

発表番号 58 (0334)

## 幼児の塩分摂取量の調査と塩分摂取に影響する食環境要因の解析

助成研究者:坂田 隆 (石巻専修大学理工学部基礎理学科)

共同研究者:大江裕子 (宮城県矢本町健康保育課)

芳賀めぐみ(宮城県津山町保健福祉課)

幼児における食塩の摂取量の現状を尿中へのナトリウム排泄量として把握するとともに、幼児の食物摂取の内容や食行動、調理担当者の調理技術などを調査し、どのような要因によって幼児の塩分摂取量が規定されているかを明らかにすることを目的とした。

平成15年6月～7月、宮城県内9市町の3歳から4歳の幼児104名(男53名、女51名)を対象に、1日尿中Na排泄量を測定するための24時間蓄尿と自記式の食生活アンケートを用いて幼児の食物摂取の内容や食行動、調理担当者の調理技術等15項目について調査した。Na濃度の測定はイオン電極法により行い、併せて簡易法として多用されているソルトペーパー試験紙によるNa濃度測定も行った。Na濃度と24時間尿量とから1日Na排泄量を求め、計算により1日食塩摂取量を推定した。

実施協力者104名のうち51.0%が、24時間蓄尿による採尿が可能であった。性別間の尿量の平均値には統計学的に有意な差はなく、24時間尿量の平均404 ml/d(中央値373 ml/d)、体重あたりの平均尿量は27 ml/kg(中央値24 ml/kg)であった。尿中Na測定による1日食塩摂取量の平均±標準偏差は $2.7 \pm 1.2$  g/d、中央値2.5 g/dで、体重あたりでは、 $0.18 \pm 0.08$  g/kg/d(中央値0.17 g/kg/d)、体表面積あたりでは $4.3 \pm 1.9$  g/m<sup>2</sup>/d(中央値4.0 g/m<sup>2</sup>/d)であった。ソルトペーパーとイオン電極間での尿中食塩濃度の相関係数は早朝尿では $r=0.35$ 、24時間尿では $r=0.55$ であった。イオン電極・24時間蓄尿法による食塩摂取に影響する因子として統計学的に有意な影響があったのは、「だしのとりかた」で、天然だしを使用している群のほうが、市販のだしを使用している群に比べ食塩摂取量が有意に高かった。(p<0.01)

この研究では24時間蓄尿が確実に蓄尿できたかをどうやって確認するかが鍵になることから、今回用いた方法に加えて、今後はクレアチニン等の測定を行う必要がある。食塩摂取量の推定方法には、食事記録法や陰膳実測法などの食事調査法や尿中塩分測定による方法などがあるが、推定方法の違いが結果に及ぼす影響についても検討が必要である。また、食塩と関連の深いカリウム摂取量についても調べるのが望ましいと考えられる。

今回は、ある年齢層の食塩摂取量について調べたが、今後は加齢とともに摂取量がどのように増加していくのかについても研究する必要があると考えられる。

この研究にあたり、調査にご協力いただいた対象者の皆様、宮城県栄養士設置市町村連絡協議会母子保健減塩推進事業検討委員会および関連市町の皆様に深く感謝いたします。



## 幼児の塩分摂取量の調査と塩分摂取に影響する食環境要因の解析

助成研究者：坂田 隆（石巻専修大学理工学部基礎理学科）

共同研究者：大江裕子（宮城県矢本町健康保育課）

芳賀めぐみ（宮城県津山町保健福祉課）

### 1. 研究目的

健康日本 21<sup>1)</sup>では食塩摂取量の目標値を設定することがあげられている。宮城県においては「みやぎ21健康プラン」を策定し、バランスのとれた食生活・食習慣の実現を目指して適塩食生活をすすめている。宮城県の平均食塩摂取量は、平成12年現在で13.8g<sup>2)</sup>となっており、全国の平均値と比較しても高めとなっている。しかし、すでに食習慣が形成された成人になってから減塩対策をとるよりも、幼児のうちから低塩での食習慣を確立するほうが減塩を無理なく進められることになる。ところが、幼児の食環境のうちでどの要因が幼児の食塩摂取に影響するのかはよくわかっていない。また、健常児の1日食塩摂取量自体についての調査も多くはない。

そこでこの研究では、幼児における食塩の摂取量の現状を尿中へのナトリウム排泄量として把握するとともに、幼児の食物摂取の内容や食行動、調理担当者の調理技術などを調査し、どのような要因によって幼児の塩分摂取量が規定されているかを明らかにすることを目的とした。

### 2. 研究方法

#### 2.1 対象の選定と実施期間

宮城県内9市町（各保健所管内1市町：角田市，山元町，七ヶ浜町，矢本町，瀬峰町，色麻町，田尻町，津山町，志津川町）の3歳から4歳の幼児216名（実施市町村の年間対象年齢者数1,328人の16.3%）に対して、三歳児健診やあそびの広場などの場で説明と依頼を行い、協力を得られた男53名、女51名、計104名（依頼者の48.1%）を対象とした。協力の依頼に際しては、倫理的配慮として拘束時間や心理面への配慮を含めて口頭および文書で保護者に対して説明した上で、保護者の自由意志による承諾書の提出をもって同意とした。また、データ入力および管理についてはコード化により個人情報の保護を厳重に行った。実施期間は平成15年6月～7月とした。自記式の食生活アンケートも同時に行った。

## 2.2 蓄尿方法と尿検査方法

第1日目朝の第1回尿を捨て、2回目から翌日の朝の最初の尿まで蓄尿を続け、これを24時間尿とした。採尿には蓄尿ビンを用い、持ち運びの便利な蓋つきの1リットルのポリビンに移したものを、冷暗所に保存してもらった<sup>3)</sup>。翌日の朝の最初の尿については、早朝尿と24時間尿との相関を分析する目的で、別容器(200mlの蓋つきのポリビン)に分けて提出してもらった。蓄尿状況の確認は、取りこぼしの有無や服薬、下痢、発熱等の有無を採尿カードという形で保護者に記録してもらい、尿と併せて提出する方法をとった。

採取した尿は、それぞれの市町村で測定を行った。はじめに早朝尿の尿量を測定した。つぎに、早朝尿をよく攪拌してポリスポイトで尿を少量採取して早朝尿のNa濃度を測定した後で残りの尿に加えて24時間尿とした。Na濃度の測定には、地域で活動する栄養士自身による測定が可能ということで、比較的安価で持ち運びがしやすいコンパクトイオンメータ<sup>4)</sup>を使用し、イオン電極法(堀場製作所製平面型電極を用いたコンパクトイオンメータ)により行った。併せて簡易法として多用されているソルトペーパー試験紙(栄研化学株式会社製 尿中食塩濃度測定用ウロペーパー 栄研 ソルト)によるNa濃度測定も行った。測定方法については事前に2回トレーニングを実施し、測定者による誤差が生じないように配慮した。

## 2.3 尿中Na測定による1日食塩摂取量の推定方法

尿中Na濃度を測定して、これと尿量を乗じて1日Na排泄量を求めた<sup>5)</sup>。これに食塩の分子量(NaClの分子量は58.5)とNaの原子量23.0の比を乗じて食塩相当量を求め、これを1日食塩排泄量とした。Naの排泄量と摂取量とがほぼ等しいと仮定して1日食塩摂取量を推定した。ソルトペーパー試験紙による測定<sup>6)</sup>は、硝酸銀と塩素イオンが反応して塩化銀の沈殿を生成する反応を利用したものだが、試験紙からよみとった値に24時間蓄尿によって得られた1日尿量を乗じて、上と同様にして1日食塩摂取量の推定を行った。また既報との比較のために、早朝一番尿のNa濃度と尿量とからも1日食塩摂取量を推定した。<sup>7)</sup>

## 2.4 幼児の食環境調査

食環境を調査調査するために、自記式の食生活アンケートを用いて幼児の食物摂取の内容<sup>8)</sup>や食行動、調理担当者の調理技術など15項目について調査した。(資料1)

## 2.5 統計処理

統計処理は、栄養士が現場で日常的に使用している(株)社会情報サービス社製統計解析アドインソフト エクセル統計2002 for Windows および株式会社SASインスティテュートジャパン製JMP5.0.1を使用し、有意差の検定には、Studentの対応がある場合のt検定および分散分析を行った。24時間蓄尿により推定した1日食塩摂取量を体重あるいは体表

面積あたりの値に換算して、これらの平均値も算出した。なお、体表面積の算出には、藤本・渡辺の幼児式<sup>9)</sup>を用いた。

### 3. 研究結果

分析対象は、完全蓄尿者のうち風邪薬などの服薬がなかった者 48 名である。

#### 3.1 幼児の尿量および尿中 Na 測定による 1 日食塩摂取量の推定

##### 3.1.1 幼児の蓄尿結果

実施協力者 104 名のうち 51.0%が、24 時間蓄尿による採尿が可能であった。(Table1)

性別間の尿量の平均値には統計学的に有意な差はなかった。24 時間尿量の平均は 404 ml/d (中央値 373 ml/d)、体重あたりの平均尿量は 27 ml/kg (中央値 24ml/kg) であった。

**Table 1 Number of volunteer who provided 24h urine**

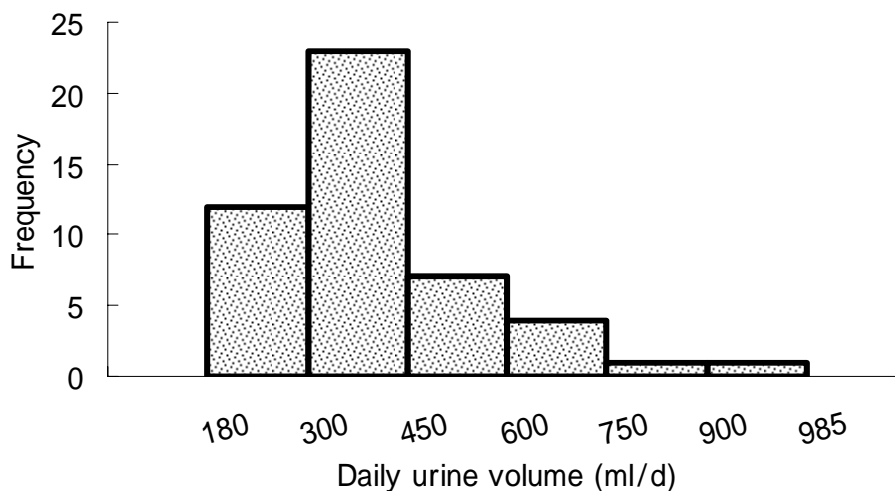
Sex	Volunteered(A)	Volunteer who provided 24h urine(B)	B/A(%)
Male	53	26	49.1
Female	51	27	52.9
Total	104	53	51.0

**Table 2 Daily urine volume(ml/d)**

Male	Female	Total
409 ± 124(24)	399 ± 196(24)	404 ± 162(48)

M ± SD(N)

**Fig 1 Distribution of daily urine volume**



Mean 404    SD 162    Median 373    N 48

### 3.1.2 幼児の尿中Na測定による1日食塩摂取量の推定

性間の食塩摂取量の平均値に統計学的に有意な差はなかったため、男女をあわせて48例を一括して分析した。尿中Na測定による1日食塩摂取量の平均±標準偏差は2.7±1.2 g/d、中央値2.5 g/d (Fig 2) で、体重あたりでは、0.18±0.08g/kg/d (中央値0.17g/kg/d)(Fig 3)、体表面積あたりでは、4.3±1.9 g/m<sup>2</sup>/d (中央値4.0 g/m<sup>2</sup>/d) (Fig 4)であった。

Fig 2 Distribution of estimated daily salt intake

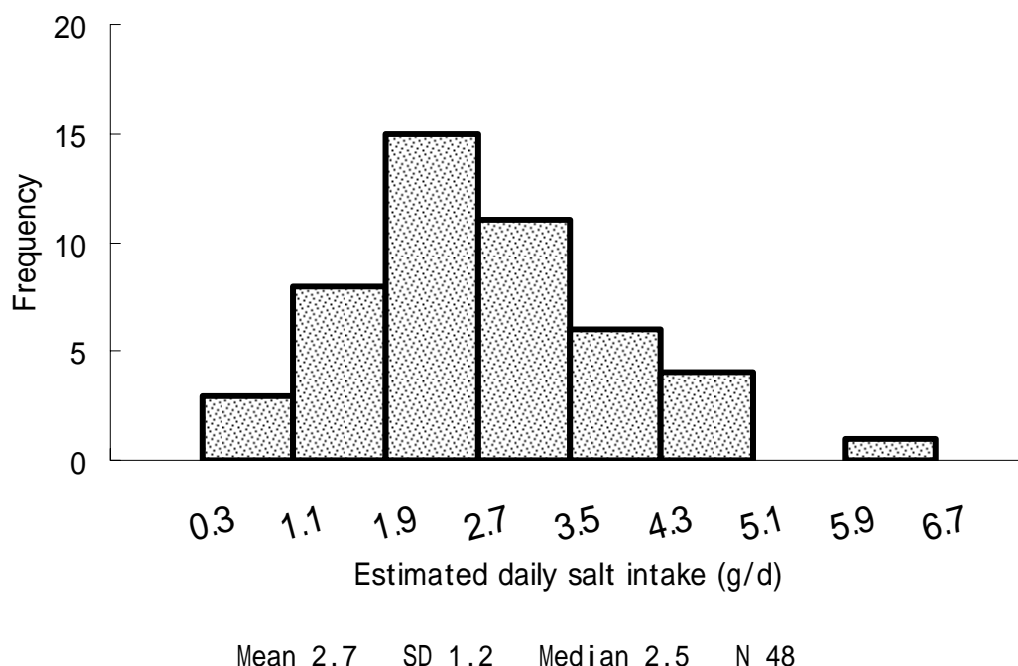
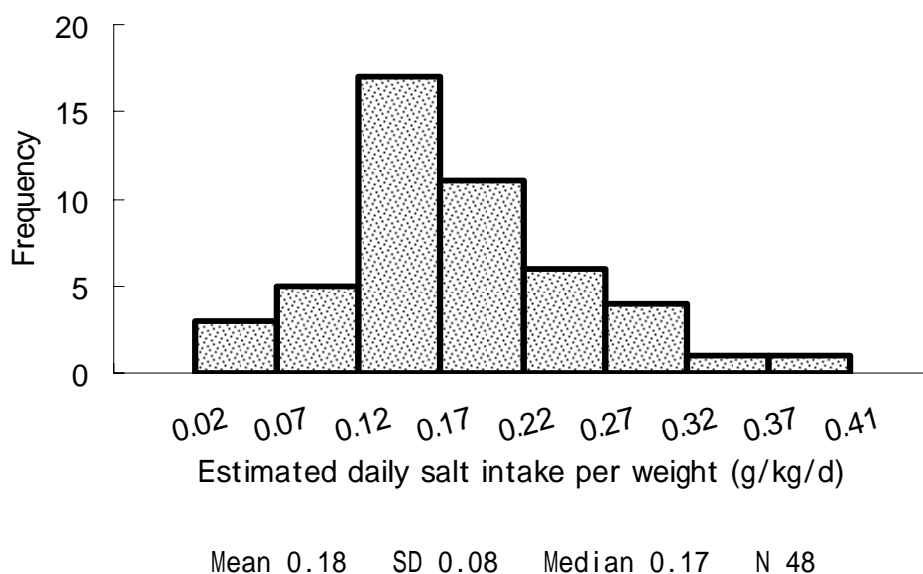
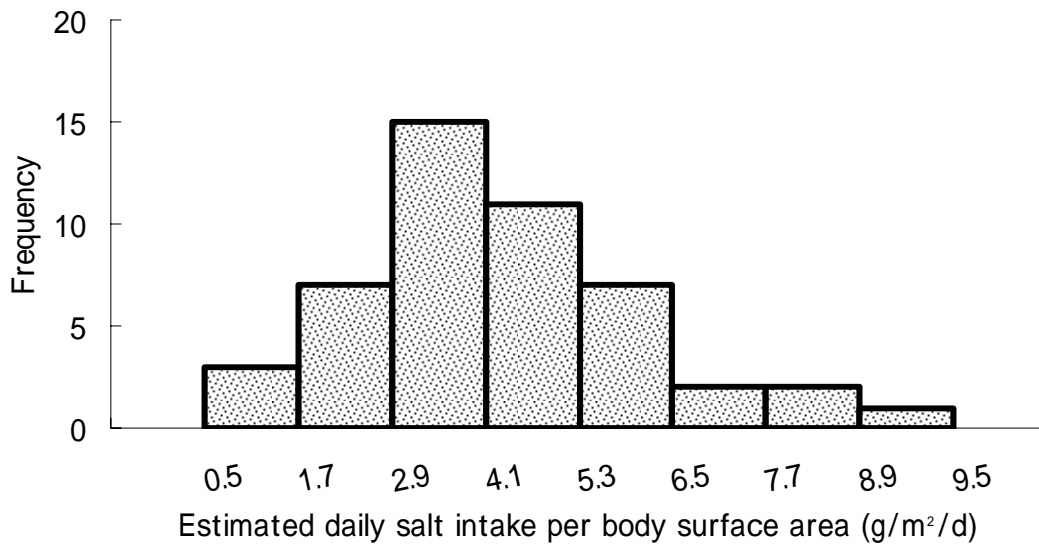


Fig 3 Distribution of estimated daily salt intake per weight



**Fig 4 Distribution of estimated daily salt intake per body surface area**



Mean 4.3 SD 1.9 Median 4.0 N 48

3 . 1 . 3 採尿条件および尿中Na濃度測定方法の比較

早朝尿および24時間尿それぞれの同一資料のNa濃度をソルトペーパー(尿検査試験紙)およびイオンメータで測定し、これらから算出した1日食塩摂取量を、Table 3に示す。

ソルトペーパーとイオンメータでの測定による1日食塩摂取量の平均値を比較すると、早朝尿においてソルトペーパーによる1日食塩摂取量の平均値の方が有意に高かった。(Table 3) また、ソルトペーパーの場合には、測定者間でのばらつきが大きかった。

ソルトペーパーとイオンメータ間での尿中食塩濃度の相関係数は早朝尿では $r=0.35$ 、24時間尿では $r=0.55$ であった。(Fig 4)

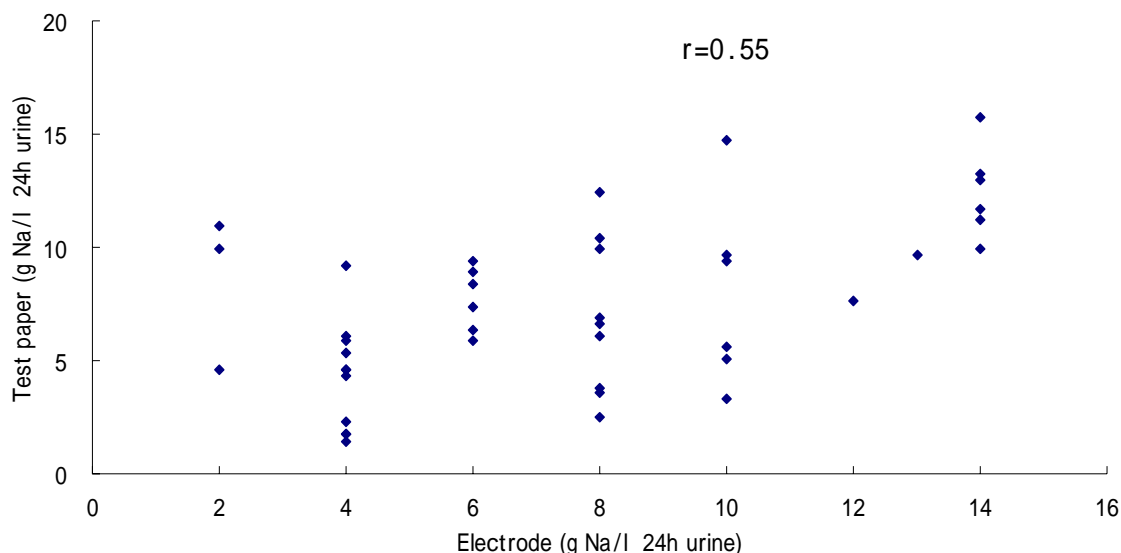
**Table 3 Daily salt intake estimated from urinary sodium concentration measured by test-paper or electrode**

Estimated from	Test-paper	Electrode
Early morning urine	2.7 ± 1.6*	2.2 ± 1.0
24 h urine	2.9 ± 1.5	2.7 ± 1.2

M ± SD

\*: Significantly different from the mean of 24 h urine method by Student's t-test for corresponding data. ( $p < 0.05$ )

Fig 5 Correlation between urinary sodium concentration measured by test-paper and that measured with electrode



### 3. 2 食環境と塩分摂取量との関係

イオン電極・24時間蓄尿法による食塩摂取に影響する因子として統計学的に有意な影響があったのは、「だしのとりかた」で、料理のだしを「かつお節や煮干でとる」群の1日食塩摂取量の平均は4.5g、「市販のだしを使う」群では、2.6g、「だし入りのしょうゆや味噌を使う」群では2.3gで有意に差があった。(p<0.01)味噌汁のだしについても同様で、「かつお節や煮干でとる」群の1日食塩摂取量の平均は4.3g、「市販のだしを使う」群では、2.5g、「だし入りの味噌を使う」群では3.7gで有意に差があった。(p<0.01)

### 4. 考察

今回の研究では、宮栄連母子保健減塩推進事業検討委員が所属する宮城県内9市町の3歳から4歳の幼児を対象とした。実施期間は、平成15年6月～7月の1回としたが、実施期間に対象月齢に到達した幼児に既存事業等を活用して声がけを行ったために、対象者の選定という点でのばらつきが生じた可能性がある。また、24時間蓄尿の実施率が51.0%であったことから、おしめをしていない幼児といった、実際に24時間蓄尿が可能な条件にある対象者に偏った可能性もあるが、実施可能な条件で得られた結果という視点で分析を行った。

食塩摂取量の推定方法には食事記録法や陰膳実測法などの食事調査法や尿中塩分測定による方法などがあるが、現場の栄養士が実施可能な方法での食塩摂取量調査という視点で、今回の方法を選択した。



採取した尿は、それぞれの市町で測定を行ったが、市町間において統計学的に有意な差は見られなかった。これは、実施前に測定方法について2回トレーニングを実施して、測定者による誤差が生じないように配慮したことも影響しているのではないかと考える。これは、ソルトペーパーとイオンメータでの測定結果の平均の差が、同一測定者で予備研究を行った平成15年2月に比べて少なくなっていたことからもうらづけられる。

24時間蓄尿を行う場合には確実に蓄尿できたかをどうやって確認するかが鍵になる。今回は幼児を対象としたことから、保護者(主に母親)に研究の目的や蓄尿方法を十分説明した上で同意を得ての実施とした。取りこぼしの有無や服薬、下痢、発熱等についての状況を採尿カードという形で保護者に記録してもらい、尿と併せて提出する方法をとった。今回はクレアチニン等の測定は行わなかったため、蓄尿の確認は記録によるものに留まった。また、24時間蓄尿が難しかった被験者の半数以上では、夜間を中心としたおむつの使用がみられ、3~4歳児の24時間蓄尿の実行可能性は、取りこぼしよりはむしろ夜間を中心としたおむつの使用状況に左右されると推察される。おむつの使用と食塩摂取量との関連は今後の課題である。

実際に得られた幼児の1日食塩摂取量の平均は、 $2.7 \pm 1.2\text{g}$  で、平成13年に厚生労働省が行った国民栄養調査結果<sup>10)</sup>の3-5歳の食塩摂取量 $6.7 \pm 2.9\text{g}$ や、吉田らの報告<sup>11)</sup>している陰膳実測法による1-3歳を対象とした調査結果 $4.5\text{g}$ に比べて低い結果となった。この点については、尿を用いた調査法と食事調査という方法の特性の違いを十分考慮し、今後さらに研究をすすめる必要がある。

早朝尿と24時間尿による1日食塩摂取量推定値は、比較的高い正の直線相関を示した。しかし、今回は24時間蓄尿により個人差が大きい幼児の1日尿量を把握し、Na濃度の測定値に実測した個々の1日尿量を乗じて算出しているため、より精度の高い分析が可能になったと推察される。ソルトペーパーとイオンメータでの測定による1日食塩摂取量の平均値は、早朝尿ではいずれの方法においてもソルトペーパーによる1日食塩摂取量の平均値の方が有意に高かった( $p < 0.05$ )。また、ソルトペーパーを使用した場合、測定者間でのばらつきが大きかった。これは、ソルトペーパーの測定目安の間隔が $4\text{g/l}$ から $2\text{g}$ 刻みであるために、大人に比べて食塩摂取量が少ない幼児の尿の場合には読み取りがむずかしいという点が影響している可能性がある。幼児のように尿量や食塩摂取量が少なく、僅差での検査値の結果を比較する場合にはソルトペーパーとくらべて連続測定が可能で誤差の少ない<sup>12)</sup>イオンメータによる測定が適していると思われる。

今回の幼児の24時間尿を用いた食塩摂取量調査の結果では、食塩摂取量、1日尿量ともに個人差が大きかった。今回は1日のみの調査であったが、今回得られた個人差の大きさから考えると、幼児の場合には、大人に比べて日間変動が大きいのではないかと推察される。

今回得られたNa濃度や食塩摂取量の分布(Fig 2~4)を見ると、正規分布とは思われ

ず、ピークが原点側に偏っていた。したがって、これらの値の代表値としては平均よりも中位数あるいは最頻値をもちいる方が妥当かもしれない。

食塩摂取に影響する因子として統計学的に有意な影響があったのは、「だしのとりかた」であったが、このほか、「主食・主菜・副菜」の揃った食事回数や食事以外のもの（おやつ等）子どもの食事づくりの担当者、おかずやおやつの内容の決定者にも影響されているのではないかという可能性が示唆された。今回の方法では、尿中塩分測定と食環境調査の調査期間や定量の精度とが一致していないために、妥当な結果が得られにくかったのではないかと推察される。食品の組み合わせや摂取頻度をみると、「主食・主菜・副菜」の組み合わせが1日に一度も揃わない被験者が4人に1人の割合になっている。甘味飲料やお菓子を食べる人は約半分で、逆にナトリウムの排出効果のあるカリウムを多く含む果物・芋類を毎日食べない割合は65～75%と高い傾向にあった。

以上のことから、一生の食事の基礎づくりが必要な幼児期には、食塩摂取量が「食事」以外のものにも影響されている可能性があり、食塩摂取量を適切な水準で保ち、豊かな食生活を形成するためにはうす味の食事が重要であるとともに、バランスのとれた食事を3食とれるような望ましい食習慣の確立を目指す対策を進めていくことが子どもの食環境を整えていく上でも重要であると考えられる。すなわち、幼児の場合には、「減塩」のほかに「適塩」という視点も必要かもしれない。

## 5. 今後の課題

24時間蓄尿が確実に蓄尿できたかをどうやって確認するかが鍵になることから、今回用いた方法に加えて、クレアチニン等の測定を行う必要がある。

食塩摂取量の推定方法には、食事記録法や陰膳実測法などの食事調査法や尿中塩分測定による方法などがあるが、推定方法の違いが結果に及ぼす影響についてさらに検討が必要である。また、食塩と関連の深いカリウムなどについても調べることが望ましい。

今回は、ある年齢層の食塩摂取量について調べたが、今後は加齢とともに摂取量がどのように増加していくのかについても研究する必要があると考えられる。

## 6. 謝辞

この研究にあたり、調査にご協力いただいた対象者の皆様、宮城県栄養士設置市町村連絡協議会母子保健減塩推進事業検討委員会および関連市町の皆様に深く感謝いたします。

## 7. 文献

- 1) 健康日本 21 (21 世紀における国民健康づくり運動について) 健康日本 21 企画検討会・健康日本 21 計画策定検討会報告書 財団法人健康体力づくり事業財団 2000;7
- 2) みやぎ 21 健康プラン 宮城県保健福祉部健康対策課 2002;16
- 3) 川崎晃一, 近藤佳子, 山口しのぶ 冷蔵庫保存尿中ナトリウム, カリウムならびにクレアチニン濃度の安定性, 健康科学 1988;10:121-123
- 4) 富田勝彦, 大川浩美, 小島淳二 平面型電極を用いたコンパクトイオンメータとその応用 Readout 1990;1:24-32
- 5) 橋本 勉, 西村薫子, 宮本佳代子, 永井正規, 藤田委由, 柳川洋, 大房一成, 山根則幸, 志賀信雄 24 時間蓄尿による食塩摂取量の妥当性に関する基礎的研究, 日本公衛誌 1986;33(8): 357-363
- 6) 栃久保修, 金子好宏, 高坂勇造 尿中食塩濃度の簡易測定法, 医学のあゆみ 1984;131(8):545-550
- 7) 川崎晃一, 上園慶子, 宇都宮弘子, 今村京子, 吉川和利, 上野道雄, 藤島正敏, 24 時間尿中 Na 排泄量推定法に関する研究-尿中クレアチニン排泄量予測値と分割尿を用いた推定法の基礎的検討- Journal of Health Science Kyushu University 1986; 8: 57-63
- 8) 石原融, 武田泰久 他 思春期の肥満に対する乳幼児期の体格と生活習慣の関連, 日本公衛誌 2003;50(2): 106-116
- 9) 藤本薫喜, 渡辺孟, 坂本淳, 湯川幸一, 森本和枝 日本人の体表面積に関する研究 第18篇三期にまとめた算出式, 日衛誌, 1968;23(5): 443-450
- 10) 厚生労働省 国民栄養の現状 平成13年国民栄養調査結果, 2003;74-75
- 11) 吉田清作, 吉田綾子, 池辺克彦 幼児のナトリウム, カリウム, 塩素およびマグネシウム摂取量 日本栄養・食糧学会誌 1991;44(1)1-6
- 12) 工藤啓, 吉田俊子, 青木匡子, 吉岡悦子, 猪股みち子, 後藤久美子, 工藤拓子, 岡田彩子, 荒井由美子 住民健診におけるソルトペーパーを利用した減塩教育の長期効果について, 宮城県公衆衛生情報みやぎ, 2004;327:21-25

## **Daily salt intake in 3 years old infants estimated from 24 h urine analysis**

Takashi Sakata<sup>1</sup>, Yuko Ooe<sup>2</sup>, Megumi Haga<sup>3</sup>

<sup>1</sup> Ishinomaki-Senshu University, <sup>2</sup> Yamoto Town Office, <sup>3</sup> Tsuyama Town Office

### Summary

It is nationally important to reduce salt intake. The exposure to salty food during the childhood may affect the salt intake in adults. Accordingly information on salt intake in infants is inevitable. Nevertheless, such information is amazingly little. Therefore, we estimated daily salt intake in 48 three-year old healthy infants of both sexes. We recruited volunteers at legislative regular health check. After the explanation about the aim, public benefit, expected risk, use of data and free withdrawal from the study, those who agreed to volunteer produced written consent. They were asked to collect all the urine of the infant for 24 hours, to report health status and drug(s) taken, and to fill the questionnaire about food environment. Infants who had any disease or drug on the day of urinary collection as well as those who were using diaper were omitted from the study. Thus, we collected urine from 48 infants in 9 municipalities in Miyagi prefecture. Urine volume and urinary sodium concentration was measured within 12 hours of collection using commercial test paper (Uro-paper salt, EIKEN) and flat ion electrode for sodium ( Compact Na ion-meter, HORIBA ). We considered that daily sodium chloride excretion calculated from the above two parameters represented daily salt intake.

Results were analyzed by Student's t-test, analysis of variance and regression analysis, and considered significant at error probability smaller than 0.05.

Sodium concentration measured by the above two methods showed a statistically significant positive correlation. However, the coefficient of regression was less than 0.7. Test paper gave higher values than ion electrode. Thus, we decided to use results obtained with ion electrode.

The median of urinary volume and daily salt intake were 373(range 180 to 985) ml/d and 2.7 (range 0.3 to 5.9) g/d, respectively. There was no significant effect of municipal, gender and their interaction. The source of stock was the only significant food-related modifier of salt intake.