

塩味閾値および塩味への嗜好に対する唾液成分の影響

吉垣 純子, 横山 愛, 浜野 亜紀子

日本大学松戸歯学部生理学講座

概要

食塩の過剰摂取は高血圧や腎臓病につながるため、塩分の適切な摂取量が定められている。日本人の食塩摂取量は年々減少傾向にあるとはいえ、現在でも WHO の推奨値を大幅に超過している。日本の高血圧患者は 4000 万人以上と言われており、そのリスクファクターである塩分摂取量をコントロールすることが、日本人の健康管理、医療費削減において重要であると考えられる。一方で塩分摂取は生命維持に重要な役割を果たしている。ナトリウムは細胞外液の浸透圧調節における重要な因子であり、適切な量の塩分を摂取することが必要である。塩分摂取量は、塩味とわかる最低濃度としての認知閾値と、食物として美味しく感じる食塩濃度(塩味嗜好濃度)の両方に影響されることが予想されるが、ともに個人差が大きく、その決定要因は明らかではない。

唾液成分と味覚には関連があることが報告されており、唾液のイオン組成が塩味嗜好に対する原因の1つであることが予想される。塩味嗜好濃度および日常的な塩味に対する嗜好度を測定し、これらがどのように決定されているかを明らかにすることができれば、塩分摂取量のコントロール法につながると予想される。そこで本研究では、成人の塩味閾値、塩味嗜好濃度、安静時唾液および刺激時唾液中のイオン濃度を測定し、その関連性を解析した。更に、被験者の塩味に対する日常的な嗜好度と摂取頻度のアンケートを実施し、唾液中のイオン濃度の影響について検討を行った。

塩味閾値の測定の結果から中間値を求め、それ以下の被験者を低閾値グループ、それよりも高い被験者を高閾値グループとした。低閾値グループの安静時唾液中のナトリウムイオン濃度は高閾値グループよりも低く、逆にカリウムイオン濃度は高閾値グループと比較して高かった。したがって、安静時唾液中のイオン濃度が塩味閾値に影響を与えることが明らかになった。アンケートより、塩味の強い食品群に対する嗜好度と摂取頻度の平均を求め、各被験者の塩味嗜好度と塩味摂取頻度とした。各データ間の相関係数を求め、関連を解析した。その結果、安静時唾液中のナトリウムイオン濃度と塩味嗜好濃度、また、安静時唾液中のナトリウムイオン濃度と塩味嗜好度の間に正の相関が観察された。このことから、塩味に対する嗜好が安静時唾液中ナトリウムイオン濃度を上昇させ、唾液中ナトリウムイオン濃度の上昇がより高い塩濃度を求める可能性が示された。

1. 研究目的

食塩の過剰摂取は高血圧や腎臓病につながるため、塩分の適切な摂取量が定められている。日本人の食事摂取基準 2020 年版では、食塩摂取の目標量は男性で 7.5 g 未満、女性で 6.5 g 未満とされたが、世界基準では 5 g 未満が望ましいとされている。しかし、日本人の食塩摂取量は年々減少傾向にあるとはいえ、現在でも男性で

約 11 g、女性で 9 g と、その数値を大幅に超過している。日本の高血圧患者は 4000 万人以上と言われており、そのリスクファクターである塩分摂取量をコントロールすることが、日本人の健康管理、医療費削減において重要であると考えられる。

一方、塩分摂取は生命維持に重要な役割を果たしている。ナトリウムは細胞外液に最も多い陽イオンであり、その浸

透圧調節における重要な因子であり、ナトリウムイオンの動態が体内の水の動態をコントロールする。発汗によって失われた体液を水分だけで補給しようとすると、血漿浸透圧が低下する低張脱水が起こることがあるため、適切な量の塩分を摂取することが必要である。脱水時には塩分とブドウ糖を含んだ溶液を摂取することが推奨されている¹⁾。胃腸からのブドウ糖やアミノ酸の吸収に Na^+ 依存性輸送体に関わっており、効率の良い吸収のためには Na^+ の同時摂取が必要であるとされている。

塩分摂取量は、塩味とわかる最低濃度としての認知閾値と、食物として美味しく感じる食塩濃度(塩味嗜好濃度)の両方に影響されることが予想されるが、ともに個人差が大きく、その決定要因は明らかではない。唾液成分と味覚には関連があることが報告されており、唾液のイオン組成が塩味嗜好に対する原因の1つであることが予想される。塩味閾値は、唾液中のナトリウムイオン濃度に依存すると言われており、理論的に唾液ナトリウムイオン濃度を下回ることにはない。唾液中のカリウムイオンは味細胞の脱分極に関与するという報告もあり、味覚閾値に影響することが予測される²⁾。安静時唾液中のナトリウムイオン濃度は加齢により上昇するという報告³⁾があり、これが加齢による塩味閾値の上昇の一因となっている可能性がある。しかし、一方で、耳下腺唾液の Na^+ 濃度は刺激時には高齢者と比較して若年者の方が高いとの報告⁴⁾もあり、加齢と唾液中イオン濃度については、明確な結論は得られていない。また、体内の塩分を失えばより高い濃度で美味しく感じることは知られており、体液組成と味覚が関連していると考えられているが、唾液のイオン組成は体液組成に影響されるため、これが塩味に対する日常的な嗜好や塩味嗜好濃度を変化させている可能性がある。安静時唾液のイオン組成と塩味閾値についての報告は散見される⁵⁾が、塩味嗜好濃度に対する唾液の影響についての研究はない。塩味嗜好濃度および日常的な塩味に対する嗜好度^{6,7)}を測定し、これらがどのように決定されているかを明らかにすることができれば、塩分摂取量のコントロール法につながると予想される。

そこで本研究では、成人の塩味閾値、塩味嗜好濃度、安静時唾液および刺激時唾液中のイオン濃度を測定し、その関連性を解析した。更に、被験者の塩味に対する日

常的な嗜好度と摂取頻度のアンケートを実施し、唾液中のイオン濃度の影響について検討を行った。

2. 研究方法

味覚検査には濾紙ディスク法、電気味覚検査などいくつかの方法があり、神経支配領域ごとの感覚閾値を測定できる利点はある一方で、時間と手間がかかり、被験者に負担を強いることになる。そこで、より簡便で被験者の負担が少ない方法として、ソルセイブ法を選択した。ソルセイブ法による測定結果は、全口腔法による測定と相関があることが示されており⁸⁾、急性心不全患者における塩味閾値変化の測定にも使用されている⁹⁾。被験者の選定方法や実験方法を検討した上で松戸歯学部倫理審査委員会に研究計画を申請し、承認を得て実験を行った(EC21-007A)。研究内容の説明を行い同意が得られた者を被験者とし、唾液採取の前1時間以内には食事および喫煙をしないように依頼した。実験当日は、安静時唾液の採取、味覚検査(塩味閾値および塩味嗜好濃度の測定)、アンケートへの回答、刺激時唾液の採取、口腔内健康状態の記録の順番に行った。

2.1 安静時唾液の採取

一度、口腔内の唾液を嚥下してもらい、唾液採取用スワブ(Salimetrics社)を舌下にはさむ。1分後にスワブを回収し、Swab Storage Tube(Salimetrics社)に入れて、フリーザー(-20°C)に保存した。

2.2 塩味閾値の測定(ソルセイブ法)

食塩含浸濾紙ソルセイブ®(Advantec社)を用いて、塩味閾値及び塩味嗜好濃度を測定した。Advantec社から販売されていない食塩濃度については、0 mg/cm²の濾紙に対して、それぞれの濃度で調製した滅菌食塩水を100 µlずつ染みこませ、乾燥させることで作製した。一度、水でうがいをし、口腔内を湿らせてもらった後、食塩含浸量0 mg/cm²の濾紙を舌に乗せて、5秒後に取り出した。再度、水でうがいをし、食塩含浸量0.1~2.4 mg/cm²の濾紙を低濃度から順番に舌に載せ、そのたび毎に塩味閾値スケール(Fig. 1)を見せて、該当する箇所を指してもらい、記録した。塩味閾値スケールの4「美味しい」を指すまで食塩濃度を上げていった。

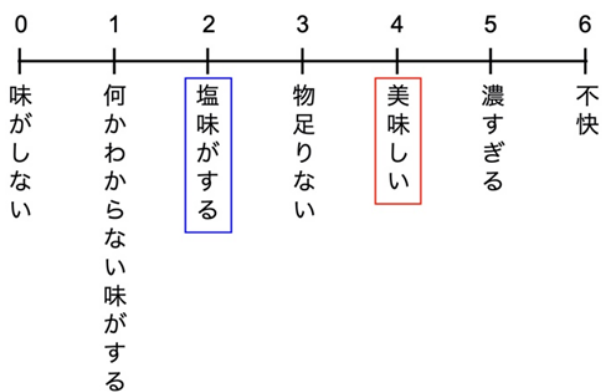


Fig. 1 塩味閾値スケール

ソルセイブを用いて塩味刺激を与えた後、被験者に相当する箇所を指し示してもらった。「2 塩味がする」を指し示した場合に塩味閾値、「4 美味しい」を指し示した場合に塩味嗜好濃度として記録した。

2.3 アンケート

「塩味の好みに関するアンケート」を行った。塩味の強い食品として、ポテトチップス、おせんべい、たらこ、塩鮭、漬物、味噌汁の6種の食品に対して、嗜好度について「とても好き」から「とても嫌い」までの5段階、また摂取頻度について「毎日」から「全く」までの5段階で回答を得た。

2.4 刺激時唾液の採取

無味無臭の唾液検査ガム(シーブ歯科工業株式会社)を1分間咀嚼してもらい、ガムの飲み込みが窒息につながる可能性を考慮して咀嚼の間は側で見守った。ガムを吐き出した後に、スワブを舌下にはさんで2分後にスワブを回収し、Swab Storage Tube (Salimetrics 社)に入れて、フリーザー(-20°C)に保存した。

2.5 口腔内状態の記録

口腔内健康状態チェックシート^{10,11)}に従い、口腔内の状態を記録した。歯数・処置歯数・未処置歯数などの歯牙の状態、プラーク・舌苔・食物残渣・口臭などの口腔衛生状態、口腔乾燥および粘膜の異常、歯肉の出血や歯周ポケット深さなどの歯周組織の状態について、記録した。

2.6 唾液中イオン濃度の測定

採取した唾液を含んだスワブを入れた Swab Storage Tube を遠心した(1000 rpm, 1 min)。チューブの下に回収された唾液の量を記録した。LAQUAtwin ナトリウムイオンメーターおよびカリウムイオンメーター(ホリバ)を使用して、

安静時唾液および刺激時唾液中の Na^+ および K^+ 濃度を測定した。

2.7 統計解析

塩味閾値、塩味嗜好濃度、塩味嗜好度、塩味摂取頻度の数値と唾液中イオン濃度の関係を解析した。統計解析ソフト GraphPad Prism 10 を使用し、各データ間の相関係数を求め、無相関検定を行った。2群間の比較については Mann-Whitney 検定を行った。また、数値は特に言及しない限り、平均値±標準偏差で示した。口腔内健康状態はデータに影響する可能性があるため、被験者に大きな異常がないことを確認するために使用した。

3. 研究結果

3.1 被験者

研究に対して同意の得られた男性9名・女性41名、合計50名の測定を行った。被験者の年齢は20~90才(平均 46.4 ± 15 歳)であった。被験者全体の平均データを Table 1 に示す。

3.2 塩味嗜好度と塩味摂取頻度

「塩味の好みに関するアンケート」の結果から、被験者の塩味嗜好度および塩味摂取頻度を数値化した。ポテトチップス、おせんべい、たらこ、塩鮭、漬物、味噌汁の6種の食品に対する嗜好度1(とても嫌い)~5(とても好き)を答えてもらい、その平均を各被験者の塩味嗜好度とした。全被験者の中間値は3.5であった。一方、6種の食品の摂取頻度として、1(全く)~5(毎日)摂取するかを尋ね、その平均値を各被験者の塩味摂取頻度とした。全被験者の中間値は3.08であった。

3.3 塩味閾値および塩味嗜好濃度

食塩含浸濾紙ソルセイブ検査キットおよび塩味閾値スケールを用いて、「2 塩味がする」を塩味閾値、「4 美味しい」を塩味嗜好濃度として記録した。「3 物足りない」の次の濃度で「5 濃すぎる」になった場合は、その中間の値を塩味嗜好濃度とした。塩味を感じないと答えた被験者および濃度を上げた際にスケールの逆転がみられた被験者は解析から除いた。塩味閾値、塩味嗜好濃度の中間値はそれぞれ 0.4 および 0.8 mg/cm^2 であった。

3.4 唾液中イオン濃度

スワブから唾液を回収し、0.25 mL を用いて LAQUAtwin ナトリウムイオンメーターおよびカリウ

ムイオンメーターを使用して、Na⁺およびK⁺濃度を測定した。回収した唾液量が不足する場合には、超純水で希釈してから測定し希釈倍率をかけて濃度を求めた。安静時唾液のNa⁺濃度の平均は90.2 ± 66.2 ppm, K⁺濃度の平均は662.9 ± 169.7 ppm, また刺激時唾液のNa⁺濃度の平均は255.5 ± 170 ppm, K⁺濃度の平均は659.3 ± 125 ppmであった。唾液中イオン濃度は安静時, 刺激時を問わず個人差が大きかった。

3. 5 唾液中イオン濃度と塩味の関連

3. 5. 1 塩味閾値と安静時唾液中のNa⁺濃度

塩味閾値と安静時唾液中のNa⁺の関係を調べた。塩味閾値の中間値である0.4 mg/cm²以下の被験者(低閾値)と0.4 mg/cm²よりも高い閾値を示した被験者(高閾値)の2グループに分けて安静時唾液中のNa⁺濃度を比較した。低閾値グループおよび高閾値グループの安静時唾液中Na⁺濃度の平均値と標準偏差はそれぞれ62.5 ± 23.5 ppm および86.0 ± 26.0 ppmであり, Mann-Whitney 検定を行ったところ, 2グループ間に有意差がみられた(Fig. 2)。

3. 5. 2 塩味閾値と安静時唾液中のK⁺濃度の関連

塩味閾値と安静時唾液中のK⁺濃度の関係を調べた。塩味低閾値グループと高閾値グループに分けて, 安静時唾液中K⁺濃度を比較した。低閾値および高閾値グループのK⁺濃度の平均値および標準偏差はそれぞれ715 ± 135 ppm および580 ± 140 ppmであり, 低閾値グループの方が高くなった。Mann-Whitney 検定を行ったところ, 2グループ間に有意差がみられた(Fig. 3)。

Table 1. 被験者の平均データ

年齢	46.4 ± 15.7	歳
性別	男性	18%
	女性	82%
塩味嗜好度	3.53 ± 0.47	
塩味摂取頻度	3.01 ± 0.47	
塩味閾値	0.52 ± 0.33	mg/cm ²
塩味嗜好濃度	1.16 ± 0.73	mg/cm ²
Na ⁺ 濃度		
安静時唾液	90.2 ± 66.2	ppm
刺激時唾液	255.5 ± 170.0	ppm
K ⁺ 濃度		
安静時唾液	669.2 ± 169.7	ppm
刺激時唾液	659.3 ± 125.0	ppm

平均 ± 標準偏差

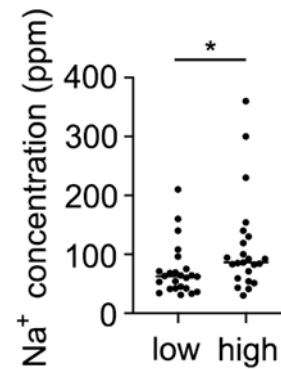


Fig. 2 低閾値グループと高閾値グループの安静時唾液中Na⁺濃度の比較

Mann-Whitney 検定により両グループの間に有意差がみられた (P < 0.05)

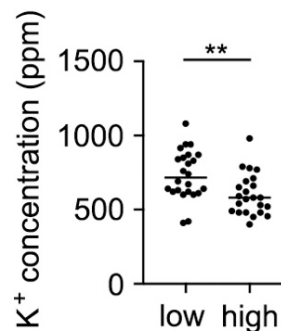


Fig. 3 低閾値グループと高閾値グループの安静時唾液中K⁺濃度の比較

Mann-Whitney 検定により両グループの間に有意差がみられた (P < 0.01)

3. 5. 3 安静時唾液Na⁺濃度と塩味嗜好濃度の関連

安静時Na⁺濃度と塩味嗜好濃度の関係を調べるために, 被験者ごとにプロットしピアソン相関係数を求めた(Fig. 4)。2つの数値の間に弱い正の相関が観察された(R = 0.39)。無相関検定の結果はP < 0.05となり, 相関があることが推察された。

3. 5. 4 安静時唾液Na⁺濃度と塩味嗜好度の関連

安静時Na⁺濃度と塩味嗜好度の関係を調べるために, 被験者ごとにプロットしピアソン相関係数を求めた(Fig. 5)。2つの数値の間に弱い正の相関が観察された(R = 0.41)。無相関検定の結果はP < 0.01となり, 相関があることが推察された。

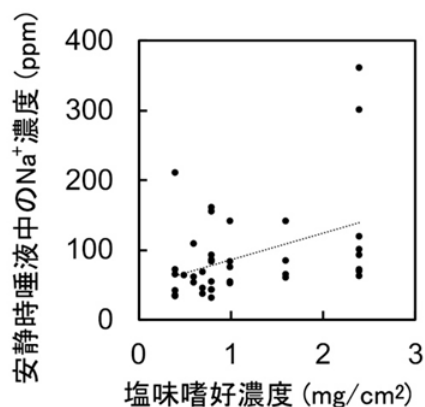


Fig. 4 安静時唾液中の Na⁺濃度と塩味嗜好濃度の相関

各被験者の安静時唾液中 Na⁺濃度と塩味嗜好濃度をプロットした。データ間に弱い負の相関が検出された ($R = 0.39$, $P < 0.05$)。

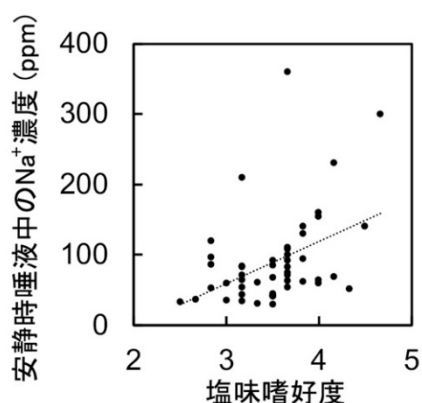


Fig. 5 安静時唾液中の Na⁺濃度と塩味嗜好度の相関

各被験者の安静時唾液中 Na⁺濃度と塩味嗜好度をプロットした。データ間に弱い負の相関が検出された ($R = 0.41$, $P < 0.01$)。

3. 5. 5 刺激時唾液イオン濃度と年齢の関連

安静時唾液と刺激時唾液中のイオン濃度と年齢の相関係数を求めた。安静時唾液中のイオン濃度と年齢の間には関連はみられなかったが、刺激時唾液中の Na⁺濃度と年齢、K⁺濃度と年齢の間にはそれぞれ弱い正の相関がみられた ($R = 0.37$, $R = 0.33$)。無相関検定の結果はそれぞれ $P < 0.01$ および $P < 0.05$ となり、相関があることが推察された。

4. 考察

今回の研究で、塩味閾値の平均値は $0.52 \pm 0.33 \text{ mg/cm}^2$ であった。ソルセイブの含塩部濾紙に唾液が $100 \mu\text{l}$ 染みこむと仮定すると、舌上では 0.52% 程度の食塩濃度になることが予想される。これまで濾紙ディスク法¹²⁾や二肢強制選択法¹³⁾を用いて測定された塩味閾値は 0.6% および 10.65 mM と報告されており、今回測定された閾値と大きくは変わらないと考えられる。また、ほとんどの被験者では、ソルセイブの食塩濃度を上げるについて、塩味を強く感じる様な傾向が見られた。したがって、ソルセイブ法が塩味閾値の測定に有用であることが示された。

塩味に対して低閾値と高閾値の被験者では安静時唾液中の Na⁺濃度に差がみられたことから、これまで考えられてきたように安静時唾液の Na⁺濃度は塩味閾値決定の 1 因子であると考えられる。一方、安静時唾液の K⁺濃度は低閾値グループの方が高く、唾液中 K⁺が塩味に対する感度を上昇させていることが示唆された。細胞外 K⁺濃度は味細胞の膜電位に影響することによって、味覚受容に影響している可能性がある。

低閾値グループと高閾値グループの刺激時唾液中の Na⁺および K⁺濃度の間には有意差は認められなかった。刺激時唾液中のイオン濃度と年齢の間には正の相関がみられ、年齢と共に唾液の浸透圧が上昇することが示された。Na⁺濃度の上昇については加齢により Na⁺の再吸収効率が低下したのではないかと考えられる。K⁺濃度の上昇は水分泌率が低下することによる濃度上昇ではないかと予測している。一方、刺激時唾液中のイオン濃度は塩味閾値や塩味嗜好濃度との関連がみられなかった。刺激時唾液は摂食中、または直後に分泌される唾液である。通常、刺激時唾液が分泌される際には、すでに食物中の強い味覚刺激を受けているため、安静時唾液と比較して塩味閾値への影響は少ないことが予想される。

さらに、安静時唾液 Na⁺濃度が塩味嗜好濃度および塩味嗜好度と相関することが明らかになった。しかし、塩味嗜好濃度と塩味嗜好度の間には明確な相関がみられなかった。塩味嗜好度が高いと塩分の摂取量が多くなることが予想される。塩分摂取を抑えると唾液中 Na⁺濃度が低くなると報告されている¹⁴⁾。したがって、塩分摂取量が増加した結果、安静時唾液中の Na⁺濃度が高くなり、唾液中

Na⁺濃度の上昇が塩味嗜好濃度を上昇させるという悪循環がある可能性が考えられる。

5. 今後の課題

今回の解析では女性比率が高いため、性別によるバイアスがある可能性がある。今後は男性被験者を増やし、男女差についても検討していく予定である。ソルセイブ法は濾紙ディスク法や全口腔法と比較しても、簡便な味覚測定方法である。液体を使用しないことから取扱いが容易なため、臨床現場でも活用しやすい測定方法と考えられ、今後の研究だけでなく、患者への指導にも活用できる方法であると考えている。

本研究では、安静時唾液中のイオン濃度が塩味閾値に影響を与えることが示唆された。一方で、刺激時唾液中のイオン濃度は、測定された塩味閾値や塩味嗜好濃度、アンケート結果から得られた塩味嗜好度と関連を見出すことは出来なかった。刺激時唾液は味覚や咀嚼などから生じる口腔感覚などの摂食刺激によって分泌する唾液である。したがって、すでに味覚刺激を受けた後に分泌する唾液であり、そのことが味覚閾値に対する影響が少ない原因かもしれない。したがって、今後味覚に対する唾液の影響を解析するには、刺激時唾液よりも安静時唾液を採取し解析することが有用であると予想される。

また、塩味嗜好度の高い被験者は安静時唾液中のNa⁺濃度が高いことが明らかになった。塩分摂取量が唾液中のNa⁺濃度に影響を与えることは既に報告されているが、

唾液中のK⁺濃度が低い方が塩味閾値が低いことが明らかになった。現在、塩化ナトリウムの一部を塩化カリウムに置き換えた代替塩が開発されている。25%を塩化カリウムに置き換えた代替塩を摂取させた臨床試験では、通常の食塩を摂取した群と比較して代替塩を摂取した群では脳卒中や心血管系イベントや心血管系を原因とした死亡が有意に低い¹⁵⁾という結果が得られており、食塩の摂取量を抑える方法として有用であることが示された。塩化カリウム自体に塩味があることから開発されたものであるが、本研究から、カリウムイオンには塩味閾値自体を低下させる効果があることが示された。これは代替塩の効果を科学的に証明する物と考えている。

唾液中には多くの唾液タンパク質が存在し、渋み成分であるタンニンと結合するプロリンリッチタンパク質¹⁶⁾やヒスタチン¹⁷⁾、また、Ca²⁺結合タンパク質であるスタチリン¹⁸⁾

など含まれている。これらのタンパク質が食品中の物質と結合することによって、味覚を変化させる事が予想される。齧歯類にタンニンを含む餌を摂取させるとプロリンリッチタンパク質の発現が増加すると報告されている^{19, 20)}。タンニン以外にも、カプサイシンを与えたラットは唾液シスタチンの発現が増加する²¹⁾など、食餌の成分や口腔感覚への刺激が唾液タンパク質の発現を変化させることが報告されており、味覚は食習慣の影響を受けやすいことが予想される。今後は食習慣と唾液タンパク質の関連を調べ、より味覚閾値を下げる、つまり味覚に対して鋭敏にする食習慣の提唱に結びつけたいと考えている。

6. 文献

1. Sawka MN, Burke LM, Eichner ER, Maughan RJ, Montain SJ, Stachenfeld NS: American college of sports medicine position stand. Exercise and fluid replacement. *Med Sci Sports Exerc*, 39: 377-390, 2007.
2. Spielman AI, Mody I, Brand JG, Whitney G, MacDonald JF, Salter MW: A method for isolating and patch-clamping single mammalian taste receptor cells. *Brain Res*, 503: 326-329, 1989.
3. De Oliveira R, Navas E, Duran C, Pinto M, Gutierrez J, Eblen-Zajjur A: Aging Related Changes in Mixed Basal Saliva Concentration of Sodium, Potassium and Chloride in Healthy Non Medicated Humans. *Current Aging Science* 7: 110-114, 2014.
4. Baum BJ, Casta Jr PT, Izutsu KT: Sodium handling by aging human parotid glands is inconsistent with a two-stage secretion model. *Am J Physiol-Regu*, 246: R35-R39, 1984.
5. Matsuo R: Role of saliva in the maintenance of taste sensitivity. *Crit Rev Oral Biol Med*, 11: 216-229, 2000.
6. 岡本洋子, 田口田鶴子: 喫学生の食味嗜好傾向および味覚閾値, *日本家政学会誌*, 47: 161-181, 1996.
7. 大富あき子, 田島真理子: 現代の女子大学生の食物に対する嗜好と味覚感受性の関係について, *日本家政学会誌*, 54: 395-400, 2003.
8. Nishimoto K, Hirota R, Egawa M, Furuta S: Clinical evaluation of taste dysfunction using a Salt-impregnated taste strip. *ORL*, 58: 258-261, 1996.

9. Cohen LP, Hummel SL, Maurer MS, Lopez-Pintado S, Wessler JD: Salt taste recognition in a heart failure cohort. *J Card Fail*, 23: 538-544, 2017.
10. Chalmers JM, King PL, Spencer AJ, Wright FA, Carter KD: The oral health assessment tool-validity and reliability. *Aust dent J*, 50:191-199, 2005.
11. 松尾浩一郎, 中川量晴: 口腔アセスメントシート Oral Health Assessment Tool 日本語版 (OHAT-J) の作成と信頼性, 妥当性の検討. *障害者歯科*, 37: 1-7, 2016.
12. Okuno-Ozeki N, Kohama Y, Taguchi H, Kawate Y, Umehara M, Minamida A, Yamauchi-Sawada H, Sunahara Y, Matoba Y, Nakamura I, Nakai K, Nakata T, Kirita Y, Taniguchi T, Tamagaki K, Hirano T, Matoba S, Kusada T: Aversion to a high salt taste is disturbed in patients with CKD. *Kidney Int Rep*, 9: 1254-1264, 2024.
13. Jaim-Lara RB, Franks AT, Agarwal K, Nawal N, Couville AB, Guo J, Yang S, Brooks BE, Roy A, Taylor K, Darcy VL, LeCheminant JD, Chung S, Forde CG, Hall KD, Joseph PV: No significant salt or sweet taste preference or sensitivity differences following ad libitum consumption of ultra-processed and unprocessed diets: a randomized controlled pilot study. *Chem Senses*, 48: bjad 007, 2023.
14. Conteras, RJ: Sodium deprivation in rats: salt thresholds are related to salivary sodium concentrations. *Behav Neural Biol*, 29: 303-314, 1980.
15. Neal B, Wu Y, Feng X, Zhang R, Zhang Y, Shi J, Zhang J, Tian M, Huang L, Li Z, Yu Y, Zhao Y, Zhou B, Sun J, Liu Y, Yin X, Hao Z, Yu J, Li KC, Zhang X, Duan P, Wang F, Ma B, Shi W, Di Tanna GL, Stepien S, Shan S, Pearson SA, Li Nm Yan LL, LabartheD, Elliott P: Effect of substitution on cardiovascular events and death. *N Engl J Med*, 385: 1067-1077, 2021.
16. Yan Q, Bennick A: Identification of histatins as tannin-binding proteins in human saliva. *Biochem J*, 311: 341-347, 1995.
17. Prinz JF, Lucas PW: saliva tannin interactions. *J Oral Rehabil*, 27: 991-994, 2000.
18. Hay DI, Smith DJ, Schluckerbier SK, Moreno EC: Relationship between concentration of human salivary statherin and inhibition of calcium phosphate precipitation in stimulated parotid saliva. *J Dent Res*, 63: 857-863, 1984.
19. Mehansho H, Hagerman A, Clements S, Butler L, Rogler J, Carlson DM: Modulation of prolin-rich protein biosynthesis in rat parotid glands by sorghums with high tannin levels. *Proc Natl Acad Sci USA*, 80: 3948-3953, 1983.
20. mehansho H, Clements S, Sheares BT, Smith S, Carlson DM: Induction of prolin-rich glycoprotein synthesis in mouse salivary glands by isoproterenol and by tannins. *J Biol Chem*, 260: 4418-4423, 1985.
21. katsukawa H, Shang Y, Nakashima K, Yang KH, Sugita D, Mishima K, Nakata M, Ninomiya Y, Sugimura T: Salivary cystatins influence ingestion of capsaicin-containing diets in the rat. *Life Sci*, 71: 457-467, 2002..

Relationship between the Cation Concentrations in Saliva and the Sensitivity of Salt Taste

Junko Fujita-Yoshigaki, Megumi Yokoyama, Akiko Hamano

Nihon University School of Dentistry at Matsudo

Summary

Excessive salt intake can lead to high blood pressure and kidney disease, so an appropriate amount of salt intake has been established. Although the salt intake of Japanese people has been decreasing year by year, it still significantly exceeds the recommended value by the WHO. There are more than 40 million people in Japan who suffer from hypertension, and controlling salt intake, which is a risk factor, is considered important for managing the Japanese people's health and reducing medical costs. Salt intake is expected to be influenced by both the recognition threshold, which is the lowest concentration that can be perceived as salty, and the salt concentration that makes food taste good (salt taste preference concentration), but both have large individual differences, and the determining factors are not clear. In this study, we measured salt recognition threshold, salt taste preference concentration, and ion concentration in resting and stimulated saliva. In addition, we conducted a questionnaire survey on subjects' daily preference degree for salty taste and intake frequency.

From the results of measurement of recognition threshold, the subjects were divided into low- and high-threshold groups. The sodium ion concentration in the resting saliva of the low-threshold group was lower than that of the high-threshold group. Conversely, the potassium ion concentration was higher than that of the high-threshold group, which indicates that ions in the resting saliva influence taste recognition threshold. There were correlations between sodium concentration in the resting saliva with preference concentration and preference degree, respectively. These results suggest that a preference for salty taste increases the sodium ion concentration in the resting saliva by increase in salt intake, and that an increase in the salivary sodium ion concentration may lead to a desire for a higher salt concentration.