

原 著

## 保健指導を伴う補綴治療が栄養摂取、代謝および体組成へ及ぼす効果について

武内 博朗<sup>1,2)\*</sup> 寺田 美香<sup>2)</sup> 西尾 健介<sup>2,3)</sup>  
 武内 理永<sup>2)</sup> 小林 和子<sup>2)</sup> 武内 伸賢<sup>2,4)</sup>  
 浦口 昌秀<sup>1)</sup> 花田 信弘<sup>1)</sup>

- 1) 鶴見大学歯学部探索歯学講座
- 2) 医療法人社団武内歯科医院
- 3) 日本大学歯学部歯科補綴学第I講座
- 4) 日本大学大学院歯学研究科顎顔面口腔外科

### 抄 録

目的：歯科補綴治療と保健指導の併用による健康増進への影響を、体組成や代謝指標の数値の推移によって検証した。

方法：大臼歯喪失者 37 名に対し、インプラントまたは有床義歯による補綴治療を行い、同時に個人別の保健指導を実施した。体組成測定、血液検査および食習慣・生活習慣のアンケートを、介入前と保健指導開始 6 か月後に行い、数値を比較した。

結果：全被験者の咀嚼能力平均値は、介入前の  $68.9 \pm 39.8$  mg/dL に比べ、補綴治療後は  $173.9 \pm 49.4$  mg/dL ( $p < 0.001$ ) と有意に改善した。保健指導後では、BMI、基礎代謝基準値、内蔵脂肪レベル、握力、タンパク質やビタミン A・D、カルシウム、葉酸、亜鉛の充足率に有意な改善が見られた。

結論：歯科補綴治療と保健指導の同時実施が健康増進のサロゲートマーカーを改善する可能性が示唆された。調査結果の検証には、複数の施設にわたるランダム化比較試験が必要である。

Key words : prosthodontic treatment、high carbohydrate diet、masticatory function、health guidance、body composition

受付：2023 年 1 月 20 日 受理：2023 年 8 月 23 日

### 緒 言

歯の本数や咀嚼能力と栄養状態の関係性は近年報告されてきている<sup>1-5)</sup>。しかし、歯科補綴治療による健康状態の改善を具体的に評価する介入研究は報告されていない。咀嚼機能への介入による健康状態の変化を、具体的に数値化された指標を用いて評価する介入研究を蓄積していくことが、今後の重要な課題である。

歯の喪失は咀嚼能力を低下させ、身体に必要な栄養素の摂取量に影響する<sup>1-3)</sup>。歯の喪失で咀嚼機

能が低下すると、軟性食材で咀嚼が容易な糖質の摂取頻度が増える傾向がある<sup>3-5)</sup>。これらは嚥下しやすいため食速度を増加させ、過食や食後高血糖を招きやすい。糖質に偏った食事の習慣化は、グリセミックロードを上昇させ、2 型糖尿病などの非感染性疾患 (NCDs) 発症の要因となる<sup>6,7)</sup>。Zhu らは、自然歯の数と成人のメタボリック症候群の評価項目に逆の相関があることを明らかにした<sup>8)</sup>。

また、咀嚼機能が低い状態では、咀嚼力が要求される肉類、野菜類の摂取は不足し、タンパク質・ビタミン・ミネラル低栄養に陥りやすくなる<sup>2,4)</sup>。

\*：〒 252-1131 神奈川県綾瀬市寺尾北 3-12-32  
 TEL：0467-78-3020 FAX：0467-78-6485  
 E-mail：hiro-214@xc4.so-net.ne.jp

そのため、血中アルブミン値が慢性的に低い状態（3.4mg/dL 以下）となり、将来の骨格筋減少症（サルコペニア）や骨塩量の低下につながる。Iwasaki M らは、75 歳以上の成人 272 名の調査で、歯の喪失や合わない義歯など咀嚼にトラブルを抱えている人がサルコペニアと有意に関連していることを報告した<sup>9)</sup>。高齢者のサルコペニアは、生活の質の低下、フレイル、余命短縮などを引き起こす要因である<sup>10,11)</sup> (図 1)。

栄養学の進歩により NCDs の発症や重症化を予防する食習慣はほぼ明らかにされている。これまでに、栄養摂取の適正化や、グリセミック負荷 (GL) の抑制などによる NCDs の改善が報告されている<sup>12,13)</sup>。しかし歯の喪失のため咀嚼力の低下した NCDs 患者は、適切な栄養摂取は困難である。

一方、ヒトは摂食行動の際、味蕾受容体および末梢組織からの信号が脳によって統合され、脳が食べたい食品を選別する<sup>14,15)</sup>。脳は意識下だけでなく無意識下でも食物選択の判断を下しており<sup>16)</sup>、その何気ない食行動の積み重ねが個人の食習慣を構築している。そのため、補綴治療によって咀嚼機能を回復しただけでは、適正な栄養摂取の習慣が得られない場合がある<sup>17,18)</sup>。それゆえ、歯科補綴診療に適切な食育指導を含む保健指導を組み込んだ、包括的な診療体系を開発する必要があると考えられる。

補綴治療による咀嚼機能改善効果は従来、アンケートによる主観的な基準で評価されていたが、

近年、グルコースを含有するグミゼリーを咀嚼してグルコース溶出量を測定する、簡便な咀嚼能力検査システム<sup>19)</sup>が開発された。このシステムは咀嚼能力を客観的に定量化することができ、臨床現場で非常に役立っている。

次の課題は、この咀嚼機能の数値化と同様に、補綴治療が体組成、代謝、健康増進にもたらす効果を、客観的に数値化して評価することである。

以前我々は、補綴治療と保健指導の併用が体組成と代謝の改善に効果的であった 3 つの症例を報告した<sup>20)</sup>。この結果より、「補綴治療は体組成や代謝指標に影響しない。従ってメタボリック症候群やフレイル、NCDs の発症や重症化の予防にも有効であるとはいえない」ことを帰無仮説とし、「補綴治療は体組成や代謝指標の改善を促す。よってメタボリック症候群やフレイル、NCDs の発症や重症化の予防に有効である可能性がある」ことを対立仮説とした。この検証のために、本研究では前回<sup>20)</sup>よりも症例数を増やし、咀嚼機能回復と保健指導の併用実施による体組成や代謝指標の数値の変化を追跡調査した。

### 材料および方法

#### 1. 対象者と研究の概要

本研究を実施するにあたり、全ての被験者に対して研究内容に関する説明を行い、インフォームドコンセントを得た。責任著者の診療所を受診する患者から大臼歯欠損者 37 名（男性 15 名・女性

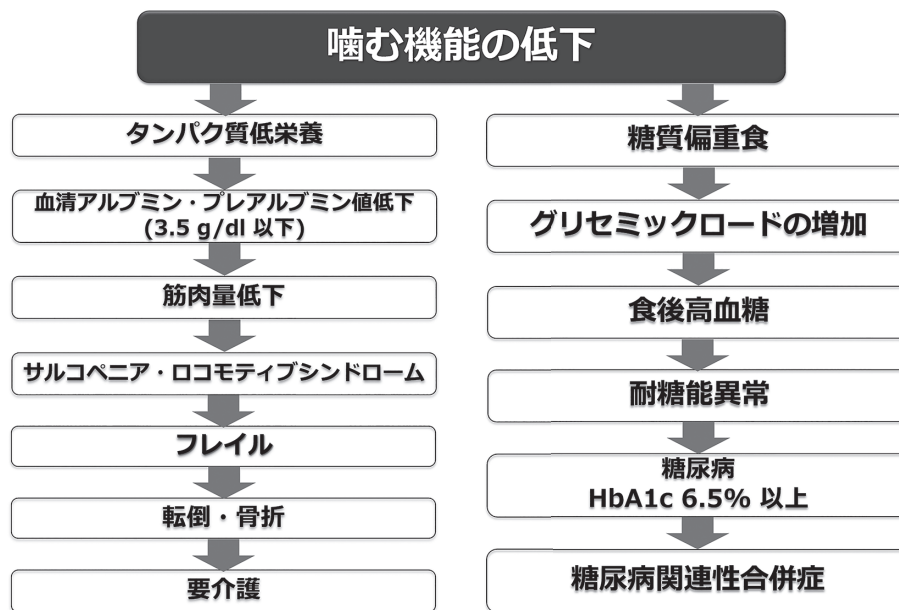


図 1 咀嚼機能の低下が引き起こす健康リスク  
糖質偏重食の習慣化が食後高血糖から糖尿病へ、またタンパク質低栄養の状態が低アルブミン血症からサルコペニアや虚弱を招く。

22名、平均年齢：男性 62.5 ± 11.2 歳、女性 65.6 ± 10.7 歳、表 1) を被験者とした。対象者の選定においては、栄養摂取・代謝・体組成に影響を及ぼす考えられる限りの環境要因や身体的、社会的、経済的側面について、被験者間でばらつきが生じないように可及的に統一を図った。除外基準は、医師から処方された薬を服用している患者とした。また、糖質代謝、体組成の変化に影響する交絡因子、すなわちサプリメント、栄養補助食品などを摂取している場合は、代謝・体組成に関わる各評価項目の初期調査 1 か月前から、初期調査の約 6 か月後に再度行う調査の終了時まで、摂取を中断させた。

全ての被験者について、グミゼリーを咀嚼してグルコース溶出量を測定する咀嚼能力検査システムを用いて、咀嚼機能検査を行った。体組成・代謝の状態を評価する項目として身長、体重、基礎代謝、Body Mass Index (BMI)、体脂肪率、内臓脂肪レベル、筋肉量、握力、Advanced Glycation End products (AGEs)、Hemoglobin A1c (HbA1c) を、体組成測定機や各種測定機器を用いて計測し、評価項目を数値化した。加えて、家族構成、生活習慣、病歴、社会経済的状态、身体活動などについてのアンケート調査 (表 2)、および被験者の 1 週間を単位とした食物摂取量とその頻度についての調査を行った。

歯周炎のある被験者は直ちに歯周治療を行い、炎症を制御した。続いて被験者全 37 名に補綴治療を行った。治療の内訳はインプラント補綴 (計 21 名：男性 10 名、女性 11 名、平均年齢・男性：59.6 ± 10.0 歳、女性：67.1 ± 10.1 歳)、および有床義歯補綴 (計 16 名：男性 5 名、女性 11 名、平均年齢・男性：68.4 ± 11.1 歳、女性：64.1 ±

11.1 歳) である。歯科インプラント補綴は、カイマンデンタル社、ストローマン社のフィクチャーを用い通法にて埋入手術を行った。

補綴治療と並行して、生活習慣アンケートおよび Food Frequency Questionnaire (FFQ：食事摂取頻度調査) の結果、および体組成測定結果に基づき、対象者の食習慣、生活習慣の問題を抽出した。そして、各被験者の問題を是正するための個人別問題改善プログラムを作成した。

食事指導は特に、咀嚼機能低下に関連する糖質偏重食とタンパク質・ビタミン・ミネラル低栄養に対する対策を指導した。

運動指導においては、年代と性別ごとの基礎代謝基準値から目標の基礎代謝量を算出し、身体活動の基準<sup>21)</sup>をもとに本人に合った目標運動量を設定して指導した。

また、体重コントロールの方法としてレコーディングダイエット<sup>22)</sup>を用いた。この方法は朝と夜の二回、体重を 100g 単位で計測し、微細な変化を行動に生かすことを特徴とする認知行動療法である。

良質な睡眠に関しては、睡眠とストレス制御との関係やサーカディアンリズムについて指導した。アルコール摂取については、種類別の適量の基準や推奨される低糖質な種類について情報提供した。

インプラント補綴を行った被験者には、テンポラリーインプラントの埋入を含む上部構造が装着される 1 か月前から保健指導を開始した。義歯による補綴を行った被験者には、義歯装着と同時に保健指導を開始した。指導は初回検査後、初回検査から約 14 ~ 30 日後、更に約 30 日、60 日後の合計 4 回行った。健康行動を支援する一連の教材

表 1 被験者内訳

		1 群 (インプラント)	2 群 (義歯)	合計
被験者数		21	16	37
性別 <sup>a</sup>	男性	10 (47.6)	5 (31.2)	15 (40.5)
	女性	11 (52.4)	11 (68.8)	22 (59.5)
平均年齢 <sup>b</sup>	男性	59.6 ± 10.0	68.4 ± 11.1	62.5 ± 11.2
	女性	67.1 ± 10.1	64.1 ± 11.1	65.6 ± 10.7
アイヒナー咬合指示 (n)	A (A2, A3)	5	1	6
	B (B1-B4)	16	9	25
	C (C1-C3)	0	6	6

<sup>a</sup>n (%), <sup>b</sup> 平均値 ± SD

表 2 生活習慣アンケート

生活習慣アンケート		年	月	日
カルテ No. _____	氏名 _____ 様	(男・女)	年齢 _____	歳
該当する項目の [ ] にチェックを、または ( ) にご記入ください。				
Q1	今までに次のような病気にかかったことがありますか。 (現在治療中のものも含めて、いくつでも)	[ ] 高血圧 [ ] 糖尿病 [ ] 菌周病 [ ] 胃・十二指腸潰瘍 [ ] 脳卒中・脳梗塞・脳出血 [ ] 高脂血症 [ ] 肝臓病 [ ] がん [ ] 狭心症・心筋梗塞 [ ] なし		
Q2	現在、お薬は飲んでいますか。	[ ] はい(薬の数は 種類) [ ] いいえ		
Q3	起きる時間と寝る時間について	起きる時間 [ ] 時頃・寝る時間 [ ] 時頃		
Q4	一日の食事について	朝食 [ ] 摂る ( 時頃) [ ] 摂らない 昼食 [ ] 摂る ( 時頃) [ ] 摂らない 夕食 [ ] 摂る ( 時頃) [ ] 摂らない 夜食 [ ] 摂る ( 時頃) [ ] 摂らない		
Q5	昨日の食事の内容は?	朝食 ( ) 昼食 ( ) 夕食 ( )		
Q6	(Q4で「摂らない」にチェックした方に) 食べない理由は何でしょう。	[ ] 時間が無い [ ] 食欲がない [ ] めんどうだから [ ] ダイエットの為 [ ] その他 ( )		
Q7	1回の食事に時間をどのくらいかけますか。	[ ] 10分以内 [ ] 30分以内 [ ] 1時間以内 [ ] 1時間以上		
Q8	甘いお菓子類はよく食べますか。	[ ] ほぼ毎日 [ ] 時々食べる(週 回位) [ ] ほとんど食べない		
Q9	外食はしますか。(持ち帰り弁当を含む)	[ ] 毎日外食する [ ] 時々外食する(週 回位) [ ] 外食はしない		
Q10	次のような料理はよく食べますか。	[ ] 塩辛・漬物 [ ] 辛いもの [ ] 揚げ物		
Q11	おやつや夜食に、おにぎりや菓子パン、 カップ麺等はよく食べますか。	[ ] 毎日食べる [ ] ときどき [ ] いいえ		
Q12	糖質の取りすぎに気をつけていますか?	[ ] 非常に気をつけている [ ] 普通 [ ] 気にしていない		
Q13	野菜はどれくらい摂っていますか?	[ ] 毎日 [ ] 週に4~6日 [ ] 週に1~3日 [ ] ほとんど食べない		
Q14	野菜を先に食べる、または糖質を最後に食 べるなど食べる順番を気をつけていますか。	[ ] はい [ ] いいえ		
Q15	1回の食事の量は?	[ ] 満腹まで食べる [ ] 腹八分目 [ ] 少食である		
Q16	水分は一日にどれくらいとりますか。	[ ] 1~2ℓを意識的に [ ] 喉が渴いた時 [ ] ほとんど摂らない		
Q17	健康食品やサプリメントをとっていますか。	[ ] はい(種類・品名: ) [ ] いいえ		
Q18	毎日入浴していますか。	[ ] 毎日している [ ] ( ) 日おきにしている		
Q19	お風呂の温度は	[ ] ぬるめ [ ] あつめ		
Q20	日頃の睡眠は、貴方にとって十分だと思いますか。	[ ] 十分だと思う [ ] やや足りない [ ] 足りない [ ] わからない		
Q21	睡眠について、次のようなことがありますか。	[ ] 寝つきが悪い [ ] 夜中に目が覚める [ ] 朝早く目が覚める [ ] 睡眠薬・精神安定剤などの睡眠補助品やアルコールを使用する [ ] 特別なことはない		
Q22	夕食から睡眠までどれくらいの時間があ いていますか。	[ ] 2時間以上 [ ] 1~2時間 [ ] 1時間未満		
Q23	自分の体型をどう思っていますか。	[ ] 太っている [ ] やせている [ ] ちょうどよい		
Q24	自分は運動不足だと思いますか。	[ ] 思う [ ] 思わない		
Q25	筋力の低下を感じますか。	[ ] はい [ ] いいえ		
Q26	1回30分以上で週2回以上の運動を、1年 以上続けていますか。	[ ] 1年以上続けている [ ] 1年にはならないが続いている [ ] そのような運動はしていない		
Q27	ストレスはどれくらい感じますか。	[ ] 全く感じない [ ] 時々感じる [ ] 日常的に感じる		
Q28	悩みごとは多い方ですか。	[ ] 全くない [ ] 時々ある [ ] 多い		
Q29	たばこは吸いますか。	[ ] 吸う⇒1日平均 ( ) 本・通算 ( ) 年間 [ ] 吸わない [ ] 以前は吸っていたが、やめた⇒ ( ) 年前		
Q30	お酒は飲みますか。	[ ] 毎日 [ ] 週 ( ) 回 [ ] 月 ( ) 回 [ ] ほとんど飲まない [ ] 以前は飲んでいましたが、やめた		
Q31	あなたの家族構成は?	[ ] 独身 [ ] 既婚 [ ] 親と同居 [ ] 親と別居 [ ] 子供あり ( 人) [ ] 子供なし		



(株式会社 Medical プランニング、神奈川) を用いて指導した。

補綴治療および保健指導開始の約6か月後に再度、咀嚼機能・体組成・代謝に関する検査およびアンケート調査を行って、介入前後の計測値を比較した。研究全体のプロトコルを図2に示す。評価項目と対象者の抽出基準、数値の改善が認められたとみなす判定基準について表3に示す。

## 2. 評価項目

### 1) 咀嚼機能

被験者にグルコース含有グミを欠損側の顎で20秒間咀嚼させた後、10mlの水で含嗽させ、濾過用メッシュを装着したコップ内にグミと水を吐き出させた。メッシュを通過した溶液のグルコース濃度をグルコセンサーGS-II(株式会社ジーシー、東京)で測定した。欠損部位で3回測定した値の平均を咀嚼機能値とした。

### 2) 体組成

すべての被験者に対し、身長、体重、基礎代謝、BMI、体脂肪率、内臓脂肪レベル、筋肉量を、生体インピーダンス法(Bioelectrical Impedance Analysis: BIA<sup>23,24)</sup>)に基づく体組成測定機、ITO-InBody 370(株式会社インボディ・ジャパン、東京)を用いて測定した。また、これらの値から基礎代謝基準値(基礎代謝/体重/日)、骨格筋量指数(Skeletal muscle index, SMI: 体重/身長<sup>2</sup>)を計算した。

### 3) 握力

握力測定器(竹井機器工業株式会社、新潟)を使用し、右手・左手それぞれ2回測定して平均値を算出した。

### 4) AGEs

過剰に摂取した糖と体内のタンパク質が結びつくことで体内に生成される物質AGEsを、センサーRQ-AG01J(株式会社OA.システムシャープ、香川)を使って計測した。

### 5) HbA1c

肘正中皮静脈から採血し、糖代謝のパラメーターとしてHbA1cのレベルを測定した。調査は、臨床検査試験会社(株式会社エスアールエル、東京)に委託した。

### 6) 栄養素充足率

被験者の食物摂取量とその頻度についてのアンケート結果から、一日あたりの習慣的な食品群別摂取量・栄養素摂取量を、栄養計算ソフト「食物摂取頻度調査FFQ Ver.3.5」(株式会社建帛社、東京)を使って推定評価した。日本人の食事摂取基準(厚生労働省・2015年版)<sup>25)</sup>にもとづき、主要な栄養素について成人の摂取基準値に対する充足率を被験者ごとに算出した。充足率を評価する項目は、エネルギー、タンパク質、カルシウム、鉄、ビタミンA、ビタミンD、ビタミンB1、葉酸、ビタミンC、食物繊維、亜鉛とした。

## 3. 統計解析

初回および介入6か月後に行った各評価検査の計測値は、全被験者、補綴種類がインプラントの被験者、義歯の被験者の3つのグループごとに集計し、連続データは平均±SDとして与えられた。各グループ内における初回と介入6か月後の計測値の比較は、対応のあるt検定によって行った。両側確率はP値0.05未満が統計的に有意であると見なした。統計分析は、SPSS for Win-

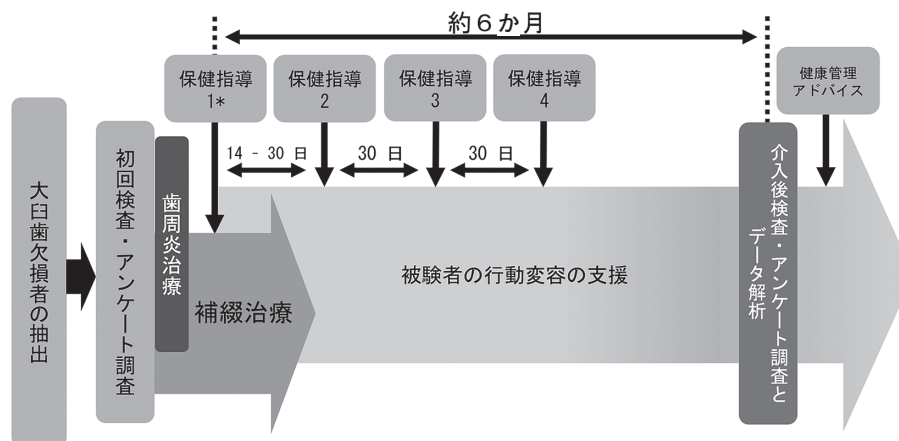


図2 研究デザイン

\*インプラント患者の場合、テンポラリーインプラント埋入を含む、インプラント治療が行われる1か月前に最初の健康指導を行う。義歯装着者の場合は、装着直後に行う。

表 3 評価項目と数値改善の判定基準

評価項目	基準値・正常範囲	解析対象者抽出基準	改善の判断基準
咀嚼機能 <sup>a</sup>	正常値 100mg/dL 以上 (100mg/dL 未満は咀嚼機能低下症)	1. 全員 2. 補綴種類がインプラントの人 3. 補綴種類が義歯の人	初回と 6 か月後の数値を比較し、数値が上昇した場合を改善したとみなす。1) ~ 3) の集団ごとに結果を分ける。
基礎代謝基準値 <sup>b</sup>	基礎代謝 (kcal) / 体重 (kg) / 日。 厚生労働省「日本人の食事摂取基準 2020」における性別・年齢ごとの基準値を参照した。	1. BMI の初回が基準値を超えている人 2. BMI の初回が基準値未満の人	1) 全員 2) インプラント 3) 義歯 基礎代謝 / 体重の初回と 6 か月後の数値を比較し、数値が上昇した場合を改善したとみなす。 基礎代謝 / 体重の初回と 6 か月後の数値を比較し、数値が下降した場合を改善したとみなす。
BMI <sup>c</sup>	18 ~ 49 歳 18.5 ~ 24.9、50 ~ 69 歳 20 ~ 24.9、70 歳以上 21.5 ~ 24.9	1. 初回が基準値を超えている人 2. 初回が基準値未満の人	1) 全員 2) インプラント 3) 義歯 初回と 6 か月後の数値を比較し、数値が下降し基準値に近づいた場合を改善したとみなす。 初回と 6 か月後の数値を比較し、数値が上昇し基準値に近づいた場合を改善したとみなす。
体脂肪率 <sup>d</sup>	男性：18 ~ 39 歳 11 ~ 21、40 ~ 59 歳 12 ~ 22、60 歳以上 14 ~ 24 女性：18 ~ 39 歳 21 ~ 34、40 ~ 59 歳 22 ~ 35、60 歳以上 23 ~ 36	1. 初回が基準値を超えている人 2. 初回が基準値未満の人	1) 全員 2) インプラント 3) 義歯 初回と 6 か月後の数値を比較し、数値が下降し基準値に近づいた場合を改善したとみなす。 初回と 6 か月後の数値を比較し、数値が上昇し基準値に近づいた場合を改善したとみなす。
内臓脂肪レベル <sup>e</sup>	9.5 以下：正常、10-14.5：やや過剰、15 以上：過剰	10 以上の人	1) 全員 2) インプラント 3) 義歯 初回と 6 か月後の数値を比較し、数値が下降し 10 に近づいた場合を改善したとみなす。
骨格筋量指数 <sup>f</sup> (SMI、kg/m <sup>2</sup> )	サルコペニアの診断基準：男性 7.0kg/m <sup>2</sup> 未満、女性 5.7kg/m <sup>2</sup> 未満	1. 全対象者 2. BMI の初回が基準値を超えている人 3. BMI の初回が基準値未満の人	1) 全員 2) インプラント 3) 義歯 初回と 6 か月後の数値を比較し、数値が上昇した場合を改善したとみなす。 1) 全員 2) インプラント 3) 義歯
握力 (kg) <sup>g</sup>	健常者の平均値。男性：30-49 歳 47.21、50-59 歳 45.61、60-69 歳 41.32、70 歳以上 36.24。女性：30-49 歳 29.01、50-59 歳 27.78、60-69 歳 25.37、70 歳以上 23.05	初回と 6 か月後のデータのある人全員	1) 全員 2) インプラント 3) 義歯 初回と 6 か月後の数値を比較し、数値が上昇した場合を改善したとみなす。
AGEs <sup>h</sup>	健常者の平均値：20代 0.42、30代 0.45、40代 0.48、50代 0.50、60代 0.53、70代 0.56	初回と 6 か月後のデータのある人全員	1) 全員 2) インプラント 3) 義歯 初回と 6 か月後の数値を比較し、数値が下降した場合を改善したとみなす。
HbA1c <sup>i</sup>	正常値 5.6 未満、要注意 5.6-5.9、糖尿病の可能性 6.0-6.4、治療が必要・糖尿病可能性大 6.5 以上	1) 全員 2) インプラント 3) 義歯	初回と 6 か月後の数値を比較し、数値が上昇した場合を改善したとみなす。
栄養素充足率全項目 (エネルギー充足率～亜鉛充足率) <sup>j</sup>	栄養素充足率 = 実測値 / 基準値 × 100 (%)	1. 初回と 6 か月後のデータのある人全員 2. 補綴種類がインプラントの人 3. 補綴種類が義歯の人	初回と 6 か月後の数値を比較し、エネルギー、タンパク質、V.A、V.D は数値が 100 (%) に近づいた場合、それ以外の項目は数値が上昇した場合を改善したとみなす。1) ~ 3) の集団ごとに結果を分ける。

<sup>a</sup> 基準値は日本歯科医学会「口腔機能低下症の考え方」による。  
<sup>b,c</sup> 数値は厚生労働省「日本人の食事摂取基準 (2015)」における性別・年齢毎の基準値による (<https://www.mhlw.go.jp/file/04-Houdouhappyou-10904750-Kenkoukyoku-Gantaisakukenkou-zoushinka/0000041955.pdf>, 2023 年 8 月 8 日アクセス)。  
<sup>d,e</sup> 体脂肪率の基準値は株式会社タニタ (TANITA Corporation) HP を参考 (<https://www.tanita.co.jp/health/measure/taioseikei/>, 2023 年 8 月 8 日アクセス)。  
<sup>f</sup> 生体インピーダンス分析法 (BIA) によるサルコペニア評価のカットオフ値 (Chen LK, Liu LK, Woo J, et al: Sarcopenia in Asia: consensus report of the Asian Working Group for Sarcopenia. J Am Med Dir Assoc. 2014; 15(2) : 95-101)。  
<sup>g</sup> 平均値は総務省統計局の令和元年度体力・運動能力調査による (<https://www.e-stat.go.jp/stat-search/files?page=1&layout=datalist&toukei=0-0402102&tstat=000001088875&cycle=0&tclass1=000001145807&tclass2val=0>, 2023 年 8 月 8 日アクセス)。  
<sup>h</sup> 基準値は AGEs センサー RQ-AG01J (株式会社 OA システムシャープ、香川) のものを使用。  
<sup>i</sup> 数値は日本糖尿病学会の 2019 年糖尿病治療ガイドラインによる (南江堂、2019)。  
<sup>j</sup> 各栄養素の基準の摂取量は、初回に実施した食事摂取頻度調査 (FFQ) および生活習慣アンケートの結果に基づいて個人別に設定される。エネルギー、タンパク質、脂溶性ビタミンであるビタミン A とビタミン D については、100%に近いほど理想的と見なすが、それ以外は推奨量に上限なし。

dows バージョン 22.0 (日本アイ・ビー・エム株式会社、東京) を使用して行った。

## 結 果

補綴治療と保健指導実施前後の検査項目の推移を、対象者全員、インプラント補綴者、義歯補綴者の3つのカテゴリについて解析した結果を表4に示す。評価項目それぞれに、解析する被験者群の選別条件(表3)を設けたため、項目ごとのnの数は異なっている。

### 1. 咀嚼機能

咀嚼能力については、被験者全員、インプラント補綴者、義歯補綴者すべてのカテゴリで数値が著明に向上し有意な改善が認められた。被験者全員(n=37)の平均値は $68.9 \pm 39.8$ mg/dL から $173.9 \pm 49.4$ mg/dL ( $p < 0.001$ )に改善された。インプラント治療をうけた被験者の平均値は $72.7 \pm 44.7$ mg/dL から $202.7 \pm 40.8$ mg/dL ( $p < 0.001$ )まで上昇した。健常者と同等レベルまで咀嚼力が回復したことを示している。義歯補綴治療をうけた被験者の平均値も $63.8 \pm 33.0$ mg/dL から $136.1 \pm 30.9$ mg/dL ( $p < 0.001$ )まで改善した。

### 2. 体組成

基礎代謝基準値とBMIについては、BMIの初期値が基準値を超えていたグループ全体の解析では有意差を認めた(基礎代謝基準値:n=12、 $19.0 \pm 2.5$ kcal/kg/日から $19.5 \pm 2.5$ kcal/kg/日、 $p = 0.035$ ; BMI:n=12、 $29.2 \pm 5.0$ から $27.9 \pm 3.7$ 、 $p = 0.045$ )。BMIの初期値が基準値を下回っていた対象者は、基礎代謝基準値、BMI共に数値は改善したが、有意差を認めなかった(基礎代謝基準値・グループ全体:n=10、 $23.5 \pm 2.7$ kcal/kg/日から $22.6 \pm 1.5$ kcal/kg/日、 $p > 0.999$ ; インプラント群:n=6、 $23.8 \pm 3.2$ kcal/kg/日から $22.6 \pm 1.0$ kcal/kg/日、 $p > 0.999$ ; 義歯群:n=4、 $23.1 \pm 2.1$ kcal/kg/日から $22.7 \pm 2.3$ kcal/kg/日、 $p > 0.999$ ; BMI・グループ全体:n=10、 $18.2 \pm 2.8$ から $19.2 \pm 1.9$ 、 $p = 0.516$ ; インプラント群:n=6、 $18.9 \pm 2.8$ から $20.3 \pm 1.1$ 、 $p = 0.769$ ; 義歯群:n=4、 $17.2 \pm 3.0$ から $17.7 \pm 1.9$ 、 $p > 0.999$ )。

体脂肪率の調査では、初期値が基準値を超えていたグループの義歯群で4名全員の数値が改善し(n=4、 $37.1 \pm 13.4$ %から $34.3 \pm 11.9$ %、 $p = 0.586$ )、初期値が基準値未満だったグループも5名中4名の数値が改善した(全体群:n=5、 $14.7$

$\pm 9.8$ %から $20.2 \pm 7.9$ %、 $p = 0.513$ )。しかしいずれも有意差は確認できなかった。

内臓脂肪レベルについては、初期値がレベル10以上だった全員(n=13、 $14.6 \pm 2.8$ から $13.3 \pm 3.3$ 、 $p = 0.025$ )、およびインプラント群(n=8、 $14.6 \pm 2.9$ から $13.0 \pm 3.5$ 、 $p = 0.018$ )の両方で有意差のある改善を認めた。

SMIは、対象者全体(n=36、 $7.0 \pm 1.3$ kg/m<sup>2</sup>から $6.8 \pm 1.3$ kg/m<sup>2</sup>、 $p = 0.294$ )、BMI初期値が基準値以上だった群(n=12、 $8.0 \pm 1.0$ kg/m<sup>2</sup>から $7.8 \pm 1.1$ kg/m<sup>2</sup>、 $p > 0.999$ )、基準値未満だった群(n=9、 $6.0 \pm 1.3$ kg/m<sup>2</sup>から $5.5 \pm 0.8$ kg/m<sup>2</sup>、 $p > 0.999$ )のいずれにおいてもやや減少した。

### 3. 握力

対象者全員(n=11)において数値が向上し有意差を認めた(全体平均: $29.6 \pm 6.9$ kgから $31.1 \pm 6.7$ kg、 $p = 0.003$ ; インプラント群:n=10、 $30.8 \pm 5.8$ kgから $32.1 \pm 6.0$ kg、 $p = 0.006$ ; 義歯群:n=1、 $17.0$ kgから $20.6$ kg)。

### 4. AGEs

代謝指標として調査したAGEsでは、数値の改善は見られたが有意差は確認できなかった(全体平均:n=12、 $0.49 \pm 0.13$ a.u.から $0.44 \pm 0.08$ a.u.、 $p = 0.462$ )。

### 5. HbA1c

HbA1cについても、数値の改善は見られたが有意差は確認できなかった(全体平均:n=12、 $6.0 \pm 1.2$ %から $5.7 \pm 0.6$ %、 $p = 0.505$ )。

### 6. 栄養素充足率

栄養素充足率に関して、調査対象者全体平均で有意差のある改善が見られたのは、タンパク質(n=30、 $86.7 \pm 22.9$ %から $98.0 \pm 24.4$ %、 $p = 0.007$ )、ビタミンA(n=31、 $69.2 \pm 29.5$ %から $84.4 \pm 30.5$ %、 $p = 0.011$ )、ビタミンD(n=29、 $101.5 \pm 43.7$ %から $125.5 \pm 55.3$ %、 $p = 0.032$ )、葉酸(n=30、 $108.6 \pm 38.8$ %から $136.8 \pm 58.9$ %、 $p = 0.006$ )、亜鉛(n=31、 $78.5 \pm 27.3$ %から $91.5 \pm 31.0$ %、 $p = 0.005$ )であった。この中で葉酸と亜鉛については、インプラント群でも有意差のある改善が見られた(葉酸:n=18、 $108.0 \pm 38.3$ %から $132.9 \pm 39.5$ %、 $p = 0.011$ 、亜鉛:n=19、 $75.5 \pm 28.9$ %から $85.2 \pm 22.6$ %、 $p = 0.016$ )。カルシウムは義歯群で有意差のある改善が認められた(n=12、 $94.2 \pm 34.2$

表 4 統計分析結果

評価項目 (単位)	解析対象	n	初回 (mean ± SD)	6 か月後 (mean ± SD)	P-value <sup>a</sup> (前後比較)	改善した 人数・割合 <sup>b</sup> (n, %)	
咀嚼機能値 (mg/dL)	1) 全員	37	68.9 ± 39.8	173.9 ± 49.4	< 0.001	37, 100.0	
	2) インプラント	21	72.7 ± 44.7	202.7 ± 40.8	< 0.001	21, 100.0	
	3) 義歯	16	63.8 ± 33.0	136.1 ± 30.9	< 0.001	16, 100.0	
基礎代謝基準値 (kcal/kg/日)	1) 初回 BMI 基準域越え	1) 全員	12	19.0 ± 2.5	19.5 ± 2.5	0.035	10, 83.3
		2) インプラント	8	19.1 ± 2.6	19.5 ± 2.6	0.276	6, 75.0
		3) 義歯	4	18.9 ± 2.7	19.5 ± 2.8	0.290	4, 100.0
	2) 初回 BMI 基準域未満	1) 全員	10	23.5 ± 2.7	22.6 ± 1.5	> 0.999	5, 50.0
		2) インプラント	6	23.8 ± 3.2	22.6 ± 1.0	> 0.999	2, 33.3
		3) 義歯	4	23.1 ± 2.1	22.7 ± 2.3	> 0.999	3, 75.0
BMI	1) 初回 BMI 基準域越え	1) 全員	12	29.2 ± 5.0	27.9 ± 3.7	0.045	10, 83.3
		2) インプラント	8	29.2 ± 5.4	27.9 ± 3.9	0.212	7, 87.5
		3) 義歯	4	29.3 ± 4.9	27.8 ± 3.8	0.541	3, 75.0
	2) 初回 BMI 基準域未満	1) 全員	10	18.2 ± 2.8	19.2 ± 1.9	0.516	7, 70.0
		2) インプラント	6	18.9 ± 2.8	20.3 ± 1.1	0.769	5, 83.3
		3) 義歯	4	17.2 ± 3.0	17.7 ± 1.9	> 0.999	2, 50.0
体脂肪率 (%)	1) 初回体脂肪率 - 基準域越え	1) 全員	15	35.5 ± 10.6	33.5 ± 8.8	0.091	12, 80.0
		2) インプラント	11	34.9 ± 10.1	33.2 ± 8.2	0.344	8, 72.7
		3) 義歯	4	37.1 ± 13.4	34.3 ± 11.9	0.586	4, 100.0
	2) 初回体脂肪率 - 基準域未満	1) 全員	5	14.7 ± 9.8	20.2 ± 7.9	0.513	4, 80.0
		2) インプラント	1	3.0	24.6	-	1, 100.0
		3) 義歯	4	17.6 ± 8.4	19.2 ± 8.7	0.817	3, 75.0
内臓脂肪レベル	1) 初回内臓脂肪 レベル_10 以上	13	14.6 ± 2.8	13.3 ± 3.3	0.025	9, 69.2	
	2) インプラント	8	14.6 ± 2.9	13.0 ± 3.5	0.018	7, 87.5	
	3) 義歯	5	14.6 ± 3.0	13.8 ± 3.1	> 0.999	2, 40.0	
骨格筋量指数 SMI (kg/m <sup>2</sup> )	全対象者	1) 全員	36	7.0 ± 1.3	6.8 ± 1.3	0.294	17, 47.2
		2) インプラント	20	7.3 ± 1.3	7.1 ± 1.2	> 0.999	12, 60.0
		3) 義歯	16	6.8 ± 1.2	6.5 ± 1.2	0.351	5, 31.3
	初回 BMI 基準値越え	1) 全員	12	8.0 ± 1.0	7.8 ± 1.1	> 0.999	6, 50.0
		2) インプラント	8	8.0 ± 1.2	8.0 ± 1.1	> 0.999	5, 62.5
		3) 義歯	4	8.1 ± 0.6	7.5 ± 1.0	> 0.999	1, 25.0
	初回 BMI 基準値未満	1) 全員	9	6.0 ± 1.3	5.5 ± 0.8	> 0.999	5, 55.6
		2) インプラント	5	6.5 ± 1.6	5.9 ± 0.8	> 0.999	4, 80.0
		3) 義歯	4	5.2 ± 0.2	5.1 ± 0.7	> 0.999	1, 25.0
握力 (kg)	1) 全員	11	29.6 ± 6.9	31.1 ± 6.7	0.003	10, 90.9	
	2) インプラント	10	30.8 ± 5.8	32.1 ± 6.0	0.006	9, 90.0	
	3) 義歯	1	17.0	20.6	-	1, 100.0	
AGEs (a.u.)	1) 全員	12	0.49 ± 0.13	0.44 ± 0.08	0.462	8, 66.7	
	2) インプラント	10	0.50 ± 0.14	0.45 ± 0.08	0.660	6, 60.0	
	3) 義歯	2	0.42 ± 0.03	0.39 ± 0.06	> 0.999	2, 100.0	



表4 統計分析結果

評価項目 (単位)	解析対象	n	初回 (mean ± SD)	6ヶ月後 (mean ± SD)	P-value <sup>a</sup> (前後比較)	改善した 人数・割合 <sup>b</sup> (n, %)
HbA1c (%)	1) 全員	12	6.0 ± 1.2	5.7 ± 0.6	0.505	7, 58.3
	2) インプラント	8	6.1 ± 1.4	5.7 ± 0.7	0.560	6, <b>75.0</b>
	3) 義歯	4	5.8 ± 0.6	5.7 ± 0.6	> 0.999	1, 25.0
エネルギー充足率 (%)	1) 全員	31	93.6 ± 20.7	93.8 ± 16.7	> 0.999	20, <b>64.5</b>
	2) インプラント	19	95.2 ± 22.3	92.9 ± 16.4	> 0.999	13, <b>68.4</b>
	3) 義歯	12	90.9 ± 18.4	95.2 ± 17.7	> 0.999	7, 58.3
タンパク質充足率 (%)	1) 全員	30	86.7 ± 22.9	98.0 ± 24.4	<b>0.007</b>	21, <b>70.0</b>
	2) インプラント	18	89.0 ± 25.5	96.7 ± 22.8	0.087	11, <b>61.1</b>
	3) 義歯	12	83.4 ± 18.8	100.1 ± 27.4	0.096	10, <b>83.3</b>
カルシウム充足率 (%)	1) 全員	30	86.3 ± 30.9	93.6 ± 27.1	0.151	21, <b>70.0</b>
	2) インプラント	18	81.1 ± 28.3	83.8 ± 20.0	> 0.999	11, <b>61.1</b>
	3) 義歯	12	94.2 ± 34.2	108.3 ± 30.4	<b>0.036</b>	10, <b>83.3</b>
鉄充足率 (%)	1) 全員	31	90.8 ± 41.7	97.3 ± 43.7	0.752	20, <b>64.5</b>
	2) インプラント	19	89.0 ± 38.2	90.4 ± 25.6	> 0.999	11, 57.9
	3) 義歯	12	93.7 ± 48.5	108.2 ± 62.7	0.266	9, <b>75.0</b>
ビタミン A 充足率 (%)	1) 全員	31	69.2 ± 29.5	84.4 ± 30.5	<b>0.011</b>	24, <b>77.4</b>
	2) インプラント	19	69.1 ± 32.6	81.2 ± 30.2	0.190	14, <b>73.7</b>
	3) 義歯	12	69.2 ± 25.2	89.5 ± 31.6	0.082	10, <b>83.3</b>
ビタミン D 充足率 (%)	1) 全員	29	101.5 ± 43.7	125.5 ± 55.3	<b>0.032</b>	19, <b>65.5</b>
	2) インプラント	18	94.1 ± 40.3	108.8 ± 32.5	0.185	11, <b>61.1</b>
	3) 義歯	11	113.7 ± 48.1	152.9 ± 73.8	0.216	8, <b>72.7</b>
ビタミン B1 充足率 (%)	1) 全員	31	86.9 ± 32.1	95.5 ± 27.3	0.238	19, <b>61.3</b>
	2) インプラント	19	91.7 ± 35.1	95.5 ± 22.8	> 0.999	11, 57.9
	3) 義歯	12	79.3 ± 26.1	95.5 ± 34.4	0.126	8, <b>66.7</b>
葉酸充足率 (%)	1) 全員	30	108.6 ± 38.8	136.8 ± 58.9	<b>0.006</b>	23, <b>76.7</b>
	2) インプラント	18	108.0 ± 38.3	132.9 ± 39.5	<b>0.011</b>	14, <b>77.8</b>
	3) 義歯	12	109.6 ± 41.3	142.6 ± 81.7	0.275	9, <b>75.0</b>
ビタミン C 充足率 (%)	1) 全員	31	88.6 ± 29.2	97.7 ± 31.3	0.310	18, 58.1
	2) インプラント	19	92.1 ± 27.7	97.4 ± 32.5	> 0.999	10, 52.6
	3) 義歯	12	83.2 ± 31.9	98.2 ± 30.6	0.225	8, <b>66.7</b>
食物繊維充足率 (%)	1) 全員	30	71.6 ± 17.8	79.1 ± 21.9	0.069	20, <b>66.7</b>
	2) インプラント	18	69.0 ± 14.0	77.0 ± 17.9	0.144	13, <b>72.2</b>
	3) 義歯	12	75.5 ± 22.5	82.3 ± 27.3	0.764	7, 58.3
亜鉛充足率 (%)	1) 全員	31	78.5 ± 27.3	91.5 ± 31.0	<b>0.005</b>	24, <b>77.4</b>
	2) インプラント	19	75.5 ± 28.9	85.2 ± 22.6	<b>0.016</b>	14, <b>73.7</b>
	3) 義歯	12	83.2 ± 24.8	101.5 ± 40.2	0.160	10, <b>83.3</b>

SD, standard deviation; BMI, body mass index; HbA1c, Hemoglobin A1c.

全ての栄養素充足率は、測定値を基準値で割って算出し、パーセンテージで表示した。

<sup>a</sup> 0.05未満の値を太字で表す。

<sup>b</sup> 太字は改善率が60% (四捨五入) 以上であることを示す。

から  $108.3 \pm 30.4\%$ 、 $p=0.036$ 。

エネルギー充足率 ( $n=31$ ) の調査では、義歯群において数値の改善が見られた ( $n=12$ 、 $90.9 \pm 18.4\%$  から  $95.2 \pm 17.7\%$ 、 $p > 0.999$ ) が、有意差は確認できなかった。

表 4 では数値の改善した被験者数が全体の 60% 以上 (小数一位四捨五入) を占めた項目を太字で示した。基礎代謝基準値、SMI、HbA1c、ビタミン C 充足率の一部のカテゴリーを除き、ほとんどの項目で改善率は 60% を超えていた。

## 考 察

この研究の特徴は、咀嚼機能障害が引き起こす摂食障害や偏食習慣の度合いや、治療介入による全身状態の改善を具体的に評価するために、評価項目の数値を経過観察したことである。補綴治療と保健指導の組み合わせによる健康増進効果が、サロゲートマーカーによって客観的に示された。

これまでに、インプラントオーバーデンチャー群と総義歯 (フルデンチャー) 群との比較で、治療後は咀嚼力が改善するが、栄養摂取量は群間で差はなく<sup>26)</sup>、また、補綴治療に加えて食事指導を実施した群では、補綴治療のみの群と比べて果物や野菜の摂取量が増加した<sup>17, 18, 27)</sup> との報告がある。これら従来の研究では、食事パンフレット類の提示、或いは簡単な食事指導のみによる介入が行われ、調査項目は主に野菜や果物の摂取量、およびタンパク質やビタミン C などいくつかの栄養素の摂取量であった。本研究は従来の研究と以下の 3 点で異なる。第一に、評価項目においては、より多様な栄養素摂取量の調査を行っただけでなく、体組成、血液の状態、握力、血圧など可能な限りの調査項目を設定した。第二に、栄養指導に関しては単なる情報提供でなく、各種調査結果をもとに対象者それぞれの栄養状態や置かれた環境に即した、言わばカスタマイズされた指導プログラムを作成してアドバイスをを行い、計 4 回の指導の中で対象者の食習慣改善への取り組み状況を確認しながら、軌道修正や、モチベーションの維持と取り組みへの支援を継続的に行った。第三に、栄養指導に加えて生活習慣や運動、睡眠などの指導も 4 回のプログラムの中に組み込み、より全身的な健康増進の効果が出やすい介入を目指した。

グルコセンサーによる咀嚼機能値の判定においては、口腔機能低下症の診断基準のうち、咀嚼機能を判断する基準として、グルコース濃度  $100\text{mg/dL}$  未満が咀嚼機能低下と診断される<sup>28)</sup>。

治療介入前はこの基準値未満だった (平均  $73.7\text{mg/dL}$ ) 全ての被験者において、介入後は義歯、インプラントを問わず、咀嚼機能値に有意な改善が認められた。基礎代謝基準値と BMI の項目では、初期値が基準値の上限を超えていた肥満者の全体において有意な改善を認めた。ほかに内臓脂肪レベルと握力、タンパク質充足率に関しても、被験者全体において有意な改善が認められた。これらの項目の数値の悪化は、メタボリック症候群の罹患や重症化に関係している<sup>2-5, 12, 13)</sup>。補綴治療と同時に保健指導による介入を行ったことで、糖質偏重食、タンパク質低栄養が改善し、結果として一連の代謝が急速に改善したと考えられる。これらの結果は、補綴治療と保健指導の集中運用による相乗効果の存在を示唆する。

FFQ による調査では全体に、ご飯や麺類など高糖質の食品の摂取割合が高く、タンパク質やビタミン・ミネラル類、食物繊維については摂取率が低い傾向があった。補綴治療および保健指導後に、各種栄養素摂取量の改善が認められたことは、咀嚼機能が改善され、さらに適切な食習慣の知識と個別のアドバイスによって栄養バランスのよい食事を摂取し始めたことを示している。また、内臓脂肪レベルや握力が改善した結果は、タンパク質摂取量の増加で筋肉の質と量が改善し、代謝が改善したことを示す。

この評価方法は保健指導を受ける被験者にとっても、自らが起こした保健行動の結果が数値に現れることで、健康改善への意識がさらに向上する動機付けとなったと思われる。サルコペニアやフレイル、NCDs の予防と改善、そして健康寿命の延伸に、咀嚼機能の正常化が少なからず貢献していることをこの結果は示している (図 3)。よって、緒言で提示した帰無仮説は否定され、「補綴治療は体組成や代謝指標の改善を促す。よってメタボリック症候群やフレイル、NCDs の発症や重症化の予防に有効である可能性がある」とする対立仮説が採用された。

今後の課題は、NCDs の発症予防・重症化予防を最終目的とした補綴治療を積極的に行うことである。歯科医療者は歯を失った患者に対し、咀嚼機能が低下することが将来重大な健康障害につながることを認識させ、患者が自分の健康のために一日も早い行動を取るよう導くことが重要である。

今回の研究ではいくつかの限界を認めた。まず、SMI 値の改善は認められなかった。体重の適正化を経て筋肉量の増加に至るまでの期間とし

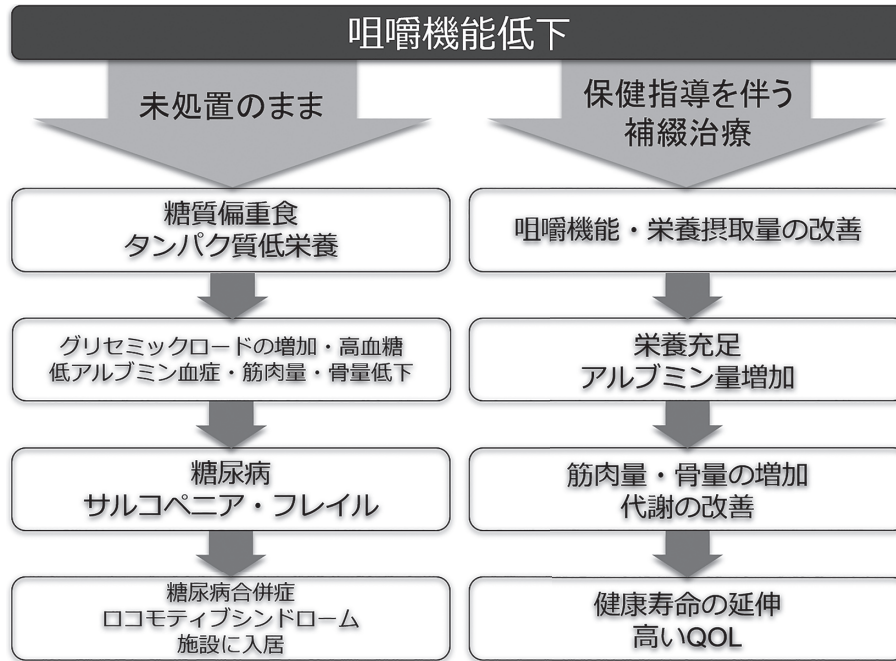


図3 咀嚼機能が低下した場合と、治療介入した場合の健康状態の推移  
補綴治療と保健指導の集中運用が、栄養状態・代謝・体組成を改善し、結果として健康寿命延伸や高いQOLに繋がると考えられる。

では、今回の6か月という研究期間では不十分であった。さらに、SMI値は運動量に大きく影響を受けるため、測定時の天候や季節、体調や身体の痛みの有無などの条件によって、数値の増減が大きかったことも原因として考えられる。

また、血液検査において、栄養状態のより詳細な把握のためにはHbA1cのみならず、アルブミン値や総コレステロールなどの値も評価項目に加えるべきであったが、今回は予算の関係上調査できなかった。

今回の研究では著者の歯科診療所に実際に通う患者から対象者を選別した。全ての患者に対し、咀嚼機能の低下した患者をランダムに分けて一方には保健指導をし、一方にはしない、あるいは補綴治療をせずに保健指導だけにするなどの、研究だけを目的とした介入方法を選択することはできない。そのため、今回の臨床研究では比較コントロール群の設定が事実上不可能であり、前後比較の研究デザインになっている。

今後は、咀嚼機能が基準値未満の人を対象に、保健指導のみ、補綴治療のみ、補綴治療と保健指導の併用の3通りの介入方法によるコントロールスタディを行うことが必要と考えている。さらに、今回は探索的研究としてpaired t-testを使用したか、次回は十分なサンプル数を蓄積したうえで、多変量線形回帰分析の使用を検討したいと考える。

## 結 論

補綴治療は、その診療体系に保健指導プログラムを組み込むことにより、咀嚼機能の改善のみならず体組成や代謝の改善を促すことが示された。但し、単一施設での対照群のない研究には限界があり、調査結果を検証するには、複数の施設にわたるランダム化比較試験が必要である。

### 倫理的承認

この研究のプロトコルは鶴見大学歯学部倫理審査委員会によって承認された（倫理審査委員会番号11000277：承認番号1042号）。

### 利益相反

著者は、結果や資金調達に関して利益相反がないことを宣言する。

## 文 献

- 1) Wakai K, Naito M, Naito T, Kojima M, Nakagaki H, Umemura O, Yokota M, Hanada N, Kawamura T: Tooth loss and intakes of nutrients and foods: a nationwide survey of Japanese dentists, *Commun Dent Oral Epidemiol*, 38 : 43-49, 2010
- 2) 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*, 22 : 211-218, 2005
- 3) Zhu Y, Hollis JH: Tooth loss and its association with dietary intake and diet quality in American adults, *J*

- Dent*, 42 : 1428-1435, 2014
- 4) 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*, 11 : 315-319, 2011
  - 5) Papas AS, Joshi A, Giunta JL, Palmer CA: Relationships among education, dentate status, and diet in adults, *Spec Care Dentist*, 18 : 26-32, 1998
  - 6) Bhupathiraju SN, Tobias DK, Malik VS, Pan A, Hruby A, Manson JE, Willett WC, Hu FB: Glycemic index, glycemic load, and risk of type 2 diabetes: results from 3 large US cohorts and an updated metaanalysis, *Am J Clin Nutr*, 100 : 218-232, 2014
  - 7) Chiu CJ, Taylor A: Dietary hyperglycemia, glycemic index and metabolic retinal diseases, *Prog Retin Eye Res*, 30 : 18-53, 2011
  - 8) Zhu Y, Hollis JH: Associations between the number of natural teeth and metabolic syndrome in adults, *J Clin Periodontol*, 42 : 113-120, 2015
  - 9) Iwasaki M, Kimura Y, Ogawa H, Wada T, Sakamoto R, Ishimoto Y, Fujisawa M, Okumiya K, Ansai T, Miyazaki H, Matsubayashi K: The association between dentition status and sarcopenia in Japanese adults aged  $\geq 75$  years, *J Oral Rehabil*, 44 : 51-58, 2017
  - 10) Nishikawa H, Asai A, Fukunishi S, Nishiguchi S, Higuchi K: Metabolic Syndrome and Sarcopenia, *Nutrients*, 13 : 3519, 2021
  - 11) Rizzoli R, Reginster JY, Arnal JF, Bautmans I, Beaudart C, Bischoff-Ferrari H, Biver E, Boonen S, Brandi ML, Chines A, Cooper C, Epstein S, Fielding RA, Goodpaster B, Kanis JA, Kaufman JM, Laslop A, Malafarina V, Mañas LR, Mitlak BH, Oreffo RO, Petermans J, Reid K, Rolland Y, Sayer AA, Tsouderos Y, Visser M, Bruyère O: Quality of life in sarcopenia and frailty, *Calcif Tissue Int*, 93 : 101-120, 2013
  - 12) Chiu CJ, Liu S, Willett WC, Wolever TM, Brand-Miller JC, Barclay AW, Taylor A: Informing food choices and health outcomes by use of the dietary glycemic index, *Nutr Rev*, 69 : 231-242, 2011
  - 13) Schulze MB, Liu S, Rimm EB, Manson JE, Willett WC, Hu FB: Glycemic index, glycemic load, and dietary fiber intake and incidence of type 2 diabetes in younger and middle-aged women, *Am J Clin Nutr*, 80 : 348-356, 2004
  - 14) Fushiki T: Why fat is so preferable: from oral fat detection to inducing reward in the brain, *Biosci Biotechnol Biochem*, 78 : 363-369, 2014
  - 15) Mizushige T, Inoue K, Fushiki T: Why is fat so tasty? Chemical reception of fatty acid on the tongue, *J Nutr Sci Vitaminol (Tokyo)*, 53 : 1-4, 2007
  - 16) Takada K, Ishii A, Matsuo T, Nakamura C, Uji M, Yoshikawa T: Neural activity induced by visual food stimuli presented out of awareness: a preliminary magnetoencephalography study, *Sci Rep*, 8 : 3119, 2018
  - 17) Bradbury J, Thomason JM, Jepson NJ, Walls AW, Allen PF, Moynihan PJ: Nutrition counseling increases fruit and vegetable intake in the edentulous, *J Dent Res*, 85 : 463-468, 2006
  - 18) Suzuki H, Kanazawa M, Komagamine Y, Iwaki M, Amagai N, Minakuchi S: Changes in the nutritional statuses of edentulous elderly patients after new denture fabrication with and without providing simple dietary advice, *J Prosthodont Res*, 63 : 288-292, 2019
  - 19) Shiga H, Ishikawa A, Nakajima K, Tanaka A: Relationship between masticatory performance using a gummy jelly and food intake ability in Japanese complete denture wearers, *Odontology*, 103 : 356-359, 2015
  - 20) Takeuchi H, Terada M, Kobayashi K, Uruguchi M, Nomura Y, Hanada N: Influences of Masticatory Function Recovery Combined with Health Guidance on Body Composition and Metabolic Parameters, *Open Dent J*, 13 : 124-136, 2019
  - 21) 厚生労働省: 健康づくりのための身体活動基準 2013 (<https://www.mhlw.go.jp/stf/houdou/2r9852000002xple-att/2r9852000002xpqt.pdf>, 2023年8月8日アクセス)
  - 22) Yoshimatsu H: Behavioral therapy for obesity. *Nihon Rinsho*, 67 : 373-383, 2009
  - 23) Ling CH, de Craen AJ, Slagboom PE, Gunn DA, Stokkel MP, Westendorp RG, Maier AB: Accuracy of direct segmental multi-frequency bioimpedance analysis in the assessment of total body and segmental body composition in middle-aged adult population, *Clinical Nutrition*, 30 : 610-615, 2011
  - 24) Shafer KJ, Siders WA, Johnson LK, Lukaski HC: Validity of segmental multiple-frequency bioelectrical impedance analysis to estimate body composition of adults across a range of body mass indexes, *Nutrition*, 25 : 25-32, 2009
  - 25) 厚生労働省「日本人の食事摂取基準」策定検討会: 日本人の食事摂取基準 (2020年版) (<https://www.mhlw.go.jp/content/10904750/000586553.pdf>, 2023年8月8日アクセス)
  - 26) Morais JA, Heydecke G, Pawliuk J, Lund JP, Feine JS: The effects of mandibular two implant overdentures on nutrition in elderly edentulous individuals, *J Dent Res*, 82 : 53-58, 2003
  - 27) Bartlett DW, Maggio B, Targett D, Fenlon MR, Thomas J: A preliminary investigation into the use of denture adhesives combined with dietary advice to improve diets in complete denture wearers, *J Dent*, 41 : 143-147, 2013
  - 28) 日本歯科医学会: 口腔機能低下症に関する基本的な考え方, 2018 ([https://www.jads.jp/basic/pdf/document\\_02.pdf](https://www.jads.jp/basic/pdf/document_02.pdf), 2023年8月8日アクセス)