

令和 4 年 6 月 17 日現在

機関番号：15501

研究種目：基盤研究(C)（一般）

研究期間：2018～2021

課題番号：18K10085

研究課題名（和文）児童生徒の食塩摂取量を減らすための地域介入方法の開発

研究課題名（英文）Development of an intervention to reduce salt intake of school children

研究代表者

奥田 昌之（Okuda, Masayuki）

山口大学・大学院創成科学研究科・教授

研究者番号：50274171

交付決定額（研究期間全体）：（直接経費） 3,400,000円

研究成果の概要（和文）：小学生高学年に加えて中学生のデータを用いて早朝尿試料と身長、体重、年齢から1日ナトリウム、カリウム排泄量を推定する式を作成した。早朝尿は学校保健安全法に基づく児童生徒の健康診断で採取する方法と同じで、推定式は汎用できる。これを用いて食塩摂取量と関係する食品を明らかにすることができた。小学5年生、中学2年生の早朝尿から推定した食塩摂取量は、漬物、味噌の摂取量と正の相関があった。早朝尿から推定したカリウム摂取量は果物、乳製品と正の相関があり、砂糖入り飲料とは負の相関があった。ナトリウムカリウム比では、果物、乳製品と負の相関、飲料と正の相関があった。結果は論文として公表した。

研究成果の学術的意義や社会的意義

調査対象となった小学生の食塩摂取量は成人と変わらないくらい高いことがわかった。小学校高学年、中学生で、学校健康診断に用いる同じ方法で採取した早朝尿を用いて、食塩摂取量、カリウム摂取量を推定することができるようになった。大きな集団で調査対象の負担や費用を抑えて食塩摂取量やカリウム摂取量を評価できる。また、簡易型自記式食事歴法質問票BDHQから得た習慣的な食品摂取のうち、食塩摂取量を減らすには、漬物、味噌の摂取量に注意し、ナトリウムカリウム比から乳製品や果物の摂取量を増やすことが、将来の疾病発症予防に効果があることが示唆された。これらの結果を参考に、食育などの健康教育を行うべきである。

研究成果の概要（英文）：I developed estimation methods of daily urinary sodium and potassium excretion using overnight urine sample, body height and weight, and age of primary school students in addition with junior high school students. Overnight urine sampling is generally used in the medical checkup according to the School Health and Safety Action, so these estimation methods are available widely for Japanese children and adolescents. Using the estimation methods, dietary consumption of foods related to sodium and potassium intake (estimated daily excretion from overnight urine) were clarified in Japanese 5th and 8th graders. Sodium intake was positively associated with pickled vegetables, and miso (fermented soybeans). Potassium intake was positively associated with fruits, and milk and dairy products, but negatively associated with sugar-sweetened beverages. Sodium to potassium ratio was negatively associated with fruits, and milk and dairy products, but negatively associated with beverages.

研究分野：公衆衛生

キーワード：ナトリウム 食塩 小児 小学生 尿 カリウム クレアチニン 推定式

1. 研究開始当初の背景

小児の食塩摂取量は、将来成人になったときの疾病予防、とくに高血圧予防として、世界保健機構（WHO）は身体に見合った、成人と同様の基準（成人1日5g）を小児に求めている。我が国の3歳児の食塩摂取量は、Morinaga(2011)の報告では推定1日4.4gであり、日本人3-5歳の摂取基準1日4.0~4.5gよりも高い。研究代表者は以前中学生の食塩摂取量を測定し、推定1日11-12gと報告し、日本人12-14歳の食塩摂取基準1日7.0~8.0gよりも高かった。摂取量が多いのは東アジアの国々の人々の特徴である。集団の食塩摂取量（あるいはナトリウム摂取量）を正確に測定するには、対象者全員の24時間畜尿を行うか、あるいは全員のスポット尿を採取し推定式で推定するか、いずれかの方法で推定する必要がある。東アジアで小学生を対象とした調査はなく、幼児、中学生の摂取量が摂取基準よりも多いことを考えると小学生でも、摂取基準よりも高いことが予想される。

食塩摂取量は、食習慣に依存する。我が国のほとんどの小学校では学校給食が提供されている。それでも、給食以外でおおよそ1日食事摂取量の2/3を家庭で取っていることになり、小学生の個人間の摂取量の差が生じていると考えられる。小学生が食事の多くを家庭で摂取することは、幼稚園児や中学生と変わらない。成人の食塩摂取量と関連する要因は、食事行動や調理行動が関連しているものの、外食と関係があるという報告はない。研究代表者の調査では、中学生の場合食卓での調味料使用のほかに、外食や買い物行動と食塩摂取量とに関連があり、成人の場合と異なることが分かった。小学生の場合は成人や中学生とはさらに異なる可能性がある。公衆衛生学的なアプローチをとるために、どのような要因が小学生の食塩摂取量と関係があるのかわかっていない。

2. 研究の目的

1)小学生の食塩摂取量は他の年代同様、摂取基準よりも多いのか、2)早朝尿を用いて集団の食塩摂取量を推定することができるのか、3)推定方法を用いて、小学生の集団で小学生の食塩摂取量に影響を及ぼす要因があるかということ明らかにすることであった。

3. 研究の方法について

小学5,6年生の23人の24時間尿を採取できた。人数が少なく、本研究の前に24時間尿採取を行った中学生の68人を加えた91人のデータを用いることとした。1回分しか試料がない人、採尿時間が10時間未満である人、採尿もれがある人を除いて70人を解析に用い、ナトリウムとカリウムの濃度、採取した尿量から1日摂取量を計算した。24時間尿の採取前の早朝尿を2回、それにその他1回合わせて3回の早朝尿を採取し、ナトリウム濃度、カリウム濃度、クレアチニン濃度を分析した。これらの数値に計測した身長、体重、年齢（計測日と誕生日の差）を使って早朝尿のパラメータから24時間尿の排泄量を予測し、1日ナトリウム、カリウム排泄量を推定する方法を開発した。

早朝尿を用いた1日食塩摂取量の推定式を用いて、食品摂取量との関係を調べた。対象者は、小学5年生と中学2年生の2377人で、早朝尿は学校健康診断で採取したものをを用い、ナトリウム濃度、カリウム濃度、クレアチニン濃度を測定した。自己申告の身長、体重、年齢を使って1日排泄量を推定した。また食品摂取量は、簡易型自記式食事歴法質問票BDHQを用いて推定した。相関係数を用いて、ナトリウム、カリウム摂取量と関係のある摂取食品を明らかにした。

4. 研究成果

小学5,6年生23人の24時間尿から求めた1日食塩摂取量（尿以外の排泄量を考慮した排泄量の0.86倍）は10.0g（標準偏差SD3.0g）、1日カリウム摂取量（排泄量の0.77倍）は2020mg（SD708mg）であった。中学生を加えた70人では、1日食塩摂取量10.4g、1日カリウム摂取量2208mgであった。無作為に34人を選び推定式を作成した。まずいくつかの1日クレアチニン排泄量推定式から最も相関の高いMage（2008）の方法を用いた。1日クレアチニン排泄量の推定式は、

男 肥満でなく、身長168cm以下 Mage(2008)

$$1.085 \times Ht \times [6.265 + 0.0564 \times (Ht - 168)] \times \\ \{Wt/[14 + 1.433(age - 3) + 0.22(age - 3)^2 - 0.00533(age - 3)^3]\}^{0.5}$$

女 肥満でない Mage(2008)

$$1.085 \times Ht \times 2.045 \times \exp[0.01552 \times (Ht - 90)] \times \\ \{Wt/[14 + 0.40(age - 3) + 0.52(age - 3)^2 - 0.024(age - 3)^3]\}^{0.5}$$

Ht 身長、Wt 体重、age 年齢 exp 自然対数の底のべき乗。

これを利用し1日ナトリウムおよびカリウム排泄量を推定する式を得た。

1日ナトリウム排泄量(mg)

$$= 23 \times 1.2318 \times \left\{ \left(\text{早朝尿の Na/Cr 濃度比} + 1 \right)^{1.0148} - 1 \right\} \times 1.078$$
$$\times 1 \text{ 日クレアチニン排泄量} \div 10$$

1日カリウム排泄量(mg)

$$= 39 \times 1.0320 \times \left\{ \left(\text{早朝尿の K/Cr 濃度比} + 1 \right)^{1.3165} - 1 \right\} \times 1.078$$
$$\times 1 \text{ 日クレアチニン排泄量} \div 10$$

食塩相当量は、ナトリウム量の 2.54 倍；摂取量を求めるには、ナトリウム排泄量を 0.86 で割り、カリウム排泄量を 0.77 で割る (Holbrook, 1984)；Na 濃度と K 濃度の単位 mEq/L、Cr (クレアチニン) 濃度単位 mg/dL、1 日クレアチニン排泄量単位 mg/日。

残りの 36 人で推定値を確認したところ、級内相関係数はナトリウム排泄量で 0.61、カリウム排泄量で 0.55、推定の平均のずれはどちらも -9% であった。

小学 5 年生、中学 2 年生の早朝尿から推定した食塩摂取量は、漬物、味噌の摂取量と正の相関があった (図 1, 2)。

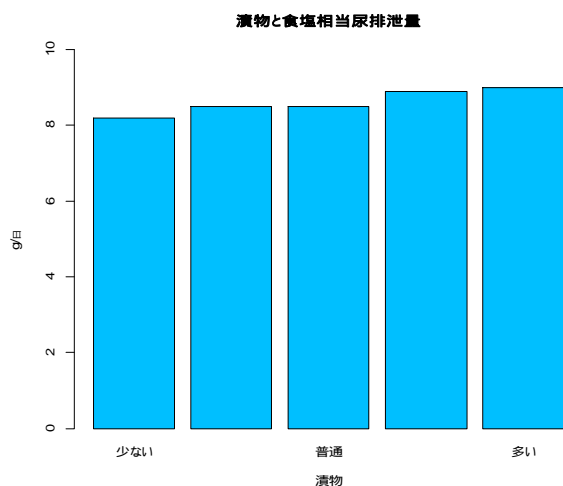


図 1 漬物と食塩相当尿排泄量 Nutrients 13(7): 2345

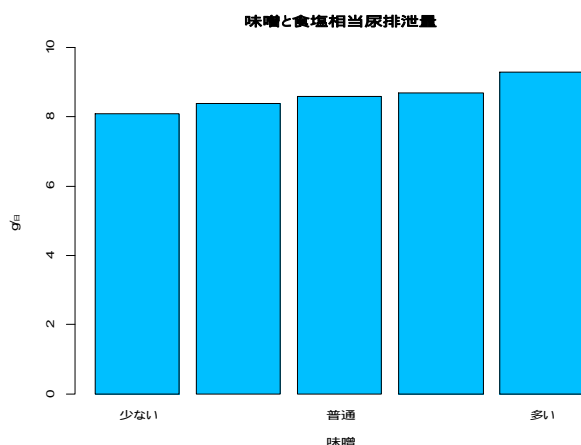


図 2 味噌と食塩相当尿排泄量 Nutrients 13(7): 2345

早朝尿から推定したカリウム摂取量は果物、乳製品と正の相関があり、砂糖入り飲料とは負の相関があった(図3)。ナトリウムカリウム比では、果物、乳製品と負の相関、飲料と正の相関があった(図4)。
これらの結果は、論文として公表した。

Okuda, M., K. Asakura and S. Sasaki (2020). "Estimation of daily sodium and potassium excretion from overnight urine of Japanese children and adolescents." *Environ Health Prev Med* **25**(1): 74.

Okuda, M. and S. Sasaki (2021). "Assessment of foods associated with sodium and potassium intake in Japanese youths using the brief-type self-administered diet history questionnaire." *Nutrients* **13**(7): 2345.

調査対象となった小学生の食塩摂取量は成人と変わらないくらい高いことがわかった。本研究の成果は、小学校高学年、中学生で、学校健康診断に用いる早朝尿あるいは、それと同じように採取した早朝尿を用いて、食塩摂取量、カリウム摂取量を推定することができるようになったことである。大きな集団で被験者の負担や費用を抑えて食塩摂取量やカリウム摂取量を評価できる。また、BDHQ から得た習慣的な食品摂取のうち、食塩摂取量を減らすには、漬物、味噌の摂取量に注意し、ナトリウムカリウム比から乳製品や果物の摂取量を増やすことが、将来の疾病発症予防に効果があることが示唆された。またカリウムの摂取量を増やすには、果物、乳製品の摂取量を増やし、砂糖入り飲料を減らす方がよいことも示唆された。これらの結果を参考に、食育などの健康教育を行うべきである。

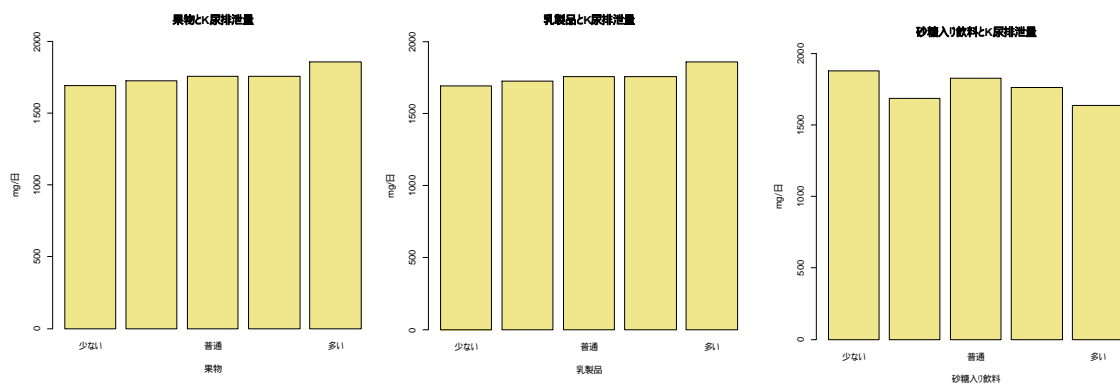


図3 K 摂取量と関係する果物、乳製品、砂糖入り飲料 (左から) *Nutrients* **13**(7): 2345

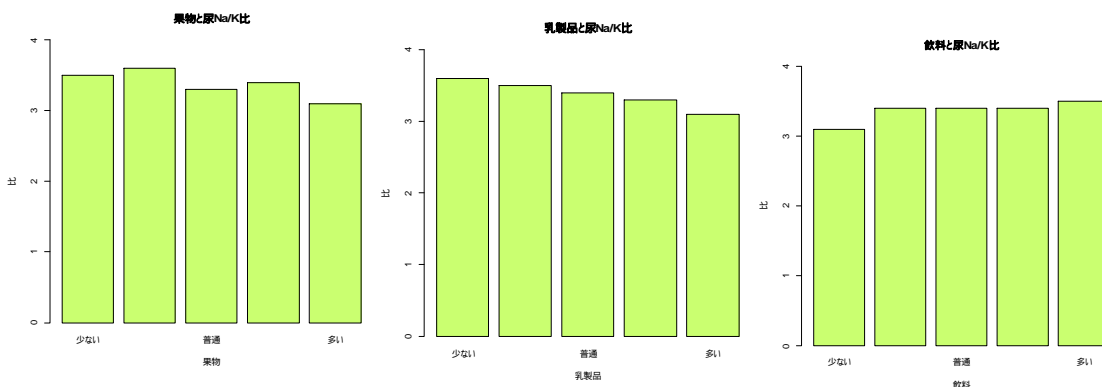


図4 Na/K 比と関係する果物、乳製品、飲料 (左から) *Nutrients* **13**(7): 2345

5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕 計6件（うち査読付論文 6件/うち国際共著 0件/うちオープンアクセス 6件）

1. 著者名 Okuda, M.; Asakura, K.; Sasaki S.	4. 巻 25
2. 論文標題 Estimation of daily sodium and potassium excretion from overnight urine of Japanese children and adolescents	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 Environmental Health and Preventive Medicine	6. 最初と最後の頁 74
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1186/s12199-020-00911-3	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスとしている(また、その予定である)	国際共著 -
1. 著者名 Okuda, M.; Fujiwara, A.; Sasaki S.	4. 巻 12
2. 論文標題 Added and Free Sugars Intake and Metabolic Biomarkers in Japanese Adolescents	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 Nutrients	6. 最初と最後の頁 2046
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.3390/nu12072046	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスとしている(また、その予定である)	国際共著 -
1. 著者名 Okuda, M.; Fujiwara, A.; Sasaki S.	4. 巻 13
2. 論文標題 Composition of Dietary Fatty Acids and Health Risks in Japanese Youths	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 Nutrients	6. 最初と最後の頁 426
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.3390/nu13020426	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスとしている(また、その予定である)	国際共著 -
1. 著者名 Tanaka Chiaki, Tanaka Maki, Inoue Shigeru, Okuda Masayuki, Tanaka Shigeho	4. 巻 19
2. 論文標題 Gender differences in physical activity and sedentary behavior of Japanese primary school children during school cleaning time, morning recess and lunch recess	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 BMC Public Health	6. 最初と最後の頁 985
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1186/s12889-019-7256-5	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスとしている(また、その予定である)	国際共著 -

1. 著者名 Okuda, M.; Asakura, K.; Sasaki, S.	4. 巻 11
2. 論文標題 Protein Intake Estimated from Brief-Type Self-Administered Diet History Questionnaire and Urinary Urea Nitrogen Level in Adolescents	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 Nutrients	6. 最初と最後の頁 2
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.3390/nu11020319	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスとしている (また、その予定である)	国際共著 -

1. 著者名 Okuda, M.; Kunitsugu, I.; Yoshitake, N.; Sasaki, S.	4. 巻 65
2. 論文標題 The Relationship between Functional Constipation and Dietary Habits in School-Age Japanese Children	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 J Nutr Sci Vitaminol (Tokyo)	6. 最初と最後の頁 38-44
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.3177/jnsv.65.38	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスとしている (また、その予定である)	国際共著 -

[学会発表] 計2件 (うち招待講演 0件 / うち国際学会 0件)

1. 発表者名 奥田昌之
2. 発表標題 食物繊維摂取量と小中学生の機能便秘
3. 学会等名 第78回日本公衆衛生学会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 奥田昌之、朝倉敬子、佐々木敏
2. 発表標題 中学生1日尿中食塩排泄量の関連生活行動要因
3. 学会等名 第77回日本公衆衛生学会
4. 発表年 2018年

〔図書〕 計0件

〔産業財産権〕

〔その他〕

-

6. 研究組織

	氏名 (ローマ字氏名) (研究者番号)	所属研究機関・部局・職 (機関番号)	備考
--	---------------------------	-----------------------	----

7. 科研費を使用して開催した国際研究集会

〔国際研究集会〕 計0件

8. 本研究に関連して実施した国際共同研究の実施状況

共同研究相手国	相手方研究機関
---------	---------