

Title	高齢者における咬合力と栄養摂取との関連
Author(s)	猪俣, 千里
Citation	大阪大学, 2015, 博士論文
Version Type	VoR
URL	<a href="https://doi.org/10.18910/52336">https://doi.org/10.18910/52336</a>
rights	
Note	

*Osaka University Knowledge Archive : OUKA*

<https://ir.library.osaka-u.ac.jp/>

Osaka University

# 高齢者における 咬合力と栄養摂取との関連

大阪大学大学院歯学研究科

統合機能口腔科学専攻 顎口腔機能再建学講座

有床義歯補綴学・高齢者歯科学分野

猪俣 千里

指導

大阪大学大学院歯学研究科

統合機能口腔科学 顎口腔機能再建学講座

有床義歯補綴学・高齢者歯科学分野

前田芳信教授

## 研究 1

### **【緒言】**

戦後，生活環境の向上，食生活・栄養状態の改善，医療技術の進歩などにより，日本の平均寿命は延伸し続けている．平成 25 年時点で，日本の平均寿命は，男性 80.21 歳，女性 86.61 歳であり，世界の最長寿国である(1)．また出生数は，5 年ごとに推定される，日本の将来推計人口における出生数を下回っており(2)，予想を超える勢いで少子化が進んでいる．そして高齢化と少子化が同時に進んだ結果，平成 25 年時点で，日本の 65 歳以上の高齢者人口が，総人口に占める割合は，過去最高の 25.1%となり，我々は超高齢社会に直面している(3)．さらに，今後も日本の人口構造は変化し，約 40 年後には 65 歳以上の者が 40%程度となり，社会の高齢化はますます進むと予想されている(4-5)．また，我が国の社会保障給付費は，平成 23 年度で 107 兆円を超え，財政基盤に関する課題を生じている(6)．

我が国の社会保障給付費が、財政基盤を圧迫していることの原因として、日常生活に制限のある、不健康な期間の長いことが挙げられる。平成 22 年時点での日本の健康寿命は、男性 70.42 歳、女性 73.62 歳であり、平均寿命と健康寿命の差である不健康期間は、男性 9.13 年、女性 12.68 年とされている(7)。この期間は日常生活が制限された状態であり、医療費や介護給付費の多くを消費する。そこで厚生労働省は、第二次健康日本 21 を提唱し、健康で障害のない期間である健康寿命をのばし、不健康期間を短縮することで、個人の生活の質の低下を防ぎ、社会保障負担の軽減も期待できるとしている。

我々は歯科医師として、口腔の健康を守る立場から、健康長寿に関連する要因を明らかにし、ますます高齢化が進む将来の日本に対し、貢献する必要がある。

これまでに、口腔と全身状態との関連については、多くの報告がある(8)。特に近年、口

腔と循環器系疾患(9-12)や悪性新生物(13-14)との関連が注目されており，そのパスウェイとして主に，歯周病原細菌が原因の慢性炎症によるものと(9,15)，咀嚼機能の低下から食習慣に偏りが生じることによるもの(13)が考えられる．

口腔と栄養摂取との関連においては，咀嚼障害により食品選択が制限され，硬くて咀嚼しにくいものを避け，軟らかくて咀嚼しやすいものを好み，野菜類やビタミン類などの摂取が少ないことなどが報告されている(16-19)．また，栄養摂取と全身との関連においては，高カロリーで，食物繊維やタンパク質，ビタミン類が少ない偏った食習慣を続けることで，死亡率が高くなることが報告されている(20)．その一方で，野菜類を十分に摂取することで，循環器系疾患や脳卒中(9-11,21-23)のリスクが下がることが，すでに多く報告されている．

これまでの報告においては，咀嚼機能の評価として，その簡便性から，歯数を用いてい

るものが多く，咬合支持もみられる(24-25)．  
しかしながら，歯数または咬合支持のみを咀嚼機能の評価として用いる場合，それらが同数であれば，義歯の良否のみならず，義歯を使用しているも，していなくても，咀嚼機能は同じとみなされ，義歯使用による効果を全く反映することができない．義歯使用による効果も反映した咀嚼機能の評価ができれば，より適切な咀嚼機能の評価を行うことが可能であると考えられる．

これまでに，歯や義歯の状態の自己評価と栄養摂取との関連(25)，全部床義歯使用者，部分床義歯使用者と有歯顎者における栄養摂取の違い(26)，全部床義歯とインプラントオーバーデンチャーにおける栄養摂取の違い(27)が報告されている．しかしながら，これらの報告において，咀嚼機能を客観的な評価法を用いて評価しているものはない．

そこで本研究においては，咀嚼機能の評価として，義歯装着の効果も反映した評価が可

能で、客観的評価である咀嚼能率との間に正の相関が認められることがすでに報告されている、咬頭嵌合位付近の全歯列の最大咬合力(以下、咬合力)(28)を用いることとした。

本研究の目的は、自立した70歳の高齢者を対象に、咬合力と栄養摂取との関連を検討すること、さらに歯数を調整したうえでの、咬合力と栄養摂取との関連を検討することとした。

## 【方法】

### ・対象者

現在，我々の研究グループは，70歳，80歳，90歳と100歳以上の高齢者を対象に，健康長寿の関連要因を探索する SONIC (Septuagenarian, Octogenarian, Nonagenarian Investigation with Centenarian) Study を行っている．SONIC Study では，大阪大学大学院歯学研究科，同医学系研究科，同人間科学研究科，地方独立行政法人東京都健康長寿医療センター研究所，慶應義塾大学病院百寿総合研究センター，東京大学大学院医学系研究科の研究者が共同で，健康長寿に関連する因子を探索する，学際的研究を行っている．

本研究の対象者は，このうちの70歳群ベースラインのコホートであり，以下のような包含基準より決定した．まず，兵庫県伊丹市，朝来市，東京都板橋区，西多摩郡の，特定の地区の住民基本台帳から，69-71歳(70歳群)の4307名を抽出し，調査の依頼状を送付した．



そして、その中から研究参加の同意が得られた 70 歳群 1000 名(男性 477 名, 女性 523 名)を調査の対象とした。そのうち, 平成 22 年 7 月から平成 23 年 3 月までに行われた調査において, 本研究の歯科検診と栄養調査を全て完了することができたのは, 70 歳群 981 名であった。対象者の除外基準は, 栄養調査の結果によるため, 後述する。

・倫理面

本研究は, 大阪大学大学院歯学研究科倫理審査委員会の承認を得て実施した(承認番号: H22-E9)。

・評価項目(咀嚼機能: 歯数と咬合力)

咀嚼機能の評価としては, 歯数と咬合力を用いた。歯数は歯科検診から, 0, 1-10, 11-20, 21-27, 28-32 本の 5 群に分類し, 順序変数として用いた。

咬合力は, デンタルプレスケール(50H, R タ

イプ, ジーシー社)を用いて測定した。これは, 厚さ  $98\mu\text{m}$  の感圧シートで, ポリエチレンテレフタラートのシートの中に, 発色剤を含むマイクロカプセルが含まれているものである。圧力が加わると, そのマイクロカプセルが崩壊し, 赤色に発色する。圧力の大きさにより発色の濃度が高くなり, その面積と濃度をイメージスキャナー(オクルーザー FPD-707, 富士フイルム社)で読み取り, 咬合力を算出した。

対象者には, デンタルプレスケールを, 咬頭嵌合位にて 3 秒間可及的に強い力で噛みしめてもらった。また義歯装着者は, 義歯を装着した状態で測定した。これにより, 義歯装着者においては, 義歯装着の効果も反映した歯列全体の状態を評価することができる(29-30)。咬合力の測定は, 大阪大学歯学部附属病院咀嚼補綴科に所属しており, トレーニングを受けた, 経験豊富な歯科医師が行った。

・ 評価項目 (栄養摂取)

食品・栄養摂取の評価には、簡易型自記式食事歴法質問票 (BDHQ : a brief-type self-administered diet history questionnaire) を用いた。これは、過去 1 か月間の各食品の摂取頻度、摂取量、普段の食行動、調理方法を回答する質問票であり、各食品は我が国において一般的なものの 58 種類としている。日本人の食事摂取基準に基づいて開発された、専用の栄養価計算プログラムにより、15 種類の食品群 (穀類、豆類、いも類、菓子類、果実類、緑黄色野菜、その他の野菜、魚介類、肉類、卵類、乳類、甘味料類、油脂類、嗜好飲料類) と多数の栄養素 (たんぱく質、脂質、炭水化物、灰分、ナトリウム、カリウム、カルシウム、マグネシウム、リン、鉄、亜鉛、銅、マンガン、レチノール、ビタミン D、ビタミン E、ビタミン K、ビタミン B1、ビタミン B2、ナイアシン、ビタミン B6、ビタミン B12、葉酸、パントテン酸、ビタミン C、飽和脂肪酸、一

価不飽和脂肪酸，多価不飽和脂肪酸，コレステロール，食物繊維，食塩，ショ糖，アルコール，n-3系脂肪酸，n-6系脂肪酸など)の摂取重量を算出することができる(31-32)．対象者には自宅でBDHQに回答するよう指示し，調査会場にて東京大学大学院医学系研究科の研究者(管理栄養士)または大阪大学歯学部附属病院咀嚼補綴科に所属している歯科医師が，BDHQの回答内容の確認を行った．また，各食品群・栄養素の摂取量に関しては，過大申告や過少申告による影響を最小限にするために密度法を用い，1000kcalあたりの摂取量である，“摂取重量”を用いた．

#### 各食品群・栄養素の摂取重量

$$= \text{各食品群・栄養素の摂取量} / \text{総エネルギー摂取量} \times 1000$$

栄養調査による対象者の除外基準は、1)総エネルギー摂取量が600kcal以下または4000kcal以上の者、2)医師や栄養士に食事指導を受けて食事のコントロールをしている者、またはこの1年間に意識的に食事習慣を変更した者とした。

・評価項目(社会経済的因子)

次に、社会経済的因子として、アンケートにより経済状態、教育歴、家族構成、居住地域を得た。聞き取りは、大阪大学大学院人間科学研究科または東京都健康長寿医療センター研究所に所属している研究者が行った。経済状態は、余裕がない、普通である、余裕がある、の3群に、教育歴は、教育年数が9年以下、10-12年、13年以上、の3群に分類し、それぞれ順序変数として用いた。また家族構成は、独居、夫婦二人、二世帯その他の3群に、居住地域は、兵庫県伊丹市、朝来市、東京都板橋区、西多摩郡の4群に分類し、それ

ぞれ名義変数として用いた。

・ サンプルサイズについて

全てのデータが揃っている 981 名のうち、総エネルギー摂取量が 600kcal 以下または 4000kcal 以上の者 (6 名)、医師や栄養士に食事指導を受けて食事のコントロールをしている者 (123 名)、またはこの 1 年間に意識的に食事習慣を変更した者 (95 名) は、分析の対象から除外した。その結果、分析対象者は 757 名 (男性 373 名、女性 384 名) となった。

サンプルサイズについて、効果量を 0.02、 $\alpha$  エラーを 0.05、検定力を 0.80、重回帰分析における調整因子数を 6 として、G\* Power (33) を用いた検定を行った結果、必要なサンプル数は 680 となり、本研究のサンプルサイズは十分であると判断した。

## 【結果】

### 対象者の概要(表 1)

性別については、男性 373 名(49.3%)、女性 384 名(50.7%)、経済状態については、“余裕がない”が 175 名(23.1%)、“普通である”が 398 名(52.6%)、“余裕がある”が 184 名(24.3%)、教育歴については、“9 年以下”が 209 名(27.6%)、“10-12 年”が 364 名(48.1%)、“13 年以上”が 184 名(24.3%)、家族構成については、“独居”が 96 名(12.7%)、“夫婦二人”が 365 名(48.2%)、“二世帯その他”が 296 名(39.1%)、居住地域については、“伊丹市”が 186 名(24.6%)、“朝来市”が 184 名(24.3%)、“板橋区”が 185 名(24.4%)、“西多摩郡”が 202 名(26.7%)であった。残存歯数は、“0 本”が 33 名(4.4%)、“1-10 本”が 85 名(11.2%)、“11-20 本”が 162 名(21.4%)、“21-27 本”が 377 名(49.8%)、“28-32 本”が 100 名(13.2%)、BMI(kg/m<sup>2</sup>)については、“18.5 未満”が 39 名(5.2%)、“18.5-25”が 563(74.4%)、“25 以上”が 155 名(20.5%)であっ

た。また対象者の年齢は、70.1 (平均値)  $\pm$  0.9 (標準偏差) 歳、BMIは  $22.8 \pm 2.9 \text{ kg/m}^2$ 、総エネルギー摂取量は  $1952 \pm 545 \text{ kcal}$ 、歯数は  $20.4 \pm 8.1$  本、咬合力は  $554 \pm 352 \text{ N}$  であった。

## 分析 I 咬合力 3 分位の各群の特性

### 1. 統計学的分析

まず対象者を、咬合力 3 分位で 3 群に分類し、各群の特性について検討した。咬合力 3 分位の各群と性別、社会経済的因子(経済状態、教育歴、家族構成、居住地域)との関連を、 $\chi^2$  検定を用いて検討した。次に、咬合力 3 分位の各群における、BMI、総エネルギー摂取量、歯数について、一元配置分散分析を用いて検討した。

分析用ソフトウェアは、SPSS Version19.0 (IBM Japan, 東京)を用いた。統計学的有意水準は 5%とした。



## 2. 結果

咬合力 3 分位の各群の咬合力の中央値 (25, 75 パーセンタイル値) は 192(114, 276)N, 502(421, 580)N, 926(766, 1097)N であり, この順で低位群, 中位群, 高位群と定義した (表 2).  $\chi^2$  検定の結果, 性別は, 咬合力との間に有意な関連を認め ( $p < 0.001$ ), 女性では低位群の割合が高く, 男性では高位群の割合が高かった. また教育歴も, 咬合力との間に有意な関連を認め ( $p = 0.024$ ), 教育歴が 13 年以上の者では高位群の割合が高かった. 経済状態, 家族構成, 居住地域とは, 有意な関連は認められなかった.

次に, 咬合力 3 分位の各群の BMI について, 一元配置分散分析を行った結果, 低位群で  $22.8 \pm 2.9$  ( $\text{kg}/\text{m}^2$ ), 中位群で  $22.8 \pm 3.1$  ( $\text{kg}/\text{m}^2$ ), 高位群で  $22.9 \pm 2.8$  ( $\text{kg}/\text{m}^2$ ) であり, 有意な関連は認められなかった ( $p = 0.887$ ). また, 総エネルギー摂取量は, 低位群で  $1950 \pm 573$  kcal, 中位群で  $1937 \pm 514$  kcal, 高位群で  $1969 \pm 547$  kcal

であり，有意な関連は認められなかった ( $p=0.806$ )。一方で，歯数は，低位群で  $13.8 \pm 8.8$  本，中位群で  $21.8 \pm 6.4$  本，高位群で  $25.3 \pm 3.4$  本となり，咬合力と有意な関連が認められた ( $p < 0.001$ )。

## 分析Ⅱ 咬合力 3 分位の各群と各食品群の摂取重量との関連

### 1. 統計学的分析

栄養摂取には，年齢，性別，社会経済的因子が関連することが報告されており，過去の栄養疫学に関する報告においては，これらの因子を考慮した統計学的分析を行うことが多い(34)。そこで本研究では，年齢は統一されているので，まず Model 1 として，性別を調整因子として投入し，咬合力 3 分位の各群と各食品群の摂取重量との関連を，重回帰分析を用いて検討した。次に Model 2 として，性別に加え，社会経済的因子を調整因子として投入し，咬合力 3 分位の各群と各食品群の摂

取重量との関連を，強制投入法による重回帰分析を用いて検討した．最後に，Model 3として，Model 2にさらに歯数を調整因子として投入し，咬合力 3 分位の各群と各食品群の摂取重量との関連を，強制投入法による重回帰分析を用いて検討した．

表 3 には，咬合力 3 分位の各群における，各食品群の調整済み平均摂取重量とその 95% 信頼区間を示した．

分析用ソフトウェアは、SPSS Version19.0 (IBM Japan, 東京)を用いた．統計学的有意水準は 5%とした．

## 2. 結果

Model 1 においては，緑黄色野菜 ( $P$  for trend $<0.001$ )，その他の野菜 ( $P$  for trend $<0.001$ )の摂取重量は，咬合力 3 分位の高位群が低位群に比べて，有意に大きい傾向を認めた．それとは逆に，穀類 ( $P$  for trend =0.019)の摂取重量は，高位群が低位群に比べて，小

さい傾向を認めた。また、魚介類の摂取重量は、高位群が低位群に比べて大きかったが、有意な結果とはならなかった ( $P$  for trend = 0.080)。その他の食品群の摂取重量は、咬合力 3 分位の各群とは、有意な関連は認められなかった。

次に、Model 2 においては、緑黄色野菜 ( $P$  for trend = 0.001)、その他の野菜 ( $P$  for trend = 0.001) の摂取重量は、咬合力 3 分位の高位群が低位群に比べて、有意に大きい傾向を認めた。それとは逆に、穀類の摂取重量は、高位群が低位群に比べて小さかったが、有意な結果とはならなかった ( $P$  for trend = 0.073)。また、その他の食品群の摂取重量は、咬合力 3 分位の各群とは、有意な関連は認められなかった。

さらに、Model 3 においては、歯数を調整因子に加えてもなお、緑黄色野菜 ( $P$  for trend = 0.029)、その他の野菜 ( $P$  for trend = 0.009) の摂取重量は、咬合力 3 分位の高位群が低位群

に比べて、有意に大きい傾向を認めた。また、その他の食品群の摂取重量は、咬合力 3 分位の各群とは、有意な関連は認められなかった。

### 分析Ⅲ 咬合力 3 分位の各栄養素の摂取重量との関連

#### 1. 統計学的分析

分析Ⅱと同様に、まず Model 1 として、性別を調整因子として投入し、咬合力 3 分位の各群と各栄養素の摂取重量との関連を、重回帰分析を用いて検討した。次に Model 2 として、性別に加え、社会経済的因子を調整因子として投入し、咬合力 3 分位の各群と各栄養素の摂取重量との関連を、強制投入法による重回帰分析を用いて検討した。最後に、Model 3 として、Model 2 にさらに歯数を調整因子として投入し、同様にして重回帰分析を用いて検討した。

表 4 には、咬合力 3 分位の各群における、各栄養素の調整済み平均摂取重量とその 95%

信頼区間を示した。

分析用ソフトウェアは、SPSS Version19.0 (IBM Japan, 東京)を用いた。統計学的有意水準は5%とした。

## 2. 結果

Model 1 においては、ビタミン A ( $P$  for trend =0.011), ビタミン B<sub>6</sub> ( $P$  for trend <0.001), 葉酸 ( $P$  for trend =0.001), ビタミン C ( $P$  for trend =0.002), ビタミン E ( $P$  for trend =0.001), 食物繊維 ( $P$  for trend =0.005), ナイアシン ( $P$  for trend =0.015), パントテン酸 ( $P$  for trend =0.002)の摂取重量は、咬合力3分位の高位群が低位群に比べて、有意に大きい傾向を認めた。

次に、Model 2 においては、ビタミン A ( $P$  for trend =0.025), ビタミン B<sub>6</sub> ( $P$  for trend =0.001), 葉酸 ( $P$  for trend =0.002), ビタミン C ( $P$  for trend =0.003), ビタミン E ( $P$  for trend =0.005), 食物繊維 ( $P$  for trend =0.008), ナイアシン ( $P$

for trend =0.027), パントテン酸 ( $P$  for trend =0.005)の摂取重量は, 咬合力 3 分位の高位群が低位群に比べて, 有意に大きい傾向を認めた.

さらに, Model 3 においては, 歯数を調整因子に加えてもなお, ビタミン A ( $P$  for trend =0.011), ビタミン B<sub>6</sub> ( $P$  for trend =0.023), 葉酸 ( $P$  for trend =0.037), ビタミン C ( $P$  for trend =0.027), 食物繊維 ( $P$  for trend =0.048)の摂取重量は, 咬合力 3 分位の高位群が低位群に比べて, 有意に大きい傾向を認めた. また, ビタミン E ( $P$  for trend =0.177), ナイアシン ( $P$  for trend =0.090), パントテン酸 ( $P$  for trend =0.087)の摂取重量と咬合力 3 分位の各群とは, 有意な関連は認められなかった.

## 【考察】

### 1. 対象者について

各地域の住民基本台帳から、対象年齢の者全てに調査依頼の手紙を送る、悉皆調査を行った。調査参加に同意し、歯科検診と栄養調査を含む、SONIC Studyの調査項目を全て終えることのできた者は、依頼数の23.2%であった。そのため、参加者には選択バイアスが生じている可能性がある。そこで、本研究の対象者と同年代の一般的な高齢者とを、いくつかの要素で比較した。

本研究の対象者における教育歴の分布は、教育年数が9年以下、10-12年、13年以上の順で、27.6%、48.1%、24.3%であるのに対し、平成22年度の国勢調査の65-74歳における教育歴の分布は、35.9%、48.7%、15.4%(4)であり、本研究の対象者の方が、我が国の一般的な同年代の高齢者よりも高学歴であった。また、本研究の対象者における家族構成の分布は、独居、夫婦二人、二世帯その他の順で、



12.7%, 48.2%, 39.1%であるのに対し, 平成22年度の国勢調査における65-74歳の家族構成の分布は, 13.7%, 43.5%, 42.7% (4) であり, 本研究の対象者と一般的な同年代の高齢者とは, 著しい差は認めなかった.

本研究の対象者の平均歯数は20.4本であったのに対し, 平成23年の歯科疾患実態調査において65-74歳を対象にした結果では, 平均歯数は19.3本であった(35)ことから, 歯数に関しては, 本研究の対象者と一般的な同年代の高齢者とは, 著しい差は認めなかった.

本研究の対象者の総エネルギー摂取量の平均値は, 男性が $2084 \pm 564$ kcal, 女性が $1823 \pm 493$ kcalであったのに対し, 平成24年度の国民健康・栄養調査において70歳以上を対象とした結果では, 男性が $1898 \pm 516$ kcal, 女性が $1585 \pm 421$ kcalであった(36). また厚生労働省の食事摂取基準において, 推定エネルギー必要量は, 70歳以上の男性が2200kcal, 女性が1750kcalであった(37). このことから, 本研究

の対象者は、一般的な同年代の高齢者より総エネルギー摂取量が多い傾向はあるものの、推定エネルギー必要量とは著しい差を認めず、適切なエネルギーを摂取している集団であると考えられる。

さらに、本研究の対象者のBMIの平均は、男性で $23.1 \pm 2.6 \text{ kg/m}^2$ 、女性で $22.6 \pm 3.2 \text{ kg/m}^2$ であったのに対し、平成24年度の国民健康・栄養調査において70歳以上を対象とした結果では、男性で $23.09 \pm 3.22 \text{ kg/m}^2$ 、女性で $23.06 \pm 3.61 \text{ kg/m}^2$ であった(36)ことから、本研究の対象者のうち女性においては、一般的な同年代の高齢者に比べて、やや痩せているが、大きな差は認めなかった。

本研究の対象者は、自立した生活を送っており、決められた日時に、調査会場へ自力で到達することが可能である。したがって、我が国の一般的な同年代の高齢者よりも、身体機能のみならず認知機能の面で、より健康的な者を対象としていることは、留意しておく

べきである。しかしこのことは、本研究で用いた簡易型食事歴法質問票(BDHQ)が、直近の1か月間の食事習慣を記憶に頼って回答するものであることに対して、有利な点である。さらに本研究は、その結果を日本人の高齢者全体に一般化することは目的としていない。したがって、対象者は本研究の目的に対して、適切な集団であると考えられる。

食事習慣は、生活様式により異なり(38)、また生活様式は社会情勢や幼少期からの時代背景により違いがあると考えられる。これまでの報告では、対象者の年齢が幅広く分布していたため、対象者間の時代背景の差が大きく、これを年齢の調整だけで統計学的手法により排除するのは、非常に困難であった。そこで、対象者の年齢を69-71歳という狭い年齢幅に限定することで、時代背景を含めた年齢という最も一般的な交絡因子を、研究の計画段階で排除したことが、本研究の強みの一つである。

## 2. 研究方法について

### 1) 咀嚼機能の評価について

口腔と栄養摂取についてのこれまでの報告では、咀嚼機能の評価として、歯数(17,39-43)や咬合支持数(44-45)、無歯顎者の義歯の使用の有無(46)、アンケートによる主観的な咀嚼機能の評価(47)、主観的な義歯の質の評価(24)など、様々な方法を用いて評価されてきた。歯数は、歯科検診によって、簡単に、客観的に、短時間で評価できる方法であることから、最も多く用いられてきた。しかし、アンケートによる咀嚼能力や義歯の質の評価は、あくまでも主観的評価にすぎず、回答者の性格などの影響を受ける可能性が高いため、信頼性は十分でないと考えられる。

日本補綴歯科学会の咀嚼障害評価法のガイドラインによると、咀嚼には、食物を摂取してから食塊にし、嚥下するまで、摂食・咬断・粉碎・混合・食塊形成・嚥下などのさまざまな機能があり、また各機能は独立したもので

はなく、相互に関連し影響し合っているため、各機能を客観的・定量的に評価・判定することは難しいとされている(48)。

このように、複雑な咀嚼機能について、その能力を測定する方法は実に多数あり、より多くの検査法を同時に用いて評価する方が、正確な評価に近づくと考えられる。しかしながら、本研究は約1000人の高齢者を対象とした大規模な調査であり、1日あたり30-50人の参加者に対し、医学・歯学・栄養学・心理学の専門家がそれぞれ必要な検査を行っている。したがって、参加者の疲労を考慮し、可及的に短時間で、信頼性と妥当性の高い方法を用いる必要があった。そこで今回は、咀嚼能率との関連が強く(49)、わずかな3秒間で測定することが可能な咬合力を用い、咀嚼機能の評価とした。

## 2) 咬合力の測定について

咀嚼機能の評価として用いた咬合力は、最も重要な口腔機能の1つである咀嚼能率と正の相関があることは、すでに報告されている(28,50-51)。咬合力の測定法には、ロードセル等を咬合させることによって個々の歯の咬合力を測定するもの(52-54)、歯列型のシート等を用いて全歯列の咬合力を測定するもの(28,30,50-51,55-58)、全部床義歯に取り付けたロードセル等を介して咬合時の上下顎間の圧力を測定するもの(59)などがある。個々の歯の咬合力は、測定する歯の状態が大きく影響し、対象者の歯列全体の状態を反映しているとは言えない。そこで本研究においては、義歯装着の効果も含めた、全歯列の状態を反映した咬合力を計測することが可能な、デンタルプレスケール(ジーシー社)を使用することとした。

デンタルプレスケールは、富士フイルム社が開発した圧力の大きさに応じて発色する圧

力測定用フィルム(プレスケール)を歯科用に  
応用したフィルムである(30,58). デンタルプ  
レスケールとイメージスキャナー(FDP-707,  
富士フィルム社)によって算出された咬合力  
の値は, 咬頭嵌合位付近における咬合時の各  
接触面積と, その平均圧力の総和である.

デンタルプレスケールを用いて咬合力を測  
定する利点として, シートの厚みが約 $98\mu\text{m}$ と  
非常に薄く, 咬頭嵌合位に近い状態で測定が  
できること, 測定時にはシート以外の特殊な  
機器を使用せず, 簡便であること, 測定にか  
かる時間が短く, 多人数の高齢者に対して行  
う調査に適していることなどが挙げられる.  
またデンタルプレスケールは, 妥当性が高く  
(58), 変動係数が平均15%程度と再現性も高い  
(56)ことも報告されている.

また本研究においては, デンタルプレスケ  
ールの検査者内, 検査者間の信頼性について  
も検討を行った. 実際に調査に参加している  
大阪大学歯学部附属病院咀嚼補綴科の歯科医

師6名が、他の5名の咬合力を、デンタルプレスケールを用いて5回ずつ測定した。その結果、5名の咬合力の平均値±標準偏差はそれぞれ、 $409\pm 47$  N,  $525\pm 23$  N,  $556\pm 55$  N,  $692\pm 91$  N,  $959\pm 70$  Nであり、検査者間の信頼性は十分であった (ICC=0.98, 95%CI=0.96-0.99)。さらに、検査者内の信頼性についても、 $\%CV=7.81\pm 1.8$  となり、十分であった。以上のことから、トレーニングを受けた検査者が、デンタルプレスケールを適切に使用すれば、咬合力について、信頼性の高いデータを得ることが可能であると考えられる。

高齢者においては歯を多く喪失していることが多く、義歯による補綴がなされる場合が多い。歯数のみを咀嚼機能の評価として用いるよりも、義歯を装着した状態での全歯列の咬合力を測定し、これを咀嚼機能の評価とすれば、義歯装着の有無や義歯の質も反映した評価をすることが可能であると考えられる。

また現時点の歯科医療では、一旦喪失した



歯を再生することはできないので，“歯数が少ないと，栄養摂取状態が悪い”という報告は，歯数が少ない人にとっては希望のない結果である．一方で，“義歯を装着した状態での咬合力が大きい人の方が，野菜類などを多く摂取している”という本研究の結果は，たとえ歯が少なくても，補綴治療により，咬合力を回復することで，野菜類などを多く摂取することができることを示唆している．これは，残存歯数が少ない人々に希望を与える．以上の理由から，咀嚼機能の評価に，咬頭嵌合位の全歯列の咬合力を用いた．

### 3) 栄養摂取の評価について

栄養摂取の評価法には，食事記録法，食事思い出し法，生体指標を用いた方法，食物摂取頻度法(60)，食事歴法(31-32)などがある．

食事記録法とは，食べたものの食品名と重量を日記として記録するものであり，食事思い出し法とは，食べたものの食品名と重量を

思い出す方法である。どちらも短期間の食事を評価するには比較的正確であるが、対象者の高い協力度と食事に関する知識が必要であること、データ入力と解析に大きな労力がかかることから、本研究のような大規模調査では採用できない。

生体指標を用いた方法とは、血液や尿などの生体試料中に存在する特定の栄養素を分析する方法である(61)。しかし、これは対象者だけでなく調査者にも多くの労力を費やすこと、また生体指標が存在する栄養素が限られていることなどから、本研究では適当とは言えない。

食物摂取頻度法とは、一定期間内にどの程度の頻度で目的とする食物を摂取したかを、漠然とした習慣に頼って思い出す、質問票による方法である。質問票は、食品名、その摂取頻度、1回に摂取するおよその量を尋ねる質問から成り立っている(60)。

食事歴法とは、食物摂取頻度法に加えて、

食行動（例えば、鶏肉の皮を好んで食べるか否かなど）に関する情報も収集する、質問票による方法である。食事歴法の特徴は、食行動に関する質問から得られる情報が、栄養価計算の際に利用されることである。

食物摂取頻度法や食事歴法は、質問票と解析プログラムの開発が難しく、予めリストアップした食品に関する情報しか得られない。しかし、妥当性が示されている質問票を使用すれば、食事習慣を把握することが可能であり、また対象者、研究者の労力が比較的少ない。口腔の状態は、習慣的な食品・栄養摂取に影響すると考えられること、また大規模調査で、比較的安価・迅速にデータを得ることができることから、本研究では質問票による食事歴法を採用した。

また、本研究で採用した簡易型自記式食事歴法質問票(BDHQ)は、自己申告で回答するため、過少・過大申告による系統誤差が生じることが問題である。その解決方法として、密

度法により，計算された各食品群・栄養素の摂取量を総エネルギー摂取量で除し，1000kcalあたりの摂取重量を算出し，これを分析に使用することとした．したがって，得られた値は，個人における各食品・栄養素の摂取割合となる．

また，現代社会において，健康に良いとされているさまざまなサプリメントが存在し，実際に本研究においても使用している者を多く認めた．サプリメントの種類に関しては，考慮すべき事項であるが，本研究の方法では把握できないのが現状である．しかしながら，BDHQからは，サプリメントの使用頻度が把握できるため，本研究の重回帰分析のモデルの説明変数に投入し，分析を行ったが，有意な変数とはならなかった．このことから，本研究の結果に，サプリメントの使用の有無による有意な影響はないと考えている．

### 3. 研究結果について

#### 分析 I : 咬合力3分位の各群の特性

咬合力3分位の各群と性別との関連について、 $\chi^2$ 検定を行った結果、高位群で男性の割合が有意に高かった。一般的に、同年代の男女を比べると、男性の方が女性より筋力が大きいことは明らかであり、この結果は妥当であると考えられる。また、咬合力3分位の各群と教育歴との関連については、高位群で教育歴が13年以上の者の割合が有意に高かった。一般的に、教育歴が短いと、歯数が少ないことは多く報告され(62-63)、本研究においても同様の結果がみられた(ANOVA,  $p=0.005$ )。また本研究において、咬合力と歯数は高い相関を示す(Spearman:  $r=0.631$ ,  $p<0.001$ )ことから、咬合力と教育歴との関連が有意であることは、妥当な結果であると考えられる。

## 分析Ⅱ，Ⅲ：咬合力3分位の各群と各食品群・栄養素の摂取重量との関連

本研究においては、対象者を咬合力の3分位で3群に分類し、その各群と栄養摂取との関連を、重回帰分析を用いて検討した。このような手法は、栄養疫学においてはよく用いられるものであり(64)、本研究の共同研究者である栄養疫学の専門家による意見を参考に採用したものである。この方法の利点は、咬合力3分位の各群の、各食品群・栄養素の調整済み平均値が得られることである。あくまでも参考値に過ぎないが、この値を日本人の食事摂取基準(37)と比較することも可能である。また咬合力については、日本人の高齢者における、具体的な正常・異常値が定められていないため、この集団内における、咬合力の大きさと栄養摂取との関連を検討することを目的とし、この分析手法を選択した。

過去の文献においては、性別、教育歴、経済状態、家族構成、居住地域などの社会経済

的因子は、食品・栄養摂取に関連する交絡因子として、分析に用いられている(16,34,65)。しかしながら、歯科と食品・栄養に関するこれまでの報告において、これらの交絡因子を統計解析に投入し、分析しているものは極めて少ないのが現状である。

また、食品・栄養摂取についての報告において、しばしば交絡因子として挙げられているものに、身体活動度、喫煙・飲酒歴、糖尿病の既往などがあるが、本研究では交絡因子として重回帰分析に投入しなかった。その理由は以下のとおりである。参加者は会場調査に自力で来ることが可能であり、自立した生活を送っている者であることから、身体活動度に大きな差はないと考えた。また喫煙・飲酒歴と、性別との関連を2変量間で検討すると、いずれも男性の方が高く、これらを交絡因子としてModel 2 とModel 3に投入すると、喫煙・飲酒歴は、各食品群・栄養素の摂取重量において、有意な説明変数とはならなかった。

一方で、それでもなお咬合力は有意な説明変数となった。このことから、栄養摂取を目的変数とした場合に、性別を交絡因子として投入すれば十分であると考えた。最後に、“医師や栄養士などの専門家による食事指導を受けているか”、“この1年間に意識的に食習慣を変えたか”という質問に該当する者は、BDHQの除外基準に従ってあらかじめ分析対象者から除外しているため、交絡因子として糖尿病の既往を加える必要はないと考えた。

Model 3においては、Model 2の調整因子にさらに歯数を加えて、重回帰分析を行った。その結果、Model 2で咬合力が有意な説明変数となった食品群・栄養素のうち、緑黄色野菜、その他の野菜、ビタミンA、ビタミンB<sub>6</sub>、葉酸、ビタミンC、食物繊維は、高位群が低位群に比べて、有意に大きい傾向を認めた。このことから、歯数が同じでも、咬合力が大きい方が、これらの食品群・栄養素を多く摂取していることが示唆された。すなわち、歯数が同じで



も、欠損部に義歯を装着して咬合接触を増やして、咬合力を高めることは、重要な食品群・栄養素をより多く摂取して、動脈硬化やがんを予防し、健康長寿の達成に寄与していることが示唆された。

また日本家政学会誌において、高齢者にとって野菜の食べにくさの要因には、硬さ・形状・飲み込みやすさがあると報告されており(66)、咬合力は野菜の硬さに対する、重要な要素であると考えられる。

また本研究の結果において、咬合力3分位の各群における、食物繊維を除いた各栄養素の調整済み平均摂取重量(表4)は、日本人の食事摂取基準(37)における、各栄養素の推奨量や目安量よりも多かった。この理由として、本研究の対象者は、比較的健康意識が高く、自力で調査会場に来られる身体的・精神的に健康な者であることが考えられる。比較的健康な者を対象としている本研究においてさえも、咬合力が大きい方が、健康維持に重要な栄養

を多く摂取していることは、注目すべき結果である。

#### 4. 各栄養素の役割について

本研究においては、動脈硬化や悪性新生物を予防し、健康長寿の達成に重要な栄養素に注目した。分析Ⅲにおいて咬合力と有意な関連を認めた栄養素の役割について、以下に述べる。ビタミンA、ビタミンC、ビタミンEは、それぞれの抗酸化作用に加えて、同時摂取による相乗効果も期待でき、動脈硬化や悪性新生物の予防に重要である(67-69)。また、ビタミンB<sub>6</sub>や葉酸は、血中のホモシステインを減少させることにより、ナイアシンやパントテン酸は脂質代謝を改善することにより、動脈硬化を予防する(70)。さらに、食物繊維も高血圧を予防し、発がん性物質の排泄を促進することにより、悪性新生物を予防する(71-72)。

5. 本研究は，咀嚼機能を咬合力で評価し，食品・栄養摂取との関連に注目した研究である．本研究の結果は，歯を喪失したとしても，義歯などによる補綴治療によって，十分な咬合力を発揮できれば，健康長寿に重要な栄養を，より多く摂取していることを示唆している．

#### 【総括ならびに結論】

自立した70歳の高齢者において，咬合力は野菜類，抗酸化ビタミン，食物繊維など栄養摂取に有意に関連した．さらに，歯数を調整した上でも，咬合力は上記の栄養摂取に有意に関連した．

## 研究 2

### 【緒言】

1980年代以降，Käyserらにより，片側または両側性に大白歯を喪失しても，第二小白歯まで咬合支持がある場合，必ずしも補綴する必要はないという，短縮歯列(以下，Shortened dental arches; SDA)の考え方が，広く知られるようになった(73).その後 SDAは，歯の移動，咀嚼能率，顎関節症，歯周組織，患者の満足感に関して，臨床的な問題はなかったこと(74-78)，また短縮歯列の患者において，義歯の使用により，残存歯の齶蝕や歯周疾患のリスクが上がること(79)も報告されている．このような理由から，SDAを治療のゴールとする考え方が，特に欧州において推奨されている．

その一方で SDAは，嚥下可能な大きさまで食物を粉碎するまでに，時間がかかることが報告されている(80)．また日本では，第二大白歯に加え，第一大白歯も欠損すると，口腔

関連 QoL が低下することが報告されており (81-82), SDA のような歯数や咬合支持が維持されている場合においても, 義歯を作製する機会が多い。しかしながら SDA の, 義歯使用による具体的な利点についての報告は乏しく, 義歯使用の有無と, 咀嚼の目的である栄養摂取との関連については, 十分な検討がなされていないのが現状である。

そこで本研究の目的は, 自立した 70 歳および 80 歳の高齢者のうち, 歯数や咬合支持を維持している場合の, 欠損部に対する義歯使用の有無と栄養摂取との関連を検討することとした。

## 【方法】

### ・対象者

研究 1と同様に，SONIC Studyにおいて，兵庫県伊丹市，朝来市，東京都板橋区，西多摩郡の住民基本台帳から，平成 22 年時点で 69-71 歳(70 歳群)の 4307 名を抽出し，調査の依頼状を送付した．そして，その中から研究参加の同意が得られた 70 歳群 1000 名(男性 477 名，女性 523 名)を調査の対象とした．そのうち平成 22 年 7 月から平成 23 年 3 月までに行われた調査において，本研究の歯科検診と栄養調査を全て完了することのできたのは，981 名であった．さらに，平成 23 年時点で 79-81 歳(80 歳群)の 5378 名(男性 2241 名，女性 3137 名)を抽出し，その中から研究参加の同意が得られた 80 歳群 973 名(男性 457 名，女性 516 名)を調査の対象とした．そのうち，平成 23 年 7 月から平成 24 年 3 月までに行われた調査において，本研究の歯科検診と栄養調査を全て完了することのできたのは，967

名であった。

本研究は、歯数や咬合支持を維持している場合の、義歯使用の有無と栄養摂取との関連を検討することが目的である。そのため、本研究の分析対象者の包含基準は、歯数が20歯以上で、Eichnerの分類がB1群またはB2群の者244名(男性119名、女性125名)とした。

・倫理面

本研究は、大阪大学大学院歯学研究科倫理審査委員会の承認を得て実施した(承認番号：H22-E9)。

・評価項目(咀嚼機能の評価)

咀嚼機能に関連する評価項目として、Occlusal Units、咬合力、刺激時唾液分泌速度、平均ポケット深さを用いた。Occlusal Unitsは、小白歯1歯同士の咬合接触を1点、大白歯1歯同士の咬合接触を2点とし、その合計点(2-10点)を用いた。咬合力は、研究1と同

様にして測定した。刺激時唾液は、被験者がパラフィンワックス(イボクラールビバデント社)を2分間咀嚼し、分泌された唾液を飲み込まないように注意しながら採取した。その量を測定し、1分間当たりの量を算出して、刺激時唾液分泌速度(ml/分)とした。平均ポケット深さ(mm)は、残存歯全歯の歯周ポケット深さを、プローブを用いて測定し、各歯の最大ポケット深さの和を残存歯数で除し、算出した。

・評価項目(栄養摂取，社会経済的因子)

栄養摂取の評価については、研究1と同様にして、各食品群・栄養素の1000kcal当たりの摂取量を算出した。さらに、年齢，性別と，社会経済的因子(教育歴，経済状態，居住地域)についても、研究1と同様にして得た。居住地域については、兵庫県伊丹市と東京都板橋区の都市部，兵庫県朝来市と東京都西多摩郡の非都市部の2群に分類した。



・ サンプルサイズについて

本研究においては，分析対象者を歯数が 20 歯以上で，Eichner の分類が B1 群または B2 群の者に限定したため，サンプルサイズは 244 名(男性 119 名，女性 125 名)となった．

サンプルサイズについて，効果量を 0.2， $\alpha$  エラーを 0.05，検定力を 0.80，共分散分析における共変量数を 7 として，G\* power を用いた検定を行った結果，必要なサンプル数は 199 となり，本研究のサンプルサイズは十分であると判断した．

## 【結果】

### 分析 I 義歯使用の有無による各群の特性

#### 1. 統計学的分析

まず，義歯使用の有無で対象者を2群に分類し，各群の特性について検討した(表5)．義歯使用の有無と年齢，性別，社会経済的因子(経済状態，教育歴，居住地域)，BMIとの関連を， $\chi^2$ 検定を用いて検討した．次に，義歯使用の有無と，Occlusal Units，咬合力，刺激時唾液分泌速度，平均ポケット深さ，歯数，総エネルギー摂取量との関連を，Mann-WhitneyのU検定を用いて検討した．

分析用ソフトウェアは，SPSS Version19.0 (IBM Japan，東京)を用いた．統計学的有意水準は5%とした．

#### 2. 結果

分析対象者について，義歯使用群は106名，義歯不使用群は138名であった． $\chi^2$ 検定の結果，年齢について，70歳群よりも80歳群の方が，

義歯使用者の割合が高かった。また、Mann-Whitney の U 検定の結果、義歯使用群は不使用群に比べて、平均ポケット深さが大きかった。一方で、義歯使用の有無と、性別、経済状態、教育歴、居住地域、BMI、Occlusal Units、咬合力、刺激時唾液分泌速度、歯数、総エネルギー摂取量との間には、有意な関連は認められなかった。

分析 II 義歯使用の有無による各食品群・栄養素の摂取重量の違いについての検討

#### 1. 統計学的分析

研究 I で述べたとおり、栄養疫学に関する報告においては、年齢、性別、社会経済的因子を考慮した統計学的分析を行うとされている。さらに本研究においては、義歯使用の有無そのものによる栄養摂取の違いを検討するために、咀嚼機能に関連するとされている、Occlusal Units、咬合力、刺激時唾液分泌速度、平均ポケット深さも調整することとした。

したがって、義歯使用の有無と栄養摂取との関連を検討するために、共変量を年齢、性別、社会経済的因子(経済状態、教育歴、居住地域)、Occlusal Units、咬合力、刺激時唾液分泌速度、平均ポケット深さとし、共分散分析を行った(表6)。

分析用ソフトウェアは、SPSS Version19.0 (IBM Japan, 東京)を用いた。統計学的有意水準は5%とした。

## 2. 結果

義歯使用の有無による、各食品群の摂取重量の違いについて、共分散分析を行った結果、義歯使用群は不使用群に比べて、野菜類( $p=0.035$ )と乳類( $p=0.033$ )の摂取重量が大きく、有意差がみられた。また肉類の摂取重量についても、義歯使用群の方が大きかったが、有意差はみられなかった( $p=0.061$ )。一方で、その他の食品群においては、有意な差は認められなかった。

次に，義歯使用の有無による，各栄養素の摂取重量の違いについても，同様にして共分散分析を行った結果，義歯使用群は不使用群に比べて，n-3系脂肪酸 ( $p=0.032$ )，カルシウム ( $p=0.001$ )，ビタミンA ( $p=0.020$ )，食物繊維 ( $p=0.042$ )の摂取重量が有意に大きかった。

## 【考察】

### 1. 分析対象者について

分析対象者のうち、70歳群については、研究1の【考察】に記述した通りである。また研究1と同様にして、80歳群についても、調査参加に同意した者のうち、歯科検診と栄養調査を含む、SONIC Studyの調査項目を全て終えることができた者は、依頼数の18.0%に留まった。そのため、80歳群においても、選択バイアスが生じている可能性があるため、SONIC Studyの80歳群と、同年代の一般的な高齢者とを、いくつかの要素について比較した。

SONIC Studyの80歳群における教育歴の分布は、教育年数が9年以下、10-12年、13年以上の順で、27.6%、48.1%、24.3%であるのに対し、平成22年度の国勢調査の75-84歳における教育歴の分布は、35.9%、48.7%、15.4%であり、SONIC Studyの対象者の方が、我が国の一般的な同年代の高齢者よりも高学歴であった。

SONIC Studyの80歳群における平均歯数は15.2本であったのに対し，平成23年の歯科疾患実態調査において，75-84歳を対象とした結果では13.9本であったので，歯数に関しては，一般的な同年代の高齢者とは，著しい差は認めなかった。

SONIC Studyの80歳群における総エネルギー摂取量の平均値は，男性が $2150 \pm 682$ kcal，女性が $1851 \pm 570$ kcalであったのに対し，平成24年度の国民健康・栄養調査において70歳以上を対象とした結果では，男性が $1898 \pm 516$ kcal，女性が $1585 \pm 421$ kcalであった(36)。また厚生労働省の食事摂取基準において，推定エネルギー必要量は，70歳以上の男性が2200kcal，女性が1750kcalであった(37)。本研究の対象者は，一般的な同年代の高齢者より総エネルギー摂取量が高い傾向があり，さらに女性は，食事摂取基準の推定エネルギー必要量よりもやや高かった。

さらに，SONIC Studyの80歳群におけるBMI

の平均値は，男性が $22.5 \pm 2.8 \text{ kg/m}^2$ ，女性が $22.5 \pm 3.9 \text{ kg/m}^2$ であったのに対し，平成24年度の国民健康・栄養調査において，70歳以上を対象とした結果では，男性が $23.1 \pm 3.2 \text{ kg/m}^2$ ，女性が $23.1 \pm 3.6 \text{ kg/m}^2$ であった．このことから，SONIC Studyの80歳群全体におけるBMIの平均値は，一般的な同年代の高齢者と，大きな差は認めなかった．

研究1の【考察】で述べたように，本研究の対象者は，自立した生活を送っており，決められた日時に，調査会場へ自力で訪問することが可能であることから，一般的な同年代の高齢者よりも，身体・認知機能の面で，より健康的な者を対象としている可能性があることは，留意しておくべきである．

## 2. 研究方法について

### 1) 咀嚼機能の評価について

本研究においては，義歯使用の有無そのものによる栄養摂取の違いを検討することを目



的としたため、咀嚼機能に関連があるとされている Occlusal Units、咬合力、刺激時唾液分泌速度、平均ポケット深さを、共分散分析における共変量として投入することで、咀嚼機能による影響を調整することとした。

分析対象者を、歯数が20歯以上で、Eichnerの分類がB1群もしくはB2群である者に限定していても、欠損部分が小臼歯であるのか、大臼歯であるのか、また咬合支持の数による違いが生じる。そこで本研究においては、Occlusal Unitsを共変量として分析に用いた。

咬合力測定の詳細については、研究1の【考察】で述べたとおりである。

唾液は、食塊形成に重要な役割を果たしており、歯や咬合に問題がなくても、唾液量が少なければ、うまく食塊形成することができず、咀嚼が不十分になる(83)。そこで、本研究においては、刺激時唾液分泌速度を共変量として分析に用いた。

分析対象者を歯数が20歯以上で、Eichnerの

分類がB1群もしくはB2群である者に限定していても，歯周組織の状態による違いが生じると考え，平均ポケット深さを共変量として分析に用いた。

## 2) 栄養摂取の評価について

研究1で述べた通りである。

## 3. 研究結果について

分析 I : 義歯使用の有無による各群の特性

70歳群より，80歳群の方が，義歯使用者の割合が有意に高かった。Mann-WhitneyのU検定を用いて比較した結果，歯数の中央値(25,75パーセンタイル値)は，70歳群は23(21, 24)本，80歳群は23(22, 24)本であり，有意差は認められなかった( $p=0.691$ )。Occlusal Unitsについても，70歳群は4(3, 6)，80歳群は5(3, 6)であり，有意差は認められなかった( $p=0.396$ )。このことから，80歳群で義歯使用者の割合が高かった理由が，歯数や咬合支持が少ない者

が多いから，ということではないと考えられる．一方，Mann-WhitneyのU検定を用いて比較した結果，咬合力の中央値(25,75パーセンタイル値)は，70歳群は511(325, 676)N，80歳群は398(291, 508)Nであり，70歳群の方が有意に大きかった( $p < 0.001$ )．したがって，70歳群は咀嚼機能が維持されており，義歯の必要性を感じていない場合が多いと考えられる．また年齢が低い方が，義歯に対する抵抗感が高いことも一つの理由として考えられる．

次に，義歯使用の有無による各群と性別，経済状態，教育歴，居住地域との関連について， $\chi^2$ 検定を行った結果，義歯使用の有無とは有意な関連は認められなかった．このことから，本研究の分析対象者においては，義歯使用の有無に対して，社会経済的因子やそれと関連すると考えられる健康意識の高さは，決定的な要因でないことが示唆された．

また，義歯使用の有無とBMIや総エネルギー摂取量との関連について， $\chi^2$ 検定や

Mann-WhitneyのU検定を行った結果，有意な関連は認められなかった．このことから，義歯使用の有無により，食事量に大きな差はないと考えられる．

さらに，咀嚼機能の評価と，義歯使用の有無との関連を，Mann-WhitneyのU検定を用いて検討した結果，平均ポケット深さにおいて，義歯使用群は不使用群に比べて，有意に大きい値となった．しかしながら両群とも中央値は3mmであり両者に差はなく，臨床的に問題はほとんどないことが示唆された．

また咬合力については，義歯使用群よりも，不使用群の方が，咬合力が大きい傾向があるものの，有意差はみられなかった( $p=0.062$ )．このことから，本研究の分析対象者のように，歯数や咬合支持が維持されている者において，咬合力を維持している者は，義歯を装着しないという傾向と，義歯使用群は，義歯を装着することにより義歯不使用群の咬合力に近づいている可能性が考えられる．

## 分析Ⅱ：義歯使用の有無による各食品群・栄養素の摂取重量

義歯使用の有無と栄養摂取との関連を検討するために、共分散分析を行った結果、義歯使用群が不使用群に比べて、野菜類、乳類、n-3系脂肪酸、カルシウム、ビタミンA、食物繊維の摂取重量が有意に大きかった。健康意識の高さに影響を及ぼすとされる社会経済的因子は、栄養摂取に関連するとされるため、栄養疫学においては、調整因子として必ず分析に投入する。また、咀嚼機能に関連するとされる、Occlusal Units、咬合力、刺激時唾液分泌速度、平均ポケット深さも共変量として投入することで、義歯使用群と不使用群の違いを義歯使用の有無のみに近づけた。その上でも野菜類の摂取重量に有意な差を認めたことから、健康意識や咀嚼機能ではなく、義歯を使用すること自体に意義があることが示唆された。その理由として、義歯で欠損部を回復し、固有口腔と口腔前庭を分離し(84)、食

塊の移送を助け、咬合面に効率よく運ぶことで、臼歯部での咀嚼がうまく行える(85)のではないかと考察した。

#### 4. 各栄養素の役割について

本研究においては、義歯使用群と不使用群との間で、n-3系脂肪酸、カルシウム、ビタミンA、食物繊維の摂取重量に有意な差を認めた。n-3系脂肪酸は、青魚やナッツ類に多く含まれ、コレステロール値や血圧を下げ、血栓の生成を防ぎ、動脈硬化などの生活習慣病を予防する効果がある(86-87)。本研究において、義歯使用群と不使用群において、魚介類に有意差がみられなかったが、n-3系脂肪酸に差がみられた理由としては、栄養摂取の評価に用いたBDHQでは、魚介類の中に青魚が含まれてはいるが、白身魚や甲殻類も含めて魚介類としているためであると考えられる。カルシウムは、野菜類や乳類に多く含まれ、骨粗鬆症を予防する効果がある(88-89)。さらにビタ

ミン A や食物繊維については，研究 1 の【考察】に述べた通りである．

#### 5. 本研究の意義について

本研究は，歯数や咬合支持が維持されている場合の，義歯使用の有無そのものと，栄養摂取との関連を検討したものである．義歯使用群に比べ不使用群は，健康を維持する上で重要な栄養の摂取が少ないことが示された．このことから，たとえ咀嚼に問題がなくても，臼歯部が欠損している場合，義歯の装着を推奨することが，栄養摂取の観点からは，望ましいと考えられる．

#### 【総括ならびに結論】

自立した 70 歳および 80 歳の高齢者のうち，歯数や咬合支持を維持している場合でも，欠損部に対する義歯使用が，健康維持に重要な栄養の摂取に関連した．

## 【謝辞】

本稿を終えるにあたり，本研究を行う機会を与えていただき，終始変わらぬ御指導を賜った大阪大学大学院歯学研究科 前田芳信教授に深甚なる感謝の意を示します。また，本研究課題を遂行するにあたり，詳細，多岐にわたる御教示，御指導を賜った大阪大学大学院歯学研究科 池邊一典講師ならびに香川良介先生，SONIC Studyの研究グループの先生方（大阪大学大学院人間科学研究科 権藤恭之先生，大阪大学大学院医学系研究科 神出計先生，東京大学大学院医学系研究科 佐々木敏先生，国立保健医療科学院 大久保公美先生，東京都健康長寿医療センター 高橋龍太郎先生・増井幸恵先生，慶応義塾大学病院 百寿総合研究センター 新井康通先生）に心から感謝いたします。

最後に本研究を進めるにあたり，ご理解，ご協力を頂きました本学顎口腔機能再建学講座，有床義歯補綴学・高齢者歯科学分野の教



室員各位ならびに研究対象者の皆様に深く御  
礼申し上げます。

## 【文献】

1. 厚生労働省．平成 25 年簡易生命表の概況．

<http://www.mhlw.go.jp/toukei/saikin/hw/life/life13/d1/life13-04.pdf>; 2014.

2. 国立社会保障・人口問題研究所．日本の将来推計人口．

<http://www.stat.go.jp/data/jinsui/>; 2012.

3. 内閣府．平成 26 年度版高齢社会白書（概要版）．

[http://www8.cao.go.jp/kourei/whitepaper/w-2014/gaiyou/s1\\_1.html](http://www8.cao.go.jp/kourei/whitepaper/w-2014/gaiyou/s1_1.html); 2014.

4. 総務省．国勢調査．

<http://www.e-stat.go.jp/SG1/estat/NewList.do?tid=000001039448>; 2010.

5. 総務省．人口推計．

<http://www.stat.go.jp/data/jinsui/>; 2010.

6. 国立社会保障・人口問題研究所．社会保障費用統計（平成 23 年度）．

[http://www.ipss.go.jp/ss-cost/j/fsss-h23/fsss\\_](http://www.ipss.go.jp/ss-cost/j/fsss-h23/fsss_)

h23.asp; 2011.

7. 厚生労働省. 健康日本 21 (第二次) の推進に関する参考資料.

[http://www.mhlw.go.jp/bunya/kenkou/dl/kenkou\\_nippon21\\_02.pdf](http://www.mhlw.go.jp/bunya/kenkou/dl/kenkou_nippon21_02.pdf); 2012.

8. Polzer I, Schwahn C, Volzke H, Mundt T, Biffar R. The association of tooth loss with all-cause and circulatory mortality. Is there a benefit of replaced teeth? A systematic review and meta-analysis. *Clinical Oral Investigations* 2012;16(2):333-51.

9. Joshipura KJ, Hung HC, Li TY, Hu FB, Rimm EB, Stampfer MJ, et al. Intakes of fruits, vegetables and carbohydrate and the risk of CVD. *Public Health Nutrition* 2009;12(1):115-21.

10. Dauchet L, Amouyel P, Hercberg S, Dallongeville J. Fruit and vegetable consumption and risk of coronary heart disease: a meta-analysis of cohort studies. *Journal of*

*Nutrition* 2006;**136**(10):2588-93.

11. He FJ, Nowson CA, Lucas M, MacGregor GA. Increased consumption of fruit and vegetables is related to a reduced risk of coronary heart disease: meta-analysis of cohort studies. *Journal of Human Hypertension* 2007;**21**(9):717-28.

12. Lockhart PB, Bolger AF, Papapanou PN, Osinbowale O, Trevisan M, Levison ME, et al. Periodontal disease and atherosclerotic vascular disease: does the evidence support an independent association?: a scientific statement from the American Heart Association. *Circulation* 2012;**125**(20):2520-44.

13. Ando A, Tanno K, Ohsawa M, Onoda T, Sakata K, Tanaka F, et al. Associations of number of teeth with risks for all-cause mortality and cause-specific mortality in middle-aged and elderly men in the northern part of Japan: the Iwate-KENCO study.

*Community Dentistry and Oral Epidemiology*

2014;42(4):358-65.

14. Abnet CC, Kamangar F, Dawsey SM, Stolzenberg-Solomon RZ, Albanes D, Pietinen P, et al. Tooth loss is associated with increased risk of gastric non-cardia adenocarcinoma in a cohort of Finnish smokers. *Scandinavian Journal of Gastroenterology* 2005;40(6):681-7.

15. Lockhart PB, Bolger AF, Papapanou PN, Osinbowale O, Trevisan M, Levison ME, et al. Periodontal disease and atherosclerotic vascular disease: does the evidence support an independent association?: a scientific statement from the American Heart Association. *Circulation* 2012;125(20):2520-44.

16. Ritchie CS, Joshipura K, Hung HC, Douglass CW. Nutrition as a mediator in the relation between oral and systemic disease: associations between specific measures of adult oral health and nutrition outcomes. *Critical*

*Reviews in Oral Biology and Medicine*

2002;13(3):291-300.

17. Wakai K, Naito M, Naito T, Kojima M, Nakagaki H, Umemura O, et al. Tooth loss and intakes of nutrients and foods: a nationwide survey of Japanese dentists. *Community*

*Dentistry and Oral Epidemiology*

2010;38(1):43-9.

18. Walls AW, Steele JG. The relationship between oral health and nutrition in older people. *Mechanisms of Ageing and Development*

2004;125(12):853-7.

19. Savoca MR, Arcury TA, Leng X, Chen H, Bell RA, Anderson AM, et al. Association between dietary quality of rural older adults and self-reported food avoidance and food modification due to oral health problems.

*Journal of the American Geriatrics Society*

2010;58(7):1225-32.

20. Willett WC. Diet and health: what should

we eat? *Science* 1994;264(5158):532-7.

21. Crowe FL, Roddam AW, Key TJ, Appleby PN, Overvad K, Jakobsen MU, et al. Fruit and vegetable intake and mortality from ischaemic heart disease: results from the European Prospective Investigation into Cancer and Nutrition (EPIC)-Heart study. *European Heart Journal* 2011;32(10):1235-43.

22. Joshipura KJ, Ascherio A, Manson JE, Stampfer MJ, Rimm EB, Speizer FE, et al. Fruit and vegetable intake in relation to risk of ischemic stroke. *JAMA* 1999;282(13):1233-9.

23. He FJ, Nowson CA, MacGregor GA. Fruit and vegetable consumption and stroke: meta-analysis of cohort studies. *Lancet* 2006;367(9507):320-6.

24. Sahyoun NR, Lin CL, Krall E. Nutritional status of the older adult is associated with dentition status. *Journal of the American Dietetic Association* 2003;103(1):61-6.

25. Marshall TA, Warren JJ, Hand JS, Xie XJ, Stumbo PJ. Oral health, nutrient intake and dietary quality in the very old. *Journal of the American Dental Association* 2002;133(10):1369-79.
26. Papas AS, Palmer CA, Rounds MC, Russell RM. The effects of denture status on nutrition. *Special Care in Dentistry* 1998;18(1):17-25.
27. Awad MA, Morais JA, Wollin S, Khalil A, Gray-Donald K, Feine JS. Implant overdentures and nutrition: a randomized controlled trial. *Journal of Dental Research* 2012;91(1):39-46.
28. Ikebe K, Matsuda K, Kagawa R, Enoki K, Yoshida M, Maeda Y, et al. Association of masticatory performance with age, gender, number of teeth, occlusal force and salivary flow in Japanese older adults: is ageing a risk factor for masticatory dysfunction? *Archives of Oral Biology* 2011;56(10):991-6.
29. Ikebe K, Nokubi T, Morii K, Kashiwagi J,



Furuya M. Association of bite force with ageing and occlusal support in older adults. *Journal of Dentistry* 2005;33(2):131-7.

30. Hidaka O, Iwasaki M, Saito M, Morimoto T. Influence of clenching intensity on bite force balance, occlusal contact area, and average bite pressure. *Journal of Dental Research* 1999;78(7):1336-44.

31. Kobayashi S, Murakami K, Sasaki S, Okubo H, Hirota N, Notsu A, et al. Comparison of relative validity of food group intakes estimated by comprehensive and brief-type self-administered diet history questionnaires against 16 d dietary records in Japanese adults. *Public Health Nutrition* 2011;14(7):1200-11.

32. Kobayashi S, Honda S, Murakami K, Sasaki S, Okubo H, Hirota N, et al. Both comprehensive and brief self-administered diet history questionnaires satisfactorily rank nutrient intakes in Japanese adults. *Journal of*

*Epidemiology* 2012;22(2):151-9.

33. Faul F, Erdfelder E, Buchner A, Lang AG. Statistical power analyses using G\*Power 3.1: tests for correlation and regression analyses.

*Behavior Research Methods*

2009;41(4):1149-60.

34. Baker AH, Wardle J. Sex differences in fruit and vegetable intake in older adults.

*Appetite* 2003;40(3):269-75.

35. 厚生労働省. 平成 23 年 歯科疾患実態調査.

<http://www.mhlw.go.jp/toukei/list/d1/62-23-02.pdf>; 2011.

36. 厚生労働省. 平成 24 年 国民健康・栄養調査の概要.

<http://www.mhlw.go.jp/file/04-Houdouhappyou-10904750-Kenkoukyoku-Gantaisakukenkouzoushinka/0000032813.pdf>; 2012.

37. 厚生労働省. 日本人の食事摂取基準 (2010 年度版).

[https://www.ishiyaku.co.jp/download/kanei-khp/data/info\\_pdf/shokuji\\_kijun\\_2010.pdf#search='%E5%B9%B3%E6%88%9022%E5%B9%B4%E5%BA%A6%E7%89%88%E9%A3%9F%E4%BA%8B%E6%91%82%E5%8F%96%E5%9F%BA%E6%BA%96';](https://www.ishiyaku.co.jp/download/kanei-khp/data/info_pdf/shokuji_kijun_2010.pdf#search='%E5%B9%B3%E6%88%9022%E5%B9%B4%E5%BA%A6%E7%89%88%E9%A3%9F%E4%BA%8B%E6%91%82%E5%8F%96%E5%9F%BA%E6%BA%96';) 2010.

38. Irala-Estevez JD, Groth M, Johansson L, Oltersdorf U, Prattala R, Martinez-Gonzalez MA. A systematic review of socio-economic differences in food habits in Europe: consumption of fruit and vegetables. *European Journal of Clinical Nutrition* 2000;54(9):706-14.

39. Yoshihara A, Watanabe R, Nishimuta M, Hanada N, Miyazaki H. The relationship between dietary intake and the number of teeth in elderly Japanese subjects. *Gerodontology* 2005;22(4):211-8.

40. Joshipura KJ, Willett WC, Douglass CW. The impact of edentulousness on food and

nutrient intake. *Journal of the American Dental Association* 1996;127(4):459-67.

41. Sheiham A, Steele JG, Marcenes W, Lowe C, Finch S, Bates CJ, et al. The relationship among dental status, nutrient intake, and nutritional status in older people. *Journal of Dental Research* 2001;80(2):408-13.

42. Nowjack-Raymer RE, Sheiham A. Numbers of natural teeth, diet, and nutritional status in US adults. *Journal of Dental Research* 2007;86(12):1171-5.

43. Hung HC, Colditz G, Joshipura KJ. The association between tooth loss and the self-reported intake of selected CVD-related nutrients and foods among US women. *Community Dentistry and Oral Epidemiology* 2005;33(3):167-73.

44. Yoshida M, Kikutani T, Yoshikawa M, Tsuga K, Kimura M, Akagawa Y. Correlation between dental and nutritional status in

community-dwelling elderly Japanese. *Geriatr Gerontol Int* 2011;11(3):315-9.

45. Krall E, Hayes C, Garcia R. How dentition status and masticatory function affect nutrient intake. *Journal of the American Dental Association* 1998;129(9):1261-9.

46. Lamy M, Mojon P, Kalykakis G, Legrand R, Butz-Jorgensen E. Oral status and nutrition in the institutionalized elderly. *Journal of Dentistry* 1999;27(6):443-8.

47. Kagawa R, Ikebe K, Inomata C, Okada T, Takeshita H, Kurushima Y, et al. Effect of dental status and masticatory ability on decreased frequency of fruit and vegetable intake in elderly Japanese subjects. *International Journal of Prosthodontics* 2012;25(4):368-75.

48. 日本補綴歯科学会. 咀嚼障害評価法のガイドライン.

[http://www.hotetsu.com/s/doc/GAIDE-04\\_2165](http://www.hotetsu.com/s/doc/GAIDE-04_2165)

1.pdf#search='%E6%97%A5%E6%9C%AC%E8%A3%9C%E7%B6%B4%E6%AD%AF%E7%A7%91%E5%AD%A6%E4%BC%9A+%E5%92%80%E5%9A%BC%E9%9A%9C%E5%AE%B3%E8%A9%95%E4%BE%A1%E6%B3%95%E3%81%AE%E3%82%AC%E3%82%A4%E3%83%89%E3%83%A9%E3%82%A4%E3%83%B3'; 2002.

---

49. Ikebe K, Morii K, Matsuda K, Nokubi T.  
Discrepancy between satisfaction with  
mastication, food acceptability, and  
masticatory performance in older adults.  
*International Journal of Prosthodontics*  
2007;20(2):161-7.

50. Okiyama S, Ikebe K, Nokubi T.  
Association between masticatory performance  
and maximal occlusal force in young men.  
*Journal of Oral Rehabilitation*  
2003;30(3):278-82.

51. Ikebe K, Matsuda K, Morii K,  
Furuya-Yoshinaka M, Nokubi T, Renner RP.

Association of masticatory performance with age, posterior occlusal contacts, occlusal force, and salivary flow in older adults. *International Journal of Prosthodontics* 2006;19(5):475-81.

52. Tortopidis D, Lyons MF, Baxendale RH. Bite force, endurance and masseter muscle fatigue in healthy edentulous subjects and those with TMD. *Journal of Oral Rehabilitation* 1999;26(4):321-8.

53. Yeh CK, Johnson DA, Dodds MW, Sakai S, Rugh JD, Hatch JP. Association of salivary flow rates with maximal bite force. *J Dent Res* 2000;79(8):1560-5.

54. Jain V, Mathur VP, Abhishek K, Kothari M. Effect of occlusal splint therapy on maximum bite force in individuals with moderate to severe attrition of teeth. *J Prosthodont Res* 2012;56(4):287-92.

55. Lyons MF, Sharkey SW, Lamey PJ. An evaluation of the T-Scan computerised occlusal

analysis system. *Int J Prosthodont*

1992;5(2):166-72.

56. Matsui Y, Ohno K, Michi K, Suzuki Y, Yamagata K. A computerized method for evaluating balance of occlusal load. *Journal of Oral Rehabilitation* 1996;23(8):530-5.

57. Garrido Garcia VC, Garcia Cartagena A, Gonzalez Sequeros O. Evaluation of occlusal contacts in maximum intercuspation using the T-Scan system. *J Oral Rehabil* 1997;24(12):899-903.

58. Suzuki T, Kumagai H, Watanabe T, Uchida T, Nagao M. Evaluation of complete denture occlusal contacts using pressure-sensitive sheets. *International Journal of Prosthodontics* 1997;10(4):386-91.

59. Muller F, Heath MR, Ott R. Maximum bite force after the replacement of complete dentures. *Gerodontology* 2001;18(1):58-62.

60. Wakai K. A review of food frequency



questionnaires developed and validated in Japan. *Journal of Epidemiology* 2009;19(1):1-11.

61. Bingham SA. Urine nitrogen as a biomarker for the validation of dietary protein intake. *Journal of Nutrition* 2003;133 Suppl 3:921S-24S.

62. Ueno M, Ohara S, Inoue M, Tsugane S, Kawaguchi Y. Association between education level and dentition status in Japanese adults: Japan public health center-based oral health study. *Community Dentistry and Oral Epidemiology* 2012;40(6):481-7.

63. Musacchio E, Perissinotto E, Binotto P, Sartori L, Silva-Netto F, Zambon S, et al. Tooth loss in the elderly and its association with nutritional status, socio-economic and lifestyle factors. *Acta Odontologica Scandinavica* 2007;65(2):78-86.

64. Murakami K, Sasaki S, Takahashi Y,

- Uenishi K, Watanabe T, Kohri T, et al.  
Association between Hardness (Difficulty of  
Chewing) of the Habitual Diet and Premenstrual  
Symptoms in Young Japanese Women. *Environ  
Health Insights* 2009;3:53-61.
65. Moynihan P, Thomason M, Walls A,  
Gray-Donald K, Morais JA, Ghanem H, et al.  
Researching the impact of oral health on diet  
and nutritional status: methodological issues.  
*Journal of Dentistry* 2009;37(4):237-49.
66. Toda S TM, Kasai M, Hatae K. Effect of  
occlusal condition on the mastication of raw  
and cooked vegetables by the elderly. *Japan  
Society of Home Economics (abstract in  
English)* 2008;59(12):969-78.
67. Ferretti G, Bacchetti T, Masciangelo S,  
Pallotta G. Lipid peroxidation in hemodialysis  
patients: effect of vitamin C supplementation.  
*Clinical Biochemistry* 2008;41(6):381-6.
68. Arnaud J, Bost M, Vitoux D, Labarere J,

Galan P, Faure H, et al. Effect of low dose antioxidant vitamin and trace element supplementation on the urinary concentrations of thromboxane and prostacyclin metabolites. *Journal of the American College of Nutrition* 2007;26(5):405-11.

69. Asgari MM, Brasky TM, White E. Association of vitamin A and carotenoid intake with melanoma risk in a large prospective cohort. *Journal of Investigative Dermatology* 2012;132(6):1573-82.

70. Brown BG, Zhao XQ, Chait A, Fisher LD, Cheung MC, Morse JS, et al. Simvastatin and niacin, antioxidant vitamins, or the combination for the prevention of coronary disease. *New England Journal of Medicine* 2001;345(22):1583-92.

71. Sanjoaquin MA, Appleby PN, Thorogood M, Mann JI, Key TJ. Nutrition, lifestyle and colorectal cancer incidence: a prospective

investigation of 10998 vegetarians and non-vegetarians in the United Kingdom. *British Journal of Cancer* 2004;**90**(1):118-21.

72. Eliasson K, Ryttig KR, Hylander B, Rossner S. A dietary fibre supplement in the treatment of mild hypertension. A randomized, double-blind, placebo-controlled trial. *Journal of Hypertension* 1992;**10**(2):195-9.

73. Kayser AF. Shortened dental arches and oral function. *Journal of Oral Rehabilitation* 1981;**8**(5):457-62.

74. Witter DJ, van Elteren P, Kayser AF. Migration of teeth in shortened dental arches. *Journal of Oral Rehabilitation* 1987;**14**(4):321-9.

75. Witter DJ, van Elteren P, Kayser AF. Signs and symptoms of mandibular dysfunction in shortened dental arches. *Journal of Oral Rehabilitation* 1988;**15**(5):413-20.

76. Witter DJ, van Elteren P, Kayser AF, van

Rossum MJ. The effect of removable partial dentures on the oral function in shortened dental arches. *Journal of Oral Rehabilitation* 1989;16(1):27-33.

77. Witter DJ, De Haan AF, Kayser AF, Van Rossum GM. Shortened dental arches and periodontal support. *Journal of Oral Rehabilitation* 1991;18(3):203-12.

78. Witter DJ, de Haan AF, Kayser AF, van Rossum GM. A 6-year follow-up study of oral function in shortened dental arches. Part I: Occlusal stability. *Journal of Oral Rehabilitation* 1994;21(2):113-25.

79. Drake CW, Beck JD. The oral status of elderly removable partial denture wearers. *Journal of Oral Rehabilitation* 1993;20(1):53-60.

80. Kreulen CM, Witter DJ, Tekamp FA, Slagter AP, Creugers NH. Swallowing threshold parameters of subjects with shortened dental

arches. *Journal of Dentistry*

2012;40(8):639-43.

81. Baba K, Igarashi Y, Nishiyama A, John MT, Akagawa Y, Ikebe K, et al. Patterns of missing occlusal units and oral health-related quality of life in SDA patients. *Journal of Oral Rehabilitation* 2008;35(8):621-8.

82. Baba K, Igarashi Y, Nishiyama A, John MT, Akagawa Y, Ikebe K, et al. The relationship between missing occlusal units and oral health-related quality of life in patients with shortened dental arches. *International Journal of Prosthodontics* 2008;21(1):72-4.

83. Ikebe K, Amemiya M, Morii K, Matsuda K, Furuya-Yoshinaka M, Yoshinaka M, et al. Association between oral stereognostic ability and masticatory performance in aged complete denture wearers. *International Journal of Prosthodontics* 2007;20(3):245-50.

84. Kaneda K KS. Significance of unilateral

free-end removable partial dentures on masticatory efficiency. *J Jpn prosthodont Soc* 1999.

85. Fueki K, Igarashi Y, Maeda Y, Baba K, Koyano K, Akagawa Y, et al. Factors related to prosthetic restoration in patients with shortened dental arches: a multicentre study. *Journal of Oral Rehabilitation* 2011;38(7):525-32.

86. Nilsen DW, Albrektsen G, Landmark K, Moen S, Aarstrand T, Woie L. Effects of a high-dose concentrate of n-3 fatty acids or corn oil introduced early after an acute myocardial infarction on serum triacylglycerol and HDL cholesterol. *American Journal of Clinical Nutrition* 2001;74(1):50-6.

87. Grenon SM, Hughes-Fulford M, Rapp J, Conte MS. Polyunsaturated fatty acids and peripheral artery disease. *Vascular Medicine* 2012;17(1):51-63.

88. Bosworth C, de Boer IH, Targher G, Kendrick J, Smits G, Chonchol M. The effect of combined calcium and cholecalciferol supplementation on bone mineral density in elderly women with moderate chronic kidney disease. *Clinical Nephrology* 2012;77(5):358-65.

89. Skinner ML, Simpson JA, Buchholz AC. Dietary and total calcium intakes are associated with lower percentage total body and truncal fat in young, healthy adults. *Journal of the American College of Nutrition* 2011;30(6):484-90.





表1 対象者の概要

	n	%
性別		
男性	373	49.3
女性	384	50.7
経済状態		
余裕がない	175	23.1
普通である	398	52.6
余裕がある	184	24.3
教育歴		
9年以下	209	27.6
10-12年	364	48.1
13年以上	184	24.3
家族構成		
独居	96	12.7
夫婦二人	365	48.2
二世帯その他	296	39.1
居住地域		
伊丹市	186	24.6
朝来市	184	24.3
板橋区	185	24.4
西多摩郡	202	26.7
残存歯数 (本)		
0	33	4.4
1-10	85	11.2
11-20	162	21.4
21-27	377	49.8
28-32	100	13.2
BMI (kg/m <sup>2</sup> )		
<18.5	39	5.2
18.5-25	563	74.4
>25	155	20.5
	平均値	標準偏差
年齢 (歳)	70.1	0.9
BMI (kg/m <sup>2</sup> )	22.8	2.9
総エネルギー摂取量 (kcal/日)	1952	545
タンパク質 (%エネルギー)	16.2	3.2
脂質 (%エネルギー)	25.1	5.3
炭水化物 (%エネルギー)	53.7	7.7
カリウム (mg/日)	3082	832
マグネシウム (mg/日)	302	67
カルシウム (mg/日)	690	226
リン (mg/日)	1233	273
ビタミン C (mg/日)	157	64
ビタミン D (μg/日)	20.6	11.6
ビタミン K (μg/日)	381	186
食物繊維 (g/日)	14.9	4.4
歯数 (本)	20.4	8.1
咬合力 (N)	554	352

表2 咬合力3分位の各群の特性

	低位 (n=252)	中位 (n=253)	高位 (n=252)	p
咬合力 (N)				
中央値	192	502	926	
25, 75 パーセンタイル値	114, 276	421, 580	766, 1097	
性別 (%)				
男性	29.8	29.8	40.5	<0.001 <sup>a</sup>
女性	36.7	37.0	26.3	
経済状態 (%)				
余裕がない	40.0	29.7	30.3	0.084 <sup>a</sup>
普通である	33.2	32.2	34.7	
余裕がある	27.2	39.7	33.2	
教育歴 (%)				
9年以下	39.7	34.8	25.5	0.024 <sup>a</sup>
10-12年	34.1	32.1	33.8	
13年以上	26.3	34.4	39.2	
家族構成 (%)				
独居	38.5	34.4	27.1	0.523 <sup>a</sup>
夫婦二人	31.0	34.5	34.5	
二世帯その他	34.5	31.8	33.8	
居住地域 (%)				
伊丹	28.0	36.0	36.0	0.501 <sup>a</sup>
朝来	34.2	30.4	35.3	
板橋	33.0	34.1	33.0	
西多摩	37.6	33.2	29.2	
BMI (kg/m <sup>2</sup> ) <sup>#</sup>	22.8±2.9	22.8±3.1	22.9±2.8	0.887 <sup>b</sup>
総エネルギー摂取量 (kcal/日) <sup>#</sup>	1950±573	1937±514	1969±547	0.806 <sup>b</sup>
歯数 <sup>#</sup>	13.8±8.8	21.8±6.4	25.3±3.4	<0.001 <sup>b</sup>

<sup>#</sup> 平均値±標準偏差.

<sup>a</sup>  $\chi^2$  検定.

<sup>b</sup> 一元配置分散分析.

表3 咬合力3分位の各群と各食品群の摂取重量との関連

摂取重量 (g/1000kcal)	低位 (n=252)		中位 (n=253)		高位 (n=252)		p for trend	% difference <sup>e</sup>
	平均 <sup>d</sup>	95%CI	平均	95%CI	平均	95%CI		
<b>穀類</b>								
Model 1 <sup>a</sup>	217	209-224	212	205-220	204	196-211	0.019	-6.4
Model 2 <sup>b</sup>	215	207-222	213	205-220	205	197-213	0.073	-4.7
Model 3 <sup>c</sup>	213	205-222	213	206-221	206	198-215	0.195	-3.4
<b>豆類</b>								
Model 1	38.9	35.9-41.9	39.5	36.5-42.5	41.8	38.8-44.8	0.161	6.9
Model 2	39.1	36.1-42.1	39.6	36.6-42.6	41.5	38.5-44.5	0.252	5.6
Model 3	38.8	35.4-42.2	39.6	36.6-42.6	41.7	38.5-44.9	0.254	6.9
<b>いも類</b>								
Model 1	31.3	28.3-34.3	31.4	28.4-34.4	30.6	27.6-33.6	0.710	-2.5
Model 2	31.3	28.3-34.3	31.6	28.6-34.6	30.4	27.4-33.4	0.663	-2.9
Model 3	31.4	28.0-34.8	31.6	28.6-34.6	30.3	26.9-33.7	0.461	-3.5
<b>菓子類</b>								
Model 1	26.1	23.9-28.3	24.9	22.7-27.1	24.5	22.3-26.7	0.325	-6.7
Model 2	26.2	24.0-28.4	24.9	22.7-27.1	24.4	22.2-26.6	0.276	-7.5
Model 3	26.4	23.8-29.0	24.8	22.6-27.0	24.3	21.9-26.7	0.385	-8.7
<b>果実類</b>								
Model 1	83.2	76.0-90.4	83.5	76.3-90.7	88.2	81.0-95.4	0.307	5.7
Model 2	84.8	77.8-91.8	82.4	75.4-89.4	87.7	80.7-94.7	0.508	3.4
Model 3	86.4	78.4-94.4	82.1	75.1-89.1	86.4	78.8-94.0	0.804	0.0
<b>緑黄色野菜</b>								
Model 1	61.5	57.1-65.9	68.2	63.8-72.6	74.7	70.3-79.2	<0.001	17.7
Model 2	62.9	58.5-67.2	67.7	63.4-72.0	73.9	69.6-78.3	0.001	15.0
Model 3	64.4	59.5-69.3	67.4	63.0-71.7	72.7	67.9-77.4	0.029	11.3
<b>その他の野菜</b>								
Model 1	100	94-106	107	101-113	115	109-121	<0.001	13.4
Model 2	100	94-106	107	101-113	115	109-120	0.001	12.6
Model 3	101	95-108	107	101-113	114	107-120	0.009	10.8
<b>魚介類</b>								
Model 1	51.8	48.3-55.3	59.1	55.7-62.6	56.8	53.3-60.3	0.080	8.7
Model 2	51.9	48.4-55.4	59.1	55.6-62.5	56.8	53.3-60.3	0.083	8.7
Model 3	53.2	49.2-57.1	58.8	55.3-62.3	55.8	52.0-59.6	0.586	4.7
<b>肉類</b>								
Model 1	31.4	29.4-33.4	31.4	29.4-33.4	33.4	31.4-35.4	0.129	6.2
Model 2	31.7	29.7-33.7	31.3	29.3-33.3	33.1	31.1-35.1	0.290	4.2
Model 3	31.7	29.5-33.9	31.3	29.3-33.3	33.2	31.0-35.4	0.311	4.5
<b>卵類</b>								
Model 1	19.7	18.1-21.3	20.7	19.1-22.3	18.7	17.1-20.3	0.346	-5.3
Model 2	19.6	18.0-21.2	20.8	19.2-22.4	18.7	17.1-20.3	0.369	-4.9
Model 3	19.2	17.4-21.0	20.9	19.3-22.5	19.0	17.2-20.8	0.826	-1.1
<b>乳類</b>								
Model 1	77.2	70.2-84.2	69.9	62.9-76.9	80.0	73.0-87.0	0.475	3.4
Model 2	78.0	71.2-84.8	69.4	62.6-76.2	79.7	72.9-86.6	0.601	2.0
Model 3	82.7	75.1-90.3	68.5	61.7-75.3	75.8	68.4-83.2	0.398	-9.1

<sup>a</sup> 性別を調整因子とした重回帰分析 (Model 1).

<sup>b</sup> 性別に加え、教育歴、経済状態、家族構成、居住地域を調整因子とした重回帰分析 (Model 2).

<sup>c</sup> Model 2に加え、歯数を調整因子とした重回帰分析 (Model 3).

<sup>d</sup> 調整済み平均値.

<sup>e</sup> (Highの平均値-Lowの平均値)/Highの平均値×100(%)

表4 咬合力3分位の各群と各栄養素の摂取重量との関連

摂取重量	低位 (n=252)		中位 (n=253)		高位 (n=252)		p for trend	% difference <sup>c</sup>
	平均 <sup>d</sup>	95%CI	平均	95%CI	平均	95%CI		
総エネルギー摂取量 (kcal/日)								
Model 1 <sup>a</sup>	1963	1896-2030	1951	1884-2018	1940	1873-2007	0.673	-1.2
Model 2 <sup>b</sup>	1978	1911-2045	1943	1877-2009	1932	1969-1999	0.350	-2.4
Model 3 <sup>c</sup>	2005	1930-2080	1938	1872-2004	1911	1839-1983	0.073	-4.9
たんぱく質(%エネルギー)								
Model 1	15.8	15.4-16.2	16.4	16.0-16.8	16.5	16.1-16.9	0.030	3.8
Model 2	15.9	15.5-16.3	16.4	16.0-16.8	16.4	16.0-16.8	0.042	3.6
Model 3	16.0	15.6-16.4	16.3	15.9-16.7	16.3	15.9-16.7	0.379	1.9
脂質(%エネルギー)								
Model 1	24.8	24.2-25.4	25.1	24.5-25.7	25.4	24.8-26.0	0.169	2.5
Model 2	24.9	24.3-24.5	25.1	24.5-25.7	25.3	24.7-25.9	0.317	1.8
Model 3	25.1	24.3-25.9	25.0	24.4-25.6	25.1	24.5-25.7	0.953	-0.1
炭水化物(%エネルギー)								
Model 1	54.6	53.6-55.6	53.6	52.6-54.6	52.9	51.9-53.9	0.014	-3.2
Model 2	54.5	53.5-55.5	53.6	52.6-54.6	53.0	52.0-54.0	0.024	-3.0
Model 3	54.4	53.4-55.4	53.6	52.6-54.6	53.1	52.1-54.1	0.106	-2.5
ビタミンA (μg レチノール当量/1000kcal)								
Model 1	451	421-481	465	435-495	506	475-536	0.011	10.8
Model 2	454	424-484	465	435-495	503	472-533	0.025	9.7
Model 3	447	413-481	466	436-496	509	476-542	0.011	12.2
ビタミンB <sub>6</sub> (mg/1000kcal)								
Model 1	0.74	0.72-0.76	0.77	0.75-0.79	0.80	0.77-0.82	<0.001	7.3
Model 2	0.74	0.72-0.76	0.77	0.75-0.79	0.79	0.77-0.82	0.001	6.7
Model 3	0.75	0.72-0.77	0.77	0.74-0.79	0.79	0.77-0.81	0.023	5.4
葉酸 (μg/1000kcal)								
Model 1	3.66	3.57-3.74	3.72	3.63-3.81	3.85	3.76-3.94	0.001	5.1
Model 2	3.67	3.58-3.75	3.71	3.63-3.80	3.84	3.76-3.93	0.002	4.6
Model 3	3.70	3.60-3.80	3.71	3.62-3.79	3.82	3.72-3.91	0.037	3.1
ビタミンC (mg/1000kcal)								
Model 1	76.7	72.9-80.4	79.7	75.9-83.5	85.2	81.4-89.0	0.002	10.1
Model 2	77.1	73.5-80.8	79.4	75.8-83.1	85.0	81.4-88.7	0.003	9.3
Model 3	78.1	73.9-82.2	79.3	75.6-82.9	84.3	80.3-88.3	0.027	7.4
ビタミンE (mg/1000kcal)								
Model 1	4.1	4.0-4.3	4.3	4.0-4.3	4.4	4.1-4.5	0.001	6.6
Model 2	4.2	4.2-4.4	4.3	4.1-4.4	4.4	4.2-4.6	0.005	5.6
Model 3	4.2	4.3-4.6	4.3	4.3-4.5	4.4	4.2-4.6	0.177	3.0
食物繊維 (g/1000kcal)								
Model 1	7.4	7.1-7.7	7.5	7.2-7.8	7.9	7.7-8.2	0.005	6.7
Model 2	7.4	7.2-7.7	7.5	7.2-7.7	7.9	7.7-8.2	0.008	5.9
Model 3	7.5	7.2-7.8	7.5	7.2-7.7	7.9	7.6-8.1	0.048	4.8
ナイアシン (mg/1000kcal)								
Model 1	9.5	9.2-9.8	9.9	9.6-10.3	10.1	9.8-10.4	0.015	5.6
Model 2	9.6	9.2-9.9	9.9	9.6-10.2	10.1	9.8-10.4	0.027	5.1
Model 3	9.6	9.2-9.9	9.9	9.6-10.2	10.0	9.7-10.4	0.090	4.6
パントテン酸 (mg/1000kcal)								
Model 1	3.66	3.56-3.76	3.72	3.62-3.82	3.85	3.75-3.95	0.002	5.1
Model 2	3.67	3.59-3.75	3.71	3.63-3.79	3.84	3.76-3.92	0.005	4.6
Model 3	3.70	3.60-3.80	3.71	3.63-3.79	3.82	3.72-3.92	0.087	3.1

カリウム(mg/1000kcal)								
Model 1 <sup>a</sup>	1529	1479-1579	1569	1519-1619	1638	1587-1689	0.002	6.6
Model 2 <sup>b</sup>	1540	1490-1590	1565	1516-1614	1631	1582-1680	0.009	5.6
Model 3 <sup>c</sup>	1560	1505-1615	1562	1512-1612	1615	1562-1668	0.141	3.4
カルシウム(mg/1000kcal)								
Model 1	343	329-357	352	384-366	366	352-380	0.020	6.3
Model 2	344	330-358	351	337-365	364	350-378	0.042	5.4
Model 3	354	339-369	349	335-363	357	342-372	0.660	0.8
マグネシウム(mg/1000kcal)								
Model 1	150	146-154	154	150-158	158	154-162	0.005	5.2
Model 2	151	147-155	154	150-158	158	154-162	0.014	4.5
Model 3	152	147-157	154	150-158	157	153-161	0.136	2.9
リン(mg/1000kcal)								
Model 1	612	595-629	636	619-653	645	628-662	0.008	5.1
Model 2	614	697-631	636	619-653	644	627-661	0.016	4.5
Model 3	623	604-642	634	617-651	637	619-655	0.300	2.9
鉄分(mg/1000kcal)								
Model 1	4.7	4.5-4.9	4.8	4.6-5.0	5.0	4.8-5.2	0.020	4.8
Model 2	4.7	4.5-4.9	4.8	4.6-5.0	4.9	4.7-5.1	0.029	4.3
Model 3	4.8	4.6-5.0	4.8	4.6-5.0	4.9	4.7-5.1	0.104	3.4
ビタミンD( $\mu$ g/1000kcal)								
Model 1	9.7	8.9-10.5	11.2	10.4-12.0	10.7	9.9-11.5	0.066	9.9
Model 2	9.6	8.8-10.4	11.3	10.5-12.1	10.8	10.0-11.6	0.052	10.5
Model 3	9.9	9.1-10.7	11.2	10.4-12.0	10.6	9.8-11.4	0.347	7.0
ビタミンK( $\mu$ g/1000kcal)								
Model 1	184	172-196	193	181-205	208	196-210	0.004	11.7
Model 2	185	174-196	192	181-203	207	195-219	0.008	10.4
Model 3	190	177-203	191	180-202	203	191-215	0.106	6.8
ビタミンB <sub>1</sub> (mg/1000kcal)								
Model 1	0.44	0.42-0.46	0.45	0.43-0.47	0.47	0.45-0.49	0.002	5.5
Model 2	0.44	0.42-0.46	0.45	0.43-0.47	0.46	0.44-0.48	0.011	4.4
Model 3	0.45	0.43-0.47	0.45	0.43-0.47	0.46	0.44-0.48	0.179	2.6
ビタミンB <sub>2</sub> (mg/1000kcal)								
Model 1	0.77	0.75-0.59	0.78	0.76-0.80	0.81	0.79-0.83	0.022	4.5
Model 2	0.77	0.75-0.79	0.77	0.75-0.79	0.81	0.79-0.83	0.033	4.1
Model 3	0.78	0.76-0.80	0.77	0.75-0.79	0.80	0.78-0.82	0.167	2.5
ビタミンB <sub>12</sub> ( $\mu$ g/1000kcal)								
Model 1	6.1	5.7-6.5	6.8	6.4-7.2	6.6	6.2-7.0	0.164	6.6
Model 2	6.1	5.7-6.5	6.8	6.4-7.2	6.6	6.2-7.0	0.108	7.5
Model 3	6.2	5.8-6.6	6.8	6.4-7.2	6.5	6.1-6.9	0.594	4.3
コレステロール(mg/1000kcal)								
Model 1	213	204-222	226	217-235	219	210-228	0.467	2.6
Model 2	214	205-223	226	217-235	219	210-228	0.581	2.2
Model 3	215	204-226	226	217-235	218	208-228	0.798	1.3
亜鉛(mg/1000kcal)								
Model 1	4.50	4.42-4.58	4.59	4.51-4.67	4.64	4.58-4.72	0.019	3.0
Model 2	4.51	4.43-4.59	4.59	4.51-4.67	4.63	4.55-4.71	0.039	2.6
Model 3	4.55	4.45-4.65	4.59	4.51-4.67	4.60	4.52-4.68	0.489	1.0

- <sup>a</sup> 性別を調整因子とした重回帰分析 (Model 1).
- <sup>b</sup> 性別に加え、教育歴、経済状態、家族構成、居住地域を調整因子とした重回帰分析 (Model 2).
- <sup>c</sup> Model 2 に加え、歯数を調整因子とした重回帰分析 (Model 3).
- <sup>d</sup> 調整済み平均値.
- <sup>e</sup>  $(\text{Highの平均値} - \text{Lowの平均値}) / \text{Highの平均値} \times 100(\%)$ .

表5 義歯使用の有無による各群の特性

	義歯不使用群 (n=106)		義歯使用群 (n=138)		p	
	n	%	n	%		
年齢					0.007 <sup>b</sup>	
	70歳群	64	60.4	58	42.0	
	80歳群	42	39.6	80	58.0	
性別					0.067 <sup>b</sup>	
	男性	58	54.7	61	44.2	
	女性	48	45.3	77	55.8	
経済状態					0.648 <sup>b</sup>	
	余裕がない	21	19.8	23	16.7	
	普通である	56	52.8	81	58.7	
	余裕がある	29	27.4	34	24.6	
教育歴					0.263 <sup>b</sup>	
	9年以下	25	23.6	33	23.9	
	10-12年	60	56.6	88	63.8	
	13年以上	21	19.8	17	12.3	
居住地域					0.198 <sup>b</sup>	
	都市部 (伊丹市・板橋区)	54	50.9	79	57.2	
	非都市部 (朝来市・西多摩郡)	52	49.1	59	42.8	
BMI (kg/m <sup>2</sup> )					0.075 <sup>b</sup>	
	18.5未満	4	3.8	11	8.0	
	18.5-25	77	72.6	108	78.3	
	25以上	25	23.6	19	13.8	
	中央値		IQR <sup>a</sup>	中央値	IQR <sup>a</sup>	p
Occlusal Units	5		3, 6	5	3, 6	0.913 <sup>c</sup>
咬合力 (N)	471		320, 628	418	289, 586	0.062 <sup>c</sup>
刺激時唾液分泌速度 (mL/分)	1.4		0.9, 2.1	1.4	0.9, 2.1	0.554 <sup>c</sup>
平均ポケット深さ (mm)	3.0		2.6, 3.3	3.1	2.8, 3.6	0.010 <sup>c</sup>
歯数 (本)	23		22, 24	23	21, 24	0.078 <sup>c</sup>
総エネルギー摂取量 (kcal/日)	2056		1664, 2421	1918	1597, 2338	0.347 <sup>c</sup>

<sup>a</sup> Interquartile range: 25, 75 パーセンタイル値.

<sup>b</sup>  $\chi^2$  検定.

<sup>c</sup> Mann-Whitney の U 検定.



表6 義歯使用の有無による各食品群・栄養素の摂取重量

栄養摂取 食品群	義歯不使用群 (n=106)		義歯使用群 (n=138)		p 値	%Difference
	平均値	95%CI	平均値	95%CI		
穀類 (g/1000kcal)	207	195-219	201	191-212	0.506	-3.0
豆類(g/1000kcal)	37	32-43	40	35-44	0.503	7.5
いも類(g/1000kcal)	36	30-42	39	33-44	0.479	7.7
菓子類(g/1000kcal)	30	27-34	27	24-30	0.185	-1.1
果実類(g/1000kcal)	82	68-95	88	77-100	0.438	6.8
野菜類 (g/1000kcal)	161	145-177	184	170-198	0.035	12.5
魚介類 (g/1000kcal)	56	50-62	62	57-67	0.175	9.7
肉類 (g/1000kcal)	28	25-32	33	30-36	0.061	15.2
卵類(g/1000kcal)	22	18-25	22	19-25	0.833	0.0
乳類 (g/1000kcal)	71	61-81	86	76-95	0.033	17.4
<b>栄養素</b>						
n-3 系脂肪酸 (%エネルギー)	1.4	1.3-1.5	1.5	1.4-1.6	0.032	6.7
カルシウム (mg/1000kcal)	334	313-355	383	363-402	0.001	12.8
ビタミンA (μg レチノール当量)	435	379-491	525	475-575	0.020	17.1
ビタミンC (mg/1000kcal)	80.0	73.6-86.2	85.1	79.2-90.9	0.271	6.0
ビタミンE (mg/1000kcal)	4.3	4.1-4.5	4.5	4.3-4.7	0.135	4.4
食物繊維 (g/1000kcal)	7.3	6.8-7.8	7.9	7.5-8.3	0.042	7.6

<sup>a</sup> 年齢, 性別, 経済状態, 教育歴, 居住地域, Occlusal Units, 咬合力, 刺激時唾液分泌速度, 平均ポケット深さで調整済み平均値

<sup>b</sup> (義歯使用群の調整済み平均値 - 義歯不使用群の調整済み平均値) / 義歯使用群の調整済み平均値 × 100%