

2018年度研究助成 研究成果報告書（HP掲載用）

研究課題名：簡便に測定できる Na 量の測定法の検討

東北女子短期大学 下山 春香

【研究要旨】（研究要旨を 200～300 文字程度でご記入ください。）

食品中に含まれる Na 量を簡便に測定できることにより、個人に適した食事指導のきっかけにもなり、特に食塩摂取量が多いといわれている青森県民の減塩対策にも役立つと考えられる。本研究は食事 1 食分に含まれる Na 量を測定して食塩摂取量を推定し、原子吸光光度計とイオンメータ測定値との差異を調べ、簡便に測定できる方法を探る。Na 測定において正確とされる原子吸光光度法で測定した結果と、簡便かつ安価に測定が可能なイオンメータで測定した結果を比較検討した。2つの測定値が一致すれば、簡便な方法の正確性を示すことができ、値が異なった場合は、その振れ幅を知ることで、栄養指導の使いやすいツールとなる方法の構築を検討する。

【研究目的】

青森県の食塩摂取量は、男性 11.3g/日、女性 9.7g/日(平成 28 年国民健康・栄養調査報告都道府県別結果)で全国の平均値(男性 10.7g/日、女性 9.2g/日)を上回る結果であり、高血圧症をはじめとした種々の疾患の原因にもなりうる現状である。こうした状況の中で管理栄養士や栄養士が食事療法や減塩指導を行う機会は多く、その際には知識や技術が求められる。また、栄養士が提供する食事のほとんどは大量調理で作られ、それは食事摂取基準を基に各個人に合わせて栄養価計算された予定献立を用いて調理される。実際に提供している食事の摂取量を知ることにより、よりの確に個人の特性に合わせた栄養指導が期待できる。

以上の背景から、食事として大量調理の実施献立を用い、実際のどの程度 Na 量が含まれているかをイオンメータで測定した値と原子吸光光度計で測定した値と比較検討し、簡便な測定法の検討を行うことを目的とした。

【研究方法】

本研究は、栄養士養成校の栄養士課程履修者 2 年生および、1 年生が受講する給食管理実習(1)・(2)の実習(5 日間連続)を利用して行った。給食管理実習とは、栄養士課程履修学生が大量調理を学ぶ実習で、連続した 5 日間の昼食時に 100 食以上を提供しているものである。

1. 期間：平成 29 年 10 月～30 年 12 月

2. 対象：栄養士養成校の給食管理実習で調理した料理（予定献立に忠実に作った食事）

対象の献立構成は、主食、主菜、副菜 1、副菜 2、汁物であり、予定献立の 1 食の食塩相当量は 3.0g 前後に調整している。また、大量調理の際には、担当者が調味料の数量点検、調理手順、使用器具等について確認しながら実習をすすめることとする。測定中のコンタミネーションを避けるため、専用の器具を用いるなどの対応を行った。

主食以外の主菜、副菜1、副菜2、汁物の4種を1日につき10食分を無作為に採取して試料とした。連続した5日間分で合計50食採取した。献立は以下の通りである。

- 1日目：豚丼、みそ汁（さつまいも・ねぎ）、ほうれん草のごまあえ、りんご
- 2日目：鶏マスタード焼き、みそ汁（玉ねぎ・板麩）、グリーンサラダ、青梗菜のおかか和え
- 3日目：白身魚のチリソース(付)サラダ菜、みそ汁（大根・油揚げ）、かぼちゃのごま炒め、かぶときくらげの甘酢
- 4日目：肉じゃが、みそ汁（もやし・わかめ）、揚げ出し豆腐、なめこのおろし和え
- 5日目：春巻き、みそ汁（玉ねぎ・わかめ）、ナムル、杏仁豆腐

3. 測定方法：(1)原子吸光光度法、(2)イオンメータ法の2種類で、1日につき各5食分をそれぞれの測定法で実施した。ただし、原子吸光光度法は外部の検査機関（一般財団法人青森県薬剤師会 食と水の検査センター）へ測定を依頼した。検査機関へは専用の容器に入れ、クール便にて郵送した。

(1)原子吸光光度法：試料は主菜、副菜1、副菜2、汁物の料理ごとに5食分を合わせて計量し、試料をホモジナイズ、1%塩酸で振とう抽出後、原子吸光光度計を使用しNa量を測定した（外部の検査機関）。原子吸光光度計は、株式会社日立ハイテクサイエンス社製 偏光ゼーマン原子吸光光度計 Z-2000 を使用、測定波長は 589.0nm を用いた。空気とアセチレンの混合で、検量線法は絶対検量線法を用いた。

(2)イオンメータ法：試料を主菜、副菜1、副菜2、汁物の料理ごとに計量し、その重量と同量の蒸留水を準備した。ミキサー（バイタミックス TNC5200, 900w）に試料と半量の蒸留水を加えて固形物がなくなるよう1分30秒攪拌し、残りの蒸留水を加えて更に1分30秒攪拌した。ミキサーから消毒済みのボウルにあげ、固形物がないことを確認した（2倍希釈）。更に2倍希釈溶液から10g×3を採取して小ボウルに入れた。蒸留水90gを加えて20倍に希釈して、3サンプル作成した。サンプル毎に3回イオンメータ（Naイオンメータ：HORIBA社製 LAQUAtwinB-722 型式）で測定した。測定の際は、イオンメータにサンプリングシートを使用し、試料を滴下した。測定後はその都度蒸留水で洗浄した。なおイオンメータは、ナトリウム標準液を使用し、150ppm、2000ppmに校正してから使用している。測定した値は平均値を算出し、結果は食塩相当量で示した。

【研究結果】

分析は、測定法(1)の検査機関へ測定依頼し得られたデータは、食塩摂取量に置き換えて用いた。(2)イオンメータ法で得たデータは、IBM SPSS(Ver23)に取り込み統計処理し、平均値の差の検定は対応のあるT検定を用いた。

なおイオンメータ法については、測定方法の妥当性を確認するために予備実験を行っている。予備実験の試料は、大量調理により調理した食事の中から、無作為に5食を抽出した。1食ごとに食品重量を計量し、その重量と同量の蒸留水を加え、3分間×2回ミキサーで攪拌した(2倍

希釈)。さらにその溶液から 10g を採取し、蒸留水を加えて 20 倍に希釈した。試料を各 4 回イオンメータ (Na イオンメータ : HORIBA 社製 LAQUAtwinB-722 型式) で測定し、変動係数を算出した。無作為に抽出した 5 食分それぞれの食事重量、希釈に用いた水分量など各項目の変動係数、測定されたナトリウム濃度から算定した食塩量の予備実験変動係数は 5 % 未満であり、測定方法としては妥当であることが確認されている¹⁾。予備実験の結果を表 1 に示した。

表1 予備調査結果

	食事1	食事2	食事3	食事4	食事5	変動係数(%)
食事重量(g)	603	614	608	610	608	0.65
水+食事重量(g) (2倍希釈)	1206	1228	1216	1220	1216	0.65
食塩量*(g)	3.39	3.68	3.47	3.48	3.24	4.62
塩分測定値(g)						
1回目	0.18	0.20	0.19	0.19	0.19	
2回目	0.19	0.20	0.19	0.19	0.17	
3回目	0.19	0.20	0.19	0.19	0.18	
4回目	0.19	0.20	0.19	0.19	0.18	
変動係数(%)	2.67	0.00	0.00	0.00	2.81	

* : 各試料4回の測定値の平均値 × (食事重量 + 水の量) / 100

【結果】

各測定法による食塩相当量の結果を表 2 に示した。1 日目の献立の総食塩相当量は、(1)原子吸光光度計 3.1g、(2)イオンメータ 2.7g、2 日目(1)2.4g、(2)2.6g、3 日目(1)2.8g、(2)3.1g、4 日目(1)2.5g、(2)2.9g、5 日目(1)3.2g、(2)4.2g であった。本研究では、Na 測定において正確とされる原子吸光光度法で測定した値と、簡便かつ外部より安価に測定が可能なイオンメータで測定した値を検定した結果、両者に有意な差は認められなかった。

表2 各測定法の食塩相当量

日	献立名	予定献立値 (g)	①原子吸光度法(g)	②イオンメータ測定値(g)
1日目	豚丼	1.9	1.95	1.51
	みそ汁 (さつまいも・ねぎ)	1.1	0.8	0.86
	ほうれん草のごまあえ	0.4	0.36	0.32
	りんご	0.0	0.03	0.04
	合 計	3.4	3.14	2.73
2日目	鶏のマスクド焼き	1.2	1.15	1.14
	みそ汁 (玉ねぎ・板麩)	1.1	0.86	1.0
	グリーンサラダ	0.7	0.06	0.06
	青梗菜のおかか和え	0.5	0.38	0.4
	合 計	3.5	2.45	2.6
3日目	白身魚のチリソース (付) サラ	1.4	1.19	1.44
	みそ汁 (大根・油揚げ)	1.1	1.02	1.18
	かぼちゃのごま炒め	0.4	0.43	0.33
	甘酢 (かぶときくらげ)	0.0	0.14	0.18
	合 計	2.9	2.78	3.13
4日目	肉じゃが	1.1	0.82	0.95
	みそ汁 (もやし・わかめ)	1.2	0.89	1.02
	揚げだし豆腐	0.7	0.54	0.67
	なめこのおろし和え	0.3	0.21	0.23
	合 計	3.3	2.46	2.87
5日目	春巻き	1.2	1.5	2.12
	みそ汁 (玉ねぎ・わかめ)	1.2	1.1	1.29
	ナムル	0.5	0.51	0.66
	杏仁豆腐	0.0	0.06	0.08
	合 計	2.9	3.17	4.15

【考察】

原子吸光度法と、イオンメータ測定法による食事のNaイオン濃度(食塩相当量)に差は認められなかったことから、イオンメータ測定法は簡便に測定できるNa量の測定法として有用であると示唆される。しかし、今後の課題として、イオンメータ法の前処理方法の検討が必要である。本研究に関連して行った示説発表「簡便に測定できるNa量測定法の検討～大量調理の食事から～」において、活発な意見交換が行われたが、測定にかかる時間についての意見をいただいた。今回の測定方法は、食事の重量を測り、同量の蒸留水を加え、粉碎・攪拌して20倍まで希釈し測定する方法であるが、1つのサンプルを作成するためには約30分を要した。一つの食事から3つのサンプルを作成し、1サンプルにつき3回ずつ測定を行うため、1つのイオンメータで行うには限界があった。また、調理現場にミキサーが設置されていることを想定し、ミキサーを用いているが、容量の関係から、希釈の際2倍にしてから20倍にするという段階を経ねばならない。イオンメータにおいても、固形物の有無が測定に関わるため、固形物がなくなるまで粉碎・攪拌する必要がある。例えば魚のフライの小骨や皮など食事内容によって、ミキサーの刃の強度に影響される場合もある。このように、使用器具や、時間短縮、手順の簡略化によって、

安価で簡便な測定法になり得るのではないかと推察される。

今回の調査では、1食分に含まれるNa量の測定法の検討であるため、原子吸光光度法で得た値と、イオンメータでの値について、1食分のNa総量を比較検討した。1食分のNa総量では差は認められなかったが、主菜、汁物、副菜1、副菜2の食種ごとにNa量を比較してみると、汁物と副菜2で差が認められた。原子吸光光度法で測定した値より、イオンメータの測定値が高い傾向がみられる。また汁物は、原子吸光光度法の値と、予定献立値にも一部差が認められた。様々な要因が考えられるが、献立内容の食材や、時期による食材のNa含有量の差異等が想定される。下山らの調査においては、同様のイオンメータの測定法を用いて、1食分の食事の中のNa量を測定した際、献立値との差異が認められたと報告している。

現場においては、年中出回って比較的使用しやすい野菜類や、価格変動の少ないたんぱく源を使用するが、季節ごとの旬の野菜や魚類を使用することも多い。食材そのもののNa含有量についても定期的に調査することで、食事の中のNa含有量を知る機会となると考えられる。

【結論】

原子吸光光度法と、イオンメータ測定法による食事の中のNaイオン濃度（食塩相当量）に差は認められなかったことから、イオンメータ測定法は簡便に測定できるNa量の測定法として有用であると示唆される。しかし、今後の課題として、イオンメータ法の前処理方法の検討が必要である。

引用文献 1)：下山春香，中島里美，宮地博子，北山育子，木田和幸：学生食堂を利用した栄養士課程履修者への減塩プログラムの効果について，日本食生活学会誌，Vol.29，No3，167-174 (2018)