



Title	異なる咬合支持域における咀嚼能率に関連する因子の検討 : 吹田研究
Author(s)	高阪, 貴之
Citation	大阪大学, 2015, 博士論文
Version Type	VoR
URL	https://doi.org/10.18910/52328
rights	
Note	

The University of Osaka Institutional Knowledge Archive : OUKA

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

The University of Osaka

学位論文

異なる咬合支持域における 咀嚼能率に関連する因子の検討 —吹田研究—

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

(歯科補綴学第二教室)

高阪貴之

指導

大阪大学大学院歯学研究科

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

緒 言

咀嚼とは、上下顎の歯や義歯による安定した咬合を基点として、顎・口腔系が食物を切断・破碎・粉碎し、唾液との混和を行いながら食塊を形成し嚥下動作を開始するまでの一連の作業と定義されており、それらの機能を発揮する能力を咀嚼能力という。歯の喪失による咀嚼能力の低下は、栄養摂取に悪影響を及ぼし¹⁻⁷⁾、それにより全身的な健康状態が低下し、ADLやQOLの低下を引き起こすことが報告されている⁸⁻¹³⁾。またこれまでの研究から、咀嚼能力関連因子としては歯数^{14,15)}、咬合支持^{16,17)}、最大咬合力^{18,19)}などが挙げられ、これらが減少あるいは低下することで咀嚼能力は低下することが報告されている。

一方、歯周病は、歯肉の腫脹や疼痛、歯槽骨の破壊を引き起こす慢性炎症性疾患であり、齶蝕とともにわが国の成人における歯の喪失要因として大きな割合を占める²⁰⁾。慢性歯周炎による歯周組織の破壊は、歯周靭帯の感覚機能に悪影響を及ぼし、また歯の機械的支持を低下させ、最終的には咀嚼能力の低下を引き起こす²¹⁾ことから、進行した歯周病による歯周組織の破壊は咀嚼能力に影響を及ぼすと考えられる。過去に、歯周病による臼歯部残存歯の歯槽骨レベルの低下は咀嚼能力に悪影響を及ぼすこと²²⁾、慢性歯周炎罹患患者に対して歯周治療を行った結果咀嚼能力が改善したことが報告されている²³⁾。しかしこれらは、健全な天然歯列所有者を対象に行った研究であり、歯数あるいは咬合支持が減少した者の咀嚼能力に対する歯周状態の影響を検討した研究は極めて少なく、特に歯の欠損が多い高齢者を対象とした研究は皆無であり、それらの者における歯周状態による咀嚼能力の変化につ

いては明らかではない。

咀嚼能力を評価する方法としてはこれまで様々な研究がなされている。それらは、患者自身の主観的評価に基づく方法と、何らかの客観的指標によって評価する客観的方法に大別される。主観的評価法としては、食品摂取状況に関する問診やアンケートにより、各食品の摂取難易度評価で咀嚼能力を判定する方法がある²⁴⁻²⁶⁾。客観的評価法としては、以下の方法が存在する。一つは、ピーナッツ²⁷⁻²⁹⁾や寒天³⁰⁾、あるいはシリコーンブロック³¹⁾を用い、各種の篩で粉碎度に応じ篩分けすることにより咀嚼能率を測定する篩分法である。また、色素顆粒入りカプセルから溶出される色素³²⁾、グミゼリーからの溶出グルコース^{33,34)}を指標とした吸光度法など、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。さらに、混和能力に着目した評価法としては、ワックスキューブ³⁵⁾や色変わりチューインガム³⁶⁾を咀嚼することによって試料の混合状態を評価する方法が挙げられる。これまで挙げた評価法の中でも検査用グミゼリーを用いたグルコース溶出法は、咀嚼能率の測定方法として簡便で臨床応用が可能であることが報告されており、厳密に測定方法を管理することで高い正確性と再現性が得られることが確認されている³⁴⁾。過去には検査用グミゼリーを用いた疫学研究が多数行われており、咬合支持の減少と咬合力、唾液分泌速度の低下は咀嚼能率の低下と関連があったと報告されている³⁷⁾。

これまで著者の所属する研究グループでは、都市部一般住民を対象とした循環器疾患コホートである吹田研究³⁸⁾参加者を対象に、検査用グミゼリーを用いた咀嚼能率測定を行い、

異なる咬合支持域における歯周状態が咀嚼能率に及ぼす影響について検討を行ってきた。

その結果、歯の欠損がなく臼歯部咬合支持域が減少していない **Eichner A1** 群と、臼歯部咬合支持域が喪失寸前の **Eichner B3** 群において、歯周状態の悪化が咀嚼能率の低下に関連していることが示された³⁹⁾。しかし、歯数や咬合力などの咀嚼能率関連因子による影響は考慮されていなかったため、他の咀嚼能率関連因子と比較した場合の、歯周状態の咀嚼能率に対する影響については不明であった。

そこで本研究では、歯周病が咀嚼能率に及ぼす影響について詳細な知見を得るために、他の咀嚼能率関連因子を調整した場合における、歯周状態の咀嚼能率への影響について検討を行った。さらに、異なる咬合支持域数における、歯周状態を含めた各咀嚼能率関連因子の影響とそれらの度合いについてモデル式を用いて検討を行った。

方 法

1. 対象者

本研究の対象者は、平成 20 年 6 月から平成 25 年 7 月までの期間に、国立循環器病研究センター予防健診部が実施している循環器疾患コホート調査「吹田研究」の健康診査を受診した大阪府吹田市一般住民 2033 名（男性 885 名，女性 1148 名，平均年齢 66.7 ± 7.9 歳）とした。吹田研究とは、我が国の循環器疾患予防対策を推進するため、国立循環器病研究センター予防健診部と吹田市医師会により平成元年から開始された吹田市民のランダムサンプルを対象としたコホート研究である。一次コホートとして平成元年に吹田市住民台帳から性年齢層別に無作為抽出された 12200 名が国立循環器病研究センターで基本健診を受診した 6485 名，同様に二次コホートとして平成 8 年に抽出された 3000 名中 1329 名，そしてボランティア集団 546 名を加えた 8360 名からなり，原則的に隔年で基本健診を受けている。

なお，本研究に先立ち，研究計画について国立循環器病研究センター倫理委員会の承認（M19-62）を得たのち，本研究の主旨と方法について，文書および口頭で十分に説明を行い同意が得られた者のみを対象とした。

2. 口腔内検査

対象者はベッドに仰臥位にて，十分な明るさをもつ人工照明下で口腔内検査を行った。咀嚼能率関連因子として，機能歯数，咬合支持（Eichner 分類），最大咬合力，刺激時唾液分

泌速度を検査し、義歯使用の有無について調査した。

対象者の歯周組織の健康状態は、部分診査法による Community Periodontal Index (CPI)⁴⁰⁾に基づき評価した。

1) 機能歯数, 咬合支持

機能歯数は、咀嚼機能に関与している天然歯や処置歯を合計した歯数とし、ブリッジのポ
ンティック、インプラント支持による固定性補綴装置を含め、埋伏や捻転・傾斜の頻度が高
い第三大臼歯は除いた。咬合支持の評価については、補綴臨床で一般に用いられている
Eichner 分類⁴¹⁾を用いた (表 1)。

2) 歯周組織検査

歯周組織検査は、予めキャリブレーションを行った 5 名の歯科医師が行った。対象歯は
上下顎左右側の第一大臼歯および第二大臼歯、上顎右側中切歯、下顎左側中切歯の計 10 歯
とし、対象中切歯の欠損により診査が不能な際は、反対側同名歯を検査した。対象歯種が全
て欠損している場合は評価しなかった。歯周状態は CPI プローブ (YDM, Tokyo, Japan)
を用いて 1 歯につき 6 点の歯周ポケットについて以下の基準で診査し、最高コード値を記
録した。CPI コードは以下の通り、コード 0: 歯肉に炎症の所見が認められない, コード 1:
プロービング後に出血が認められる, コード 2: 歯石の沈着 (歯肉縁下 4mm までのプロ
ービングによる検出を含む), コード 3: 歯周ポケットの深さが 4mm 以上 6mm 未満, コード
4: 歯周ポケットの深さが 6mm 以上とした。なお、5 名の歯科医師の歯周組織検査の一致

性を示す cohen の κ 値は 0.78 であった。本研究では、対象者を得られた CPI コード値から、CPI 3~4 の歯を歯周病罹患歯と判定し、対象者を健常者群 (CPI 0~2)、歯周病群 (CPI 3~4) の 2 群に分類した。

3. 咀嚼能率検査

まず、対象者に検査用グミゼリー1個 (20×20×10mm, 5.5±0.5g, ユーハ味覚糖社, 大阪) を嚥下しないように指示して 30 回自由咀嚼させた後、紙コップ上部に置いたガーゼの上に咬断片を口腔内に残さないようすべて吐き出させた。次に、回収した咬断片表面に付着した唾液やグルコースなどを可及的に取り除くために、ガーゼごと流水下で 30 秒間の水洗を行った。ついで、咬断片のみをプラスチック容器に入れた後、その容器に水 (35°C, 15ml) を分注器 (ディスペンセッテ) により注入し、スターラー (デジタルスターラー PC-410D, Corning Incorporated, USA) (400rpm) で 10 秒間攪拌した。攪拌後ただちに、その上清をピンセットの先端に少量採取し、簡易型血糖値測定装置 (グルテストエブリ, 三和化学) に装着したセンサー先端部を接触させ、15 秒後に表示されるグルコース濃度 (mg/dl) を記録した。得られたグルコース濃度 (x) から、回帰式 ($y=15x-250$) を用いて咬断片表面積増加量 (y, 単位: mm^2) を算出し、咀嚼能率とした。義歯使用者については、義歯装着時の咀嚼能率を測定した。

4. 最大咬合力検査

最大咬合力の測定は、対象者のフランクフルト平面が床面と平行になるように頭位を調

節し、デンタルプレスケール 50H タイプ R (GC, 東京) を上下歯列間に挿入して静かに咬合させた後、3 秒間の最大咬みしめをさせて行った。得られた試料は、専用解析装置オクルーザー FPD-709 (GC, 東京) を用いて解析した。最大咬合力は 2 回計測し、その平均値を用いた。

5. 刺激時唾液分泌速度

刺激時唾液は、無味のパラフィンペレット 3.0g (Paraffin Pellets, ivoclar vivadent, Liechtenstein) を自由咀嚼にて 2 分間咀嚼させた。その間分泌する唾液は嚥下しないように指示し、咀嚼終了後、遠沈管に吐き出させ電子計量器により計量した。総重量より遠沈管重量を差し引いた重量より、単位時間あたりの刺激時唾液分泌速度を求めた。本研究では、刺激時唾液分泌速度が 1.0ml/分未満の者を唾液分泌低下者とした⁴²⁾。なお、他の検査による刺激の影響を除くため、本検査は歯科検診の中で最初に行われた。

6. 分析方法

本研究における分析対象は、全対象者から無歯顎者 (77 名) および CPI 対象歯が存在しない者 (81 名) を除外した 1875 名 (男性 797 名, 女性 1078 名, 平均年齢 66.7 ± 7.9 歳) とした。対象者を咬合支持域別に Eichner A 群 (1181 名), B 群 (572 名), C 群 (122 名) の 3 群に分け、各咬合支持域群において以下の分析を行った。

まず、Spearman の順位相関係数, t 検定および一元配置分散分析を用いて歯科検診の各調査項目と咀嚼能率との関連について検討した。また、一元配置分散分析で主効果が有意で

あったときには、その後の検定として Bonferroni 調整の多重比較検定を行った。次に、他の咀嚼能率関連因子による影響を調整した場合における、歯周状態と咀嚼能率との関連を検討するために、調整変数を年齢、性別、機能歯数、最大咬合力、唾液分泌速度とした共分散分析を各咬合支持域にて行い、歯周状態 2 群における調整平均咀嚼能率を比較した。その後、各咬合支持域における、歯周状態を含めた各咀嚼能率関連因子の影響とそれらの度合いを検討するために、目的変数を咀嚼能率、説明変数を年齢、性別、機能歯数、最大咬合力、唾液分泌速度、歯周状態とした重回帰分析を行った。本研究では、各咬合支持域での統計モデルにおいて同一の変数を用い、各々の咀嚼能率に対する影響度が統計モデルによってどう変化するかについて検討するために、stepwise 法ではなく強制投入法を用いた。さらに、Eichner B 群においては、対象者を義歯使用者、不使用者に分けた場合の重回帰分析も同様に行った。

本研究における有意水準は 5%とし、統計解析には IBM SPSS Statistics 21 (SPSS Japan Inc., IBM company, Japan) を用いた。

結 果

本研究における咬合支持別の対象者背景を表 2, 3 に示す。年齢と義歯装着者および唾液分泌低下者の割合は咬合支持の低下とともに増加したのに対し、咀嚼能率、最大咬合力は咬合支持の低下とともに減少した。CPI 対象歯における歯周病罹患歯の割合は咬合支持の低下につれて高くなったのに対し、歯周病罹患歯数に関しては、咬合支持の低下につれて少なくなった。また、Eichner A 群, B 群, C 群ともに、男性と較べて女性の割合の方が高かった。Eichner B 群の中で義歯使用者, 不使用者に分けた場合 (表 3) では、義歯不使用者の方が機能歯数は多く、最大咬合力も高かった。

歯科検診における各調査項目と咀嚼能率との関連を表 4, 5 に示す。年齢、機能歯数、最大咬合力、歯周状態と咀嚼能率との関連について Spearman の順位相関係数を用いて検討した結果 (表 4)、機能歯数、最大咬合力と咀嚼能率との間に有意な相関関係が認められた (それぞれ $|r|=0.46, 0.40$)。一方で、性別、唾液分泌速度と咀嚼能率との間に有意な関連は認められなかったが、歯周病罹患患者の方が非罹患患者と較べて咀嚼能率は有意に低く ($P<0.001$)、Eichner C 群は B 群と較べて ($P<0.001$)、B 群は A 群と較べて ($P<0.001$)、咀嚼能率は有意に低くなった (表 5)。

他の咀嚼能率関連因子を調整した上で歯周状態と咀嚼能率との関連を調査した結果を表 6 に示す。Eichner A 群と B 群において、歯周病罹患患者の方が歯周病非罹患患者と較べて、有意に咀嚼能率が低かった (それぞれ $P<0.001, P=0.012$)。一方で、Eihcne C 群において

は、歯周状態と咀嚼能率との間に有意な関連は認められなかった。

各咬合支持域群において、咀嚼能率を目的変数とした重回帰モデルを用いて検討した結果を表7～9に示す。Eichner A群では、性別 ($P=0.001$)、機能歯数 ($P<0.001$)、最大咬合力 ($P<0.001$)、歯周状態 ($P<0.001$) が有意な説明変数となり、他の Eichner 群におけるモデル式と比較して最も低い決定係数 ($R^2=0.073$) となった (表7)。Eichner B群では、機能歯数 ($P<0.001$)、最大咬合力 ($P<0.001$)、歯周状態 ($P=0.012$) が有意な説明変数となり、中でも機能歯数、最大咬合力の標準化偏回帰係数は、Eichner A群におけるものより高値を示した (表8)。Eichner C群においては、最大咬合力 ($P<0.001$) のみが有意な説明変数となった (表9)。また、どの咬合支持域群においても、年齢、唾液分泌速度は有意な説明変数とはならなかった。

さらに、Eichner B群において、対象者を義歯使用者・不使用者に分けて同様に重回帰分析を行った結果を表10、11に示す。義歯使用者では、機能歯数 ($P<0.001$)、最大咬合力 ($P<0.001$)、歯周状態 ($P=0.028$) が有意な説明変数となった (表10) のに対し、義歯不使用者では、最大咬合力 ($P<0.001$) のみが有意な説明変数となった (表11)。

考 察

1. 研究方法について

1) 対象者について

本研究の対象者は、無作為抽出された一般住民を対象とした吹田研究の参加者とした。吹田市は、大阪府の中核都市の一つで、南部は工業・商業地域、北部はニュータウンである。吹田研究は、我が国で唯一の都市部における循環器疾患前向きコホート研究で、通常、都市部は住民の移動が多く、農村部と比較して追跡が難しいが、吹田市や吹田医師会の協力により参加率は55%、追跡率90%と高い水準を保っている。我が国の人口の約3分の2が都市部在住であることを考えると、今回の対象者の選択は、我が国の都市部一般住民における咀嚼能力に影響を及ぼす因子について、断面的に調査する上で適切であると考えられる。

2) 歯周検査について

歯周病の評価の指標には、CPIコードを利用した。レントゲン写真やプロービング等によるAlveolar Bone Loss (ABL) や Clinical Attachment level (CAL) の評価については、歯槽骨の破壊の程度を精密に評価できる指標であるものの、エックス線被曝や再現性に問題があり、また限られた健診時間内での施行が困難なことから、本研究では採用しなかった。CPIは、対象歯を限定した部分診査法であるものの、簡便で再現性が高い方法であり、測定に時間を要しないため、多人数に対して行う調査に適しており、本研究でも5名の験者間の一致度 (Cohen's $\kappa=0.78$) は良好であったため、目的に応じた精度は得られているもの

と考える。

3) 咬合力測定について

咬合力の測定には、ロードセルなどを咬合させることに個歯咬合力を測定するもの²⁹⁾、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^{33,34,43)}、義歯に取り付けたロードセルなどを介して咬合時の上下顎間の圧力を測定するものなどがある⁴⁴⁾。個歯咬合力は、測定する歯の状態が大きく影響するため、対象者の歯列全体の状態を反映しているとはいえない。本研究で用いた、デンタルプレスケールはシートの厚みが約98 μm と薄く、咬頭嵌合位に近い状態で測定できるため、対象者の歯列全体の状態を反映していると考えられる。また、測定時にはシート以外の特殊な機器は使用せず、簡便で測定に時間を要しないため、多人数に対して行う調査に適しており、再現性と正確性が高いことも報告されている⁴³⁾。

4) 咀嚼能率測定について

本研究で用いた検査用グミゼリーを試料とする咀嚼能率測定法は、グミゼリーの咬断片表面積増加量を指標としたもので、摂取した食品を粉碎して表面積を増加させ、消化酵素と反応させて分解し、必要な栄養素の吸収を促進するという咀嚼の生理学的意義に忠実な検査法であると考えられる。また、一連の操作の温度と時間管理を厳密に規定することによって高い正確性と再現性を得られることが確認されている³⁴⁾。これまで検査用グミゼリーを用いた疫学研究は多数行われており、過去の吹田研究による報告では、歯の欠損がなく天然歯による咬合が確立している場合だけでなく、咬合支持が減少し義歯により咬合支持が確

立している場合においても、歯周病は咀嚼能率に影響を及ぼすと報告している³⁹⁾。また、Ikebeらは、本法を自立した健常高齢者を対象とした疫学研究に用いて、咬合支持、咬合力、唾液分泌速度の低下は咀嚼能率の低下と関連を認めたこと^{15,37)}、口腔関連 QOL と咀嚼能率との間に有意な関連が認められたことを報告している^{12,13)}。

5) 刺激時唾液分泌速度測定について

唾液分泌速度の測定には、安静時唾液を測定する方法と刺激時唾液を測定する方法がある。一般的には口腔乾燥度を調査するには安静時唾液を、咀嚼および嚥下能力を調査するには刺激時唾液を定量するのがよいとされており⁴⁰⁾、本研究では咀嚼能力の関連因子の一つとして唾液分泌速度を測定しているため、刺激時唾液を定量することとした。本研究で用いたパラフィン片咀嚼による刺激時唾液分泌速度測定の規定時間は、原法では10分間とされている⁴²⁾。しかし、本研究では健診受診者の身体的負担および時間的制約を考慮し、唾液分泌速度測定時間は2分間とした。

2. 研究結果について

本研究は、著者らの知る限り、一般住民のランダムサンプルを対象とした大規模研究を行うことにより、他の関連因子を調整した上でも歯周組織の健康状態が咀嚼能率に影響することを示した初めての報告である。また、本研究において歯周状態を含めた咀嚼能率関連因子を説明変数とした重回帰モデルを用いることにより、咀嚼能率に影響を及ぼす因子と

それらの影響度は咬合支持域数によって異なることが示唆された。

ただし、本研究の限界としていくつかの点が挙げられる。一つは、歯周病罹患の評価法として部分診査法による CPI を用いているため、全ての残存歯を評価できていない点が挙げられる。しかし過去の報告から、CPI の全部診査法と比較して部分診査法による診査でも約 85% の歯周病罹患者をスクリーニングできるとの報告があり⁴⁶⁾、時間的制約をとまなう集団検診の場において部分診査法を用いることは妥当であると考えられる。二つ目は、咬合支持の評価に Eichner 分類を用い、歯周病について評価できなかった無歯顎者および CPI 対象歯の存在しない者は分析対象から除外したことにより、サンプルサイズが小さくなり、いくつかのモデルにおいて検出力が低くならざるをえなかった点である。

1) 各調査項目と咀嚼能率との関連

年齢、機能歯数、最大咬合力と咀嚼能率との関連について Spearman の順位相関係数を用いて検討した結果、機能歯数、最大咬合力と咀嚼能率との間に、有意な相関関係であり尚且つ高い相関係数が認められた。また性別、咬合支持、唾液分泌速度、歯周状態と咀嚼能率との関連について t 検定、一元配置分散分析およびその後の多重比較検定を行った結果、歯周状態の悪化と咬合支持の低下とともに咀嚼能率は有意に低くなった。Okada ら⁴⁷⁾は色変わりチューインガムを用いて咀嚼能率を評価し、歯数、咬合支持との間に有意な関連が認められたと報告している。Yamashita ら²⁹⁾は、ピーナッツを用いた篩分法を用いて咀嚼能率を測定し、咬合支持の喪失とともに有意に咀嚼能率は低下したと報告している。一方で

Lepley ら¹⁸⁾は、シリコーンブロックを被粉碎試料として用いた篩分法により、咀嚼能率と最大咬合力との間に有意な相関関係が得られたと報告している。このように、歯数、最大咬合力、咬合支持と咀嚼能率との関連についての報告は多数存在し、本研究における結果はこれらを支持するものであると考えられる。

2) 他の咀嚼能率関連因子を調整した上での、歯周状態と咀嚼能率との関連

歯周状態と咀嚼能率との関連について、他の関連因子を調整した上で分析を行った結果、Eichner A 群と B 群においては、歯周状態の悪化に伴い咀嚼能率が有意に低下した。このことから、残存歯による咬合支持が確立している場合に、歯周状態は他の咀嚼能率関連因子とは独立して咀嚼能率に影響を及ぼすことが示唆された。

Alkan らは、全歯残存する健常者と歯周病罹患者を対象に最大咬合力を測定した結果、歯周病罹患の方が健常者に較べて有意に低い値を示したと報告している⁴⁸⁾。また Okiyama らは、天然歯列を持つ健常若年者を対象に最大咬合力と咀嚼能率を測定し、両者の間に有意な正の相関関係が認められたと報告している³³⁾。Borges らは、残存歯の歯槽骨レベルおよび動揺度を歯周病進行の指標として用い、それらと咀嚼能率との関連について調査した。その結果、歯槽骨レベルと咀嚼能率は有意な正の相関関係にあり、動揺度と咀嚼能率については負の相関関係である傾向があったと報告している²²⁾。本研究では、残存歯の歯槽骨レベルおよび動揺度については測定していないが、CPI コード 3 以上の者については 4mm 以上のポケットを有する歯が存在するため、歯槽骨レベルの低下および歯の動揺が生じてい

る可能性は高く、そのことが咀嚼能率に影響を及ぼしたと考えられる。以上の先行研究の結果は、天然歯列者において、歯周状態の悪化による動揺が咬合力の低下を招き、さらに咀嚼能率を低下させるという仮説を支持するものである。さらに、Eichner A 群では、CPI 対象歯における歯周病罹患歯の割合こそ低いものの、歯周病罹患歯数は多く（表 2）、抜歯をせず温存されている歯が多数存在している場合があると考えられ、歯の動揺や歯肉の疼痛など、咀嚼の障害となる症状も多く存在していると推察される。Eichner B 群の場合は、義歯使用者が 68.4%と半数以上を占めており、それら義歯装着者においては、歯周病による支台歯の動揺は義歯の安定の低下を招くことから、咀嚼能率への明らかな影響が生じたと推測できる。

一方で、残存歯による咬合支持が喪失している Eichner C 群においては、咀嚼能率に対する歯周状態の影響は認められなかった。Eichner C 群の場合、ほぼ全員が義歯装着者であり、残存歯の歯周状態よりも、顎堤や義歯の状態、さらに義歯を使いこなす能力の方が咀嚼能率に大きく影響を及ぼしたのではないかと思われる。

3) 異なる咬合支持域における、咀嚼能率に影響する因子とそれらの影響度

重回帰分析より、最大咬合力は全ての咬合支持域群で共通の因子であり、Eichner C 群で最も影響が強いこと、機能歯数と歯周状態は Eichner A 群と B 群で共通の影響因子であること、性別は Eichner A 群においてのみ咀嚼能率に影響することが明らかになった。以上より、咀嚼能率に影響する因子の種類とそれらの影響度は、残存する咬合支持域数によって

異なることが示唆された。

本研究では、残存歯による咬合支持が全て確立している Eichner A 群よりも、減少している Eichner B 群の方で、機能歯数と最大咬合力の咀嚼能率に対する影響が強いことがわかった。このことから、咬合支持が減少している場合、咀嚼運動は残存歯による咬合に依存することが多く、また欠損部での咬合を義歯により回復できているかが咀嚼能率に影響を与えることが推察される。

これまでの研究より、咀嚼能率に影響を及ぼす因子として唾液分泌速度を扱った報告はいくつか存在する^{15,37)}。しかしながら本研究においては、全ての咬合支持域において、咀嚼能率に対して唾液分泌速度は有意な説明変数とはならなかった。これには、咀嚼能率と唾液分泌速度との関連を検討する上での統計手法の違いや、あるいは唾液分泌速度に影響し得る全身疾患の既往や服用薬剤の存在が対象者背景にあり、それらの違いが研究結果に影響を及ぼしたと考えられる。

本研究に用いた独立変数において、性別は Eichner A 群においてのみ有意な説明変数となった。Shiga ら⁴⁹⁾や Takahashi ら⁵⁰⁾は、健常若年者を対象として咀嚼能率についてグミゼリーを用いて評価し、その結果から男性の方が女性に較べて高い咀嚼能率を示したと報告している。また、Tumrasvin ら¹⁹⁾は、健常高齢者を対象に 2 色ワックスキューブを用いて咀嚼能率を評価した結果、咬合支持、最大咬合力とともに性別は有意な説明変数となったと報告している。一方で、咀嚼能率関連因子として性別は有意な説明変数とはならなかった

という報告もある³⁷⁾。サンプルサイズ、対象者背景、咀嚼能率測定方法などの違いから、これらの結果を同一に比較することはできないが、本研究の結果を踏まえて、咀嚼行動においては男性と女性で何らかの差があることの可能性が考えられる。

Eichner A 群での重回帰モデルの決定係数が最も低かったことから、咬合支持が全て残存している場合には、本研究で用いた因子の他に、咀嚼に影響し得る他の因子が存在することが推察される。このことについては、先行研究の結果から、咀嚼行動におけるさまざまな生理学的因子の関与が示唆されている。中でも、咀嚼時における下顎運動の違いが咀嚼能率に及ぼす影響についての報告は多数存在する。Komagamine ら⁵¹⁾や Ow ら⁵²⁾は、咀嚼時の下顎運動の速さが咀嚼能率に関連すると報告しており、下顎運動が速い方が高い咀嚼能率を示すと結論づけている。Kobayashi ら⁵³⁾は咀嚼時の下顎閉口路の違いが咀嚼能率に影響を及ぼし、それには咬筋、側頭筋などの口腔周囲筋活動の強弱が関連すると報告している。口腔周囲筋活動と咀嚼能率との関連については過去に Wiliding ら⁵⁴⁾も検討しており、咬筋筋活動と咀嚼能率との間における有意な正の相関関係を示している。Farias ら⁵⁵⁾は、咀嚼運動における習慣性咀嚼側が咀嚼能率に及ぼす影響について検討し、その結果、両側性で咀嚼運動を行う者の方が片側で咀嚼運動を行う者に較べて、有意に咀嚼能率が高かったと報告している。

一方で、口腔感覚が咀嚼能率に影響を及ぼすことが報告されている。Hirano ら⁵⁶⁾は口腔立体認知能力の指標として OSA(oral stereognosis ability)スコアを用い、咀嚼能率との間

に有意な相関関係を見出した。また Engelen ら⁵⁷⁾は、大きさの異なる鋼製のテストピースを用いて口腔立体認知能力を評価した結果、咀嚼能率との間に有意な相関関係が認められたと報告している。これらの機能的因子の他に、形態学的因子として、Tamut ら⁵⁸⁾は顎骨の骨密度に着目し、健常者と骨粗鬆症患者とで咀嚼能率を比較した。その結果、骨粗鬆症患者においては、骨密度の減少とともに、健常者と較べて咀嚼能率が有意に低下したと報告している。

このように、咀嚼能率に関連し得るさまざまな因子が存在するため、本研究における調査項目で咀嚼能率との関連を全て説明することはできない。しかし、これまで多数報告のあった歯数や咬合力だけでなく、歯周組織の健康状態が咀嚼能率に影響を及ぼし、それらの影響度が残存する咬合支持域数によって異なるという本研究の知見は、高齢者の咀嚼能力を適切に評価し食事・栄養指導を行う上で新たな基準を設定するための根拠になり得ると思われる。

4) 義歯の使用が咀嚼能力に及ぼす影響

本研究では、義歯使用の有無が咀嚼能率に与える影響を検討⁵⁹⁾するために、義歯使用者と不使用者が混在する Eichner B 群において、対象者を義歯使用者、義歯不使用者に分けた分析を行った。ここでも、最大咬合力は義歯使用・不使用に関わらず咀嚼能率に対して影響を及ぼす共通の因子であるのに対して、機能歯数と歯周状態は義歯使用者においてのみ咀嚼能率に影響を及ぼすという興味深い結果が得られた。義歯使用者の場合では、咬合支持

がある程度残っていれば歯周状態が不良な歯以外での咀嚼が可能であり、また義歯の支台歯に歯周状態の良好な歯を選択することができるため、義歯の安定を得やすいことが挙げられる。しかし、咬合支持の減少とともに残存歯のみによる咀嚼が困難となり、支台歯の選択の余地の減少や残存歯の不良な歯周状態により義歯の安定が失われ、その結果咀嚼能率の低下に影響を及ぼしたと考えられる。義歯不使用者の場合は、機能歯数やそれらの歯周状態よりも、天然歯による咬合がどの程度残存および機能しているかが咀嚼能率に影響を及ぼすと推察される。また、歯の欠損がありながら義歯を装着していないことにより、欠損部への咬断片の停滞が生じて咀嚼の進行を妨げることや、咀嚼時顎運動が不安定になるなど、本研究で用いた因子よりも咀嚼能率に影響し得る因子が存在するためと考えられる。

結 論

本研究より、咬合支持が残存している場合に、歯周病が他の因子から独立して咀嚼能率に影響を及ぼすことが明らかとなった。加えて、残存する咬合支持域数によって、咀嚼能率に影響を及ぼす因子は異なり、各因子の影響の度合いも変化すること、すなわち最大咬合力は各咬合支持域群で共通の因子であり、機能歯数、歯周状態は Eichner A, B 群において共通の因子であるが、性別は Eichner A 群のみで影響することが示された。これらの結果は、咀嚼能率を評価する上で、各咬合支持域において、口腔内の状態および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り、歯の欠損や歯周病を有する高齢者への食事指導および栄養指導に有益な知見であると考えられる。

謝 辞

稿を終えるにあたり、研究の機会を与えて下さり、御指導と御校閲を賜りました大阪大学大学院歯学研究科顎口腔機能再建学講座高齢者歯科学・有床義歯補綴学分野前田芳信教授、ならびに終始御懇篤なる御指導を賜りました新潟大学大学院医歯学総合研究科包括歯科補綴学分野小野高裕教授に深く感謝申し上げます。また、本研究の円滑な進展のために特別のご高配を賜りました国立循環器病研究センター予防健診部宮本恵宏先生、小久保喜弘先生に心より厚くお礼申し上げます。

最後に、本研究の遂行にあたり、終始変わらぬご協力をいただきました大阪大学大学院歯学研究科顎口腔機能再建学講座の教室員の皆様に深く感謝申し上げます。

参考文献

1. 神森秀樹, 葭原明弘, 安藤雄一, 宮崎秀夫. (2003) 健常高齢者における咀嚼能力が栄養摂取に及ぼす影響. *口腔衛生学会雑誌* **53**, 13-22.
2. Krall, E., Hayes, C. & Garcia, R. (1998) How dentition status and masticatory function affect nutrient intake. *The Journal of the American Dental Association* **129**, 1261-1269.
3. Papas, A. S., Joshi, A., Giunta, J. L. & Palmer, C. A. (1998) Relationships among education, dentate status, and diet in adults. *Special Care in Dentistry* **18**, 26-32.
4. Joshipura, K. J., Willett, W. C. & Douglass, C. W. (1996) The impact of edentulousness on food and nutrient intake. *The Journal of the American Dental Association* **127**, 459-467.
5. Sheiham, A., Steele, J. G., Marcenes, W., Lowe, C., Finch, S., Bates, C. J., Prentice, A. & Walls, A. W. (2001) The relationship among dental status, nutrient intake, and nutritional status in older people. *Journal of Dental Research* **80**, 408-413.
6. Nowjack-Raymer, R. E. & Sheiham, A. (2003) Association of edentulism and diet and nutrition in US adults. *Journal of Dental Research* **82**, 123-126.
7. Sahyoun, N. R., Lin, C. L. & Krall, E. (2003) Nutritional status of the older adult is associated with dentition status. *Journal of the American Diabetic Association* **103**, 61-66.
8. Miura, H., Arai, Y., Sakano, S., Hamada, A., Umenai, T. & Isogai, E. (1998) Subjective evaluation of chewing ability and self-rated general health status in elderly residents of Japan. *Asia-Pacific Journal of Public Health* **10**, 43-45.
9. Marshall, T. A., Warren, J. J., Hand, J. S., Xie, X. J. & Stumbo, P. J. (2002) Oral health, nutrient intake and dietary quality in the very old. *The Journal of the American Dental Association* **133**, 1369-1379.
10. Takata, Y., Ansai, T., Awano, S., Sonoki, K., Fukuhara, M., Wakisaka, M. & Takehara, T. (2004) Activities of daily living and chewing ability in an 80-year-old population. *Oral Diseases* **10**, 365-368.
11. Takata, Y., Ansai, T., Awano, S., Fukuhara, M., Sonoki, K., Wakisaka, M., Fujisawa, K., Akifusa, S. & Takehara, T. (2006) Chewing ability and quality of life in an 80-year-old population. *Journal of Oral Rehabilitation* **33**, 330-334.
12. Ikebe, K., Hazeyama, T., Morii, K., Matsuda, K., Maeda, Y. & Nokubi, T. (2007) Impact of masticatory performance on oral health-related quality of life for elderly Japanese. *The International Journal of Prosthodontics* **20**, 478-485.
13. Ikebe, K., Hazeyama, T., Enoki, K., Murai, S., Okada, T., Kagawa, R., Matsuda, K.

- & Maeda, Y (2012) Comparison of GOHAI and OHIP-14 measures in relation to objective values of oral function in elderly Japanese. *Community Dentistry and Oral Epidemiology* **40**, 406-414.
14. Tatematsu, M., Mori, T., Kawaguchi, T., Takeuchi, K., Hattori, M., Morita, I., Nakagaki, H., Kato, K., Murakami, T., Tuboi, S., Hayashizaki, J., Murakami, H., Yamamoto, M. & Ito, Y. (2004) Masticatory performance in 80-year-old individuals. *Gerodontology* **21**, 112-119.
 15. Ikebe, K., Matsuda, K., Kagawa, R., Enoki, K., Yoshida, M., Maeda, Y. & Nokubi, T. (2011) 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* **56**, 991-996.
 16. Ikebe, K., Matsuda, K., Murai, S., Maeda, Y. & Nokubi, T. (2010) Validation of the Eichner index in relation to occlusal force and masticatory performance. *The International Journal of Prosthodontics* **23**, 521-524.
 17. Fueki K, Yoshida E, Igarashi Y. (2011) A structural equation model to investigate the impact of missing occlusal units on objective masticatory function in patients with shortend dental arches. *Journal of Oral Rehabilitation* **38**, 810-817.
 18. Lepley, C. R., Throckmorton, G. S., Ceen, R. F. & Buschang, P. H. (2011) Relative contributions of occlusion, maximum bite force, and chewing cycle kinematics to masticatory performance. *American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics* **139**, 606-613.
 19. Tumrasvin, W., Fueki, K. & Ohyama, T. (2006) Factors associated with masticatory performance in unilateral distal extension removable partial denture patients. *Journal of Prosthodontics* **15**, 25-31.
 20. Morita, M., Kimura, T., Kanegae, M., Ishikawa, A. & Watanabe, T. (1994) Reasons for extraction of permanent teeth in Japan. *Community Dentistry and Oral Epidemiology* **22**, 303-306.
 21. Johansson, A. S., Svensson, K. G. & Trulsson, M. (2006) Impaired masticatory behavior in subjects with reduced periodontal tissue support. *Journal of Periodontology* **77**, 1491-1497.
 22. Borges T de F., Regalo, S. C., Taba, M. Jr., Siessere, S., Mestriner, W. Jr. & Semprini, M. (2013) Changes in masticatory Performance and quality of life in individuals with chronic periodontitis. *Journal of Periodontology* **84**, 325-331.
 23. Pereira, L. J., Gazolla, C. M., Magalhaes, I. B., Dominguet, M. H., Vilela, G. R., Castelo, P. M., Marques, L. S. & van der Bilt, A. (2012) Influence of periodontal treatment on objective measurement of masticatory performance. *Journal of Oral*

- Science* **54**, 151-157.
24. Wayler, A. H., Kapur, K. K., Feldman, R. S. & Chauncey, H. H. (1982) Effects of age and dentition status on measures of food acceptability. *Gerodontology* **37**, 294-299.
 25. Sato, Y., Minagi, S., Akagawa, Y. & Nagasawa, T. (1989) An evaluation of chewing function of complete denture wearers. *The Journal of Prosthetic Dentistry* **62**, 50-53.
 26. Slagter, A. P., Olthoff, L. W., Bosman, F. & Steen, W. H. A. (1992) Masticatory ability, denture quality, and oral conditions in edentulous subjects. *The Journal of Prosthetic Dentistry* **68**, 299-307.
 27. Manly, R. S. & Braley, L. C. (1950) Masticatory performance and efficiency. *Journal of Dental Research* **29**, 448-462.
 28. Kapur, K. K., Soman, S. D. & Yurkstas, A. A. (1964) Test foods for measuring masticatory performance of denture wearers. *The Journal of Prosthetic Dentistry* **14**, 483-491.
 29. Yamashita, S., Sakai, S., Hatsh, J.P. & Rugh, J.D. (2000) Relationship between oral function and occlusal support in denture wearers. *Journal of Oral Rehabilitation* **27**, 881-886.
 30. Ohara, A., Tsukiyama, Y., Ogawa, T. & Koyano, K. (2003) A simplified sieve method for determining masticatory performance using hydrocolloid material. *Journal of Oral Rehabilitation* **30**, 927-935.
 31. Slagter, A. P., Bosman, F. & van der Bilt, A. (1993) Comminution of two artificial test foods by dentate and edentulous subjects. *Journal of Oral Rehabilitation* **20**, 159-176.
 32. Nakashima, A., Higashi, K. & Ichinose, M. (1989) A new, simple and accurate method for evaluating masticatory ability. *Journal of Oral Rehabilitation* **16**, 373-380.
 33. Okiyama, S., Ikebe, K. & Nokubi, T. (2003) Association between masticatory performance and maximal occlusal force in young men. *Journal of Oral Rehabilitation* **30**, 278-282.
 34. Ikebe, K., Morii, K., Matsuda, K., Hazeyama, T. & Nokubi, T. (2005) Reproducibility and accuracy in measuring masticatory performance using test gummy jelly. *Prosthodontic Research and Practice* **4**, 9-15.
 35. Sato, H., Fueki, K., Sueda, S., Sato, S., Shiozaki, T., Kato, M. & Ohyama, T. (2003) A new and simple method for evaluating masticatory function using newly developed artificial test food. *Journal of Oral Rehabilitation* **30**, 68-73.

36. Hayakawa, I., Watanabe, I., Hirano, S., Nagao, M. & Seki, T. (1998) A simple method for evaluating masticatory performance using a color-changeable chewing gum. *The International Journal of Prosthodontics* **11**, 173-176.
37. Ikebe, K., Matsuda, K., Kagawa, R., Enoki, K., Okada, T., Yoshida, M., Maeda, Y. (2012) Masticatory performance in older subjects with varying degrees of tooth loss. *Journal of Dentistry* **40**, 71-76.
38. Kokubo Y (2011) The association of cardiovascular disease with metabolic syndrome and its risk factors in Japanese urban cohort : the Suita study. *Japanese Journal of Clinical Medicine* **69**, 68-76.
39. Kosaka, T., Ono, T., Yoshimuta, Y., Kida, M., Kikui, M., Nokubi, T., Maeda, Y., Kokubo, Y., Watanabe, M., Miyamoto, Y. (2014) The effect of periodontal status and occlusal support on masticatory performance: the Suita study. *Journal of Clinical Periodontology* **41**, 497-503.
40. Ainamo, J., Barmes, D., Beagrie, G., Cutress, T., Martin, J. & Sardo-Infirri, J. (1982) Development of the World Health Organization (WHO) Community Periodontal Index of Treatment Needs (CPITN). *International Dental Journal* **32**, 281-291.
41. Eichner K. (1990) Renewed examination of the group classification of partially edentulous arches by Eichner and application advices for studies on morbidity statistics. *Stomatologie der DDR* **40**, 321-325.
42. 中村誠司. (2009) ドライマウス基礎から臨床 ドライマウスの分類と診断 (総説). 日本口腔外科学会雑誌 **55**, 169-176.
43. Matsui Y, Ohno K, Michi K, Suzuki Y, and Yamagata K. (1996) A computerized method for evaluating balance of occlusal load. *Journal of Oral Rehabilitation* **23**, 530-535.
44. Muller F, Heath MR, and Ott R. (2001) Maximum bite force after the replacement of complete dentures. *Gerodontology* **18**, 58-62.
45. 兼平孝. (2011) 歯科における唾液検査. 日本口腔検査学会雑誌 **3**, 13-20.
46. Shirone, K., Ogawa, H., Hirotsu, T., Takano, N., Yamaga, T., Kaneko, N., Sakuma, S., Yoshihara, A. & Miyazaki, H. (2007) Evaluation of CPI and loss of attachment scoring methods (WHO) and longitudinal study on periodontal conditions in Japanese elderly cohort. *Journal of Dental Health* **57**, 28-35.
47. Okada, K., Enoki, H., Izawa, S., Iguchi, A. & Kuzuya, M. (2010) Association between masticatory performance and anthropometric measurements and nutritional status in the elderly. *Geriatrics & Gerontology International* **10**, 56-63.
48. Alkan, A., Kesliner, I., Arici, S. & Sato, S. (2006) The effect of periodontitis on

- biting abilities. *Journal of Periodontology* **77**,1442-1445.
49. Shiga H, Kobayashi Y, Katsuyama H, Yokoyama M, Arakawa I. (2012) Gender difference in masticatory performance in dentate adults. *Journal of Prosthodontic Research* **56**, 166-169.
 50. Takahashi M, Koide K, Arakawa I, Mizuhashi F. (2013) Association between perioral muscle pressure and masticatory performance. *Journal of Oral Rehabilitation* **40**, 909-915.
 51. Komagamine Y, Kanazawa M, Minakuchi S, Uchida T, Sasaki Y. (2011) Association between masticatory performance using a colour-changeable chewing gum and jaw movement. *Journal of Oral Rehabilitation* **38**, 555-563.
 52. Ow RK, Carisson GE, Karisson S. (1998) Relationship of masticatory movements to masticatory performance of dentate adults: a method study. *Journal of Oral Rehabilitation* **25**, 821-829.
 53. Kobayashi Y, Shiga H, Yokoyama M, Arakawa I, Nakajima K. (2009) Differences in masticatory function of subjects with different closing path. *Journal of Prosthodontic Research* **53**, 142-145.
 54. Wilding RJ, Shaikh M. (1997) Jaw movement tremor as a predictor of chewing performance. *Journal of Orofacial Pain* **11**, 101-114.
 55. Farias Gomes SG, Custodio W, Moura Jufer JS, Del Bel Cury AA, Rodrigues Garcia RC. (2010) Correlation of mastication and masticatory movements and effect of chewing side preference. *Brazilian Dental Journal* **21**, 351-355.
 56. Hirano K, Hirano S, Hayakawa I. (2004) The role of oral sensorimotor function in masticatory performance. *Journal of Oral Rehabilitation* **31**, 199-205.
 57. Engelen L, van der Bilt A, Bosman F. (2004) Relationship between oral sensitivity and masticatory performance. *Journal of Dental Research* **83**, 388-392.
 58. Tamut T, Pooran C, Pratap SB, Arvind T, Jitendra R, Dayal SR. (2012) Effect of bone mineral density on masticatory performance and efficiency. *Gerodontology* **29**, e83-87.
 59. Liedberg, B., Spiechowicz, E. & Owall, B. (1995) Mastication with and without removable partial dentures : an intraindividual study. *Dysphagia* **10**, 107-112.

表 1 . Eichnerの分類

[A 型]	4 支持域全てに咬合接触を有するもの
A1	上下顎に欠損のないもの
A2	片顎の歯列に欠損があるもの
A3	上下顎の歯列に歯の欠損があるもの

[B 型]	4 支持域中の一部の支持域のみに咬合接触を有するもの
B1	咬合支持域が 3 つあるもの
B2	咬合支持域が 2 つあるもの
B3	咬合支持域が 1 つあるもの
B4	咬合支持域はすべて失われているが，前歯部の咬合接触があるもの

[C 型]	全ての支持域に咬合接触がないもの
C1	上下顎に残存歯はあるが，咬合接触がないもの（すれ違い咬合）
C2	片顎が無歯顎のもの
C3	上下顎が無歯顎のもの

咬合支持域は，両側の小臼歯部と大臼歯部の4ブロックで構成されている．すなわち，対合する第一小臼歯，第二大臼歯によって1つの咬合支持域が，また同様に対合する第一，第二大臼歯によって1つの咬合支持域が構成されている．

表 2. 咬合支持域ごとの対象者背景

	Eichner A群 (n=1181)	Eichner B群 (n=572)	Eichner C群 (n=122)
平均年齢	64.8±8.0	69.5±6.9	72.3±5.4
男性, n (%)	481 (40.7)	262 (45.8)	54 (44.3)
機能歯数	27.3±1.1	20.5±4.8	7.7±4.0
咀嚼能率 (mm ²)	5125±1650	3742±1679	2439±1671
最大咬合力 (N)	588±278	379±219	205±150
唾液分泌低下者 (%)	43.9	49.8	54.9
歯周病罹患率 (%)	48.3	55.6	45.9
CPI対象歯数	9.1±1.2	5.1±1.9	2.3±1.2
CPI 3~4の本数	3.4±2.2	2.5±1.5	1.6±0.9
CPI 3~4の歯の比率 (%)	37.9	51.6	75.8
義歯使用者 (%)	3.7	68.4	97.5

±標準偏差

刺激時唾液分泌速度が1.0ml/分未満を唾液分泌低下者とした。

CPIコード3~4を歯周病罹患者とした。

CPIコード3~4の本数および比率に関しては、歯周病群の中における平均値を示した。

表3. Eichner B群における義歯使用者・不使用者の対象者背景

	義歯使用者 (n=391)	義歯不使用者 (n=181)
平均年齢	70.2±6.4	68.0±7.7
男性, n (%)	180 (46.0)	82 (45.3)
機能歯数	19.4±5.0	23.0±2.9
咀嚼能率 (mm ²)	3647±1720	3946±1570
最大咬合力 (N)	363±218	413±216
唾液分泌低下者 (%)	50.1	49.2
歯周病罹患率 (%)	52.4	62.4
CPI対象歯数	4.9±2.0	5.7±1.7
CPI 3~4の本数	2.4±1.5	2.6±1.5
CPI 3~4の歯の比率 (%)	54.2	46.6

±標準偏差

刺激時唾液分泌速度が1.0ml/分未満を唾液分泌低下者とした。

CPIコード3~4を歯周病罹患者とした。

CPIコード3~4の本数および比率に関しては、歯周病群の中における平均値を示した。

表4. 年齢, 機能歯数, 最大咬合力と咀嚼能率との関連

	相関係数	P 値
年齢	- 0.19	<0.001
機能歯数	0.46	<0.001
最大咬合力	0.40	<0.001

Spearman の順位相関係数を用いた.

表5. 性別, 咬合支持, 唾液分泌速度, 歯周状態と咀嚼能率との関連

	n	咀嚼能率 (mm ²)	P 値
性別			
男性	797	4623±1993	0.056
女性	1078	4458±1747	
咬合支持 (Eichner Index)			
A 群	1181	5125±1650 ^{a,b}	<0.001
B 群	572	3742±1679 ^{a,c}	
C 群	122	2439±1671 ^{b,c}	
唾液分泌速度			
正常群	1004	4588±1872	0.134
低下群	871	4459±1839	
歯周病			
非罹患者	930	4699±1882	<0.001
罹患者	945	4360±1818	

±標準偏差

刺激時唾液分泌速度が 1.0ml/分未満を唾液分泌低下群とした.

CPI コード 0~2 を歯周病非罹患者, コード 3~4 を歯周病罹患者とした.

咀嚼能率と性別, 刺激時唾液分泌速度, 歯周状態との関連については 2 群間の比較に t 検
定, 咬合支持との関連については 3 群間の比較に一元配置分散分析を用いた.

^{a,b,c}: 各群間で, Bonferroni 調整の多重比較検定を用い比較検討を行った. (P<0.05)

表 6. 各咬合支持域における歯周病罹患の有無と咀嚼能率との関連

	n	歯周病非罹患患者	歯周病罹患患者	P値
Eichner A群	1181	5286±65	4952±67	<0.001
Eichner B群	572	3925±96	3596±85	0.012
Eichner C群	122	2436±197	2443±215	0.980

調整後の咀嚼能率の推定平均値±標準誤差 (mm²)

CPIコード0～2を歯周病非罹患患者, コード3～4を歯周病罹患患者とした.

調整変数: 年齢, 性別, 機能歯数, 最大咬合力, 唾液分泌速度

表 7. Eichner A 群における重回帰モデル

説明変数	B	標準誤差	β値	P値
年齢	- 5.91	5.96	- 0.029	0.321
性別	- 330.58	98.09	- 0.098	0.001
機能歯数	193.32	43.41	0.128	<0.001
最大咬合力	0.98	0.17	0.166	<0.001
唾液分泌速度	- 102.55	96.04	- 0.031	0.286
歯周状態	- 334.54	94.51	- 0.101	<0.001

n=1181, 決定係数R=0.271, R²=0.073, P<0.001

B: 偏回帰係数, β: 標準化偏回帰係数

年齢, 機能歯数, 最大咬合力は連続変数で, 性別 (0: 男性, 1: 女性), 唾液分泌速度 (0: 1.0ml/分未満, 1: 1.0ml/分以上), 歯周状態 (0: CPI 0～2, 1: CPI 3～4) はカテゴリー変数で強制投入を行った.

表 8. Eichner B 群における重回帰モデル

説明変数	B	標準誤差	β値	P値
年齢	0.64	9.41	0.003	0.946
性別	34.04	133.84	0.010	0.799
機能歯数	92.63	15.00	0.264	<0.001
最大咬合力	2.00	0.33	0.261	<0.001
唾液分泌速度	- 46.63	130.24	- 0.014	0.720
歯周状態	- 329.35	130.10	- 0.098	0.012

n=572, 決定係数R=0.453, R²=0.205, P<0.001

B : 偏回帰係数, β : 標準化偏回帰係数

年齢, 機能歯数, 最大咬合力は連続変数で, 性別 (0 : 男性, 1 : 女性), 唾液分泌速度 (0 : 1.0ml/分未満, 1 : 1.0ml/分以上), 歯周状態 (0 : CPI 0~2, 1 : CPI 3~4) はカテゴリー化変数で強制投入を行った。

表 9. Eichner C 群における重回帰モデル

説明変数	B	標準誤差	β値	P値
年齢	- 12.22	27.23	- 0.040	0.655
性別	- 9.46	313.86	- 0.003	0.976
機能歯数	22.50	36.86	0.053	0.543
最大咬合力	4.19	0.96	0.377	<0.001
唾液分泌速度	143.53	310.72	- 0.043	0.645
歯周状態	7.46	297.52	- 0.002	0.980

n=122, 決定係数R=0.394, R²=0.155, P=0.003

B : 偏回帰係数, β : 標準化偏回帰係数

年齢, 機能歯数, 最大咬合力は連続変数で, 性別 (0 : 男性, 1 : 女性), 唾液分泌速度 (0 : 1.0ml/分未満, 1 : 1.0ml/分以上), 歯周状態 (0 : CPI 0~2, 1 : CPI 3~4) はカテゴリー化変数で強制投入を行った。

表10. Eichner B群のうち，義歯使用者における重回帰モデル

説明変数	B	標準誤差	β値	P値
年齢	- 6.18	12.47	- 0.023	0.620
性別	192.04	164.67	0.056	0.244
機能歯数	101.07	17.73	0.296	<0.001
最大咬合力	1.83	0.41	0.232	<0.001
唾液分泌速度	- 40.06	160.72	- 0.012	0.803
歯周状態	- 349.06	158.12	- 0.101	0.028

n=391, 決定係数R=0.479, R²=0.229, P<0.001

B：偏回帰係数，β：標準化偏回帰係数

年齢，機能歯数，最大咬合力は連続変数で，性別（0：男性，1：女性），唾液分泌速度（0：1.0ml/分未満，1：1.0ml/分以上），歯周状態（0：CPI 0～2，1：CPI 3～4）はカテゴリー化変数で強制投入を行った。

表11. Eichner B群のうち，義歯不使用者における重回帰モデル

説明変数	B	標準誤差	β値	P値
年齢	10.14	14.37	0.050	0.481
性別	- 301.46	232.44	- 0.096	0.196
機能歯数	71.68	40.02	0.134	0.075
最大咬合力	2.25	0.55	0.309	<0.001
唾液分泌速度	12.23	225.59	- 0.004	0.957
歯周状態	- 259.50	233.54	- 0.080	0.268

n=181, 決定係数R=0.395, 調整済みR²=0.156, P<0.001

B：偏回帰係数，β：標準化偏回帰係数

年齢，機能歯数，最大咬合力は連続変数で，性別（0：男性，1：女性），唾液分泌速度（0：1.0ml/分未満，1：1.0ml/分以上），歯周状態（0：CPI 0～2，1：CPI 3～4）はカテゴリー化変数で強制投入を行った。