

夜間尿を用いた食塩摂取量簡易測定法の誤差の要因

森川 希・齋藤薫子

食生活科学科 公衆栄養学研究室

Assessment of usual salt intake based on estimated daily salt excretion by electronic salt sensor using overnight urine.

Nozomi MORIKAWA, Yukiko SAITO

**Department of Food and Health Sciences, Jissen Women's University*

We investigated the validity of estimation of usual mean salt intake using overnight urine using an electronic salt sensor. Measurement was performed in four healthy young women for a period of 31 days with measurement of 24-hour urinary salt excretion as a standard. We also investigated the correlation between measurement error and the time of the latest meal before measurement, and 24-hour urinary sodium: potassium ratio (Na/K).

With the exception of one subject, a significant correlation was observed between mean 24-hour urinary salt excretion and estimated values by the electronic salt sensor. The electronic salt sensor underestimated daily salt excretion in subjects who had a high frequency of days with less than approximately 6g/day of urinary salt excretion. The estimation error was influenced by the length of the interval between the subject's latest meal and the starting of overnight urine collection, and by Na/K in 24-hour urine. It is important to consider the possibility of those errors when using an electronic salt sensor in nutritional assessment or when monitoring day-to-day variation in individualized guidance for salt reduction.

Key words : nutritional assessment (栄養アセスメント), sodium (ナトリウム), overnight urine (夜間尿), electronic salt sensor (減塩モニタ), day-to-day variation (日間変動)

1. 諸言

食塩の過剰摂取は、高血圧症のみならず脳卒中や心疾患、胃がんなどの発症リスクにも関与することから、国内外で減塩が推奨されている。本邦においては、厚生労働省が示す国民の健康づくり対策（「二十一世紀における第二次国民健康づくり運動（健康日本 21（第 2 次）」¹⁾）の中で食塩摂取量の減少（1 日 8g 未満）が目標項目の 1 つとなっている。さらに、これを踏まえて平成 26 年 3 月に新たに策定された食事摂取基準²⁾では、生活習慣病予防のための目標量として 1 日当たり男性 8g 未満、女性 7g 未満が示された。これは日本人の食生活の現状から実現可能性を考慮して設定されたものであり、WHO のガイドライン³⁾が推奨している 5g/ 日未満をはじめとする諸外国の目

標値と比較すると高値である。

本邦における食塩摂取量の現状は、毎年実施される国民健康・栄養調査結果によって把握されている。近年の推移をみると、20 歳以上の平均食塩摂取量は平成 9 年に 13.5g、平成 13 年 12.1g、平成 19 年 11.1g と徐々に低下し、平成 22 年に調査開始以後の最低値の 10.6g となった。しかしながら、当時の食事摂取基準の目標量（男性 9.0g、女性 7.5g 未満）を満たしている者の割合は男女とも 3 割程度にとどまっていた⁴⁾。また、その後は平成 23 年、24 年とも 10.4g と下げ止まりとなっている⁵⁾。

保健医療従事者による個人や集団への生活習慣介入のプロセスにおいては、健康問題の客観的評価に基づいて適切な改善目標及び行動計画を設定し、実施状況

及び介入効果をモニタリング・評価していくマネジメントサイクルが重要であり、厚生労働省が策定した標準的な保健指導プログラム⁶⁾、前述の食事摂取基準²⁾においても基本的な考え方や手順が示されている。減塩においても、対象者の食塩摂取量を評価することにより、個人差を考慮した段階的な目標設定や介入効果のモニタリングが可能となると考えられる。

日本高血圧学会では、血圧と減塩に関する最新の知見とともに、食塩摂取量の評価方法に関する報告をまとめている⁷⁾。摂取した食塩の約90%は尿中に排泄されるため、24時間蓄尿によりナトリウム排泄量を測定する方法がゴールドスタンダードとされるが、日常生活下での実施は困難であることから、それに代わる手法が考案されている。山末ら⁸⁾により開発された減塩モニタ®(河野エムイー研究所)は、夜間尿(夜間の排尿と起床後1回目の排尿)を用いて1日の食塩摂取量を推定する簡易測定器であり、同学会ガイドラインにおいては家庭で簡便に実施できる方法として推奨されている。これを用いて食塩摂取量を継続的に測定することで減塩に繋がったという報告もあり⁹⁻¹¹⁾、日常的に使用できる減塩支援ツールの1つとして認知されつつある。

この簡易測定器を用いた食塩摂取量評価(以下、夜間尿法)は、夜間尿中ナトリウム排泄量と24時間尿中ナトリウム排泄量の回帰式から1日の食塩摂取量を推定するため、測定の各段階において複数の誤差が生じる。具体的には、(1)食塩濃度、尿量の測定誤差、(2)ナトリウムとカリウムを分離測定していないこ

とによる誤差、(3)夜間尿から24時間尿を推定する誤差、(4)尿中排泄量から摂取量を推定する誤差等である。そのため、減塩モニタによる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ことは知られているが、実際の栄養アセスメントや減塩指導において個人レベルの習慣的な食塩摂取量を評価する際にどの程度の影響を及ぼすかについては明らかではない。

本研究では、個人の習慣的な食塩摂取量のアセスメントにおける夜間尿法の妥当性を検証するため、個人における約1カ月間にわたる24時間尿中食塩排泄量と夜間尿法による測定値を比較した。

さらに、減塩実施者が、日々の食事内容とあわせて食塩摂取量をモニタリングする上での留意点を整理するため、夜間尿中食塩排泄量に特に影響を与えと考えられる夕食摂取時刻及びカリウム摂取量と測定誤差の関連について、探索的分析を行なった。

2. 方法

2-1. 対象者

本学食生活科学科4年次生4名に協力を依頼した。対象者の背景は表1のとおりである。飲酒習慣者、喫煙者はいなかった。

表1 対象者背景

	年齢 (歳)	身長 (cm)	体重 (kg)	BMI (kg/m ²)	収縮期血圧 (mmHg)	拡張期血圧 (mmHg)
被験者 a	22	159	50.0	19.8	105	74
被験者 b	21	150	50.0	22.2	93	62
被験者 c	21	149	48.0	21.6	100	65
被験者 d	22	157	51.0	20.7	103	68

2-2. 調査方法

個人における習慣的な食塩摂取量評価における夜間尿法の妥当性を検証するため、24時間蓄尿法と夜間尿法による測定を並行実施した。調査期間は、Ogawaらの報告¹²⁾に基づき、ナトリウムの習慣的な摂取量を±10%の誤差で得るために必要な調査日数として31日間とした。発汗によるナトリウム損失が増加する夏季を避けて6月中の21日間及び9月下旬の10日間に分け、各期間に測定ミス等があった場合の予備日を加え各人33～35日にわたり連続測定を実施した。また、夜間尿法の測定誤差の要因としてカリウム摂取



図1 食塩摂取量簡易測定器(減塩モニタ)

状況、夕食時刻との関連を検討するため 24 時間尿中カリウム排泄量を測定するとともに、排尿（蓄尿）時刻・食事時刻・食事内容を記録してもらった。その際、夕食時間帯に菓子類・乳製品・飲料のみを摂取していた場合は食事を含めず、それ以前の最後の食事を夕食とみなし、摂取時刻の算出に用いた。

2-3. 測定方法

① 24 時間尿中食塩排泄量及びカリウム排泄量

24 時間蓄尿にはユリンメート®P（住友ベークライト）を用い、各回 1/50 量を蓄尿した。蓄尿前後の容器重量を測定しその差を 1/50 尿重量とし、尿比重屈折計（ATAGO PAL-09S）で求めた比重で除して容量を求めた。ナトリウム濃度、カリウム濃度の測定には、コンパクトイオンメータ（堀場研究所 C-122 及び C-131）を用いた。コンパクトイオンメータによる測定値は臨床検査用のイオン電極法と強い相関があるが、ナトリウム、カリウムともに過小評価されることが報告されている^{13, 14)}。そのため、得られた測定値を先行研究¹³⁾に基づき以下の式で補正した。

尿中ナトリウム濃度 (g/L)

$$=(\text{ナトリウム測定値 (g/L)} + 0.08) / 0.72$$

尿中カリウム濃度 (g/L)

$$=(\text{カリウム測定値 (g/L)} - 0.12) / 0.63$$

これを各々 50 倍し、24 時間尿中ナトリウム及びカリウム排泄量とした。24 時間尿中食塩排泄量は、24 時間尿中ナトリウム量 (g) を塩化ナトリウム相当量 (g) に換算 ($\times 2.54$) した値を用いた。

② 減塩モニタによる夜間尿を用いた食塩摂取量の簡易評価（夜間尿法）

減塩モニタの標準的な使用法に則り、起床時間の 8 時間前に排尿を済ませるよう依頼した。その後の夜間尿

及び起床後第一回目の尿を測定に用いた。24 時間尿中食塩排泄量と比較するため、測定画面に表示される食塩摂取量相当の推定値に 0.9 を乗じ排泄量に換算した上で分析を行なった。

2-4. 統計解析

各被験者内の 24 時間尿中食塩排泄量と夜間尿法による推定値の関連は Pearson の積率相関係数を、両者の差の検定には対応のある t 検定を用いた。測定誤差に及ぼす食事要因の検討では、夜間尿法と 24 時間尿中食塩排泄量の差を求め、夕食摂取から夜間蓄尿開始までの時間及び 24 時間尿中 Na/K 比との関連を分析した。統計解析には SPSS Ver.21.0 を用いた。

本研究の倫理的配慮については、実践女子大学食生活科学科倫理委員会の審査で承認を受けた（通知番号第 2012009-2 号）。

3. 結果

3-1. 習慣的な食塩摂取量の評価

明確な測定ミスや採り忘れが申告された日を除き、各被験者 31～32 日の測定値を解析対象とした。測定結果の代表値を表 2 に示すとともに、各測定日の誤差の状況を 24 時間尿中食塩排泄量の低い日から順に図 2 に示した。1 名を除き、24 時間尿中食塩排泄量と夜間尿法推定値の間に有意な相関が認められたが、3 名は両法の測定値に有意な差が認められた。24 時間尿中食塩排泄量が 6g 以下の日が多くみられた被験者 c 及び d は夜間尿法による測定値が有意に高く、最も 24 時間尿中排泄量が多かった b においては夜間尿法は有意に過小評価していた。いずれの被験者においても、24 時間尿中食塩排泄量 7g 程度を境界に夜間尿法による測定値は過大評価傾向から過小評価傾向に転じていた。

表 2 24 時間尿中食塩排泄量と夜間尿法推定値

	調査 日数	24 時間尿中 食塩排泄量 (g)	夜間尿法 推定値 (g)	P*1	相関係数	P*2
被験者 a	32	7.3 ± 3.4	7.4 ± 2.1	0.784	0.67	<0.001
被験者 b	31	9.1 ± 3.0	7.7 ± 1.7	0.007	0.53	0.002
被験者 c	31	7.0 ± 2.1	8.4 ± 1.7	0.001	0.51	0.004
被験者 d	31	5.9 ± 2.3	7.6 ± 2.0	0.008	-0.24	0.198

平均値 ± 標準偏差

*1 対応のある t 検定、*2 Pearson の積率相関係数

3-2. 夜間尿法の測定誤差と食事要因の検討

減塩モニタは、24 時間尿中食塩排泄量 6g 程度以上の対象者を中心に得られたデータをもとに回帰式を作成しているため、食塩排泄量がそれより少ないと測定精度が低くなる⁸⁾。そのため、以降の分析は、24 時間食塩排泄量 6g 以上の日を対象とした。図 2 の①は夜間蓄尿開始までの時間が約 6 時間と比較的長く、②③④は Na/K 比が 3.1、4.0、3.2 と特に大きかった。また、被験者 c において大幅な過大評価が観察された⑥⑦⑧は夜間蓄尿開始後の食事摂取があり、被験者 d の⑨は夜間蓄尿前最終飲食が 15 時代で夕食時間帯には食事をしていなかった。被験者 b の⑤についてのみ、誤差の原因は不明であったが、その他の 4g 程度以上の度以上の大幅な誤差については、その要因が比較的明確であった。これに基づき、4 名の測定データを統合し、夜間尿法と 24 時間尿中食塩排泄量の差と、夕食摂取から夜間蓄尿開始までの時間及び 24 時間尿中 Na/K 比との関連を分析した結果を図 3 及び図 4 に示す。夕食摂取時刻から夜間蓄尿開始までの間隔が長く

なるほど、もしくは 24 時間尿中 Na/K 比が高くなるほど夜間尿法－24 時間尿中食塩排泄量の差は負の方向へ拡大しており、夜間尿法が 24 時間尿中食塩排泄量を過小評価する傾向が認められた（図 3-a 及び図 4-a）。

夜間尿法の測定誤差に及ぼす要因の一つとして、夜間蓄尿時間がある。本研究対象者には、減塩モニタの標準的な使用法に則り 8 時間分の尿を測定に用いるよう依頼しており、多くは 8 時間前後で実施されていたが、最少で 3 時間、最大で 14 時間程度まで変動が観察された。そこで、全測定日について、夜間尿蓄尿前最終排尿時刻から翌早朝の測定時刻までの時間（蓄尿時間）を 8 時間分に補正するため、夜間尿法で得られた推定食塩排泄量（g/日）を、減塩モニタ内蔵の回帰式に基づき以下の式で補正した。

$$\text{夜間尿法食塩排泄量 (g/日)} \times (8/\text{蓄尿時間})^{0.53}$$

その結果、測定誤差と夕食－夜間蓄尿開始時刻との関連は消失し、一方で尿中 Na/K 比との相関は強まった（図 3-b 及び図 4-b）。

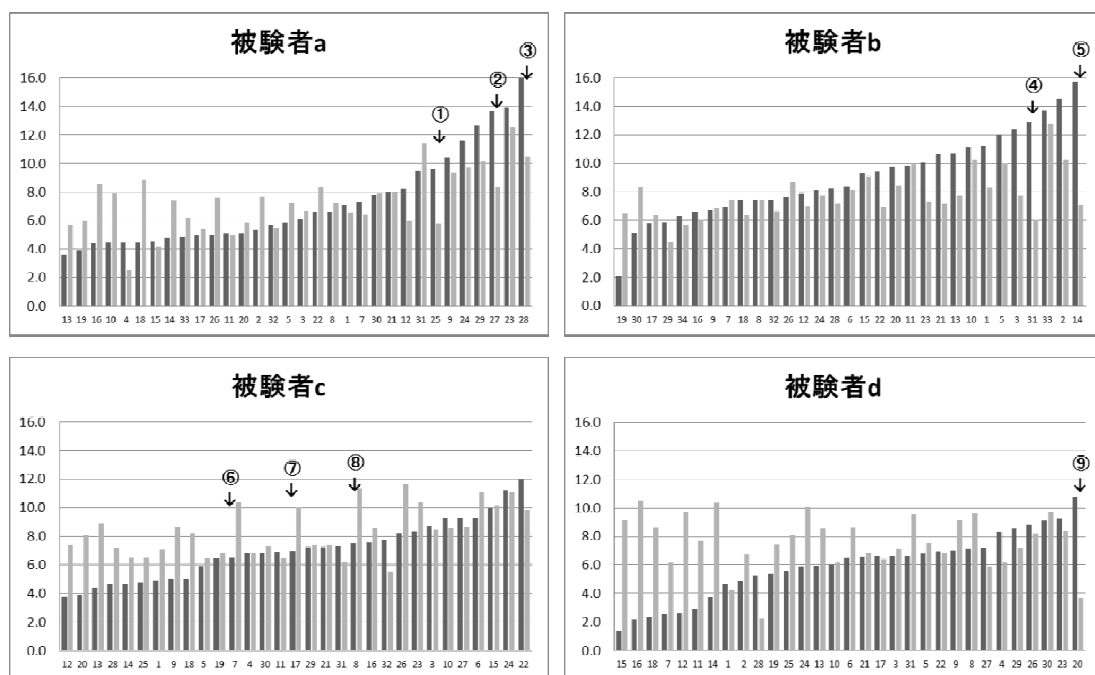
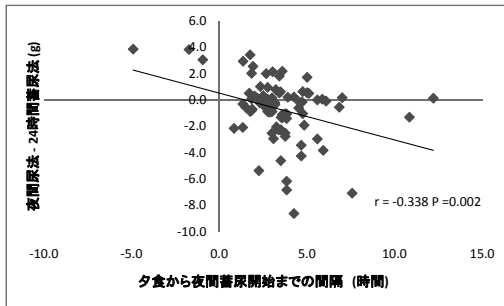


図 2 24 時間尿中食塩排泄量と夜間尿法推定値

3-a



3-b

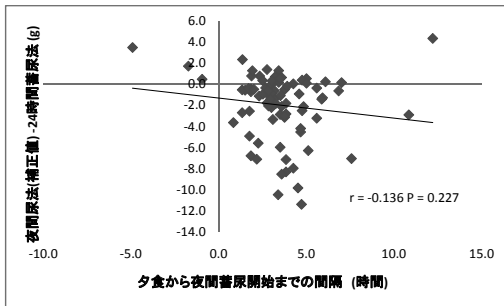
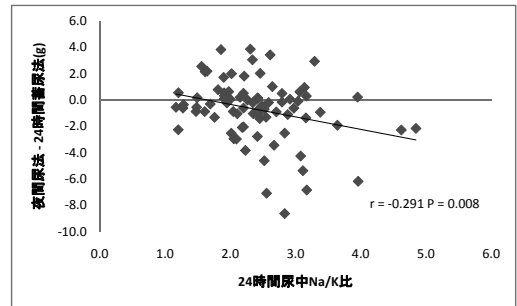


図3 夜間尿法の測定誤差と夕食から夜間蓄尿開始までの間隔

4-a



4-b

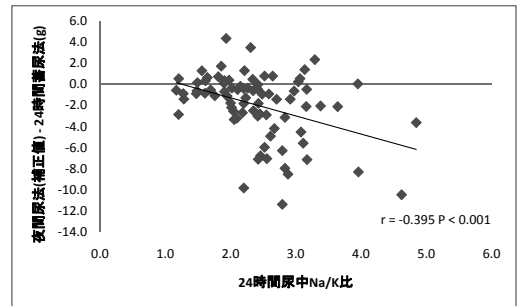


図4 夜間尿法の測定誤差と24時間尿中Na/K比

4. 考察

食塩摂取量の個人内変動は24～36%であり、習慣的な食塩摂取量を評価するためには許容する誤差範囲を20%としても8～12日、10%とすると31～49日の調査日数が必要であると考えられている^{12, 15)}。食塩摂取量の評価方法のうち24時間尿中食塩排泄量を測定する方法は最も精度が高いが、日常生活下での継続実施はほぼ不可能である。これに対し減塩モニタは、使用者の負担が少なく、日常生活を営みながら継続的に使用できる。本研究では、4名の被験者にこれを用いて習慣的な食塩摂取量の評価を試みた。

被験者4名中3名の24時間尿中排泄量の平均値は7g代かそれ以下であり、減塩モニタの推定限界である6g未満の日を複数含んでいた。そのため、3名の被験者においてはいずれも夜間尿法推定値は24時間尿中食塩排泄量に対し過大評価となっていた。特に、24時間尿中食塩排泄量6g未満の出現頻度が多かった被験者dにおいては、夜間尿法推定値との相関がみられなかった。尿中への食塩排泄割合を90%とすると排泄量6gは摂取量6.6gに相当するため、この前後か

ら測定精度は著しく低下すると考えられる。平成22年度国民健康・栄養調査結果によると、食塩摂取量7g未満の者の割合(20歳以上)は19.7%であった⁴⁾。調査は1日間の秤量法によるため、ばらつきが大きく、習慣的な摂取量ではさらに少ない可能性はある。しかしながら、食事内容に極度の量的・質的偏りがある者や、厳格な食事管理のもとでこれより低値を維持している者も僅かながら存在する。集団特性としてそういった者の割合が多い場合は、減塩モニタを用いると平均的な食塩摂取量は過大評価される可能性がある。また、個人においては、食事の日間変動の中で、食塩摂取量7g未満の日の出現頻度が多い対象者において、夜間尿法によるアセスメントを行なうと、食塩摂取量は過大評価される可能性が高いことにも留意する必要がある。以上のことから、減塩モニタを栄養アセスメント及び減塩支援に活用しようとする場合は、事前に簡易な質問紙や食事調査等により、個人の習慣的な食塩摂取状況を別途把握した上で使用の適否を判断することが望ましいと考えられる。

一方で、減塩指導の実施過程においては、摂取量の

多い日と少ない日の要因を食事レベルで振り、日々の食事内容の変動に伴う食塩排泄量の増減を客観的に評価することが、対象者にとっては減塩への動機づけになるとともに、支援者にとってはより具体的な介入が可能になると考えられる。そのためには、個人における食塩摂取量の日内変動そのものを、ある程度評価可能であることも求められる。そこで、夜間尿法による誤差の要因を個別の食事・排尿記録から検証するとともに、4名の全測定日のデータを統合し夕食後時刻から夜間蓄尿開始までの時間、24時間尿中Na/K比について測定誤差との関連を分析した。

個別の被験者について観察すると、本研究参加者は比較的規則正しい生活を送っており、測定時刻が大きく前後する日は少なかった。しかしながら、夕食欠食(菓子類のみを含む)では大きな誤差が生じていた。通常の食生活の範囲内では、食事時刻の変動は大きな影響を及ぼさないことが示唆されたが、夕食欠食や夜食摂取のある対象者については、食生活改善支援と合わせて個別に対応することが望ましいと考えられる。一方、夜間就業者等を対象とした場合には、24時間蓄尿法との誤差はさらに大きくなることが予想される。そのような場合、厳密な測定条件の設定は現実的には困難と考えられ、夜間尿法により食塩摂取量の真の変化をとらえることができるかどうかは、今後検討していく必要がある。

各測定日の夕食時刻及び夜間尿の蓄尿開始時刻との関連を分析した結果、夕食から蓄尿開始までの時間が長くなるほど夜間尿法は食塩排泄量を過小評価していた。しかし、これらの関連は夜間尿法で得られた測定値を、夜間蓄尿時間8時間分に補正すると消失した。筆者らは、夕食一夜間蓄尿開始までの間隔が長くなると、夕食で摂取した食塩が蓄尿開始前にある程度排泄され、夜間尿法の過小評価に繋がると考えていたが、今回の結果からは、夕食一夜間蓄尿開始までの間隔よりも、夜間蓄尿時間の短縮が、夜間尿法の過小評価の原因となっていた。一方で、結果には示していないが、各被験者における夕食時刻中央値からの増減と夕食一夜間蓄尿開始までの間隔には有意な負の相関が認められおり、夕食時刻の遅延は、夜間蓄尿開始時刻の遅延に繋がり、夜間蓄尿時間を短縮させることを介して間接的に食塩摂取量の過小評価の原因となると考えられる。夜間尿法による測定値の精度を向上させる

ためには、夕食時刻の変動を少なくし、夜間8時間分の尿を用いて測定することを遵守することを望ましいが、諸般により実際の蓄尿時間が異なった場合には、必要に応じて補正值を用いて評価していくことも必要と思われる。

本研究被験者における24時間尿中Na/K比(平均2.15、最少0.7、最大4.8)内においては、夜間尿法一食塩排泄量の誤差と負の相関が認められ、これは夜間蓄尿時間を補正しても同様の結果であった。日々の食生活の中で、Na/K比の変動は常に起こりうる。特に、高血圧患者に対する食事指導では、減塩とともにカリウムの積極的な摂取を推奨することも多いため、Na/K比は制御不可能かつ考慮すべき要因といえる。減塩モニタでは、平均的な食事をした場合の尿中ナトリウム排泄量:カリウム排泄量を7:3(Na/K比2.3)として計算しており、ここからNaのみを正確に見積もるには、尿中Na/K比を別途測定する必要がある。一般的な使用条件下では誤差の修正も不可能である。減塩支援等で夜間尿法を取り入れる際には、食塩摂取量が多く、カリウム含量の多い食品(野菜、果物等)の摂取量が少ない場合には夜間尿法による測定値よりも実際は多くの食塩を摂取している可能性があることや、減塩と同時にカリウム摂取を推奨されている場合には夜間尿法の測定値が必ずしも減塩の成果を表わさないケースがあることに留意することが重要と考えられる。以上のことから、夜間尿法による食塩摂取量の簡易評価法には考慮すべき事項があるものの、対象特性を把握した上で習慣的な食塩摂取量のアセスメントに用いることは可能と考えられる。特に、被測定者の負担は24時間蓄尿や厳密な食事記録と比較して軽微であるため、申告誤差の影響を受けないありのままの食生活を把握する方法として有用であると考えられる。本研究は、夜間尿を用いた食塩摂取量の簡易評価法の測定精度向上と、測定結果に基づく支援内容の改善を目指したものであり、今後は、生活習慣病の予防・改善のための保健指導の現場での実施可能性を含めて検証していくことが課題である。

本研究には複数の限界がある。まず、研究デザイン上の問題としては、研究被験者は作為抽出された女子学生4名であり、観察された測定値の範囲は限定的であること、調査時期は6月及び9月であり、年間を通じた季節変動を考慮した習慣的摂取量を観察していな

いことがあげられる。また、本研究では時間帯ごとの尿中食塩排泄量を分離測定していない。したがって、夜間尿法の過小・過大評価に影響すると考えられる要因のうち、各時間帯の食事内容と尿中食塩排泄量及び Na/K 比の影響については未知である。さらに、測定上の問題として、24 時間尿中ナトリウム及びカリウムの分析に比例採尿式を用いていること、及びコンパクトイオンメータによる簡易測定を実施していることによる測定誤差の存在も考えられる。

5. まとめ

本研究では、個人の習慣的な食塩摂取量のアセスメントにおける夜間尿法の妥当性を検証した。その結果、被験者 4 名の夜間尿法と 24 時間尿中食塩排泄量の相関係数は 0.67、0.53、0.51、 -0.24 であり、24 時間食塩排泄量 6g 未満の出現頻度が多い者において測定精度は著しく低下したことから、食塩摂取量にすると約 7g 未満の日の出現頻度が多い個人においては、本法による習慣的な摂取量は過大評価となる可能性が示唆された。したがって、減塩モニタ使用の適否は、個人の習慣的食塩摂取状況を別途把握した上で判断することが望ましいと考えられる。

また、減塩指導等で、継続的に測定を実施する際の留意点として以下の項目を整理した。

- ・夕食時刻の遅延は、夜間蓄尿時間を短縮させることを介して間接的に食塩摂取量の過小評価の原因となりうる。これについては、夜間蓄尿開始時刻と翌早朝測定時刻を記録することによりある程度補正が可能である。

- ・24 時間尿中 Na/K 比と夜間尿法の誤差は負の相関関係が認められた。したがって、カリウム含量の多い食品の摂取量が相対的に少ない時には夜間尿法による測定値よりも実際は多くの食塩を摂取している可能性がある。また、減塩と同時にカリウム摂取を推奨されている場合には、夜間尿法の測定値が必ずしも減塩の成果を表わさないケースもあると考えられる。

謝辞

本研究の遂行に際してご協力頂きました横浜市立大学医学部社会予防医学教室の水嶋春朔先生、杵久保修先生、山末耕太郎先生ならびに被験者としてご協力くださいました本学食生活科学科学生の皆様に感謝いたします。

参考文献

1. 次期国民健康づくり運動プラン策定専門委員会：健康日本 21（第 2 次）の推進に関する参考資料。厚生労働省（2012）
2. 厚生労働省：「日本人の食事摂取基準（2015 年版）策定検討会」報告書。（2014）
3. WHO: Guideline: Sodium intake for adults and children. (2012)
4. 厚生労働省：平成 22 年国民健康・栄養調査報告。（2012）
5. 厚生労働省：平成 24 年国民健康・栄養調査報告。（2014）
6. 厚生労働省：標準的な健診・保健指導プログラム（改訂版）。
7. 日本高血圧学会：日本高血圧学会減塩委員会報告 2012. (2012)
8. Yamasue K, Tochikubo O, Kono E, Maeda H: Self-monitoring of home blood pressure with estimation of daily salt intake using a new electrical device. J Hum Hypertens, 20, 593-598 (2006)
9. Ohta Y, Tsuchihashi T, Miyata E, Onaka U: Usefulness of self-monitoring of urinary salt excretion in hypertensive patients. Clin Exp Hypertens, 31, 690-697 (2009)
10. Morikawa N, Yamasue K, Tochikubo O, Mizushima S: Effect of salt reduction intervention program using an electronic salt sensor and cellular phone on blood pressure among hypertensive workers. Clin Exp Hypertens, 33, 216-222 (2011)
11. 安武 健一郎, 山口 生子, 澤野 香代子, 坂井 浩子, 宮井 康家, 齊藤 裕子, 尼寺 はつみ, 卓也 土: 尿中食塩排泄量のセルフモニタリングと減塩教室を組み合わせた新しい減塩教育法の効果—健康者における高血圧症予防への取り組み—日本栄養士会雑誌, 54, 716-722 (2001)
12. Ogawa K, Tsubono Y, Nishino Y, Watanabe Y, Ohkubo T, Watanabe T, Nakatsuka H, Takahashi N, Kawamura M, Tsuji I, Hisamichi S: Inter- and intra-individual variation of food and nutrient consumption in a rural Japanese population. European journal of clinical nutrition, 53, 781-785 (1999)
13. 山末耕太郎, 杵久保修: 尿中電解質のコンパクトイオンメーターでの測定。臨床検査, 48, 1587-1590 (2004)
14. 山末耕太郎, 河野英一, 左近聖子, 大重賢治, 杵久保修: 家庭での塩分, カリウム摂取量測定法の検討。日本循環器予防学会誌, 39, 157-163 (2004)
15. Fukumoto A, Asakura K, Murakami K, Sasaki S, Okubo H, Hirota N, Notsu A, Todoriki H, Miura A, Fukui M, Date C: Within- and Between-Individual Variation in Energy and Nutrient Intake in Japanese Adults: Effect of Age and Sex Differences on Group Size and Number of Records Required for Adequate Dietary Assessment. Journal of Epidemiology, 23, 178-186 (2013)

