

試験

「Dr 今井の塩分・栄養診断システム」の 精度検定

佐藤倫広 加藤則子 高本栄一郎 今井 潤

臨床栄養 別刷

Vol.123 No.3 : 2013年9月号

「Dr 今井の 塩分・栄養診断システム」の精度検定

東北大学大学院薬学研究科医薬開発構想寄附講座¹⁾

加藤内科クリニック²⁾

株式会社マッシュルームソフト³⁾

佐藤倫広¹⁾

Sato, Michihiro

高本栄一郎³⁾

Takamoto, Eiichirou

加藤則子²⁾

Kato, Noriko

今井 潤¹⁾

Imai, Yutaka

Keyword

塩分摂取量, 食事調査, 24 時間蓄尿

緒言

減塩は、高血圧^{1, 2)}、脳心血管疾患³⁾、あるいは胃がん⁴⁾などの健康障害を抑制するうえで重要である。しかしながら、今日なお本邦の塩分摂取量は過剰であることが示されている。厚生労働省が掲げる塩分摂取量の目標値は男性 9 g/日未満および女性 7.5 g/日未満、日本高血圧治療ガイドライン 2009 では高血圧抑制のために 6 g/日未満が推奨されている一方⁵⁾、本邦の平均塩分摂取量は、男性で 11.6 g/日および女性で 9.9 g/日と報告されている⁶⁾。

本邦の過剰な塩分摂取に対して、「塩を減らそうプロジェクト」が行ったインターネット調査では、全 1,248 件の回答のうち約 7 割が減塩にある程度取り組んでいると回答している⁷⁾。減塩意識の有無で尿中塩分排泄量に差がないとする本邦の報告⁸⁾からも、主観的な減塩の意識が実際の減塩に反映されていないこと

がわかる。この減塩意識と実情の乖離は、国民が自身の塩分摂取量を把握できていないことが大きく影響していると考えられる。そこで、実際に減塩を推進するためには、塩分摂取量の評価と、国民による自身の塩分摂取量の認識が重要と考えられる。しかし、信頼性の高い塩分評価法は、概して簡便ではなく広く普及することが困難である。

塩分摂取量評価のゴールドスタンダードは、24 時間尿中塩分排泄量の測定である。現在では、随時尿中から 24 時間塩分排泄量を推定する方法も考案されている⁹⁾。しかしながら、24 時間蓄尿もスポット尿も尿検体を必要とする⁹⁾。食事秤量あるいは質問調査によって塩分摂取量を評価することも可能であるが、栄養士など専門職の介入が必須であり、従来の評価法では一般国民に塩分摂取量を広く認識させることは望めない。

そこでわれわれは近年、24 時間思い出し法に基づき、対象者自身による食事内容入力で塩分摂取量が算出可能な塩分評価システムを開発した。本研究の目的は、24 時間尿中塩分排泄量との比較により、この塩分評価システムの妥当性を検証することである。さらに、本システムによって問診されている塩分嗜好や食習慣、および活動度を考慮し、24 時間尿中塩分排泄量をより精密に推定するようにシステムの改良を行った。

方法

1) 対象者・データ収集

高血圧専門外来または内科外来を受診中の患者 203 名を対象に 24 時間蓄尿を指示した。食事内容は、蓄尿開始日の食事内容が、食事記録とともに対象者自身によって塩分システムへ入力された。同時に随時スポット尿も採取し、推定 24 時間尿中塩分排泄量 (g/日) を $0.0585 \times 21.98 \times [\text{随時スポット尿中ナトリウム濃度 (mEq/l)} / \text{推定尿中クレアチニン排泄量 (mg/日)}]^{0.392}$ で計算した⁹⁾。推定尿中クレアチニン排泄量 (mg/日) は、 $-2.04 \times \text{年齢 (歳)} + 14.89 \times \text{体重 (kg)} + 16.14 \times \text{身長 (cm)} - 2244.45$ として算出された。

2) 塩分評価システム

本システムは、タッチパネル式端末を導入したことで、専門職以外の被験者でも、簡便な操作が可能となっている。食事内容は電子データとして入力されるため、塩分摂取量が端末内で即時に算出可能であり、フィードバックが迅速に行える特徴がある。

本システムでは、はじめに性別、年齢、身長、体重、労働量、および居住地域などの基本データが入力される (図 1)。ついで、全体的な食事量 (図 2)、および塩分に関する食習慣 (図 3) として、表 1 に示される問診がタッチパネル上で行われることになる (参考: 実際の入力風景 <http://msrsoft.com/carbo/druchiba/>)。

図 4 に塩分評価システムの入力画面例を示す。本システムには 1,045 品目の食事および食物が内蔵されている。摂取された個々の食品の量は、表示される食事の写真を基準に、これくらい (写真と同量)、多め (写真の 1.5 倍)、および少なめ (写真の 2/3 倍) のいずれかで入力された (図 5)。また、各食事が選択され

図 1 問診画面

性別、年齢、身長、体重、労働量、居住地域などの基本データの入力求められる。

図 2 全体的な食事量の選択画面

図 3 で示されている塩分嗜好に関する問診のなかで問われる。

図 3 塩分嗜好に関する問診項目

その他、表 1 に示す内容がタッチパネル上で入力される。

るごとに随時、その食事に食卓で追加された調味料の種類および量の入力求められる (図 6, 7)。入力された食事内容から、日本食品標準成分表 2010 をもとに栄養摂取量が算出される^{10, 11)}。この成分表は、食事摂取頻度調査などの食事調査における栄養摂取量の算出に用いられるものであり、妥当性が確立されたものである^{10, 11)}。

表1 塩分嗜好、塩分に関する食習慣、および活動量

質 問	選択内容と、 回答カテゴリ数
1. 塩辛い料理が好きですか？	0) 嫌い 1) 普通 2) 好き 3) 大好き
2. 刺身を食べるなら、どれくらいしょうゆをつけますか？	0) つけない 1) 少し 2) 1/3 程度 3) 半分程度 4) たくさん
3. 寿司を食べるなら、どれくらいしょうゆをつけますか？	0) つけない 1) 少し 2) 1/3 程度 3) 半分程度 4) たくさん
4. 漬け物にしょうゆはかけますか？	0) かけない 1) かけたり、かけなかったり 2) かける
5. 豚カツを食べるなら、どれくらいソースをかけますか？	0) かけない 1) 少し 2) 半分程度 3) まんべんなく
6. みそ汁を1日どれくらい食べますか？	0) 食べない 1) 1 杯/日 2) 2 杯/日 3) 3 杯/日 4) 4 杯/日以上
7. みそ汁の好みについて教えてください。	0) 薄味が好き 1) 中くらい(普通)が好き 2) 濃味が好き
8. 食事の量を教えてください。	0) 小食 1) 並食 2) 大食
9. 1 日の活動量は？	0) 無職 1) 肉体労働(軽) 2) 肉体労働(中) 3) 肉体労働(重) 4) 家事労働 5) 座業(デスクワーク)

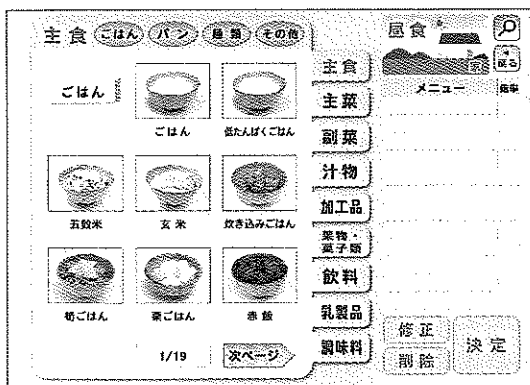


図4 塩分評価システムの入力画面例



図5 食品の量の選択

選択された食品の量は上図の画面上で、これくらい(写真と同量)、多め(写真の1.5倍)、および少なめ(写真の2/3倍)のいずれかを選択する。

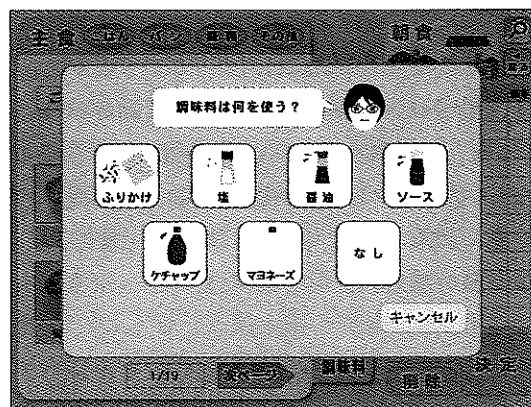


図6 調味料の種類の選択

各食事が選択されるごとに随時、その食事に食卓で追加された調味料の種類の入力が求められる。



図7 調味料の量の選択

調味料選択(図6)の後に、選択された調味料の量が求められる。

表2 塩分評価システムによる塩分摂取量と24時間尿中塩分排泄量の相関係数が最大となる塩分加算量

質問項目 (カテゴリ数)*	男性		女性	
	< 65 歳	≥ 65 歳	< 65 歳	≥ 65 歳
1. 塩味が好きであること (4)	—	—	—	—
2. 刺身にしょうゆをつけること (5)	—	—	+ 0.45 g	—
3. 寿司にしょうゆをつけること (5)	—	—	—	—
4. 漬け物にしょうゆはかけますか? (3)	—	—	—	—
5. 豚カツにソースをかけること (4)	—	+ 0.41 g	—	+ 0.07 g
6. みそ汁1日摂取が多いこと (5)	+ 0.35 g	—	—	+ 1.28 g
7. みそ汁の味付けが濃いこと (3)	—	+ 0.35 g	—	—
8. 食事量が多いこと (3)	+ 0.09 g	+ 2.05 g	—	+ 0.60 g
9. 活動レベル**が1上がるごと (3)	+ 0.03 g	+ 1.60 g	+ 1.23 g	+ 3.05 g

性別および年齢で層別化後、各群内で24時間尿中塩分排泄量と塩分評価システムによって算出された塩分摂取量の相関係数が最大になった塩分加算量を示している。例として、男性<65歳が「1日のみそ汁摂取量は「3杯/日」と回答した場合、その対象者の粗塩分摂取量に1.05(=0.35×3)g/日を加算した段階で、24時間尿中塩分排泄量との相関係数が最大となったことを表している。

*: 表1に記載されている質問項目と対応している。

** : 活動レベルは、労働の種類に応じて身体活動レベルⅠ[無職]、身体活動レベルⅡ[肉體労働(軽)・座業(デスクワーク)・家事労働]、身体活動レベルⅢ[肉體労働(中)、肉體労働(重)]の3段階に分類された。

活動量は、労働量によって、活動レベルⅠ[無職]、活動レベルⅡ[肉體労働(軽)・座業(デスクワーク)・家事労働]、および活動レベルⅢ[肉體労働(中)・肉體労働(重)]の3段階に分類された⁶⁾。

3) 塩分評価システムの精度向上

まず対象者を、塩分摂取量と塩分嗜好が基本的に異なるとされている性別(男性/女性)および年齢(<65/≥65歳)で層別化した。塩分評価システムによって食事内容から日本食品標準成分表2010を用いて単純に算出された塩分摂取量を「粗塩分摂取量」としたとき、24時間尿中塩分排泄量との相関がもっとも高値となるように粗塩分摂取量に、表2に示す塩分摂取量を加算した。例として、男性<65歳が「1日のみそ汁摂取量は「3杯/日」と回答した場合、その対象者の粗塩分摂取量に1.05(=0.35×3)g/日を加算した段階で、24時間尿中塩分排泄量との相関係数が最大となったことを表している(表2)。

結 果

対象者203名のうち男性は109名(53.7%)、平均年齢は67.8±10.7歳、平均24時間尿中塩分排泄量9.7g/日、塩分評価システムによって算出された粗塩分摂取量およびエネルギー摂取量の平均値は、それぞれ9.1±2.9g/日および1,780kcal/日であった。

粗塩分摂取量と24時間尿中塩分排泄量との相関係数 r は0.66であった($p<0.0001$)。表2に示す塩分摂取量を加算したところ、性別および年齢で層別化された各群内で相関係数の上昇が認められた(男性<65歳: $r=0.60\rightarrow0.66$ 、男性≥65歳: $r=0.80\rightarrow0.81$ 、女性<65歳: $r=0.64\rightarrow0.75$ 、女性≥65歳: $r=0.52\rightarrow0.59$)。

表2で補正後の段階で、性別および年齢で分類された4群間に、塩分摂取量と24時間尿中塩分排泄量をプロットした際の傾きおよび切片に差異が認められた。そこで、補正後塩分摂取量と24時間尿中塩分排泄量の関係が傾き=1および切片=0に調整されるように、

表3 厚生労働省発表の平均塩分摂取量の地域差
(厚生労働省、平成16年国民健康・栄養調査報告¹²⁾より)

地域ブロック	平均塩分摂取量 (g/日)	東北との差異 (g/日)
東北	11.4	—
北海道	10.4	−1.0
関東Ⅰ	10.9	−0.5
関東Ⅱ	11.8	+0.4
北陸	10.1	−1.3
東海	10.7	−0.7
近畿Ⅰ	10.3	−1.1
近畿Ⅱ	9.5	−1.9
中国	10.5	−0.9
四国	10.2	−1.2
北九州	10.5	−0.9
南九州	10.7	−0.7

東北との差異(g/日)を塩分評価システムによる補正後塩分摂取量に加算した。北九州に居住している対象者を例とすると、東北との差異である0.9 gを減算して調整したことを表している。この調整は、24時間尿中塩分排泄量との相関係数の上昇がみられた65歳未満の対象者にも適応している。

24時間尿中塩分排泄量を目的変数、補正後塩分摂取量を説明変数とした単回帰式を求めた。補正後塩分摂取量に、各群内で求められた回帰係数(β)を乗じ、切片を加算することにより4群間の傾きおよび切片の差異を解消した。これは、本システムによる塩分摂取量を24時間尿中塩分排泄量に一致させるための補正である。各群で求められた β および切片はつぎのとおりである。男性<65歳では $\beta = +0.49$ および切片 $= +3.16$ 、男性 ≥ 65 歳では $\beta = +0.86$ および切片 $= +1.01$ 、女性<65歳では $\beta = +0.84$ および切片 $= +0.64$ 、女性 ≥ 65 歳では $\beta = +0.50$ および切片 $= +2.36$ 。

さらに地域ブロック別の塩分摂取量を調整した。本研究では対象者の50%が東北居住の患者であったため、東北を基準として、厚生労働省から発表されている塩分摂取量の地域差¹²⁾を加算した(表3)。北九州に居住している対象者を例とすると、東北との差異である0.9 gを減算して調整したことを表している。ただし、65歳以上の対象者ではこの調整に

よって24時間尿中塩分排泄量と塩分摂取量の相関係数の上昇が認められなかったため、地域差の調整は65歳未満の対象者にのみ適応した(表3)。

24時間尿中塩分排泄量と塩分評価システムによる全補正後の塩分摂取量との相関係数は、0.72であった(図8)。一方、随時スポット尿データを有していた125名における、随時スポット尿による推定24時間尿中塩分排泄量と実測の24時間尿中塩分排泄量との相関係数は0.36($p < 0.0001$)であった。

考 察

本研究によって、本塩分評価システムの妥当性が確認された。本塩分評価システムによる全補正後の塩分摂取量と24時間尿中塩分排泄量との最終的な相関係数は0.72と高値を示した。

これまで日本高血圧治療ガイドライン2009にて推奨されている簡便な方法は、随時スポット尿を用いた24時間尿中塩分排泄量の推定である^{5, 13)}。しかし、尿中塩分濃度を測定する機器が必要であり、測定結果を得るためには医療機関などの専門施設を介す必要がある⁹⁾。また、先行研究において、随時スポット尿による推定24時間尿中塩分排泄量と24時間尿中塩分排泄量との相関係数は0.54と報告されている⁹⁾。本研究においても、この二者の相関係数が0.36であったことから、塩分評価システムにより算出される塩分摂取量よりも、随時スポット尿による推定24時間尿中塩分排泄量の精度が低い可能性が考えられる。生体指標を用いない塩分摂取量の評価法として、秤量法や頻度調査法などの食事調査が存在する¹⁴⁻¹⁶⁾。しかし、得られた食事情報から栄養摂取量を算出するためには栄養士の介入が必要である¹⁴⁻¹⁶⁾。以上のことから、本研究で妥当性が確立された塩分評価システムは、簡便

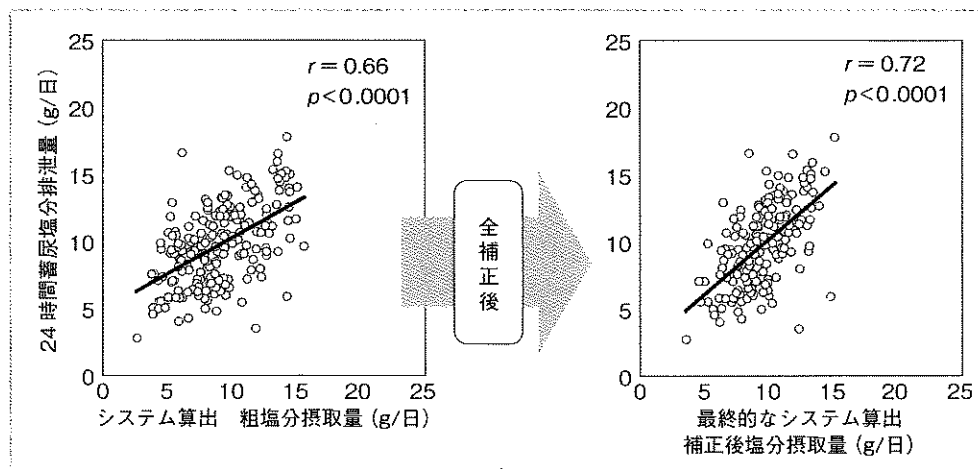


図8 24時間尿中塩分排泄量と塩分評価システムによる粗塩分摂取量および全補正後の塩分摂取量の散布図および相関係数

かつ高精度に塩分摂取量が算出されるうえ、システム内の自動計算によって迅速なフィードバックが可能のため、従来の方法に比べ、より高精度かつ一般に普及可能な塩分摂取評価法であると考えられる。

本システムによる塩分摂取量と24時間尿中塩分排泄量との相関係数0.72は、本システムの妥当性を示すものであるが、なおこの二者間に不一致が存在することも示唆されている。この不一致の原因として、24時間蓄尿が不完全である可能性、また本システムへの食事入力が不完全である可能性が考えられる。後者を改善するためには、蓄尿当日の食事内容（質と量）を、間食を含め詳細に記録させる必要があると考えられる。そうすることで二者の関係はより強いものとなるであろうが、24時間蓄尿の問題が残り、完全に一致することはありえない。むしろ本システムを詳細な食事情報のもとに繰り返し行うことで、24時間蓄尿1回よりも被験者の塩分摂取量をより正確に、また実践的に推定することが可能となるであろう。

日本においては長期間にわたって減塩を維

持することはむずかしいとされている¹⁷⁾。一方、本邦の先行報告において、繰り返しの塩分摂取量評価によって尿中塩分排泄量の減少が認められたと報告されている¹⁷⁻²⁰⁾。したがって、日常において定期的に自身の塩分摂取量を評価することが、本邦の減塩には有効であるといえる。生体指標を用いず、かつ簡便に塩分摂取量を算出できる本システムは、医療機関のみならず自宅においても設置可能なことから、日常的な塩分摂取量評価に適している。塩分以外の栄養摂取量も同時に算出されるため、本システムは、対象者の栄養バランスを崩すことなく減塩へ導くための有効な減塩ツールであると考えられる。

結 論

本研究によって、われわれが考案した塩分評価システムによって算出される塩分摂取量の精度が高いことが証明された。今後は、他の栄養摂取量についても精度を高め、減塩のみならず栄養全体のバランスを管理するシステムとして確立されることが期待される。自宅への設置も容易なことから、一般への普及

も可能と考えられ、本システム開発と改良による公衆衛生への貢献は大きいと考えられる。

謝辞

本研究にご協力いただきました各スタッフ、およびデータを提供くださいました塩分システム研究メンバーの方がたに深く感謝申し上げます。本研究は、文部科学省科学研究費補助金（研究課題番号 23249036, 23390171, 24591060, 24390084, 24591060, 24790654, 25461205, 25461083, 25860156, 25253059）、厚生労働省科学研究補助金（H23-循環器等（生習）一般-005）、および仙台地域知的クラスター創成事業の一環として実施された。

倫理的配慮

本研究の実施は、東北大学薬学研究科倫理審査委員会より承認されている。

利益相反

本研究結果を発表するにあたり、開示すべき利益相反はない。

文献

- 1) de Wardener HE, MacGregor GA. Harmful effects of dietary salt in addition to hypertension. *J Hum Hypertens* 2002 ; 16(4) : 213-23.
- 2) Meneton P, Jeunemaitre X, de Wardener HE, MacGregor GA. Links between dietary salt intake, renal salt handling, blood pressure, and cardiovascular diseases. *Physiol Rev* 2005 ; 85(2) : 679-715.
- 3) Strazzullo P, D'Elia L, Kandala NB, Cappuccio FP. Salt intake, stroke, and cardiovascular disease : meta-analysis of prospective studies. *BMJ* 2009 ; 339 : b4567.
- 4) D'Elia L, Rossi G, Ippolito R, et al. Habitual salt intake and risk of gastric cancer : A meta-analysis of prospective studies. *Clin Nutr* 2012 ; 31(4) : 489-98.
- 5) Ogihara T, Kikuchi K, Matsuoka H, et al. The Japanese Society of Hypertension Guidelines for the Management of Hypertension (JSH 2009). *Hypertens Res* 2009 ; 32(1) : 3-107.
- 6) 国立健康・栄養研究所、監。国民健康・栄養の現状—平成 21 年厚生労働省国民健康・栄養調査報告より：第一出版：2012。
- 7) 塩を減らそうプロジェクト。「塩分摂取と高血圧に関する調査」調査結果詳細：2010。
[http://www.shio-herasou.com/katudou/doc/](http://www.shio-herasou.com/katudou/doc/20100118.pdf)

20100118.pdf

- 8) Ohta Y, Tsuchihashi T, Ueno M, et al. Relationship between the awareness of salt restriction and the actual salt intake in hypertensive patients. *Hypertens Res* 2004 ; 27(4) : 243-6.
- 9) 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(2) : 97-103.
- 10) 文部科学省 科学技術学術審議会 資源調査分科会。日本食品標準成分表 2010。国立印刷局；2010。
- 11) 厚生労働省「日本人の食事摂取基準」策定検討会報告書。日本人の食事摂取基準 2010 年版：第一出版：2010。
- 12) 健康・栄養情報研究会、編。厚生労働省 平成 16 年国民健康・栄養調査報告：第一出版：2006。
- 13) Kawano Y, Tsuchihashi T, Matsuura H, et al. Report of the Working Group for Dietary Salt Reduction of the Japanese Society of Hypertension : (2) Assessment of salt intake in the management of hypertension. *Hypertens Res* 2007 ; 30(10) : 887-93.
- 14) Anderson CA, Appel LJ, Okuda N, et al. Dietary sources of sodium in China, Japan, the United Kingdom, and the United States, women and men aged 40 to 59 years : the INTERMAP study. *J Am Diet Assoc* 2010 ; 110(5) : 736-45.
- 15) Yoshita K, Miura K, Okayama A, et al. A validation study on food composition tables for the international cooperative INTERMAP study in Japan. *Environ Health Prev Med* 2005 ; 10(3) : 150-6.
- 16) Sasaki S, Yanagibori R, Amano K. Validity of a self-administered diet history questionnaire for assessment of sodium and potassium: comparison with single 24-hour urinary excretion. *Jpn Circ J* 1998 ; 62(6) : 431-5.
- 17) Ohta Y, Tsuchihashi T, Onaka U, et al. Long-term compliance with salt restriction in Japanese hypertensive patients. *Hypertens Res* 2005 ; 28(12) : 953-7.
- 18) Ohta Y, Tsuchihashi T, Miyata E, Onaka U. Usefulness of self-monitoring of urinary salt excretion in hypertensive patients. *Clin Exp Hypertens* 2009 ; 31(8) : 690-7.
- 19) Nugent CA, Carnahan JE, Sheehan ET, Myers C. Salt restriction in hypertensive patients. Comparison of advice, education, and group management. *Arch Intern Med* 1984 ; 144(7) : 1415-7.
- 20) Luft FC, Sloan RS, Lang CL, et al. Influence of home monitoring on compliance with a reduced sodium intake diet. *Arch Intern Med* 1984 ; 144(10) : 1963-5.