

〔資料〕

24時間尿中 Na 排泄量および Na 推定摂取量と毛髪中 Na 量との関連

星野 純子¹⁾ 堀 容子²⁾ 清水 律子³⁾ 榊原 久孝⁴⁾ 長澤 伸江⁵⁾

Urinary Excretion of Sodium for 24 hours, Estimated Sodium Intake, and Sodium Content in Hair

Junko Hoshino¹⁾, Yoko Hori²⁾, Ritsuko Shimizu³⁾, Hisataka Sakakibara⁴⁾ and Nobue Nagasawa⁵⁾

I. 緒言

わが国では、循環器系疾患による死亡が悪性新生物による死亡の次に多く、その予防が求められている。循環器系疾患は動脈硬化がその背景にあることが多いため、原因の1つである高血圧の一次予防と増悪の阻止が必要である。日本人の半数近くが高血圧の有病者で、この状況は最近10年間変わっていない（厚生労働省，2001；厚生労働省，2009）。「高血圧治療ガイドライン 2009」（日本高血圧学会高血圧治療ガイドライン作成委員会，2009）によると、国民の平均値として、収縮期血圧水準が2mmHg低下すれば虚血性心疾患罹患率は約5%減少すると推計されている。このため、今後はより効果的な減塩指導の検討を重ねることが必要である。本邦はこれまで減塩に取り組んできた歴史があるが、近年では調味香辛料由来の食塩摂取量の減少だけでなく、食品中の栄養成分の改善や塩分量の規制も効果が高いと期待されている（厚生科学審議会地域保健健康増進栄養部会 次期国民健康づくり運動プラン策定専門委員会，2012）。

血圧水準を低下させるための減塩指導において食塩摂取量の評価は欠かせず、医療施設では24時間蓄尿によるナトリウム(Na)排泄量の測定や随時尿(スポット尿)、分割尿(4-8時間尿)による24時間Na排泄量の推定が行なわれている。現在では、それらの推定にナトリウム/クレアチニン比を用いるだけでなく、年齢、身長、体重から求めた24時間尿クレアチニン排泄量推計値を含む計算式(川崎ら，

1988；Tanaka et al, 2002)により信頼性向上を図ることが望ましいとされる(Kawano et al, 2007)など、値の信頼性に関する検討も行われている。また、尿による食塩摂取量の評価だけでなく、食塩の含有量が異なる汁をランダムに味見させ、これまでの自宅での味付けに最も近い汁を選ばせ摂取食塩量を推定し減塩指導する方法も報告されている(横山ら，2002)。しかし、減塩指導に関するアンケート調査(高山ら，2008)では、自分が行なっている減塩指導について「あまり効果があがっていないと思う」と回答した者が4割を占め、その理由として「効果を確認できない」こと「評価の手段がない・分からない」ことが挙げられており、現状では食塩摂取量の簡便な定量化が難しいことがあげられている。

このような中で、近年、より対象に侵襲なく採取できるとして、Naを含む微量元素濃度の測定が毛髪で検討されている。もし、将来的に毛髪中のNa量が日常的なNa摂取量の評価に使えるならば、食事記録や蓄尿に対し負担感が強い者や腎機能障害のある者、排尿後で尿がすぐに出ない者に対してでも、減塩指導前とその数カ月後の毛髪中のNa量を比較することで減塩指導の効果を評価できると考えている。その簡便性により減塩指導の効果の確認の継続が期待できる。しかし、その前提となる毛髪に含まれるNa量がNa摂取量の指標となりえるかについて、毛髪中Na量に対し、秤量法による食事記録によるNa摂取量との関連、24時間蓄尿中Na排泄量との関連、食物摂取頻度調査によるNa

1) 岐阜県立看護大学 成熟期看護学領域 Nursing of Adults, Gifu College of Nursing

2) 元名古屋大学 大学院医学系研究科 Formerly of Graduate School of Medicine, Nagoya University

3) 元椋山女学園大学 Formerly of Sugiyama Jogakuen University

4) 名古屋大学 大学院医学系研究科 Graduate School of Medicine, Nagoya University

5) 十文字学園女子大学 Jumonji University

推定摂取量との関連は検討されていない。食事記録によるNa摂取量は、24時間尿中Na排泄量と0.3程度の相関(君羅ら, 2004)が、食物摂取頻度調査によるNa推定摂取量にも同程度の相関(Wakai, 2009)があると報告されている。しかし、24時間尿中Na排泄量と食物摂取頻度調査によるNa推定摂取量には有意な相関はみられていない(河辺ら, 2006)。

以上から、本研究は、簡便に採取できる毛髪中のNa量が24時間蓄尿中のNa排泄量や食物摂取頻度調査で算出されたNa推定摂取量の指標になり得るか検討した。

II. 方法

1. 対象

本研究の対象者は、糖尿病や腎臓機能障害がある者、もしくはそれらの疑いがある者を除く30歳以上70歳以下の男女とした。研究者の知人29名を対象に、研究の目的、意義、参加の自由、撤回の自由、苦情の窓口等を説明し、書面による研究協力の同意が得られた者は25名であった(参加率86.2%)。

2. 調査方法

質問票調査は、対象者の性、年齢等を問う調査と身長と体重の記載を含む食物摂取頻度調査を実施した。最近1-2か月程度のうちの1週間を単位として食物摂取量と摂取頻度から食品群別摂取量・栄養素摂取量を推定する食物摂取頻度調査(以下FFQg法)を用いた(エクセル栄養君 食物摂取頻度調査FFQg Ver.3.0)。Naおよび食品群の推定摂取量(mg)をエクセル栄養君 Ver.5.0にて算出した。食物摂取頻度調査の妥当性は確認されており、食塩相当量の平均値の比はFFQg法/食事記録法=96.7%であった(高橋ら, 2001)。

また、24時間蓄尿による尿を生体試料として収集した。容器は携帯でき、24時間分の尿量の1/50を正確に比例採集することができるユリメートP(住友ベークライト株式会社)を用いた。24時間尿を採集終了後、対象者はユリメートPのまま研究者に提出するか、もしくは対象者が蓄尿した総量をシリンジで測った後に尿をよく混ぜて約20ml/日と総量のデータを提出した。24時間蓄尿は連続しない3日行い、データ解析の際には3日分の平均値を用いた。

また、毛髪を生体試料として収集した。毛髪は、対象者への調査負担を軽くするため、整髪のために美容院に行っ

た際のついでに美容師に採取してもらい、後日サンプルとして提出してもらった。整髪料の使用は制限しなかったが、毛髪採取にあたり、①洗髪前に、後頭部の髪をかきあげ、頭部3,4か所の内側の髪をひとつまみ切り取ること、②毛先でなく、頭皮に近い部分から3cm程度切り取ること(過去3ヶ月程度のNa摂取量を反映し得る)、③必要な毛髪量は0.1g(約150本程度)であること、④髪が短い方は3cmに満たなくても量が足りていれば問題ないことを口頭で説明しただけでなく、そのイラストを描いた検体提出袋を渡して採取を依頼した。

一般的に、摂取したNaは小腸で吸収され、損失は皮膚、糞、尿などを通して起こり、Na損失の90%以上は腎臓経由である。経口摂取した食塩量の違いや肥満などの影響により、Na摂取量がいつからいつまでにどのように反映されるのかは異なるのではないかと考えられている(大山, 2012)が、1日摂取量と24時間尿中排泄量との関連をみた先行研究によると、摂取したNaは翌日までに81.5%損失する(君羅ら, 2004)。また、毛髪は軟部組織の一つで、毛髪分析では2-3ヶ月の間に伸びた毛髪の細胞内および間隙に沈着したミネラルを測定することができる(米井, 2004)。また、牧野(1987)は、毛髪の発育には個人差が大きく、年齢、性、栄養状態などによっても影響を受けるが、頭皮に近い部分3cm以内を採ると、3cmでは過去3ヶ月の情報を与えられることになると報告している。

提出された尿のNa量の測定は株式会社SRLで、毛髪では、ら・べるびい予防医学研究所へ委託した。尿のNaは電極法により測定された。調査時に本検査実施施設は日本医師会の実施する臨床検査精度管理調査や日本臨床衛生検査技師会等の国内外の精度管理調査に参加していた。それらの結果、本検査実施施設における精度に問題はないと考えられた。毛髪中のNa量の測定では、毛髪を秤量・洗浄後、アルカリ溶液中にて加温・振とう・溶解・液量調整した後、誘導結合質量分析器(ICP-MS: Agilent7500ce)を用いてNa量を含むミネラル20元素と有害金属6元素を測定している。ら・べるびい予防医学研究所によると、毛髪サンプルを用いたNaの同時再現性(同日に同サンプルを15回測定)の結果は変動係数3.3%であった。また、Naの安定性(20日間同サンプルを測定)の結果は変動係数15.2%であった。

本研究の調査期間は、2010年12月から2011年2月で

あった。

3. 倫理的配慮

対象の個人情報特定できる項目は調査せず、連結不可能匿名化を行い、個人情報保護を徹底した。また、同意書にサインした後でも、生体試料を提出するまでは同意の撤回が自由にできるように、研究者の連絡先を提示した。また、質問票や検査結果は、鍵のかかる書庫に保管した。本研究は、名古屋大学医学部倫理委員会の承認を得て実施した(承認番号1070, 承認年月:平成22年11月)。

4. 解析方法

本研究では、以下のように数値を示し、解析を行った。名義尺度および順序尺度は度数(人数)と割合(%)で示し、間隔尺度は平均値±標準偏差と最小値、最大値で示した。

24時間蓄尿Na排泄量および食事摂取頻度調査によるNa推定摂取量と毛髪中Na量との関連をみるための交絡要因と考えられる性別、年齢、身長、体重、BMI(Body Mass Index, 単位=kg/m²)とNa摂取量の多い食品群(麺類、

緑黄色野菜、その他野菜、魚介類、肉類、調味料香辛料類)(厚生労働省,2014)の推定摂取量を検討するために、Pearsonの積率相関による検定を行った。また、先行研究(厚生労働省,2014;大山,2012)を用いて検討を行い、性別、年齢、BMIはNaに関する交絡要因とした。性別と年齢を補正して関連をみるために偏相関係数を算出した。

毛髪中Na量はNa摂取量のバイオマーカーになるか否かを検討するために、毛髪中Na量を従属変数、交絡要因として性別、年齢、BMIを投入し、Na摂取量の候補となる変数としてNa摂取の多い食品群(麺類、緑黄色野菜、その他野菜、魚介類、肉類、調味料香辛料類)の推定摂取量を独立変数とした重回帰分析を用いて分析を行った。Na摂取量の候補となる変数としたNa摂取の多い食品群の推定摂取量については、重回帰分析の際にステップワイズ法を用いて分析した。

諸言で述べたように、本研究は負担感の大きい24時間蓄尿等が行われなくとも、日常的なNa摂取量の評価が毛

表1 対象者の特性とNa量との相関

	n	平均値 ± 標準偏差	最小値	最大値	毛髪中Na量との関連†		24時間尿中Na排泄量との関連†		食物摂取頻度調査によるNa推定摂取量との関連†		
					相関係数	p値	相関係数	p値	相関係数	p値	
年齢 (歳)	25	52.7 ± 9.8	36	70	0.269	0.15	0.218	0.30	0.271	0.19	
身長 (m)	25	159.9 ± 7.4	148.0	180.0	0.227	0.28	-0.445	0.03	-0.226	0.28	
体重 (kg)	25	55.8 ± 10.0	43.0	86.5	0.297	0.15	-0.161	0.44	-0.236	0.26	
BMI (kg/m ²)	25	21.7 ± 2.7	17.6	27.2	0.255	0.22	0.099	0.64	-0.187	0.37	
毛髪中の量											
毛髪中Na量 (ppb)	25	65376.6 ± 92810.8	1749.0	328800.0	—	—	0.215	0.30	0.246	0.24	
Log 毛髪中Na量	25	10.2 ± 1.5	7.5	12.7	—	—	0.126	0.55	0.066	0.76	
24時間蓄尿中の排泄量											
24時間尿中Na排泄量 (g/g Cr/day)	25	3.8 ± 1.0	2.0	5.4	0.548	0.13	—	—	0.427	0.03	
食物摂取頻度調査による推定摂取量											
麺類 (mg/day)	25	40.1 ± 48.7	0.0	180.0	-0.035	0.87	0.317	0.12	0.349	0.09	
緑黄色野菜 (mg/day)	25	74.6 ± 48.7	14.3	185.7	0.200	0.34	0.170	0.42	0.445	0.03	
その他野菜 (mg/day)	25	151.2 ± 80.6	25.7	308.6	0.241	0.25	0.229	0.27	0.497	0.01	
魚介類 (mg/day)	25	63.6 ± 31.1	11.4	105.7	-0.056	0.79	0.501	0.01	0.492	0.01	
肉類 (mg/day)	25	79.3 ± 39.0	0.0	171.4	0.170	0.42	-0.182	0.38	0.395	0.05	
調味料香辛料類 (mg/day)	25	24.0 ± 13.5	7.8	68.3	-0.039	0.85	0.118	0.58	0.827	0.00	
Na (mg/day)	25	3603.2 ± 1429.6	1521.9	6832.0	0.066	0.76	0.427	0.03	—	—	

毛髪中Na量は対数値を使用 † Pearsonの積率相関

髪中 Na 量から推定できることを目指している。そのため、最終的な分析として、ゴールドスタンダードとする 24 時間尿中 Na 排泄量および Na 推定摂取量のバイオマーカーに毛髪中 Na 量がなりえるか否かを検討するために、24 時間尿中 Na 排泄量および Na 推定摂取量を従属変数、毛髪中 Na 量、性別、年齢、BMI を独立変数とした重回帰分析（強制投入法）と 24 時間尿中 Na 排泄量を従属変数、毛髪中 Na 量、性別、年齢、BMI と Na 摂取の多い食品群（麺類、緑黄色野菜、魚介類、肉類）と Na の推定摂取量を独立変数とした重回帰分析（強制投入法）を用い分析を行った。

解析にあたり、毛髪中の Na 濃度 (ppb) は対数変換した値を用いた (Yasuda et al, 2006 ; Yasuda et al, 2007)。24 時間尿中 Na 排泄量はクレアチニン 1g あたりの量 (g) を用いた。解析は、IBM SPSS Statistics 20 (日本アイ・ビー・エム株式会社) を使用し、両側検定とし、有意確率 5% 未満を統計的に有意とした。

III. 結果

1. 対象者の概要と Na 量との相関

対象者は、男性 7 名 (28.0%)、女性 18 名 (72.0%) であり、男性の対数変換した毛髪中 Na 量の平均値は 10.9 ± 0.4 、女性は 9.9 ± 1.6 で男性の平均値は女性と比較して有意に高い平均値を示した。対象者の特性と Na 量との関連を表 1 に示す。対象者の平均年齢と標準偏差は 52.7 ± 9.8 歳であり、年齢と毛髪中 Na 量には関連がみられなかった。同様に、身長、体重、BMI と毛髪中 Na 量には関連がみられなかった。対数変換した毛髪中の Na 量の平均値および標準偏差は 10.2 ± 1.5 であった。24 時間蓄尿中の Na 排泄量の平均値および標準偏差は 3.8 ± 1.0 g、食物摂取頻度調査の Na 推定摂取量では 3603.2 ± 1429.6 mg であり、これらは毛髪中 Na 量との関連がみられなかった。また、麺類、緑黄色野菜、その他野菜、魚介類、肉類、調味料香辛料類の推定摂取量と毛髪中 Na 量には関連がみられなかった。

24 時間尿中 Na 排泄量と年齢、体重、BMI には関連がみられなかった。また、24 時間尿中 Na 排泄量と魚介類、Na の推定摂取量には関連がみられたものの、その他の食品群の推定摂取量には関連がみられなかった。

食物摂取頻度調査の Na 推定摂取量と年齢、体重、BMI には関連がみられなかったものの、緑黄色野菜、その他野菜、魚介類、調味料香辛料類の推定摂取量とは関連がみ

られた。

2. 性別と年齢を補正した Na 量の偏相関

性別、年齢を制御変数とした場合、24 時間蓄尿中の Na 排泄量および食物摂取頻度調査の Na 推定摂取量と毛髪中 Na 量との間に関連はみられなかった。また、24 時間蓄尿中の Na 排泄量と食物摂取頻度調査の Na 推定摂取量との間にも関連はみられなかった。

3. Na 摂取源である食品群と毛髪中 Na 量との関連

性別、年齢、BMI を交絡要因とした場合、麺類、緑黄色野菜、その他野菜、魚介類、肉類、調味料香辛料類の推定摂取量は毛髪中 Na 量の予測変数として選択されなかった。

4. 食物摂取頻度調査による Na 推定摂取量と毛髪中 Na 量との重回帰分析

毛髪中 Na 量により Na 推定摂取量を算出する重回帰分析を行った。性別、年齢、BMI を交絡要因とした場合、食物摂取頻度調査による Na 推定摂取量と独立変数である毛髪中 Na 量との間に重回帰式は得られなかった。

5. 24 時間尿中 Na 排泄量と毛髪中 Na 量との重回帰分析

性別、年齢、BMI のみを交絡要因とした場合の毛髪中 Na 量により 24 時間尿中 Na 排泄量を推定する重回帰分析を行った。この場合、24 時間尿中 Na 排泄量と独立変数である毛髪中 Na 量との間に重回帰式は得られなかった。

性別、年齢、BMI と麺類、緑黄色野菜、魚介類、肉類、Na の推定摂取量を交絡要因とした場合の毛髪中 Na 量によ

表 2 毛髪中 Na 量により 24 時間尿中 Na 排泄量を推定する重回帰分析

	偏回帰係数	標準化偏回帰係数	有意確率
独立変数			
毛髪中 Na 量	0.271	0.386	0.05
交絡要因			
性別	0.113	0.050	0.79
年齢	-0.030	-0.291	0.22
BMI	0.248	0.114	0.49
麺類の推定摂取量	0.009	0.445	0.03
緑黄色野菜の推定摂取量	-0.007	-0.330	0.13
魚介類の推定摂取量	0.022	0.677	0.01
肉類の推定摂取量	-0.014	-0.548	0.02
Na の推定摂取量 (定数)	0.000	0.353	0.13
	1.014		
決定係数	0.669		
調整済み決定係数	0.47		
モデル適合度	p = 0.019		
N	25		

重回帰分析(強制投入法) 従属変数:24時間尿中Na排泄量

り24時間尿中Na排泄量を推定する重回帰分析の結果を表2に示す。なお、これら独立変数間の多重共線性の可能性を検討したところ、調味料香辛料類とNaの推定摂取量($r=0.827, p<0.000$)の間、その他野菜とNaの推定摂取量($r=0.497, p<0.000$)の間に高い相関が確認されたため、調味料香辛料類とその他野菜の推定摂取量は除外した。この場合、24時間尿中Na排泄量と独立変数との間に重回帰式が得られた。投入した推定摂取量のうち麺類、魚介類、肉類の推定摂取量は24時間尿中Na排泄量と関連がみられた。

IV. 考察

食塩摂取量の評価は、24時間蓄尿中のNa排泄量や栄養士による秤量あるいは質問票調査で算出されたNa摂取量を用いられ、値の信頼性が高い評価方法としてほぼ確立している。しかし、24時間蓄尿は煩雑で、時間的に困難を伴う。また、質問票の記入は高齢者等にはやや難しいという問題がある。もし将来的に毛髪中のNa量が日常的なNa摂取量の評価指標として適用できれば、看護師等による療養者への減塩指導の効果の評価が簡便となり、より効果的な指導につながると考える。

一般的には、他の調査方法との比較妥当性を検証する際には秤量法による食事記録調査が用いられることが多いが、本研究では対象者に就業している男性や高齢者が含まれることが予測され正確な食事記録は困難と考え、「高血圧治療ガイドライン2009」(日本高血圧学会高血圧治療ガイドライン作成委員会, 2009)において一般医療施設で実際的に使用されている24時間蓄尿のNa排泄量を基準値とした。

本研究では3日分の24時間蓄尿という研究方法の負担が考えられるため、対象者募集は研究者が研究の目的、内容等を説明したうえで知人に依頼する方法をとった。研究者の知人には、大学の教職員、会社員、主婦が含まれた。そして、本研究の毛髪中のNa濃度の幾何平均値は26719.5ppb(データは示していない)であり、特に男性においては52372.5ppbであった。20歳から60歳までの日本の男性約1500人を対象に毛髪中に含まれる微量元素濃度を報告している先行研究(Yasuda et al, 2007)ではNa濃度の幾何平均値は年齢とともに増加し50歳代では32932ppb、60歳では42527ppbと記されており、本研究の男性はやや

高い値であったことがうかがえる。この理由は、本研究の男性の対象数が7名と少ないため一概には言えないが、本研究の対象者は先行研究と異なり60歳代の者が約半数含まれているためと考えられる。また、20歳代から80歳代の女性219名の主要ミネラルを24時間尿を用いて測定した先行研究(君羅ら, 2004)によると、24時間蓄尿中のNa排泄量の中央値は3.7g/24hr(第1四分位数2.9g/24h、第3四分位数4.8g/24h)であり、本研究の女性の24時間蓄尿中のNa排泄量の中央値3.7g/24hr(第1四分位数2.9g/24hr、第3四分位数4.1g/24hr(データは示していない))と同水準であった。食物摂取頻度調査におけるNa推定摂取量については、本研究と同様に吉村らが作成したFFQg法を用いて若年者41名(男性7名、女性34名)、高齢者61名(男性8名、女性53名)を調査しエクセル栄養君を使用して栄養摂取量等を算出した先行研究(河辺ら, 2006)と比べたところ、本研究での女性の体重あたりのNa摂取量と先行研究での体重あたりのNa推定摂取量は同水準であった。これらの先行研究との比較から、本研究で得られたNa推定摂取量はそれほど逸脱した値ではなかったと考えられる。

本研究の結果、毛髪中Na量は、年齢と有意な関連を示さなかった。35歳以上の男女437名を対象に年齢別の毛髪中のNaの平均値の推移を示した梅林らの研究(梅林ら, 1989)によると、男女とも年齢とともに毛髪中のNaは増加することが報告されている。本研究で関連がみられなかったのは対象数が少ないことが理由と考えられる。

毛髪中Na量はNa摂取量のバイオマーカーになるか否かを検討するために、毛髪中Na量を従属変数、Na摂取の多い食品群の推定摂取量を独立変数とした重回帰分析(ステップワイズ法)を行った結果、食品群の推定摂取量は予測変数として選択されなかった。本研究では食品や栄養素の摂取量を調べるためのもっとも正確な調査法とされる秤量法による食事記録調査を用いていないため食品群の摂取量の推定がより劣ったことと、対象者数が少なく十分な統計検出力を得ていないことが理由と考えられる。また、毛髪中Na量は24時間尿中Na排泄量およびNa推定摂取量のバイオマーカーになるか否かを検討するために、24時間尿中Na排泄量およびNa推定摂取量を従属変数とし性別、年齢、BMIのみを交絡要因とした重回帰分析を行った結果、各従属変数と独立変数との間に重回帰式は得られなかった。また、性別、年齢、BMIとNa摂取の多い食品群を交絡要因

とした重回帰分析を行った結果、24時間尿中Na排泄量と独立変数との間に重回帰式が得られ、毛髪中Na量は24時間尿中Na排泄量の推定に有用である可能性が考えられた。投入した推定摂取量のうち麺類、魚介類、肉類の推定摂取量は24時間尿中Na排泄量と関連がみられた。これらのことから、毛髪中のNa量だけを尿中Na排泄量のバイオマーカーとして使用することはできず、Na摂取の多い食品群で調整する必要があることが示唆された。我々は簡便性から、将来的に毛髪中のNa量を日常的なNa摂取量の評価に使いたいと考え検討したが、本研究結果から毛髪のみでの評価は困難であり、FFQによる推定摂取量が必要であると考えられた。平成24年国民健康・栄養調査（厚生労働省、2014）によると、これら食品群のナトリウム摂取量は調味料香辛料類の摂取量の次に多い量であり、結果は妥当であると考えられた。しかし影響が大きいと考えられる調味料香辛料類の推定摂取量は24時間尿中Na排泄量と関連がみられなかった。また、肉類の推定摂取量は24時間尿中Na排泄量と関連がみられたものの負の標準化偏回帰係数を示した。肉類もナトリウム摂取量の多い食品群であるため、本結果の妥当性について疑問が残る。今後は秤量法による食事記録調査を用いて摂取量の推定の精度を上げて取り組みたいと考える。

本研究での毛髪は頭皮に近いところより3cm内のものであるため、伸びる速度が0.4mm/日であること（荻谷ら、2008）を考慮すると、過去3ヶ月間のNa摂取量を反映していると思われる。また、24時間蓄尿のNa排泄量は採取日までの数日間程度のNa摂取量が反映され（柴田ら、2009）、食物摂取頻度調査によるNa推定摂取量は過去1ヶ月間が反映されていると考えられるが、毛髪中Na量はこれらと同様にNa摂取量の指標として適用できる可能性が考えられた。

一方で、毛染めの染色原理は、毛髪内部に浸透した酸化染料が酸化剤により重合して発色し毛髪内部に定着するものであり、パーマ剤も毛髪内の結合に関する化学反応を利用したものであること（井上ら、2008）から、これにより本研究で収集した毛髪も損傷がないとは言えない。また、毛髪中のNaとKは水や酸で溶出すること（丸茂、1983）が知られており、毛髪中の濃度を生体モニタリングとして使用できるのかという疑問は残る。しかし、これまでの毛髪中のNaに関する報告では、1日おきに頭部各所から平均し

て毛髪を採取しNaを分析した結果で経時的変化は認められずほぼ一定した結果が示されており（狐塚ら、1971）、近年、Naを含む毛髪に含まれるミネラル濃度とがんのリスクとの関連や肥満との関連が報告されるなど数多くの研究に用いられ始めている（Yasuda et al, 2006 ; Yasuda et al, 2009）。毛髪中のミネラル測定は、整髪料による誤差のほか、コスト面、結果が届くまでの日数等まだまだ課題が残されており、すぐに栄養士や看護師による減塩指導で使用することは難しい。

本研究は、対象数が25名と少なく一般化には至らない。また、本研究の対象者募集は3日分の24時間蓄尿という研究方法の負担を考え、研究者の知人に依頼するという方法をとったため、対象数が少ない。さらに、調査負担が担えるだけの身体的、時間的余裕のある者の集まりであるという選択バイアスがあることも考えられる。そのため、今後は対象数の増加、対象者の募集方法、秤量法による食事記録調査を用いることについて吟味し、減塩指導の際の食塩摂取量の評価をより療養者に侵襲なく簡便に行えるように、毛髪中のNa量についてさらに検討していきたい。

V. 結論

本研究は、簡便に採取できる毛髪中のNa量が24時間蓄尿中のNa排泄量や食物摂取頻度調査で算出されたNa推定摂取量の指標になり得るか検討した。

性別、年齢、BMIと麺類、緑黄色野菜、魚介類、肉類、Naの推定摂取量を交絡要因とした場合の毛髪中Na量により24時間尿中Na排泄量を推定する重回帰分析の結果、24時間尿中Na排泄量と独立変数との間に重回帰式が得られた。毛髪中Na量はゴールドスタンダードとした24時間尿中Na排泄量の推定に有用な可能性をもつことが示唆された。

謝辞

本研究は、平成22年度椋山女学園大学学園研究費助成金B（「高血圧予防へ向けて、栄養およびストレス状態の簡便かつ客観的な評価方法の検討」主任研究者：星野純子）の助成を受けて実施した。

調査にご協力いただいた方に深く感謝申し上げます。

利益相反

利益相反に相当する事項はない。

文献

- 井上潔, 尾関宏之. (2008). パーマネント・ウェーブ用剤の機能と特徴 ヘアカラーリング製品の分類と特徴. 板見智 (編), メディカルヘアケア QOLを高めるために (pp.40-52). 株式会社南江堂.
- 苅谷直之, 伊藤雅章. (2008). ヘアカケアを考えるための毛髪的基础知識. 板見智 (編), メディカルヘアケア QOLを高めるために (pp.3-4). 株式会社南江堂.
- 河辺聡子, 住田佳代, 松枝秀二ほか. (2006). ミネラルの尿中排泄量と食物摂取頻度調査成績との関係. 川崎医療福祉学会誌, 16(2), 291-297.
- Kawano, Y., Tsuchihashi, T., Matsuura, H., et al. (2007). Working Group for Dietary Salt Reduction of the Japanese Society of Hypertension. 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., 30, 887-893.
- 川崎晃一, 上園慶子, 伊藤和枝ほか. (1988). 尿中クレアチニン排泄量予測値と起床後2回目のスポット尿を用いた24時間尿中ナトリウムならびにカリウム排泄量の推定法. 健康科学, 10, 115-120.
- 君羅満, 工藤陽子, 高地リベカほか. (2004). 主要ミネラルの1日摂取量と24時間尿中排泄量との関連. 日本衛生学雑誌, 59, 23-30.
- 狐塚寛, 丹羽瀬賢, 磯野秀雄ほか. (1971). 毛髪放射化分析(第4報)毛髪中微量元素の経時変動. 衛生化学, 17(4), 280-283.
- 厚生科学審議会地域保健健康増進栄養部会 次期国民健康づくり運動プラン策定専門委員会. (2012). 健康日本21(第2次)の推進に関する参考資料. 2015-8-11. http://www.mhlw.go.jp/bunya/kenkou/dl/kenkounippon21_02.pdf
- 厚生労働省. (2001). 第5次循環器疾患基礎調査 III 血圧. 2015-8-11. <http://www.mhlw.go.jp/toukei/kouhyo/data-kou18/data12/junkan-h12-3.pdf>
- 厚生労働省. (2009). 平成20年国民健康・栄養調査 身体状況調査の結果. 2015-8-11. <http://www.mhlw.go.jp/bunya/kenkou/eiyoudl/h20-houkoku-03.pdf>
- 厚生労働省. (2014). 平成24年国民健康・栄養調査 栄養素等摂取状況調査の結果. 2015-8-11. <http://www.mhlw.go.jp/bunya/kenkou/eiyoudl/h24-houkoku-04.pdf>
- 牧野秀夫. (1987). 検査および予防医学領域における毛髪ミネラル分析の意義. 臨床病理, 35(4), 378-382.
- 丸茂義輝. (1983). 毛髪中の微量元素に関する研究(第2報)金属元素の毛髪への吸着および毛髪からの溶出. 衛生化学, 29(4), 192-198.
- 日本高血圧学会高血圧治療ガイドライン作成委員会. (2009). 高血圧治療ガイドライン2009 (pp.1-7). ライフサイエンス出版.
- 大山恭夫. (2012). 肥満者の尿中食塩排出量(USE)とSalt Indexに関する検討. 日本臨床内科医会誌, 26(5), 627-632.
- 柴田克己, 吉田宗弘. (2009). 新しい生体指標を用いた栄養評価 - 尿中ミネラル活用法 -, 平成20年度厚生労働科学研究費補助金 日本人の食事摂取基準を改定するためのエビデンスの構築に関する研究 - 微量栄養素と多量栄養素摂取量のバランスの解明 -. 2015-8-11. <http://www.shc.usp.ac.jp/shibata/H20-II-06.pdf>
- 高橋啓子, 吉村幸雄, 開元多恵ほか. (2001). 栄養素および食品群別摂取量推定のための食品群をベースとした食物摂取頻度調査票の作成および妥当性. 栄養学雑誌, 59(5), 221-232.
- 高山裕子, 原田誠三郎, 村山力則ほか. (2008). 秋田県における成人の食塩摂取に関する検討(第2報)減塩指導に関するアンケート調査結果から. 秋田県健康環境センター年報, 4, 43-47.
- Tanaka, T., Okamura, T., Miura, K., et al. (2002). A simple method to estimate populational 24-h urinary sodium and potassium excretion using a casual urine specimen. J. Hum. Hypertens., 16, 97-103.
- 梅林和代, 吉田康久, 河野公一ほか. (1989). 一農山村住民における毛髪中元素の分布 - 血液・尿の生化学的検査値および血圧との関係 -. 微量金属代謝, 17, 17-23.
- Wakai, K. (2009). A review of food frequency questionnaires developed and validated in Japan. Journal of epidemiology, 19(1), 1-11.
- Yasuda, H., YoNashiro, T., Yoshida, K., et al. (2006). Relationship between body mass index and minerals in male Japanese adults. Biomed Res Trace Elements, 17 (3), 316-321.
- Yasuda, H., Yoshida, K., Segawa, M., et al. (2009). Metallomics study using hair mineral analysis and multiple logistic regression analysis: relationship between cancer and minerals. Environ Health Prev Med, 14, 261-266.
- Yasuda, H., Yoshida, K., Tagai, H., et al. (2007). Association of

aging with minerals in male Japanese adults. *Anti-Aging Medicine*, 4(1), 38-42.

横山恵美, 能登実枝子, 銭亀初江ほか. (2002). 高血圧合併2型糖尿病患者への簡便な減塩指導の試み. *糖尿病*, 45(12), 905-910.

米井嘉一. (2004). 抗加齢医学入門 (pp.61-62). 慶応義塾大学出版会株式会社.

(受稿日 平成27年8月31日)

(採用日 平成28年2月3日)