

## 臨床アウトカムとしての咀嚼機能評価の重要性

高阪貴之

Importance of evaluating masticatory function as a clinical outcome

Takayuki Kosaka, DDS, PhD

### 抄 録

歯科治療にはさまざまなゴールが存在するが、補綴歯科治療においては、「失われた口腔機能の回復」が主なゴールであると考えられる。口腔機能の中でも、咀嚼機能には、食物を細分化すること以外に、口腔内の感覚を総動員して「おいしさ」を楽しむなど、さまざまな目的がある。咀嚼機能の低下により食習慣が偏り、栄養バランスが悪化すると、最終的には全身的な健康が悪化することから、咀嚼機能は生命を維持するうえで必要不可欠な機能であるといえる。

本稿では、筆者がこれまで得てきた咀嚼機能に関する知見を一部紹介するとともに、全身の健康の入り口として、咀嚼機能を維持することの意義を伝えたいと考えている。

### キーワード

咀嚼, 咀嚼機能, 咀嚼能率, 動脈硬化性疾患

### ABSTRACT

There are various goals in dental treatment. The main goal in prosthetic treatment is recovery of declined oral function. Among various oral functions, masticatory function has several important objectives, such as mobilizing all senses in the oral cavity and enjoying deliciousness in addition to subdividing food. Furthermore, a decline in masticatory function causes eating habits to become unbalanced, thus having a negative effect on nutrient intake, which causes a decline in overall health. Therefore, masticatory function is an indispensable function for life.

In this article, I would like to introduce some of the knowledge about masticatory function which I has obtained so far, and to emphasize the significance of maintaining masticatory function as a gateway to general health.

### Key words:

Mastication, Masticatory function, Masticatory performance, Arteriosclerotic disease

## I. はじめに

歯科治療のゴールとは何であろうか？「疼痛の消失」や「外観の改善」など、歯科治療にはさまざまなゴールが存在するが、補綴歯科治療においては、「失われた口腔機能の回復」が達成すべき主なゴールであると考えられる。口腔機能の中でも、とりわけ咀嚼機能には、食物を細分化し消化を促進させること以外に、唾

液分泌の促進や脳の活性化だけでなく、味覚、視覚、聴覚などさまざまな感覚により「おいしさ」を楽しむなど、実に多くの働きがある。さらに、咀嚼機能の低下により食習慣が偏り、栄養バランスが悪化することで、最終的には全身の健康が悪化する(図1)ことから、咀嚼機能は生命維持のためだけでなく QOL (quality of life) を維持するうえで必要不可欠な機能であるといえる<sup>1)</sup>。

補綴歯科治療のアウトカムを「咀嚼」という視点か

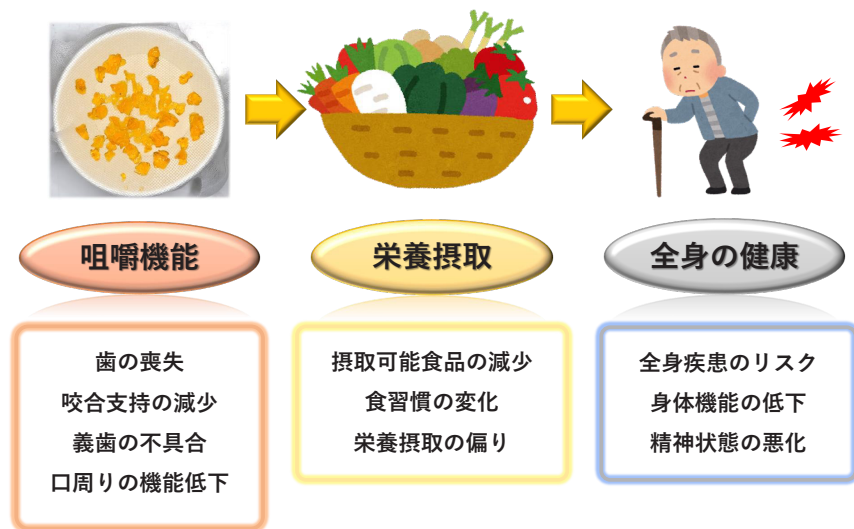


図1 咀嚼機能低下による全身の健康への影響

ら評価するためには、咀嚼機能が発揮された結果である「咀嚼能力」を客観的に検査し評価することが重要であるが、その手法としては、実にバリエーションに富んだ試料や測定法が存在する。筆者は中でも、食物を粉碎し細分化するという咀嚼の生理学的意義に忠実な方法として、検査用グミゼリーによる咀嚼能力評価法を、日常の臨床以外に都市部一般住民を対象としたコホート研究で用い、咀嚼能力と全身疾患との関わりを明らかにする研究に従事してきた。

本稿では、補綴歯科治療のアウトカムとして評価すべき咀嚼能力にどのような因子が関連しているのか、また咀嚼能力と全身疾患との関わりについて、筆者がこれまで得てきた知見の中から一部紹介させていただく。

## II. 補綴治療のゴールとしての「咀嚼能力の回復」

前述のとおり、補綴歯科治療の主な目的は、口腔組織の損傷により低下した咀嚼能力を回復させ、ひいては全身の健康に寄与することである。咀嚼能力を低下させる原因としては、齶蝕や歯周病による歯の喪失が及ぼす影響が最も大きいと考えられる<sup>2)</sup>。歯が喪失し、咬合支持が減少することで、咀嚼能力が低下する、というメカニズムは、もはや自明の理であり、実際の臨床現場でもそれを実感することは多々あると思われる。そういった患者に対し、我々は補綴歯科治療を駆使し咬合支持を回復させ、咀嚼能力の向上を目標とする。補綴歯科治療による咀嚼能力の変化に関する報告は国内外において散見され、Montero らは、スペイ

ンにおいて、118名の患者を対象とした研究において、補綴歯科治療前と比較し、補綴歯科治療終了後2か月経過時には咀嚼能力が有意に改善したと報告している<sup>3)</sup>。また、Salazar らは、日本において、78名の患者を対象とした研究において、義歯を新製することにより咀嚼能力が有意に改善し、特にそれは無歯顎患者において顕著であったと報告している<sup>4)</sup>。

一方で筆者は、補綴歯科治療の際、術前において患者の咀嚼能力がどの程度なのか、また治療によってそれがどの程度改善したのかを把握するために、咀嚼能力を治療の各ステージにおいて評価することが重要であると考えている。咀嚼能力評価法としてはこれまでさまざまな方法が開発されており、主観的評価に基づく方法として代表的なものとして、食品摂取状況や各食品の摂取難易度評価によって判定する方法が挙げられる<sup>5)</sup>。しかしながら、このような主観的評価と実際の咀嚼能力が乖離することも少なくないため、咀嚼能力を評価する際は、「物理的・生化学的に基準とされる食物粉碎度を得るために必要な能力」を客観的かつ定量的に判定する、つまり「咀嚼能率」を評価することが必要と考えられる。補綴歯科治療前後における咀嚼能率を評価することで、患者は自身の咀嚼機能を客観的に把握することが可能であり、またそれがどの程度改善したのかを「見える化」することで、咀嚼能率を維持するためのモチベーションの向上へつながると思われる。

客観的に咀嚼能率を評価する方法としては、以下のようなさまざまな方法が開発されてきた。一つは、ピーナッツなどの試料を用い、メッシュなどの異なる

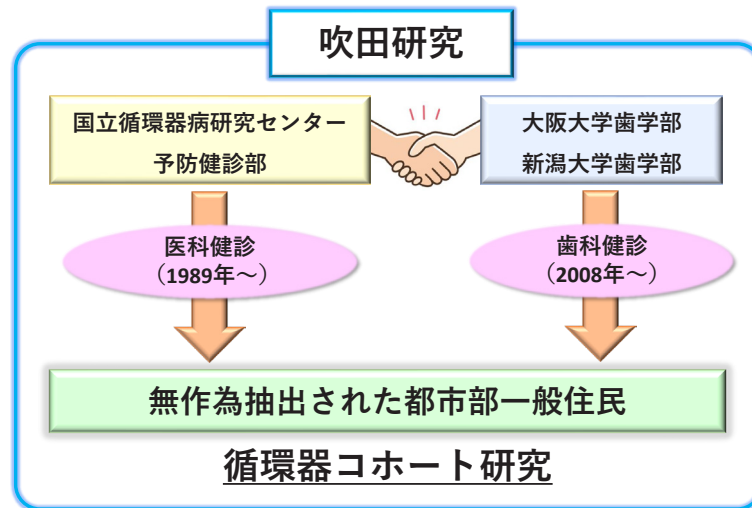
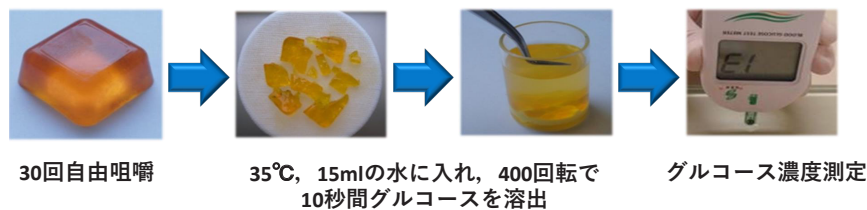


図2 吹田研究による協力体制



$$\text{咀嚼能率 (mm}^2\text{)} = 13.5 \times \text{グルコース濃度} - 250$$

図3 咀嚼能力測定用グミゼリーによるグルコース溶出法

篩を用いて試料の粉碎度を測定する方法である<sup>6)</sup>。また、グミゼリーから溶出したグルコース量を測定する方法など、試料の内容物から溶出した成分の変化を測定する方法が存在する<sup>7)</sup>。あるいは、食品の混和能力に着目した方法として、色変わりチューインガムを咀嚼することで試料の混合状態を評価する方法が挙げられる<sup>8)</sup>。筆者の所属する教室はこれまで、大阪大学、新潟大学、国立循環器病研究センターの共同研究である「吹田研究」の一環として行われた、無作為抽出した都市部一般住民を対象とした循環器コホート研究に参画してきた(図2)。我々は本研究において、対象者の咀嚼能率を、咀嚼能力測定用グミゼリー(UHA味覚糖, 大阪, 日本)によるグルコース溶出法により評価し(図3)、咀嚼能率に関連するさまざまな口腔因子を明らかにした。また、その他にもデンタルプレスケール(ジーシー, 東京, 日本)による最大咬合力の測定など、対象者の咀嚼機能を多面的に評価し、動脈硬化性疾患との関連について興味深い知見を得てきた。

### III. 咀嚼能率に関連するさまざまな因子

我々は、咀嚼能率に関連する因子を明らかにするために、吹田研究で得られたデータを用い、横断研究および縦断研究によりさまざまな角度から検討を行ってきた。それにより得られた新たな知見について、ここで一部紹介させていただく。

#### 1. 歯周病と咀嚼能率との関連

歯周病は、歯肉の腫脹や疼痛に加え、歯槽骨の破壊を引き起こす慢性炎症性疾患である。歯周病により歯を喪失し咀嚼能率が低下することは、もはや自明の理である。一方で、歯周病の進行により歯の機械的支持が低下することから、歯周病そのものが咀嚼能率を低下させる因子であることが推察されるが、それを実証した研究は皆無であった。そこで我々は、残存する歯数や咬合支持域が同一の条件下における、歯周病と咀嚼能率との関連について検討を行った。

まず我々は、歯周病と咀嚼能率との関連について、横断研究により検討を行った。吹田研究参加者 1,623

名を対象に、咬合支持がすべて残存している Eichner A 群 (1,094 名) と咬合支持が減少している Eichner B 群 (529 名) に分類し、それぞれの群において、CPI (Community Periodontal Index) を用いて評価した歯周組織の健康状態 (歯周状態) と咀嚼能率との関連を検討した<sup>9)</sup>。その結果、Eichner A1 群および Eichner B3 群において、歯周状態が不良な者の方が、良好な者と比較して、咀嚼能率が低値を示し、有意な関連を認めた。本研究より、残存歯による咬合がすべて確立している場合だけでなく、残存歯による咬合支持が喪失寸前の場合においても、歯周病と咀嚼能率が関連していることが客観的に示された。

次に、歯周病と咀嚼能率との関連について、縦断研究により検討を行った<sup>10)</sup>。吹田研究において、ベースライン時歯科健診とフォローアップ時歯科健診 (ベースライン時より 4 年以上経過) の両方を受診した 1,201 名のうち、追跡期間中に機能歯数 (残存歯数にブリッジのポンティックやインプラントによる固定式補綴装置を加えた歯数) や咬合支持に変化のなかった 663 名を対象とした。対象者を、追跡期間中に歯周状態が改善した「改善群」、歯周状態が変わらなかった「不変群」、歯周状態が悪化した「悪化群」の 3 群に分類し、各群の追跡期間中における咀嚼能率の変化率 (フォローアップ時の値からベースライン時の値との差を、ベースライン時の値で除した値) を算出し、比較した。その結果、改善群、不変群、悪化群における咀嚼能率変化率の中央値は、それぞれ -11.7%、-19.2%、-30.8% となり、悪化群において咀嚼能率の低下率は最も大きかった。一方で、改善群において咀嚼能率の低下率は最も小さく、各群間において有意な関連を認めた。本研究より、歯周状態の悪化は、咀嚼能率の低下を増長させるリスクとなるとともに、歯周状態の改善は、咀嚼能率の低下を予防するうえで有効であることが示された。

## 2. 異なる咬合支持における咀嚼能率に関連する因子

歯数や咬合支持、咬合力など、咀嚼能率にはさまざまな因子が関わっているが、各因子の咀嚼能率に対する影響度について、詳細に検討した研究はほとんどみられなかった。そこで、残存する咬合支持域が異なる場合、それぞれにおいて、上記の因子が咀嚼能率とどのように関連しているのか、その影響の度合いを含めて検討することとした。

我々は、吹田研究参加者 1,875 名を対象として、Eichner A 群 (1,181 名)、Eichner B 群 (572 名)、Eichner C 群 (122 名) の 3 群に分類し、各群にお

ける咀嚼能率に関連する因子について、横断的に検討した<sup>11)</sup>。その結果、Eichner A 群においては、性別、機能歯数、最大咬合力、歯周状態について、Eichner B 群においては、機能歯数、最大咬合力、歯周状態について、Eichner C 群においては、最大咬合力について、咀嚼能率との間に有意な関連を認めた。本研究より、咬合支持域の残り方によって、咀嚼能率に関連する因子が異なること、さらに、残存する咬合支持域の多寡に関わらず、最大咬合力は咀嚼能率に関連する因子であることが明らかになった。これらの知見は、咀嚼機能を評価するうえで、各咬合支持域において、口腔内の状態や機能を考慮して基準を設ける必要性を示唆するものであると考えられる。

## IV. 咀嚼機能と全身との関わり

我が国における死因別割合は、第 2 位が心疾患 (14.9%)、第 4 位が脳血管疾患 (7.3%) であり、これら動脈硬化性疾患による死亡者は、全体の約 22% を占める<sup>12)</sup>。また、動脈硬化性疾患を発症した後は、急性期を脱したとしても、増悪と再発を繰り返し、QOL や ADL (activities of daily living) の著しい低下を招く。したがって、動脈硬化性疾患の予防は、個人の生活の質を維持するうえで、重要な課題であると考えられる。

動脈硬化性疾患のリスク因子として、近年では口腔健康因子が着目されており、その中でも、歯周病による慢性炎症は、動脈硬化性疾患の主なリスク因子としてさまざまな研究で報告されてきた<sup>13)</sup>。一方で、口腔健康因子の中で、動脈硬化性疾患のリスクになり得る因子の一つとしては、歯の喪失による咀嚼機能の低下を介した経路も考えられる。そのメカニズムとしては、咀嚼機能の低下により摂取可能食品が制限され、栄養バランスの悪化へと至り、動脈硬化やメタボリックシンドロームのみならず、そのエンドポイントとして、動脈硬化性疾患の発症や重症化のリスクへつながることが推察される。我々はこれまで、吹田研究で得られたデータを用い、咀嚼機能をさまざまな角度から検討し、動脈硬化性疾患との関連についてさまざまな知見を得ることができたため、ここで一部紹介させていただく。

### 1. 咀嚼能率と動脈硬化との関連

頸動脈の血管壁は、内側から内膜、中膜、外膜で構成されている。吹田研究においては、動脈硬化の進展を評価する指標として、頸動脈エコー検査により、

	高値				低値
最大咬合力	Q5	Q4	Q3	Q2	Q1
n	306	307	303	302	287
発症数	2	4	6	8	12
ハザード比	1	1.59	1.69	2.86	5.26
(95% 信頼区間)		(0.60-4.17)	(0.57-5.00)	(0.81-10.00)	(1.04-25.00)

動脈硬化性疾患：脳卒中および心筋梗塞

平均追跡期間：3.5±1.3年

図4 最大咬合力と動脈硬化性疾患との関連

研究参加者の頸動脈内膜中膜複合体の厚み (intima-media thickness:IMT) を測定している。そこで我々は、吹田研究参加者 1,484 名を対象として、咀嚼機能と動脈硬化との関連を明らかにするために、咀嚼能率と IMT 肥厚との関連について横断的に解析した<sup>14)</sup>。

まず、研究参加者を咀嚼能率下位 25% の者とそれ以外に分類し、それぞれ咀嚼能率の「低値群」「非低値群」とした。各群における最大 IMT 値 (左右頸動脈の測定可能な部位で最大の IMT 値) を比較したところ、全体において、年齢や既往歴、生活習慣などの古典的な動脈硬化リスク因子を調整したうえでも、非低値群と比較して、低値群において最大 IMT 値が高く、有意な関連を認めた。さらに、男女別に解析したところ、興味深いことに女性においてのみ、咀嚼能率と最大 IMT 値との間に有意な関連を認めた。この男女間で異なる結果には、生活習慣や既往歴、あるいは閉経後のホルモンバランスの変化など、さまざまな要因が複雑に絡んでいる可能性が考えられる。本研究は横断解析であるため、咀嚼機能と動脈硬化との関連についての因果関係を明らかにできなかったわけではない。しかしながら本研究は、咀嚼機能を客観的にかつ定量的に評価し、動脈硬化のリスクとなる可能性を示した初めての研究といえるだろう。

## 2. 最大咬合力と動脈硬化性疾患発症との関連

吹田研究においては、咀嚼機能を客観的に評価する指標として、デンタルプレスケールを用いた最大咬合力も測定している。最大咬合力は、上下顎歯列の最大噛みしめにより発揮される圧力であり、最大咬合力が低下すると、野菜類や果物類の摂取が減少し、その結果ビタミン類や食物繊維の摂取が減少することが報告されている<sup>15)</sup>。ビタミン類や食物繊維には、血圧や血糖値を下げる効果があることから、これらの摂取が減

少することで、動脈硬化性疾患のリスク因子である高血圧症や糖尿病などへと至る経路が考えられる。したがって、最大咬合力の低下は、動脈硬化性疾患発症のリスク因子となる可能性が推察される。そこで我々は、吹田研究参加者 1,547 名に対し、最大咬合力が将来的な動脈硬化性疾患発症 (脳卒中および心筋梗塞) へ及ぼす影響について、縦断的に検討を行った<sup>16)</sup>。

本研究では、研究参加者を最大咬合力の高低によって 20% ずつ 5 群に分類し、動脈硬化性疾患発症の有無を 4 年間追跡し、各群における発症リスクを比較した。その結果、最大咬合力が最も高い群と比較して、最も低い群においては、動脈硬化性疾患の発症リスクは 5.26 倍高くなった (図 4)。本研究は、追跡期間が短く、動脈硬化性疾患の発症人数が少ないなどの限界はあるものの、咀嚼機能の客観的指標の一つである最大咬合力の低値が将来的な動脈硬化性疾患の発症リスクとなる可能性を示した。本研究で得られた知見は、適切な歯科介入により咬合力を最大限発揮できるよう努めることの重要性を、動脈硬化性疾患の予防という観点から示すうえで非常に興味深いものである。

## 3. 咀嚼能率とメタボリックシンドローム

メタボリックシンドローム (Metabolic syndrome: 以下 MetS) は、血圧上昇、脂質代謝異常、糖代謝異常、腹部肥満が集積した状態であり、動脈硬化性疾患の危険因子の一つとされている。そのため、MetS に対する予防策を講じることは、そのエンドポイントである動脈硬化性疾患に対する予防にもつながることから、重要な課題であると考えられる。我々は、口腔内に潜む MetS の危険因子を特定する中で咀嚼能率に着目し、MetS との関連を検討した。

まずは、吹田研究参加者 1,790 名を対象として、咀嚼能率と MetS との関連についての横断研究を行っ

対象：70代		高値  低値			
咀嚼能率		Q4	Q3	Q2	Q1
Mets, n	-	117	124	118	169
	+	28	54	57	71
オッズ比		1	1.74	1.90	1.67
(95%信頼区間)			(1.03-2.94)	(1.12-3.21)	(1.01-2.77)

図5 咀嚼能率とメタボリックシンドロームとの関連 (横断解析)

		咀嚼能率	
		非低値群	低値群
男性	n	191	63
	発症数	38	12
	ハザード比	1	2.24
	(95%信頼区間)		(1.12-4.50)
女性	n	259	86
	発症数	30	8
	ハザード比	1	1.14
	(95%信頼区間)		(0.51-2.57)

調整変数：年齢，喫煙，歯周病

図6 咀嚼能率とメタボリックシンドロームとの関連 (縦断解析)

た<sup>17)</sup>。全体の解析において，研究参加者を咀嚼能率の高低によって25%ずつ4群に分類したところ，最も咀嚼能率が高い群と比較して，下から2番目の群において，MetS罹患率が1.46倍高くなった。また，解析を70歳代の参加者に限定して行ったところ，最も咀嚼能率が高い群と比較して，咀嚼能率が低いすべての群において，MetS罹患率は1.67～1.90倍高くなった(図5)。本横断研究により，咀嚼能率の低値とMetS罹患との間に関連がある可能性が示唆され，またそれは高齢者において顕著であることが明らかになった。

さらに，咀嚼能率がMetSの「新規罹患」に与える影響を検討するために，縦断研究を行った。方法としては，吹田研究参加者の中で，ベースライン時にMetSに罹患していない599名を対象として，その後のMetS新規罹患の有無について，4年間の追跡調査を行った<sup>18)</sup>。ベースライン時において咀嚼能率下位25%の者とそれ以外に分類し，それぞれ「咀嚼能率低値群」「咀嚼能率非低値群」とした。各群にお

ける将来的なMetS新規罹患の危険度を算出した。その結果，男性では咀嚼能率非低値群と比較して，咀嚼能率低値群において，MetS新規罹患の危険度が2.24倍高くなった(図6)。一方で，女性では咀嚼能率とMetS新規罹患との間に有意な関連を認めなかった。本研究結果における性差が，咀嚼能率と動脈硬化との関連における結果と逆であることは非常に興味深い。これには生活背景や体質の性差が複雑に影響している可能性があり，考察が難しい。いずれにせよ，これらの研究結果より，咀嚼能率の低値が将来的なMetS罹患のリスクとなり得る可能性が示された。MetSの構成因子である生活習慣病の予防対策として，医科・歯科・栄養各分野の新たな連携が必要であると考えられる。

### V. おわりに

補綴歯科治療における臨床アウトカムとして，咀嚼機能の回復は，我々補綴歯科医にとって最もプライオ

リティの高い目標である。咀嚼機能の現状把握や改善効果を検証するためには、治療の各ステージにおける咀嚼機能を適切に評価することが重要であることはもはや言うまでもない。本稿では主に咀嚼機能の客観的評価について紹介させていただいたが、筆者としては、必ずしも客観的評価が優れているというわけではないと考えている。むしろ実際の食習慣や咀嚼行動については主観的評価の方が実態を明確に把握できるケースも少なくない。咀嚼機能を適切に評価するためには、主観的評価と客観的評価を組み合わせ、多面的にかつ総合的に評価することが必要であると、筆者は考えている。

また、本稿では、咀嚼機能に口腔内のどのような因子が関わっているか、また、咀嚼機能と動脈硬化性疾患との関わりについて、我々がこれまで展開してきた研究より得られた知見を一部紹介させていただいた。今後は超高齢社会がさらに加速することが予想されるため、咀嚼機能低下の様相も極めて多様になる可能性がある。その中で補綴歯科治療を駆使し患者の咀嚼機能を守ることは、その先にある健康で充実した生活を守るうえでも、補綴歯科医に課せられた重大な使命であると考えている。

#### 利益相反

本報告に関連し、開示すべき利益相反はない。

#### 文 献

- 野首孝祠. QOLの向上にむけた咬合・咀嚼への取り組み. 日咀嚼誌 2007; 17: 3-15.
- Aida J, Ando Y, Akhter R, Aoyama H, Masui M, Morita M. Reasons for permanent tooth extractions in Japan. *J Epidemiol* 2006; 16: 214-9.
- Montero J, Dib A, Guadilla Y, Blanco L, Flores J, Gómez-Polo C. Responsiveness of the different methods for assessing the short-term within-subject change in masticatory function after conventional prosthetic treatments. *J Prosthet Dent* 2020; 123: 602-10.
- Salazar S, Hasegawa Y, Kikuchi S, Kaneda K, Yoneda H, Nokubi T et al. The impact of a newly constructed removable denture on the objective and subjective masticatory function. *J Prosthodont Res* 2021; 65: 346-52.
- Sato Y, Minagi S, Akagawa Y, Nagasawa T. An evaluation of chewing function of complete denture wearers. *J Prosthet Dent* 1989; 62: 50-3.
- Manly RS, Braley LC. Masticatory performance and efficiency. *J Dent Res* 1950; 29: 448-62.
- Ikebe K, Morii K, Matsuda K, Hazeyama T, Nokubi T. Reproducibility and accuracy in measuring masticatory performance using test gummy jelly. *Prosthodont Res Prac* 2005; 4: 9-15.
- Hama Y, Kanazawa M, Minakuchi S, Uchida T, Sasaki Y. Properties of a color-changeable chewing gum used to evaluate masticatory performance. *J Prosthodont Res* 2014; 58: 102-6.
- Kosaka T, Ono T, Yoshimuta Y, Kida M, Kikui M, Nokubi T et al. The effect of periodontal status and occlusal support on masticatory performance: the Suita study. *J Clin Periodontol* 2014; 41: 497-503.
- Kosaka T, Ono T, Kida M, Fushida S, Nokubi T, Kokubo Y et al. Deterioration of periodontal status affects declines in masticatory performance: The Suita study. *J Clin Periodontol* 2021; 48: 1208-15.
- Kosaka T, Ono T, Kida M, Kikui M, Yamamoto M, Yasui S et al. A multifactorial model of masticatory performance: the Suita study. *J Oral Rehabil* 2016; 43: 340-7.
- 厚生労働省. 令和3年(2021)人口動態統計(確定数)の概況. [https://www.mhlw.go.jp/toukei/saikin/hw/jinkou/kakutei21/dl/10\\_h6.pdf](https://www.mhlw.go.jp/toukei/saikin/hw/jinkou/kakutei21/dl/10_h6.pdf); [accessed 2022.12.13]
- Blaizot A, Vergnes JN, Nuwwareh S, Amar J, Sixou M. Periodontal diseases and cardiovascular events: meta-analysis of observational studies. *Int Dent J* 2009; 59: 197-209.
- Kida M, Ono T, Kokubo Y, Yoshimuta Y, Kosaka T, Kikui M et al. Decreased masticatory performance is related to increased intima-media thickness in a general urban Japanese population: The Suita study. *J Prosthodont Res* 2020; 64: 346-53.
- Inomata C, Ikebe K, Kagawa R, Okubo H, Sasaki S, Okada T et al. Significance of occlusal force for dietary fibre and vitamin intakes in independently living 70-year-old Japanese: from SONIC Study. *J Dent* 2014; 42: 556-64.
- Hashimoto S, Kosaka T, Nakai M, Kida M, Fushida S, Kokubo Y et al. A lower maximum bite force is a risk factor for developing cardiovascular disease: the Suita study. *Sci Rep* 2021; 11: 7671.
- Kikui M, Ono T, Kokubo Y, Kida M, Kosaka T, Yamamoto M et al. Relationship between metabolic syndrome and objective masticatory performance in a Japanese general population: The Suita study. *J Dent* 2017; 56: 53-7.
- Fushida S, Kosaka T, Nakai M, Kida M, Nokubi T, Kokubo Y et al. Lower masticatory performance is a risk factor for the development of the metabolic syndrome: The Suita Study. *Front Cardiovasc Med* 2021; 8: 752667.

著者連絡先：高阪 貴之

〒565-0871 大阪府吹田市山田丘1-8  
大阪大学大学院歯学研究科有床義歯補綴学・  
高齢者歯科学講座  
Tel: 06-6879-2954  
Fax: 06-6879-2957  
E-mail: kosaka.takayuki.dent@osaka-u.ac.jp