

**Fig. 1.** Inter-observer variability in stent volume index of beginner and expert analysts using IVUS and FD-OCT. The inter-observer variability of mean stent area was minimal for both beginner and expert analysts for both IVUS (1-A, random variability:  $0.38$  vs.  $0.05 \text{ mm}^3/\text{mm}$ ) and FD-OCT (1-B, random variability:  $0.26$  vs.  $0.08 \text{ mm}^3/\text{mm}$ ).

analysts with FD-OCT as compared to IVUS; and (3) In particular, at the patient level, the reproducibility of qualitative analyses of FD-OCT images was significantly lower for beginner analysts as compared to experts.

IVUS is widely used as a major diagnostic and assessment tool that provides detailed cross-sectional imaging of blood vessels in the cardiac catheterization laboratory. Our results suggest that the interpreter's experience when evaluating IVUS images does not appear to significantly impact the reproducibility or reliability of the results for both quantitative and qualitative evaluations. Of note, in quantitative FD-OCT analyses, the discrepancies between beginner and expert analysts were even less than with IVUS. This may be because of FD-OCT's 10-fold higher resolution, providing a clearer delineation of intravascular properties. We observe that random variability can also contribute to some observed differences ( $0.38 \text{ mm}^3/\text{mm}$  in IVUS and  $0.26 \text{ mm}^3/\text{mm}$  with FD-OCT). Though no prior studies comparing beginner and expert

quantitative analyses of IVUS and FD-OCT exist, Yamaguchi et al. [11] reported that intra-observer percent errors of lumen measurements of FD-OCT and IVUS were  $2.0 \pm 1.1\%$  and  $2.5 \pm 2.4\%$ , respectively. These reproducibility results were similar to those of both beginner and expert analysts in our study. Considering these results, the increased resolution of FD-OCT appears to decrease the variability in measurement of quantitative parameters despite varying levels of training.

Several studies have shown FD-OCT to be superior to IVUS in visualization of microscopic structures of the coronary arteries [3–5]. Kawamori et al. [12] recently found that in 18 patients undergoing percutaneous coronary intervention, ISA was more frequently observed by FD-OCT than by IVUS ( $30\%$  vs.  $5\%$ ,  $P=0.0381$ ), and edge dissection was not detected at all by IVUS, but was detected in  $10\%$  by FD-OCT. Although prior studies do not compare beginner and expert qualitative analyses of IVUS and FD-OCT, our study suggests that both beginner and expert analysts

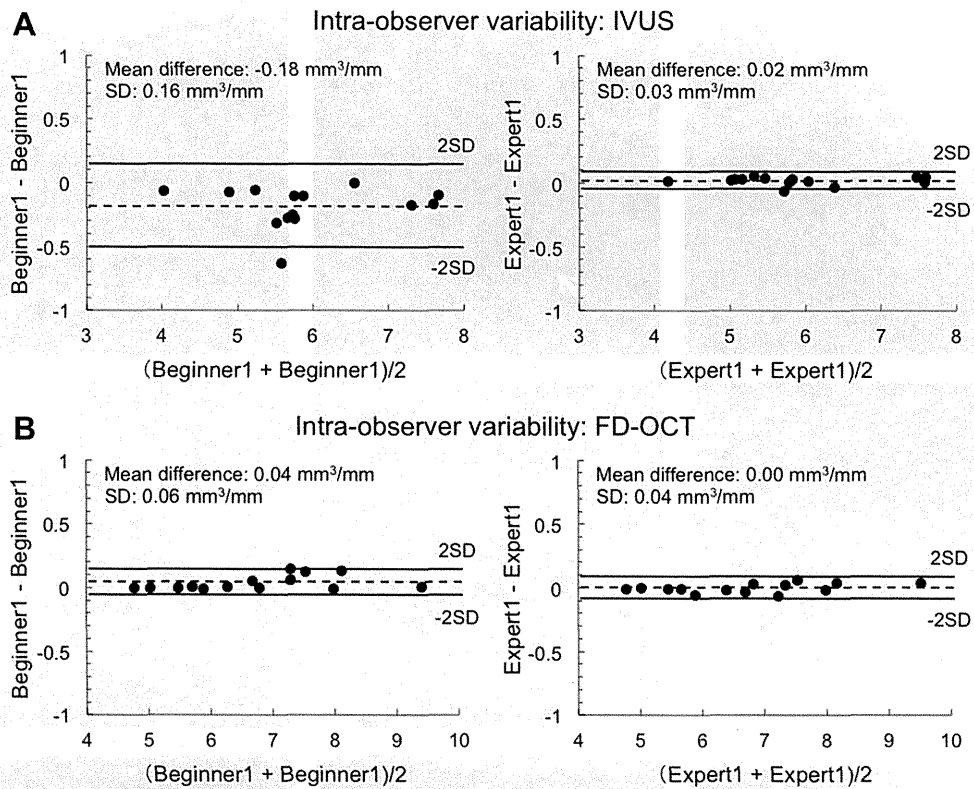


Fig. 2. Intra-observer variability in stent volume index of beginner and expert analysts using IVUS and FD-OCT. The intra-observer variability of stent VI was minimal for both beginner and expert analysts regardless of imaging technology (random variability: 0.16 and 0.03 mm<sup>3</sup>/mm for IVUS: 2-A, 0.06 and 0.04 mm<sup>3</sup>/mm for FD-OCT: 2-B).

TABLE II. Qualitative Comparison in Patient Level Analysis

	Inter-observer agreement		P	Intra-observer agreement		P
	Beginner (%)	Expert (%)		Beginner (%)	Expert (%)	
IVUS						
ISA	9/14 (64)	11/14 (79)	0.678	9/14 (64)	14/14 (100)	0.041
Edge dissection	11/14 (79)	12/14 (86)	>0.999	12/14 (86)	14/14 (100)	0.482
FD-OCT						
ISA	5/14 (36)	10/14 (71)	0.058	7/14 (50)	13/14 (93)	0.033
Edge dissection	7/14 (50)	13/14 (93)	0.033	13/14 (93)	14/14 (100)	>0.999
Intra-stent dissection	0/14 (0)	5/14 (36)	0.041	2/14 (14)	13/14 (93)	<0.0001

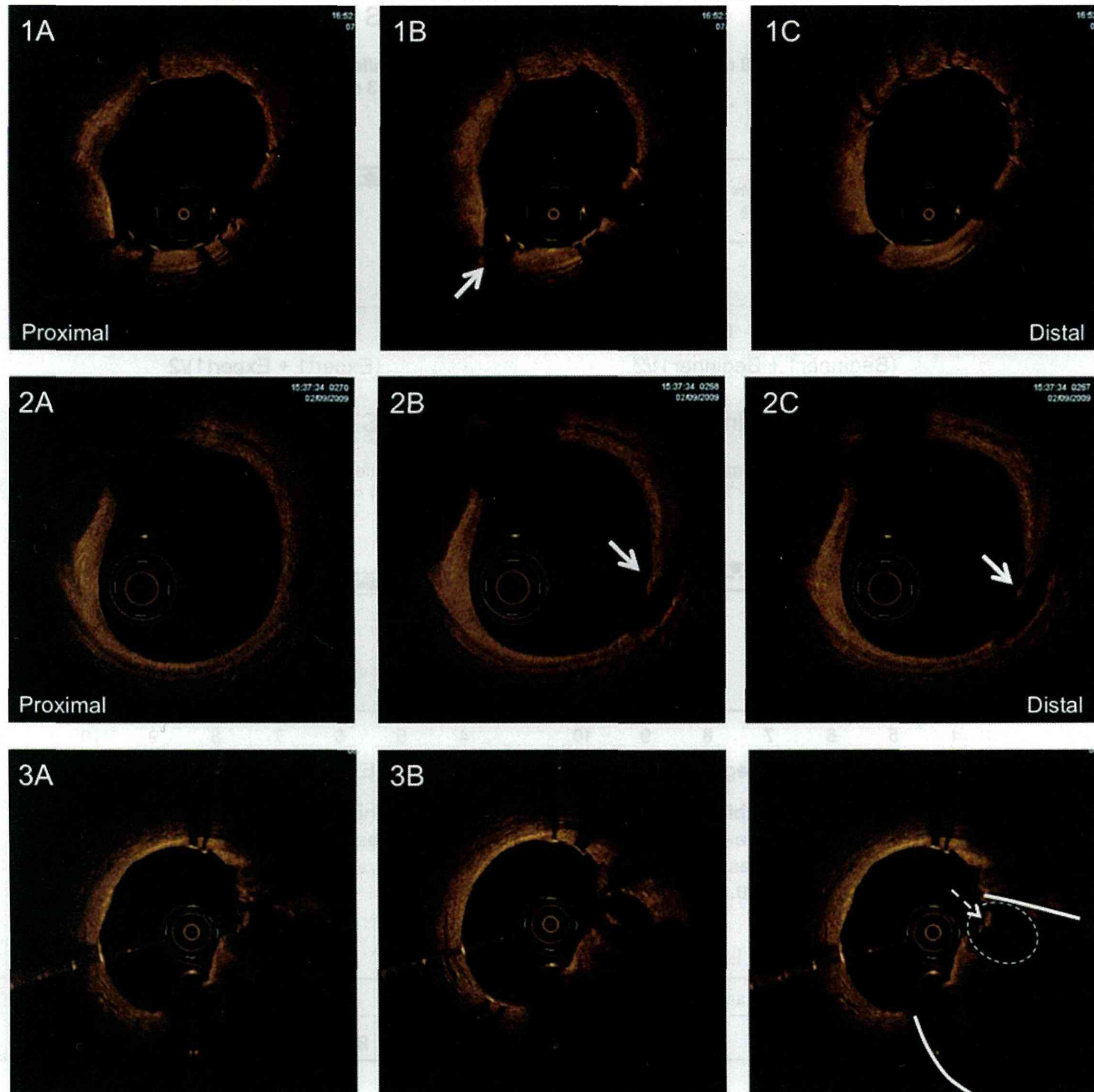
ISA, incomplete stent apposition.

detected more ISA and dissection with FD-OCT as compared to IVUS. There was similar patient level agreement of qualitative variables between beginner and expert analysts of IVUS images, but there was less agreement based on FD-OCT image analysis. Furthermore, in contrast to quantitative FD-OCT analyses, there was a significant difference in reproducibility of qualitative FD-OCT analyses between beginner and expert analysts. These data suggest that the higher resolution from FD-OCT reveals more detail, necessitating greater experience in order to distinguish artifacts from real findings. We postulate that this may

TABLE III. Number of Findings in Lesion Level Analysis

	Beginner 1	Beginner 2	Expert 1	Expert 2	Gold standard
IVUS					
ISA	4 (3)	6 (3)	4 (0)	5 (1)	4
Edge dissection	2 (1)	3 (2)	2 (0)	2 (1)	2
FD-OCT					
ISA	25 (12)	16 (5)	21 (7)	16 (3)	14
Edge dissection	10 (1)	2 (-7)	10 (1)	10 (3)	9
Intra-stent dissection	14 (6)	18 (8)	19 (10)	16 (4)	12

Brackets show number of findings with over diagnosis. Minus value means the number of findings was under-estimated.



**Fig. 3. Case examples.** Because of a lack of deep-side structure information, either a side branch or cavity with flap was suspected in Case 1 (1A–1C). In addition, neighbor frames (just one frame distal or proximal) did not show cavity formation; therefore, the FD-OCT images could not clarify exact structures. However, the IVUS images clearly showed the

merged process of the side branch. Case 2 (2A–2C) indicates where a beginner analyst diagnosed a side branch, but an expert analyst diagnosed a dissection. Case 3 (3A and 3B) indicates where a beginner analyst diagnosed a dissection with cavity (broken line), but an expert diagnosed a major side branch (solid line) with carina.

highlight the importance of adequate education and training in order to ensure accurate and clinically relevant FD-OCT qualitative assessment.

Even for expert analysts, there was room for improvement in the reproducibility of detecting ISA and dissection using FD-OCT. One possible reason for this is that there is no established standard definition for the severity and/or grade of these findings. Because FD-OCT can detect small findings compared with IVUS, the threshold of significant findings might be different according to different analysts. Therefore, we may need to determine not only the presence or

absence of findings, but also the severity or degree of findings based on semi-quantitative analysis. Another difficulty with FD-OCT interpretation relates to the significantly lower vessel wall penetration compared with IVUS. The relationships of deep-side structures as well as near-side information are often needed to distinguish structures such as side branches from a cavity or dissection. Moreover, a relatively faster pullback speed may result in a lack of longitudinal continuity, which may produce findings on one cross-sectional image that significantly changes in neighboring frames. Finally, the inability to

TABLE IV. Qualitative Comparison in Lesion Level Analysis (vs. Gold Standard)

	Inter-observer agreement					
	Beginner 1	Beginner 2	<i>P</i>	Expert 1	Expert 2	<i>P</i>
IVUS						
ISA	1/4	3/4	0.486	4/4	4/4	>0.999
Edge dissection	1/2	1/2	>0.999	2/2	1/2	>0.999
FD-OCT						
ISA	13/14	11/14	0.596	14/14	13/14	>0.999
Edge dissection	9/9	2/9	0.002	9/9	7/9	0.471
Intra-stent dissection	8/12	10/12	0.640	12/12	12/12	>0.999
	Intra-observer agreement					
	Beginner 1	Beginner 1	<i>P</i>	Expert 1	Expert 1	<i>P</i>
IVUS						
ISA	1/4	1/4	>0.999	4/4	4/4	>0.999
Edge dissection	1/2	1/2	>0.999	2/2	2/2	>0.999
FD-OCT						
ISA	13/14	13/14	>0.999	14/14	14/14	>0.999
Edge dissection	9/9	8/9	>0.999	9/9	9/9	>0.999
Intra-stent dissection	8/12	6/12	0.408	12/12	12/12	>0.999

completely eliminate red blood cells during image acquisition may cause further difficulty. Some types of thrombus are diagnosed by observing floating objects under blood flow; however, this may be difficult by FD-OCT.

FD-OCT is very sensitive for detecting tiny findings such as dissections, ISA, or thrombus; however, the clinical significance of subtle degrees of these findings remains unclear. Further studies with an established definition for the severity of these findings may be warranted to evaluate the exact importance of training in assessment of qualitative FD-OCT analysis.

### Limitations

The most significant limitations of our study are our sample size, as well as the limited number of analysts we used. Follow-up studies with larger sample sizes and more analysts will be required to confirm these findings. Additionally, the clinical impact of our findings remains to be determined through follow-up analyses.

### CONCLUSION

Despite varying levels of training, the increased resolution of FD-OCT compared to IVUS provides better detection and less variability in quantitative image analysis. On the contrary, this increased resolution not only increases the rate but also the variability of detection of qualitative variables (ISA and dissection). Accordingly, the level of an analyst's training may be

more relevant in the interpretation of abnormal findings detected on FD-OCT image evaluation.

Conflict of interest: There are no commercial affiliations or consultancies of any author that could be construed as a conflict of interest with respect to the submitted study.

### REFERENCES

1. Mintz GS, Nissen SE, Anderson WD, Bailey SR, Erbel R, Fitzgerald PJ, Pinto FJ, Rosenfield K, Siegel RJ, Tuzcu EM, Yock PG. American college of cardiology clinical expert consensus document on standards for acquisition, measurement and reporting of intravascular ultrasound studies (ivus). A report of the american college of cardiology task force on clinical expert consensus documents. *J Am Coll Cardiol* 2001;37:1478-1492.
2. Imola F, Mallus MT, Ramazzotti V, Manzoli A, Pappalardo A, Di Giorgio A, Albertucci M, Prati F. Safety and feasibility of frequency domain optical coherence tomography to guide decision making in percutaneous coronary intervention. *EuroIntervention* 2010;6:575-581.
3. Takarada S, Imanishi T, Liu Y, Ikejima H, Tsujioka H, Kuroi A, Ishibashi K, Komukai K, Tanimoto T, Ino Y, Kitabata H, Kubo T, Nakamura N, Hirata K, Tanaka A, Mizukoshi M, Akasaka T. Advantage of next-generation frequency-domain optical coherence tomography compared with conventional time-domain system in the assessment of coronary lesion. *Catheter Cardiovasc Interv* 2010;75:202-206.
4. Kubo T, Imanishi T, Takarada S, Kuroi A, Ueno S, Yamano T, Tanimoto T, Matsuo Y, Masho T, Kitabata H, Tsuda K, Tomobuchi Y, Akasaka T. Assessment of culprit lesion morphology in acute myocardial infarction: Ability of optical coherence tomography compared with intravascular ultrasound and coronary angiography. *J Am Coll Cardiol* 2007;50:933-939.
5. Jang IK, Bouma BE, Kang DH, Park SJ, Park SW, Seung KB, Choi KB, Shishkov M, Schlendorf K, Pomerantsev E, Houser

- SL, Aretz HT, Tearney GJ. Visualization of coronary atherosclerotic plaques in patients using optical coherence tomography: Comparison with intravascular ultrasound. *J Am Coll Cardiol* 2002;39:604–609.
6. Gerckens U, Buellesfeld L, McNamara E, Grube E. Optical coherence tomography (oct). Potential of a new high-resolution intracoronary imaging technique. *Herz* 2003;28:496–500.
7. Ako J, Morino Y, Honda Y, Hassan A, Sonoda S, Yock PG, Leon MB, Moses JW, Bonneau HN, Fitzgerald PJ. Late incomplete stent apposition after sirolimus-eluting stent implantation: A serial intravascular ultrasound analysis. *J Am Coll Cardiol* 2005;46:1002–1005.
8. Gonzalo N, Barlis P, Serruys PW, Garcia-Garcia HM, Onuma Y, Ligthart J, Regar E. Incomplete stent apposition and delayed tissue coverage are more frequent in drug-eluting stents implanted during primary percutaneous coronary intervention for st-segment elevation myocardial infarction than in drug-eluting stents implanted for stable/unstable angina: Insights from optical coherence tomography. *J Am Coll Cardiol Interv* 2009;2:445–452.
9. Gonzalo N, Serruys PW, Okamura T, Shen ZJ, Onuma Y, Garcia-Garcia HM, Sarno G, Schultz C, van Geuns RJ, Ligthart J, Regar E. Optical coherence tomography assessment of the acute effects of stent implantation on the vessel wall: A systematic quantitative approach. *Heart* 2009;95:1913–1919.
10. Bland JM, Altman DG. Statistical methods for assessing agreement between two methods of clinical measurement. *Lancet* 1986;1:307–310.
11. Yamaguchi T, Terashima M, Akasaka T, Hayashi T, Mizuno K, Muramatsu T, Nakamura M, Nakamura S, Saito S, Takano M, Takayama T, Yoshikawa J, Suzuki T. Safety and feasibility of an intravascular optical coherence tomography image wire system in the clinical setting. *Am J Cardiol* 2008;101:562–567.
12. Kawamori H, Shite J, Shinke T, Otake H, Sawada T, Kato H, Miyoshi N, Yoshino N, Kozuki A, Hariki H, Inoue T, Hirata K. The ability of optical coherence tomography to monitor percutaneous coronary intervention: Detailed comparison with intravascular ultrasound. *J Invasive Cardiol* 2010;22:541–545.

---

特集：国循の「かるしおレシピ」

---

減塩プロジェクト—循環器病制圧を目指して

---

河野雄平

---

循環器病研究の進歩(通巻53号)  
Vol.XXXIV No.1(2013.11)p.11~15

特集：国循の「かるしおレシピ」

減塩プロジェクトー循環器病制圧を目指して

河野雄平

はじめに

食塩と高血圧の関係はよく知られており、高血圧の管理においては食塩制限が広く推奨されている<sup>1)</sup>。食塩の過剰摂取は血圧上昇を通して種々の循環器病のリスクを高めるが、血圧とは独立して心血管を障害し、脳卒中や心不全などの要因となることも分かってきた<sup>2)</sup>。日本人の食塩摂取量は減少傾向にあるが、最近でも平均10g/日以上で、世界的に見てもまだ多い<sup>3)</sup>。また、高血圧患者の多くも、ガイドラインで推奨されている1日6g未満の食塩制限は達成できていない<sup>4)</sup>。

国立循環器病研究センター(国循)では、標準的な入院食の食塩量は2005年よりは1日6g未満となっている。減塩食は一般に味気ないとのイメージがあるが、国循の入院食は調理師長を中心とした臨床栄養部の工夫によ

— Key word —  
salt  
hypertension  
cardiovascular disease  
population approach  
Karushio recipe

Salt Reduction Project of the National Cerebral and Cardiovascular Center - multifaceted approaches to overcome cardiovascular disease

Yuhei Kawano:  
Division of Hypertension and Nephrology,  
Department of Lifestyle-related Diseases,  
National Cerebral and Cardiovascular Center  
国立循環器病研究センター 生活習慣病部門  
高血圧・腎臓科

り美味しい減塩食となっている。国循は東日本大震災の後から被災地の循環器病対策に取り組んできたが、美味しい減塩食のノウハウを有していることもあり、知的資産部や生活習慣病部門なども含めた減塩・循環器病予防プロジェクトチームが組織された<sup>5)</sup>。このプロジェクトの後も、高血圧の管理や循環器病の制圧を目指して、美味しい減塩食の普及のための多面的な活動を展開している。

本稿では、食塩と高血圧、循環器病や日本人の食塩摂取量について概説し、国循の減塩プロジェクトとその活動内容を紹介する。国循の「かるしおレシピ」やその事業化の詳細については、臨床栄養部および知的資産部による他項を参照されたい。

I. 食塩と高血圧、循環器病

1. 食塩と高血圧

食塩摂取量と血圧は密接な関係があり、食塩の摂取増加が血圧上昇や高血圧をもたらすことは明らかである<sup>1)</sup>。世界各地の食塩摂取量を調べたINTERSALT研究においても、食塩摂取量は血圧と正相関し、食塩摂取が非常に少ない地域では血圧が低く、加齢に伴う血圧上昇もほとんどないことが示されている<sup>6)</sup>。食塩制限が血圧を低下させることも明らかである。食塩制限による降圧は24時間を通して認められ、夜間降圧が減弱した高血圧患者の血圧日内変動を正常化させることもある<sup>7)</sup>。

食塩が血圧を上昇させる機序は完全には解明されていないが、食塩摂取による血液量の

増加が主な機序と考えられる<sup>1)</sup>。食塩による高血圧の発症と維持には、腎のNa排泄機能障害が重要な役割を有している。また、食塩摂取によるNa濃度の増加も血圧上昇に関与している<sup>2)</sup>。食塩は他の血圧調節系や生活習慣と血圧との関係にも役割を持っている。例えば、アンジオテンシンやアルドステロンはNa貯留に働き、ストレスや肥満による血圧上昇にもNa貯留が関与している<sup>3)</sup>。

## 2. 食塩と循環器病

食塩の過剰摂取は血圧を上げて循環器疾患のリスクを高めるが、血圧とは独立して心血管系に悪影響を及ぼす(表1)<sup>4)</sup>。最近の報告でも、「国民健康・栄養調査」に基づく食塩と脳卒中の関係は、血圧と脳卒中の関係よりむしろ明らかであった<sup>5)</sup>。食塩と心血管予後の関係を調べた観察研究のメタアナリシスでは、食塩摂取が多いと心血管リスクが高いことが示されている<sup>6)</sup>。食塩制限が循環器疾患を予防することを直接示した介入研究はほとんどない。しかし、Trials of Hypertension Prevention (TOHP)の介入後の観察研究では、心血管死亡は減塩群が対照群より少ないとの結果が得られている<sup>7)</sup>。したがって、減塩は循環器疾患の予防に効果的と考えられる。

食塩はまた、循環器疾患以外にも悪影響を及ぼす(表1)<sup>8)</sup>。食塩摂取が多いと腎結石や骨粗鬆症をきたしやすく、また食塩が多い地域は胃がんも多い。このように、食塩の過剰摂取は血圧を上げるだけでなく、種々の循環器疾患や他の疾患のリスクを高めることになる。

## II. 日本人の食塩摂取量

### 1. 日本人の食塩摂取量

以前は、日本、特に東北地方では食塩摂取量が極めて多く、1950年代の東北地方の住

表1. 食塩の悪影響(文献10より)

- ・血圧上昇, 高血圧
- ・心肥大, 血管障害・動脈硬化
- ・心不全, 脳卒中, 腎不全
- ・腎結石, 骨粗鬆症
- ・胃がん
- ・喘息(?)

民の食塩摂取量は1日30g近くもあった<sup>9)</sup>。1980年代のINTERSALT研究では、日本の3地域の食塩排泄量(摂取量)は富山、栃木、大阪の順で、富山は世界的にもかなり多かった<sup>10)</sup>。1990年代のINTERMAP研究でも、日本の食塩摂取量は中国とほぼ同等で、英国や米国より多いことが示されている<sup>11)</sup>。

日本人の食塩摂取量は減少傾向にあるが、最近の「国民健康・栄養調査」でもまだ平均10g/日以上である(図1)<sup>12)</sup>。食塩摂取量は北日本、特に東北や北関東、北陸で多く、南日本は少なく、沖縄が最も少ない<sup>13)</sup>。食塩摂取量は男性が女性より多いが、体重で補正すれば男女差は消失する。

高血圧患者のほとんどは、食塩制限の重要性を理解していると考えられるが、ガイドラインで推奨される6g/日未満への減塩を遵守できていない。国循の高血圧外来患者について随時尿から推定した2007年の平均食塩摂取量は8.8g/日で、国民の平均値より少なかったが、目標を達成している者はわずか10%であった<sup>14)</sup>。他の施設からも類似の結果が報告されており、高血圧患者における食塩制限は不十分である。

### 2. 食塩の目標摂取量

日本高血圧学会による「高血圧治療ガイドライン」では、高血圧の管理における食塩摂取量として6g/日未満が推奨されている<sup>15)</sup>。食塩摂取の多い日本人が6g未満に制限できれば、かなりの降圧が得られ、心血管疾患の

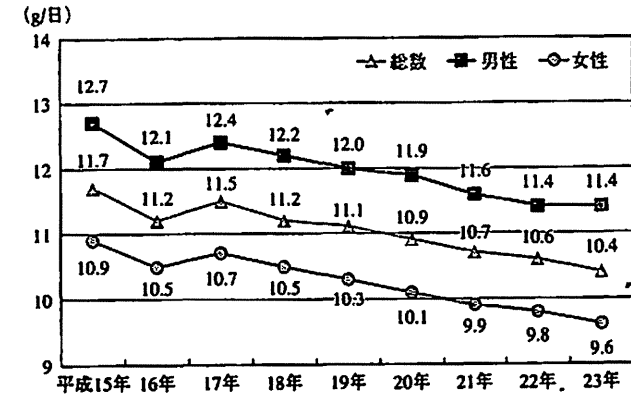


図1. 日本人の食塩摂取量：最近の推移(文献5より)

予防が期待できるであろう。また、厚生労働省による2010年の食事摂取基準では、一般人における推奨食塩摂取量は、男性で9g、女性では7.5g/日未満である<sup>16)</sup>。

外国では、より厳しい食塩制限が推奨されている<sup>17)</sup>。米国心臓協会(AHA)の食事勧告では、一般人でも6g/日未満、高血圧者は4g未満である。また、欧州高血圧学会/欧州心臓病学会のガイドラインでは、高血圧者の目標値は5g/日未満となっている。世界保健機関(WHO)も、世界の人々の食塩摂取量を5g未満にすることを提唱している。

## III. 国循の減塩プロジェクト

### 1. 減塩・循環器病予防プロジェクトの立ち上げと活動

国循の減塩・循環器病予防プロジェクトは、2011年の東日本大震災の後、その支援対策本部会議において提案され、多職種からなるチームを結成し、被災地の循環器病予防のために減塩を中心とする支援活動を推進するために立ち上げられた<sup>18)</sup>。このプロジェクトチームは、国循の心臓血管内科、高血圧・

腎臓科、糖尿病代謝内科の医師と知的資産部スタッフ、臨床栄養部の管理栄養士、調理師から構成され、後に看護部、総務部も加わった。

本プロジェクトの内容は、塩分制限を含めた生活習慣改善指導とともに料理教室、減塩弁当配食やレシピ公開を被災地で行い、主に減塩を通して住民の健康維持を支援するものである<sup>19)</sup>。岩手県栄養士会との協同による減塩・循環器病予防のイベントが、2011年に岩手県の盛岡で、2012年には宮古にて開催され、高い評価をいただいた。このプロジェクトは一定の目的を達し、2012年にいったん終了した。

### 2. 国循の減塩プロジェクト

国循の減塩活動は減塩・循環器病予防プロジェクトの発足前より活発であったが、現在も臨床栄養部、知的資産部、高血圧・腎臓科、総務部が各々、あるいは連携して、多面的な活動を展開している(表2)。その主なテーマは、美味しい減塩食の開発と普及であり、減塩の重要性の啓発と広報も合わせて行ってい



## 表2. 国立循環器病研究センターの減塩プロジェクト

- ・臨床栄養部, 知的資産部, 高血圧・腎臓科, 総務部の連携
- ・美味しい減塩食の開発と普及, 減塩の重要性の啓発と広報
- ・高血圧教室(病棟, 外来), 料理教室
- ・企業との連携: 減塩デジタルレシピ, 減塩ランチ, 減塩弁当
- ・震災支援活動: 市民公開イベント(盛岡, 宮古, 野田村) など
- ・『国循の美味しい! かるしおレシピ』出版
- ・他の減塩活動との連携: 日本高血圧学会減塩委員会, 塩を減らそうプロジェクト, など

る。

国循の入院食については他項で詳述されるが, 以前は標準的な入院食の食塩量は7g/日であった。これでも他のほとんどの病院より少なかったが, 2004年の「高血圧治療ガイドライン」が高血圧管理における推奨食塩量を7g/日以下から6g/日未満にしたことを受けて, 2005年より国循の標準的な入院食の食塩量は6g/日未満となっている。減塩食は味気ないとのイメージがあり, 事実そうであることも多いが, 国循の減塩食は調理師長を中心とした臨床栄養部の工夫により, 塩を軽く使って素材や天然のだし旨みを生かした, 美味しい減塩食となっている。

この美味しい減塩食の普及や減塩の重要性の啓発について, 国循内では病棟および外来での高血圧教室で, 医師と管理栄養士が講義や指導を行っている。また, 施設外でも調理師と管理栄養士による料理教室を開催している。さらに, これも他項で詳述されるが, 知的資産部を中心として, 企業との連携により減塩デジタルレシピの配信や, 社員食堂などでの減塩ランチの提供, デパートや売店での減塩弁当の販売などを行っている。国循の美味しい減塩食をさらに広めるべく, 2012年には「国循の美味しい! かるしおレシピ」が

発行された。この本はベストセラーとなり, テレビや新聞など多くのメディアでも紹介されている。

震災被災地への支援活動も継続している。2012年からは厚生労働科学研究の分担研究として, 岩手県野田村とその周辺地域において, 減塩を中心とした高血圧予防教室での講演・指導や, 尿による住民の食塩摂取量の推定などを行っている。また, 野田村の保健師や食生活改善委員を国循にお招きし, 減塩食についての研修を受けていただいた。

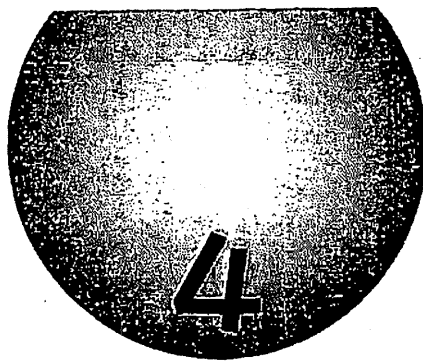
さらに, 日本高血圧学会の減塩委員会(筆者は委員長)や塩を減らそうプロジェクト(筆者は顧問), World Action on Salt and Health(筆者はメンバー)など, 国内外の他の減塩活動との連携も今後進めていきたい。これらの活動により, 国循の患者さんだけでなく大阪や日本中の人々の食塩摂取量が減少し, 高血圧や循環器病の予防や治療に貢献できようと考えられる。

## おわりに

食塩と高血圧, 循環器病や日本人の食塩摂取量について概説し, 国循の減塩プロジェクトとその活動内容を紹介した。このプロジェクトは美味しい減塩食の開発と普及を主なテーマとし, 減塩の重要性の啓発と広報も合わせて多面的な活動を行っている。国循の減塩食は, 患者さんからの評判もよく, 多くのメディアにも取り上げられ, 高い評価を受けている。この美味しい減塩食は, 食塩制限の遵守ができないというこれまでの食事療法の弱点を, 少なくとも部分的に克服するものであろう。この減塩プロジェクト活動のさらなる発展は, 国循の患者さんだけでなく日本中の人々の食塩摂取量を減少させ, 高血圧や循環器病の予防や治療に好影響を及ぼすと考えられる。

## 5 文献

- 1) He FJ, MacGregor GA: A comprehensive review on salt and health and current experience of worldwide salt reduction programmes. *J Hum Hypertens* 2009; 23:363-84.
- 2) 安東克之, 河原崎安雄, 三浦克之, 他: 食塩と高血圧・心血管疾患. 日本高血圧学会減塩委員会報告2012, 日本高血圧学会, 東京, p1-25, 2012.
- 3) Kawano Y: Salt, hypertension, and cardiovascular diseases. *J Kor Soc Hypertens* 2012;18:53-62.
- 4) 河野雄平: Overview - 高血圧患者における食塩摂取量の現状と課題. *Progress in Medicine* 2012; 32:1003-8.
- 5) 厚生労働省: 平成23年国民健康・栄養調査の概要. 厚生労働省ホームページ, 2013.
- 6) 河野雄平, 岸本一郎, 横山広行, 他: 減塩, 循環器病予防プロジェクト: プロジェクトの概要. 循環器病研究の進歩 2012; 東日本大震災支援特別号: 50-5.
- 7) INTERSALT cooperative Research Group: Intersalt: an international study of electrolyte excretion and blood pressure: results for 24-hour urinary sodium and potassium excretion. *Br Med J* 1988;297:319-28.
- 8) Uzu T, Ishikawa K, Fujii K, et al: Sodium restriction shifts circadian rhythm of blood pressure from nondipper to dipper in essential hypertension. *Circulation* 1997;96:1859-62.
- 9) Kawano Y, Ferrario CM: Neurohormonal characteristics of cardiovascular response due to intraventricular hypertonic NaCl. *Am J Physiol* 1984;247: H422-8.
- 10) 河野雄平: 高血圧の予防と治療における減塩の重要性. *血圧* 2010;17:295-8.
- 11) Tomonari T, Fukuda M, Miura T, et al: Is salt intake an independent risk factor of stroke mortality? Demographic analysis by regions in Japan. *J Am Soc Hypertens* 2012;5:456-62.
- 12) Strazzullo P, D'Elia L, Kandala N-B, et al: Salt intake, stroke, and cardiovascular disease: meta-analysis of prospective studies. *Br Med J* 2009;339: b4567.
- 13) Cook NR, Cutler JA, Obarzanek E, et al: Long term effects of dietary sodium reduction on cardiovascular disease outcomes: observational follow-up of the trials of hypertension prevention (TOHP). *Br Med J* 2007;334:885-88.
- 14) 日本高血圧学会高血圧治療ガイドライン作成委員会編纂: 高血圧治療ガイドライン2009. 日本高血圧学会, 東京, 2009.
- 15) 三浦克之, 安東克之, 土橋卓也, 他: 高血圧管理における食塩制限の目標と方策. 日本高血圧学会減塩委員会報告2012, 日本高血圧学会, 東京, p27-37, 2012.



## 減塩指導の実践

### (1) 病院での取り組み

減塩は高血圧の管理において重要であるが、高血圧患者の大部分はガイドラインで推奨されている食塩摂取量 6 g/日未満を遵守していない。

本稿では、減塩指導の実践について、病院での取り組みを紹介するとともに、医師および栄養士の立場から述べる。国立循環器病研究センターでは入院患者への基準食の食塩量が 6 g/日未満であり、減塩指導を含めた高血圧教室と教育入院を実施しており、個別的指導も行っている。医師の立場からは、食塩の害と減塩の効果についての教育、減塩の原則的および具体的指導、尿のナトリウム排泄量測定による食塩摂取量の評価が重要となる。栄養士からのポイントは、塩分摂取状況の把握と分析、食品の塩分量についての情報提供、問題点に対する具体的な解決方法の提案である。

#### 国立循環器病研究センターにおける取り組み

国立循環器病研究センターは循環器疾患の専門病院であり、入院患者への基準食が減塩食となっている。病院全体の基準食の食塩量は以前は 7 g/日であったが、2004年に日本高血圧学会のガイドラインが 6 g/日未満となったことを受けて 2005年に 6 g/日未満となり、現在に至っている(表1)。減塩食は味気ないというイメージがあるが、当施設の入院食は調理師長らの工夫によりとても美味しいものになっており、評判が良い。最近では減塩食の普及と事業化に取り組んでおり、減塩デジタルレシピの配信や外来者への減塩弁当の販売が開始された。減塩食が高血圧患者に受け入れられ継続されるには、美味しいことが重要であろう。

高血圧・腎臓科では、1997年に高血圧教育入院と高血圧教室を始め、現在も継続している(表1)。教育入院では、当施設の美味しい減塩食が体験できる。入院患者への集団指導としての高血圧教室は、1回1時間で毎週5時間行われ、医師、栄養士による減塩指導が含まれる。最近では、外来患者のための簡略化した高血圧教室も定期的開催している。

**表1** 国立循環器病研究センターにおける減塩の取り組み

- ・病院全体の基準食の食塩量が6g/日未満
- ・美味しい減塩食の開発(臨床栄養部)
- ・美味しい減塩食の普及と事業化(知的資産部)
- ・高血圧教育入院と高血圧教室(高血圧・腎臓科, 臨床栄養部)
- ・外来での高血圧教室(高血圧・腎臓科, 臨床栄養部)
- ・入院, 外来患者への個別栄養指導(臨床栄養部)
- ・外来患者の食塩摂取量の評価と減塩指導(高血圧・腎臓科)
- ・震災支援の減塩・循環器病予防プロジェクト

減塩食での食塩量は, 2005年より6g/日未満とした。また, 高血圧教室を1997年より開始し, 現在に至っている。最近, 外来患者のための高血圧教室も定期的に開催するようになった。

(筆者作成)

個別的な減塩指導については, 栄養士が入院, 外来患者への栄養指導を行っている。また, 外来では尿のナトリウムとクレアチニン(カリウムとアルブミンも含める場合が多い)測定により食塩摂取量を推定し, 医師による減塩指導をしている。ただし, これらはすべての高血圧患者に行われているわけではない。

## 減塩指導の実践：医師の立場より

高血圧の管理においては食塩制限が広く推奨され, わが国のガイドラインでは食塩摂取量6g/日未満が奨められている<sup>1)</sup>。食塩制限が血圧を低下させることも明らかで, 多くの臨床研究により確認されている。しかし, 日本人の食塩摂取量は減少傾向にあるが, 平均10g/日以上とまだまだ多く, 高血圧患者の大部分もガイドラインで推奨されている目標を達成できていない<sup>2, 3)</sup>。

ここでは, 医師の立場からみた減塩達成のポイントについて述べたい。

### 1 食塩過剰摂取の害と食塩制限の効果についての教育

食塩と高血圧の関係はよく知られている。しかし, 食塩が血圧への効果以上に心血管系に害を及ぼすことや, 他の疾患にも悪影響があることは, あまり認識されていない。また, 減塩はそれ自体が血圧を下げるだけでなく, 多くの降圧薬の効果を高め, 血圧への効果以上の循環器疾患の予防が期待できる。患者への減塩指導においては, 食塩の害と食塩制限の効果についての啓発と教育が重要であり, これによって患者の減塩への意識が高まり, 減塩行動が促されるであろう<sup>4)</sup>。

食塩の過剰摂取は血圧を上昇させて循環器疾患のリスクを高めるが, 血圧とは独立して心血管系に悪影響を及ぼす(表2)<sup>2, 5-6)</sup>。すなわち, 食塩による心肥大や血管肥厚は, 血圧への効果を除いても認められ, 食塩の過剰摂取は脳卒中や虚血性心疾患, 心不全の独立した危険因子であることが示されている。また, 食塩は心血管系以外のいくつかの疾患にも関連している。食塩摂取増加は尿Ca(カルシウム)排泄を増加させるが, これは尿路結石のリスクとなり, 骨粗鬆症にも関与する。食塩摂取量と胃がんとの関連も明らかで, 喘息への悪影響も示唆されている。

表2 食塩の悪影響

心血管系	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ 血圧上昇</li> <li>・ 心肥大</li> <li>・ 血管肥厚・硬化</li> <li>・ 血小板凝集</li> </ul>
心血管病	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ 高血圧</li> <li>・ 脳卒中</li> <li>・ 虚血性心疾患, 心不全</li> <li>・ 腎機能障害</li> </ul>
他の疾患	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ 尿路結石</li> <li>・ 骨粗鬆症</li> <li>・ 胃がん</li> <li>・ 喘息</li> </ul>

食塩の過剰摂取は血圧を上昇させて循環器疾患のリスクを高めるが、血圧とは独立して心血管系に悪影響を及ぼすことがわかっている。

(文献2より)

表3 減塩の効果

- ・ 1日あたり1g減らすごとに血圧は高血圧者では1/0.5 mmHgほど下がる
- ・ 24時間を通して血圧を下げる(夜間血圧への効果が比較的大きい)
- ・ 個人差が大きい(食塩感受性と非感受性)
- ・ 心疾患や腎疾患を伴う場合は特に重要
- ・ 降圧を超える循環器疾患の予防効果が期待できる
- ・ 医療経済的にも効果が大きい
- ・ 実行と継続に問題がある

多くの研究で降圧効果が証明されている。

(筆者作成)

食塩制限が血圧を低下させることについては多くのエビデンスがあり、メタアナリシスでは、食塩制限1g/日あたり収縮期血圧は高血圧者で1 mmHg程度、正常血圧者ではこの半分ほど低下することが示されている(表3)<sup>2, 8)</sup>。減塩による血圧低下は24時間を通して認められ、全体では降圧の程度は日中と夜間でほぼ同等であるが<sup>10)</sup>、食塩感受性高血圧者では夜間血圧への効果が大きく、nondipperがdipperになることが報告されている<sup>11)</sup>。また、減塩はいくつかの降圧薬の効果を増強するように働く。この効果は、レニン・アンジオテンシン系の抑制薬で最も大きい。腎機能や心機能が低下している患者では、食塩制限は特に重要である。

減塩による循環器疾患の予防については、成績が一致しているわけではないが、多くはこれを支持している<sup>5, 12, 13)</sup>。食塩制限の安全性と効果は、減塩と同じように働く利尿薬が他の降圧薬に劣らず心血管病を予防することからも明らかであろう。

## 2 減塩の原則的および具体的指導

減塩指導の実際については、管理栄養士からも後述されるが、ここでも簡単に述べる。

食塩摂取量の把握や減塩指導を栄養士にお願いできればよいが、医師の大多数は自分で患者指導を行わねばならないであろう。

原則的な指導としては、まず日本人の平均食塩摂取量は10 g/日以上と多く、食塩を摂りすぎていること、高血圧患者の目標は6 g/日未満なので普通の人の約半分になることを理解させる。また、家庭での調味料の使い方とともに、加工食品や外食に含まれる塩分への注意が重要であることを指導する。日本人の食塩摂取の内訳は、現在では前者より後者が多い。食事の量にも注意するよう指導する。

具体的には、家庭での調味料については、塩と醤油をできるだけ減らすこと、味噌も多くは使わないことを指導する。ソースやケチャップ、ポン酢は、塩分は比較的少ない。減塩の醤油や塩を用いるのもすすめられる。酢や胡椒、唐辛子などの香辛料の使用もよいであろう。加工食品については、食塩が多いものは避けるか少量にとどめるよう指導する。また、食品中のナトリウム量および食塩量の表示に注意すること、ナトリウム量の2.5倍が食塩相当量になることも教育する。外食のメニューも、一般に食塩が多く含まれている。麺類はスープを残すことが望ましい。一般的には、和食より洋食のほうが食塩は少ない。パンにも食塩は含まれるが、朝か昼をパンと牛乳あるいはジュースにすれば食塩は1～2 g程度であり、ご飯と味噌汁、塩鮭、漬物といった食事よりはるかに少ない。

## 3 食塩摂取量の評価

高血圧患者への減塩指導においては、各個人の食塩摂取量の評価が重要と考えられる<sup>4,10</sup>。実際の摂取量を医療者が把握し患者にも認識してもらうことにより、適切な指導を行うことができ、減塩の効果も上がると考えられる。指導後に再評価すれば、減塩目標が達成されているかどうか判定できる。

食塩摂取量の評価については別稿で詳述されるので簡単に述べるが、日本高血圧学会減塩委員会は、高血圧管理における食塩摂取量の評価についてのガイドラインを提唱している<sup>10</sup>。すなわち、高血圧の管理においては、できるだけ各患者の食塩摂取量を表4に示した方法のいずれかで評価する。栄養士に依頼してもよいが、尿のナトリウムとクレアチニンからの推定が实际的であろう。試験紙や簡単な塩分計による尿や食品の食塩量測定は、簡便であるが信頼性は低い。食塩摂取量(排泄量)が6 g (Na 100 mmol) /日未満であれば食塩制限は守られており、それ以上であれば不十分と判断される。

## 4 まとめ

高血圧の管理における効果的な減塩指導の実践について、医師の立場から述べた。食塩の害と減塩の効果についての啓発と教育、減塩の原則的および具体的な指導、尿のナトリウム排泄量測定による食塩摂取量の評価が主なポイントとなる。減塩は、血圧管理と循環器疾患予防に重要で

表4 食塩摂取量評価のガイドライン

実施者	評価法	位置づけ
高血圧専門施設	・ 24 時間蓄尿による Na 排泄量測定 ・ 栄養士による秤量あるいは 24 時間思い出し食事調査	信頼性は高く望ましい方法であるが、煩雑である。患者の協力や施設の能力があれば推奨される。
一般医療施設	・ 起床後第 2 尿、随時尿での Na, Cr 測定 (24 時間尿 Cr 排泄量推定値を含む計算式による推定) ・ 食事摂取頻度調査, 食事歴法	信頼性はやや劣るが、簡便であり、実際的な評価法として推奨される。
患者本人	・ 夜間尿での計算式を内蔵した電子式食塩センサーによる推定	信頼性はやや低いが、簡便で患者本人が測定できることから推奨される。

日本高血圧学会減塩委員会が提唱するガイドライン。高血圧患者はこれらの評価法により、できるだけ食塩摂取量を評価することが望まれる。

Na: ナトリウム, Cr: クレアチニン

(文献 14 より)

あるが、他の生活習慣修正と同様、実行と継続が難しいことが問題である<sup>15)</sup>。減塩の遵守が困難な患者に対しては、利尿薬を含む適切な薬物治療により血圧をコントロールすることが実際的であろう。

## 減塩指導の実践：栄養士の立場より

食塩制限は、画一的な指導では患者が自分のこととして認識しにくく、行動変容が起こりにくい。行動変容を起こさせるためには個々の患者に合ったアプローチが必要であり、それらは動機付け、現状の分析や問題点の抽出、知識（情報）の提供、問題点に対する具体的な解決方法の提案、実践へのサポートといったものである。

ここでは、これらの点をふまえて我々栄養士が日常行っている指導方法を紹介する。

### 1 日常の塩分摂取状況の把握と分析

患者が自分が摂取している日常の塩分量を知ることは、自分自身の現状を正しく認識することにつながり、減塩への動機付けとなるとともに意識を高めるうえで有効である。

#### 1) 塩分摂取量のチェック方法

食事記録や聞きとった日常の食事内容をもとに、塩分が表示された本<sup>16~18)</sup>などを参考にして塩分摂取量を概算する。簡易のチェックリストや一般的に塩分が多いといわれている食品の摂取頻度や量を参考にしてもよい。塩分摂取量を具体的な数字で示すことが望ましいが、難しければ目標の塩分量よりも多く摂取していることだけでも患者に認識させる。尿を用いてのチェックも併せて行うことができれば、さらに効果的である。

#### 2) 塩分過剰の原因を見つける

当院の循環器病疾患を有する患者の塩分摂取状況内訳を調査した際、加工食品や汁物、麺類か

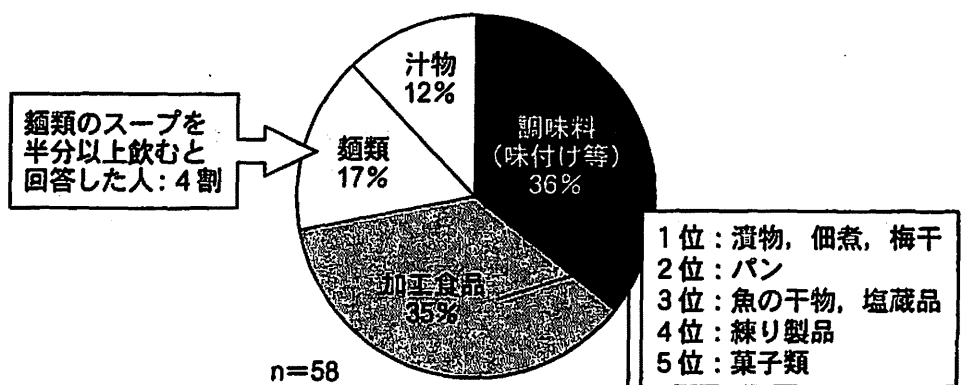


図1 塩分の食品群別摂取状況の内訳

当院外来の循環器疾患患者の塩分摂取状況の調査では、加工食品、汁物、麺類に由来するものが多かった。  
(筆者作成)

らの摂取割合が思いのほか多かった（図1）。味付け以外からの塩分摂取にも目を向けさせることが必要であるとともに、個人の塩分過剰の原因をみつけて改善に取り組ませることが効果的かつ効率的である。

・摂取に注意すべき主な加工食品類

漬物・梅干・佃煮類、魚の塩蔵・干物類、練り製品、肉の加工製品、チーズ、パン、塩気の多い菓子類、インスタント・レトルト食品、調理済み食品など。

**2 食品の塩分量についての情報提供**

何度注意されてもラーメンのスープまで飲んでしまう患者に、実際の塩を用いてラーメンの塩分量を提示したところ大変驚き、今後はスープは飲まない、ラーメンを食べる回数も減らす、と宣言された事例があった。この事例のように、食品の塩分量を知らずに摂取していることが多いため、具体的な情報提供は重要である。

・食品に含まれる塩分への理解と興味をもたせる方法の一例

食品に含まれる塩分は目に見えないため、患者にとってピンとこないのが現状である。塩分を数字のみで提示するよりも、実物の塩(ここでは1包0.5gを用いた)やさまざまなツール(図2)を用いて説明したほうが、インパクトを与えるとともにわかりやすい。実際、当院での集団指導で調査した際、出席者全員が塩分の摂りすぎの原因が理解できたと回答し、「外食の頻度が問題」および「妻の協力によるためわからない」を除いた9割が、今までより塩分を減らすことができると答えた(図3)。食品の栄養量表示の見方やナトリウムの塩分換算式を知らないことが多く、ナトリウム量=食塩量と誤認識していることがあるため、これについての説明も必要である。

**3 問題点に対する具体的な解決方法の提案**

減塩指導の主なターゲット品目は、調味料、加工食品類、汁物や麺類、それに加えて、食事量および外食や市販惣菜類の摂取内容・頻度である。指導の際、改善に向けた具体的な指示や実践目標を提示することが重要である。

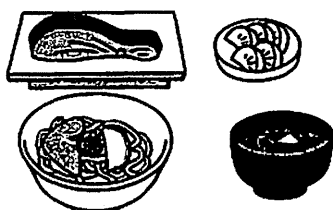
● ラーメンに含まれる塩分量を  
実物の塩で表示



● 塩分1g分の塩および醤油



● フードモデル



● 塩分含有量表

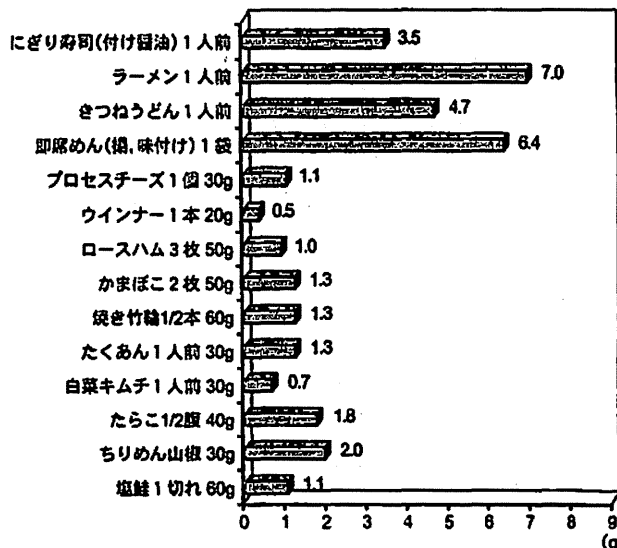


図2 食品中の塩分含有量説明・指導ツール

このように実際の塩(1包0.5gなど)を用いて各食品にどれくらい含まれるかを説明すると、数字のみで提示するよりわかりやすかった。(筆者作成)

Q: 塩分の摂りすぎの原因が理解できたか



Q: 今までより塩分を減らすことができるか

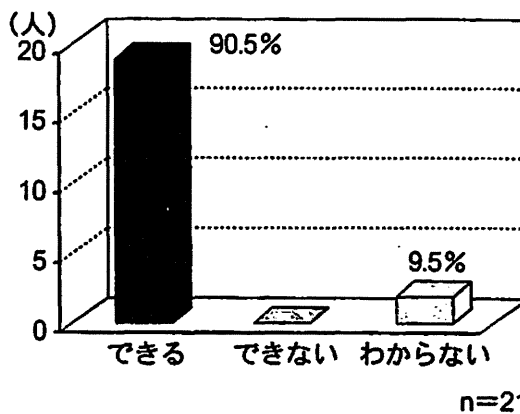


図3 減塩教室初回参加患者の教室終了後の反応

調査では全員(21人)が塩分の摂りすぎの原因を理解でき、19人(90.5%)が今までより塩分を減らすことができると回答した。(筆者作成)

1) 調味料

調味料は味付けと大きくかわるものであるが、味付けの判断として「薄味にしている」、「薄味と思う」といった主観的評価に頼っていることが多い。味覚のみに頼った判断では減塩になっていないことが多いため、調味料の計量が重要である。減塩調味料などを使用する場合も、使用



量が多ければ減塩にならないので注意をする。

## 2) 加工食品・汁物・麺類

摂取頻度や量が多い場合は、以下のような提案を行ってみるのもよい。

- ① 漬物・佃煮類の摂取がある → 摂取量を半量にする(1回あたり約0.3～0.8gの減塩)
- ② 漬物に醤油をかける → 醤油をかけない(1回あたり約0.5～1gの減塩)
- ③ 味噌汁などの汁物の量を半分にする(1杯あたり約0.5～1gの減塩)
- ④ 味噌汁などの汁物の摂取頻度を減らす(1杯あたり約1～2gの減塩)
- ⑤ 麺類のスープを全量摂取 → スープを飲まない(約2.5～3gの減塩)

これらを複数実践すると、かなりの減塩となる。

また、加工食品や汁物、麺類を同一日に複数品目、複数回摂取していることがあるため、これらの摂取を1日1品目、1回以下に減らすと、少なくとも2～3gの減塩となる。

### <事例> 76歳、男性、高血圧、狭心症

(指導受講前) → (指導受講後)

麺類のスープ全量摂取 → スープ半量残す

漬物2回/日摂取 → 1回/日

料理へのかけ醤油量多い → かけ醤油なし

煎餅などの間食あり → 間食なし

以上の変更にて、以前より3～4g減塩することができた。

## 3) 食事の摂取量

食事(特に副食)の摂取量と塩分の摂取量は、比例することが多い。薄味の料理であっても摂取量が多いと塩分の摂取量も多くなる。そのため、1人前ずつ個別盛にする、器を小振りのものにするなどして食事の摂取量にも注意させる。

## 4) 外食や中食、調理済み食品の利用摂取が多い

- ① 頻度を減らすことが望ましい。調理できない場合は減塩弁当などの利用も一考。
- ② 塩分の少ないメニューの情報や栄養量表示を参考にして、料理や品物を選ぶよう指導。
- ③ 漬物類や味の濃いおかずは残す。付いている袋調味料類は使用しないよう指導。

## 4 実践的指導

味付けに対する調理上のコツや工夫は、机上の説明だけでは伝わりにくい。当院では、定期的に患者や家族を対象に減塩調理の講習会を開催してノウハウを伝授している。減塩食は味の面で受け入れられないことが多いが、当院の食事は“美味しい”と非常に好評であり、受講後のノウハウ実践度も高い。最近では、減塩レシピの一般公開も行い(参考[有料] <https://sora.glocal-food.com/>)、家庭での減塩実践をサポートしている。

## まとめ

減塩指導においては、減塩の実践を妨げている原因をみつけてサポートすることが、患者の意識改革や行動変容につながると考える。QOL も考慮し、個々の患者の状況に応じた改善目標を設定して指導していくことが重要である。また、実践的なアプローチも有効な手段のひとつと考える。

(河野雄平・高木洋子)

## 文 献

- 1) 日本高血圧学会高血圧治療ガイドライン作成委員会：高血圧治療ガイドライン 2009. 日本高血圧学会，東京，p31-36, 2009.
- 2) 河野雄平，安東克之，松浦秀夫ほか：食塩制限の必要性和減塩目標. 日本高血圧学会減塩ワーキンググループ報告. 日本高血圧学会，東京，p1-12, 2006.
- 3) 河野雄平：高血圧患者における食塩摂取量の現状と課題. *Progress in Medicine* 32 : 1003-1008, 2012.
- 4) 高木洋子，河野雄平：減塩はこうすればできる. 高血圧のすべて 2012：研究と診療の最前線，医学のあゆみ第 5 土曜特集号 241 : 1218-1222, 2012.
- 5) He FJ, MacGregor GA: A comprehensive review on salt and health and current experience of worldwide salt reduction programmes. *J Hum Hypertens* 23 : 363-384, 2009.
- 6) Tuomilehto J, Jousilahti P, Rastenyte D, et al : Urinary sodium excretion and cardiovascular mortality in Finland : a prospective study. *Lancet* 357 : 848-851, 2001.
- 7) Nagata C, Takatsuka N, Shimizu N, et al : Sodium intake and risk of death from stroke in Japanese men and women. *Stroke* 35 : 1543-1547, 2004.
- 8) Kawano Y : Salt, hypertension, and cardiovascular diseases. *J Kor Soc Hypertens* 18 : 53-62, 2012.
- 9) He FJ, MacGregor GA : Effect of modest salt reduction on blood pressure : a meta-analysis of randomized trials. Implications for public health. *J Hum Hypertens* 16 : 761-770, 2002.
- 10) Kawano Y, Abe H, Kojima S, et al : Different effects of alcohol and salt on 24-hour blood pressure and heart rate in hypertensive patients. *Hypertens Res* 19 : 255-261, 1996.
- 11) Uzu T, Ishikawa K, Fujii K, et al : Sodium restriction shifts circadian rhythm of blood pressure from nondipper to dipper in essential hypertension. *Circulation* 96 : 1859-1862, 1997.
- 12) Cook NR, Cutler JA, Obarzanek E, et al : Long term effects of dietary sodium reduction on cardiovascular disease outcomes : observational follow-up of the trials of hypertension prevention (TOHP). *Br Med J* 334 : 885-888, 2007.
- 13) Strazzullo P, D'Elia L, Candala NB, et al : Salt intake, stroke, and cardiovascular disease : meta-analysis of prospective studies. *Br Med J* 339 : b4567, 2009.
- 14) 土橋卓也，甲斐久史，日下美穂ほか：高血圧管理における食塩摂取量の評価と応用. 日本高血圧学会減塩委員会報告 2012. 日本高血圧学会，東京，p39-50, 2012.
- 15) Kawano Y, Omae T : Lifestyle modifications in the management of hypertension : benefits and limitations. *CVD Prevention* 1 : 336-346, 1998.
- 16) 香川達雄：塩分早分かり. 女子栄養大学出版部，東京，p1-191, 2010.
- 17) 香川芳子：毎日の食事のカロリーガイド. 女子栄養大学出版部，東京，p1-218, 2008.
- 18) 上村泰子，片山隆司 監修：目で見える食品カロリー辞典. 学研パブリッシング，東京，p1-120, 2011.

## REVIEW

# [Scientific Statement] Report of the Salt Reduction Committee of the Japanese Society of Hypertension (1) Role of salt in hypertension and cardiovascular diseases

Katsuyuki Ando<sup>1</sup>, Hiroo Kawarazaki<sup>2</sup>, Katsuyuki Miura<sup>3</sup>, Hideo Matsuura<sup>4</sup>, Yoshihiko Watanabe<sup>5</sup>, Katsushi Yoshita<sup>6</sup>, Minoru Kawamura<sup>7</sup>, Miho Kusaka<sup>8</sup>, Hisashi Kai<sup>9</sup>, Takuya Tsuchihashi<sup>10</sup> and Yuhei Kawano<sup>11</sup>

Dietary salt consumption is closely associated with the level of blood pressure (BP); stricter salt reduction more markedly decreased BP. Obesity/metabolic syndrome, Dietary Approach to Stop Hypertension (DASH) diet, exercise and mental stress influence the BP-elevating effect of high-salt diet. Observational and intervention studies suggested that salt restriction improved the risk of cardiovascular diseases. However, the effects may differ among the types of the hypertensive complications; salt reduction may decrease the risk of stroke more than that of ischemic heart disease. Small-scale studies demonstrated that excess salt increased the risk of the left ventricular hypertrophy, heart failure, the urinary protein/albumin levels and end-stage renal failure. These diverse beneficial effects of salt reduction are probably because low-salt diet is an effective strategy to decrease BP and body fluid volume but is less effective to ameliorate the other cardiovascular risk factors. A mean salt intake in Japan is markedly high. Considering the present condition, salt reduction is essential for the prevention and treatment of hypertension and for the prevention of cardiovascular diseases.

*Hypertension Research* (2013) 36, 1009–1019; doi:10.1038/hr.2013.102; published online 24 October 2013

**Keywords:** blood pressure; heart disease; kidney disease; sodium chloride; stroke

## INTRODUCTION

Excessive salt intake has been known to be an important environmental factor in the pathogenesis of hypertension. Not only many animal experiments but also epidemiological and interventional human studies demonstrated that high salt intake increased blood pressure (BP), and that salt reduction exhibited antihypertensive effects.<sup>1</sup> Therefore, it is clear that excessive salt consumption is one of the major factors for BP rise. In many guidelines for the management of hypertension, salt restriction is recommended as a lifestyle modification. In the Japanese Society of Hypertension Guidelines for the Management of Hypertension (JSH2009),<sup>2</sup> the target level of salt intake is set as <6 g per day. As the salt intake in the Stone Age is estimated to have been 0.5 to 3 g per day,<sup>3</sup> humans may have been adapted to such a low salt intake. There has been a marked increase in salt intake during the past 1000 years.<sup>4</sup> Considering human history, this increase has been very rapid. In the modern society, in which the

number of aged and obese people is greater than in the past, however, the effects of excessive salt intake in human health may be altered.

Many animal experiments showed the inhibitory effects of salt reduction on the onset and progress of cardiovascular diseases. However, it may remain controversial whether low salt intake is beneficial to suppression of cardiovascular diseases in humans. Salt reduction lowers BP but enhances the renin–angiotensin–aldosterone system.<sup>5</sup> Some studies have indicated that low salt intake stimulated the sympathetic nervous system and exacerbated the risk factors for metabolic syndrome.<sup>6</sup> As most studies regarding salt intake and cardiovascular diseases in humans have been epidemiological, some conflicting results may reflect the fact that the accurate assessment of dietary salt intake is difficult and that changes in salt consumption alters the dietary pattern. Furthermore, the increased risk for cardiovascular diseases with reducing salt intake in a few studies may simply indicate that high-risk patients with cardiovascular

<sup>1</sup>Department of Nephrology and Endocrinology, University of Tokyo Graduate School of Medicine, Tokyo, Japan; <sup>2</sup>Department of Nephrology and Hypertension, St Marianna University School of Medicine, Kanagawa, Japan; <sup>3</sup>Department of Health Science, Shiga University of Medical Science, Otsu, Japan; <sup>4</sup>Department of Internal Medicine, Saiseikai Kure Hospital, Kure, Japan; <sup>5</sup>Department of Medicine, Tokyo Women's Medical University Medical Center East, Tokyo, Japan; <sup>6</sup>Faculty of Human Life Science, Osaka City University Graduate School of Human Life Science, Osaka, Japan; <sup>7</sup>Department of General Internal Medicine, Iwate Prefectural Central Hospital, Morioka, Japan; <sup>8</sup>Kusaka Clinic, Kure, Japan; <sup>9</sup>Department of Internal Medicine Division of Cardio-Vascular Medicine, Kurume University School of Medicine, Kurume, Japan; <sup>10</sup>Division of Hypertension, Clinical Research Institute, National Kyushu Medical Center, Fukuoka, Japan and <sup>11</sup>Division of Hypertension and Nephrology, National Cerebral and Cardiovascular Center, Suita, Japan. Correspondence: Dr K Ando, Department of Nephrology and Endocrinology, University of Tokyo Graduate School of Medicine, 7-3-1 Hongo, Bunkyo-ku, Tokyo 113-8655, Japan. E-mail: katsua-ky@umln.ac.jp

Received 4 July 2013; accepted 24 July 2013; published online 24 October 2013

diseases are more positively performing salt-reducing strategies as compared with low-risk patients.

The purpose of this report is to validate evidence on the relationship of dietary salt intake to hypertension, cardiovascular diseases and the risk factors for cardiovascular diseases, and to clarify whether dietary salt reduction is beneficial in subjects with hypertension and/or cardiovascular diseases.

## SALT AND HYPERTENSION

### Salt intake and BP level

Many experimental, epidemiological and interventional studies demonstrated that high salt intake was associated with the onset and progress of hypertension.<sup>1,7</sup> According to a classical epidemiological study by Dahl and Love,<sup>8</sup> there was a positive correlation between salt intake and incidence of hypertension in the studied population, and hypertension was noted in ~30% of residents in the Tohoku District (1950s), with a salt intake of ~25 to 30 g per day. In Japan, the incidence of hypertension has rapidly decreased with a recent, marked reduction in salt intake. In the International Study on Salt and Blood Pressure (INTERSALT),<sup>9</sup> in which the relationship between salt intake and BP was investigated through a survey involving various areas of the world, including Yanomamo in South America (dietary salt intake: <0.1 g per day) and Tianjin in China (~15 g per day), there was a positive correlation between the salt intake estimated from the urinary excretion of sodium (Na) and BP. In particular, the mean BP was markedly low in a population with a very low salt intake (<3 g per day). In addition, there was no aging-related increase in BP in such a population with a very low salt intake. As there are individual differences in the salt-induced increase in BP (salt sensitivity),<sup>10,11</sup> it is difficult to identify the relationship between salt intake and BP in epidemiological studies involving a single population or populations with a similar lifestyle (salt intake). However, even such studies indicated the positive relationship between salt intake and BP.<sup>12,13</sup>

In Japan, there has been no large-scale, interventional study in which the antihypertensive effects of salt reduction were evaluated. In studies in Europe and the United States, such as the Trials of Hypertension Prevention (TOHP)-I,<sup>14</sup> Trial of Nonpharmacologic Interventions in the Elderly (TONE)<sup>15</sup> and Dietary Approaches to Stop Hypertension (DASH)-Sodium,<sup>16</sup> significant antihypertensive effects of salt reduction were observed. The achieved salt intake in these studies was lower than in the TOHP-II study,<sup>17</sup> in which there were no significant BP-lowering effects. Therefore, to obtain significant decrease in BP, salt intake should be reduced to some extent. For example, in the TONE study, the level of salt restriction effective for maintaining a normal BP after the discontinuation of an antihypertensive drug was ~5.6 g per day or less.<sup>18</sup> However, this value was obtained in Europe and the United States, in which the average salt intake in general public is lower than in Japan. A significant decrease in BP may be achieved in Japan even if salt intake is not reduced to the level that has been reported in Europe and the United States.

A meta-analysis of intervention studies,<sup>19</sup> in which the antihypertensive effects of moderate salt reduction were investigated, showed that when salt intake was reduced from 9.5 to 5.1 g per day (median) in hypertensive patients (4.6 g per day of decrease), there was a 5.0/2.7 mm Hg of mean decrease in BP (Figure 1). In other words, the systolic BP decreased by 1.2 mm Hg per 1.0 g per day salt reduction in hypertensive patients. In normotensive individuals, a 4.4 g per day decrease in salt intake led to a 2.0/1.0 mm Hg decrease in BP. Another meta-analysis indicated that a

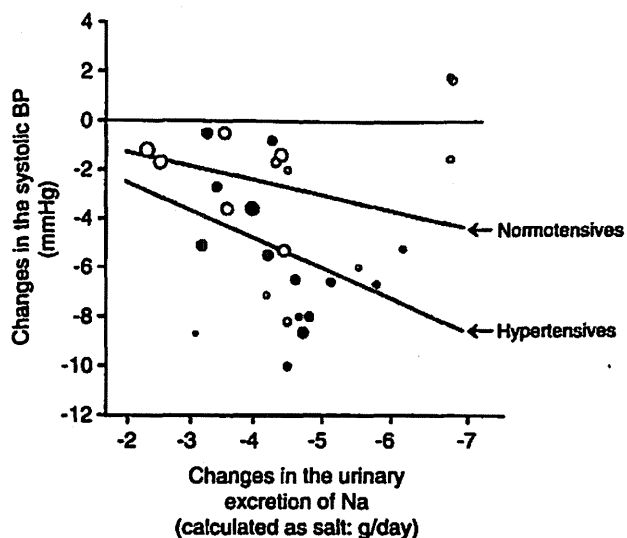


Figure 1 Meta-analysis of the antihypertensive effects of salt reduction.<sup>19</sup> In both hypertensive and normotensive individuals, the relationship between the grade of salt reduction estimated by urinary sodium (Na) excretion and blood pressure (BP) decrease was linear. Salt reduction may exhibit antihypertensive effects in accordance with its grade.

5.6 g per day decrease in salt intake resulted in a 3.7/0.9 mm Hg decrease in BP in hypertensive patients, and that a 7.4 g per day decrease in salt intake resulted in a 1.0/0.1 mm Hg decrease in BP in normotensive individuals.<sup>20</sup> Although the decrease in BP varied among studies, a reduced salt intake linearly lowered BP in accordance with its extent of decrease. Slight salt reduction could contribute to a decrease in BP, even though the BP decrease is small.

Thus, BP rises in accordance with increase in salt intake. Based on the results of the above interventional study,<sup>14-18</sup> salt intake must be reduced to ~6 g per day or less to obtain a significant decrease in BP in a population with the same salt intake as reported in Europe and the United States. Considering this, the target salt intake was established as <6 g per day in many guidelines for hypertension treatment. In addition, in the INTERSALT<sup>9</sup> study, the mean BP was markedly lower in a population with a salt intake of <3 g per day. In the DASH-Sodium<sup>16</sup> study, salt reduction at 3.8 g per day (period of 30 days) resulted in a marked decrease in BP without causing adverse events. Therefore, a salt intake of <6 g per day has been considered to be reasonable.

### Individual differences in the BP response to salt reduction

There are marked individual differences in the BP response to changes in salt intake.<sup>10,11</sup> Clinically, the antihypertensive effects of salt reduction are large in elderly individuals, obese subjects, patients with metabolic syndrome, diabetics, hypertensives with kidney dysfunction and low-renin hypertensives.<sup>7</sup> However, as many factors are involved in the salt sensitivity of BP in a complex manner, it is difficult to predict the salt sensitivity based on clinical characteristics in individual patients. The salt sensitivity of BP is consecutively distributed,<sup>10,11</sup> and antihypertensive effects may be achieved in many patients by reducing salt intake (Figure 2). Furthermore, a study reported that in resistant hypertensive patients, salt reduction from 15 to 3 g per day led to a decrease in BP even during the administration of antihypertensive drugs.<sup>21</sup> Actually, it was established that salt restriction enhanced the effects of several antihypertensive drugs.