減させなかったことにより、Na 排泄量に及ぼす食事の影響が強く現れた可能性がある。さらに、本研究では厳密に食塩摂取量を管理した研究プロトコールであったことも、Na 摂取量に応じて Na/K 比が上昇した要因の一つであると考えられる。

本研究では、第1尿より第2尿 Na/K 比はどちらも前日食塩摂取量との高い関連を示した。Whitton ら<sup>6)</sup>はシンガポール在住の18～79歳において、24時間蓄尿とスポット尿(朝:第1尿、昼、夜の3回採取)の尿中排泄ナトリウム量による食塩摂取量推測値を比較している。Tanaka<sup>10)</sup>、INTERSALT<sup>11,12)</sup>、SH2(独自式)による推定1日塩分摂取量の式のうち、INTERSALTの式は最も推定精度が良かった。重回帰分析にて24時間蓄尿による食塩排出量を目的変数とした解析を行ったところ、第1尿(朝採取)の正確性が最も高いと報告し、幅広い年代において第1尿のスポット尿を採取する有用性を示している。また、Cogswell ら<sup>7)</sup>はワシントン在住の18～39歳141人において、24時間蓄尿をスポット尿(朝、昼、夜、早朝第1の4回採取)から推定し、第1尿からの推定値と24時間蓄尿による Na 排泄量の相関係数は0.44～0.51であったと報告している。今回の研究での第1尿の随時尿 Na/K 比と食塩摂取量の相関係数は0.50であり、ほぼ同等の相関を示した。しかしながら、尿中 Na 排泄には典型的な日内リズムが存在することが報告されている<sup>8,13)</sup>。腎臓における Na 再吸収を促進するアルドステロンは、夕方から23時にかけて血中濃度が低下し、朝方にかけて上昇する日内リズムを呈する。つまり、Na の尿排泄リズムは血中アルドステロンの日内リズムに応答して形成されていると考えられる。したがって、第1尿は第2尿より血中アルドステロンの影響を受けやすく、アルドステロンの分泌量は個体差があると考えられるため、第2尿の方が Na 排泄量にばらつきが少なくなったといえる。しかしながら、Kawasaki ら<sup>9)</sup>は食塩摂取量の違いによって、血中アルドステロンの日内リズムの特性に差がないことを明らかにしており、さらに他の研究<sup>14)</sup>におい

ても、夕食を22時以降に摂取すると夜間尿に多くのNaが排泄されるという報告があることから、夜間に生成された尿を完全に捨てて、第2尿を採取する方法を採用している。本研究結果と上記のこともふまえると第2尿の有用性も高いと考えられ、今後のさらなる検討が必要である。

尿中Na/K比から前日食塩摂取量を推測する回帰式で求めた値と実際の食塩摂取量との間に相関がみられた。回帰式から前日の食塩摂取量を推測できる可能性が示唆されたもののデータにばらつきがみられた。第1尿と第2尿それぞれの回帰式で求めた食塩摂取量を比べると、第2尿の回帰式の方が $\pm 1$  g範囲内に該当するデータ数が多かった。Zhouら<sup>15)</sup>は中国の減塩プログラムの参加者153名において、24時間蓄尿とその推定式(Kawasaki, INTERSALT, Tanaka)を比較し、スポット尿から推定した食塩摂取量が24時間蓄尿に対して $\pm 1$  g/日の範囲内に収まった割合はKawasakiで18.1%、INTER-SALTで14.3%、Tanakaで15.0%であると報告している。また、Dougherら<sup>16)</sup>はCKD患者129名において、24時間蓄尿と推定式(Nerbass, Tanaka, Kawasaki, INTERSALT)の比較をしており、24時間蓄尿と比べて推定値が30%以内に入った割合は、INTER-SALTで57%、Tanakaで56%、Nerbassで54%、Kawasakiで50%と述べている。本研究では、Na/K比から推定した値が実際の食塩摂取量に対して $\pm 20\%$ 以内に収まった割合は、第1尿および第2尿でそれぞれ24.3%および43.4%であり、この値は他の報告と同レベルであった。しかしながら、臨床現場で求められる推定値に想定した $\pm 1$  g/日範囲内に収まった割合は、第1尿で8.63%、第2尿で24.8%であり、さらに高いレベルが求められる。個体間のばらつきを軽減し、この割合を高くする推定式をさらに検討する必要がある。そのため、これに影響を及ぼす要因を解明することが望まれる。

今回の研究では1日の飲水量の具体的な量を決めておらず、水分摂取量に大きな差が生じた。排尿頻度にも影響しデータのばらつきに繋がったと考えられる。したがって、食事だけで

なく、飲水量も厳密に設定する必要があった。また、実施した期間は気温が高い時期であり、発汗量の影響が大きく出やすかったこともデータのばらつきの一因と考えられる。亀山<sup>17)</sup>は、10・11月が尿中成分排泄量の発汗による影響を抑えること、気温等の環境条件による生体へのストレスがかからないということから、その時期を選択している。

亀山<sup>17)</sup>は高タンパク質食では低タンパク質食に比較して、Naの尿排泄量が増加することを報告している。今回の研究ではタンパク質量を厳密に設定していなかったため、摂取量が多い時では94.6 g/食、少ない時では60.1 g/食と差があった。よって、タンパク質摂取量も厳密に設定すべきである。また本研究では、K摂取量も2000~3000 mgと摂取量にばらつきがあった。山田ら<sup>18)</sup>はKの摂取量を1日合計で合わせても、Na排泄量を促進する効果が期待できない可能性があるとして報告しているが、一般的にはNa排泄を促す栄養素として考えられている。今後は食事ごとのNa/K比を合わせて研究計画を立てることも考慮すべきである。

以上のように、随時尿Na/K比はさまざまな影響を受けるため、本研究の限界はあるものの、前日の食塩摂取量を患者自身が評価できるシステムは、患者の食塩制限に対するアドヒアランスを向上させる可能性が期待される。沼田ら<sup>4)</sup>は食塩摂取量を客観的に評価できる減塩モニタを患者に貸し出し、その前後での食塩摂取量を調査したところ、減塩モニタを貸し出した後での食塩摂取量は有意に減少していたと報告している。本システムが確立すれば、同様の結果が得られることが期待される。現在、随時尿から食塩摂取量を評価できる減塩モニタについて、森川ら<sup>19)</sup>はこれを用いた随時尿からの食塩摂取量の推定は定量的な評価法としては限界があると報告している。今回の研究の第1尿から前日食塩摂取量を求めるためのシステムは、従来のどの方法よりも簡便であるため、推定値の正確さを高めれば、患者のアドヒアランスを向上させる極めて高い実用性を備えた機器になると期待できる。

## 5. 結論

第1尿および第2尿Na/K比より前日の食塩摂取量を評価することは可能であると考えられる。今後は推測値の誤差を小さくするために、さらなる検討が必要である。

## 謝辞

長期間の厳密な調整食摂取と連日の尿採取にもかかわらず、研究にご協力いただいた被験者様に深く御礼申し上げます。

## 文献

- 1) 厚生労働省:平成28年 国民健康栄養調査結果報告
- 2) Powles J, Fahimi S, Micha R, et al. Global, regional and national sodium intakes in 1990 and 2010: a systematic analysis of 24 h urinary sodium excretion and dietary surveys worldwide. *BMJ open* 2013; 3: e003733.
- 3) Uechi K, Sugimoto M, Kobayashi S, et al. Urine 24-Hour Sodium Excretion Decreased between 1953 and 2014 in Japan, but Estimated Intake Still Exceeds the WHO Recommendation. *J Nutr* 2017; 147: 390-397.
- 4) 沼田優子, 辺泰樹, 薄井秀美, 他. 高血圧患者における塩分摂取量簡易測定器(減塩モニタ)を使用した栄養指導についての検討-塩分摂取量簡易測定器を使用した栄養指導-. *日本病態栄養学会誌* 2016; 19: 299-305.
- 5) 白須清子, 柳澤恵美子, 原清絵, 他. 減塩モニタを用いた食塩摂取量を家庭でセルフモニタリングすることの有用性. *日本病態栄養学雑誌* 2017; 20: 197-204.
- 6) Whitton C, Gay G. M. W, Lim R. B. T, et al. Evaluation of equations for predicting 24-hour urinary sodium excretion from casual urine samples in Asian adults. *J Nutr* 2016; 146: 1609-1615.
- 7) Cogswell M. E, Wang C. Y, Chen T. C, et al. Validity of predictive equations for 24-h urinary sodium excretion in adults aged 18-39 y. *Am J Clin Nutr* 2013; 98: 1502-1513.
- 8) Mills JN, Stanbury SW. Persistent 24-hour renal excretory rhythm on a 12-hour cycle of activity. *J Physiol* 1952; 117: 22-37.
- 9) T.Kawasaki, S.Nakamuta, K. Fukiyama, et al. Determination of urinary excretions of aldosterone and sodium by short term collections of urine in healthy men. *Japanese Circulation Journal* 1979; 43: 621-629.
- 10) Tanaka T, Okamura T, Miura K, et al. A simple method to estimate populational 24-h urinary sodium and potassium excretion using a casual urine specimen. *J Hum Hypertens* 2002; 16: 97-103.
- 11) Intersalt: an international study of electrolyte excretion and blood pressure. Results for 24 hour urinary sodium and potassium excretion. Intersalt Cooperative Research Group. *BMJ* 1988; 297: 319-28.
- 12) Brown IJ, Dyer AR, Chan Q, et al. INTERSALT Co-Operative Research Group. Estimating 24-hour urinary sodium excretion from casual urinary sodium concentrations in Western populations: the INTERSALT study. *Am J Epidemiol* 2013; 177: 1180-92.
- 13) Moore-Ede MC, Herd JA. Renal electrolyte circadian rhythms: independence from feeding and activity patterns. *Am J Physiol* 1977; 232: F128-35.
- 14) 川崎晃一, 川村実, 伊藤和枝. 食塩およびカリウムの一日摂取量を簡便に評価するために開発された起床後第2尿法-その開発経緯と有用性について-. *日本病態栄養学会誌* 2008; 11: 237-253.
- 15) Zhou L, Tian Y, Fu J. J, et al. Validation of spot urine in predicting 24-h sodium excretion at the individual level. *Am J Clin Nutr* 2017; 105: 1291-1296.
- 16) Dougher C. E, Rifkin D. E, Anderson C. A, et al. Spot urine sodium measurements do not accurately estimate dietary sodium intake in chronic kidney disease. *Am J Clin Nutr* 2016; 104: 298-305.
- 17) 亀山良子. 24時間尿中電解質および窒素排泄に対する生活習慣因子の影響-特に, 運動・摂取タンパク質レベルの及ぼす影響について-. *日衛 (Jpn.J. Hyg.)* 2000; 54: 607-614.
- 18) 山田和歌子, 田中夏海, 花田玲子, 他. カップ麺の摂取時刻とナトリウムの尿排泄量. *東北女子大学・東北女子短期大学 紀要*2016; 55: 80-87.
- 19) 森川希, 齋藤薫子. 夜間尿を用いた食塩摂取量簡易測定法の誤差の要因. *実践女子大学生生活科学部紀要* 2015; 52: 029-035.

**Abstract****Estimation of salt intake by spot urinary sodium/potassium ratio**

**Takayoshi Tsukahara<sup>1</sup>, Reo Okada<sup>1</sup>, Erika Suzuki<sup>1</sup>, Fumiya Kawase<sup>2</sup>,  
Hiroshige Aoyama<sup>3</sup>, Toshiaki Shimazu<sup>3</sup> and Norifumi Isu<sup>3</sup>**

There is currently no accurate and convenient method to evaluate the salt intake of patients on salt restriction. Even registered dietitians cannot accurately estimate their patients' salt intakes. However, it is essential for patients to be able to evaluate their own salt intake to increase adherence to salt restriction. Therefore, we aimed to design a simple system for evaluating the salt intake of patients, and examine the relationship between spot urinary sodium/potassium (Na/K) ratio and salt intake.

Eight healthy women (aged 21–22 years) were enrolled as subjects. All spot Na/K ratios were measured after subjects were administered a controlled level of salt intake. Salt intake was administered in three phases of 6, 10 and 14 g/day. Subjects continuously observed this salt intake pattern for 5 consecutive days after an adjustment period of 1 day. Urinary Na, urinary K, urinary specific gravity, and electric conductivity of spot urine were measured. A regression equation for estimating salt intake was devised using a generalized linear model of the Na/K ratio for each of the first and second urine samples, as well as other factors, and compared against actual salt intake.

Both the first and second urinary Na/K ratios correlated with salt intake from the previous day ( $r=0.50$ ,  $P<0.001$  and  $r=0.63$ ,  $P<0.001$ , respectively). Values obtained using the regression equation were related to actual salt intake. However, the ratio that can be estimated within a range of  $\pm 1$  g was 8.6% and 24.8% for the first and second urine samples, respectively. The present results suggest that it is possible to evaluate the previous day's salt intake based on the first and second urine sample Na/K ratios. Further studies are needed to reduce the potential for errors in this method for estimating salt intake.

**Key Words:** spot urinary sodium, potassium ratio (Na/K ratio), salt intake

1) School of Nutritional Sciences, Nagoya University of Arts and Sciences

2) Graduate School of Nutritional Sciences, Nagoya University of Arts and Sciences

3) LIXIL Corporation