

食物摂取頻度調査法 (FFQ 中村) で推定された女子大学生の ナトリウム、カリウム摂取量の妥当性：24時間尿中排泄量との比較

| | | | |
|------------------------|------------------------|------------------------|-----------------------|
| 梶山倫未 ^{1) 5)} | 安武健一郎 ^{1) 5)} | 森口里利子 ^{1) 5)} | 宮崎 瞳 ^{1) 5)} |
| 阿部志磨子 ^{2) 5)} | 増田 隆 ^{3) 5)} | 今井克己 ^{1) 5)} | 岩本昌子 ^{1) 5)} |
| 津田博子 ^{1) 5)} | 大部正代 ^{1) 5)} | 河手久弥 ^{1) 5)} | 木村安美 ^{1) 5)} |
| 上野宏美 ^{4) 5)} | 小野美咲 ^{1) 5)} | 川崎遥香 ^{1) 5)} | 能口健太 ^{1) 5)} |
| 市川彩絵 ^{1) 5)} | 鬼木愛子 ^{1) 5)} | 前田翔子 ^{1) 5)} | 中野修治 ^{1) 5)} |

Validation of Sodium and Potassium Intake in Female College Students Estimated by Food Frequency Questionnaire (FFQ Nakamura): Comparison with 24-hour Urinary Excretion

| | | | |
|----------------------------------|-------------------------------------|-----------------------------------|----------------------------------|
| Tomomi Kajiyama ^{1) 5)} | Kenichiro Yasutake ^{1) 5)} | Ririko Moriguchi ^{1) 5)} | Hitomi Miyazaki ^{1) 5)} |
| Shimako Abe ^{2) 5)} | Takashi Masuda ^{3) 5)} | Katsumi Imai ^{1) 5)} | Masako Iwamoto ^{1) 5)} |
| Hiroko Tsuda ^{1) 5)} | Masayo Obe ^{1) 5)} | Hisaya Kawate ^{1) 5)} | Yasumi Kimura ^{1) 5)} |
| Misaki Ono ^{1) 5)} | Haruka Kawasaki ^{1) 5)} | Kenta Noguchi ^{1) 5)} | Sae Ichikawa ^{1) 5)} |
| | Shoko Maeda ^{1) 5)} | Shuji Nakano ^{1) 5)} | |

(2018年11月22日受理)

緒 言

ナトリウム (以下、Na) の過剰摂取は高血圧及び循環器疾患の発症と進展に強く関連することが知られている¹⁻³⁾。特に、若年期から過剰に Na を摂取することは収縮期血圧の上昇に影響し、高血圧・高血圧予備群の増加につながる事が報告されている⁴⁾。Bibbins-Domingo らは、減塩することにより死亡率が低下することを報告しており、特に若年者であるほどその効果が大きいことを示している⁵⁾。一方、カリウム (以下、K) 摂取の増加は血圧を低下させ^{6,7)}、Na の過剰摂取による血圧上昇に対して拮抗作用を示すことが知られている^{8,9)}。したがって、若年期から Na 及び K 摂取量を管理することは、重要な生活習慣の変更項目である。

本学健康増進センターでは、1995年以降、本学栄養系学部に入学者に対して、ヘルスチェック (食事調査、身体測定、尿・血液検査) を実施しており、我々は伊藤らが開発した食物摂取頻度調査法 (以下、FFQ 中村)¹⁰⁾ を用いた食事調査で、Na、K をはじめとした栄養素等摂取量を算出し、個別に結果をフィードバックしている。FFQ 中村で算出された Na 及び K 摂取量の妥当性は、20-70歳代66名の男女を対象にした3日間の秤量

記録法との有意な正相関 (Na : $r=0.280$ 、K : $r=0.447$) が確認されているが、食塩摂取量推定法のゴールドスタンダードである24時間蓄尿¹¹⁾ をはじめとした尿中排泄量との相関関係は検証されていない。また、近年の若年期女性の食生活は、他の年代の女性と比較して、やせの割合が高値、朝食欠食率が高値、脂肪エネルギー比率30%以上者の割合が高値、野菜の摂取量が低値など、特徴的であり¹²⁾、開発から約20年が経過している FFQ 中村によって、この独特な食生活をしている現代の女子大学生の Na、K 摂取量をどの程度の精度で推定できるかは不明である。そのため、FFQ 中村により算出される Na、K の精度を24時間蓄尿によって検証することは、20年以上にわたってヘルスチェックにより蓄積されてきた食事調査データの信頼性をより高めることにつながるだけでなく、今後のデータ蓄積及び FFQ による Na、K 摂取量を用いたエビデンスを確立するために必須のステップである。

そこで、本研究では、女子大学生を対象に FFQ 中村で算出された Na、K 摂取量を24時間尿中排泄量と比較し、その妥当性を検証することを目的とした。

執筆者紹介：1) 中村学園大学栄養科学部栄養科学科 2) 中村学園大学短期大学部食物栄養学科

3) 中村学園大学短期大学部幼児保育学科 4) 中村学園大学栄養クリニック

5) 中村学園大学健康増進センター

別刷請求先：安武健一郎 〒814-0198 福岡市城南区別府5-7-1 E-mail : yasutake@nakamura-u.ac.jp

方 法

1. 対象

対象は、18-25歳の健康な女子大学生で、研究説明会に参加した130名のうち、研究参加に同意が得られた124名である。なお、Na排泄量に明らかな影響を与える薬物を服薬している者は存在しなかったことを対象の登録時に確認した。

2. 研究スケジュール

研究期間は、2017年の4-5月（第1期）、10-11月（第2期）の、発汗による尿中排泄量に影響を受けにくい季節で実施された。同意が得られた対象に対して、FFQ中村による食事調査、24時間蓄尿及び蓄尿開始日の血圧測定を行うよう依頼した。

3. 食物摂取頻度調査法：FFQ中村の概要と解析方法

FFQ中村は、計33項目の食事内容を問うB4版両面2枚のシートであり、中村学園大学健康増進センターが実施しているヘルスチェックにおいて毎年使用されている食物摂取頻度調査法である（伊藤¹⁰）。質問33項目の詳細は、ご飯やパン、麺、芋など炭水化物含有量の多い食品を評価する2項目、魚や肉、卵、大豆製品などたんぱく質含有量の多い食品を評価する6項目、牛乳、乳製品などカルシウム含有量の多い食品を評価する2項目、野菜や果物、海藻類などを評価する4項目、油脂を評価する2項目、砂糖を評価する5項目、食塩を評価する6項目、嗜好飲料及びアルコールを評価する5項目、生活活動時間を評価する1項目から構成されている。これらの食物摂取量と摂取頻度の回答は、専用の栄養価計算プログラムによって処理され、1週間を単位とした習慣的な栄養素等摂取量及び食物摂取量（15種類の栄養素と21種類の食品）が推定できる調査票である¹⁰。

被験者には、FFQ中村を10-20分程度で回答してもらうよう依頼し、その直後に管理栄養士が被験者と対面式で回答内容の確認を行うことによって調査の精度を担保した。

4. FFQ中村により算出されたエネルギーの補正方法

食物摂取頻度調査法では、過小申告及び過大申告といった申告誤差が問題となるため¹³、エネルギー摂取量で補正した栄養素摂取量の値を用いることが一般的である。今回、FFQ中村により算出されたNa及びKの摂取量を、密度法（1,000kcalあたり）、残差法及び推定エネルギー必要量（EER）による複数の方法で補正し、24時間尿中排泄量との相関関係を検討した。なお、EERは、日本人の食事摂取基準2015年版による対象年齢の

基礎代謝量（BMR）とFFQ中村により算出された身体活動レベル（PAL）を乗じたものである。

5. 24時間蓄尿

24時間蓄尿は、ユリンメート® P（住友ベークライト㈱、東京）（以下、ユリンメートP）を用い、24時間中に排泄された尿の1/50を比例採取した。ユリンメートPは、上室と下室の2層構造であり、コックの開閉によって上室の尿を下室に尿量の1/50量を流入させることで、24時間中に排泄された尿を正確に比例採取する器具である¹⁴。

ユリンメートPと全尿を用いた蓄尿法の比較において、それぞれの尿量（ $r=0.97$ ）及びNa排泄量（ $r=0.98$ ）の相関係数は、極めて高いことが報告されている¹⁴。

蓄尿のスケジュールは、月経終了から約1週間以内の卵胞期の間で都合のよい1日間とした。前日と同じ時刻（午前7時）に尿意がなくても必ず排尿し、それまでの尿を24時間蓄尿とした。また、排便の際に出る尿も忘れずに採取することを求めた。尿の分析は、㈱SRLに委託した。分析項目は、尿量、クレアチニン（以下、Cr）、Na及びKとし、Crは酵素法、Na及びKは電極法で分析した。実際の24時間尿中Cr排泄量とTanaka式¹⁵及びKawasaki式¹⁶により得られた双方の予測値との誤差が±30%以内であった場合を蓄尿成功と定義し、それ以外の蓄尿サンプルは解析から除外した¹⁷⁻²⁰。

6. 血圧測定

血圧測定は、蓄尿実施日の起床後第1尿の排泄後に5分程度安静にし、事前に貸与した上腕式デジタル自動血圧測定器（オムロン上腕式デジタル自動血圧計 HEM-7080IC）で各連続2回計測し、その平均値を用いた。

7. 解析方法

統計学的処理として、各変数の正規性をShapiro-Wilk検定を用い確認し、データが正規分布する場合はPearsonの相関係数を、正規分布しない場合はSpearmanの順位相関係数を使用し検定した。なお、データは正規分布の場合は平均値±標準偏差で示し、非正規分布の場合は中央値（25%値-75%値）で示した。また、非正規分布の場合は対数変換を行いPearsonの相関係数を使用しての解析も行った。さらに、24時間尿中Cr排泄量値を制御変数とした偏相関分析における相関係数を算出した。統計解析ソフトは、IBM SPSS Statistics 22を使用し、有意水準は、 $P<0.05$ をもって統計学的有意差とした。

8. 倫理的配慮

本研究計画が中村学園大学倫理委員会で承認された後に、対象に対して研究概要、研究への自由参加、研究参加に同意しない場合でも不利益を受けないこと、参加依頼に同意した場合でも随時撤回することができて不利益を受けないこと、個人情報に関する事項を説明し、対象の自由意思による同意を文書で得た。

結 果

対象130名のうち、同意撤回者6名、24時間蓄尿不成功者19名及びFFQ中村(食事調査)未実施者8名を除いた97名を最終解析対象とした。対象の年齢は20.9±0.9歳、BMI20.3±1.9 kg/m²であり、収縮期血圧及び拡張期血圧の平均値は基準値内であった²¹⁾(表1)。

対象の24時間尿中Na、K排泄量は、それぞれ3,255(2,234-3,917) mg/日(尿中食塩排泄量換算値8.3g/日)、1,404(1,079-1,778) mg/日であり、Cr排泄量あたり及び対数変換後のNa、Kの値は表2のとおりであった。

一方、FFQ中村によって算出されたNa摂取量は3,562±779mg/日、K摂取量は1,959±478mg/日であり、各補正方法による値は表3のとおりであった。

表1 対象の特性

| | |
|-------------------------|-------------|
| N | 97 |
| 年齢(歳) | 20.9 ± 0.9 |
| 身長(cm) | 158.2 ± 4.9 |
| 体重(kg) | 50.9 ± 5.6 |
| BMI(kg/m ²) | 20.3 ± 1.9 |
| 収縮期血圧(mmHg) | 100.2 ± 7.5 |
| 拡張期血圧(mmHg) | 62.1 ± 6.3 |

値は、平均値±標準偏差で示す。

BMI: Body Mass Index = 体重(kg) / 身長(m)²

24時間尿中排泄量を、先行研究の方法に基づいて摂取量に換算すると²²⁻²⁴⁾、Naは3,784(2,598-4,555) mg/日(食塩摂取量換算値9.7 g/日)、Kは1,823(1,402-2,310) mg/日であった。これらをFFQ中村による粗値(補正前の値)及び各補正方法のNa、K摂取量と比較した結果、両群間に有意な差を認めなかった(表3)。

FFQ中村で算出されたNa、K摂取量(粗値)と24時間尿中排泄量との相関関係を解析した結果、いずれにおいても有意な正の相関を認めた(表4)。次に、FFQ中村で算出された値について密度法、残差法及びEERでエネルギー補正を行った値と24時間尿中排泄量との相関関係を解析した。その結果、24時間尿中排泄量とEERによるNa値(r=0.217, p=0.033)との間でのみ有意な正の相関を認めた(表4)。また、Cr排泄量あたり及び対数変換後の24時間尿中Na、K排泄量とFFQ中村で算出された摂取量の各補正值との間には、対

表2 対象の24時間尿中排泄量

| | 平均値±標準偏差 | 中央値 (25%値-75%値) |
|-------------------------|------------|--------------------|
| 尿量(ml/日) | | 1,000(675-1,225) |
| Cr(mg/日) | 1,095±163 | |
| Na(mmol) | | 141.5(97.1-170.3) |
| Na(mmol/g Cr) | | 0.12(0.09-0.16) |
| log Na(mmol/g Cr) | -0.92±0.15 | |
| Na(mg/日) | | 3,255(2,234-3,917) |
| log Na(mg/日) | 3.47±0.17 | |
| 食塩相当量(g/日) ^a | | 8.3(5.7-10.0) |
| K(mmol) | | 36.0(27.8-45.0) |
| K(mmol/g Cr) | | 0.03(0.03-0.04) |
| log K(mmol/g Cr) | -1.48±0.15 | |
| K(mg/日) | | 1,404(1,079-1,778) |
| log K(mg/日) | 3.15±0.14 | |

値は、正規分布の場合は平均値±標準偏差で示し、非正規分布の場合は中央値(25%値-75%値)で示す。

Cr: クレアチニン、Na: ナトリウム、K: カリウム

^a 尿中食塩排泄量: 尿中Na × 2.54 / 1,000の式で換算した。

表3 24時間尿中排泄量・摂取量換算値とFFQ中村による摂取量の差異

| | 24時間尿中排泄量 | | FFQ中村による摂取量 | | | |
|------------------------------------|--------------------|---------------------------------|-------------|--------------------|-----------|--------------------|
| | 排泄量値 | 摂取量換算値 | 粗値(補正前) | 密度法(1,000kcal) | 残差法 | EER [†] |
| Na(mg/日) | 3,255(2,234-3,917) | 3,784(2,598-4,555) ^b | 3,562±779 | | 3,562±734 | 3,326(2,902-3,952) |
| Na(mg/1,000 kcal/日) | | 2,295(1,618-2,942) | | 2,211(1,880-2,513) | | |
| 食塩相当量(g/日) ^a | 8.3(5.7-10.0) | 9.7(6.6-11.7) ^{ab} | 9.0±2.0 | | 9.0±1.9 | 8.4(7.4-10.0) |
| 食塩相当量(g/1,000 kcal/日) ^a | | 5.9(4.1-7.5) | | 5.6(4.8-6.4) | | |
| K(mg/日) | 1,404(1,079-1,778) | 1,823(1,402-2,310) ^c | 1,959±478 | | 1,959±320 | 1,834(1,633-2,126) |
| K(mg/1,000 kcal/日) | | 1,119(909-1,443) | | 1,210±206 | | |

値は、中央値(25%値-75%値)又は平均値±標準偏差で示す。

統計解析: 対応のあるt検定またはWilcoxonの符号付き順位検定

Na: ナトリウム、K: カリウム

EER[†]: 推定エネルギー必要量 = BMR(基礎代謝量) × PAL(身体活動レベル)

^a Na × 2.54 / 1,000として食塩相当量に換算した。

^b 24時間Na排泄量を0.86で除し、摂取量に換算した^{19,21)}。

^c 24時間K排泄量を0.77で除し、摂取量に換算した^{19,21)}。

数変換後の24時間尿中 Na 排泄量と EER による Na 値 ($r=0.217$, $p=0.033$) との間でのみ有意な正の相関を認めた。なお、24時間尿中 Cr 排泄量値を制御変数とし偏相関分析を行ったが、有意な正の相関は認めなかった (表 4)。

考 察

本研究は、健康な18-25歳の女子大学生97名を対象に FFQ 中村で算出された Na, K 摂取量と24時間尿中排泄量を比較し、その妥当性について検証したものであり、次の2点について重要な成果が得られた。

まず、1点目は、FFQ 中村により算出された Na, K 摂取量平均値及び中央値と、24時間尿中 Na, K 排泄量による摂取量換算値の中央値は、いずれも同程度であり、両群間に有意差を認めなかった (表 3)。これは、FFQ 中村により算出された Na, K 摂取量が、集団の女子大学生の平均値 (中央値) を高精度に推定できることを示した重要な知見である。伊藤らの先行研究 (対象: 20-70歳代の男女、66名) においても、FFQ 中村で得られた Na, K 摂取量平均値は24時間尿中排泄量平均値と同等であることが確認されており¹⁰⁾、対象が女子大学生であっても同様にその妥当性が確認されたことは重要な事実である。なぜならば、本学健康増進センターに蓄積されている FFQ 中村の食事調査データの殆どは女子大学生が対象だからである。したがって、本研究結果は、本学健康増進センターが進めている疫学研究において、集団の Na, K 摂取量平均値または中央値の妥当性・信頼性を支える知見といえる。

2点目として、FFQ 中村で算出された Na, K 摂取量 (粗値) と24時間尿中排泄量との相関関係を解析した結果、いずれにおいても弱い有意な正の相関を認めた

(表 4)。この結果は、FFQ 中村による個人の Na, K 摂取量 (粗値) が、24時間尿中 Na, K 排泄量を推定できることを示した意味のある結果である。さらに、24時間尿中排泄量と FFQ 中村による摂取量を EER によって補正した Na 値との間でも弱い有意な正の相関を認めた (表 4)。これは、FFQ 中村による Na 摂取量の値を疫学的に取り扱う場合、EER による補正を行うことで、エネルギー摂取量の過小・過大申告のリスクを除いた個人の Na 摂取量を一定の精度で推定できることを示している。疫学研究において FFQ 中村のような食物摂取頻度調査法を用いる場合は、エネルギー摂取量が栄養素摂取量に及ぼしている影響を取り除いたうえで、統計的解析を行う必要がある。このことから、本研究によって FFQ 中村における Na 摂取量の適切な補正法を見出したことは、重要な知見である。ただし、これら FFQ 中村と24時間尿中排泄量との間の相関係数は必ずしも高くないため、個人の Na 摂取量値の解釈については注意を要すると思われる。一方で、FFQ 中村を含む食物摂取頻度調査法は習慣的な栄養素等摂取量を求める方法に対して、24時間尿中排泄量はある1日の Na, K 摂取量を反映しているため、そもそも、これらの間に高い相関関係が認められることは考えにくい。よって、弱いながらも両者の間で有意な関連を認めたことが重要な事実であると考えられる。一方、24時間尿中 K 排泄量と FFQ 中村により算出された K 摂取量補正值との間には有意な相関関係を認めなかった。これは、K を多く含む食品のエネルギー摂取量に寄与する割合が、Na を多く含む食品に比べて大きいと考えられる。実際に、本研究における FFQ 中村で算出されたエネルギーと K の摂取量 (粗値) は強い相関関係を示す一方、エネルギーと Na (粗値) の間では弱い相関関係を認めた (データ未提示)。すなわち、FFQ 中村によって個人の K 摂取量を一定の精度で

表 4 24時間尿中排泄量と FFQ 中村による摂取量との相関関係

| | 粗値 | | エネルギー補正值 | | | | | | | | | | | | | |
|--------------------|---------|-------|-----------------|-------|---------|-------|---------|-------|---------|-------|------------------|-------|-------|-------|-------|-------|
| | | | 密度法 (1,000kcal) | | | | 残差法 | | | | EER [†] | | | | | |
| | (偏相関分析) | | (偏相関分析) | | (偏相関分析) | | (偏相関分析) | | (偏相関分析) | | (偏相関分析) | | | | | |
| 相関係数 | P 値 | 相関係数 | P 値 | 相関係数 | P 値 | 相関係数 | P 値 | 相関係数 | P 値 | 相関係数 | P 値 | 相関係数 | P 値 | | | |
| Na (mg/日) | 0.220 | 0.031 | | | 0.141 | 0.169 | | | 0.158 | 0.123 | | | 0.217 | 0.033 | | |
| K (mg/日) | 0.296 | 0.003 | | | 0.161 | 0.115 | | | 0.150 | 0.144 | | | 0.144 | 0.160 | | |
| Na (mmol/g Cr) | 0.181 | 0.076 | | | 0.093 | 0.367 | | | 0.138 | 0.179 | | | 0.174 | 0.088 | | |
| K (mmol/g Cr) | 0.312 | 0.002 | | | 0.191 | 0.060 | | | 0.172 | 0.092 | | | 0.143 | 0.163 | | |
| log Na (mg/日) | 0.135 | 0.188 | 0.13 | 0.207 | 0.141 | 0.169 | 0.096 | 0.353 | 0.122 | 0.234 | 0.106 | 0.303 | 0.217 | 0.033 | 0.138 | 0.181 |
| log K (mg/日) | 0.262 | 0.009 | 0.277 | 0.006 | 0.156 | 0.127 | 0.167 | 0.105 | 0.148 | 0.148 | 0.157 | 0.126 | 0.144 | 0.160 | 0.153 | 0.137 |
| log Na (mmol/g Cr) | 0.140 | 0.173 | | | 0.093 | 0.367 | | | 0.115 | 0.260 | | | 0.174 | 0.088 | | |
| log K (mmol/g Cr) | 0.288 | 0.004 | | | 0.171 | 0.094 | | | 0.160 | 0.118 | | | 0.143 | 0.163 | | |

Na: ナトリウム, K: カリウム

統計解析

24時間尿中排泄量値と FFQ 中村による摂取量値との相関関係: Pearson 及び Spearman の相関分析

偏相関分析: 24時間尿中 Cr 排泄量値を制御変数とし解析を行った。

EER[†]: 推定エネルギー必要量 = BMR (基礎代謝量) × PAL (身体活動レベル)

推定することは可能であるが、女子大学生を対象とした疫学研究の解析でエネルギー補正が必要なケースでは、信頼性の高い K 摂取量を求めることは難しいと考えられる。

Na, K 摂取量を推定する食物摂取頻度の問診をベースとした食事調査法の測定精度については、次のような先行研究が挙げられる。まず、疫学研究で頻用されている簡易型自記式食事歴法質問票 (brief-type self-administered diet history questionnaire) の精度を検証した先行研究 (対象：30-70歳代の男女、各92名) では、BDHQ と16日間の秤量記録法の比較がなされているが、Na, K 摂取量の集団平均値及び個人の値のいずれも、他の栄養素と比較して誤差が大きく、妥当性・信頼性についての課題が示されている²⁵⁾。しかし、外来高血圧患者136名 (50歳-70歳代の男女) を対象とした研究では、BDHQ による密度法で補正された Na 摂取量と24時間尿中 Na 排泄量の相関係数は0.34 ($p<0.01$) と、本研究よりもやや高い相関係数が認められていた²⁶⁾ (表4)。24時間尿中 Na 排泄量との相関係数だけで比較すると、FFQ 中村で算出された個人の Na 摂取量の精度は、BDHQ に比較してやや劣勢のように見える。しかし、BDHQ の食事に関する質問項目は80項目であることに対して、FFQ 中村の質問項目は33項目であり、簡便性では FFQ 中村が優勢である。さらに、BDHQ の妥当性を支える論文の対象は、30歳以上の男女であり、20歳代女子大学生にも同等の測定精度であるかどうかは不明であることから、両者の相関係数だけで優劣をつけることはできない。

また、多くの食事調査で用いられている FFQg (エクセル栄養君)²⁷⁾ と7日間の秤量記録法による Na, K 摂取量の相関係数は、それぞれ、0.426 ($P<0.001$)、0.229 (N.S.) である。Na 摂取量の相関係数は一見高値であるが、本研究と比較しても対象人数が66名 (19歳及び40, 70歳代の男女) と少ないこと、エネルギー補正值との相関係数が示されていないこと、さらに24時間尿中排泄量との間の相関係数ではないことなどから、本研究で女子大学生を対象に、FFQ 中村の妥当性を24時間尿中排泄量と丁寧に比較・検証した意義は大きいと考えられる。

研究限界としては次の2点が挙げられる。1点目は、研究対象の数が少ないことである。今後、より大規模な研究によって再検証する必要がある。2点目は、24時間蓄尿の実施前後に、過度な運動を制限するよう周知できていなかったことと、研究期間中における運動実施の有無を確認できていなかったことである。先行研究では、5,000m 以上の長距離走など激しい運動を行なった場合に、尿中 Cr 排泄量の減少を認めることが示されて

いる^{28, 29)}。また、暑熱環境においてアメリカンフットボールのような運動強度の高いスポーツを長時間実施した場合は、少なくとも2.3 g 以上の Na 喪失があるとされている³⁰⁾。したがって、本研究対象者の中に、24時間蓄尿の前日から当日にかけて過度な運動を行った者が存在した場合、その個人の尿中 Na 排泄量は過小評価されている可能性がある。ただし、日常生活の範囲内での運動負荷は24時間尿中 Cr 排泄量にほとんど影響を及ぼさないこと^{28, 29)}、24時間蓄尿の実施時期が4-5月及び10-11月と夏季に比較して発汗の影響が一般的に少ないことを考慮すると、尿中 Na 排泄量の運動による影響は限定的と考えられる。

本研究は、これらの限界を考慮しても今後の健康増進センターによる Na, K 摂取量を用いた疫学研究の妥当性を支える重要なエビデンスの一つになるものであると考えられる。

結 語

FFQ 中村で算出された女子大学生の Na, K 摂取量は、集団及び個人の24時間尿中 Na, K 排泄量を一定の精度で推定できることが確認された。

利益相反

本研究において、利益相反に関する事項はない。

謝 辞

研究にご協力をいただきました被験者の皆様に感謝いたします。

また、本論文にご助言をいただきました中村学園大学の熊原秀晃先生、福岡女子大学の梅木陽子先生に深謝いたします。

文 献

- 1) du Cailar G, Ribstein J, Mimran A: Dietary sodium and target organ damage in essential hypertension, *Am J Hypertens*, 15, 222-229 (2002)
- 2) Mente A, O'Donnell MJ, Rangarajan S, et al.: Association of urinary sodium and potassium excretion with blood pressure, *N Engl J Med*, 371, 601-611 (2014)
- 3) Umesawa M, Iso H, Date C, et al.: Relations between dietary sodium and potassium intakes and mortality from cardiovascular disease: the Japan collaborative cohort study for evaluation of cancer risks, *Am J Clin Nutr*, 88, 195-202

- (2008)
- 4) Yang Q, Zhang Z, Kuklina EV, et al.: Sodium intake and blood pressure among US children and adolescents, *Pediatrics*, 130, 611-619 (2012)
 - 5) Bibbins-Domingo K, Chertow GM, Coxson PG, et al.: Projected effect of dietary salt reductions on future cardiovascular disease, *N Engl J Med*, 362, 590-599 (2010)
 - 6) Intersalt Cooperative Research Group: Intersalt: an international study of electrolyte excretion and blood pressure. Results for 24 hour urinary sodium and potassium excretion, *BMJ*, 297, 319-328 (1988)
 - 7) Whelton PK, He J, Cutler JA, et al.: Effects of oral potassium on blood pressure. Meta-analysis of randomized controlled clinical trials, *JAMA*, 277, 1624-1632 (1997)
 - 8) Kawano Y, Minami J, Takishita S, et al.: Effects of potassium supplementation on office, home, and 24-h blood pressure in patients with essential hypertension, *Am J Hypertens*, 11, 1141-1146 (1998)
 - 9) Fujita T, Ando K: Hemodynamic and endocrine changes associated with potassium supplementation in sodium-loaded hypertensives, *Hypertension*, 6(2 Pt 1): 184-192 (1984)
 - 10) 伊藤和枝, 益田敦子, 上園慶子, 川崎晃一: 簡易法による栄養素等摂取量推定方法の検討, *日本栄養・食糧学会誌*, 45, 535-543 (1992)
 - 11) 日本高血圧学会高血圧治療ガイドライン作成委員会: 高血圧治療ガイドライン2014, p.41 (2014) 日本高血圧学会, 東京
 - 12) 厚生労働省: 平成28年国民健康・栄養調査報告, p.39-40, 45-46, 67 (2017)
 - 13) Murakami K, Sasaki S, Takahashi Y, et al.: Misreporting of dietary energy, protein, potassium and sodium in relation to body mass index in young Japanese women, *Eur J Clin Nutr*, 62:111-118 (2008)
 - 14) Tochikubo O, Uneda S, Kaneko Y: Simple portable device for sampling a whole day's urine and its application to hypertensive outpatients, *Hypertension*, 5, 270-274 (1983)
 - 15) 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*, 16, 97-103 (2002)
 - 16) 川崎晃一, 上園慶子, 伊藤和枝, 他: 年齢・身長・体重を用いた24時間尿中クレアチニン排泄量予測値の作成とその検討, *日本公衆衛生雑誌*, 38, 567-574 (1991)
 - 17) Yasutake K, Horita N, Murata Y, et al.: Estimated urinary salt excretion by a self-monitoring device is applicable to education of salt restriction, *Hypertens Res*, 38, 143-148 (2015)
 - 18) Yasutake K, Horita N, Umeki Y, et al.: Self-management of salt intake: clinical significance of urinary salt excretion estimated using a self-monitoring device, *Hypertens Res*, 39, 127-132 (2016)
 - 19) 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*, 27, 243-246 (2004)
 - 20) Sakaki M, Tsuchihashi T, Arakawa K, et al.: Long-term variability of urinary salt excretion and blood pressure in hypertensive patients, *Hypertens Res*, 37, 939-943, (2014)
 - 21) 日本高血圧学会高血圧治療ガイドライン作成委員会: 高血圧治療ガイドライン2014, p.19 (2014) 日本高血圧学会, 東京
 - 22) Holbrook JT, Patterson KY, Bodner JE, et al.: Sodium and potassium intake and balance in adults consuming selfselected diets, *Am J Clin Nutr*, 40, 786-793 (1984)
 - 23) Asakura K, Uechi K, Sasaki Y, et al.: Estimation of sodium and potassium intakes assessed by two 24 h urine collections in healthy Japanese adults: a nationwide study, *Br J Nutr*, 112, 1195-1205 (2014)
 - 24) Yasutake K, Moriguchi R, Kajiyama T, et al.: Interannual study of spot urine-evaluated sodium excretion in young Japanese women, *J Clin Hypertens (Greenwich)*, 19, 653-660 (2017)
 - 25) Kobayashi S, Honda S, Murakami K, et al.: Both Comprehensive and Brief Self-Administered Diet History Questionnaires Satisfactorily Rank Nutrient Intakes in Japanese Adults, *Journal of Epidemiology*, 22, 151-159 (2012)
 - 26) Sakata S, Tsuchihashi T, Oniki H, et al.: Relationship between salt intake as estimated by a brief self-administered diet-history questionnaire (BDHQ) and 24-h urinary salt excretion in hypertensive patients, *Hypertension Res*, 38, 560-563 (2015)
 - 27) 高橋啓子: 栄養素および食品群別摂取量を推定するための食物摂取状況調査票(簡易調査法)の作成, *栄養学*, 61, 161-169 (2003)
 - 28) 吉田春雄: 尿中クレアチニン量に影響を及ぼす諸要因に関する研究. 第一報ランニング前後の尿クレアチニン量について, *体質医学研究所報告*, 13, 515-528 (1963)
 - 29) 川崎晃一, 上園慶子, 上野道雄, 他: 尿中クレアチニン排泄量に関する研究(1): 24時間排泄量に及ぼす年齢, 性, 運動および食塩摂取量の影響と日周変動, *健康科学 九州大学健康科学センター*, 6, 1-8 (1984)
 - 30) Godek SF, Peduzzi C, Burkholder R, et al.: Sweat rates,

sweat sodium concentrations, and sodium losses in 3 groups
of professional football players, J Athl Train, 45, 364-371
(2010)