



Title	一般歯科医院に定期的に通院している高齢患者の口腔機能の低下とBody Mass Indexおよびサルコペニアの関係
Author(s)	松下, 祐也
Citation	北海道大学. 博士(歯学) 甲第15494号
Issue Date	2023-03-23
DOI	10.14943/doctoral.k15494
Doc URL	http://hdl.handle.net/2115/91587
Type	theses (doctoral)
File Information	Yuya_Matsushita.pdf



[Instructions for use](#)

博士論文

Relationship between Body Mass Index and sarcopenia
on deterioration of oral function in elderly patients by
regular outpatient on general dental clinic

(一般歯科医院に定期的に通院している高齢患者
の口腔機能の低下と Body Mass Index およびサルコ
ペニアの関係)

令和 5 年 3 月申請

北海道大学

大学院歯学院口腔医学専攻

松 下 祐 也

Relationship between Body Mass Index and sarcopenia on deterioration of oral function in elderly patients by regular outpatient on general dental clinic
(一般歯科医院に定期的に通院している高齢患者の口腔機能の低下と Body Mass Index およびサルコペニアの関係)

松下 祐也 Yuya Matsushita

抄録

目的：日本人の食事摂取基準（2020年版）では、65歳以上の高齢者においてBMI（Body Mass Index） 21.5 kg/m^2 未満を低栄養とした。低栄養は健康障害に直結し、サルコペニアのリスク因子とされている。サルコペニアの予防は健康寿命の延伸、QOLの維持向上に不可欠とされている。嚥下関連筋のサルコペニアはサルコペニアの嚥下障害とされ、そのリスク因子の一つに低栄養が挙げられている。高齢患者の口腔機能の低下とサルコペニアの関連はいくつかの先行研究がある。しかし、低栄養（低BMI）を考慮したうえで、高齢患者の口腔機能の低下とサルコペニアとの関係を検討した報告はない。我々は、低BMIとサルコペニアの併存は口腔機能の低下とより強く関連するとの仮説を立てた。そこで、本研究では一般歯科医院に定期的に通院している高齢患者を対象に、口腔機能の低下とBMIおよびサルコペニアとの関係を検討することを目的とした。

方法：本研究は一般歯科医院の65歳以上の外来高齢患者を対象とした横断研究である。研究参加者に対し、口腔機能精密検査、AWGS2019基準によるサルコペニアおよびBMIの評価を行った。健常群、適正・高BMI+サルコペニア群、低BMI+サルコペニア群の3群の比較と、これら3群を従属変数とした多項ロジスティック回帰分析を行った。さらに共分散構造分析法を用いて、推定パス図（パスモデル）を作成し、各項目の観測変数の因果関係と相関関係を調べた。

結果：本研究期間の参加者は331名で、除外基準に該当した者を除いた290名を分析対象者（男性47.9%、平均年齢 75.1 ± 6.4 歳）とした。口腔機能精密検査の結果、低咬合力（154名、53.1%）、舌口唇運動機能低下（189名、65.2%）、低舌圧（145名、50.0%）が認められた。多項ロジスティック回帰分析の結果、健常群を基準とした場合、適正・高BMI+サルコペニア群では、残存歯数（Odds Ratio: OR; 0.93、95% Confidence Intervals: 95% CI; 0.89-0.98）、舌圧（OR; 0.92、95% CI; 0.86-0.98）が有意に関連していた。低BMI+サルコペニア群は、舌口唇運動機能検査[ka]音（OR; 0.67、95% CI; 0.45-0.98）、舌圧（OR; 0.91、95% CI; 0.86-0.96）、嚥下機能（OR; 3.05、95% CI; 1.36-6.84）、口腔機能低下症の有無（OR; 2.75、95% CI; 1.10-6.88）、口腔機能低下該当項目数（OR; 1.69、95% CI; 1.22-2.34）が有意に関連していた。共分散構造分析の結果は、舌口唇運動機能 [ka]音の低下は低舌圧と、低舌圧はサルコペニアと、サルコペニアは低BMIと嚥下機能の低下と関連していた。また、嚥下機能の低下は低BMIと関連していた。

考察：低BMI+サルコペニア群は健常群、適正・高BMI+サルコペニア群と比べて、多

くの口腔機能の低下と関連していた。特に適正・高 BMI+サルコペニア群では認められなかった嚥下機能の低下と有意な関連を認めた。これはサルコペニアと低栄養を併発した患者は嚥下機能の低下も生じている可能性を示唆している。一般歯科医院における口腔機能精密検査で舌口唇運動機能検査（特に[ka]音）と低舌圧が認められ、低 BMI である患者は、サルコペニアと嚥下機能の低下がある可能性を考慮する必要がある。そのような患者に対しては歯科医院で定期的な口腔機能精密検査に加え、嚥下機能の評価、体重測定を含む、食事栄養評価を行い、悪化がみられるようであれば速やかに専門医療機関と連携する必要がある。

結論：結論として口腔機能の低下と低 BMI が合併している場合は、サルコペニアと嚥下機能の低下を併発している可能性が示唆された。一般歯科医院において口腔機能評価と体重測定による低 BMI を評価することで、サルコペニアと嚥下機能の低下の存在を予知し、早期に適切な対応をとることができるかもしれない。これら対応によって口腔の健康の維持と、健康寿命の延伸、QOL の向上が期待される。

Key words 嚥下機能、サルコペニア、舌圧、舌口唇運動機能、BMI

1. 緒言

日本の高齢化率は2019年には28.4%に達した[1]。一般歯科医院の外来患者も、高齢者の占める割合が大きくなっており、歯の形態回復だけでなく、口腔機能の維持回復も重要になってきている[2]。口腔機能が低下すると食欲も低下し、栄養が偏り不足するようになる。その結果、筋量や筋力が減少し、免疫、代謝といった機能も低下する[3]。筋力が落ちると運動機能が低下し、不活発な生活となり、代謝も低下するため、食欲がいっそう低下し、さらに栄養が偏り不足していくといった悪循環が生じる[4]。日本の地域在住高齢者約2,000人を対象に行われたコホート調査によって、口腔機能が低下している（オーラルフレイル）者は、低下していない者と比較して、身体的フレイル、サルコペニア、要介護状態、死亡の新規発生リスクが、それぞれ2倍以上高いという報告がなされている[5]。一方、日本人の食事摂取基準（2020年版）では、低栄養との関連が深いフレイルを回避することが重要であることから、BMI 21.5kg/m²未満を低栄養とした[6]。低栄養は、健康障害に直結し、感染症[7]、褥瘡[8]、創傷治癒の遅延[9]、サルコペニア[10]などのリスク因子とされている。高齢者では加齢により筋肉量が減少し、結果的に筋力が低下し、身体機能も低下した状態であるサルコペニアの発症は、大きな社会問題となっている[11]。サルコペニアは、寝たきり、摂食嚥下障害、呼吸機能障害などの原因の1つであり、高齢者の要介護状態の発生につながりやすいことが報告されている[12-14]。Kugimiyaらは日本の3つの高齢者コホート研究の統合データを用いて口腔機能の低下はサルコペニアと有意に関連していると報告している[15]。さらに、2019年に日本の4つの学術団体が共同でサルコペニアの摂食嚥下障害について、全身の筋肉と嚥下関連筋の両者にサルコペニアを認めることで生じる摂食嚥下障害と定義している[16, 17]。Maedaらは、サルコペニアの摂食嚥下障害のリスク因子として、サルコペニア、低栄養、低ADL、認知機能低下、長期禁食、栄養摂取量不足、ポリファーマシーを報告している[18]。我々も口腔機能の低下とサルコペニアとの関連について調査を行い、器質性咀嚼障害の影響の少ない高齢者においても、口腔機能低下とサルコペニアとの間に有意な関連が認められることを報告した[19]。器質性咀嚼障害の影響が少ないとは、咀嚼を障害する歯科疾患の影響をできるだけ除いた状態で、サルコペニアと同様、加齢や廃用による咀嚼に関連する筋力や運動の低下に近い状態のことである。嚥下関連筋群は低栄養の影響を受けるとの報告があるが、我々の先行研究では低栄養を考慮していなかった。これまで高齢患者の口腔機能の低下と低栄養（低BMI）およびサルコペニアとの関連についての報告は我々が渉猟した限り認められなかった。我々は、サルコペニアと低栄養（低BMI）の合併は、口腔機能の低下とより強く関連するとの仮説を立てた。そこで本研究では一般歯科医院に定期的に通院している高齢患者を対象に、口腔機能の低下と低BMIおよびサルコペニアとの関係を検討することを目的とした。

2. 実験方法

2.1 研究デザイン

本研究は、一般歯科医院に定期的に通院中の外来高齢患者を対象とした横断研究である。

2.2 研究対象

2019年6月から2022年4月の期間に、日本北部（道東）の中核都市の一般歯科医院を受診した65歳以上の外来高齢患者のうち、1～3カ月ごとの歯科定期検診のため通院中あるいは器質性咀嚼障害の解消後、定期検診へ移行した高齢患者を研究参加者とした。器質性咀嚼障害の解消の定義は、齶蝕未処置歯が無く、歯周基本治療が終了しており、歯肉の発赤、腫脹、疼痛、排膿が見られず、かつ天然歯または補綴物により両側臼歯部での咬合支持があり、咀嚼困難感の訴えが無いものとした[20]。調査内容については、事前に、研究担当者から患者本人に対して口頭および書面にて説明し、書面にて同意を取得した。併存疾患または外傷により身体機能に障害のあるもの、およびペースメーカー装着者、頭頸部がん、認知症、脳血管疾患のある者は、本研究対象から除外した。本研究は、ヘルシンキ宣言に則り、北海道大学歯学研究院臨床・疫学研究倫理審査委員会により承認を得て実施した（承認番号2019第4号）。

2.3 調査項目

基本情報、口腔診査（機能歯数、可撤性義歯の使用の有無、歯周組織検査（Probing Pocket Depth (PPD)、Bleeding on Probing (BOP)）[21]、口腔機能精密検査[22]、歩行速度、握力および骨格筋量の測定[23]を行った。

2.4 基本情報

年齢、性別、身長、体重、Body Mass Index (BMI) および併存疾患を評価した。

2.5 口腔評価

機能歯数、可撤性義歯の使用の有無についての調査、歯周組織検査（Probing Pocket Depth (PPD)、残存歯を4点法にて計測し4 mm以上のポケット部位の割合（%）（4 mm以上のポケット部位数÷診査総部位数×100）、Bleeding on Probing (BOP)、残存歯を4点法にて計測しプロービング時出血部位の割合（%）（プロービング時に出血がみられた部位数÷診査総部位数×100））および口腔機能精密検査は、事前にトレーニングを受け基準を統一した診療所の7名の歯科衛生士により実施した。機能歯数は、残根、動揺度Ⅲ度の歯を除く残存歯数およびブリッジポンティック数、歯科インプラント本数、義歯人工歯数の合計とした[24]。

2.5.1 口腔衛生状態

口腔衛生状態については、舌苔の付着程度の指標であるTongue Coating Index (TCI) を、視診にて評価を行った。この指標は、舌表面を9分割し、それぞれのエリアに対して舌苔の付着程度を3段階（スコア0、1または2）で評価し、合計スコアを算出した[25]。合計スコアの18に対する百分率（%）で表し、50%以上を口腔衛生状態不良とした。なお、対象患者が、診査前1時間内に飲食や歯磨き、含嗽を行っていないことを確認した。

2.5.2 口腔乾燥

口腔水分計（ムーカス、ライフ製、埼玉、日本）を使用して、舌尖から約 10 mm の舌背中央部における粘膜湿潤度を計測した[26]。計測は、3 回行い、中央値を測定値とした。測定値 27.0 %未満を、口腔乾燥有りとした。

2.5.3 咬合力（残存歯数）

残存歯数により、評価を行った。残根、動揺度Ⅲ度の歯、ブリッジのポンティックおよび歯科インプラントを除いて、残存歯 20 本未満を、咬合力低下とした[27]。

2.5.4 舌口唇運動機能

5 秒間の評価時間で、[pa]音の「パ」、[ta]音の「タ」および[ka]音の「カ」を、それぞれ繰り返しの発音を促し、自動計測器（健口くんハンディ、竹井機器工業製、新潟、日本）を用いて、1 秒当たりの各音の発音回数を計測した[28]。[pa]音、[ta]音および[ka]音のいずれか 1 秒当たりの発音回数が、6 回未満の場合を、舌口唇運動機能低下とした。

2.5.5 舌圧

舌圧の評価には、舌圧測定器（JMS 舌圧測定器、ジェイ・エム・エス製、広島、日本）を用いた[29]。舌圧プローブの硬質リング部を、上顎中切歯間に位置付け、口唇を閉じた状態で受圧部（バルーン部）を舌と口蓋で最大限の力で押しつぶすよう被験者へ指示した。可撤性義歯を使用している被験者は、義歯を使用した状態で計測を行った。事前に練習させたのち、計測は 3 回行い、その最大舌圧の平均値を測定値とした。測定値が 30 kPa（約 0.31 kgf/cm²）未満を、低舌圧とした。

2.5.6 咀嚼機能

2 g のグルコース含有グミゼリー（グルコラム、ジーシー製、東京、日本）を 20 秒間、自由咀嚼させた後、10 mL の水で含嗽させ、グミゼリーと水を濾過用メッシュ内に吐き出させ、メッシュを通過した溶液中のグルコース溶出量を、咀嚼能力検査システム（グルコセンサー（GS-II）、ジーシー製、東京、日本）を用いて、溶出グルコース濃度を測定した[30]。グルコース濃度 100 mg/dL 未満を、咀嚼能力低下とした。

2.5.7 嚥下機能

嚥下機能は、聖隷式嚥下質問紙を用いて評価した[31]。15 項目のうち、A 項目が 1 つ以上ある場合を、嚥下機能低下とした。

以上、7 つの検査（2.5.1～2.5.7）を実施し、3 つ以上の検査で、口腔機能低下と判定した患者を、口腔機能低下症と診断した。

2.6 Body Mass Index (BMI)

身長と体重の測定は、サルコペニア判定に関する検査前に事前にトレーニングを受けた 4

名の管理栄養士が同一の計器を用いて行った。日本人の食事摂取基準（2020年版）の65歳以上の高齢者の目標とするBMIの基準21.5～24.9 kg/m²に基づき、低BMI（21.5 kg/m²未満）、適正BMI（21.5～25.0 kg/m²未満）および高BMI（25.0 kg/m²以上）の3群に分類した。

2.7 サルコペニア判定

サルコペニアの判定に関する検査は、事前にトレーニングを受け基準を統一した診療所の4名の管理栄養士が行った。

2.7.1 筋力

スメドレー式握力計（Electronic Hand Dynamometer（EH101）、SODIAL社製、深圳、中国）を使用し、利き手の握力を測定した。男性28 kgf（274.6 N）未満、女性18 kgf（176.5 N）未満を筋力低下とした。

2.7.2 歩行速度

6 mの直線歩行路を、通常の歩行にて通過した時間を測定した。測定区間の前後には、1 mの助走区間を設けた。測定値より秒速を算出し、1 m/s 未満を歩行速度低下とした。

2.7.3 骨格筋量（Skeletal Muscle mass Index：SMI）

生体電気インピーダンス測定方式の体成分分析装置（InBody470、インボディ・ジャパン製、東京、日本）を用いて計測した。男性7.0 kg/m²未満、女性5.7 kg/m²未満を骨格筋量低下とした。

2.7.1～2.7.3の各結果をもとに、サルコペニア新診断基準AWGS2019（2019年改訂版サルコペニア診断基準、Asian Working Group for Sarcopenia（AWGS））に則り、分析対象者を正常（normal）、低骨格筋量に加え筋力または歩行速度のどちらかが低下しているものを、サルコペニア（sarcopenia）群の2群に分類した。

2.8 統計分析

サンプルサイズは、非商業検定力分析ソフトウェアG*Power 3.1.9.7（Kiel University, Kiel, Germany）[32]を用い（効果量；中程度、 α 誤差；0.05、検出力；0.80）、先行研究[18]よりサルコペニアの有病率は16.4%との報告があることから、N2/N1を0.164と算出し、求められる参加者数は206名であった。Kolmogorov-Smirnovの正規性の検定を行った後、Kendall's Tau-b検定を行い口腔機能精密検査における各検査項目間の相関を評価した。分析対象者を健常群、適正・高BMI+サルコペニア群（適正BMIまたは高BMIおよびサルコペニア群、以下I or O-BMI+S（Ideal BMI or Overweight BMI with Sarcopenia）群）、低BMI+サルコペニア群（低BMIおよびサルコペニア、以下U-BMI+S（Underweight BMI with Sarcopenia）群）の3群に分けクラスカル・ウォリス検定（Kruskal-Wallis test）およびカイ二乗検定を用いて比較した。つぎに3群を従属変数とし、7つの口腔機能精密検査の実測値、口腔機能低下症診断の有無、口腔機能精密検査の口腔機能低下該当項目数、可撤性義歯の使用の有無を、

それぞれ独立変数とし、年齢、性別を共変量とした多項ロジスティック回帰分析を行った[33]。なお、統計ソフトウェアは、IBM SPSS Statistics 27 for Windows (IBM 製、ニューヨーク、米国) を使用し、統計学的有意水準は、5%未満、95% CI (Confidence Interval、信頼区間) において 1 を含まないこととした。

2.9 共分散構造分析

多変量解析の 1 つである共分散構造分析法を用いて、推定パス図 (パスモデル) を作成し、各項目の観測変数の因果関係と相関関係を調べた[34]。本作成パス図の適合度を調べる目的で、AGFI (Adjusted Goodness of Fit Index ; 修正適合度指標)、CFI (Comparative Fit of Index ; 比較適合指標) および RMSEA (Root Mean Square Error of Approximation ; 二乗平均平方根誤差) を算出した。なお、共分散構造分析は、IBM SPSS-Amos (Analysis of Moment Structure) Ver. 28 (IBM 製、ニューヨーク、米国) を使用した。

3. 結果

本研究の対象者 331 名の中で、併存疾患または外傷により身体機能に障害のある患者 7 名およびペースメーカー装着患者 4 名、頭頸部がん 2 名、認知症 5 名、脳血管疾患のある患者 23 名を分析対象者から除外され、分析対象者 (290 名、男性 47.9%、年齢 75.1 歳 \pm 6.4) となった。

3.1 分析対象者の口腔機能低下

口腔機能精密検査項目別の低下者は口腔衛生状態不良 (68 名、23.5%)、口腔乾燥 (134 名、46.2%)、低咬合力 (154 名、53.1%)、舌口唇運動機能低下 (189 名、65.2%)、低舌圧 (145 名、50.0%)、咀嚼機能低下 (22 名、7.6%) および嚥下機能低下 (66 名、22.8%) で、口腔機能低下症と診断された者は (159 名、54.8%) であった。

3.2 サルコペニアと BMI の患者数・割合

分析対象者のうちサルコペニアに該当した者は、290 名中 55 名 (19.0%) であった。低 BMI は 290 名中 67 名 (23.1%)、適正 BMI は 135 名 (46.6%)、高 BMI は 88 名 (30.3%) であった。さらに、低 BMI でサルコペニア患者は 29 名 (10.1%)、適正 BMI でサルコペニア患者は 20 名 (6.9%)、高 BMI でサルコペニア患者は 6 名 (2.1%) であった。

3.3 サルコペニア 3 群間の比較

健常群は 235 名 (81.0%)、高 BMI のサルコペニア群は 6 名 (2.1%) と少なかったことから、適正 BMI 群とまとめ、I or O-BMI+S 群 26 名 (9.0%)、U-BMI+S 群 29 名 (10.0%) の 3 群に分類した。年齢、身長、体重、BMI、サルコペニアの診断要素の全てで、3 群間に有意な差が認められた (Table 1)。既往歴では、糖尿病のみに有意な差を認めた。口腔機能精密検査に関しては、残存歯数、舌口唇運動機能の、[ka]音、舌圧、嚥下機能、口腔機能低下症該当項目数、口腔機能低下症の有無で 3 群間に有意な差が見られた。また適正高 BMI

サルコペニア群は他の 2 群に比べて残存歯数が少なかったものの、義歯の使用率、歯周組織検査の結果に差は認めなかった (Table 2)。

3.4 口腔機能低下症とサルコペニアおよび BMI との関係 (多変量解析)

従属変数をサルコペニア 3 群とし、説明変数に口腔機能の各項目や口腔機能低下症の有無、該当数、義歯使用有無、機能歯数とし、年齢、性別を共変量とした多項ロジスティック回帰分析を行った結果、健常群を基準とした場合、I or O-BMI+S 群は、残存歯数 (Odds Ratio: OR; 0.93、95% Confidence Intervals: 95% CI; 0.89-0.98)、舌圧 (OR; 0.92、95% CI; 0.86-0.98) が有意に関連していた。U-BMI+S 群は、舌口唇運動機能検査[ka]音 (OR; 0.67、95% CI; 0.45-0.98)、舌圧 (OR; 0.91、95% CI; 0.86-0.96)、嚥下機能 (OR; 3.05、95% CI; 1.36-6.84)、口腔機能低下症の有無 (OR; 2.75、95% CI; 1.10-6.88)、口腔機能低下該当項目数 (OR; 1.69、95% CI; 1.22-2.34) が有意に関連していた (Table 3)。

3.5 口腔機能低下症とサルコペニアおよび BMI との関係 (パス解析多変量解析)

観測変数は、先行研究と多項ロジスティック回帰分析の結果を参考に、年齢、性別、舌口唇運動機能の[ka]音、舌圧、サルコペニアの有無、低 BMI の有無、嚥下機能低下の有無とした。Supplementary Table 1 に各項目の観測変数の因果関係を調べた結果を示す。共分散構造分析の結果から、年齢が高いほど舌口唇運動機能検査の[ka]音、舌圧が低値となり、サルコペニアと判定された者が増える傾向を認めた。女性よりも男性の方が、舌口唇運動機能検査の[ka]音が低値で、舌圧が高値となり、サルコペニアと判定された者が、増える傾向があった。舌口唇運動機能検査の[ka]音が低いほど舌圧が低値となった。舌圧が低値なほど、低 BMI と判定された者、サルコペニアと判定された者が増えた。サルコペニアと判定された者ほど、BMI の低下と嚥下機能の低下がみられ、嚥下機能の低下している者ほど、BMI の低下がみられた。本モデルの適合度は、Root Mean Square Error of Approximation RMSEA 0.015、Comparative Fit of Index 0.997 および Adjusted Goodness of Fit Index 0.971 となり、適合度は良好であった (Figure 1)。

4. 考察

本研究の結果、U-BMI+S 群は健常群、I or O-BMI+S 群と比べて、多くの口腔機能の低下と関連していた。サルコペニアと舌口唇運動機能や舌圧の関連については報告があり [35, 36]、さらに摂食嚥下機能はサルコペニアと関連しているとの報告もある [37]。本研究は、これらの先行研究を支持する結果であった。特に I or O-BMI+S 群では認められなかった嚥下機能の低下と有意な関連を認めた。

このことから、サルコペニアと低 BMI の合併は、口腔機能の低下とより強く関連することを示した。

嚥下機能とサルコペニアとの関連について報告している研究は、これまで我々が渉猟した限り 6 つある [5, 15, 18, 38-40]。このうち 4 つの研究に、サルコペニアと嚥下機能との関連が認められている。地域高齢者を対象とした研究で、関連が認められなかった 2 つの研

究報告[5, 39]は、交絡因子に BMI を加えている。

いっぽう関連が認められた報告[15, 40]では、交絡因子に BMI を加えていない。そのため BMI を考慮することで、結果が異なり、サルコペニアでも、肥満の者、痩せている者があり、病態が異なるという報告もある[41]。BMI を独立変数とすることで、BMI とサルコペニアとの関連が有意となり、嚥下機能の低下を介したサルコペニアと BMI との関連がマスクされた可能性がある。サルコペニアは直接低 BMI に関連するとともに、嚥下機能の低下を介して低 BMI に関連する可能性がパス解析の結果から示唆されており、この考察を裏図けるものと思われる。我々の研究では BMI で低栄養を切り分けたことで、嚥下機能の低下を介した、サルコペニアと低 BMI との関連を明らかにできたと考える。

低 BMI サルコペニア群では舌口唇運動機能との関連が認められた。先行研究で低栄養状態の入院高齢者では、舌口唇運動機能の低下が認められた報告があり[42]、先行研究を支持する結果となった。I or O-BMI+S 群は、残存歯数と関連が認められた。I or O-BMI+S 群は、U-BMI+S 群と比較して義歯の使用率や歯周組織検査の結果に差はなかったが、残存歯数の平均は少なかった。BMI が高いほど歯数が少ないとの報告[43]や、歯数の減少とともに総摂取エネルギー、炭水化物、米、菓子類の摂取が多くなるとの先行研究がある[44]。炭水化物の摂取が多く、他の栄養素不足に起因しサルコペニアや肥満を引き起こしているのではないかと推測する。本研究では、高 BMI サルコペニア群が少ないため、推測にすぎないが今後、症例を増やし、食事分析も含めて、検討していく必要がある。

パス解析の結果から、[ka]音の低下は舌圧の低下に関連した。[ka]音の発音時は舌後方の筋が、舌圧の測定時は舌の前方の筋が働き、解剖学的に働く舌の筋が異なる[45]。舌口唇運動機能検査で、[ta]音よりも[ka]音の方が低値を示すという報告は多く[46, 47]、舌後方の筋は舌前方より先に低下すると考える。このことからの[ka]音の低下は、舌圧の低下のスクリーニングになる可能性がある。

舌圧の低下は、直接サルコペニアや低栄養と関連したが、嚥下機能の低下とは直接関連しなかった。舌圧の低下とサルコペニアの関連について、Chen らは舌圧の低下とサルコペニアは関連しているが、舌圧の低下とサルコペニアの嚥下障害とは関連が認められなかったと報告している[48]。舌圧の低下にサルコペニアが加わることで嚥下機能の低下が顕在化してくるのではないかと考える。舌圧の低下と低 BMI の関連では、Okuno らは、舌圧の低下が低栄養と関連することを報告している[49]。パス解析の結果は、先行研究の結果を支持し、本研究で新たに嚥下機能の低下を介したサルコペニアと低 BMI との関連が明らかになったことはサルコペニアの摂食嚥下障害のメカニズムの解明に寄与するものと思われる。

一般歯科医院においてサルコペニアの評価を日常的に行うことは困難であるが、口腔機能評価は 50 歳以上の患者において口腔機能低下症の診断のため実施されており、サルコペニアを予知し、早期に適切な対応をとることができれば、その発症と重症化を予防できる。一般歯科医院においても体重測定は容易に行うことができる。患者に口腔機能の低下、特に舌口唇運動機能検査（特に[ka]音）と低舌圧が認められ、低 BMI が合併している場合は、サルコペニアによる嚥下機能の低下を併発している可能性が高く、サルコペニアと低栄養への対応だけでなく、嚥下機能の低下に対しても対応する必要があると考える。

そのような患者に対しては歯科医院で定期的な口腔機能精密検査に加え、嚥下機能の評価、体重測定を含む、食事栄養評価を行い、悪化がみられるようであれば速やかに専門医療機関と連携する必要がある。高齢者に対する定期的な口腔機能評価は、サルコペニアとその嚥下機能の低下、さらには低栄養を予知し、それらの発症および重症化の予防を通して、健康寿命の延伸、QOLの維持向上に寄与するものと考えている。

4.1 各検査項目と低BMI、サルコペニアの関連

日本の別の歯科医院の患者を対象とした先行研究[15, 39, 50-52]では、39.9～58.0%に口腔機能低下症を認めており、本研究はそれらの範囲内であった。残存歯数、義歯使用率も他の報告と同等で、舌圧低下率、舌口唇運動機能低下率、嚥下機能低下率も他の報告の範囲内であった。器質性咀嚼障害の影響が少ない患者を対象としたため咀嚼機能低下の該当者は、7.6%で先行研究と比較すると低値であり、結果への影響を考慮する必要があるが、本分析対象者は一般的な日本の地域高齢者と考えている。

共分散構造分析の結果では、女性よりも男性の方が、サルコペニアと判定された者が増える傾向があり、舌口唇運動機能検査の[ka]音が低値で、舌圧が高値であった、これら結果は先行研究と同様であった[53-55]。

BMIや機能歯数、サルコペニアの割合、循環器疾患の割合は、日本の地域在住高齢者を対象とした3つのコホート研究を統合した研究とほぼ同等であった[15]。糖尿病に関しては本研究において高い割合を示したが、本研究が実施された歯科医院は日本の中でも糖尿病患者が多い地域にあり[56]、実態通りの結果と考える。そのため、糖尿病患者の多い地域における研究結果であることに注意する必要がある。

4.2 限界

本研究にはいくつかの限界が存在する。第一に本研究は横断研究であるため、口腔機能低下症とサルコペニアの因果関係は明らかにできない。因果関係の証明には介入研究が必要であるが、本研究では共分散構造分析（パス解析）を行い因果関係を推測した。第二に本研究は特定地域の一歯科医院の治療終了後の患者を対象としており、また器質性咀嚼障害への対応は、一歯科医療機関での治療基準に則り行われているためバイアスが存在する。第三に本研究のサンプルサイズは、同様の先行研究と比較して少数で[57, 58]、独立変数に制限があった。第四にサルコペニアとの関連が報告されている脳血管疾患、糖尿病などの既往疾患と飲酒、喫煙、運動習慣の有無などの生活習慣および同居人の有無を考慮できなかった[59-63]。これらの要因が結果に影響した可能性は否定できない。第五に嚥下機能の評価はスクリーニング検査で精密検査を行っていないため追加検証が必要と考えている。

5. 結論

結論として口腔機能の低下と低BMIが合併している場合は、サルコペニアと嚥下機能の低下を併発している可能性が示唆された。一般歯科医院において口腔機能評価と体重測定による低BMIを評価することで、サルコペニアと嚥下機能の低下の存在を予知し、早期に

適切な対応をとることができるかもしれない。これら対応によって口腔の健康の維持と、健康寿命の延伸、QOLの向上が期待される。

謝辞

ご支援をいただきました北海道大学大学院歯学研究院口腔健康科学分野高齢者歯科学教室ならびに医療法人社団秀和会つがやす歯科医院の方々に感謝申し上げます。

利益相反 (COI)

開示すべき利益相反 (COI; Conflict of Interest) はありません。

参考文献

- [1] 内閣府、令和3年版高齢社会白書 "令和2年度高齢化の状況及び高齢社会対策の実施状況", p. 2 (2021).
- [2] Anneloes E. Gerritsen, P. Finbarr Allen, Dick J. Witter, Ewald M. Bronkhorst, Nico H. J. Creugers, Tooth loss and oral health-related quality of life: a systematic review and meta-analysis, *Health Qual Life Outcomes*, Vol. 8, 126 (2010).
DOI: 10.1186/1477-7525-8-126
- [3] Yu Hirata, Kazuhiro Nomura, Daisuke Kato, Yoshihisa Tachibana, Takahiro Niikura, Kana Uchiyama, Tetsuya Hosooka, Tomoaki Fukui, Keisuke Oe, Ryosuke Kuroda, Yuji Hara, Takahiro Adachi, Koji Shibasaki, Hiroaki Wake, Wataru Ogawa, A Piezo1/KLF15/IL-6 axis mediates immobilization-induced muscle atrophy, *Journal of Clinical Investigation*, Vol. 132 (10), pp. 1-13 (2022).
DOI: 10.1172/JCI154611
- [4] Qian-Li Xue, Karen Bandeen-Roche, Ravi Varadhan, Jing Zhou, Linda P Fried, Initial manifestations of frailty criteria and the development of frailty phenotype in the Women's Health and Aging Study II, *Journal of Gerontology: Biological Sciences and the Journal of Gerontology: Medical Sciences*, Vol. 63 (9), pp. 984-990 (2008).
DOI: 10.1093/gerona/63.9.984
- [5] Tomoki Tanaka, Kyo Takahashi, Hirohiko Hirano, Takeshi Kikutani, Yutaka Watanabe, Yuki Ohara, Hiroyasu Furuya, Tsuji Tetsuo, Masahiro Akishita, Katsuya Iijima, Oral Frailty as a Risk Factor for Physical Frailty and Mortality in Community-Dwelling Elderly, *The journals of gerontology. Series A, Biological sciences and medical sciences*, Vol. 73 (12), pp. 1661-1667 (2018).
DOI: doi: 10.1093/gerona/glx225
- [6] 厚生労働省, "日本人の食事摂取基準" 2020年版 (2020).
- [7] H. Yamanaka, M. Nishi, T. Kanemaki, N. Hosoda, K. Hioki, M. Yamamoto, Preoperative nutritional assessment to predict postoperative complication in gastric cancer patients, *Journal of Parenteral and Enteral Nutrition*, Vol. 13 (3), pp. 286-291 (1989).

DOI: 10.1177/0148607189013003286

[8] Mary D. Litchford, Becky Dorner, Mary Ellen Posthauer, Malnutrition as a Precursor of Pressure Ulcers, *Advances in Wound Care*, Vol. 3 (1), pp. 54-63 (2014).

DOI: 10.1089/wound.2012.0385

[9] L. Stopher, S. Jansen, Systematic review of the impact and treatment of malnutrition in patients with chronic vascular wounds, *Wound Practice & Research: Journal of the Australian Wound Management Association*, Vol. 25 (2), pp. 71-80 (2017).

ISSN:1837-6304

[10] Alfonso J. Cruz-Jentoft, Gülistan Bahat, Jürgen Bauer, Yves Boirie, Olivier Bruyère, Tommy Cederholm, Cyrus Cooper, Francesco Landi, Yves Rolland, Avan Aihie Sayer, Stéphane M. Schneider, Cornel C. Sieber, Eva Topinkova, Maurits Vandewoude, Marjolein Visser, Mauro Zamboni, Sarcopenia: revised European consensus on definition and diagnosis, *Age and Ageing*, Vol. 48 (1), pp. 16-31 (2019).

DOI: 10.1093/ageing/afy169

[11] Minoru Yamada , Shu Nishiguchi, Naoto Fukutani, Takanori Tanigawa, Taiki Yukutake, Hiroki Kayama, Tomoki Aoyama, Hidenori Arai, Prevalence of sarcopenia in community-dwelling Japanese older adults, *Journal of the American Medical Directors Association*, Vol. 14 (2), pp. 911-915 (2013).

DOI: 10.1016/j.jamda.2013.08.015.

[12] Akihiko Kitamura , Satoshi Seino , Takumi Abe , Yu Nofuji , Yuri Yokoyama , Hidenori Amano , Mariko Nishi , Yu Taniguchi , Miki Narita , Yoshinori Fujiwara , Shoji Shinkai, Sarcopenia: prevalence, associated factors, and the risk of mortality and disability in Japanese older adults, *Journal of Cachexia, Sarcopenia and Muscle*, Vol. 12 (1), pp. 30-38 (2021).

DOI: 10.1002/jcsm.12651

[13] Seon Won Go , Young Hwa Cha, Jung A Lee, Hye Soon Park, Association between Sarcopenia, Bone Density, and Health-Related Quality of Life in Korean Men Korean, *Journal of General and Family Medicine*, Vol. 34 (4), pp. 281-288 (2013).

DOI: 10.4082/kjfm.2013.34.4.281

[14] Kazuya Tanimura , Susumu Sato , Yoshinori Fuseya , Koichi Hasegawa , Kiyoshi Uemasu , Atsuyasu Sato , Tsuyoshi Oguma , Toyohiro Hirai , Michiaki Mishima , Shigeo Muro , Quantitative Assessment of Erector Spinae Muscles in Patients with Chronic Obstructive Pulmonary Disease. Novel Chest Computed Tomography-derived Index for Prognosis, *Observational Study*, *Annals of the American Thoracic Society*, Vol. 13 (3), pp. 334-41 (2016).

DOI: 10.1513/AnnalsATS.201507-446OC

[15] Yoshihiro Kugimiya, Masanori Iwasaki, Yuki Ohara, Keiko Motokawa, Ayako Eda, Maki Shirobe, Yutaka Watanabe, Yu Taniguchi, Satoshi Seino, Takumi Abe, Shuichi Obuchi, Hisashi Kawai, Takeshi Kera, Yoshinori Fujiwara, Akihiko Kitamura, Kazushige Ihara, Hunkyung Kim, Shoji Shinkai, Hirohiko Hirano, Association between sarcopenia and oral functions in

community-dwelling older adults: A cross-sectional study, *Journal of Cachexia, Sarcopenia and Muscle*, 5 December, 2022 (2022).

DOI: 10.1002/jcsm.13145

[16] Ichiro Fujishima, Masako Fujiu-Kurachi, Hidenori Arai, Masamitsu Hyodo, Hitoshi Kagaya, Keisuke Maeda, Takashi Mori, Shinta Nishioka, Fumiko Oshima, Sumito Ogawa, Koichiro Ueda, Toshiro Umezaki, Hidetaka Wakabayashi, Masanaga Yamawaki, Yoshihiro Yoshimura, Sarcopenia and dysphagia: Position paper by four professional organizations, *Geriatrics & Gerontology International*, Vol. 19 (2), pp. 91-97 (2019).

DOI: 10.1111/ggi.13591

[17] 平畑典子, サルコペニアの摂食嚥下障害とは何か, *看護技術*, 65 (6): 28-31, 2019.

[18] Keisuke Maeda, Miki Takaki, Junji Akagi, Decreased Skeletal Muscle Mass and Risk Factors of Sarcopenic Dysphagia: A Prospective Observational Cohort Study, *Journals of Gerontology Series A: Biological Sciences and Medical Sciences*, Vol. 72 (9), pp. 1290-1294 (2017).

DOI: 10.1093/gerona/glw190

[19] Ryuichi Shirahase, Yutaka Watanabe, Tohru Saito, Yusuke Sunakawa, Yuya Matsushita, Hideki Tsugayasu, Yutaka Yamazaki, A Cross-Sectional Study on the Relationship between Oral Function and Sarcopenia in Japanese Patients with Regular Dental Maintenance, *International Journal of Environmental Research and Public Health*, Vol. 19 (9), 5178 (2022).

DOI: 10.3390/ijerph19095178

[20] 渡邊 裕, 口の機能の低下はどのように評価し予防できるか, *総合リハビリテーション*, Vol. 50 (8), pp. 937-944 (2022).

[21] 厚生労働省, "平成 28 年歯科疾患実態調査" (2017) .

[22] Shunsuke Minakuchi, Kazuhiro Tsuga, Kazunori Ikebe, Takayuki Ueda, Fumiyo Tamura, Kan Nagao, Junichi Furuya, Koichiro Matsuo, Ken Yamamoto, Manabu Kanazawa, Yutaka Watanabe, Hirohiko Hirano, Takeshi Kikutani, Kaoru Sakurai, Oral hypofunction in the older population: Position paper of the Japanese Society of Gerodontology in 2016, *Gerodontology*, Vol. 35 (4), pp. 317-324 (2018).

DOI: 10.1111/ger.12347

[23] Liang-Kung Chen, Jean Woo, Prasert Assantachai, Tung-Wai Auyeung, Ming-Yueh Chou, Katsuya Iijima, Hak Chul Jang, Lin Kang, Miji Kim, Sunyoung Kim, Taro Kojima, Masafumi Kuzuya, Jenny S W Lee, Sang Yoon Lee, Wei-Ju Lee, Yunhwan Lee, Chih-Kuang Liang, Jae-Young Lim, Wee Shiong Lim, Li-Ning Peng, Ken Sugimoto, Tomoki Tanaka, Chang Won Won, Minoru Yamada, Teimei Zhang, Masahiro Akishita, Hidenori Arai, Asian Working Group for Sarcopenia: 2019 Consensus Update on Sarcopenia Diagnosis and Treatment, *Journal of the American Medical Directors Association*, Vol. 21 (3), pp. 300-307 (2020).

DOI: 10.1016/j.jamda.2019.12.012

[24] 平野浩彦, 渡邊 裕, 石山直欣, 渡辺郁馬, 鈴木隆雄, 那須郁夫, 老年者咀嚼能力に影響する因子の解析, *老年歯学*, Vol. 9 (3), pp. 184-190 (1995).

- [25] T. Shimizu, T. Ueda, K. Sakurai, New method for evaluation of tongue-coating status, *Journal of Oral Rehabilitation*, Vol. 34 (6), pp. 442-447 (2007).
DOI: 10.1111/j.1365-2842.2007.01733.x
- [26] H. Yamada, Y. Nakagawa, Y. Nomura, K. Yamamoto, M. Suzuki, N. Y. Watanabe, I. Saito, K. Seto, Preliminary results of moisture checker for Mucus in diagnosing dry mouth, *Oral Diseases*, Vol. 11 (6), pp. 405-407 (2005).
DOI: 10.1111/j.1601-0825.2005.01136.x
- [27] A. Yamada, M. Kanazawa, Y. Komagamine, S. Minakuchi, Association between tongue and lip functions and masticatory performance in young dentate adults, *Journal of Oral Rehabilitation*, Vol. 42 (11), pp. 833-839 (2015).
DOI: 10.1111/joor.12319
- [28] Mineka Yoshikawa, Tatsuyuki Fukuoka, Takahiro Mori, Aya Hiraoka, Chiaki Higa, Azusa Kuroki, Chiho Takeda, Mariko Maruyama, Mitsuyoshi Yoshida, Kazuhiro Tsuga, *The Journal of Dental Sciences*, Vol. 16 (1), pp. 214-219 (2021).
DOI: 10.1016/j.jds.2020.06.005
- [29] Hanako Uesugi and Hiroshi Shiga, Relationship between masticatory performance using a gummy jelly and masticatory movement, *Journal of Prosthodontic Research*, Vol. 61 (4), pp.419-425 (2017).
DOI: 10.1016/j.jpjor.2017.01.001
- [30] Ruri Ohkuma, Ichiro Fujishima, Chieko Kojima, Kyoko Hojo, Itaru Takehara, Yutaka Motohashi, Development of a questionnaire to screen dysphagia, *The Japanese Journal of Dysphagia Rehabilitation*, Vol. 6 (1), pp. 3-8 (2002).
DOI: 10.32136/jsdr.6.1_3
- [31] Maya Nakamura, Tomofumi Hamada, Akihiko Tanaka, Keitaro Nishi, Kenichi Kume, Yuichi Goto, Mahiro Beppu, Hiroshi Hijioka, Yutaro Higashi, Hiroaki Tabata, Kazuki Mori, Yumiko Mishima, Yoshinori Uchino, Kouta Yamashiro, Yoshiaki Matsumura, Hyuma Makizako, Takuro Kubozono, Takayuki Tabira, Toshihiro Takenaka, Mitsuru Ohishi, Tsuyoshi Sugiura, Association of Oral Hypofunction with Frailty, Sarcopenia, and Mild Cognitive Impairment: A Cross-Sectional Study of Community-Dwelling Japanese Older Adults, *Journal of Clinical Medicine*, Vol. 10 (8), 1626 (pp. 1-12), (2021).
DOI: 10.3390/jcm10081626
- [32] Franz Faul, Edgar Erdfelder, Albert-Georg Lang, Axel Buchner, *G*Power 3: a flexible statistical power analysis program for the social, behavioral, and biomedical sciences*, *Behavior Research Methods*, Vol. 39 (2), pp. 175-191 (2007).
DOI: 10.3758/bf03193146
- [33] M. Maria Glymour, "Using Causal Diagrams to Understand Common Problems in Social Epidemiology", J. Michael Oakes & Jay S. Kaufman (Eds.), *Methods in Social Epidemiology*, 2nd Edition, pp. 458-492, Jossey-Bass, US (2017).

ISBN : 978-1118505595

[34] 対馬栄輝, "医療系データ解析", 東京図書 (2021).

ISBN: 978-4-489-02358-3

[35] Kotomi Sakai, Enri Nakayama, Haruka Tohara, Osamu Takahashi, Sayako Ohnishi, Hidetaka Tsuzuki, Mayumi Hayata, Takahiro Takehisa, Yozo Takehisa, Koichiro Ueda, Diagnostic accuracy of lip force and tongue strength for sarcopenic dysphagia in older inpatients: A cross-sectional observational study, *Clin Nutrition*, Vol. 38 (1), pp. 303-309 (2019).

DOI: 10.1016/j.clnu.2018.01.016

[36] Kotomi Sakai, Enri Nakayama, Haruka Tohara, Keiji Kodama, Takahiro Takehisa, Yozo Takehisa, Koichiro Ueda, Relationship between tongue strength, lip strength, and nutrition-related sarcopenia in older rehabilitation inpatients: a cross-sectional study, *Clinical Interventions in Aging*, Vol. 12, pp. 1207-1214 (2017).

DOI: 10.2147/CIA.S141148

[37] Nami Machida, Haruka Tohara, Koji Hara, Ayano Kumakura, Yoko Wakasugi, Ayako Nakane, Shunsuke Minakuchi, Effects of aging and sarcopenia on tongue pressure and jaw-opening force, *Geriatrics & Gerontology International*, Vol. 17 (2), pp. 295-301 (2017).

DOI: 10.1111/ggi.12715

[38] Seungwoo Cha, Won-Seok Kim, Ki Woong Kim, Ji Won Han, Hak Chul Jang, Soo Lim, Nam-Jong Paik, Sarcopenia is an Independent Risk Factor for Dysphagia in Community-Dwelling Older Adults, *Dysphagia*, Vol. 34 (5), pp. 692-697 (2019).

DOI: 10.1007/s00455-018-09973-6

[39] Maya Nakamura, Tomofumi Hamada, Akihiko Tanaka, Keitaro Nishi, Kenichi Kume, Yuichi Goto, Mahiro Beppu, Hiroshi Hijioka, Yutaro Higashi, Hiroaki Tabata, Kazuki Mori, Yumiko Mishima, Yoshinori Uchino, Kouta Yamashiro, Yoshiaki Matsumura, Hyuma Makizako, Takuro Kubozono, Takayuki Tabira, Toshihiro Takenaka, Mitsuru Ohishi, Tsuyoshi Sugiura, Association of Oral Hypofunction with Frailty, Sarcopenia, and Mild Cognitive Impairment: A Cross-Sectional Study of Community-Dwelling Japanese Older Adults, *Journal of Clinical Medicine*, Vol. 10 (8), pp. 1626 (2021).

DOI: 10.3390/jcm10081626

[40] Mizue Suzuki, Yosuke Kimura, Yuhei Otobe, Tomoe Kikuchi, Hiroaki Masuda, Ryota Taguchi, Shu Tanaka, Yuya Narita, Shuhei Shino, Haruhiko Kusumi, Minoru Yamada, Relationship between Sarcopenia and Swallowing Capacity in Community-Dwelling Older Women, *Geriatrics & Gerontology International*, Vol. 66 (6), pp. 549-552 (2020).

DOI: 10.1159/000511359

[41] John A. Batsis, Dennis T. Villareal, Sarcopenic obesity in older adults: aetiology, epidemiology and treatment strategies, *Nature Reviews Endocrinology*, 14 (9), pp. 513-537 (2018).

DOI: 10.1038/s41574-018-0062-9

[42] 松尾浩一郎, 谷口裕重, 中川量晴, 金澤 学, 古屋純一, 津賀一弘, 池邊一典, 上田貴之,

田村文誉, 永尾 寛, 山本 健, 櫻井 薫, 水口俊介, 急性期病院入院高齢者における口腔機能低下と低栄養との関連性, 老年歯科医, Vol. 31 (2), pp. 123-133 (2016).

DOI: 10.11259/jsg.31.123

[43] Kenji Wakai, Mariko Naito Toru Naito, Masaaki Kojima, Haruo Nakagaki, Osami Umemura, Makoto Yokota, Nobuhiro Hanada, Takashi Kawamura, Tooth loss and intakes of nutrients and foods: a nationwide survey of Japanese dentists, Community Dentistry Oral Epidemiology, Vol. 38 (1), pp. 43-49 (2010).

[44] Mayu Hayashi, Katsutaro Morino, Kayo Harada, Itsuko Miyazawa, Miki Ishikawa, Takako Yasuda, Yoshie Iwakuma, Kazushi Yamamoto, Motonobu Matsumoto, Hiroshi Maegawa, Atsushi Ishikado, PLoS One, Vol. 17 (9), e0274465 (2022).

DOI: 10.1371/journal.pone.0274465

[45] 水口俊介, 津賀一弘, 池邊一典, 上田貴之, 田村文誉, 永尾寛, 古屋純一, 松尾浩一郎, 山本 健, 金澤 学, 渡邊 裕, 平野 浩彦, 菊谷 武, 櫻井 薫, 高齢期における口腔機能低下—学会見解論文 2016 年度版—, 老年歯科医学, Vol. 31 (2), pp. 81-99 (2016).

DOI: 10.11259/jsg.31.81

[46] Noriko Takeuchi, Nanami Sawada, Daisuke Ekuni, Manabu Morita, Oral Factors as Predictors of Frailty in Community-Dwelling Older People: A Prospective Cohort Study, International Journal of Environmental Research and Public Health, Vol. 19 (3), pp. 1145 (2022).

DOI: 10.3390/ijerph19031145

[47] 伊藤加代子, 葭原明弘, 高野尚子, 石上和男, 清田義和, 井上 誠, 北原 稔, 宮崎秀夫, オーラルディアドコキネシスの測定法に関する検討, 老年歯科医, Vol. 24 (1), pp. 48-54 (2009).

DOI: 10.11259/jsg.24.48

[48] Kuan-Cheng Chen, Tsung-Min Lee, Wei-Ting Wu, Tyng-Guey Wang, Der-Sheng Han, Ke-Vin Chang, Assessment of Tongue Strength in Sarcopenia and Sarcopenic Dysphagia: A Systematic Review and Meta-Analysis, Frontiers in Nutrition, Vol 8, 684840 (2021).

DOI: 10.3389/fnut.2021.684840

[49] Kentaro Okuno, Ryuichiro Kobuchi, Suguru Morita, Ayako Masago, Masaaki Imaoka, Kazuya Takahashi, Relationships between the Nutrition Status and Oral Measurements for Sarcopenia in Older Japanese Adults, Journal of Clinical Medicine, Vol. 11 (24), 7382 (2022).

DOI: 10.3390/jcm11247382

[50] 松尾浩一郎, 口腔機能低下症への対応と今後の方向性, 老年歯学医学, 33 (3), pp. 304-311 (2018).

[51] 池邊一典, 八田昂大, 三原佑介, 村上和裕, 「口腔機能低下症」に関する論点整理, 老年歯科医学, Vol. 34 (4), pp. 451-456 (2019).

DOI: 10.11259/jsg.34.451

[52] 竹内倫子, 澤田ななみ, 鷺尾憲文, 澤田弘一, 江國大輔, 森田 学, 地域在住高齢者における主観的認知機能低下と口腔機能およびソーシャル・キャピタルとの関連, 老年歯科医学,

Vol. 37 (2), pp. 64-75 (2022).

DOI: 10.11259/jsg.37.2_64

[53] Daisuke Yoshida, Takao Suzuki, Hiroyuki Shimada, Hyuntae Park, Hyuma Makizako, Takehiko Doi, Yuya Anan, Kota Tsutsumimoto, Kazuki Uemura, Tadashi Ito, Sangyoon Lee, Using two different algorithms to determine the prevalence of sarcopenia, *Geriatrics & Gerontology International*, Vol. 14 (1), pp. 46-51 (2014).

DOI: 10.1111/ggi.12210

[54] Yutaka Watanabe, Hirohiko Hirano, Hidenori Arai, Shiho Morishita, Yuki Ohara, Ayako Edahiro, Masaharu Murakami, Hiroyuki Shimada, Takeshi Kikutani, Takao Suzuki, Relationship Between Frailty and Oral Function in Community-Dwelling Elderly Adults, *Journal of the American Geriatrics Society*, Vol. 65 (1), pp. 66-76 (2017).

DOI: 10.1111/jgs.14355

[55] Masanori Iwasaki, Yuki Ohara, Keiko Motokawa, Misato Hayakawa, Maki Shirobe, Ayako Edahiro, Yutaka Watanabe, Shuichi Awata, Tsuyoshi Okamura, Hiroki Inagaki, Naoko Sakuma, Shuichi Obuchi, Hisashi Kawai, Manami Ejiri, Kumiko Ito, Yoshinori Fujiwara, Akihiko Kitamura, Yu Nofuji, Takumi Abe, Katsuya Iijima, Tomoki Tanaka, Bo-Kyung Son, Shoji Shinkai, Hirohiko Hirano, Population-based reference values for tongue pressure in Japanese older adults: A pooled analysis of over 5,000 participants, *Journal of Prosthodontic Research* (2022, *Early release*).

DOI: 10.2186/jpr.JPR_D_21_00272

[56] 北海道国保連合会, "帯広市国民健康保険特定健康診査" (2015).

[57] Faisal F Hakeem, Eduardo Bernabé, Wael Sabbah, Association between oral health and frailty: A systematic review of longitudinal studies, *Gerodontology*, Vol. 36 (3), pp. 205-215 (2019).

DOI: 10.1111/ger.12406

[58] 松尾浩一郎, 谷口裕重, 中川量晴, 金澤 学, 古屋純一, 津賀一弘, 池邊一典, 上田貴之, 田村文誉, 永尾 寛, 山本 健, 櫻井 薫, 水口俊介, 急性期病院入院高齢者における口腔機能低下と低栄養との関連性, *老年歯科医学*, Vol. 31 (2), pp. 123-133 (2016).

DOI: 10.11259/jsg.31.123

[59] Ya Su, Michiko Yuki, Mika Otsuki, Prevalence of stroke-related sarcopenia: A systematic review and meta-analysis, *Journal of Stroke and Cerebrovascular Diseases*, Vol. 29 (9), 105092 (2020).

DOI: 10.1016/j.jstrokecerebrovasdis.2020.105092

[60] Tae Nyun Kim, Man Sik Park, Sae Jeong Yang, Hye Jin Yoo, Hyun Joo Kang, Wook Song, Ji A Seo, Sin Gon Kim, Nan Hee Kim, Sei Hyun Baik, Dong Seop Choi, Kyung Mook Choi, Prevalence and determinant factors of sarcopenia in patients with type 2 diabetes: the Korean Sarcopenic Obesity Study (KSOS), *Diabetes Care*, Vol. 33 (7), pp. 1497-1499 (2010).

DOI: 10.2337/dc09-2310

[61] M. Locquet, O. Bruyère, L. Lengelé, J.Y. Reginster, C. Beaudart, Relationship between smoking and the incidence of sarcopenia: The SarcoPhAge cohort, *Public Health*, Vol. 193 (4), pp.

101-108 (2021).

DOI: 10.1016/j.puhe.2021.01.017

[62] Zohre Najafi, Hadi Kooshyar, Reza Mazloom, Amin Azhari ,The Effect of Fun Physical Activities on Sarcopenia Progression among Elderly Residents in Nursing Homes: a Randomized Controlled Trial, *Journal of Caring Sciences*, Vol. 7 (3), pp. 137-142 (2018).

DOI: 10.15171/jcs.2018.022

[63] Konstantinos Prokopidis, Oliver C. Witard, Understanding the role of smoking and chronic excess alcohol consumption on reduced caloric intake and the development of sarcopenia, *Nutrition Research Reviews* , Vol. 35 (2), pp. 197-206 (2022).

DOI: 10.1017/S0954422421000135

Tables (1-3), Figure 1 and Supplementary Table 1

Table 1 サルコペニア 3 群間の対象患者の基本情報および全身既往歴に関する比較

	All	Normal	適正、高 BMI Sarcopenia	低 BMI Sarcopenia	p-value	Analysis
データ数	N=290	n=235	n=26	n=29		
基本情報						
年齢 (歳)	75.10±6.43	74.25±6.09	81.04±6.43	76.69±6.18	<0.001***	a
性別 男 (%)	47.93	44.68	61.54	62.07	0.073	b
身長 (cm)	157.19±8.84	157.80±8.88	153.04±7.35	155.96±8.87	0.037*	a
体重 (kg)	59.08±10.41	60.46±9.83	57.97±10.14	48.92±9.72	<0.001***	a
BMI (kg/m ²)	23.67±3.29	24.17±3.22	23.82±1.68	19.51±1.58	<0.001***	a
サルコペニア診断						
握力 (kgf)	27.19±9.16	28.31±9.29	23.33±6.07	21.60±7.41	<0.001***	a
歩行速度 (m/s)	1.07±0.26	1.11±0.25	0.89±0.20	0.97±0.26	<0.001***	a
SMI (kg/m ²)	6.69±0.95	6.86±0.91	6.11±0.63	5.83±0.86	<0.001***	a
全身既往歴						
高血圧 (%)	40.69	42.55	38.46	27.59	0.293	b
糖尿病 (%)	18.28	15.32	30.77	31.03	0.027*	b
脂質異常症 (%)	21.03	22.55	11.54	17.24	0.370	b
循環器疾患 (%)	15.52	15.74	19.23	10.34	0.646	b
悪性腫瘍 (%)	12.07	11.49	7.69	20.69	0.276	b

BMI. Body Mass Index, SMI. Skeletal muscle Mass Index

a. Kruskal-Wallis Test, b. Chi-Squared Test *. $p < 0.05$ **. $p < 0.01$ ***. $p < 0.001$

Table 2 サルコペニア 3 群間の対象患者の口腔機能に関する比較

	All N=290	Normal n=235	適正、高 BMI Sarcopenia n=26	低 BMI Sarcopenia n=29	p-value	Analysis
口腔機能						
口腔衛生状態 (%)	34.04±18.04	33.83±18.08	34.19±20.10	35.58±16.22	0.772	a
口腔粘膜湿潤度 (%)	26.69±3.20	26.87±3.16	25.69±3.22	26.19±3.41	0.088	a
残存歯数 (数)	16.70±8.57	17.50±8.22	10.77±9.88	15.55±8.15	0.003**	a
舌口唇運動機能 [pa] (回/秒)	6.13±0.92	6.19±0.86	5.96±1.02	5.77±1.17	0.151	a
[ta] (回/秒)	6.05±0.86	6.10±0.85	5.90±0.76	5.78±0.99	0.148	a
[ka] (回/秒)	5.59±0.93	5.67±0.89	5.29±0.88	5.18±1.17	0.004**	a
舌圧 (kPa)	30.31±7.69	31.30±7.37	25.73±8.19	26.40±7.23	<0.001***	a
咀嚼機能 (mg/dL)	181.50±58.89	184.50±59.80	168.54±55.75	168.83±52.33	0.204	a
嚥下機能 (%) [†]	22.76	20.42	19.23	44.83	0.011*	b
口腔機能低下該当 項目数 (数)	2.67±1.29	2.51±1.24	3.35±1.41	3.41±1.24	<0.001***	a
口腔機能低下症の有 無 (%)	54.48	50.21	73.08	75.86	0.006**	b
機能歯数 (数)	27.50±0.95	27.52±0.88	27.31±1.49	27.48±0.87	0.962	a
可撤性義歯使用 (%)	66.90	65.96	76.92	65.52	0.522	b
プロービングデプス (mm)	8.95±12.74	7.75±10.34	16.67±24.83	12.62±14.73	0.191	a
BOP (%)	4.83±8.15	4.05±5.89	9.40±16.89	7.51±11.75	0.227	a

BOP. Bleeding on Probing, [†]. 嚥下機能低下者の割合a. Kruskal-Wallis Test, b. Chi-Squared Test *. $p < 0.05$, **. $p < 0.01$, ***. $p < 0.001$

Table 3 サルコペニア 3 群間と口腔機能との関連 (N=290)

	適正 or 高 BMI+サルコペニア		低 BMI+サルコペニア	
	OR	95 % CI	OR	95 % CI
口腔衛生状態 (%)	0.99	0.97-1.01	1.00	0.98-1.02
口腔粘膜湿潤度 (%)	0.91	0.81-1.02	0.94	0.84-1.05
残存歯数 (数)	0.93	0.89-0.98**	0.98	0.93-1.03
舌口唇運動機能				
[pa] (回/秒)	0.95	0.58-1.54	0.70	0.48-1.013
[ta] (回/秒)	1.00	0.58-1.73	0.71	0.47-1.10
[ka] (回/秒)	0.90	0.55-1.48	0.67	0.45-0.98*
舌圧 (kPa)	0.92	0.86-0.98**	0.91	0.86-0.96***
咀嚼機能 (mg/dL)	1.00	0.99-1.01	1.00	0.99-1.00
嚥下機能 (%)	0.87	0.30-2.58	3.05	1.36-6.84**
可撤性義歯の使用 (数)	1.17	0.42-3.23	0.86	0.37-2.00
機能歯数 (数)	0.80	0.53-1.21	0.92	0.61-1.38
口腔機能低下症の有無 (%)	1.53	0.57-4.08	2.75	1.10-6.88**
口腔機能低下該当項目数 (%)	1.34	0.92-1.94	1.69	1.22-2.34**

OR, Odds Ratio, 95 % CI, 95 % Confidence Interval (CI)

*, $p < 0.05$, **, $p < 0.01$, ***, $p < 0.001$

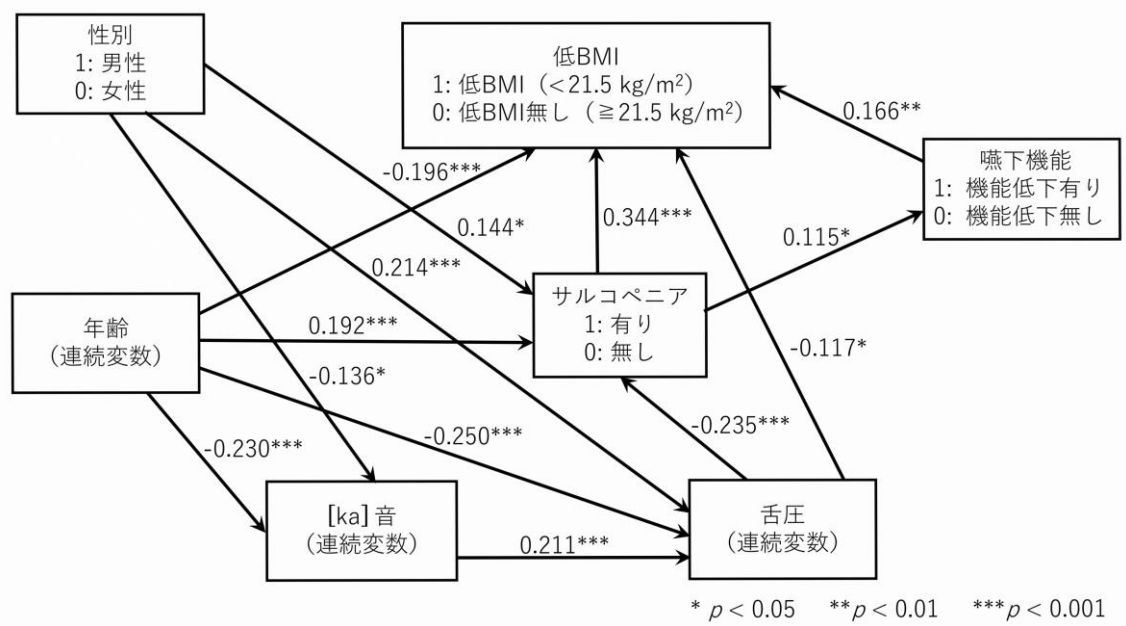


Figure 1 パスモデル (口腔機能の低下が及ぼすサルコペニアおよび低 BMI の影響)

Supplementary Table 1 口腔機能低下症に及ぼすサルコペニアおよび BMI の影響 (N=290)

	因果関係	項目	推定値	標準誤差	検定統計量	p-value
[ka]音	←	年齢	-0.033	0.008	-4.042	<0.001
[ka]音	←	男	-0.254	0.106	-2.397	0.017
舌圧	←	年齢	-0.300	0.067	-4.456	<0.001
舌圧	←	男	3.282	0.848	3.869	<0.001
舌圧	←	[ka]音	1.742	0.467	3.732	<0.001
サルコペニア有無	←	年齢	0.012	0.004	3.314	<0.001
サルコペニア有無	←	男	0.113	0.044	2.563	0.010
サルコペニア有無	←	舌圧	-0.012	0.003	-4.054	<0.001
嚥下機能低下有無	←	サルコペニア有無	0.123	0.062	1.968	0.049
低 BMI 有無	←	嚥下機能低下有無	0.166	0.054	3.096	0.002
低 BMI 有無	←	サルコペニア有無	0.369	0.061	6.048	<0.001
低 BMI 有無	←	年齢	-0.013	0.004	-3.464	<0.001
低 BMI 有無	←	舌圧	-0.006	0.003	-2.073	0.038