

Title	高齢者における筋力と口腔機能との関連
Author(s)	三原, 佑介
Citation	大阪大学, 2016, 博士論文
Version Type	VoR
URL	<a href="https://doi.org/10.18910/56123">https://doi.org/10.18910/56123</a>
rights	
Note	

*Osaka University Knowledge Archive : OUKA*

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

Osaka University

# 高齢者における 筋力と口腔機能との関連

大阪大学大学院歯学研究科

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

三原 佑介

指導

大阪大学大学院歯学研究科

口腔科学 顎口腔機能再建学講座

有床義歯補綴学・高齢者歯科学分野

前田芳信教授

## 【 緒 言 】

高齢期において，全身的に認められる進行性の筋肉量の減少や筋力低下は，サルコペニアと呼ばれる(1)．サルコペニアの進行は，運動障害，転倒・骨折の危険性の増大，日常生活の活動能力(ADL)の低下，自立性の喪失，死亡する危険性などを伴うとされ，近年注目されている(2-6)．

サルコペニアは，四肢骨格筋の筋肉量の減少を必須項目とし，筋力または身体機能の低下のいずれかが認められることにより診断される(1, 7)．筋肉量は，DXA法(二重エネルギーX線吸収測定)やBIA法(生体インピーダンス分析)，CT，MRIなどにより測定される(1, 8)．筋力は，握力，膝の屈曲・伸展筋力により評価され，身体機能は，歩行速度，椅子からの立ち上がりテスト，Timed get up and goテストなどにより評価される(1, 7)．

Xueらは，2008年にフレイルサイクルモデルという概念を提唱した(9, 図1)．同モデル

は、認知機能障害や抑うつといった精神心理的問題、独居や閉じこもり、貧困といった社会的問題によって、高齢者の活動度が低下すると、食欲が低下し、食品摂取量が低下し、低栄養・体重低下が生じ、サルコペニアへと至ると考えられる。そして、サルコペニアの状態では、基礎代謝が低下し、消費エネルギー量が低下することとなり、さらなる食欲低下を招く、というものである。しかしながら、栄養摂取に大きく関与していると考えられる口腔機能(9)に関しては、この概念のなかでは一切触れられていない。

サルコペニアの状態において、もし顎顔面領域の筋肉量や筋力も低下しているのならば、それに伴って、咀嚼・嚥下機能が低下する可能性が考えられる。そして、咀嚼・嚥下機能が著しく低下すると、食物摂取が制限され、低栄養を招き、さらなる筋肉量や筋力の低下を引き起こすこととなり、サルコペニアへと至る負のスパイラル(10-14)に陥る可能性が

考えられる (図 2). なお, 「筋肉量・筋力の低下」, 「咀嚼・嚥下機能」, 「栄養摂取」の各項目間の関連については, これまでにも検討されている.

Tamura らは, 低栄養に関連する要因は, 身体機能障害, 認知症, 咀嚼・嚥下困難, 経口摂取不良, 高齢であることであったと, システマティックレビューにより報告している (10).

Yanai らは, タンパク質の摂取がサルコペニアと関連し,  $1.0 - 1.2 \text{ g/kg}$  (体重あたり)/日のタンパク質摂取, あるいは一食あたり  $25 - 30 \text{ g}$  の高品質タンパク質摂取が, サルコペニア予防のために推奨されると報告している (11).

さらに, Mithal らは, ビタミン D 摂取が筋肉量, 身体機能と関連することを報告している (12). Mithal らは, 速筋線維減少, タンパク質の糖化, インスリン抵抗性が筋力低下に影響し, 慢性的な酸産生食品の摂取やホモンシ

ステインに作用するビタミン B12 や葉酸の摂取不足が筋機能に影響を与えることから，十分な栄養摂取と適切な酸塩基平衡が，筋肉量減少，筋力低下予防に重要であることも併せて報告している (12).

また，Iinuma らは，自立した生活を送る高齢者 489 名 (平均年齢  $87.8 \pm 2.2$  歳) を対象とした Tokyo Oldest Old Survey on Total Health (TOOTH) Study の結果，個歯咬合力は，男性において，椅子立ち上がりテスト，片足立ち時間，握力と関連すると報告している (13).

Murakami らは，自立した生活を送る高齢者 761 名 (平均年齢  $73.0 \pm 5.1$  歳) を対象として，サルコペニアの人は，色変わりチューインガムを用いて測定した咀嚼機能が低いと報告している (14). また，Izuno らは，自立した生活を送る高齢者 66 名 (平均年齢  $70.3 \pm 5.9$  歳) を対象として，反復唾液嚥下テスト (Repetitive Saliva Swallowing Test: RSST) ならびに色変わりチューインガムを用いて計測

した咀嚼能力が握力と関連すると報告しており (15), Murakami らは, 看護ケアを必要とする高齢者 255 名 (平均年齢  $85.2 \pm 6.4$  歳) を対象として, 舌の運動性と骨格筋指標 (Skeletal Muscle mass Index: SMI) が, 水飲みテストを用いて評価した嚥下機能と, 有意な関連が認められると報告している (16).

このように, 口腔機能と筋肉量や筋力との関連について, いくつか報告されていることから, 高齢者に対して, 口腔機能の改善を図る際には, 歯や補綴装置だけでなく, 筋肉量や筋力の低下に対する考察も非常に重要ではないかと考えられる. しかしながら, これまでの研究では, いずれかの口腔機能と, 筋肉量あるいは筋力との関連を検討したものが多く, 多人数の後期高齢者を対象として, 咀嚼機能や嚥下機能, 開口量なども含めた複数の口腔機能と, 筋肉量・筋力との関連について詳細に検討した研究はみられない.

そこで, 本研究の目的は, 地域住民の後期

高齢者を対象として，体幹四肢の筋肉量，筋力と咀嚼，嚥下，開口といった口腔機能との関連について検討することとした．



## 【方法】

### 1. 対象者

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  
野では、70歳、80歳、90歳と100歳以上の  
高齢者を対象として、3年ごとの長期縦断調  
査により、健康長寿の関連要因を探索する  
SONIC (Septuagenarian Octogenarian  
Nonagenarian Investigation with Centenarian)  
Studyを行っている。SONIC Studyは、大阪大  
学大学院歯学研究科、大阪大学大学院医学系  
研究科、大阪大学大学院人間科学研究科、東  
京都健康長寿医療センター研究所、慶應義塾  
大学医学部、東京大学大学院医学系研究科の  
研究者が、共同でデータを収集、分析を行う  
ことで、健康長寿に関連する因子を探索する  
学際的研究である。

本研究では、まず、ベースライン調査時に、  
兵庫県伊丹市、朝来市、東京都板橋区、西多  
摩郡の特定の住民基本台帳から対象年齢の高

齡者をすべて抽出し，69 - 71 歳（70 歳群）4267 名と 79 - 81 歳（80 歳群）5378 名に調査参加への依頼状を送付した．そして，その中から研究参加の同意が得られた 70 歳群 1000 名（男性 477 名，女性 523 名）と 80 歳群 973 名（男性 457 名，女性 516 名）がベースライン時の対象者となった．3 年後の追跡調査では，ベースライン調査に参加した 73 歳群 996 名，83 歳群 834 名に依頼状を送付し，そのうち 73 歳群 657 名，83 歳群 514 名が追跡調査に参加した．また，ベースライン調査に参加していない 72 - 74 歳 3472 名（73 歳群），82 - 84 歳 3736 名（83 歳群）に対しても新規参加者として依頼状を送付し，そのうち，73 歳群では 242 名，83 歳群 312 名が参加した．追跡参加者，新規参加者合わせて，73 歳群 864 名（男性 411 名，女性 453 名），83 歳群 809 名（男性 407 名，女性 402 名）を分析対象とした（図 3）．

なお本研究は，大阪大学大学院歯学研究科倫理審査委員会の承認を得て実施している

(承認番号：H22-E9).

## 2. 筋肉量ならびに握力の測定

筋肉量の測定は，83歳群を対象に，デュアル周波数体組成計（DC-320，タニタ社，東京）を用いて行った．本体組成計は，生体組織の電気抵抗値（生体インピーダンス）を測定することで，体脂肪率などの体組成を推定するBIA法を用いている．生体組織において，脂肪組織はほとんど電気を通さないが，筋肉などの電解質を多く含む組織は電気を通しやすい性質があるため，電気抵抗を測定することで，筋肉量を算出することができる．なお，今回使用した体組成計では，脂肪量と除脂肪量を測定し，体幹を含めた身体全体の筋肉量が算出される．

サルコペニアの診断には，四肢骨格筋量を身長<sup>2</sup>で除した値であるSMIが用いられるため(7)，これに準じ，測定された筋肉量を身長<sup>2</sup>で除したもの(kg/m<sup>2</sup>)を分析に

使用した。

握力の測定は、スメドレー式握力計（ヤガミ社，名古屋）を用いて測定した。測定時，利き手を尋ね，椅子座位にて利き手の握力を2回測定し，平均値（kgf）を算出した。

### 3. 口腔機能評価

まず，対象者の口腔内検査を行い，残存歯数を記録した。

続いて，口腔機能の指標として，最大咬合力，咀嚼能率スコア，刺激時唾液分泌速度（Stimulate Salivary Flow Rate: SSFR），舌圧，を測定し，反復唾液嚥下テスト（Repetitive Saliva Swallowing Test: RSST）を行った。口腔機能測定時，義歯使用者は，義歯を装着した状態で測定を行った。なお，口腔内検査は，大阪大学歯学部附属病院咀嚼補綴科ならびに口腔治療科に所属する歯科医師が行い，口腔機能の測定は，同咀嚼補綴科に所属する歯科医師が行った。

## 1) 最大咬合力

最大咬合力は，デンタルプレスケール（50H，Rタイプ，ジーシー社，東京）を用いて測定した．これは，厚さ  $98\mu\text{m}$  の感圧シートで，ポリエチレンテレフタラートのシートの中に，発色剤を含むマイクロカプセルが含まれているものである．圧力が加わると，そのマイクロカプセルが崩壊し，赤色に発色する．圧力が大きくなると発色の濃度が高くなる．発色面積と濃度を，オクルーザー FPD-707（ジーシー社，東京）を用いて読み取ることで，最大咬合力を算出した．測定時，対象者には，デンタルプレスケールを咬頭嵌合位にて3秒間可及的に強い力で噛みしめてもらった（17，18）．

## 2) 咀嚼能率スコア

咀嚼能率は，検査用グミゼリー（UHA味覚糖社，大阪）を用いて評価した．対象者には，

検査用グミゼリーを 30 回自由咀嚼してもらい、紙カップにて回収した。回収した検査用グミゼリーの粉碎試料を、0 - 9 の 10 段階にスコア化した視覚資料と照合し、咀嚼能率スコアとして記録した。本スコア法に使用する視覚資料は、グルコース濃度測定法において使用している市販の血糖値測定装置のグルコース濃度測定可能範囲、すなわち 20 - 600 mg/dl を参考として、約 50 mg/dl 間隔の 10 段階のスコアを設定したものである (19)。

### 3) 刺激時唾液分泌速度

刺激時唾液は、1g の無味無臭のパラフィンペレット (Ivoclar vivadent 社、東京) を 2 分間、座位にて自由に咀嚼してもらい、分泌された全唾液を紙カップに採取し、重量 (g) を計測した。唾液の比重は約 1.0 である (20) ことから、計測された唾液の全重量 (g) を計測時間で除し、刺激時唾液分泌速度 (ml/分) を算出した (21, 22)。

#### 4) 反復唾液嚥下テスト (Repetitive Saliva Swallowing Test: RSST)

RSSTは、嚥下障害に対するスクリーニングテストの一つとして知られている。術者は、対象者の甲状軟骨を触知した状態で、30秒間に空嚥下を何回行ったか測定した。喉頭隆起・舌骨は、嚥下運動に伴って、指腹を乗り越え上方に移動し、また元の位置に戻る。この喉頭挙上、下降運動を確認し、嚥下完了とした(23)。

#### 5) 開口量

対象者に、座位にて自力で最大開口をさせ、ノギスを上下顎中切歯切縁に当て、両者の間隔を測定した。さらに、咬頭嵌合位における上下中切歯の垂直被蓋量を測定し、両者を合算したものを開口量(mm)として記録した。

#### 6) 舌圧

舌は口腔機能の中でも大きな役割を担い、咀嚼時に上下顎歯列間に食物を保持し、唾液と混和して食塊を形成し、嚥下時に食道まで安全に食物を送るなど複雑な運動をしている。そのため、舌の発揮する力が減少すると多くの機能障害が発生すると考えられる。これまでに様々な方法によって舌が発揮する力の計測が試みられている(24-27)。Hayashiらは、そのような舌の力に注目し、口に取り込んだ食物を舌が口蓋前方部との間で押しつぶす力を舌圧と定義した(25)。

本研究では、JMS舌圧測定器(ジーシー社、東京)を用いて舌圧を測定した。JMS舌圧測定器は、デジタル舌圧計と連結チューブ、舌圧プローブから構成されている。術者が舌圧プローブを保持し、バルーン部を口蓋皺壁前方部にあてがいながら、硬質リング部を上下顎前歯で軽くはさむように対象者に指示し、舌でバルーン部を5-7秒程度押しつぶさせる。その間に出力された圧力(kPa)の最大値を記



録した。測定は3回行い、最も高い値を記録した。なお、舌圧測定は、83歳群のみに対して行った。

#### 4. 統計学的分析

以下のような順で分析を行った。

分析Ⅰ 対象者の概要についての検討

分析Ⅱ 二変量間における，筋肉量ならびに握力と口腔機能との関連についての検討

分析Ⅲ 低握力群と正常群における口腔機能の差の検討

分析Ⅳ 年齢群，性別，残存歯数を調整した上での，筋肉量ならびに握力と口腔機能との関連についての検討

なお，それぞれの分析には，分析用ソフトウェア SPSS Version 20.0 (IBM Japan, 東京) を用い，有意確率は 5%とした。

##### 1) 分析Ⅰ 対象者の概要についての検討

まず，対象者の概要について把握するために，最大咬合力，咀嚼能率スコア，刺激時唾液分泌速度，RSST，舌圧（83歳群のみ），開口量，握力，筋肉量（83歳群のみ）の分布を示す。

次に，年齢群，男女別での握力の分布について検討し，握力が低下していると考えられる者（低握力群）の割合を求めた．なお，カットオフは，Asian Working Group for Sarcopenia (AWGS)が提唱した握力のサルコペニアの診断基準（28）を用い，男性 $<26.0\text{kgf}$ ，女性 $<18.0\text{kgf}$ とした．

また，各調査項目における，年齢群，性別での差について検討するために，握力，残存歯数，最大咬合力，咀嚼能率スコア，刺激時唾液分泌速度，RSST，開口量に対しては二元配置分散分析を行った．二元配置以上の分散分析に対応するノンパラメトリック検定は存在しないため，二元配置分散分析は，正規分布，非正規分布に関わらず分析を行うことが可能である（29）．一方，筋肉量，舌圧における性別での差を検討するために，t検定を行った．

2) 分析Ⅱ 二変量間における，筋肉量ならば

に握力と口腔機能との関連についての検討

筋肉量ならびに握力と、口腔機能（最大咬合力，咀嚼能率スコア，刺激時唾液分泌速度，RSST，舌圧，開口量）との関連について検討するために，83歳群を対象として，Spearmanの順位相関係数の検定を行った．

### 3) 分析Ⅲ 低握力群と正常群における各口腔機能の差の検討

握力が低い者とそうでない者とでは，口腔機能に差が生じているかどうかを検討するために，対象者を先述のように，AWGSの提唱した握力のサルコペニア診断基準（男性 $<26.0\text{kgf}$ ，女性 $<18.0\text{kgf}$ ）を基に（28），低握力群，正常群の二群に分けた上で，年齢群，性別での各口腔機能の差を検討した．最大咬合力，咀嚼能率スコア，RSSTの低握力群，正常群での差の検討にはMann-WhitneyのU検定を用い，刺激時唾液分泌速度，RSST，舌圧（83歳群のみ），開口量の低握力群，正常群での差

の検討には t 検定を用いた。

4) 分析 IV 年齢群，性別，残存歯数を調整した上での，筋肉量ならびに握力と口腔機能との関連についての検討

様々な口腔機能と関連があるとされている性別，残存歯数（30-33）の影響を調整した上でも，握力ならびに筋肉量は，口腔機能と関連しているのかということを検証するために，従属変数を最大咬合力，咀嚼能率スコア，刺激時唾液分泌速度，RSST，舌圧，開口量といった各口腔機能，独立変数を性別，残存歯数，筋肉量あるいは握力とした多変量解析を，73歳群，83歳群それぞれに対して行った。また，73歳群，83歳群の両者を一つの集団とし，従属変数を各口腔機能，独立変数を年齢群，性別，残存歯数，握力とした多変量解析を行った。

なお，正規分布を示した刺激時唾液分泌速度，舌圧，開口量を従属変数とした多変量解

析には重回帰分析を用いた。最大咬合力は正規分布を示さなかったが、平方根変換を行うと正規分布を示したため、最大咬合力を平方根変換した値を従属変数とした重回帰分析を行った。最大咬合力と同じく正規分布を示さなかった咀嚼能率スコアは、平方根変換や対数変換といった変数変換を行っても正規分布を示さなかったため、咀嚼能率は、対象者をスコア 1 以下とスコア 2 以上で二群に分け、ロジスティック回帰分析を行った。RSST は、一般的にカットオフとして用いられている 3 回 (23) を用いて、対象者を 2 回以下と 3 回以上で二群に分け、ロジスティック回帰分析を行った。

## 【 結果 】

### 1. 分析 I 対象者の概要についての検討

握力，筋肉量（83歳群のみ），残存歯数，最大咬合力，咀嚼能率スコア，刺激時唾液分泌速度，舌圧（83歳群のみ），開口量についてヒストグラムを示す（図 4-22）.

筋肉量（図 4，5）の平均値（95%信頼区間）は，83歳群男性では 17.1（16.9 - 17.4）kg/m<sup>2</sup>，83歳群女性（図 9）15.1（14.9 - 15.3）kg/m<sup>2</sup>であり，有意差が認められた（ $p < 0.01$ ，図 23）.

握力（図 6-9）の平均値（95%信頼区間）は，73歳群男性では 32.0（31.4 - 32.7）kgf，83歳群男性では 25.8（25.2 - 26.5）kgf，73歳群女性では 19.4（19.0 - 19.8）kgf，83歳群女性では 15.8（15.4 - 16.3）kgf であり，年齢群間（ $p < 0.01$ ），性別間（ $p < 0.01$ ）ともに有意差が認められた（図 24）.

残存歯数（図 10，11）の中央値（四分位範囲）は，73歳群男性では 24（13 - 27）本，83歳群男性では 18（5 - 24）本，73歳群女性では

23 (17 - 27)本, 83 歳群女性では 15 (5 - 23)本であり, 年齢群間 ( $p < 0.01$ )では有意差が認められたが, 性別間 ( $p = 0.29$ )では有意差が認められなかった (図 25).

最大咬合力 (図 12, 13)の中央値 (四分位範囲)は, 73 歳群男性では 394 (194 - 604)N, 83 歳群男性では 182 (76 - 326)N で, 73 歳群女性では 298 (176 - 434)N, 83 歳群女性では 122 (42 - 240)N であり, 年齢群間 ( $p < 0.01$ ), 性別間 ( $p < 0.01$ )ともに有意差が認められた (図 26).

咀嚼能率スコア (図 14, 15)の中央値 (四分位範囲)は, 73 歳群男性では 6 (4 - 7), 83 歳群男性では 5 (2 - 6), 73 歳群女性では 6 (4 - 7), 83 歳群女性では 4 (1 - 6)であり, 年齢群間 ( $p < 0.01$ ), 性別間 ( $p < 0.01$ )ともに有意差が認められた (図 27).

刺激時唾液分泌速度 (図 16, 17)の平均値 (95%信頼区間)は, 73 歳群男性では 2.09 (1.98 - 2.20) ml/分, 83 歳群男性では 1.80 (1.68 -



1.92) ml/分，73歳群女性では1.40 (1.32 - 1.48) ml/分，83歳群女性では1.24 (1.16 - 1.32) ml/分であり，年齢群間 ( $p < 0.01$ )，性別間 ( $p < 0.01$ )ともに有意差が認められた (図 28)。

RSST (図 18, 19)の中央値 (四分位範囲)は，73歳群男性では4 (3 - 6)回，83歳群男性では4 (3 - 5)回，73歳群女性では3 (2 - 5)回，83歳群女性では3 (2 - 4)回であり，年齢群間 ( $p < 0.01$ )，性別間 ( $p < 0.01$ )ともに有意差が認められた (図 29)。

舌圧 (図 20)の平均値 (95%信頼区間)は，83歳群男性では27.4 (26.7 - 28.2) kPa，83歳群女性では26.6 (25.8 - 27.4) kPaであり，有意差が認められた ( $p < 0.01$ )，図 30)。

開口量 (図 21, 22)の平均値 (95%信頼区間)は，73歳群男性では51.6 (51.0 - 52.3) mm，83歳群男性では50.0 (49.3 - 50.8) mm，73歳群女性では49.4 (48.9 - 49.9) mm，83歳群女性では47.6 (46.9 - 48.3) mmであり，年齢群

間 ( $p < 0.01$ ), 性別間 ( $p < 0.01$ )ともに有意差が認められた (図 31).

年齢群, 男女別での握力の分布について示す. 低握力群の割合は, 73歳群男性では16.8% ( $n = 69$ , 図 6), 83歳群男性では50.4% ( $n = 205$ , 図 7), 73歳群女性では33.8% ( $n = 153$ , 図 8), 83歳群女性では68.9% ( $n = 277$ , 図 9)であった.

2. 分析Ⅱ 二変量間における, 筋肉量ならびに握力と口腔機能との関連についての検討

筋肉量は, 最大咬合力 (Spearman の順位相関係数:  $r_s = 0.146$ ,  $p < 0.01$ ), 咀嚼能率スコア ( $r_s = 0.100$ ,  $p = 0.02$ ), 刺激時唾液分泌速度 ( $r_s = 0.127$ ,  $p < 0.01$ ), RSST ( $r_s = 0.088$ ,  $p < 0.01$ ), 舌圧 ( $r_s = 0.144$ ,  $p < 0.01$ ), 開口量 ( $r_s = 0.165$ ,  $p < 0.01$ )と有意な相関関係を認めた (表 1).

一方, 握力は, 最大咬合力 ( $r_s = 0.223$ ,  $p < 0.01$ ), 咀嚼能率スコア ( $r_s = 0.183$ ,  $p < 0.01$ ), 刺激時唾液分泌速度 ( $r_s = 0.235$ ,  $p < 0.01$ ),

RSST ( $r_s=0.321$ ,  $p<0.01$ ), 舌圧 ( $r_s=0.134$ ,  $p<0.01$ ), 開口量 ( $r_s=0.179$ ,  $p<0.01$ )と有意な相関関係を認めた (表 1).

また, 筋肉量と握力との間に有意な相関関係を認めた ( $r_s=0.420$ ,  $p<0.01$ , 表 1).

### 3. 分析 III 低握力群と正常群における各口腔機能の差の検討

73 歳群, 83 歳群における, 低握力群, 正常群での各口腔機能の中央値 (四分位範囲, 表 2)ならびに平均値 (95%信頼区間, 表 3)の結果を示す.

73 歳群男性では, 咀嚼能率スコア ( $p<0.01$ , 表 2), RSST ( $p<0.01$ , 表 2), 開口量 ( $p<0.01$ , 表 3)の 3 項目において, 低握力群の方が低くなり, 有意差が認められた. 最大咬合力 ( $p=0.09$ , 表 2), 刺激時唾液分泌速度 ( $p=0.06$ , 表 3)においては, 両群間に有意差は認められなかった.

83 歳群男性では, 最大咬合力 ( $p<0.01$ , 表

2), 咀嚼能率スコア ( $p < 0.01$ , 表 2), RSST ( $p = 0.01$ , 表 2), 舌圧 ( $p < 0.01$ , 表 3) の 4 項目において, 低握力群の方が低くなり, 有意差が認められた. 刺激時唾液分泌速度 ( $p = 0.60$ , 表 3), 開口量 ( $p = 0.07$ , 表 3) においては, 両群間に有意差は認められなかった.

73 歳群女性では, 最大咬合力 ( $p < 0.01$ , 表 2), RSST ( $p = 0.049$ , 表 2) の 2 項目において低握力群の方が低くなり, 有意差が認められた. 咀嚼能率スコア ( $p = 0.14$ , 表 2), 刺激時唾液分泌速度 ( $p = 0.58$ , 表 3), 開口量 ( $p = 0.30$ , 表 3) においては, 両群間に有意差は認められなかった.

83 歳群女性では, 最大咬合力 ( $p < 0.01$ , 表 2), 咀嚼能率スコア ( $p < 0.01$ , 表 2) の 2 項目において低握力群の方が低くなり, 有意差が認められた. 刺激時唾液分泌速度 ( $p = 0.40$ , 表 3), RSST ( $p = 0.83$ , 表 2), 舌圧 ( $p = 0.06$ , 表 3), 開口量 ( $p = 0.12$ , 表 3) においては, 両群間に有意差は認められなかった.

#### 4. 分析Ⅳ 年齢群，性別，残存歯数を調整した上での，筋肉量ならびに握力と口腔機能との関連についての検討

73 歳群において，従属変数を最大咬合力，刺激時唾液分泌速度，開口量，独立変数を性別，残存歯数，握力とした重回帰分析では，握力は，性別，残存歯数を調整した上でも，最大咬合力（握力の標準化回帰係数  $\beta=0.08$ ， $p=0.04$ ），開口量（ $\beta=0.19$ ， $p<0.01$ ）と有意な関連を認めしたが，刺激時唾液分泌速度（ $\beta=0.06$ ， $p=0.27$ ）と有意な関連を認めなかった（表 4）．また，73 歳群において，従属変数を咀嚼能率スコア，RSST，独立変数を性別，残存歯数，握力としたロジスティック回帰分析では，握力は，性別，残存歯数を調整すると，RSST（オッズ比 = 1.71， $p<0.01$ ）とは有意な関連を認めしたが，咀嚼能率スコア（オッズ比 = 0.90， $p=0.72$ ）と有意な関連を認めなかった（表 5）．

83 歳群において，従属変数を最大咬合力，

刺激時唾液分泌速度，開口量，舌圧，独立変数を性別，残存歯数，筋肉量とした重回帰分析では，筋肉量は，性別，残存歯数を調整した上でも，舌圧（握力の  $\beta=0.11$ ， $p=0.02$ ）と有意な関連を認めしたが，最大咬合力（ $\beta=0.06$ ， $p=0.10$ ），刺激時唾液分泌速度（ $\beta=-0.04$ ， $p=0.47$ ），開口量（ $\beta=0.07$ ， $p=0.13$ ）と有意な関連を認めなかった（表 6）。また，83 歳群において，従属変数を咀嚼能率スコア，RSST，独立変数を性別，残存歯数，筋肉量とした場合のロジスティック回帰分析では，筋肉量は，性別，残存歯数を調整すると，咀嚼能率スコア（オッズ比 = 0.96， $p=0.52$ ），RSST（オッズ比 = 1.07， $p=0.16$ ）と有意な関連を認めなかった（表 7）。

83 歳群において，従属変数を最大咬合力，刺激時唾液分泌速度，開口量，舌圧，独立変数を性別，残存歯数，握力とした重回帰分析では，握力は，性別，残存歯数を調整した上でも，最大咬合力（ $\beta=0.20$ ， $p<0.01$ ），舌圧

( $\beta=0.22$ ,  $p<0.01$ ), 開口量 ( $\beta=0.16$ ,  $p<0.01$ )と有意な関連を認めたが, 刺激時唾液分泌速度 ( $\beta=0.03$ ,  $p=0.60$ )と有意な関連を認めなかった (表 8). また, 83 歳群において, 従属変数を咀嚼能率スコア, RSST, 独立変数を性別, 残存歯数, 握力とした場合のロジスティック回帰分析では, 握力は, 性別, 残存歯数を調整した上でも, 咀嚼能率スコア (オッズ比 = 2.43,  $p<0.01$ )と有意な関連を認めたが, RSST (オッズ比 = 1.27,  $p=0.15$ )とは有意な関連を認めなかった (表 9).

最後に, 73 歳群と 83 歳群とを合わせて, 全参加者を対象に, 従属変数を最大咬合力, 刺激時唾液分泌速度, 開口量, 独立変数を年齢群, 性別, 残存歯数, 握力とした重回帰分析を行った. その結果, 握力は, 性別, 残存歯数を調整した上でも, 最大咬合力 ( $\beta=0.14$ ,  $p<0.01$ ), 開口量 ( $\beta=0.18$ ,  $p<0.01$ )と有意な関連を認めたが, 刺激時唾液分泌速度 ( $\beta=0.05$ ,  $p=0.18$ )と有意な関連を認めなかった (表 10).

年齢群は，最大咬合力 ( $\beta = -0.15, p < 0.01$ )，刺激時唾液分泌速度 ( $\beta = -0.08, p < 0.01$ )，開口量 ( $\beta = -0.08, p < 0.01$ )と有意な関連を認めた (表 10)．また，73歳群と83歳群とを合わせて，全参加者を対象に，従属変数を咀嚼能率スコア，RSST，独立変数を年齢群，性別，残存歯数，握力としたロジスティック回帰分析を行った．その結果，握力は，性別，残存歯数を調整した上でも，咀嚼能率スコア (オッズ比 = 1.71,  $p < 0.01$ )，RSST (オッズ比 = 1.45,  $p < 0.01$ )と有意な関連を認めた (表 11)．年齢群は，咀嚼能率スコア (オッズ比 = 1.53,  $p = 0.02$ )と有意な関連を認めたが，RSST (オッズ比 = 1.27,  $p = 0.06$ )とは有意な関連を認めなかった (表 z 11)．



## 【 考 察 】

### 1. 分析対象者について

本研究では，対象地域の住民基本台帳に登録されている対象年齢の者すべてに調査依頼書の手紙を送り，調査参加に同意が得られた者のうち，本研究の調査項目すべてを終了することができた者を分析対象者とした．したがって，選択バイアスが生じている可能性があるため，本研究対象者と，同年代の一般的な高齢者とをいくつかの要素について比較した．

本研究対象者の平均握力は，73歳群男性では32.0kgf，73歳群女性では19.4kgf，83歳群男性では25.8kgf，83歳群女性では15.8kgfであった．一方，Seinoらは，6つのコホート研究をまとめた結果，平均握力は，70 - 74歳男性では32.7kgf，80 - 84歳男性では27.7kgf，70 - 74歳女性では21.2kgf，80 - 84歳女性では17.4kgfあったと報告している(34)．本研究対象者の方が，Seinoらの報告よりも握

力がわずかに低かったが，ほぼ同様の結果となった．

本研究対象者の平均残存歯数は，73歳群では20.1本，83歳群では14.9本であったのに対し，平成23年歯科疾患実態調査の70 - 74歳，80 - 84歳における平均残存歯数は，それぞれ17.3本，12.2本であった(35)．本研究対象者の方が，平成23年歯科疾患実態調査の対象者よりも平均残存歯数が多かった．このことから，本研究対象者は，一般的な同年代の高齢者よりも口腔の健康が良好であることが推察される．

また，本研究は，自立した生活を送っている者が多く，決められた日時に，調査会場へ自力で出向くことが可能であった者を対象としていることから，一般的な同年代の高齢者と比べ，健康的な者を対象としている可能性があることを，考慮しなければならない．

## 2. 研究方法について

## 1) 咬合力測定について

咬合力の測定法には，ロードセルなどを咬合させることによって個歯咬合力を測定するもの（36-39），歯列型のシートなどを用いて全歯列の咬合力を測定するもの（40-43），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（44）などがある．

個歯咬合力は，測定する歯の状態が大きく影響し，対象者の歯列全体の状態を反映しているとは言えない．義歯装着者においては，片側咬合となるため，義歯が不安定となる可能性がある．また，今回使用したデンタルプレスケールは，厚さ  $98\mu\text{m}$  と非常に薄く，咬頭嵌合位に近い状態で測定でき，全歯列による最大咬合力を計測することが可能である．また，測定時にはシート以外の特殊な機器は使用せず，簡便で短時間に測定を行うことが可能であるため，多人数の高齢者を対象とする調査に適している．加えて，正確性（45）

と再現性 (46)が高いことも報告されていることから、本研究ではデンタルプレスケールを用いて全歯列による最大咬合力を測定した。

## 2) 咀嚼能率測定について

これまで行われてきた検査用グミゼリーを試料とした咀嚼能率測定法には、グルコース濃度測定法や色素濃度測定法があるが、これら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、一連の操作の温度と時間管理を厳密に規定することで高い正確性と再現性を得られることが確認されている (47)。しかし、これらの方法は、専用の測定装置の設置が必要となり、測定に時間を要することから、多人数の被験者に対して一斉に調査を行う場合には困難となる。そこで、本研究では、咀嚼能率をスコア法により評価した。スコア法による咀嚼能率の測定は、測定機器をまったく必要とせず、視覚資料を用いて評価するため、短時間で行うことが可能である。スコア

法による咀嚼能率評価法は，妥当性があり，高い信頼性を有する測定法であることが示されている（19）．

### 3) 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．安静時唾液は，口腔粘膜の乾燥度を調査するのに適しているとされている（48）．一方，刺激時唾液は，唾液腺の予備能力を示すものであり，咀嚼や嚥下に重要な役割を果たすとされている（48, 49）．刺激時唾液分泌速度は，安静時に比べて，日内変動が少ないことや，情動等による変化が少ない（50）ことから，一定の時間帯に測定を行うことが困難な多人数の調査において利点が多い（51）．また，本研究では，口腔機能の一つとして唾液分泌速度を測定するため，刺激時唾液分泌速度を測定することとした．

#### 4) RSST について

嚥下障害の診断・評価には，嚥下造影検査 (videofluoroscopic examination of swallowing: VF) が最も正確に評価できる方法として用いられているが，設備や被曝などの問題がある．そこで，安全かつ簡便に嚥下障害をスクリーニングする方法として，嚥下運動を外部から観察する際の唯一の指標といえる喉頭挙上を触診で確認し，その回数を数えることで数値化する反復唾液嚥下テスト (Repetitive Saliva Swallowing Test: RSST) が考案された (23)．RSST は，VF における誤嚥所見との相関が高く，誤嚥の有無の判別に関する感度が非常に高いことから，嚥下障害の評価としては，まず RSST にてスクリーニングを行い，30 秒間で 3 回未満の場合はさらに詳細な病歴，身体所見をとり，必要と判断されれば VF を行い，治療方針を決定することが妥当であるとされている (52)．

## 5) 舌圧測定について

舌は咀嚼・嚥下運動において大きな役割を担うが、舌の運動機能は非常に複雑であり、発揮する力の大きさ、方向、速さやリズムなど、すべてを簡単な数値で表すことは困難である。その中で、Hayashiらは、口腔内に取り込んだ食品を舌が口蓋前方部との間で押しつぶす力を舌圧と定義した(25)。また、舌圧は握力や背筋力などと同様に、単純な数値として表すことができ、数値が大きければ良好とされ、数値が増加すれば機能改善と考えられるといくつかの文献で報告されている(53, 54)。

本研究で用いたJMS舌圧測定器は、空気を入れたプローブのバルーン部を舌と口蓋前方部で押しつぶした際に生じる風船内部の圧力の増加値を舌圧として測定するものである。Yoshidaらは、舌圧と食事時のむせの関係を(53)、Onoらは高齢者の嚥下時の食物残留との関係を明らかにして(55)、高齢者の摂食・

嚥下機能を評価する際の舌圧測定の有効性を報告している。

#### 6) 筋肉量測定について

サルコペニアの診断における筋肉量の評価には様々な方法が用いられる。身体画像イメージ法として、コンピュータ断層撮影 (CT スキャン)、磁気共鳴画像法 (MRI) ならびに二重エネルギー X 線吸収測定法 (DXA 法) が挙げられる。CT ならびに MRI は、体内の他の軟部組織から脂肪を切り離すことができる、非常に正確な画像システムである。DXA 法は、二種類の強さの X 線を生体に照射し、それぞれの減衰率から身体組織の組成量を、骨塩量、脂肪量、除脂肪量 (≒ 内臓、筋肉) の 3 種に分け計測する方法で、CT・MRI と並んで精度の高い測定法である。これらの身体画像イメージ法は、高精度である反面、放射線被曝、高額な設備、専門の技師による測定が必要となることなどが問題となる (8)。



本研究で使用したデュアル周波数体組成計 (DC-320, タニタ社) は, 生体インピーダンス分析 (BIA 法) を利用したものである。BIA 法は, 高額な設備を必要とせず, 安全に計測を行うことが可能である。BIA 法は, MRI と良好な相互関係があるとされ, 予測式は多くの民族の成人に対して妥当性が示されている (56)。そのため, BIA 法は DXA 法の代替方法として有用であると考えられる。

ただし, 本研究で使用した体組成計で算出される筋肉量は, 体幹を含めた身体全体の筋肉量である。サルコペニア診断に用いられる筋肉量は, 四肢骨格筋の筋肉量であるため, 本研究で測定された筋肉量を基に, サルコペニアの診断を行うことは不可能であることは留意しておく必要がある。

#### 7) 握力の測定について

握力は, 下肢筋力, 膝の屈伸筋力, ふくらはぎの筋断面積と密接に関連することが報告

されていることから (57), 全身の筋力指標として考えることができる。また, サルコペニアの診断基準の一つとされている (1)。握力測定は, 膝の屈伸筋力などと比べ, 特殊な装置を必要とせず, 安価な握力計のみで計測可能である。さらに, 測定のために訓練を必要としないため, 短時間で多人数の被験者に対して調査を行う場合に有用であると考えられる。

Leong らは, 17 か国で 35-70 歳の約 14 万人を対象として行われた The Prospective Urban-Rural Epidemiology (PURE) study より, 握力の低下が, 心血管系疾患ならびに非心血管系疾患が原因となる死亡率, 心筋梗塞, 脳梗塞と有意な関連を認めることを報告している (58)。また, 心疾患に関連する死亡のリスク比は, 収縮期血圧より握力の方が高かったことも併せて報告している (58)。これらのことから, 握力は, 全身の筋力のみならず, 健康度を予測することのできる指標になり得る

として、近年注目されている。

### 3. 研究結果について

分析 I において、二元配置分散分析ならびに t 検定により、83 歳群の方が 73 歳群よりも、女性の方が男性よりも、残存歯数、最大咬合力、咀嚼能率スコア、刺激時唾液分泌速度、RSST、開口量、舌圧、筋肉量、握力は低く、有意差を認めた。これは、加齢に伴い、様々な機能が低下していくことや、男女間で体格や生理機能が異なるためと考えられる。

分析 II では、筋肉量ならびに握力と、口腔機能との関連を検討するために、Spearman の順位相関係数の検討を行った。その結果、筋肉量ならびに握力ともに、最大咬合力、咀嚼能率スコア、刺激時唾液分泌速度、RSST、舌圧、開口量といった今回計測を行ったすべての口腔機能と有意な相関関係が認められた。

分析 III では、AWGS によるサルコペニア診断基準により低握力群と分類された者と、そ

うでない者における口腔機能の差の検討を行った。その結果、73歳群男性では、咀嚼能率スコア、RSST、開口量の3項目において有意差が認められ、83歳群男性では、最大咬合力、咀嚼能率スコア、RSST、舌圧の4項目において有意差が認められた。一方、73歳群女性では、最大咬合力、RSSTの2項目において有意差が認められ、83歳群女性では、最大咬合力、咀嚼能率スコアの2項目において有意差が認められた。

分析Ⅱ、分析Ⅲより、二変量間の分析において、筋肉量ならびに握力は様々な口腔機能と関連が認められた。そこで、分析Ⅳでは、多変量解析（重回帰分析ならびにロジスティック回帰分析）を用いて、口腔機能と筋肉量ならびに握力との関連について検討を行った。残存歯数は、これまで咬合力や咀嚼能率、唾液分泌、嚥下機能と関連する（30-33）と報告されているため、残存歯数の影響を調整した上でも、筋肉量ならびに握力が口腔機能と関

連しているかということを検証するために，分析Ⅳでは残存歯数を独立変数に含めた．また，特定の口腔機能と密接に関連が予測される指標はそれぞれ考えられるが，すべての口腔機能において，分析条件を同一とするため，独立変数は性別，残存歯数，握力もしくは筋肉量のみとしている．また，年齢群を分けて分析を行うことで，年齢の影響を除外している．73歳群における多変量解析の結果，握力は，最大咬合力，RSST，開口量の3項目と有意な関連が認められた．83歳群において，独立変数を筋肉量とした多変量解析では，筋肉量は，舌圧と有意な関連が認められた．また，83歳群において，独立変数を握力とした多変量解析では，握力は最大咬合力，咀嚼能率スコア，開口量，舌圧の4項目と有意な関連が認められた．一方，73歳群，83歳群を一つの集団とし，年齢群を独立変数に加えた多変量解析の結果，握力は，最大咬合力，咀嚼能率スコア，RSST，開口量の4項目と有意な関連

が認められた。これらの結果より，握力は，73歳群，83歳群において多くの口腔機能と有意な関連が認められ，また，握力は筋肉量よりも多くの口腔機能と関連が認められた。さらに，年齢の影響を調整した場合でも，握力は，多くの口腔機能と有意な関連が認められた。本研究の結果より，握力は，咀嚼・嚥下機能と関連することが示唆された。

最大咬合力と握力との関連についての報告は少ないが，Iinumaらは，自立した生活を送る高齢者489名（平均年齢 $87.8 \pm 2.2$ 歳）を対象としたTokyo Oldest Old Survey on Total Health (TOOTH) Studyの結果から，個歯咬合力は，男性において，椅子立ち上がりテスト，片足立ち時間，握力と関連すると報告している(13)。本研究では，Iinumaらの研究とは咬合力の測定法は異なるが，同様の結果が認められた。

これまでに咀嚼能率と筋肉量ならびに握力との関連についていくつか報告されている。

Murakami らは，東京都在住の高齢者 761 名 (平均年齢 73.0 ± 5.1 歳)を対象として，年齢，BMI，残存歯数，最大咬合力を調整した上でも，サルコペニアの有無は咀嚼能力と有意な関連が認められると報告した (14)．Izuno らは，自立した生活を送る高齢者 66 名 (平均年齢 70.3 ± 5.9 歳)を対象として，握力は年齢，性別，BMI，運動習慣，残存歯数を調整した上でも，咀嚼能率と有意な関連が認められると報告している (15)．本研究では，これまでの研究とは咀嚼能率の測定法は異なるが，同様の結果が認められた．これにより，握力は，残存歯数や咬合力，BMI などと同様に，咀嚼能率に関連する因子の一つであることが示唆された．

刺激時唾液分泌速度と筋肉量ならびに握力との関連についての報告はなく，本研究においても有意な関連は認められなかった．唾液分泌速度は，年齢，性別，薬剤の副作用などによって低下することが報告されている (22)．

59, 60). 刺激時唾液は，筋肉量や筋力の影響よりも，服用薬剤など他の要因の影響が強いため，本研究では，刺激時唾液分泌速度と筋肉量ならびに筋力との関連が認められなかったと考えられる．

これまでに，RSSTと筋肉量ならびに握力との関連についての報告はみられない．本研究では，多変量解析の結果，RSSTと握力との間に有意な関連が認められた．嚥下運動には，主に舌骨下筋群が関与している(61)と考えられるが，体幹四肢の筋力が低下している者では，舌骨下筋群の筋力も同様に低下していると推測されるため，握力とRSSTとの間に有意な関連が認められたと考えられる．RSSTには，唾液分泌量や末梢，中枢神経機能といった多数の因子が関連するとされているが，握力もRSSTに関連する因子の一つとして考えられる．

舌圧と筋肉量ならびに握力との関連については，これまでにいくつか報告されている．



Tsuga らは，介護ケアを受けておりフレイル（虚弱）と考えられる高齢者 129 名（平均年齢 84 ± 8 歳）を対象として，舌圧を測定した結果，フレイルとなっている高齢者の舌圧は，健康で 28 本の歯を有する 70 - 79 歳 61 名を対象として，舌圧測定を行った過去の研究結果と比べて，低いことを報告している（62）．

Buehring らは，自立した生活を送る 70 歳以上の高齢者 97 名（平均年齢 80.7 歳）を対象として，舌圧が低い者ほど，握力，跳躍高さ，跳躍力が低いことを報告している（63）．そのほか，舌圧はサルコペニアや握力と関連することが報告されている（64, 65）．本研究でも，これまでの研究と同様に，舌圧と筋肉量ならびに握力との関連が認められた．

開口量と握力との関連については，これまで報告されていないが，本研究では，開口量と握力との関連が認められた．開口には，顎二腹筋，顎舌骨筋，オトガイ舌骨筋などの舌骨上筋群が関与している．そのため，体幹四

肢の筋力低下とともにこれらの筋力が低下することにより，開口量が低下するものと考えられる．しかしながら，開口量には顎関節の状態も大きく影響し，筋力は開口量に影響を与える因子の一つと考えられる．

前述のようにサルコペニアの診断には，筋肉量の低下が必須項目とされているが，本研究の結果では，握力すなわち，筋力の方が筋肉量よりも多くの口腔機能と関連が認められた．このことから，口腔機能は，形態学的な指標である筋肉量より，握力という機能的な指標の方が関連が強い可能性が考えられる．筋肉量と握力で口腔機能との関連に違いが生じた理由の一つとして，筋力低下が必ずしも筋肉量低下と同時に生じるわけではないことが考えられる．Maniniらは，サルコペニアは，加齢に伴う筋肉量の低下と，筋力低下あるいは身体機能低下により診断されるというこれまでの考え方とは異なり，加齢に伴う筋肉量低下を *sarcopenia*，加齢に伴う筋力低下を

**dynapenia** と定義し， **dynapenia** (筋力低下)は **sarcopenia** (筋肉量低下)よりも，身体機能低下や身体機能障害と関連すると報告している(66)．また， **Manini** らは， **dynapenia** 発症には，中枢神経の活動低下などによる神経系の発症要因と，筋線維の構造，機能変化による筋肉系の発症要因の双方から生じると述べており(66)， **sarcopenia** は筋肉系の **dynapenia** 発症要因に含まれるとしている(66)．すなわち， **sarcopenia** は，いくつかある **dynapenia** 発症要因の一つではないかとしている．また， **Delmonico** らは，健康な 70 - 79 歳の高齢者 3075 名を対象とした縦断研究である **Health ABC Study** により，筋肉量が低下した者ほど筋力低下は早く進行するが，筋肉量を維持できていた者でも筋力低下は防止できるわけではなかったと報告している(67)．

食物を摂取する際，まず，口腔内に食物を挿入するためには，開口筋を緊張させることによる，大きな開口が必要となる．次に，適

切な咬合力を発揮し食物を咬断，粉碎することが必要である．さらに，一度噛んだ食片を舌と頬を用いて再度咬合面に載せ，咀嚼を繰り返す．そして，嚥下には舌内筋や舌骨上・下筋群の筋力が必須である．このように，食物摂取の始まりから嚥下まで，適切な筋力がなければならぬことは容易に想像できる．そのため，筋肉量の減少や，神経筋機構の不調和により生じる筋力の低下は，特定の口腔機能だけでなく，咀嚼，嚥下，開口といった，様々な口腔機能の低下に関連すると考えられる．

#### 4. 本研究の意義

本研究は，口腔機能（最大咬合力，咀嚼能率スコア，刺激時唾液分泌速度，RSST，舌圧，開口量）と筋肉量ならびに握力との関連について，比較的健康的な地域住民の高齢者を対象として検討したものである．本研究により，筋肉量ならびに握力と，咀嚼，嚥下，開口等

の様々な口腔機能との間に関連が認められ、特に握力は、筋肉量よりも多くの口腔機能と関連することが示された。

これまでに報告されている、口腔機能と低栄養との関連、低栄養と筋力低下、サルコペニアとの関連に加え、本研究により、筋力低下と口腔機能との関連が認められたことにより、咀嚼・嚥下機能低下から低栄養、サルコペニアへと至る負のスパイラルへと陥る可能性が示された。この負のスパイラルから抜け出すためには、咀嚼・嚥下機能低下、低栄養、筋力低下に対して、歯科医師のほか、栄養指導や運動訓練を行う様々な職種が連携し、サルコペニアに対処することで、高齢者の健康状態を維持し、機能低下を予防することが重要であると考えられる。

また、すでに筋力の低下が疑われる高齢者に対し、歯科治療、特に補綴治療を通じて口腔機能の回復を図る場合、治療前に握力の測定を行い、全身的な筋力の状態を把握してお

くことが，補綴治療を行うことで，どの程度まで口腔機能の回復が見込めるのかを予測する上でも重要であると考えられる．筋力が低下しており，補綴治療のみでは良好な口腔機能を得ることが困難であると予測される場合，食形態の変更などを行い，患者の栄養状態を維持することが必要であると考えられる．

本研究の結果より，高齢者の口腔機能を改善することで，栄養摂取状態を改善し，筋力の維持を図るだけでなく，体幹四肢の筋力トレーニングを行うことで，口腔機能を改善することができる可能性が示された．

#### 【総括ならびに結論】

自立した生活を送る 73 歳，83 歳の高齢者において，全身の筋力指標である握力は多くの口腔機能と関連することが明らかとなった．

## 【 謝 辞 】

本稿を終えるにあたり，本研究を行う機会を与えていただき，終始変わらぬ御指導を賜った大阪大学大学院歯学研究科 前田芳信教授に深甚なる感謝の意を示します．また，本研究課題を遂行するにあたり，詳細，多岐にわたる御教示，御指導を賜った大阪大学大学院歯学研究科 池邊一典准教授ならびに松田謙一先生，SONIC Studyの研究グループの先生方(大阪大学大学院人間科学研究科 権藤恭之先生，大阪大学大学院医学系研究科 神出計先生，東京都健康長寿医療センター研究所 石崎達郎先生・増井幸恵先生，慶應義塾大学病院百寿総合研究センター 新井康通先生)に心から感謝いたします．

最後に本研究を進めるにあたり，御理解，御協力をいただきました本学顎口腔機能再建学講座 有床義歯補綴学・高齢者歯科学分野の教室員各位ならびに研究対象者の皆様に深く御礼申し上げます．

【 文 献 】

1. 原田 敦 , 松 下 雅 弘 , 江 頭 正 人 , 金 信 敦 ,  
神 崎 恒 一 , 重 本 和 宏 ほ か : サ ル コ ペ ニ ア : 定  
義 と 診 断 に 関 す る 欧 州 関 連 学 会 の コ ン セ ン サ  
ス の 監 訳 と Q & A 日 本 老 年 医 学 会 雑 誌  
2012; 49(6): 788-805.
2. Cawthon PM, Marshall LM, Michael Y, Dam  
TT, Ensrud KE, Orwoll ES et al. Frailty in  
older men: prevalence, progression, and  
relationship with mortality. *J Am Geriatr Soc*  
2007; 55: 1216-1223.
3. Lauretani F, Russo CR, Bandinelli S,  
Bartali B, Cavazzini C, Ferrucci L et al.  
Age-associated changes in skeletal muscles  
and their effect on mobility: an operational  
diagnosis of sarcopenia. *J Appl Physiol* 2003;  
95: 1851-1860.
4. Rolland Y, Czerwinski S, Abellan Van Kan  
G, Morley JE, Cesari M, Vellas B et al.  
Sarcopenia: its assessment, etiology,



- pathogenesis, consequences and future perspectives. *J Nutr Health Aging* 2008; 12: 433-450.
5. Topinkova E. Aging, disability and frailty. *Ann Nutr Metab* 2008; 526-511.
6. Hartman MJ, Fields DA, Byrne NM, Hunter GR. Resistance training improves metabolic economy during functional tasks in older adults. *J Strength Cond Res* 2007; 21: 91-95.
7. Alfonso J. Cruz-Jentoft, Jean Pierre Baeyens, Jürgen M. Bauer, Maruo Zamboni Sarcopenia: European consensus on definition and diagnosis Report of the European Working Group on Sarcopenia in Older People. *Age and Ageing* 2010; 39: 412-423.
8. Chien MY, Huang TY, Wu YT: Prevalence of sarcopenia estimated using a bioelectrical impedance analysis prediction equation in community-dwelling elderly people in Taiwan. *J Am Geriatr Soc* 2008; 56: 1710-1715.

9. Qian-Li Xue, Karen Bandeen-Roche, Ravi Varadhan, Jing Zhou, and 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: Medical Sciences* 2008; 63(9): 984-990.
10. Tamura BK, Bell CL, Masaki KH, Amella EJ. Factors associated with weight loss, low BMI, and malnutrition among nursing home patients: a systematic review of the literature. *JAMDA* 2013; 14: 649-655.
11. Yanai H. Nutrition for sarcopenia. *J Clin Med Res.* 2015; 7(12): 926-931.
12. Mithal A, Bonjour JP, Boonen S, Burckhardt P, Degens H, Dawson-Hughes B et al. Impact of nutrition on muscle mass, strength, and performance in older adults. *Osteoporos Int* 2013; 24: 1555-1566.
13. Iinuma T, Arai Y, Fukumoto M, Takayama

- M, Abe Y, Hirose N et al. Maximum occlusal force and physical performance in the oldest old: the Tokyo oldest old survey on total health. *J Am Geriatr Soc* 2012; 60: 68-76.
14. Murakami M, Hirano H, Watanabe Y, Sakai K, Kim H, Katakura A. Relationship between chewing ability and sarcopenia in Japanese community-dwelling older adults. *Geriatr Gerontol Int*. 2015; 15(8): 1007-1012.
15. Izuno H, Hori K, Sawada M, Fukuda M, Hatayama C, Ito K, Nomura Y, Inoue M. Physical fitness and oral function in community-dwelling older people: a pilot study. *Gerodontology*. 2015 [Epub ahead of print].
16. Murakami K, Hirano H, Watanabe Y, Eda Hiro A, Ohara Y, Hironaka S et al. Relationship between swallowing function and the skeletal muscle mass of older adults requiring long-term care. *Geriatr Gerontol Int*

2015; 15: 1185-1192.

17. Ikebe K, Nokubi T, Morii K, Kashiwagi J, Furuya M. Association of bite force with ageing and occlusal support in older adults.

*Journal of Dentistry* 2005; 33(2): 131-137.

18. Hidaka O, Iwasaki M, Saito M, Morimoto T. Influence of clenching intensity on bite force balance, occlusal contact area, and average bite pressure. *Journal of Dental Research* 1999; 78(7): 1336-1344.

*Research* 1999; 78(7): 1336-1344.

19. Nokubi T, Yoshimuta Y, Nokubi F, Yasui S, Kusunoki C, Yokota K et al. Validity and reliability of a visual scoring method for masticatory ability using test gummy jelly.

*Gerodontology* 2013; 30: 76-82.

20. 河野正司：唾液—歯と口腔の健康。東京：医歯薬出版；2004，8

21. Osterberg T, Landahl S, Hedegard B. Salivary flow, saliva, pH and buffering capacity in 70-year-old men and women.

Correlation to dental health, dryness in the mouth, disease and drug treatment. *J Oral Rehabil* 1984; 11: 157-170.

22. Närhi TO, Kurki N, Ainamo A. Saliva, salivary micro-organisms, and oral health in the home-dwelling old elderly--a five-year longitudinal study. *J Dent Res* 1999; 78: 1640-1646.

23. 小口和代, 才藤栄一, 水野雅康, 馬場尊, 奥井美枝, 鈴木美保. 機能的嚥下障害スクリーニングテスト「反復唾液嚥下テスト」(the Repetitive Saliva Swallowing Test: RSST) の検討 (1) 正常値の検討. *リハビリテーション医学* 2000; 37: 375-382.

24. Hori K, Ono T, Tamine K, Kondo J, Hamanaka S, Hatsuda M et al. Newly developed sensor sheet for measuring tongue pressure during swallowing. *J Prosthodont Res* 2009; 53: 28-32.

25. Hayashi R, Tsuga K, Hosokawa R,

- Yoshida M, Sato Y, Akagawa Y. A novel handy probe for tongue pressure measurement. *Int J Prosthodont* 2002; 15: 385-388.
26. Adams V, Mathisen B, Baines S, Lazarus C, Callister R. Reliability of measurements of tongue and hand strength and endurance using the Iowa Oral Performance Instrument with healthy adults. *Dysphagia* 2014; 29: 83-95.
27. Steele CM, Bailey GL, Molfenter SM, Yeates EM. Rationale for strength and skill goals in tongue resistance training: A review. *Perspect Swallow Swallow Disord* 2009; 18: 49-54.
28. Arai H, Akishita M, Chen LK. Growing research on sarcopenia in Asia. *Geriatr Gerontol Int* 2014; 14(1): 1-7.
29. 対馬栄輝. 医療用研究論文の読み方・まとめ方—論文のPECOから正しい統計的判断まで. 東京: 東京図書; 2011, 121-124.
30. Tsuga k, Carlsson G.E Osterberg T,

Karlsson S. Self-assessed masticatory ability in relation to maximal bite force and dental state in 80-year-old subjects. *J Oral Rehabil.* 1998; 25(2): 117-124.

31. Okamoto N, Tomioka K, Saeki K, Iwamoto J, Morikawa M, Harano A et al. Relationship between swallowing problems and tooth loss in community-dwelling independent elderly adults: the Fujiwara-kyo study. *J Am Geriatr Soc* 2012; 60(5): 849-853.

32. Ikebe K, Matsuda K, Morii K, Hazeyama T, Kagawa R, Nokubi T et al. Relationship between bite force and salivary flow in older adults. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod* 2007; 104(4): 510-515.

33. Ikebe K, Matsuda K, Kagawa R, Enoki K, Okada T, Maeda Y. Masticatory performance in older subjects with varying degrees of tooth loss. *J Dent* 2012; 40(1): 71-76.

34. Seino S, Shinkai S, Fujiwara Y, Obuchi S,

Yoshida H, Takahashi R. Reference values and age and sex differences in physical performance measures for community-dwelling older Japanese: a pooled analysis of six cohort studies. *PLoS One* 2014; 9(6): e99487.

35. 厚生労働省. 平成 23 年 歯科疾患実態調査 結果の概要について

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

36. Floystrand F, Kleven E, Oilo G. A novel miniature bite force recorder and its clinical application. *Acta Odontol Scand* 1982; 40: 209-214.

37. Bakke M, Holm B, Jensen BL, Michler L, Moller E. Unilateral, isometric bite force in 8-68-year-old women and men related to occlusal factors. *Scand J Dent Res* 1990; 98: 149-158.

38. Tortopidis D, Lyons MF, Baxendale RH. Bite force, endurance and masseter muscle



fatigue in healthy edentulous subjects and those with tmd. *J Oral Rehabil* 1999; 26: 321-328.

39. Yeh CK, Johnson DA, Dodds MW, Sakai S, Rugh JD, Hatch JP. Association of salivary flow rates with maximal bite force. *J Dent Res* 2000; 79: 1560-1565.

40. Okiyama S, Ikebe K, Nokubi T. Association between masticatory performance and maximal occlusal force in young men. *J Oral Rehabil* 2003; 30: 278-282.

41. Ikebe K, Matsuda K, Morii K, Furuya-Yoshinaka M, Nokubi T, Renner RP. Association of masticatory performance with age, posterior occlusal contacts, occlusal force, and salivary flow in older adults. *Int J Prosthodont* 2006; 19: 475-481.

42. Ikebe K, Matsuda K, Kagawa R, Enoki K, Yoshida M, Maeda Y, et al. Association of masticatory performance with age, gender,

number of teeth, occlusal force and salivary flow in japanese older adults: Is ageing a risk factor for masticatory dysfunction? *Arch Oral Biol* 2011; 56: 991-996.

43. Lyons MF, Sharkey SW, Lamey PJ. An evaluation of the t-scan computerised occlusal analysis system. *Int J Prosthodont* 1992; 5: 166-72.

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

45. Suzuki T, Kumagai H, Watanabe T, Uchida T, Nagao M. Evaluation of complete denture occlusal contacts using pressure-sensitive sheets. *Int J Prosthodont* 1997; 10: 386-391.

46. Matsui Y, Ohno K, Michi K, Suzuki Y, Yamagata K. A computerized method for evaluating balance of occlusal load. *J Oral Rehabil* 1996; 23: 530-535.

47. Ikebe K, Morii K, Matsuda K, Hazeyama T,

Nokubi T. Reproducibility and accuracy in measuring masticatory performance using test gummy jelly. *Prosthodontic Research and Practice* 2005; 4: 9-15.

48. Edgar M, Dawes C. (2004): Saliva and oral health. *British Dental Associations*. Third Edition, 32-49.

49. 河村洋二郎. 唾液腺の生理. 京都: 永末書店; 1982, 274-337.

50. Rantonen PJ, Meurman JH. Viscosity of whole saliva. *Acta Odontol Scand* 1998; 56: 210-214.

51. Ikebe K, Sajima H, Kobayashi S, Hata K, Morii K, Ettinger RL et al. Association of salivary flow rate with oral function in a sample of community-dwelling older adults in Japan. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod* 2002; 94: 184-190.

52. 小口和代, 才藤栄一, 馬場尊, 楠戸正子, 田中ともみ, 小野木啓子. 機能的嚥下障害ス

クリーニングテスト「反復唾液嚥下テスト」  
(the Repetitive Saliva Swallowing Test: RSST)  
の検討 (2) 妥当性の検討. リハビリテーション  
医学 2000;37: 383-388.

53. Yoshida M, Kikutani T, Tsuga K,  
Utano hara Y, Hayashi R, Akagawa Y. Decreased  
tongue pressure reflects symptom of dysphagia.  
*Dysphagia* 2006; 21(1): 61-65.

54. Utano hara Y, Hayashi R, Yoshikawa M,  
Yoshida M, Tsuga K, Akagawa Y. Standard  
values of maximum tongue pressure taken  
using newly developed disposable tongue  
pressure measurement device. *Dysphagia* 2008;  
23(3): 286-290.

55. Ono T, Kumakura I, Arimoto M, Hori K,  
Dong J, Iwata H et al. Influence of bite force  
and tongue pressure on oro-pharyngeal residue  
in the elderly. *Gerodontology* 2007; 24: 143-  
150.

56. Janssen I, Heymsfield SB, Baumgartner

- RN, Ross R. Estimation of skeletal muscle mass by bioelectrical impedance analysis. *J Appl Physiol* 2000; 89: 465-471.
57. Lauretani F, Russo CR, Bandinelli S, Bartali B, Cavazzini C, Di Iorio A, et al. Age-associated changes in skeletal muscles and their effect on mobility: An operational diagnosis of sarcopenia. *J Appl Physiol* 2003; 95: 1851-1860.
58. Leong DP, Teo KK, Rangarajan S, Lopez-Jaramillo P, Avezum A Jr, Yusuf S et al. Prognostic value of grip strength: findings from the Prospective Urban Rural Epidemiology (PURE) study. *Lancet* 2015; 386: 266-273.
59. Osterberg T, Landahl S, Hedegård B. Salivary flow, saliva, pH and buffering capacity in 70-year-old men and women. Correlation to dental health, dryness in the mouth, disease and drug treatment. *J Oral*

*Rehabil* 1984; 11: 157-170.

60. Navazesh M, Brightman VJ, Pogoda JM. Relationship of medical status, medications, and salivary flow rates in adults of different ages. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod*. 1996; 81(2): 172-176.

61. 金子芳洋, 千野直一, 才藤栄一, 田山二郎, 藤島一郎, 向井美恵. 摂食・嚥下リハビリテーション. 東京: 医歯薬出版; 1998, 26-27.

62. Tsuga K, Yoshikawa M, Oue H, Okazaki Y, Tsuchioka H, Akagawa Y. Maximal voluntary tongue pressure is decreased in Japanese frail elderly persons. *Gerodontology*. 2012; 29(2): e1078-1085.

63. Buehring B, Hind J, Fidler E, Krueger D, Binkley N, Robbins J. Tongue strength is associated with jumping mechanography performance and handgrip strength but not with classic functional tests in older adults. *J*

*Am Geriatr Soc.* 2013; 61(3): 418-422.

64. Maeda K, Akagi J. Decreased tongue pressure is associated with sarcopenia and sarcopenic dysphagia in the elderly.

*Dysphagia.* 2015; 30(1): 80-87.

65. Mendes AE, Nascimento L, Mansur LL, Callegaro D, Jacob Filho W. Tongue forces and handgrip strength in normal individuals: association with swallowing. *Clinics.* 2015; 70(1): 41-45.

66. Manini TM, Clark BC. Dynapenia and Aging: An Update. *J Gerontol A Biol Sci Med Sci* 2012; 67(1): 28-40.

67. Delmonico MJ, Harris TB, Visser M, Park SW, Conroy MB, Velasquez-Mieyer P, et al. Longitudinal study of muscle strength, quality, and adipose tissue infiltration. *Am J Clin Nutr* 2009; 90: 1579-1585.





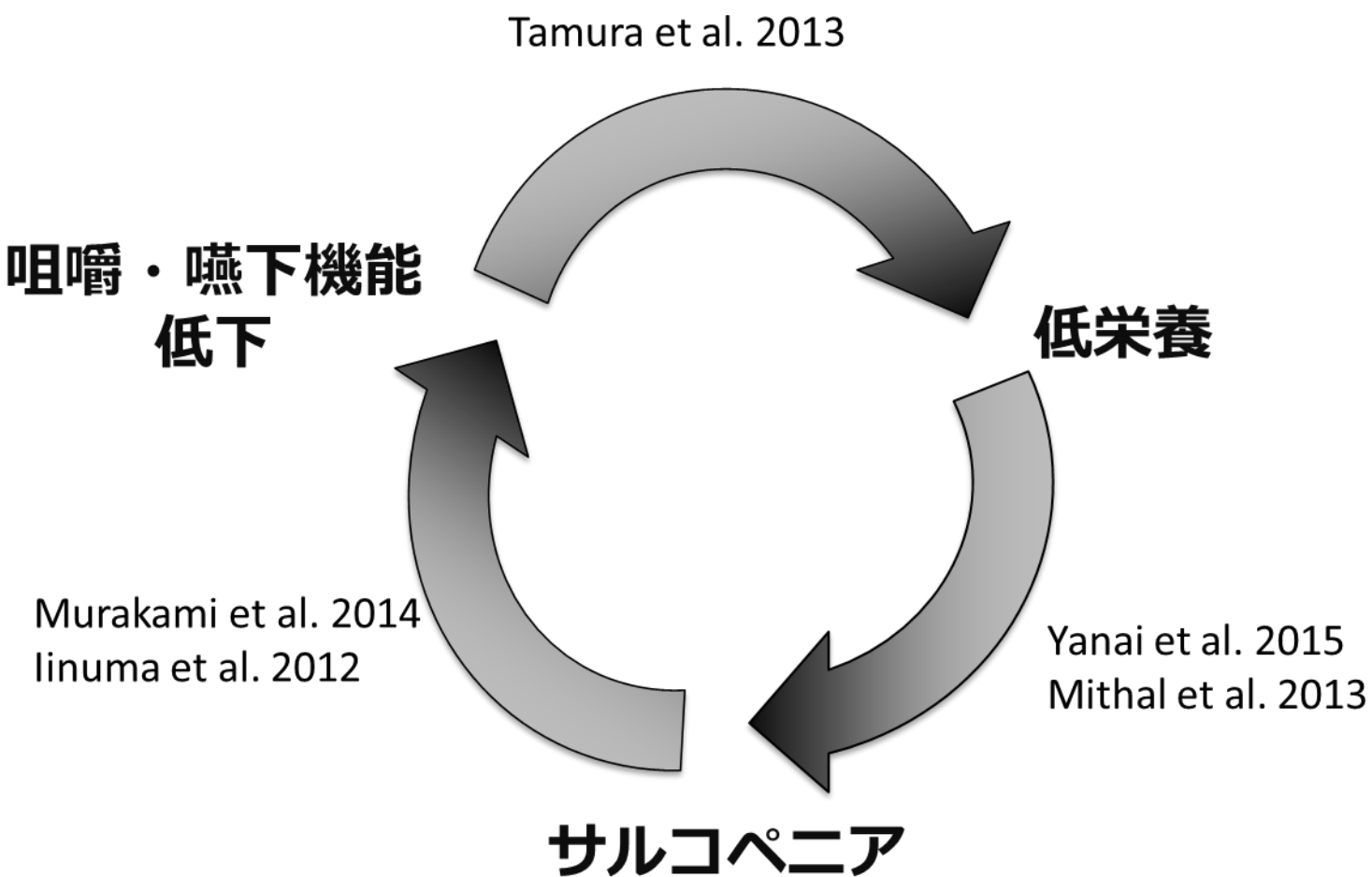


図 2. 咀嚼・嚥下機能低下，低栄養，サルコペニアの関連図

対象地域(兵庫県伊丹市・朝来市, 東京都板橋区・西多摩郡)の住民基本台帳から対象年齢の者すべてを抽出

69 - 71歳 (73歳群) 4267名  
79 - 81歳 (83歳群) 5378名

研究参加に同意した者: ベースライン時

70歳群 1000名 (男性477名, 女性523名)  
80歳群 937名 (男性457名, 女性516名)

3年後の追跡調査に参加

73歳群 657名  
83歳群 514名

対象地域の住民基本台帳から,  
ベースライン調査に参加していない者  
をすべて抽出

72 - 74歳 (73歳群) 3472名  
82 - 84歳 (83歳群) 3736名

研究参加に同意した者 (新規参加者)

73歳群 242名  
83歳群 312名

調査項目を終えず除外した者: 73歳群 35名  
83歳群 17名

分析対象者

73歳群 864名 (男性411名, 女性453名)  
83歳群 809名 (男性407名, 女性402名)

図3. 対象者の抽出

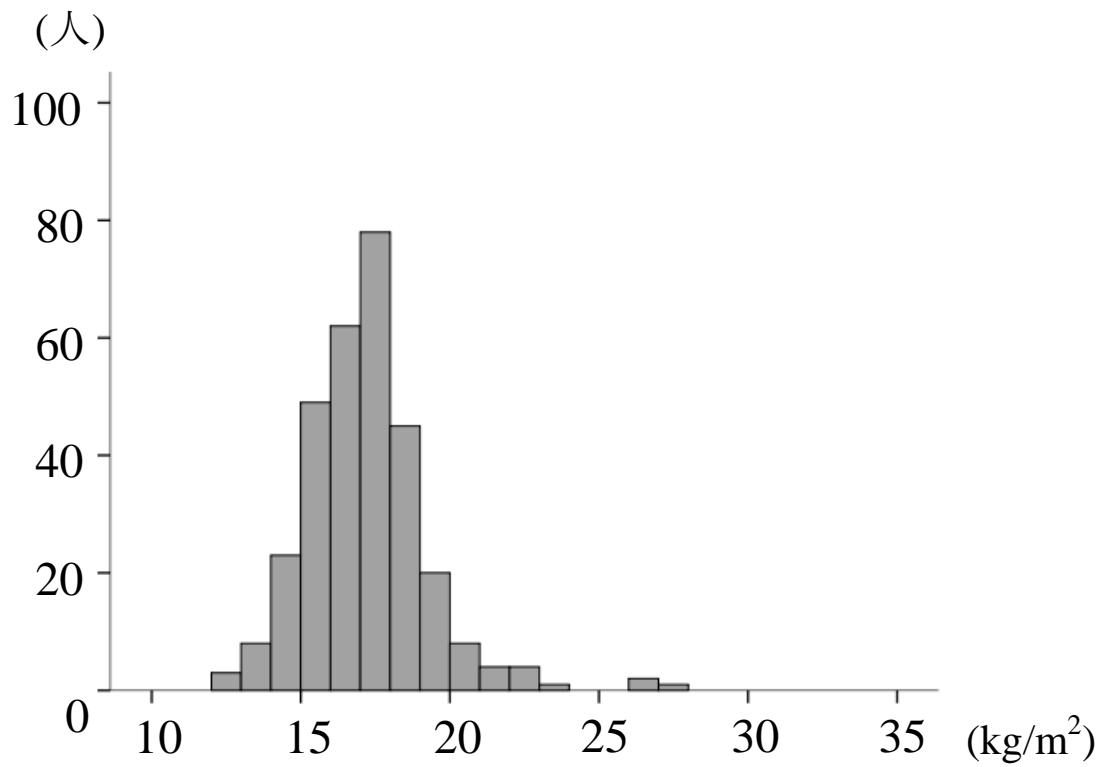


図4. 筋肉量の分布 (83歳群, 男性)

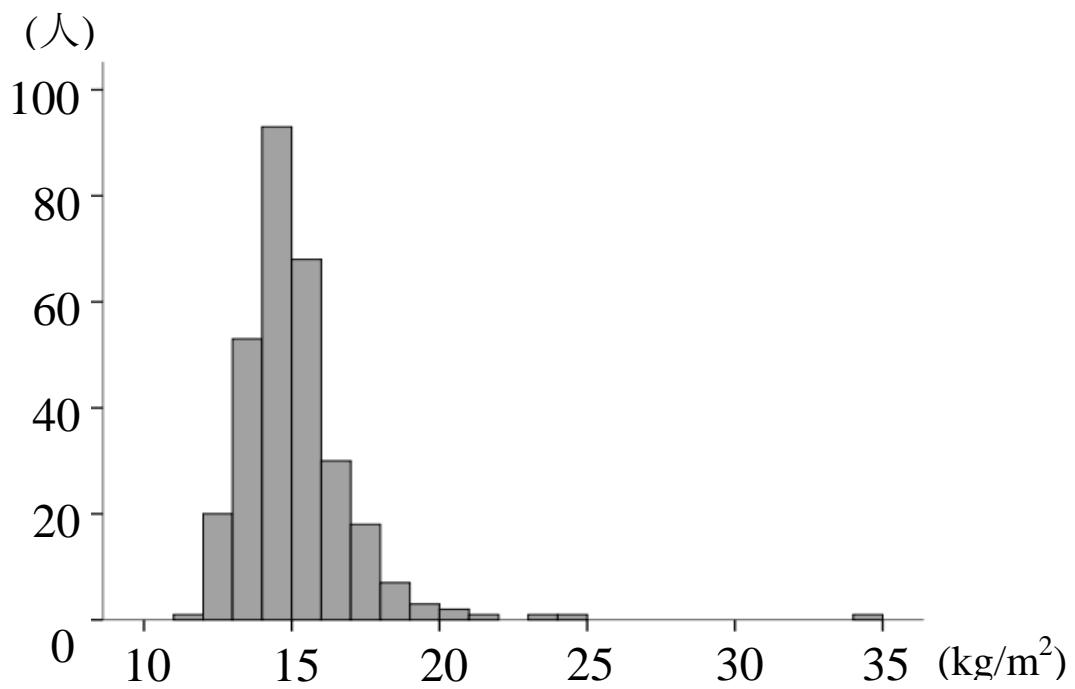


図5. 筋肉量の分布 (83歳群, 女性)

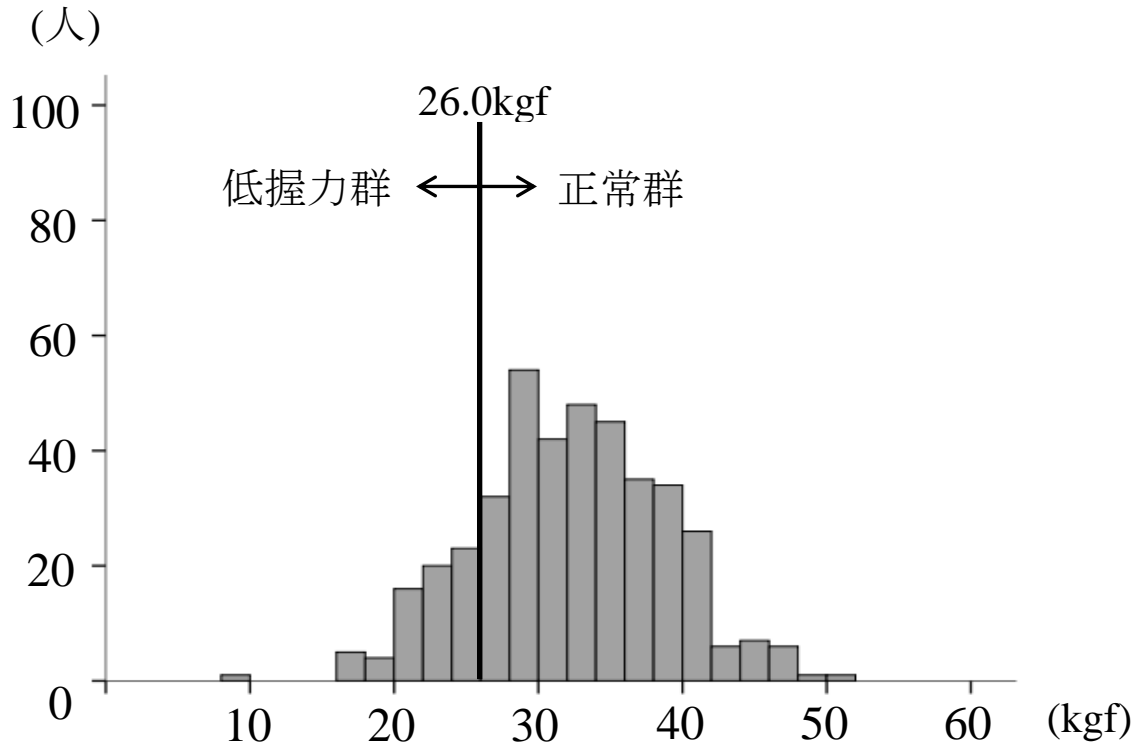


図6. 握力の分布 (73歳群, 男性)

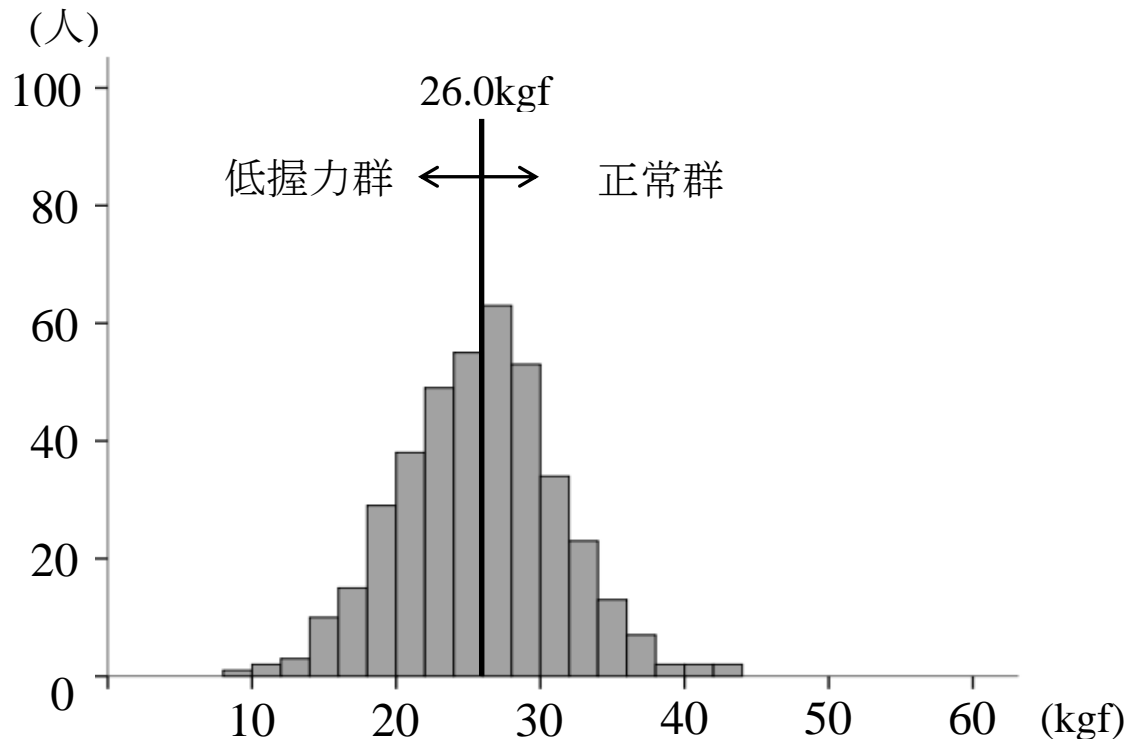


図7. 握力の分布 (83歳群, 男性)

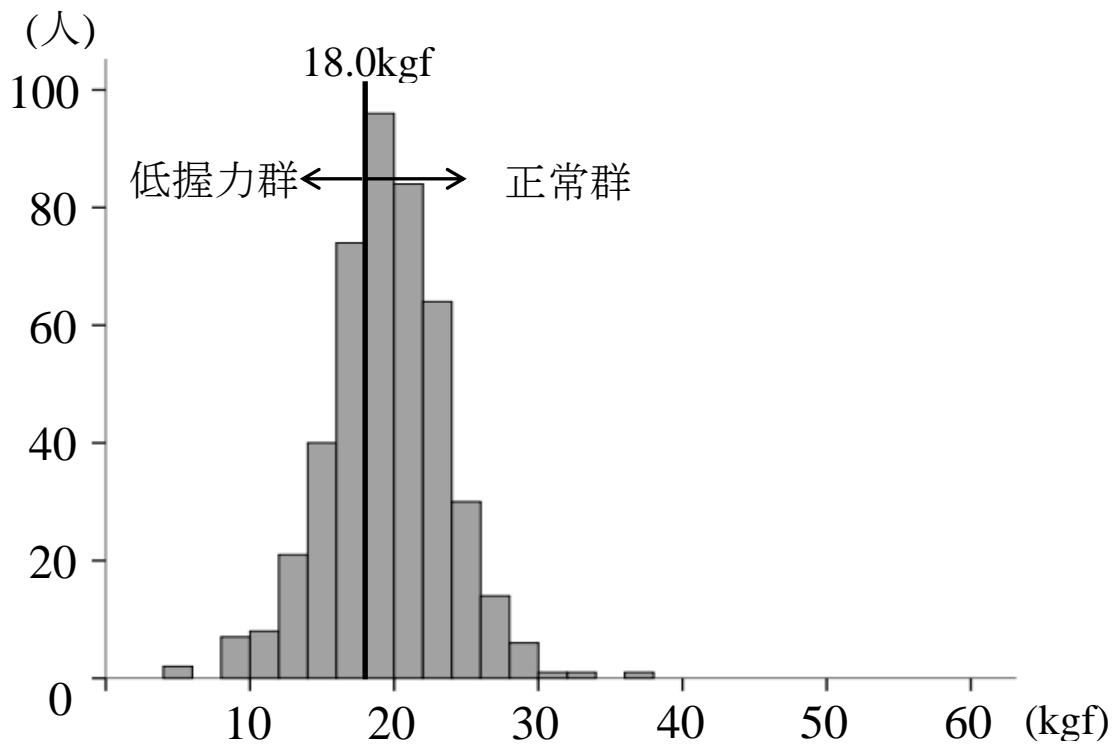


図8. 握力の分布 (73歳群, 女性)

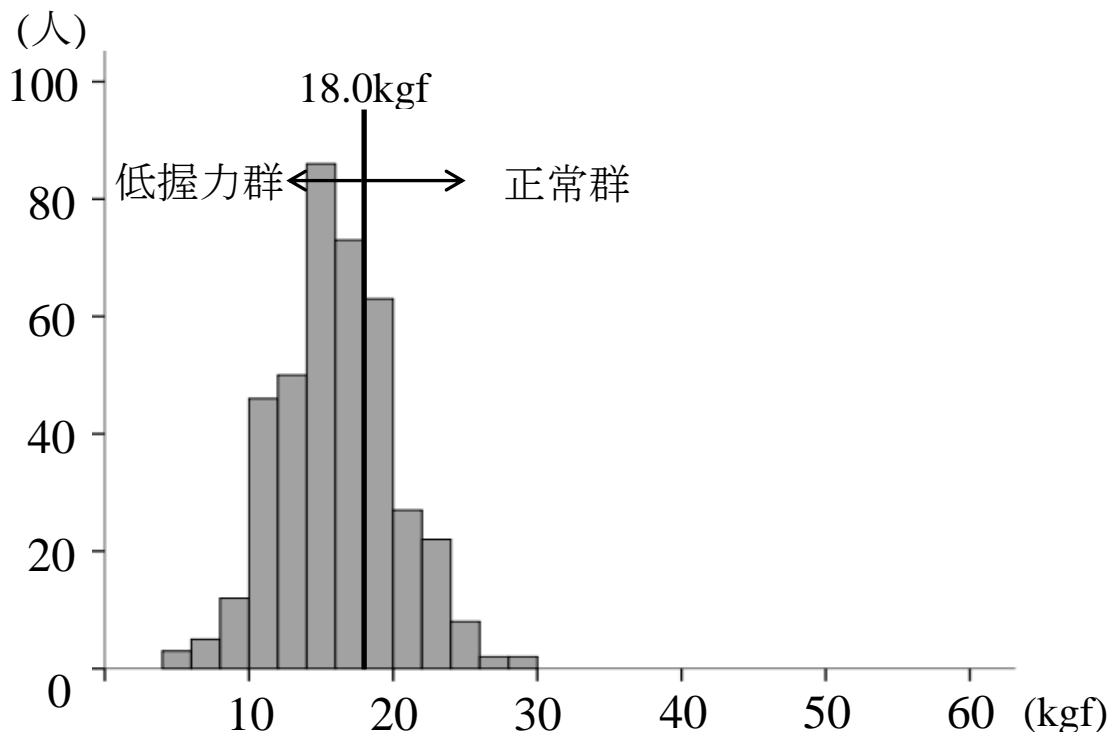


図9. 握力の分布 (83歳群, 女性)

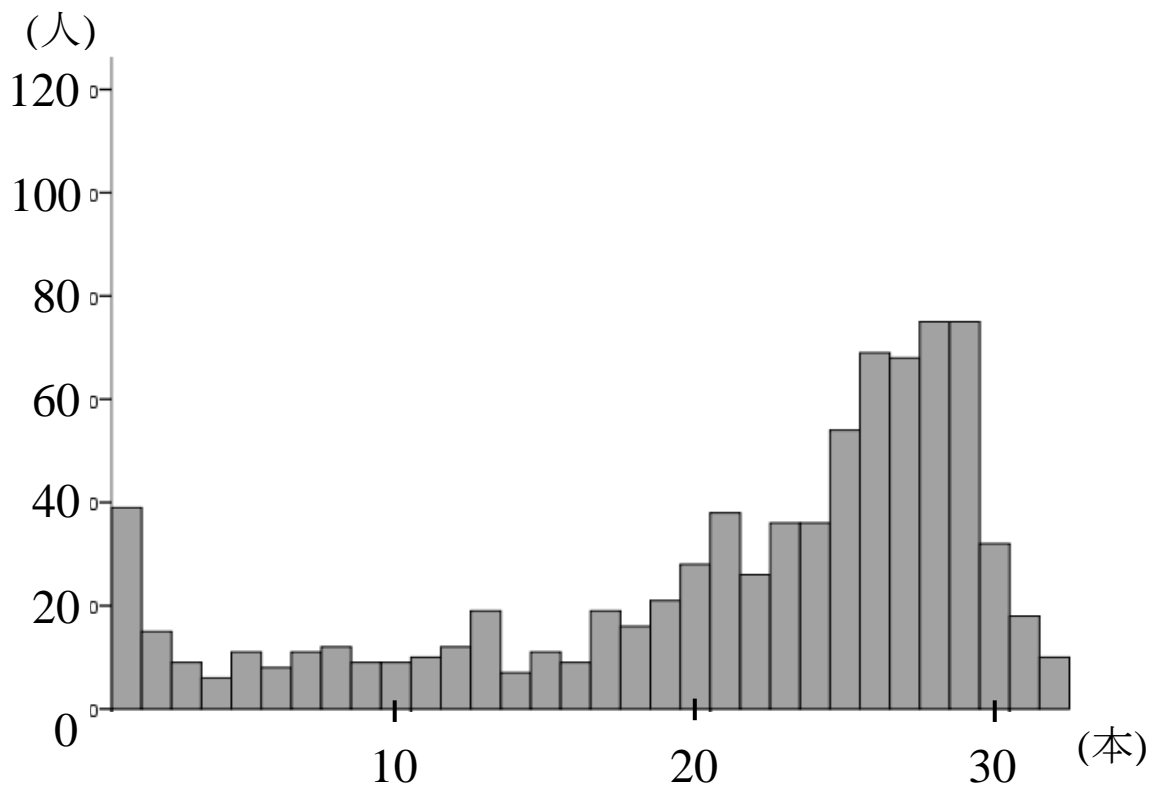


図10. 残存歯数の分布 (73歳群)

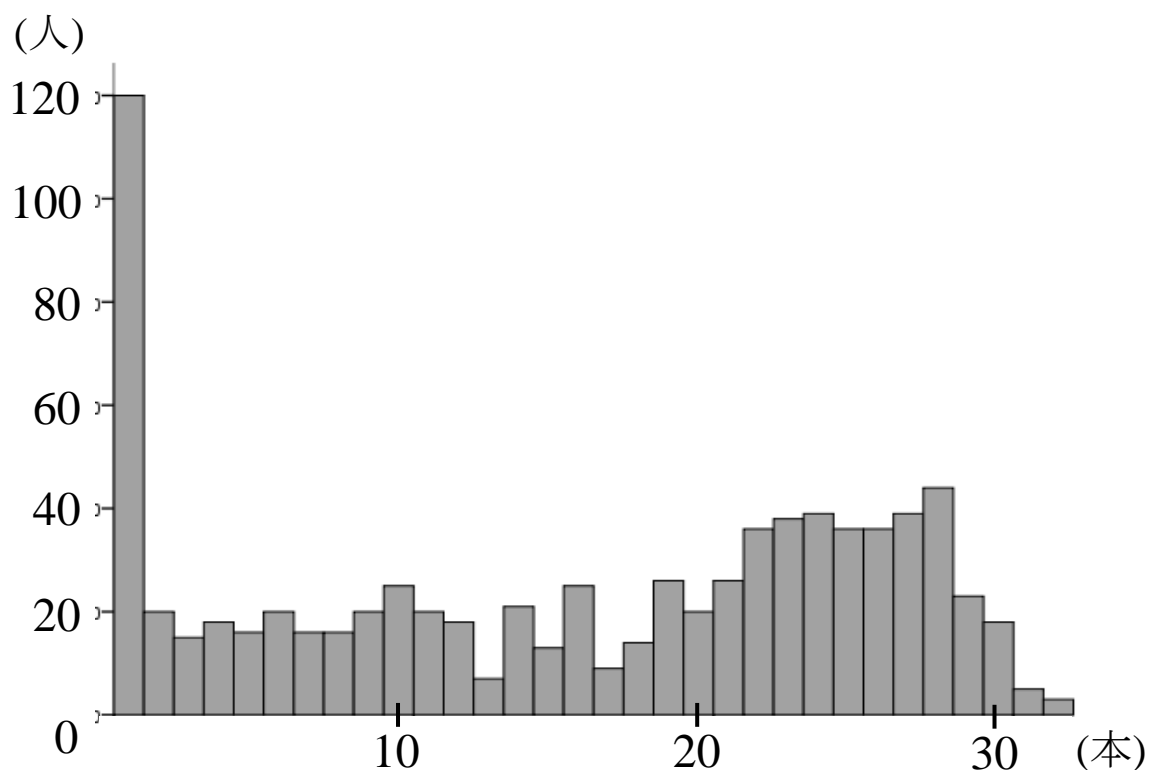


図11. 残存歯数の分布 (83歳群)

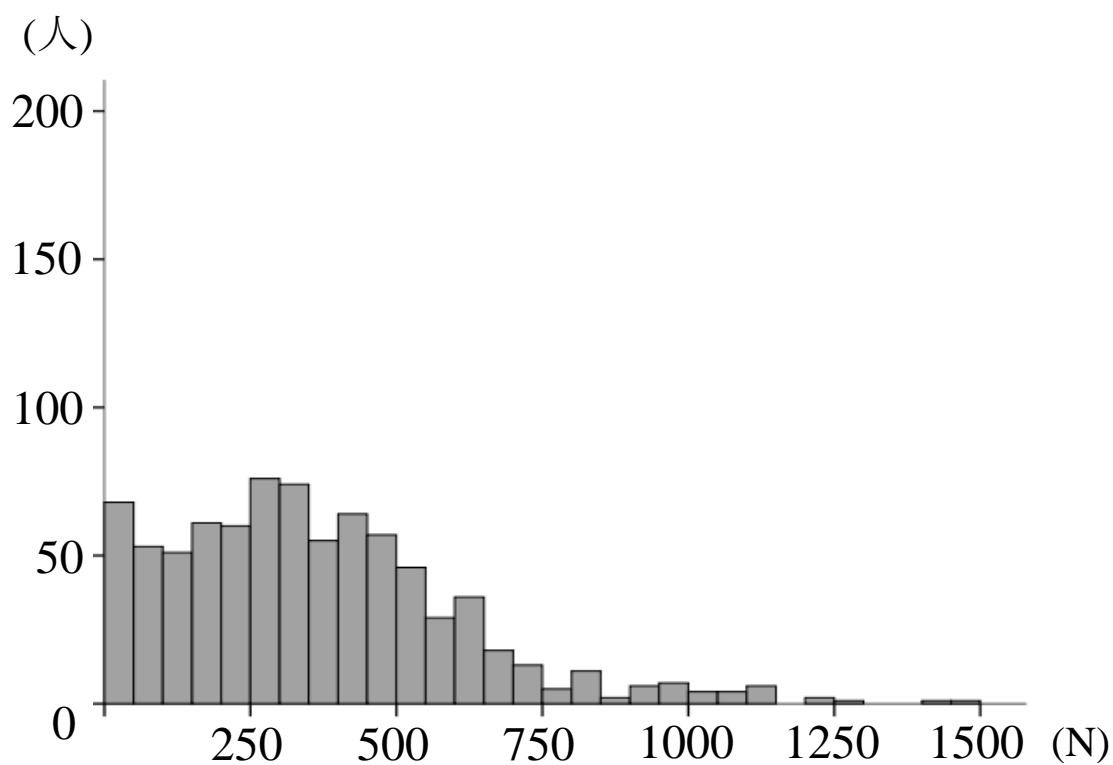


図12. 最大咬合力の分布 (73歳群)

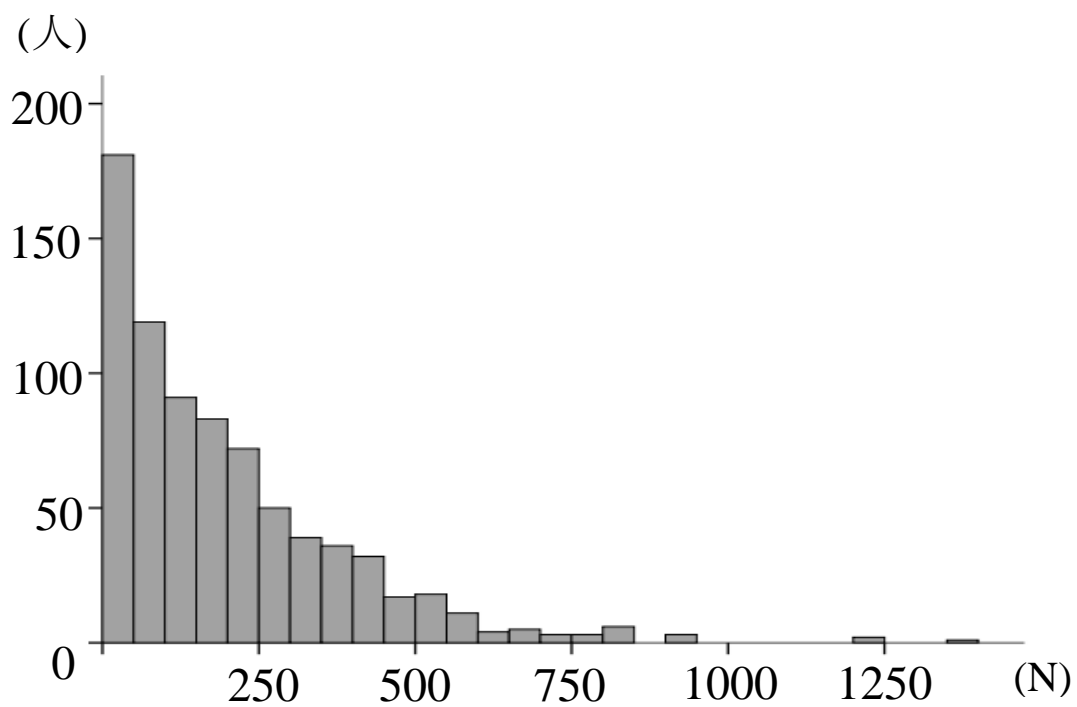


図13. 最大咬合力の分布 (83歳群)

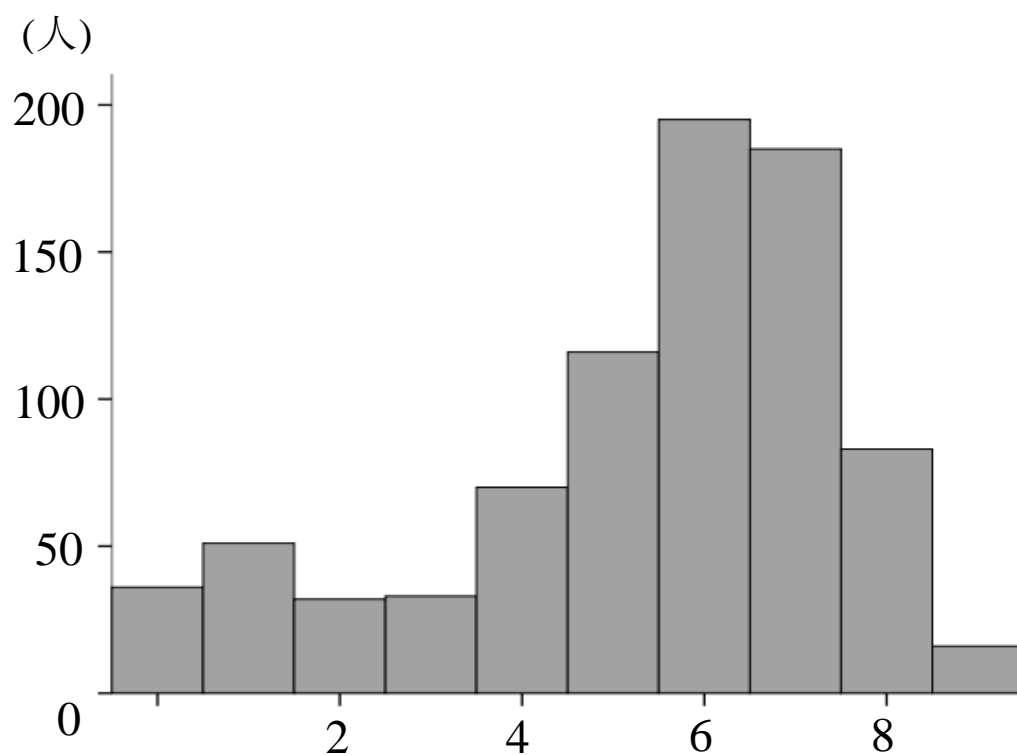


図14. 咀嚼能率スコアの分布 (73歳群)

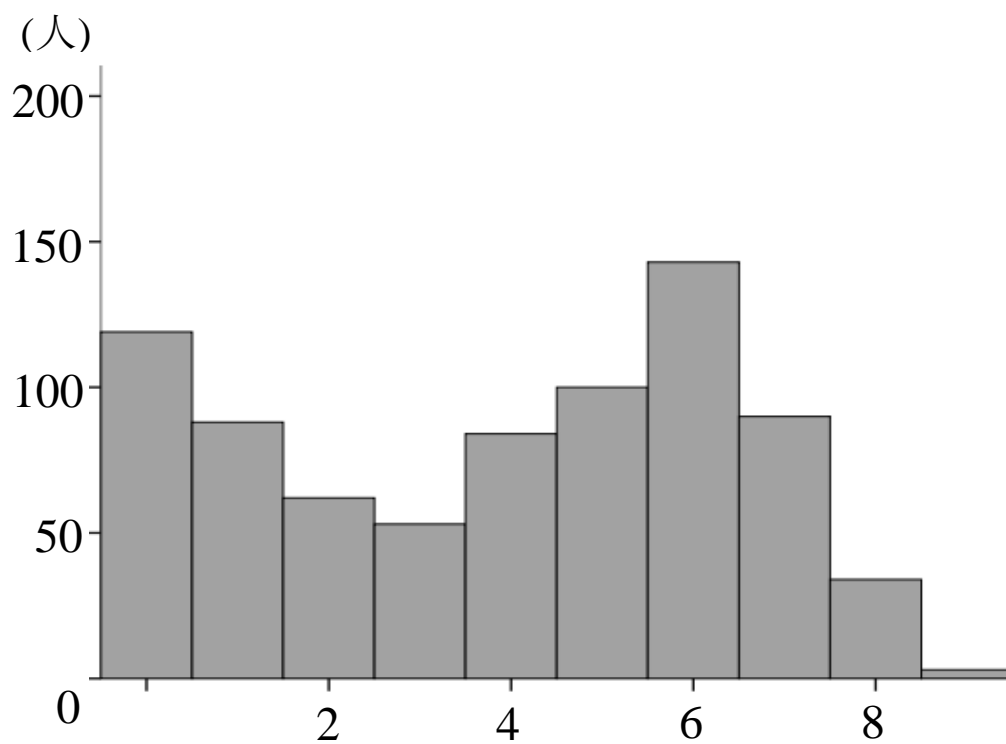


図15. 咀嚼能率スコアの分布 (83歳群)



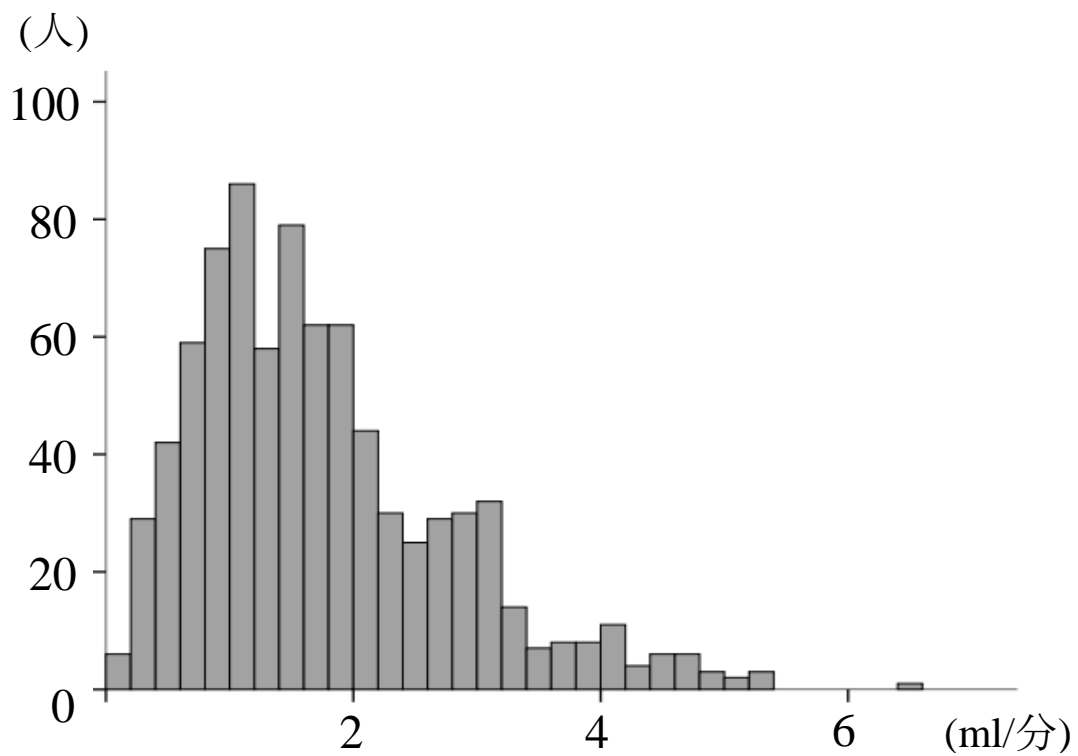


図16. 刺激時唾液分泌速度の分布 (73歳群)

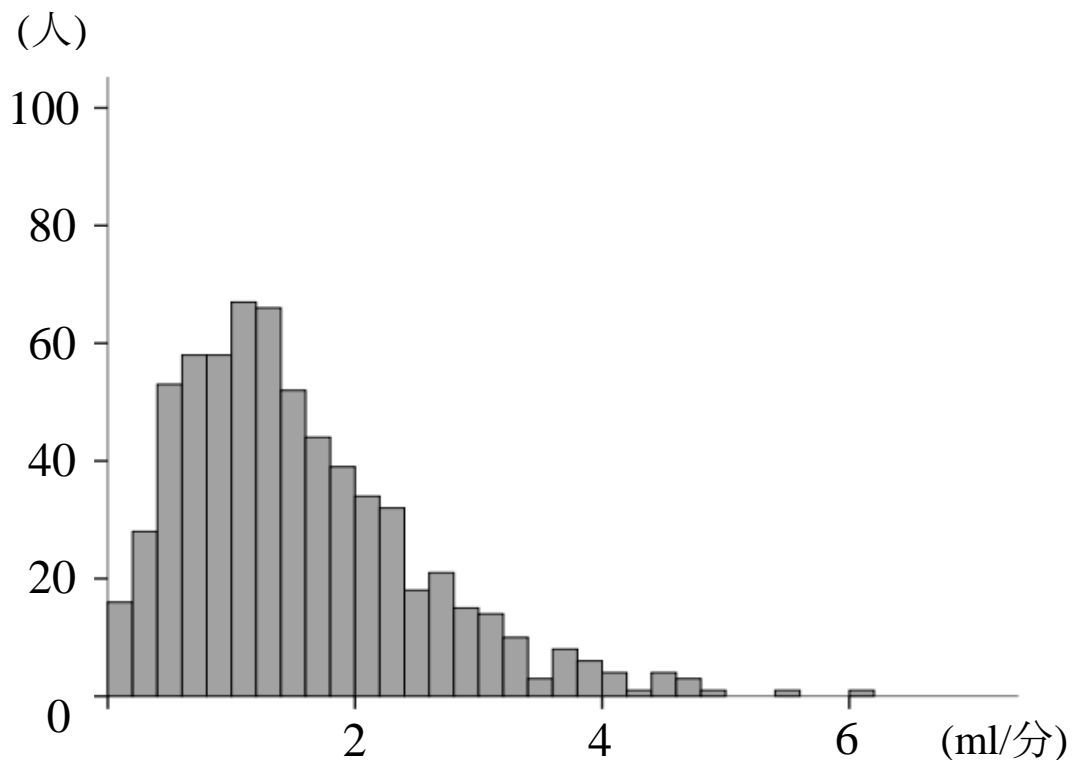


図17. 刺激時唾液分泌速度の分布 (83歳群)

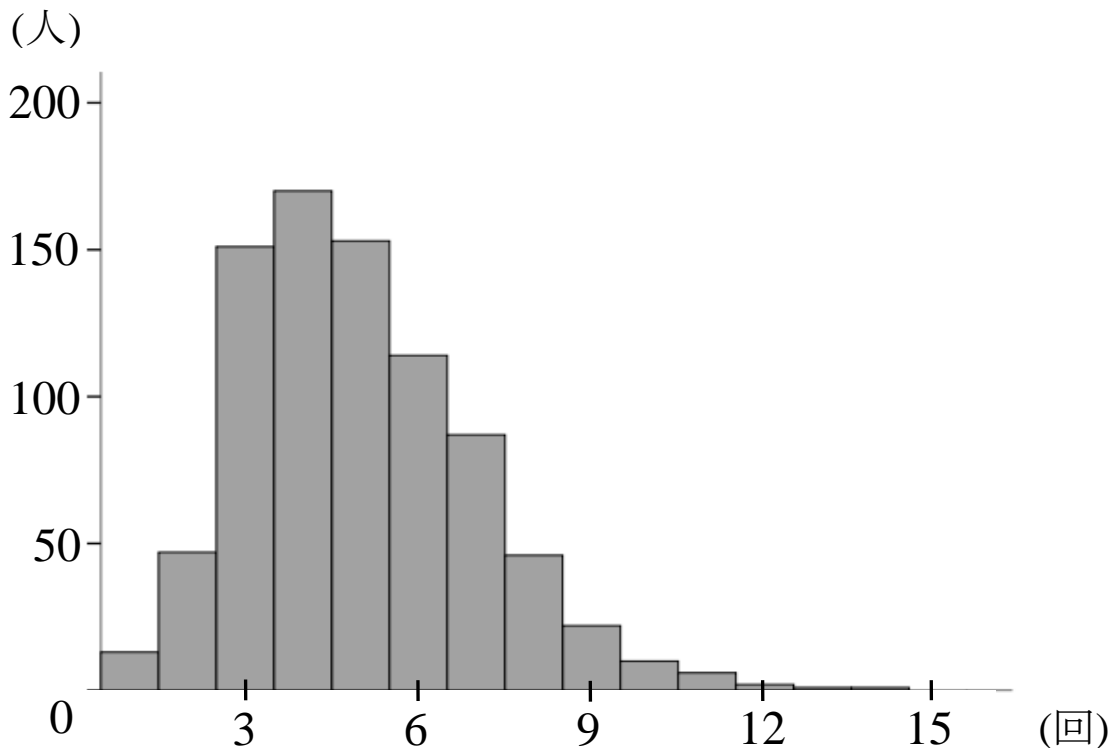


図18. RSSTの分布 (73歳群)

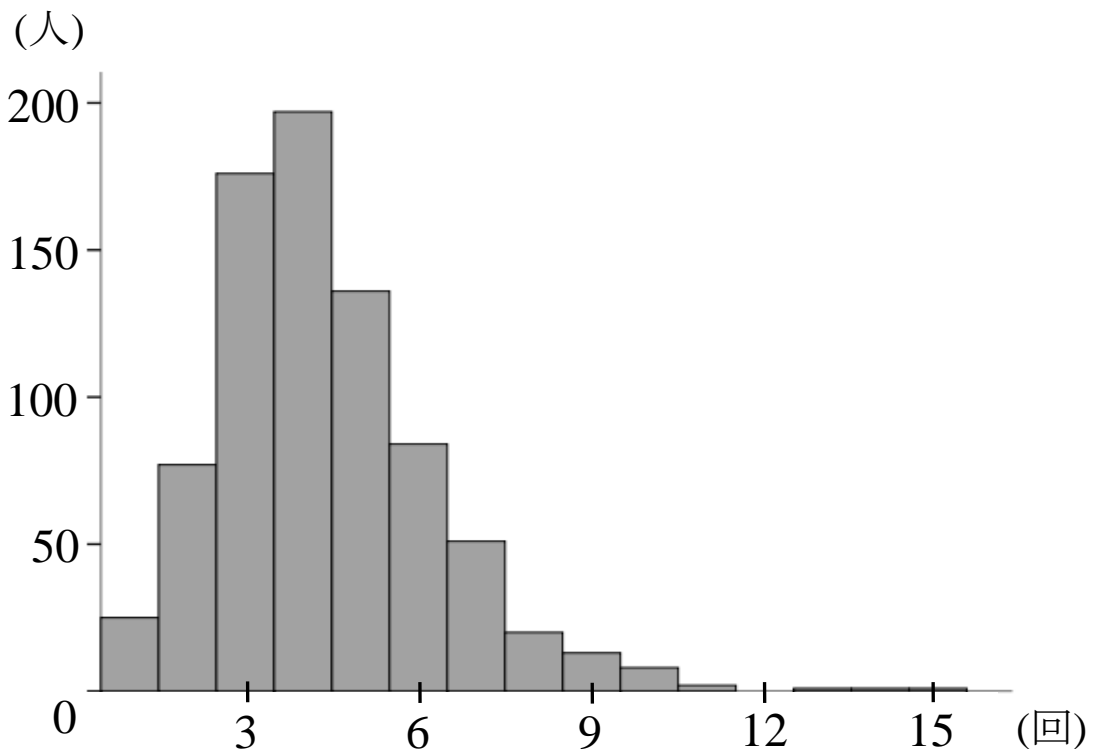


図19. RSSTの分布 (83歳群)

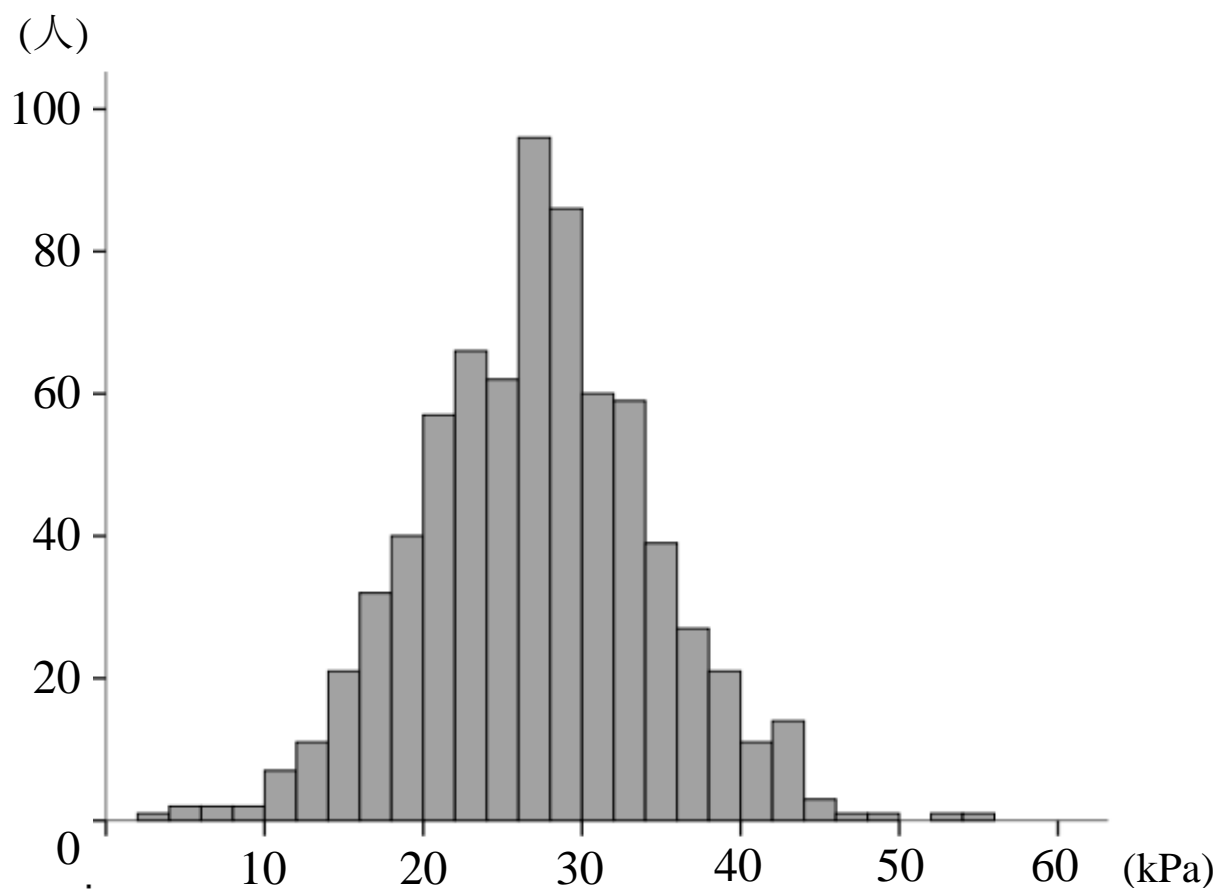


図20. 舌圧の分布 (83歳群)

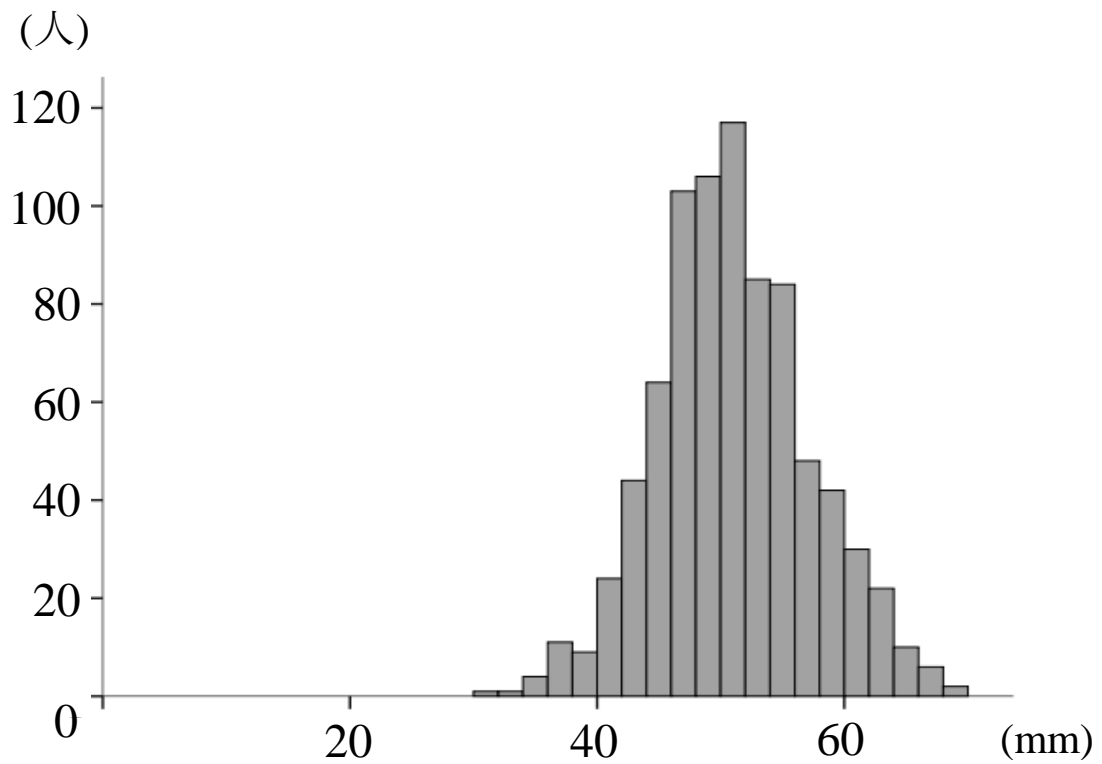


図21. 開口量の分布 (73歳群)

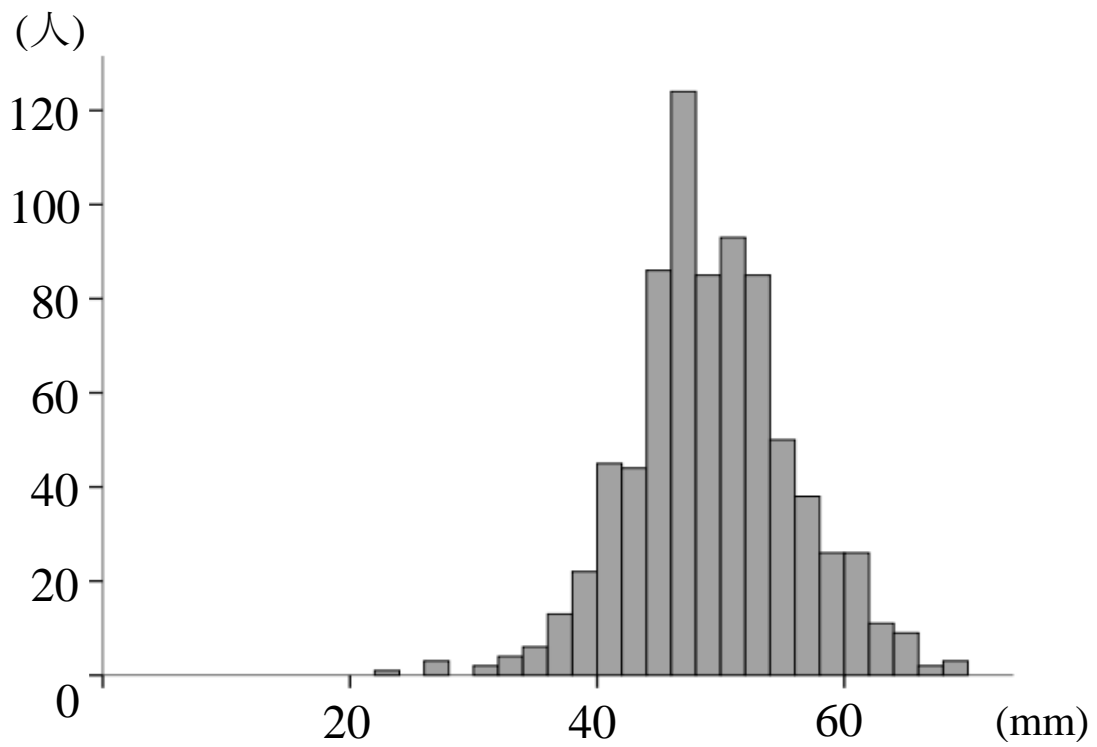
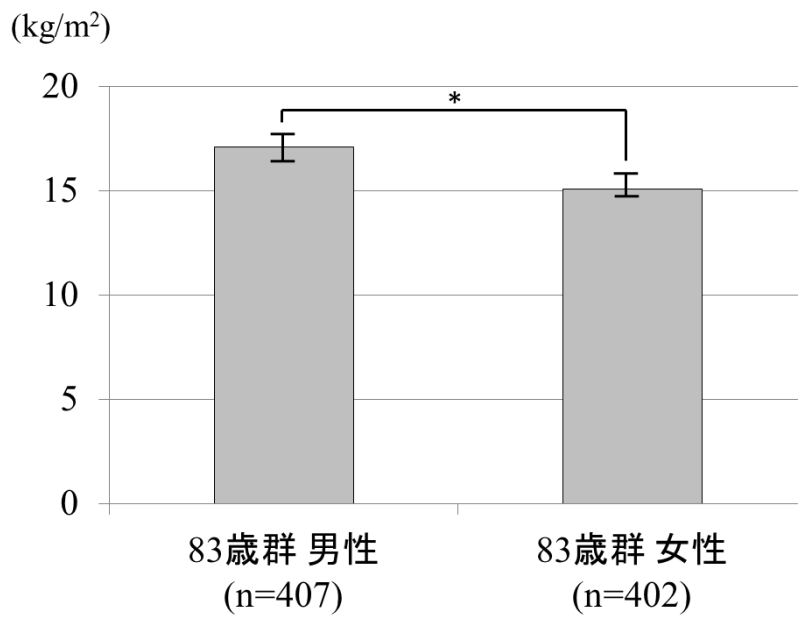
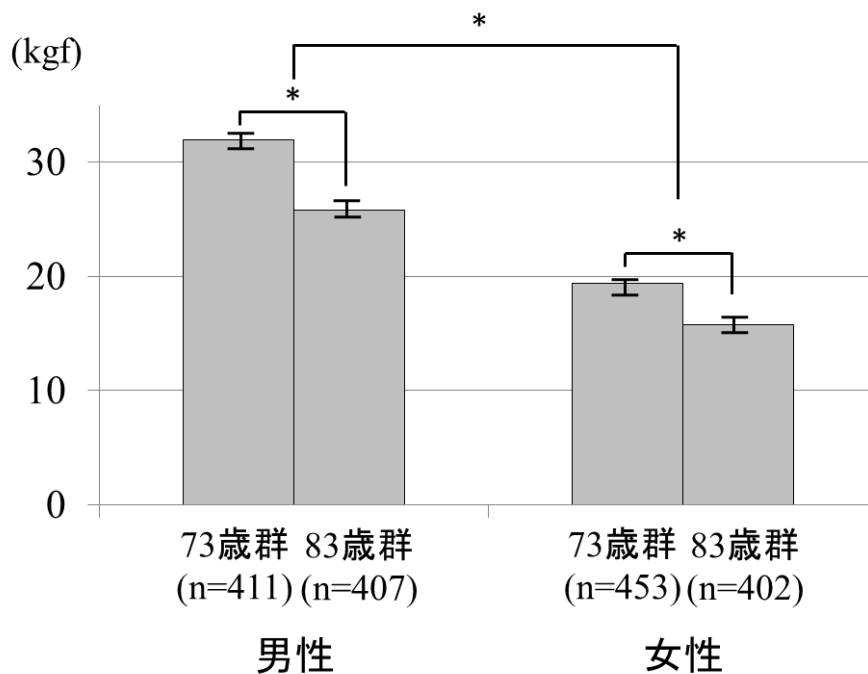


図22. 開口量の分布 (83歳群)



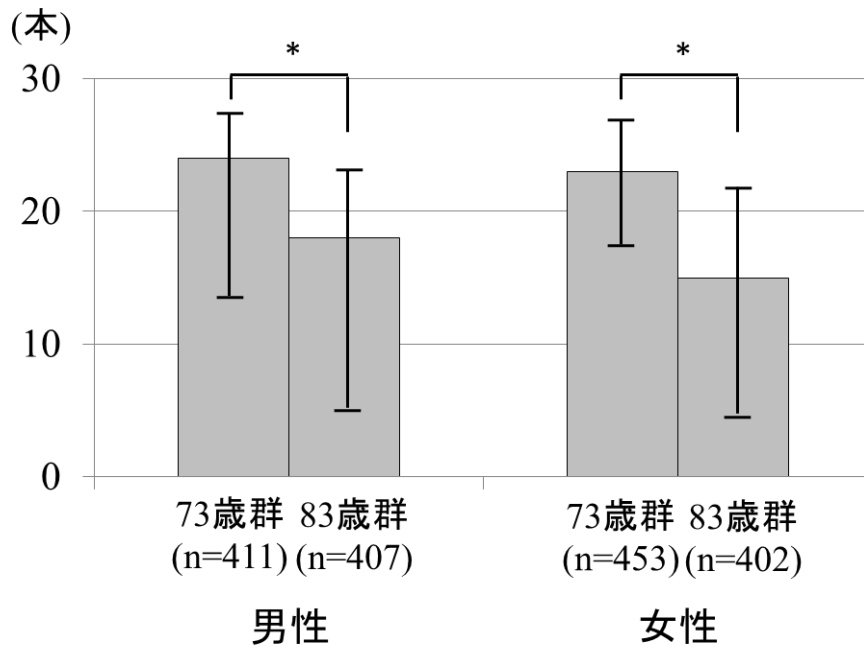
\* : t検定により，性別間での差について検討した( $p < 0.01$ ).

図 23. 性別での筋肉量の平均値



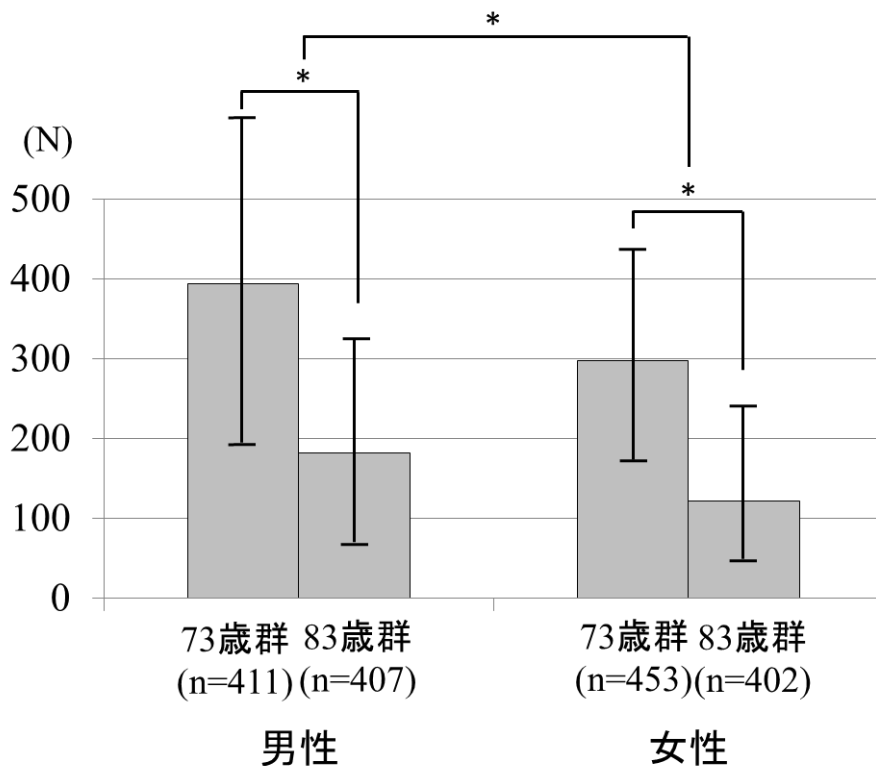
\* : 二元配置分散分析により，年齢群間，性別間での差について検討した( $p < 0.01$ ).

図 24. 年齢群，性別での握力の平均値



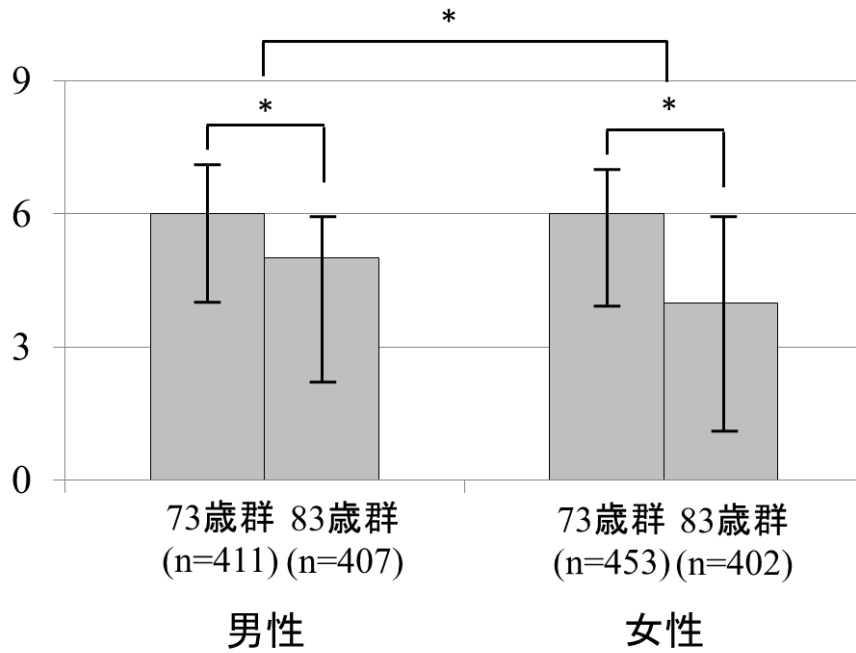
\*: 二元配置分散分析により, 年齢群間, 性別間での差について検討した(\* $p$ <0.01).

図 25. 年齢群, 性別での残存歯数の中央値



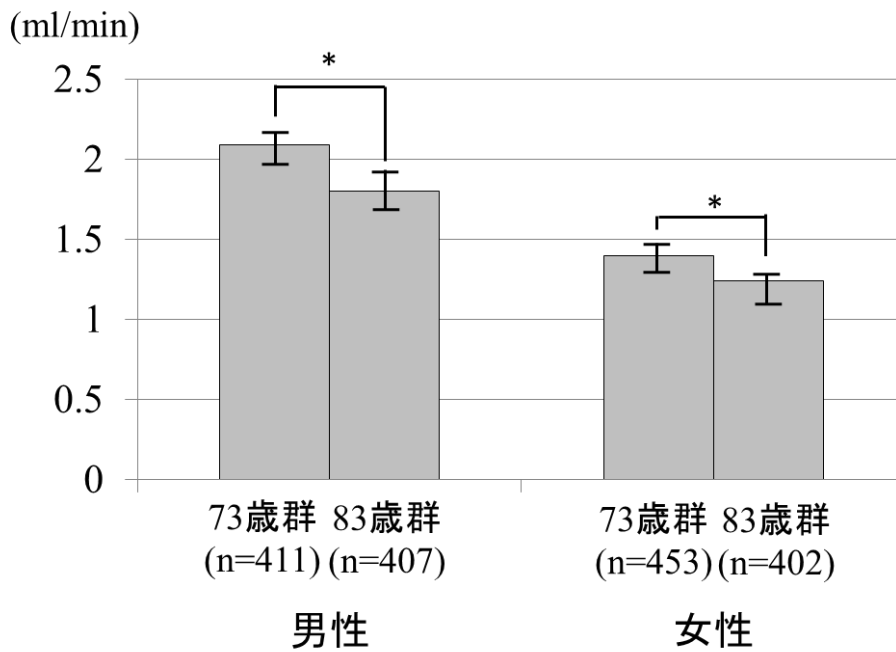
\*: 二元配置分散分析により, 年齢群間, 性別間での差について検討した(\* $p$ <0.01).

図 26. 年齢群, 性別での最大咬合力の中央値



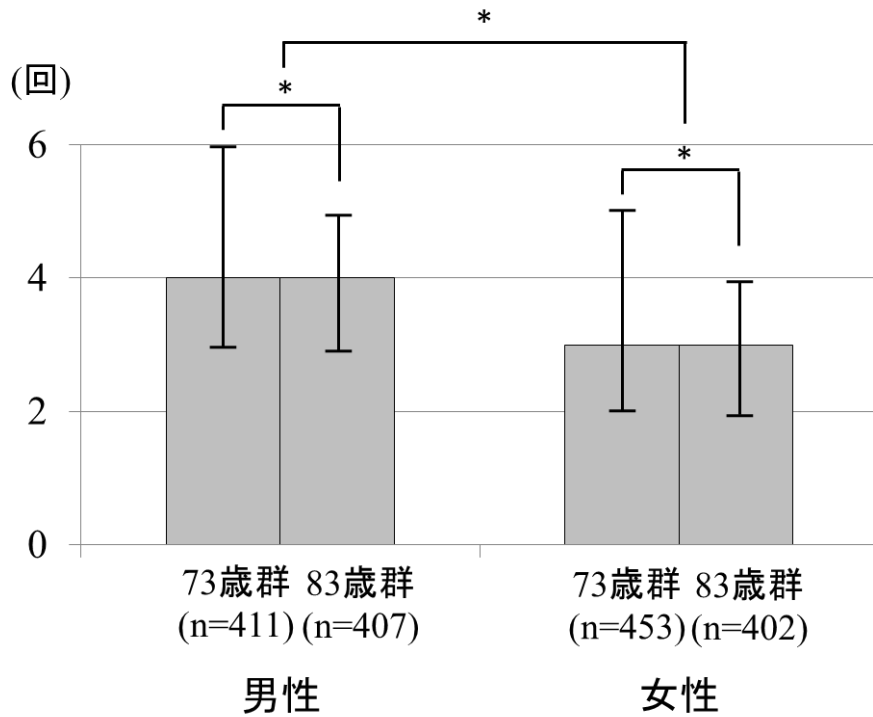
\*: 二元配置分散分析により, 年齢群間, 性別間での差について検討した(\* $p < 0.01$ ).

図 27. 年齢群, 性別での咀嚼能率スコアの中央値



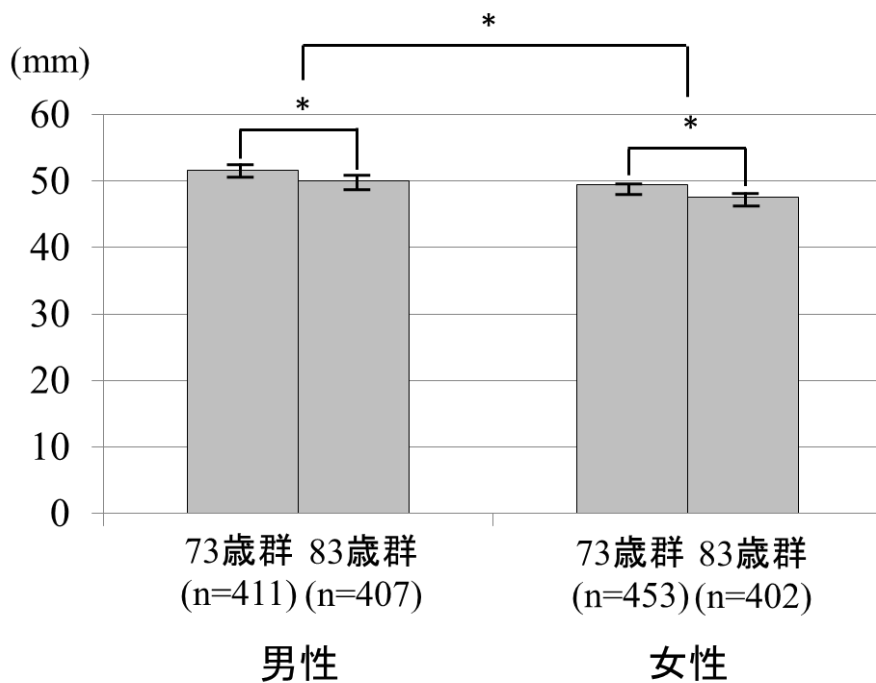
\*: 二元配置分散分析により, 年齢群間, 性別間での差について検討した(\* $p < 0.01$ ).

図 28. 年齢群, 性別での刺激時唾液分泌速度の平均値



\*: 二元配置分散分析により, 年齢群間, 性別間での差について検討した(\* $p<0.01$ ).

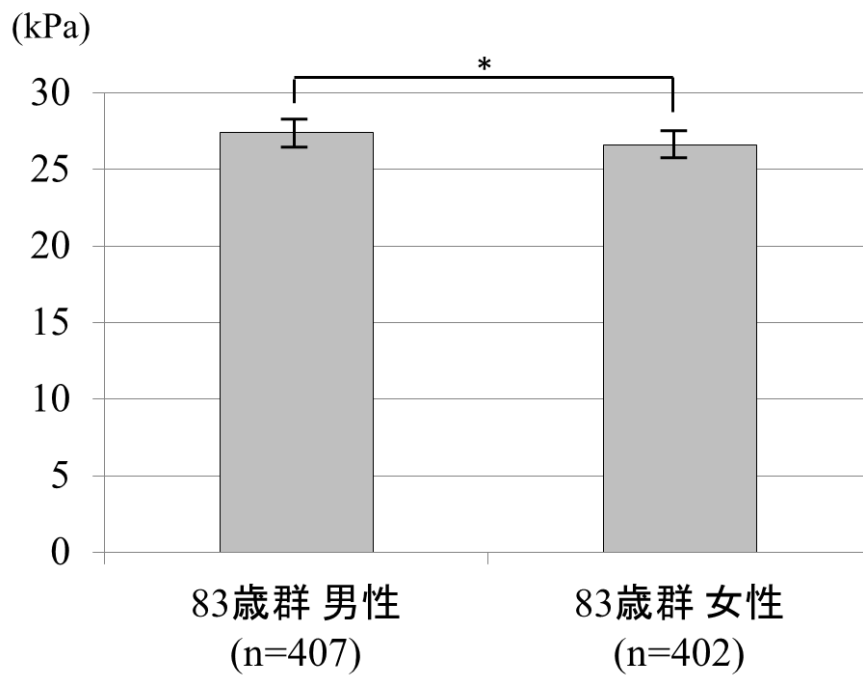
図 29. 年齢群, 性別での RSST の中央値



\*: 二元配置分散分析により, 年齢群間, 性別間での差について検討した(\* $p<0.01$ ).

図 30. 年齢群, 性別での開口量の平均値





\* : t検定により，性別間での差について検討した(\* $p < 0.01$ ).

図 31 . 83 歳群での舌圧の平均値

表 1 . 筋肉量ならびに握力と、各口腔機能との相関関係 (83 歳群)

	筋肉量 (kg/m <sup>2</sup> )		握力 (kgf)	
	rs	p 値	rs	p 値
最大咬合力 (N)	0.146	<0.01	0.223	<0.01
咀嚼能率スコア	0.100	0.02	0.183	<0.01
刺激時唾液分泌速度(ml/分)	0.127	<0.01	0.235	<0.01
RSST (回)	0.088	<0.01	0.321	<0.01
舌圧 (kPa)	0.144	<0.01	0.134	<0.01
開口量 (mm)	0.165	<0.01	0.179	<0.01
握力 (kgf)	0.420	<0.01	—	—

rs : Spearman の順位相関係数

表2. 年齢群, 性別における, 低握力群, 正常群での各口腔機能の中央値

		中央値 (四分位範囲)			p 値**
		全体	低握力群*	正常群	
73 歳 男性 (n = 411)	最大咬合力 (N)	377 (196 - 596)	336 (132 - 532)	380 (203 - 610)	0.09
	咀嚼能率スコア	6.0 (5.0 - 7.0)	5.0 (4.0 - 6.0)	6.0 (5.0 - 7.0)	<0.01
	RSST (回)	4.0 (3.0 - 6.0)	4.0 (2.0 - 6.0)	4.0 (3.0 - 6.0)	<0.01
83 歳 男性 (n = 407)	最大咬合力 (N)	190 (84 - 331)	148 (60 - 272)	241 (101 - 414)	<0.01
	咀嚼能率スコア	5.0 (2.0 - 6.0)	4.0 (1.0 - 6.0)	5.0 (3.0 - 7.0)	<0.01
	RSST (回)	4.0 (3.0 - 5.0)	4.0 (2.0 - 5.0)	4.0 (3.0 - 6.0)	<0.01
73 歳 女性 (n = 453)	最大咬合力 (N)	299 (176 - 434)	268 (154 - 367)	329 (186 - 452)	<0.01
	咀嚼能率スコア	6.0 (4.0 - 7.0)	6.0 (4.0 - 7.0)	6.0 (4.0 - 7.0)	0.14
	RSST (回)	3.0 (2.0 - 5.0)	3.0 (2.0 - 4.0)	3.0 (2.0 - 5.0)	0.049
83 歳 女性 (n = 402)	最大咬合力 (N)	142 (54 - 252)	117 (39 - 243)	179 (83 - 275)	<0.01
	咀嚼能率スコア	4.0 (1.0 - 6.0)	4.0 (1.0 - 6.0)	5.0 (3.0 - 6.0)	<0.01
	RSST (回)	3.0 (2.0 - 4.0)	3.0 (2.0 - 4.0)	3.0 (2.0 - 4.0)	0.83

\* : 低握力群 : 73歳群男性 = 69名, 83歳群男性 = 205名, 73歳群女性 = 153名, 83歳群女性 = 277名

\*\* : Mann-WhitneyのU検定により低握力群, 正常群での各口腔機能の差について検討した

表3. 73歳群ならびに83歳群における，低握力群，正常群での各口腔機能の平均値

		平均値 (95%信頼区間)			p 値**
		全体	低握力群*	正常群	
73 歳 男性 (n = 411)	刺激時唾液分泌 速度 (ml/分)	2.09 (1.98 - 2.20)	1.83 (1.54 - 2.12)	2.13 (2.02 - 2.27)	0.06
	開口量 (mm)	51.7 (51.0 - 52.4)	49.3 (47.6 - 51.0)	52.1 (51.3 - 52.8)	<0.01
83 歳 男性 (n = 407)	刺激時唾液分泌 速度 (ml/分)	1.80 (1.68 - 1.93)	1.76 (1.60 - 1.99)	1.83 (1.67 - 2.00)	0.60
	開口量 (mm)	50.1 (49.4 - 50.9)	49.2 (48.2 - 50.6)	50.4 (49.8 - 51.8)	0.07
	舌圧 (kPa)	27.3 (26.5 - 28.1)	26.3 (24.9 - 27.2)	28.4 (27.2 - 29.5)	<0.01
73 歳 女性 (n = 453)	刺激時唾液分泌 速度 (ml/分)	1.40 (1.32 - 1.48)	1.37 (1.24 - 1.51)	1.42 (1.32 - 1.52)	0.58
	開口量 (mm)	49.4 (48.9 - 49.9)	49.0 (48.2 - 49.8)	49.6 (48.9 - 50.3)	0.30
83 歳 女性 (n = 402)	刺激時唾液分泌 速度 (ml/分)	1.23 (1.15 - 1.32)	1.21 (1.09 - 1.30)	1.28 (1.17 - 1.42)	0.40
	開口量 (mm)	47.6 (46.9 - 48.4)	47.4 (46.3 - 48.2)	48.5 (47.3 - 49.8)	0.12
	舌圧 (kPa)	27.1 (26.2 - 28.0)	26.1 (25.6 - 27.8)	27.8 (26.2 - 29.2)	0.06

\* : 低握力群 : 73歳群男性 = 69名, 83歳群男性 = 205名, 73歳群女性 = 153名, 83歳群女性 = 277名

\*\* : t検定により低握力群, 正常群での各口腔機能の差について検討した

表4 . 73歳群において，従属変数を各口腔機能，独立変数を性別，残存歯数，握力とした重回帰分析の結果

	性別		残存歯数 (本)		握力 (kgf)	
	$\beta$	$p$ 値	$\beta$	$p$ 値	$\beta$	$p$ 値
最大咬合力 (平方根)	-0.12	<0.01	0.68	<0.01	0.08	0.04
刺激時唾液分泌速度 (ml/分)	-0.29	<0.01	0.01	0.84	0.06	0.27
開口量 (mm)	-0.04	0.46	-0.02	0.64	0.19	<0.01

従属変数：最大咬合力 (平方根)，刺激時唾液分泌速度 (ml/分)，開口量 (mm)

独立変数：性別 (男性 = 0, 女性 = 1)，残存歯数 (本)，握力 (kgf)

$\beta$ ：標準化偏回帰係数

表5. 73歳群において、従属変数を咀嚼能率スコアあるいはRSST, 独立変数を性別, 残存歯数, 握力としたロジスティック回帰分析の結果

	性別		残存歯数 (本)		握力 (kgf)	
	オッズ比 (95%信頼区間)	p値	オッズ比 (95%信頼区間)	p値	オッズ比 (95%信頼区間)	p値
咀嚼能率スコア	4.92 (2.68 - 9.06)	<0.01	0.85 (0.83 - 0.88)	<0.01	0.90 (0.50 - 1.61)	0.72
RSST	1.94 (1.39 - 2.72)	<0.01	0.98 (0.96 - 1.00)	<0.05	1.71 (1.21 - 2.43)	<0.01

従属変数：咀嚼能率スコア (スコア2以上 = 0, スコア1以下 = 1), RSST (2回以下 = 0, 3回以上 = 1)

独立変数：性別 (男性 = 0, 女性 = 1), 残存歯数 (本), 握力 (正常群 = 0, 低握力群 = 1)

表6. 83歳群において，従属変数を各口腔機能，独立変数を性別，残存歯数，筋肉量とした重回帰分析の結果

	性別		残存歯数 (本)		筋肉量 (kg/m <sup>2</sup> )	
	$\beta$	<i>p</i> 値	$\beta$	<i>p</i> 値	$\beta$	<i>p</i> 値
最大咬合力 (平方根)	-0.08	0.02	0.66	<0.01	0.06	0.10
刺激時唾液分泌速度 (ml/分)	-0.30	<0.01	0.11	<0.01	-0.04	0.47
開口量 (mm)	-0.16	<0.01	0.05	0.26	0.07	0.13
舌圧 (kPa)	0.01	0.92	0.03	0.54	0.11	0.02

従属変数：最大咬合力 (平方根)，刺激時唾液分泌速度 (ml/分)，開口量 (mm)

独立変数：性別 (男性 = 0，女性 = 1)，残存歯数 (本)，筋肉量 (kg/m<sup>2</sup>)

$\beta$ ：標準化偏回帰係数

表7. 83歳群において、従属変数を咀嚼能率スコアあるいはRSST、独立変数を性別、残存歯数、筋肉量としたロジスティック回帰分析の結果

	性別		残存歯数 (本)		筋肉量 (kg/m <sup>2</sup> )	
	オッズ比 (95%信頼区間)	p値	オッズ比 (95%信頼区間)	p値	オッズ比 (95%信頼区間)	p値
咀嚼能率スコア	0.86 (0.58 - 1.57)	0.86	0.86 (0.84 - 0.89)	<0.01	0.96 (0.86 - 1.08)	0.52
RSST	3.77 (2.51 - 5.64)	<0.01	0.98 (0.96 - 0.99)	<0.05	1.07 (0.98 - 1.17)	0.16

従属変数：咀嚼能率スコア (スコア2以上 = 0, スコア1以下 = 1), RSST (2回以下 = 0, 3回以上 = 1)

独立変数：性別 (男性 = 0, 女性 = 1), 残存歯数 (本), 筋肉量 (kg/m<sup>2</sup>)



表8. 83歳群において、従属変数を各口腔機能，独立変数を性別，残存歯数，握力とした重回帰分析の結果

	性別		残存歯数 (本)		握力 (kgf)	
	$\beta$	$p$ 値	$\beta$	$p$ 値	$\beta$	$p$ 値
最大咬合力 (平方根)	0.04	0.23	0.66	<0.01	0.20	<0.01
刺激時唾液分泌速度 (ml/分)	-0.26	<0.01	0.13	<0.01	0.03	0.60
舌圧 (kPa)	0.11	0.04	0.01	0.72	0.22	<0.01
開口量 (mm)	-0.04	0.41	0.04	0.31	0.16	<0.01

従属変数：最大咬合力 (平方根)，刺激時唾液分泌速度 (ml/分)，開口量 (mm)

独立変数：性別 (男性 = 0, 女性 = 1)，残存歯数 (本)，握力 (kgf)

$\beta$ ：標準化偏回帰係数

表9. 83歳群において、従属変数を咀嚼能率スコアあるいはRSST, 独立変数を性別, 残存歯数, 握力としたロジスティック回帰分析の結果

	性別		残存歯数 (本)		握力 (kgf)	
	オッズ比 (95%信頼区間)	p値	オッズ比 (95%信頼区間)	p値	オッズ比 (95%信頼区間)	p値
咀嚼能率スコア	0.97 (0.65 - 1.45)	<0.01	0.86 (0.84 - 0.88)	<0.01	2.43 (1.60 - 3.71)	<0.01
RSST	2.98 (2.17 - 4.09)	<0.01	0.97 (0.95 - 0.98)	<0.01	1.27 (0.92 - 1.76)	0.15

従属変数：咀嚼能率スコア (スコア2以上 = 0, スコア1以下 = 1), RSST (2回以下 = 0, 3回以上 = 1)

独立変数：性別 (男性=0, 女性=1), 残存歯数 (本), 握力 (正常群 = 0, 低握力群 = 1)

表10. 73歳群ならびに83歳群において，従属変数を各口腔機能，独立変数を年齢群，性別，残存歯数，握力とした重回帰分析の結果

	年齢群		性別		残存歯数 (本)		握力 (kgf)	
	$\beta$	<i>p</i> 値	$\beta$	<i>p</i> 値	$\beta$	<i>p</i> 値	$\beta$	<i>p</i> 値
最大咬合力 (平方根)	-0.15	<0.01	-0.04	0.16	0.64	<0.01	0.14	<0.01
刺激時唾液分泌速度 (ml/分)	-0.08	<0.01	-0.27	<0.01	0.07	0.01	0.05	0.18
開口量 (mm)	-0.08	<0.01	-0.04	0.28	0.01	0.67	0.18	<0.01

従属変数：最大咬合力 (平方根)，刺激時唾液分泌速度 (ml/分)，開口量 (mm)

独立変数：年齢群 (73歳群 = 0, 83歳群 = 1)，性別 (男性 = 0, 女性 = 1)，残存歯数 (本)，握力 (kgf)

$\beta$ ：標準化偏回帰係数

表11. 73歳群ならびに83歳群において、従属変数を咀嚼能率スコアあるいはRSST、独立変数を年齢群、性別、残存歯数、握力としたロジスティック回帰分析の結果

	年齢群		性別		残存歯数 (本)		握力 (kgf)	
	オッズ比 (95%信頼区間)	p値	オッズ比 (95%信頼区間)	p値	オッズ比 (95%信頼区間)	p値	オッズ比 (95%信頼区間)	p値
咀嚼能率スコア	1.53 (1.08 - 2.15)	0.02	1.68 (1.22 - 2.31)	<0.01	0.86 (0.85 - 0.88)	<0.01	1.71 (1.23 - 2.37)	<0.01
RSST	1.27 (0.99 - 1.62)	0.06	2.48 (1.97 - 3.12)	<0.01	0.97 (0.96 - 0.99)	<0.01	1.45 (1.14 - 1.84)	<0.01

従属変数：咀嚼能率スコア (スコア2以上 = 0, スコア1以下 = 1), RSST (2回以下 = 0, 3回以上 = 1)

独立変数：年齢群 (73歳群 = 0, 83歳群 = 1), 性別 (男性 = 0, 女性 = 1), 残存歯数 (本), 握力 (正常群 = 0, 低握力群 = 1)



