

公益財団法人全国老人福祉施設協議会
令和6年度 調査研究助成事業

表情による口腔機能の評価と、
ブクブクうがいによる口腔機能改善
プログラム開発

成果報告書

2025年 3月

筑波大学 人間総合科学学術院
辻 大士

目次

第1章 序論	1
第1節 背景.....	2
第1項 日本の高齢化の現状とフレイル.....	2
第2項 口腔機能とオーラルフレイル.....	2
第3項 口腔周囲の筋の構造と特徴.....	3
第1目 口腔周囲の構造.....	3
第2目 口腔周囲の筋と運動.....	4
第4項 表情と口腔機能.....	5
第5項 口腔機能評価の現状と課題.....	5
第6項 口腔機能改善に関する現状と課題.....	7
第2章 研究の目的と意義・仮説	9
第1節 研究の目的.....	9
第2節 仮説.....	9
第3節 本研究の意義.....	9
第3章 研究の方法	10
第1節 研究デザインと調査方法.....	10
第2節 研究の対象者の募集, 選定.....	11
第3節 研究期間.....	12
第4節 調査項目.....	16
第1項 口唇閉鎖力.....	16
第2項 アンケート調査.....	19
第3項 FaceReader®.....	20
第5節 統計解析.....	21
第4章 研究結果	22

第1節	記述統計	24
第2節	各基本属性と測定項目間の相関	29
第3節	表情による口腔機能評価	31
第4節	口腔機能改善のための運動プログラムの評価	36
第1項	地域在住高齢者について	36
第2項	高齢者施設入所者について	37
第5章	考察	40
第1節	対象者について	40
第2節	表情による口腔機能評価について	40
第3節	口腔機能改善プログラムについて	41
第4節	本研究の強みおよび限界と今後の展望	43
第6章	結論	46
	謝辞	47
	参考文献	48

図表目次

図 1	クロスオーバー試験の概要 -----	10
図 2-1~4	高齢者施設において運動の説明に用いたパネル -----	13, 14
図 3-1	口唇閉鎖力測定に用いた「りっふるくん」 -----	16
図 3-2	口腔内に装着する「りっふるボタン」の形状 -----	16
図 3-3	口腔内のりっふるボタンの装着位置の模式図 -----	17
図 3-4	りっふるくんを使用した口唇閉鎖力測定時の様子 -----	17
図 4	写真撮影時に使用したパネル -----	20
図 5	対象者のフローチャート -----	24
図 6	地域在住高齢者（PPS）の口唇閉鎖力の測定回ごとの平均値の変化 -----	35
図 7	高齢者施設入所者（PPS）の口唇閉鎖力の測定回ごとの平均値の変化 -----	37
表 1	対象者のプロフィール -----	25
表 2	地域在住高齢者のプロフィール -----	26
表 3	高齢者施設入所者のプロフィール -----	27
表 4	ベースラインにおける基本属性と各尺度、及び測定項目との相関表 -----	29
表 5-1	従属変数を口唇閉鎖力とした重回帰分析の結果 -----	31
表 5-2	従属変数を山本式総義歯性能判定表とした重回帰分析の結果 -----	32
表 5-3	従属変数を EAT-10 日本語版とした重回帰分析の結果 -----	33
表 5-4	従属変数を基本チェックリストの口腔機能 3 項目とした重回帰分析の結果 -----	34
表 6	地域在住高齢者の持ち越し効果の検討（ITT 解析） -----	35
表 7	地域在住高齢者の介入と対照の口唇閉鎖力の差の平均 -----	36
表 8	地域在住高齢者の混合効果モデルにおける固定効果の推定 -----	36
表 9	高齢者施設入所者の持ち越し効果の検討（ITT 解析） -----	37
表 10	高齢者施設入所者の介入と対照の口唇閉鎖力の差の平均 -----	38
表 11	高齢者施設入所者の混合効果モデルにおける固定効果の推定 -----	38

第1章 序論

2018年にオーラルフレイルの概念が提唱され、高齢者における口腔機能の低下について医療、介護など多面的な取り組みがなされてきた。超高齢化社会に入った日本であるが、一方で少子化問題も解決されておらず、今後も長期的に年齢別人口構成のアンバランスは続く。高齢者の健康寿命を延伸することは、社会経済的なメリットはもちろん、高齢者自身の活力となる。その際、食事、会話、表情の表出など、口腔の役割は多彩であり、極めて重要な器官であると言える。国や自治体、医療・介護の専門職も重要性を認識しているが、まだ広くこの問題が高齢者自身に認識されているとは言い難い。その理由として、口腔の機能低下が緩徐で自覚に乏しいことが挙げられる。

これまでも、セルフチェック表で口腔機能の低下の自覚を促したり、歯科医院などで計測機器を用いて口腔機能低下症の診断がされたりしてはきたが、潜在的な口腔機能が低下している高齢者は多いと言われている。このような現状は、客観性がありながらも簡便で広く利用可能な口腔機能低下の評価法がないことが1つの要因であると考えた。口腔の評価は、評価時に唾液による感染性を考慮しなければならない方法が多く、この手間とコストの問題を無視できない。また、これまでもさまざまな口腔機能改善の方法が提案されてきたが、複数の運動を組み合わせたプログラムや、器具を使用した運動など、手軽にできる方法とは言い難く、広く浸透した改善方法は見当たらず、この点も課題である。そこで本研究では、近年AI技術の進歩によりその情報が多くの場面で利用されつつある顔の表情に着目し、表情を用いて口腔機能の評価ができれば、非接触で効率的に口腔機能が低下した高齢者に介入する機会が増えると考えた。合わせて、器具を使用せず、1つの動きで口腔機能を改善する高齢者にも理解しやすい簡便な運動として、日常生活に取り入れやすい「ブクブクうがい」の動作を用いて、その運動効果について検討する。

第1章は、序章で述べた課題に対して、課題を整理し口腔機能の評価や口腔機能改善方法の背景について述べる。第2・3章では、研究の目的と方法について述べ、第4章は統計分析結果を示す。第5章では、得られた結果から考察、現場への示唆、本研究の限界と今後の課題について論じ、第6章で結論を述べることとする。

第1節 背景

第1項 日本の高齢化の現状とフレイル

内閣府(2024)の令和6年版高齢社会白書によると、わが国の65歳以上の総人口に占める割合(高齢化率)は、1994年に14%を超えた後も上昇を続け、2023年に29.1%となった。一方、わが国の総人口は、長期の人口減少過程に入っている。総人口が減少する中で65歳以上の人口が増加することで、今後も高齢化率は上昇を続け、2040年には34.8%となり、国民の3人に1人が65歳以上の者となると推計されている。また、2040年には高齢者の6.7人に1人にあたる584万人あまりが認知症になるという推計もある。このように、高齢者を支える若年世代が少ないという超高齢化超少子化な人口構造となった今、高齢者が自立した状態をできるだけ保つことが重要となってくる。

国立社会保障・人口問題研究所(2022)の資料によれば、2022年度の社会支出を政策分野別にみると、最も大きいのは医療保険、公費負担医療、介護保険等を含む「保健」であり61兆9,775億円(総額に占める割合は43.5%)である。次いで老齢年金等を含む「高齢」の48兆9,733億円(同34.4%)で、これら2つの分野で7割以上を占めている。今後さらに高齢化が進むことが明らかとなっている現在、増大し続ける社会保障費、国民医療費の問題の解決を考える上でも、高齢者の健康維持は大きなポイントとなっている。

このような現状を踏まえ、高齢者の健康に関する概念として「フレイル」が2014年に日本老年医学会より提唱され、わが国でも重要視されてきている。

超高齢社会に入った以上、要支援・要介護認定者数の増加が今後も見込まれるが、認定を受けても各器官の機能を可能な限り維持し重症化を予防することは、高齢者が自立した生活をできるだけ継続し、Quality of Life(以下 QoL)の満足度を保つ上で極めて重要である。

第2項 口腔機能とオーラルフレイル

口腔は捕食、食塊形成、咀嚼、嚥下、味覚、など食事・栄養に関わる器官であるばかりでなく、構音、表情形成によるコミュニケーションにも関与する器官である。

高齢期の口腔の問題は、口腔の持つこれらの機能の多さから多くの問題を引き起こすことが知られている。フレイルは、身体的要因だけでなく、認知的、心理的、社会的要因も含む多次元構造を持つ(日本老年医学会, 2018)とされているが、口腔機能がこれらに及ぼす影響も明らかとなり、口腔機能の些細な衰えは「オーラルフレイル」という呼称で問

題提起され(平野, 2017), 2024 年にオーラルフレイルに関する 3 学会合同ステートメントが日本老年医学会, 日本老年歯科医学会, 日本サルコペニア・フレイル学会より出された(神崎ほか, 2024). この概念作成のための厚生労働省のワーキンググループの報告の中で, 「虚弱(フレイル)予防に対する口腔機能の維持・向上の重要性を, 医科(医師)を中心とし, 他の職種が容易に認識できる」と設定され, 口腔領域の些細な衰えを様々な場面で見逃さないようにすることが目的とされた.

一方, 日本人の健康寿命延伸のために必要な予防行動等について個人とそれを取り巻く社会的要因に関する目標をまとめ, 2021 年に発表された「疾患横断的エビデンスに基づく健康寿命延伸のための提言(第 1 次)」(国立がん研究センター, 2021)によれば, 口腔に関する項目は「定期的な健診・検診の受診と口腔内を清潔に保つ口腔ケアのすすめ」と簡素な記述となっており, 具体的な内容にまだ乏しいと言わざるを得ない.

フレイルとは可逆性のある状態を指すが, フレイルから健常への改善は 33%程度にとどまり, 改善しないものの方が約 2 倍多い(渡邊ほか, 2018)と報告があり, 健康寿命の延伸のためにはフレイルになる前の戦略的な介入の必要性がある. そのためには, 広く利用可能なコストの低い評価法を確立することも重要である.

Watanabe et al. (2024)は, オーラルフレイルは, 高齢者の身体的および心理的フレイルとは無関係に死亡率と関連していると報告しており, このことから口腔の全身への影響は少なくないと考える.

第 3 項 口腔周囲の筋とその構造の特徴

第 1 目 口腔周囲の構造

口唇周囲の筋は, 口の開閉の他, 口唇の形を変えて「吹く」, 「吸う」, 「すする」などの複雑な運動を行う. 口唇および頬の構造は表情筋である口輪筋と頬筋が主体であり, 口腔側は粘膜が, 体表側は皮膚が被覆するという特殊な構造である. また, 口角外方にはモディオラス(modiolus)と呼ばれる筋肉の結節がある. この部位には, 口輪筋, 頬筋のほか, 上唇挙筋, 口角挙筋, 下唇下制筋など 9 つの筋が多面的に収束(Moore et al., 2016)しており, 顔面筋の中で最も発達している. モディオラスを構成する表情筋は皮筋で, 一部は皮膚に停止し, 一部は口輪筋を構成する. このような特徴から, 口輪筋の機能訓練は口腔周囲の表情筋全体の運動を伴うとされる. また, 口周囲の筋のうち, 口輪筋のみが閉じる括約筋であり, 他の多くの筋は大体において口裂を開く拡張筋である(伊藤, 1993). 以上

より、口唇の運動を行うことの意義はその周辺の筋への影響をも考慮すると大きいと言える。

第2目 口腔周囲の筋と運動

Hagg et al. は口唇のトレーニングにより、口唇閉鎖力が向上するのみでなく頬筋、軟口蓋の活動量の増加、舌の運動能力の増加、口腔内を陰圧にする能力の向上がみられるとしている。また、大矢ほか(2009)は、平均年齢 26.7 歳±7.1 歳の成人 15 名を対象とした研究で、牽引用プレートを口腔前庭（上下口唇と前歯の間の空間）に挿入し、前方に牽引してそれを維持できる最大の力すなわち 1-RM（1 time repetition maximum）の 80%の荷重を 5 秒維持する負荷と、5 秒間安静にすることを 5 回から 10 回繰り返すトレーニングが口輪筋の筋力強化のトレーニングに適している可能性があるとして報告した。また、1-RM の 50% 荷重 20 回のトレーニング法は 1-RM の 80% 荷重 5 回のトレーニングに比較して有意に口輪筋の負荷に対する持続時間の延長がみられ、1-RM の 50% 荷重 20 回のトレーニング法は口唇の持久力の強化に有効であるとしている。このことより、最大の負荷に近い運動よりも、小さい負荷の運動の方が口輪筋の筋力強化に適しており、高齢者でも受け入れやすい運動プログラムもこの点を考慮して開発する必要がある。

高齢者に機器を使用した口腔トレーニングを行い、口唇閉鎖力が向上するとの報告はこれまでに散見される。楓ほか(2014)は非トレーニング群と比較して、トレーニング開始から 4 週間後に口唇閉鎖力が有意に増大したと述べている。他にも器具を用いた口唇閉鎖訓練としては、口腔リハビリ器具「パタカラ」を用いたものが報告されている。「パタカラ」はポリエステル・エラストマーでできた材質の弾性と付属のバネに抵抗しながら口唇閉鎖を保持する運動を行う器具で、口輪筋の等尺性収縮を行う。中田ほか(2013)は、老人保健施設入所中の高齢者 5 名（平均年齢 82.6 歳±2.7 歳）を対象とした研究で「パタカラ」を用いた口唇閉鎖運動を 1 回 3 分間、1 日 3 回、4 週間継続した結果、口唇閉鎖力と嚥下機能の指標となる反復唾液飲み込み回数が向上したと報告している。

口唇閉鎖力の測定は元々小児の機能評価として用いられてきたという経緯から、成人の口唇閉鎖力に関する報告はまだ少ないが、野呂ほか(2002)は男女ともに 18 歳～20 歳ころに口唇閉鎖力の上昇が終わり、60 歳前後から低下傾向となり 80 歳代で幼稚園児と同程度となると報告している。口唇閉鎖力の低下をスクリーニングするために男性と女性でそれぞれ 9.0 N と 8.0 N を指標とすることを Kugimiya et al. (2021)が勧めていることより、こ

れを上回る力を回復・維持できることを目指したい。

第4項 表情と口腔機能

口腔が顔面にあることより，表情の表出には口腔の要素が大きい．口腔周囲には主に表情の表出に関わる表情筋と食物の咀嚼や嚥下に関わる咀嚼筋の両方が存在するが，随意的笑い・不随意的笑いの両方において表情筋と咀嚼筋の関連性があることはすでに報告されている(平田ほか, 2022)．Jensson et al. (2018)は10名の健常成人を対象にした報告で，針筋電図検査で笑顔の際に舌下神経（第XII脳神経）支配の舌筋と咀嚼筋である三叉神経支配（第V脳神経）の咬筋の共同運動を認め，咬合運動時には咀嚼筋の咬筋と表情筋の一つである大頬骨筋の協調運動を高率に認めたと報告している．Buendia et al. (2016)は健常成人において行ったfunctional MRIの解析で，笑顔と食べばり時の脳の1次運動野は近接し重なりがみられる領域も多く，これにより表情筋を支配する顔面神経と咀嚼筋を支配する三叉神経の間で脳の可塑性が発揮されるのではないかと考察している．このことから，口腔周囲の運動は表情筋，咀嚼筋の両方に脳の可塑性変化を起こす可能性が考えられ，これは顔面の神経支配が脳神経であるという特殊性に由来するといえる．上肢や下肢は片側を運動した際に，反対側が連動して動くことは起こり得ないが，口腔周囲は左右の顎関節が一つの骨（下顎骨）に存在する特殊な構造をしていることから，口腔周囲の片側の運動は常に反対側にも影響を及ぼす．このことも，口腔周囲の神経可塑性変化と関連があると考えられる．

第5項 口腔機能評価の現状と課題

口腔のわずかな機能低下は自覚しにくく，進行も緩徐なため早期に医療機関を受診するケースは少ないことが介入のタイミングが遅れる大きな原因である．口腔機能低下の評価法としては，現在オーラルフレイルセルフチェック表などを用いる自記式の方法と専門職による検査機器を用いた検査法がある．セルフチェック表を用いる方法の課題としては，口腔機能の些細な低下は本人の自覚に乏しいため，介入が必要な有症者を拾いきれない(Shimazaki et al., 2020)という点が挙げられる．また，オーラルフレイルは可逆性のある状態を指すと定義されているにもかかわらず，オーラルフレイルセルフチェック表の中には，可逆性のない残存歯数が含まれているという点も問題視されている．オーラルフレイルは日本で提唱されて世界に広まっていった概念であるが，世界的にはオーラルフレイルの運

用上の定義そのものがまだ定まっておらず、現時点で国内のオーラルフレイルの評価基準とされている残存歯数は世界的な運用基準からは外れることとなり(Parisius et al., 2024), 今後国内の評価基準も変化していく可能性があり流動的である。

一方、医療機関での専門職による検査にも課題がある。小倉ほか(2023)が行った大阪府堺市の歯科医院を対象とした調査 (n=139) では、口腔機能検査自体を行っていない歯科医院の割合は 67.6%と高い。これは、医療機関側の認識不足の問題(小倉ほか, 2023)もある上に、設備がないこと、検査機器を揃える経済的な余裕がないこと、検査を行うマンパワーがないことが原因である(山口ほか, 2020)。

全ての歯科医院に口腔機能低下症の診断に必要な検査器材が揃えられていない点に加えて、検査機器の中には計測時にミスを犯しやすく正しい結果が出ない恐れがあるという問題も指摘されている(佐藤ほか, 2021)。これらの問題に加え、医療機関での検査はコストがかかるため、医療資源の適正利用という観点からも医療機関での検査が増え続けることが望ましいとは言えない。この口腔機能の評価の際に問題となるのが、唾液による感染性である。医療機関では、マスクや手袋などを使用し感染性へ配慮することが可能であるが、地域の通いの場などで広く利用できる評価方法に求められることは、マスクや手袋のコストをかけないという点と感染性への配慮を要しない評価法であることである。

そこで、Choi et al. (2020)の表情(笑顔)を作る困難さが高齢者のオーラルフレイルを評価するスクリーニングツールの1つになり得るとの報告に基づき、表情分析が客観的で簡便な検査方法となる可能性に着目した。Choi et al. の研究は50歳以上の300人を対象とした調査で、オーラルフレイルの評価項目として10項目の候補と20の詳細項目を挙げ、口腔健康関連の項目との相関を電話インタビューに基づき解析したものである。それによると、咀嚼の難しさ、乾燥した食品を食べる際の水の必要性、顎や舌の動きの困難さ、話すことや発音することの困難さ、笑顔を作ることの困難さがスクリーニングツールとして利用可能な5項目であったと結論付けている。これは口腔機能と表情が無関係ではないことを示唆しており、この結果のように表情による口腔機能評価が可能となれば、評価の際に唾液による汚染の恐れがなく、地域の通いの場などで早期に口腔機能低下に介入できる機会が増えることにつながる。今回使用するFaceReader®で解析可能なHappyの感情について分析することで、インタビュー調査による前述Choiほかの研究と同様に笑顔の表出が口腔機能の評価指標となるのか検討する。

近年AI技術が進歩したことにより、表情は非接触で得られる情報として、多くの場面で

活用されてきている。例えば、Gehricke et al. (2000)はうつ状態では、非うつ病患者と比較して、幸せな状況のイメージと悲しい状況のイメージにおいて眉と頬の領域の顔面の筋活動が低下していると報告している。また、画像をピクセルレベルで分解し特徴を抽出するXceptionを用いたディープラーニングプログラムで、軽度認知症の患者と認知症でない患者の顔を区別する能力があることが示され、認知症の顔面バイオマーカー開発に関する将来の研究へつなぐと Umeda-Kameyama et al. (2021)が報告している。これらの報告は、口腔の機能以外にも表情で解析できるとの報告であり、口唇や表情筋、咀嚼筋の動きから口腔機能を表情で評価することも今後の研究の蓄積で可能となることを示唆していると考えられる。

第6項 口腔機能改善に関する現状と課題

前項の課題に追加し、高齢者が理解しやすく簡便な口腔機能改善方法が見当たらないという課題もある。高齢になってもトレーニングにより筋力向上が可能なことは既に知られているが、口腔は感染性への配慮から道具やマシンを他人と共有しづらいという特性があり、この点に配慮を要する。

これまでに器具を使用した口腔トレーニングで口唇閉鎖力や舌圧が改善し、覚醒度向上や日リズム形成促進の可能性があるとの報告があり(長棹ほか, 2022)、口腔周囲のトレーニングは口腔機能改善だけではなく副次的作用も期待できる。Kim et al. (2019)は口唇、舌、頬のストレッチ、咀嚼筋のエクササイズ、嚥下訓練を組み合わせたプログラムを1回2分で1日2回行うことで、口腔機能が改善されたとアンケート調査を元に報告している。これまでも複数の動きにより口腔周囲の機能向上を図るプログラムは上述の Kim et al. の方法の他にも開発されているが、広く定着しているとは言い難い。本研究では高齢者においても継続が可能な簡便な口腔機能改善方法として、日常生活に取り入れやすい口唇を閉じて頬を膨らませる1つの動作を繰り返す「ブクブクうがい動作」をプログラムとして、その効果を検証することとした。末永ほか(2021)がブクブクうがいの可否が口腔機能低下症の項目のうち嚥下機能の予測因子になりうると述べているように、ブクブクうがい動作は口腔機能を評価する手段として以前より用いられてきた。これまでも、ガラガラうがいとブクブクうがいをセットにして口腔機能訓練として慣例的に行われてはいたものの、回数や運動時間による効果を報告したものは見当たらない。

尚、地域在住高齢者と高齢者施設入所者では生活環境や心身の状態が異なると考えられ

ることから、解析時にはそれぞれについて分析し特徴を明らかにすることで、今後の普及に向けた資料となると考えた。

第2章 研究の目的と意義・仮説

第1節 研究の目的

本研究の第一の目的は、指示による笑顔の表出を表情の指標として、これを高齢者の口腔機能の簡便な評価法として利用可能か検証することである。

第二の目的は、高齢者が理解しやすく簡便な口腔機能改善プログラムを開発することである。本研究では8週間の1日2回各1分のブクブクうがい運動を介入のプログラムとした。解析は地域在住高齢者と高齢者施設入所者を分けて分析し、それぞれについての効果や特徴を明らかにすることである。

第2節 研究の仮説

第一の目的に対する仮説は、「表情と他の評価項目を組み合わせることで、口腔機能の評価が可能である」とした。

第二の目的に対する仮説は、「地域在住高齢者と高齢者施設入所者のいずれにおいても、1日に2分間の単一の運動（ブクブクうがい動作）を8週間行くと口唇閉鎖力をはじめとした口腔機能が改善する」とした。

第3節 本研究の意義

本研究によって、地域の通いの場や高齢者施設など、医療施設以外の場面での口腔機能の評価が可能となる。本研究の評価法は非接触、また遠隔でも行えるため、広く適用できる。評価によって口腔機能が低下している自覚を高齢者に促すだけでなく、合わせてその改善方法を示す。運動プログラムで口腔機能が改善することで、食事内容の変化による栄養状態やサルコペニアの改善、発音の明瞭化による社会交流の意欲増進などコミュニケーションの増加が見込める。このことは、高齢者の健康寿命延伸につながり、結果として医療・介護に関する社会保障制度の維持への効果も考えられ、有用な資料となる。

第3章 研究の方法

第1節 研究デザイン

各種測定およびプログラムの提供は令和6年5月14日より令和6年10月26日にかけて行った。

第一の目的である口腔機能評価法の開発については、横断研究にて表情分析とその他の口腔機能評価項目、基本属性との関連を解析した。この解析に用いたデータは、第二の目的である介入研究の初回測定を兼ねている。第二の目的である口腔機能改善プログラムについては、介入研究（クロスオーバー試験）にて、運動プログラムの口腔機能改善効果を検討した。図2にクロスオーバー試験の概要を示す。ベースラインから3回目までの測定を1クールとし、Wash-out期間4週間を挟んだ後の4回目から6回目までの測定を2クール目とする。尚、1クール目が介入群、2クール目が対照群となった対象者をシーケンス1とし、1クール目が対照群、2クール目が介入群となった対象者をシーケンス2とした。2024年5月より測定を開始し4週後、8週後に測定を行い、これを1クールとした。4週間のWash-out期間において、2クール目も12週時、16週時、20週時に同様に調査した。全体のスケジュールは、説明図に示す。

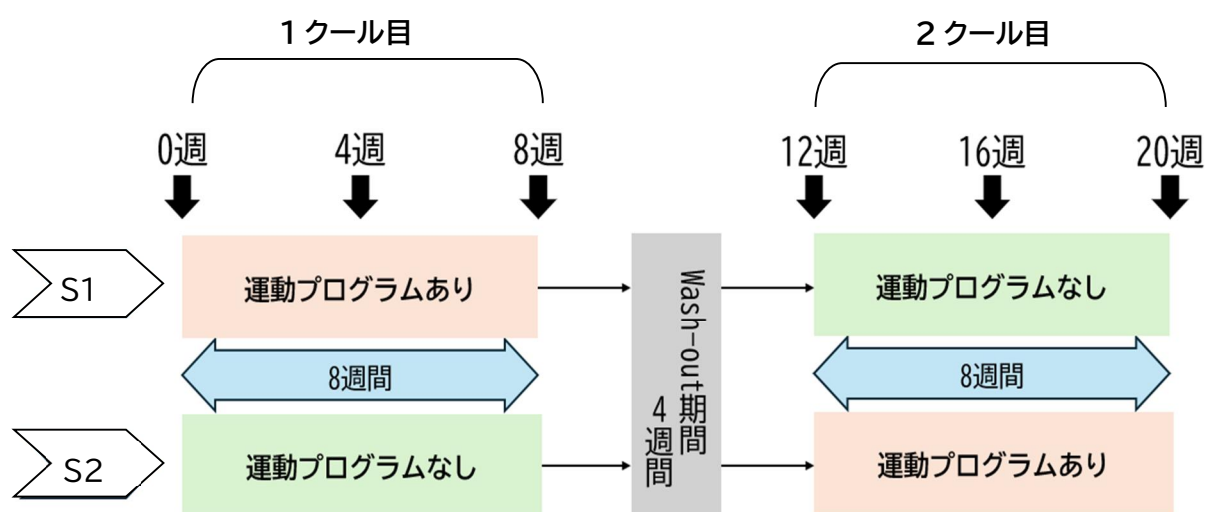


図1 クロスオーバー試験の概要

s : シークエンス

第2節 研究の対象者の募集，選定

本研究は，都内在住の65歳以上の地域在住高齢者，高齢者施設入所高齢者を対象とした。対象者の募集にあたり，筑波大学体育系研究倫理委員会承認後に，地域在住高齢者の調査施設となる，榎町地域センター，目白台交流館，山吹町地域交流館の責任者に研究協力依頼書にて研究協力を依頼し，これらの実施施設へ対象者募集のポスターを掲示し対象者の紹介も依頼した。また，合わせて機縁法にて対象者を募集した。榎町地域センターの対象者募集は地域でボランティア活動を主催している高齢者に対象者の紹介を依頼した。

目白台交流館，山吹町地域交流館の2施設においては，測定日時を運動教室後に設定し責任者に運動教室の参加者の紹介を依頼した。各施設にて研究の説明会を実施し，本研究の目的・意義，方法，各測定の内容，介入内容となる運動プログラムの具体的方法や対象者への負担などを文書で説明し，随時質問を受け付け補足した。調査実施に伴う時間的拘束や，心身の不調等を感じた際には，いつでも不利益を受けることなく中止できることを伝えた。高齢者施設（リハビリホームグランダ神楽坂，杜の癒しハウス文京関口，特別養護老人ホームあかね苑，癒しの里南千住，癒しの里亀有）においても同様に，施設責任者に研究協力依頼書にて研究協力を依頼し，ポスター掲示，施設職員による声掛けにて対象者を募集した。

尚、(1) 脳梗塞、顔面神経麻痺などの神経疾患、顔の外傷など表情に影響を及ぼす既往を持つ者、(2) 認知症などで指示に従うのが困難な者は対象者から除外した。除外基準はポスターに記載し、調査の当日には口頭で説明し、アンケート調査用紙にも記載した。

本研究は、筑波大学体育系倫理研究委員会の承認を得た。また、本研究のプロトコルは大学病院医療情報ネットワーク臨床試験登録（登録番号 UMIN000056427）に登録した。

対象者と高齢者施設入所者家族に対し、研究の趣旨や目的、危険性、個人情報の守秘義務、参加の拒否と撤回、研究結果の取り扱い等について書面で十分に説明し、本人より同意を得られた者を対象とした。個人を識別できる情報を入手したため、情報入手後は直ちにコード化し、対応表によって個人を復元できるように匿名化した。分析に際しては、個人が特定されないようにした。

第3節 介入群で行う運動プログラム

介入群は1日2回各1分の「ブクブクうがい」を8週間継続した。「ブクブクうがい」の運動は、実際の動きを予め用意した動画を確認してもらうか、説明の際に著者が実際に動きを行い、確認してもらうようにした。また、高齢者施設には動画を配布し、時間測定も兼ねて視聴しながら行ってもらうようにした。動画は1分間のブクブクうがい運動のものと、20秒間ブクブクうがい運動の後10秒間の休憩を1セットとして3回繰り返し、合計1分間のブクブクうがい運動となるものを用意した。動画が利用できない高齢者施設においては、図3-1から図3-4に示す、動きを絵や言葉で表したパネル（2枚4種のパターン）を配布し、スタッフがマスクを外すことなく説明が可能になるようにした。これらは、高齢者施設においてはスタッフが感染対策のため常時マスクを着用しているため指示が伝わりにくいことと、聴力低下がみられる高齢者への配慮として用意した。運動プログラム期間中はチェック表とシールを対象者に配布し、運動の動機付けと、運動し忘れ防止となるようにした。運動は誤嚥防止のため、口内に水を含まない空ブクブクうがいでよいことを説明し、1分間連続でなく途中休憩を挟んで行ってよいことを説明した。運動実施は、地域在住高齢者は自身で時計を見るなどして確認するように依頼し、高齢者施設入所者については必要に応じ施設スタッフに確認を依頼した。対照群にはこれまでと同様の生活を送るように説明した。

地域在住高齢者は、新宿区内2施設での調査・測定に参加した対象者をシーケンス1に割り付け、文京区内の1施設での調査・測定に参加した対象者をシーケンス2に割り

付けた。高齢者施設は、あかね苑（特別養護老人ホーム）、杜の癒しハウス文京関口（有料老人ホーム）、リハビリホームグランダ神楽坂（有料老人ホーム）の3施設をシーケンス1に割り付け、癒しの里亀有（特別養護老人ホーム）、癒しの里南千住（特別養護老人ホーム）の2施設をシーケンス2に割り付けた。介入の順は著者が無作為に決定した。

どちらも対象者、介入実施者、アウトカムの評価者は介入に対して盲検化はされていない。

ブクブクうがい運動



**両方のほっぺを
ふくらませてみましょう**

**ほっぺを片方ずつ
ふくらませてみましょう**

図 2-1 高齢者施設において運動の説明に用いたパネル

フクフクうがい運動をしてみましょう ブクブク



**唇に力を入れて
閉じてみましょう**

**ほっぺをふくらませて
みましょう**

**ほっぺを左右交互に
ふくらませてみましょう**

図 2-2 高齢者施設において運動の説明に用いたパネル



図 2-3 高齢者施設において運動の説明に用いたパネル

だるまん だるまん にらめっこしましょ
笑うと負けよ あっぷっぷ

ほっぺを
ふくらませて
みましょう



図 2-4 高齢者施設において運動の説明に用いたパネル

第4節 調査方法及び調査項目

第1項 口唇閉鎖力

図4-1に示す口唇閉鎖力測定器「りっぷるくん」(松風社製 日本)を使用し, 研究開始時より4週ごとに20週目まで測定し, これを主要評価項目とした。「りっぷるくん」は, 閉鎖した口唇と上下前歯の間にボタンを挟んだ状態からボタンに付いた糸を引っ張り, 口唇からボタンがはずれた時点の力(N)を口唇閉鎖力として測定する機器である。

本研究において, 測定の際はデンタルフロスで機器と20cmの長さに取り付けた「りっぷるボタン(図4-2)」を座位の対象者の前歯中央部の外側に設置(図4-3)し, 口唇を閉じさせた。

顔は正面を向くように指示し, ボタンと機器の間のデンタルフロスが床面と水平になるように測定者が正面から床と平行に引き(図4-4), 口唇からボタンが外れた時の力を3回計測し, 最大値を口唇閉鎖力(N)とした。初回の測定時には, 実際に測定者が自身の口腔内にりっぷるボタンを設置し, 水平に引っ張る力に対して閉鎖した口唇で抵抗する動作を行い, 対象者が動作を確認してから測定した。測定は著者が行った。

「りっぷるくん」は機器より赤色LED光が発せられ, 鼻下点へ照射しながら測定を行うことで引っ張る方向のブレが少なくなり測定誤差が少ないとされる歯科診療にて使用される機器である。また, この機器の検者内信頼性, 検者間信頼性は担保されていると Ueda et al. (2019)や, Oki et al. (2021)により報告されている。



図 3-1 口唇閉鎖力測定に用いた「りっぷるくん」(松風社製, 日本)
松風 HP より転載



図 3-2 口腔内に装着するボタン「りっぷるボタン」の形状
松風 HP より転載

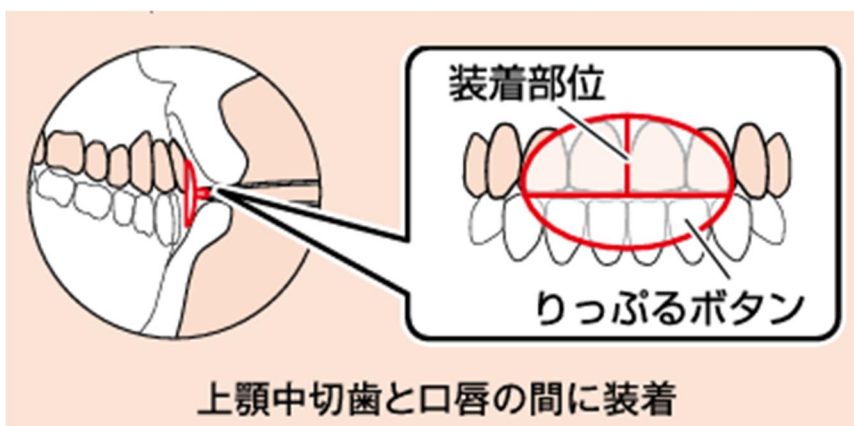


図 3-3 口腔内のリップるボタンの装着位置の模式図

松風 HP より転載



図 3-4 リップるくんを使用した口唇閉鎖力測定時の様子

松風 HP より転載

第2項 アンケート調査

アンケート調査の際は、回答の際に隣との間隔を十分あけて覗き込まれないようにし、回答終了後は各自で封筒に入れたのちに回収した。高齢者施設入所者のうち、自身での記入が困難な対象者については、施設スタッフが聞き取り記入、または代理記入とした。

①山本式総義歯性能判定表(山本, 1972)

この尺度は30種類の食品を6段階に分類し、それぞれの摂取可能状況から咀嚼能力を判定するものである。今回は、三択（食べられる、工夫すれば食べられる、食べられない）で回答するものとした。この判定表は、内側から外側に向かって、咀嚼難易度が高くなるように作られており、対象者にも難易度が容易に判定できるとされている。最も難易度が低いスープの1点から、最も難易度が高い食品（堅焼せんべい、ナッツ、アワビ、古たくあん、雑煮餅）の6点までに分けられており、食べられるとした食品の得点が高いほど咀嚼能力が高いことを意味する。2点はとうふ、おかゆ、プリン、3点はごはん、煮物、はんぺん、うなぎの蒲焼、まぐろの刺身、4点はハム、ソーセージ、こんにゃく、ちくわ、かまぼこ、ビスケット、おこわ、いかの刺身、5点はくらげの酢の物、なまこ、酢だこ、とり貝、サラミ、ステーキ、フランスパン、するめいか、おこし、貝柱の干物、らっきょうとなっている。判定表では回答は食べられるものに○、工夫すれば食べられるものに△、食べられないものに×をつけるように指示される。今回は、同一グループの食品が同心円状に記載された原典の調査票を、各食品群について「スープは食べられますか？」のように質問文を設定したものに作成しなおし、回答を求めた。食べられる、または工夫すれば食べられると回答した最も難易度の高い食品群の得点を採用した。日本補綴歯科学会が作成した咀嚼障害評価法のガイドライン(日本補綴歯科学会ガイドライン作成委員会, 2002)によれば、山本の方法は直接的検査法に分類され、特別な設備装置を必要とせず、食品アンケートによる判定法として長年一般的に用いられている。また、高齢者に多い義歯装着者を対象とした咀嚼能率判定表（咬度表）を使用した評価方法は、摂食より嚥下までの咀嚼能力をある程度総合的に、そして簡単に判定できるため、臨床の場において使用できる可能性が高いと思われると同委員会は結論付けている。

②EAT-10 日本語版(若林, 栢下, 2014)

Belafsky et al. (2008)は2008年に Eating Assessment Tool-10（以下、EAT-10）を開発した。10項目の質問で構成され、それぞれ5段階（0点：問題なしから4点：ひどく問題）で回答する。10問の合計点数の最低点は0点で、最高点は40点となり、得

点が高いほど嚥下機能の低下が重度であることを意味する。合計点数が3点以上であれば異常と判定される。2014年に若林ほか(2014)によって、EAT-10日本語版が作成され、その信頼性・妥当性が報告されている。

③基本チェックリスト (厚生労働省, 2006)

25問で生活機能や健康状態を評価する。問1から問5は日常生活関連の動作の評価、問6から問10は運動器の評価、問11, 12は栄養状態の評価、問13から問15は口腔機能の評価、問16, 17は閉じこもり、問18から20は認知機能評価、問21から問25は抑うつ気分の評価である。口腔機能に関する質問は

- ・問13 半年前に比べて固いものが食べにくくなりましたか 1. はい 0. いいえ
- ・問14 お茶や汁物等でむせることがありますか 1. はい 0. いいえ
- ・問15 口の渇きが気になりますか 1. はい 0. いいえ

である。各質問において、生活機能に問題があると考えられる場合に1点が加算となり、合計得点が高いほど生活機能に問題があるとする。

④基本属性

対象者の氏名、性別 (1:男性・2:女性)、生年月日、年齢、住所、電話番号、介護度 (1:介護認定なし 2:要支援1 3:要支援2 4:要介護1 5:要介護2 6:要介護3 7:要介護4 8:要介護5)、歯数、基本チェックリストの質問12より Body Mass Index (以下 BMI) (kg/m^2), を調査した。

第3項 FaceReader®

FaceReader® (Nordus社, オランダ) を用いて、撮影した写真を表情分析し、Happyの出現率 (%) を研究開始時より4週ごとに20週目まで測定した。写真撮影にはデジタルカメラ SONY RX100VIを使用し、椅子に着席した対象者の正面から撮影できるように約1.5m離れて三脚で固定した。「好きな食べ物を思い浮かべて、今からそれを食べる嬉しい時の笑顔をしてください。」と指示した笑顔の写真を撮影した。撮影時には言葉での指示に加え、指示を記載したパネル (図5) を撮影位置より見せることで、聴力低下のみられる対象者へ配慮した。撮影は著者が行い、地域在住高齢者用の各施設の測定日はそれぞれ同じ曜日の同じ時間帯とし、高齢者施設においては施設内のイベントがない限りは午後の昼食と夕食の間の時間帯に調査を行った。

本研究で使用した表情解析ソフト「FaceReader®」は研究開発や学術論文掲載のための

基礎データを得ることを主眼に開発された「学術研究用・表情分析ソフトウェア」である。

心理学分野で用いられてきた FACS (Facial Action Coding System) 理論により、基本 7 感情、Happy (喜び)、Sad (悲しみ)、Angry (怒り)、Surprised (驚き)、Scared (恐怖)、Disgusted (嫌悪)、Contempt (軽蔑) と Neutral (中立) を定量的に可視化可能なソフトウェアである。これは、顔面の筋肉の動きによる 44 の Action Unit の組み合わせにより、表情を評価し、7 感情のそれぞれの出現率 (%) を求めることができる。出現率は数値が大きいほど感情の表出が大きいことを意味する。本研究ではデジタルカメラで撮影した写真をソフトに読み込み、日本人での信頼性・妥当性が担保されている Happy の感情を解析に使用した。

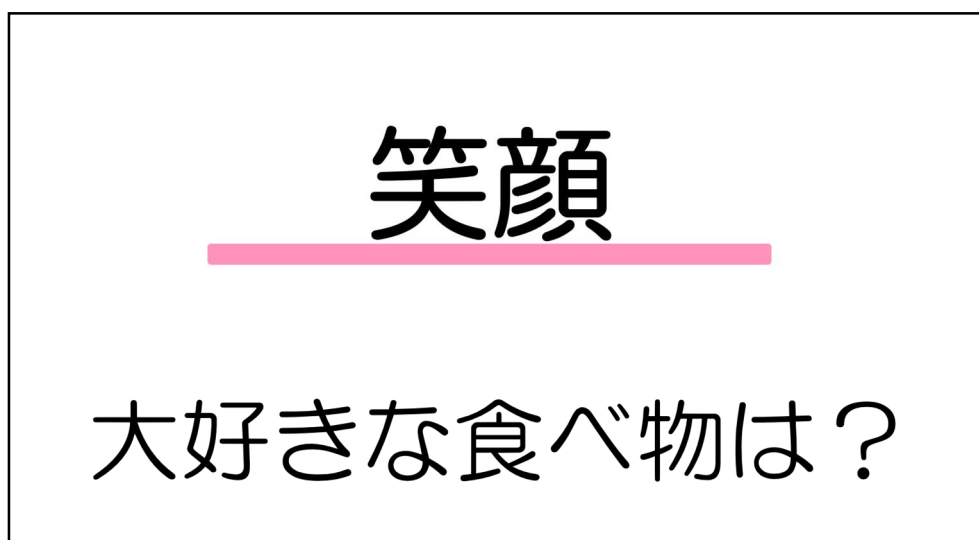


図 4 写真撮影時に使用したパネル

第 5 節 統計解析

検定に先立ち、ベースラインのデータがある対象者の連続変数の正規性を Shapiro-Wilk 検定とヒストグラムにて確認した結果、介護度、EAT-10 日本語版、山本式総義歯性能判定表、Body Mass Index (以下 BMI) (kg/m^2)、基本チェックリスト、基本チェックリストの口腔機能 3 項目、口唇閉鎖力 (N)、歯数 (本)、笑顔指示時の Happy 出現率 (%) に正規性は認められなかった。研究の分析対象者の集団特性を明らかとするため、ベースラインのデータがある対象者すべて、地域在住高齢者、高齢者施設入所者、それぞれの記述統計を算出した。地域在住高齢者、高齢者施設入所者のそれぞれのシーケンス間の比較は、正規性が認められた場合は群間比較を t 検定で、正規性が棄却された場合は Mann-Whitney

の U 検定で行った。

表情による口腔機能評価が可能かを検証するため（目的 1）、笑顔指示時の Happy の出現率（%）とその他の評価項目の関連の検証に先立ち、Pearson の相関係数を算出した。

Cohen's Standard に基づき、 $0.10 \leq |r| < 0.30$ を弱い相関、 $0.30 \leq |r| < 0.50$ を中程度の相関、 $0.50 \leq |r| < 1.00$ を強い相関とした。

多重共線性が生じる可能性を低減し、モデルの安定性と解釈性を高めるため、各独立変数間の相関係数が 0.7 以上となる変数がないかを確認した。その上で、各口腔機能関連項目（口唇閉鎖力、山本式総義歯性能判定表、EAT-10 日本語版、基本チェックリストの口腔機能 3 項目）のそれぞれを従属変数、笑顔指示時の Happy 出現率、年齢、介護度、歯数、BMI を独立変数とした強制投入法による重回帰分析を行った。その際、以下の 3 つのモデルを検討した。

- ① 笑顔指示時の Happy 出現率（%）を独立変数とした Crude Model
- ② 笑顔指示時の Happy 出現率（%）とそれ以外の変数（年齢、介護度、歯数、BMI）を 1 つずつ投入
- ③ 笑顔指示時の Happy 出現率（%）とそれ以外の全変数（年齢、介護度、歯数、BMI）を投入

得られた重回帰式の適合度評価は自由度調整済み決定係数 R^2 値にて行い、分散インフレーション係数（Variance Inflation Factor, 以下 VIF）を確認した。また、各モデル式の独立変数の有意確率を確認した。これにより、すべての独立変数が有意になるモデルで R^2 値が最も高いものを最適なモデルとした。

次に、運動プログラムの効果を評価するため（目的 2）、地域在住高齢者、高齢者施設入所者、それぞれのクロスオーバー試験の結果を混合効果モデルで検証した。その際に、シーケンス、時期、介入の 3 つを固定効果とし、それぞれの主効果を検討した。シーケンスの主効果を確認することで、割り付けた対象者による違いがないかを明らかとする。時期効果を確認することで、1 クール目か 2 クール目かの違い、すなわち時期が従属変数に影響を及ぼすかを明らかとする。介入効果を確認することで、ブクブクうがいによる運動プログラムの効果を明らかとする。また、対象者ごとの固有のばらつき（個人差）を考慮するため、対象者をランダム効果として混合効果モデルに含めた。

混合効果モデルにおいて介入の効果が Wash-out 期間の後も残る持ち越し効果の有無を確認するため、1 クール目と 2 クール目におけるそれぞれの口唇閉鎖力の差を合計し、シ

ークエンス1とシーケンス2の違いを t 検定で判定する。尚、その際欠測は最終観測値代入法にて補完した Intension-To-Treat (以下 ITT) 解析で行った。ベースラインのデータから 6 回目の測定までの各グループの口唇閉鎖力の変化を視覚的に捉えるため、全ての測定を完了した者のみを分析対象とする Per-Protocol-Set(以下 PPS)解析でグラフ化した。統計解析には、IBM SPSS Statistics ver. 29.0 を用い、有意水準は全て 5%に設定し分析を行った。

第4章 研究結果

第1節 記述統計

本研究への参加意向を示した地域在住高齢者は36名、高齢者施設入所者は39名であった。高齢者施設入所者は脳梗塞の既往など除外基準により4名が除外され、ベースラインにおける全体の対象者は71名（男性5名、女性66名、平均 88.3 ± 9.7 歳）であった。対象者のフローチャートを図6に示す。測定日に都合がつかなかった者や、体調の悪化、入院、死亡などにより10名が脱落し、すべての測定に参加した対象者は61名であった。

対象者全体のプロフィールを表1に示す。また、地域在住高齢者のプロフィールを表2、高齢者施設入所者のプロフィールを表3に示す。地域在住高齢者は36名（男性2名、女性34名、平均 77.2 ± 7.2 歳）を分析した。介護度の中央値は「介護認定を受けていない（回答欄の1を選択）」であった。シーケンス1（介入群→対照群）に割り付けられたグループ1の平均年齢は 76.2 ± 5.6 歳、シーケンス2（対照群→介入群）に割り付けられたグループ2の平均年齢は 79.2 ± 9.4 歳、介護度はそれぞれ 1.1 ± 0.6 、 1.2 ± 0.6 、BMIはそれぞれ 23.3 ± 4.2 (kg/m^2)、 22.4 ± 2.4 (kg/m^2)で、グループ間の有意差はなかった。グループ1の口唇閉鎖力は平均 9.7 ± 2.9 (N)、グループ2の口唇閉鎖力は 7.3 ± 3.2 (N)で、 $p=0.024$ と有意差がみられた。

高齢者施設入所者は35名（男性3名、女性32名、平均年齢 89.6 ± 7.9 歳）を分析した。介護度の中央値は「要介護3（回答欄の6を選択）」であった。シーケンス1（介入群→対照群）に割り付けられたグループ3の平均年齢は 89.8 ± 6.9 歳、シーケンス2（対照群→介入群）に割り付けられたグループ4の平均年齢は 89.3 ± 9.3 歳、介護度はそれぞれ5.5 (3.0–7.0)、7 (6.0–7.8)、BMIはそれぞれ19.1 (17.3–20.9) (kg/m^2)、20.5 (17.5–23.6) (kg/m^2)であった。シーケンス1のグループ3とシーケンス2のグループ4の介護度は有意差がみられた ($p=0.013$)。その他の項目にグループ間の有意差はなかった。

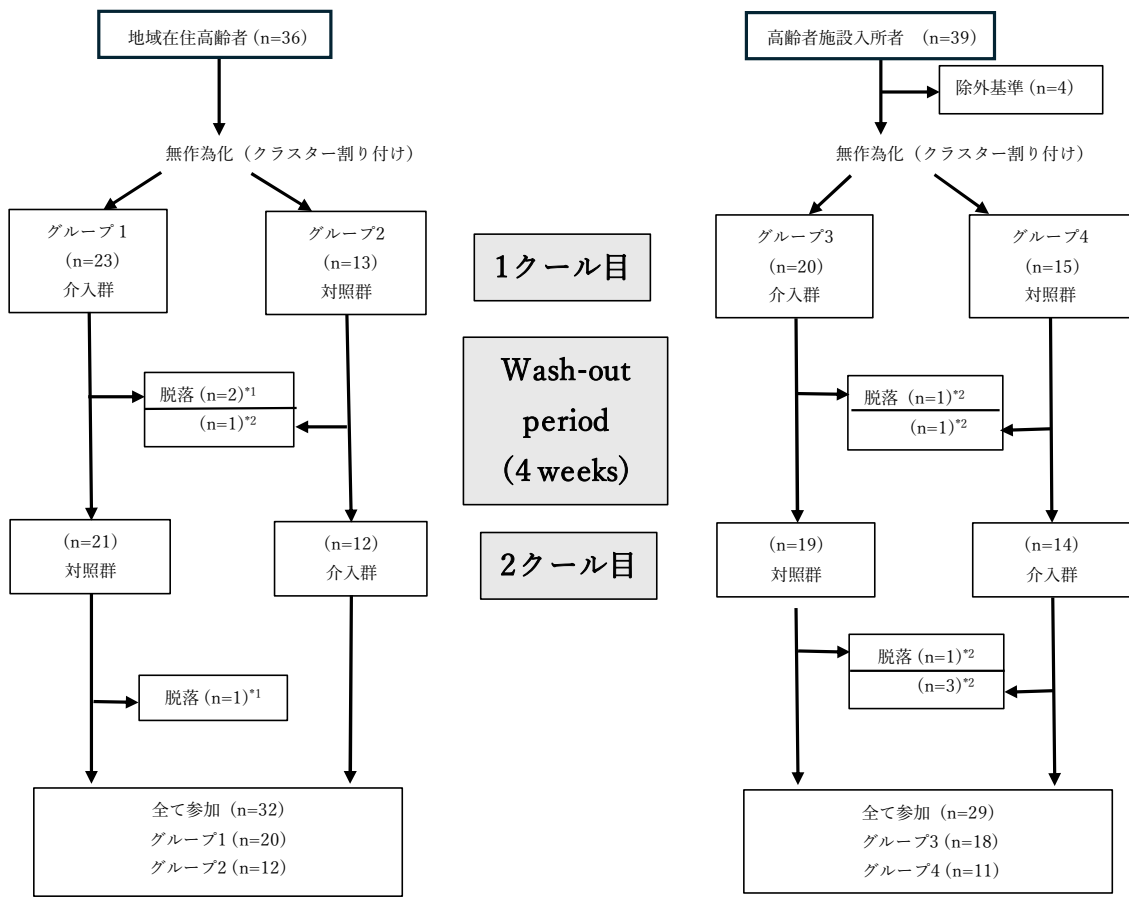


図5 対象者のフローチャート

*1: 都合がつかず参加中断 *2: 体調不良, 状態悪化により参加中断

表1 対象者のプロフィール

	全体 (n=71)	地域在住高齢者 (n=36)	高齢者施設入所者 (n=35)
性別		2	3
	男性		
	女性	34	32
年齢 (歳) ^a	83.3 (9.7)	77.3 (7.2)	89.6 (7.9)
介護度 ^a	3.4 (2.6)	1.2 (0.6)	5.6 (1.9)
BMI (kg/m ²) ^a	21.7 (3.8)	23.0 (3.7)	20.1 (3.4)
歯数 (本) ^a	15.8 (10.5)	20.6 (8.9)	10.7 (9.8)
口唇閉鎖力 (N) ^a	6.8 (3.5)	8.8 (3.2)	4.7 (2.4)
山本式 (点) ^b	6.0 (0.0)	6.0 (0.0)	6.0 (4.5-6.0)
EAT-10日本語版 (点) ^b	0.0 (0.0-3.3)	0.0 (0.0-2.0)	0.0 (0.0-10.0)
基本チェックリスト (点) ^b	8.0 (0.0-12.0)	3.0 (1.3-6.0)	12.0 (10.0-16.0)
基本チェックリストの口腔機能 (点) ^b	0.0 (0.0-2.0)	1.0 (0.0-2.0)	0.0 (0.0-1.0)
Happy出現率 (%) ^b	53.2 (17.8-80.3)	67.9 (41.5-86.0)	44.0 (6.3-74.9)

a 平均値 (標準偏差) b 中央値 (四分位範囲)

介護度：1=介護認定なし、2=要支援2、3=要支援1、4=要介護2、5=要介護1、6=要介護2、7=要介護3、8=要介護4、9=要介護5

山本式：山本式総義歯性能判定表、基本チェックリストの口腔機能：基本チェックリストの口腔機能3項目、

Happy出現率 (%)：ベースラインの笑顔指示時のHappy出現率 (%)

表2 地域在住高齢者のプロフィール

	全体 (n=36)		グループ1 (n=23)		グループ2 (n=13)		p値
	男性	女性	1	2	1	2	
性別	2	34	1	22	1	12	
年齢 (歳) ^a	77.3 (7.2)	76.2 (5.6)	79.2 (9.4)				0.317
介護度 ^a	1.2 (0.6)	1.1 (0.6)	1.2 (0.6)				0.642
BMI (kg/m ²) ^a	23.0 (3.7)	23.3 (4.2)	22.4 (2.4)				0.427
歯数 (本) ^a	25.0 (16.5-27.0)	25.0 (20.0-27.0)	25.0 (5.0-27.0)				0.494
口唇閉鎖力 (N) ^a	8.8 (3.2)	9.7 (2.9)	7.3 (3.2)				0.024*
山本式 (点) ^b	6.0 (0.0)	6.0 (0.0)	6.0 (0.0)				0.871
EAT-10日本語版 (点) ^b	0.0 (0.0-2.0)	0.0 (0.0-1.0)	0.0 (0.0-5.0)				0.312
基本チェックリスト (点) ^b	3.0 (1.3-6.0)	3.0 (1.0-5.0)	5.0 (2.0-7.5)				0.179
基本チェックリストの口腔機能 (点) ^b	1.0 (0.0-2.0)	1.0 (0.0-2.0)	2.0 (1.0-2.0)				0.026*
Happy出現率 (%) ^b	67.9 (41.5-86.0)	80.0 (36.8-88.0)	51.8 (42.7-77.6)				0.312

a 平均値 (標準偏差) 対応のないt検定 b 中央値 (四分位範囲) Mann-WhitneyのU検定

グループ1: 介入→対照の順に割り付けたシークエンス1の対象者、グループ2: 対照→介入に割り付けたシークエンス2の対象者

介護度: 1=介護認定なし、2=要支援2、3=要支援1、4=要介護2、5=要介護3、6=要介護4、7=要介護5

山本式: 山本式総義歯性能判定表、基本チェックリストの口腔機能: 基本チェックリストの口腔機能3項目

Happy出現率 (%): ベースラインの笑顔指示時のHappy出現率 (%)

*: $p < 0.05$

表3 高齢者施設入所者のプロフィール

	全体 (n=35)			グループ3 (n=20)		グループ4 (n=15)		p値
	男性	3	1	2	1	2		
性別								
	男性							
	女性	32	19	13				
年齢 (歳) ^a		89.6 (7.9)	89.8 (6.9)	89.3 (9.3)			0.846	
介護度 ^b		6.0 (4.0-7.0)	5.5 (3.0-7.0)	7.0 (6.0-7.8)			0.013*	
BMI (kg/m ²) ^b		19.3 (17.5-22.4)	19.1 (17.3-20.9)	20.5 (17.9-23.6)			0.326	
歯数 (本) ^b		9.0 (0.0-20.0)	9.5 (0.8-21.5)	7.5 (0.0-17.3)			0.458	
口唇閉鎖力 (N) ^a		4.7 (2.4)	4.6 (2.5)	4.9 (2.2)			0.715	
山本式 (点) ^b		6.0 (4.5-6.0)	6.0 (4.5-6.0)	6.0 (0.0)			1.000	
EAT-10日本語版 (点) ^b		0.0 (0.0-10.0)	0.5 (0.0-13.3)	0.0 (0.0)			0.086	
基本チェックリスト (点) ^b		12.0 (10.0-16.0)	12.5 (8.3-16.0)	12.0 (11.3-13.8)			0.803	
基本チェックリストの口腔機能 (点) ^b		0.0 (0.0-1.0)	0.0 (0.0-1.0)	0.0 (0.0)			0.283	
Happy出現率 (%) ^b		44.0 (6.3-74.9)	14.4 (5.8-58.4)	66.7 (23.0-77.9)			0.064	

a 平均値 (標準偏差) 対応のないt検定 b 中央値 (四分位範囲) Mann-WhitneyのU検定

グループ3：介入→対照に割り付けたシークエンス1の対象者、グループ4：対照→介入に割り付けたシークエンス2の対象者

介護度：1=介護認定なし、2=要支援1、3=要支援2、4=要介護1、5=要介護2、6=要介護3、7=要介護4、8=要介護5

山本式：山本式総義歯性能判定表、基本チェックリストの口腔機能：基本チェックリストの口腔機能3項目

Happy出現率 (%)：ベースラインの笑顔指示時のHappy出現率 (%)

* : $p < 0.05$

第2節 各基本属性と測定項目間の相関

相関係数の詳細を表4に示す。基本チェックリストと年齢 ($r=0.624$, $p<0.001$)及び介護度 ($r=0.796$, $p<0.001$)の間にそれぞれ強い正の相関がみられた。EAT-10 日本語版と山本式総義歯性能判定表の間には強い負の相関がみられた ($r=-0.643$, $p<0.001$)。基本チェックリストと口唇閉鎖力との間には強い負の相関がみられた ($r=-0.607$, $p<0.001$)。

表4 ベースラインにおける基本属性と各尺度、及び測定項目の相関表

	年齢	介護度	山本式	EAT-10	BMI	KCL	KCL口腔機能	口唇閉鎖力	Happy出現率	歯数
年齢	1									
介護度	Pearson の相関係数 有意確率(両側)	.574**	1							
山本式	Pearson の相関係数 有意確率(両側)	<.001								
EAT-10	Pearson の相関係数 有意確率(両側)	-.335**	-.396**	1						
BMI	Pearson の相関係数 有意確率(両側)	0.004	<.001							
KCL	Pearson の相関係数 有意確率(両側)	0.164	0.143	-.643**	1					
KCL口腔機能	Pearson の相関係数 有意確率(両側)	0.172	0.234	<.001						
口唇閉鎖力	Pearson の相関係数 有意確率(両側)	-.266*	-.362**	.333**	-.346**	1				
happy出現率	Pearson の相関係数 有意確率(両側)	0.028	0.002	0.005	0.004					
歯数	Pearson の相関係数 有意確率(両側)	.624**	.796**	-.499**	.423**	-.364**	1			
	Pearson の相関係数 有意確率(両側)	<.001	<.001	<.001	<.001	0.002				
	Pearson の相関係数 有意確率(両側)	-0.021	-.269*	-0.200	.392**	0.048	0.102	1		
	Pearson の相関係数 有意確率(両側)	0.860	0.023	0.095	<.001	0.696	0.410			
	Pearson の相関係数 有意確率(両側)	-.395**	-.608**	.382**	-0.219	.465**	-.607**	0.111	1	
	Pearson の相関係数 有意確率(両側)	<.001	<.001	0.001	0.066	<.001	<.001	0.357		
	Pearson の相関係数 有意確率(両側)	-.399**	-.367**	.290*	-0.121	0.190	-.397**	-0.116	.363**	1
	Pearson の相関係数 有意確率(両側)	<.001	0.002	0.014	0.317	0.121	<.001	0.335	0.002	
	Pearson の相関係数 有意確率(両側)	-.543**	-.531**	.299*	-0.065	0.135	-.522**	0.009	.310**	.370**
	Pearson の相関係数 有意確率(両側)	<.001	<.001	0.011	0.592	0.273	<.001	0.940	0.009	0.001

山本式：山本式総義歯性能判定結果、EAT-10：EAT-10日本語版、KCL：基本チェックリスト、KCL口腔機能：基本チェックリストの口腔機能3項目
 Happy出現率：笑顔指示時のFaceReader®解析におけるHappy出現率(%) * $p < 0.05$, ** $p < 0.001$ 、度数：68人~71人。
 表の視認性を向上させるため、相関行列の主対角線より上の部分を省略

第3節 表情による口腔機能評価

従属変数を口腔機能評価に用いる口唇閉鎖力、山本式総義歯性能判定表の点数、EAT-10日本語版の点数、基本チェックリストの口腔機能評価3項目の点数、とし、笑顔指示時のHappy出現率と基本属性を独立変数として重回帰分析を行った結果を表5-1から表5-4に示す。

重回帰分析の結果、2つの変数、すなわち独立変数 X_1 を笑顔指示時のHappy出現率(%), および X_2 をBMI (kg/m^2) とし、口腔機能の一つである従属変数 Y を口唇閉鎖力(N)とするモデルを構築した。このモデルでは回帰式の寄与率を示す R^2 が0.299で、すべての独立変数が有意であり、 $Y = -2.871 + 0.031X_1 + 0.379X_2$ であった。また、多重共線性を確認するために各変数のVIF値を求めた結果、VIF値はすべての変数において2未満であり、多重共線性の問題はないことが確認された。

上記のモデル以外にすべての独立変数が有意となるモデルはなかった。

表5-1 従属変数を口唇閉鎖力とした重回帰分析の結果 (n=71)

モデル (従属変数)	変数	標準化係数	非標準化係数	B の 95.0% 信頼区間	p 値	R ²	
		ベータ	B	下限	上限		
Crude Model (口唇閉鎖力)	(定数)		4.898	3.487	4.487	<.001	0.131
	Happy出現率	0.363	0.038	0.015	1.015	0.002	
	(定数)		14.385	6.785	7.785	<.001	0.206
	Happy出現率	0.244	0.026	0.001	1.001	0.042	
	年齢	-0.298	-0.106	-0.190	0.810	0.014	
	(定数)		8.379	6.625	7.625	<.001	0.392
	Happy出現率	0.161	0.017	-0.004	0.996	0.118	
	介護度	-0.549	-0.717	-0.983	0.017	<.001	
	(定数)		-2.871	-7.101	-6.101	0.180	0.299
	Happy出現率	0.291	0.031	0.008	1.008	0.008	
Happy出現率 + 1つの説明変数	BMI	0.410	0.379	0.184	1.184	<.001	
	(定数)		4.239	2.648	3.648	<.001	0.167
	Happy出現率	0.287	0.030	0.005	1.005	0.019	
	歯数	0.204	0.067	-0.011	0.989	0.092	
	(定数)		3.410	-5.996	-4.996	0.471	0.45
	Happy出現率	0.147	0.015	-0.007	0.993	0.173	
	歯数	-0.024	-0.008	-0.089	0.911	0.846	
	年齢	-0.024	-0.009	-0.097	0.903	0.844	
	介護度	-0.444	-0.598	-0.945	0.055	0.001	
	BMI	0.274	0.253	0.064	1.064	0.009	

Happy出現率 : FaceReader®解析におけるHappy出現率 (%)

表5-2 従属変数を山本式総義歯性能判定表とした重回帰分析の結果 (n=71)

モデル (従属変数)	変数	標準化係数		B の 95.0% 信頼区間		P 値	R ²
		ベータ	B	下限	上限		
Crude Model (山本式)	(定数)		5.357	5.030	6.030	<.001	0.084
	Happy出現率	0.290	0.007	0.001	1.001	0.014	
	(定数)		7.228	5.443	6.443	<.001	0.141
	Happy出現率	0.187	0.004	-0.001	0.999	0.133	
	年齢	-0.260	-0.021	-0.041	0.959	0.037	
	(定数)		5.836	5.376	6.376	<.001	0.181
	Happy出現率	0.168	0.004	-0.002	0.998	0.160	
	介護度	-0.334	-0.099	-0.168	0.832	0.006	
	(定数)		4.087	3.038	4.038	<.001	0.168
	Happy出現率	0.243	0.006	0.000	1.000	0.039	
	BMI	0.287	0.061	0.012	1.012	0.015	
	(定数)		5.195	4.827	5.827	<.001	0.127
	Happy出現率	0.208	0.005	-0.001	0.999	0.093	
Happy出現率 + 1 つの説明変数	歯数	0.222	0.017	-0.002	0.998	0.073	
	(定数)		5.380	2.886	3.886	<.001	0.254
	Happy出現率	0.106	0.003	-0.003	0.997	0.395	
	歯数	0.081	0.006	-0.015	0.985	0.566	
	年齢	-0.086	-0.007	-0.031	0.969	0.552	
	介護度	-0.230	-0.071	-0.163	0.837	0.130	
	BMI	0.196	0.041	-0.009	0.991	0.104	

山本式：山本式総義歯性能判定表、Happy出現率：FaceReader[®]解析におけるHappy出現率 (%)

表5-3 従属変数をEAT-10日本語版とした重回帰分析の結果 (n=71)

モデル (従属変数)	変数	標準化係数	非標準化係数	Bの95.0%信頼区間	p値	R ²		
		ベータ	B	下限	上限			
Crude Model (EAT-10日本語版)	(定数)		4.270	1.407	2.407	0.004	0.015	
	Happy出現率	-0.121	-0.024	-0.072	0.928	0.317		
	(定数)		-4.063	-20.055	-19.055	0.614	0.03	
	Happy出現率 + 1つの説明変数	Happy出現率	-0.066	-0.013	-0.065	0.935	0.615	
		年齢	0.138	0.093	-0.083	0.917	0.294	
	(定数)		2.892	-1.333	-0.333	0.176	0.026	
	Happy出現率	Happy出現率	-0.079	-0.016	-0.067	0.933	0.543	
		介護度	0.114	0.284	-0.355	0.645	0.379	
	(定数)		16.640	7.578	8.578	<.001	0.123	
	Happy出現率	Happy出現率	-0.063	-0.013	-0.060	0.940	0.598	
BMI		-0.334	-0.591	-1.01	-0.010	0.006		
(定数)			4.414	1.119	2.119	0.009	0.015	
Happy出現率		Happy出現率	-0.112	-0.022	-0.074	0.926	0.391	
		歯数	-0.023	-0.015	-0.177	0.823	0.858	
(定数)			9.566	-13.098	-12.098	0.402	0.13	
Happy出現率		Happy出現率	-0.035	-0.007	-0.061	0.939	0.792	
		歯数	0.033	0.021	-0.173	0.827	0.827	
年齢		0.097	0.067	-0.147	0.853	0.534		
介護度		0.013	0.033	-0.803	0.197	0.937		
BMI	-0.313	-0.554	-1.009	-0.009	0.018			

Happy出現率：FaceReader®解析におけるHappy出現率 (%)

表5-4 従属変数を基本チェックリストの口腔機能とした重回帰分析の結果 (n=71)

モデル (従属変数)	変数	標準化係数	非標準化係数	B の 95.0% 信頼区間	p 値	R ²	
		ベータ	B	下限	上限		
Crude Model (KCL口腔機能)	(定数)		0.923	0.524	1.524	<.001	0.013
	Happy出現率	-0.116	-0.003	-0.010	0.990	0.335	
	(定数)		1.60	-0.64	0.360	0.159	0.019
	Happy出現率	-0.148	-0.004	-0.011	0.989	0.262	
	年齢	-0.080	-0.008	-0.032	0.968	0.542	
	(定数)		1.530	0.973	1.973	<.001	0.126
	Happy出現率	-0.249	-0.007	-0.014	0.986	0.045	
	介護度	-0.361	-0.125	-0.209	0.791	0.004	
	(定数)		0.594	-0.725	0.275	0.371	0.021
	Happy出現率	-0.140	-0.004	-0.011	0.989	0.267	
Happy出現率+1つの説明変数	BMI	0.075	0.018	-0.043	0.957	0.551	
	(定数)		0.872	0.413	1.413	<.001	0.017
	Happy出現率	-0.138	-0.004	-0.011	0.989	0.289	
	歯数	0.06	0.005	-0.017	0.983	0.642	
	(定数)		1.037	-2.076	-1.076	0.508	0.135
	Happy出現率	-0.201	-0.006	-0.013	0.987	0.138	
	歯数	-0.124	-0.011	-0.038	0.962	0.417	
	年齢	0.115	0.011	-0.018	0.982	0.460	
	介護度	-0.458	-0.163	-0.278	0.722	0.006	
	BMI	-0.032	-0.008	-0.070	0.930	0.805	

KCL口腔機能：基本チェックリストのうちの口腔機能3項目、Happy出現率：FaceReader®解析におけるHappy出現率 (%)

第4節 口腔機能向上のためのブクブクうがい動作による運動プログラムの評価

第1項 地域在住高齢者について

クロスオーバー試験における持ち越し効果を評価するため、各対象者の各介入期間における口唇閉鎖力の差の和を計算した(表6)。その後、シーケンス1(介入をA→対照をBとしたとき、ABの順)およびシーケンス2(BAの順)の平均差をt検定で比較した。その結果、持ち越し効果が有意ではないことが確認された($p=0.734$)。

表6 地域在住高齢者の持ち越し効果の検討(ITT解析)

	AB:BA	度数	平均値	標準偏差	平均値の標準誤差
持ち越し効果検討	AB	23	6.0	6.1	1.3
	BA	13	6.7	5.4	1.5

A:介入、B:対照 最終観測値代入法にて欠測補完

図7に地域在住高齢者のベースラインから6回目までの口唇閉鎖力の平均の推移を示す。

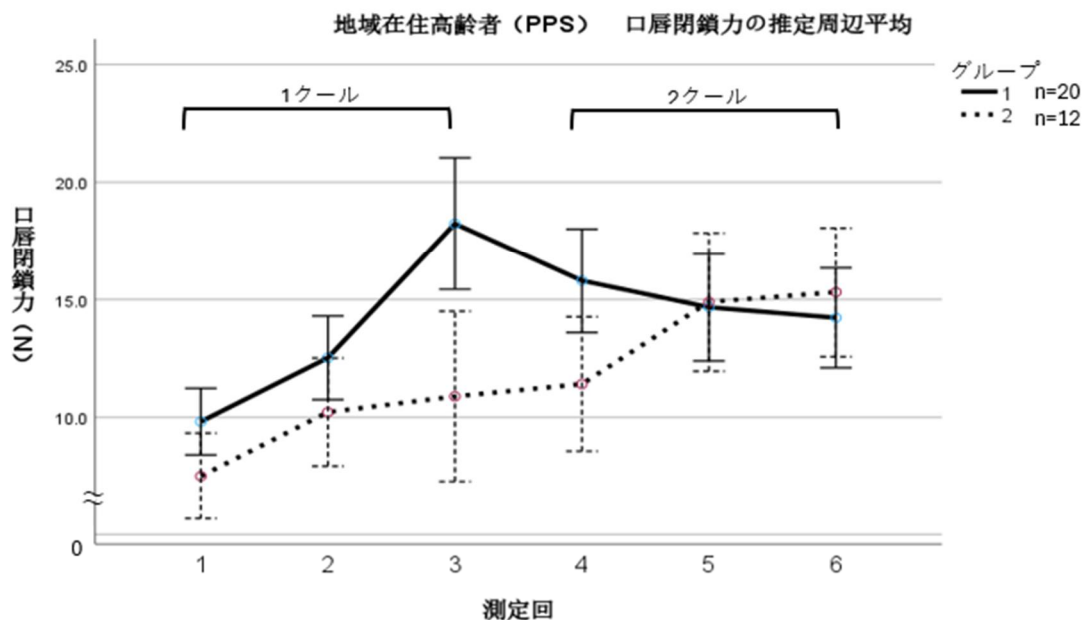


図6 地域在住高齢者 (PPS) の口唇閉鎖力の測定回ごとの平均値の変化 (n=32)

グループ1: 地域在住高齢者のシーケンス1, グループ2: 地域在住高齢者のシーケンス2

PPS: Per-Protocol-Set

混合効果モデルによる解析において、固定効果としてシーケンス、時期、介入、変量効果として対象者ごとのランダム効果を設定した。表7に介入期間と対照期間における口唇閉鎖力の差の平均値を示す。介入による口唇閉鎖力の変化量は平均で6.2 (N) で、対照時の口唇閉鎖力の変化量は平均0.9 (N) であった。表8に各固定効果を主効果として検討した結果を示す。シーケンスの1と2の間には有意差がなく ($p=0.893$)、介入の順序で差があったとは言えない。時期の主効果は1クール目が2クール目よりも口唇閉鎖力の変化が4.8 (N) 有意に高かった ($p<0.001$)。介入の主効果も、対照時に比べて介入時の口唇閉鎖力の変化量は5.3 (N) 大きく、有意であった ($p<0.001$)。

表7 地域在住高齢者の介入と対照の口唇閉鎖力の変化量の差の平均 (n=33)

	平均値	標準誤差	自由度	95% 信頼区間	
				下限	上限
介入時	6.2	0.9	60	4.5	7.9
対照時	0.9	0.9	60	-0.8	2.6

表8 地域在住高齢者の混合効果モデルにおける固定効果の推定a (n=33)

固定効果	推定値	p値	95% 信頼区間	
			下限	上限
シーケンス	-0.2	0.893	-2.5	2.2
時期	4.8	<.001	2.4	7.2
介入	5.3	<.001	2.9	7.7
切片	-0.1	0.237	-3.8	1.0

a 従属変数: 口唇閉鎖力の差

第2項 高齢者施設入所者について

表9に示すように、欠測を最終観測値代入法にて補完してt検定で検討した結果、持ち越し効果はみられなかった ($p=0.341$)。

表9 高齢者施設入所者の持ち越し効果の検討 (ITT解析)

	AB:BA	度数	平均値	標準偏差	平均値の標準誤差
持ち越し効果検討	AB	20	5.4	4.3	1.0
	BA	15	4.2	3.1	0.8

A:介入、B:対照 最終観測値代入法にて補完

図8に高齢者施設入所者のベースラインから6回目の測定までの口唇閉鎖力の平均のグループごとの推移を示す。

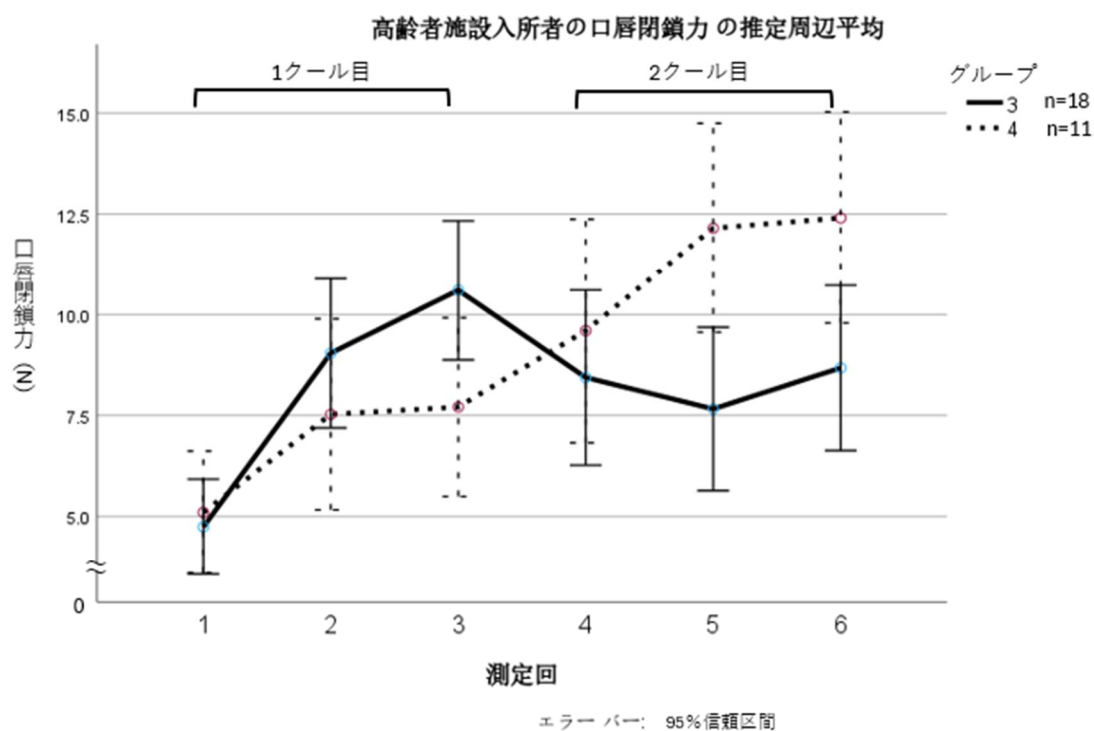


図7 高齢者施設入所者 (PPS) の口唇閉鎖力の測定回ごとの平均値の変化 (n=29)

グループ3: 高齢者施設入所者のシーケンス1,

グループ4: 高齢者施設入所者のシーケンス2

PPS: Per-Protocol-Set

また、地域在住高齢者と同様に混合効果モデルで解析を行った。その結果、表10に示すように、介入における口唇閉鎖力の変化量は平均4.3 (N)、対照時の口唇閉鎖力の変化

量は 1.2 (N) であった。また、表 11 に示すように、主効果の比較において時期効果の検討では 1 クール目が 2 クール目よりも 2.6 (N) 高く、有意に 1 クール目の口唇閉鎖力の変化量が大きかった ($p=0.001$)。また、介入により対照時よりも 3.1 (N) 口唇閉鎖力が増大し、有意に口唇閉鎖力が向上した ($p<0.001$)。各シーケンス間では、口唇閉鎖力の差は 0.5 (N) と有意差がみられなかった ($p=0.524$)。

表10 高齢者施設入所者の介入と対照の口唇閉鎖力の変化量の平均 (n=33)

	平均値	標準誤差	自由度	95% 信頼区間	
				下限	上限
介入時	4.3	0.6	58	3.2	5.4
対照時	1.2	0.5	58	0.2	2.2

表11 高齢者施設入所者の混合効果モデルにおける固定効果の推定^a (n=33)

固定効果	推定値	p 値	95% 信頼区間	
			下限	上限
シーケンス	0.5	0.524	-1.0	2.0
時期	2.6	0.001	1.1	4.1
介入	3.1	<.001	1.6	4.6
切片	-0.3	0.683	-1.8	1.2

a 従属変数: 口唇閉鎖力の差。

第5章 考察

第1節 対象者について

対象者は男性が6名、女性が66名と性別の偏りがみられた。本研究の対象者全体のプロフィールから、平均年齢は83.3歳で介護度は要支援2から要介護1に相当する3.4であった。令和4年の介護保険事業状況報告（年報）（厚生労働省，2022）によれば80歳から84歳の介護認定別の認定者数で一番多い区分は要介護1で、本研究の対象者は全国の高齢者と同程度の介護度であった。令和元年国民健康・栄養調査（厚生労働省，2019）の80歳以上の身長、体重から算出したBMIは男性23.1、女性22.5であった。本研究の対象者全体のBMIは21.7、地域在住高齢者は23.0、高齢者施設入所者は20.1であり、全国の女性の平均と比較して特に外れた集団ではなかった。また、2022年の歯科疾患実態調査（厚生労働省，2022）の80歳から84歳の残存歯の平均は15.6本であり、本研究の対象者全体の残存歯は15.8本と全国平均と同程度の集団であった。

第2節 表情による口腔機能評価について

ベースラインのデータ71名分の評価で、笑顔指示時のHappy出現率（%）とBMIから口唇閉鎖力を導く回帰式が最適であった。これは、高齢になって筋肉量が落ちたサルコペニアの状態はBMIの低下にもつながり、表情を作る顔面の筋肉量や口腔周囲の筋肉量の減少は全身の筋肉量の低下とも無関係とは言えないためと考えられる。松原ほか(2023)は日本人の高齢者を対象とした研究で、老人性嚥下機能低下（以下老嚥）がみられる男性高齢者は、嚥下関連筋のサルコペニア（オトガイ舌骨筋の筋量減少、低舌圧）だけでなく四肢骨格筋のサルコペニア（低骨格筋量、最大歩行速度低下）がみられ、女性高齢者は体重減少がみられたと報告している。今回の研究も松原ほかの報告と矛盾はせず、口腔機能と筋量、または体重やBMIとの関連を裏付ける結果となった。高齢者で食欲が加齢により減退していくことは生理的な現象ではあるが、食欲の低下は低栄養のリスクとなる。

今回は口腔機能の客観的評価として口唇閉鎖力を用いたが、その他の評価法として舌圧を測定する方法も一般的である。口唇閉鎖力と舌を挙上する力は小児から成人になるにつれ正の相関が強く（橋口ほか，2017）なり、高齢者のサルコペニアは口腔機能の低下と関連する。本研究はこれまでの報告と矛盾はしないが、回帰式は $R^2=0.299$ と30%程度の説明に留まった。今後、サンプルサイズを大きくし、動画による解析を行うなどでデータ量を増やして、口腔機能低下群と正常群での表情の違いを機械学習で明らかにできれば、笑顔

以外の顔の筋肉の動きなどで口腔機能の低下を判断しうる可能性もあり、非接触、遠隔での口腔機能の評価につなげられるのではないかと考える。

すでに、地域在住の高齢者を対象とした研究で、咬合力と舌圧が筋力(握力)の良い指標となり、舌唇運動機能と嚥下機能は身体能力(歩行速度)の有用な代理測定となる(Murotani et al., 2021)とされ、表情から口腔機能进行评估することで他の身体能力の評価に将来つながることを示唆している。さらに、身体能力の評価だけではなく、高齢者で問題となる認知機能についても表情で評価できると報告されている(Umeda-Kameyama et al., 2021)。

また、認知症と併存することの多いうつ病の検出にも顔の表情分析は使用されている。例えば、うつ病の人は、口腔周囲の顔の筋肉の緊張が失われ、眉の部分の緊張が高くなっていることが示されており、これは不安や怒りと関連している可能性がある(Jiang et al., 2024)。このように、非接触・遠隔での評価法として、今後の研究の蓄積で顔の表情から口腔機能や認知機能など複数の評価が一度に行えるようになると、これらの情報の利用価値は高く、高齢者の健康維持の一端を担えるものと考えられる。

第3節 口腔機能改善プログラムについて

本研究において実施した介入により、地域在住高齢者、高齢者施設入所者ともに、対照に比べて口唇閉鎖力が向上した。嚥下時には口唇を閉鎖して口腔内を陰圧にすることが必要であり、高齢者が口唇閉鎖力を維持・改善することは食事や発音の点だけではなく誤嚥性肺炎のリスク低減にもつながる。Sato et al. (2014)は、高齢者施設入所者を対象にした東京都健康長寿医療センターとの共同研究においてアルツハイマー型認知症患者でリンシング（ブクブクうがい）に支障を認める患者は嚥下障害をきたす危険性があることが示唆されたと報告している。

今回、地域在住高齢者、高齢者施設入所者のどちらでもブクブクうがい運動による口唇閉鎖力の改善が認められたが、地域在住高齢者は Wash-out 期間の後も、持ち越し効果はなかったものの高齢者施設入所者と同程度の口唇閉鎖力の低下がみられなかった。山田ほか(2017)は若年健常成人を対象とした研究で、りっぷるボタンと類似の形状のものを使用したボタンプル法による口唇閉鎖訓練を4週間行い、中止後2週間で口唇閉鎖力の低下がみられたと報告している。今回の地域在住高齢者と高齢者施設入所者の Wash-out 後の口唇閉鎖力の低下の違いは、日常的に行う動作であるブクブクうがいを運動プログラムとしたことで、運動時間以外の日常の歯磨き時のうがい動作も口唇閉鎖力の維持に影響を及ぼし

ている可能性があるのではないかと考えられる。

地域在住高齢者、高齢者施設入所者いずれも、1クール目は2クール目よりも有意に口唇閉鎖力が向上した結果となった。これは、「りっぷるくん」を使用した測定への慣れも一つの要因と考察する。

これまでの口腔周囲の運動プログラムの効果を調べた研究は、多くが単群の前後比較試験、もしくは並行群間試験で効果を評価しており(大矢ほか, 2009; 菅野ほか, 2022)、本研究のようにクロスオーバー試験で評価したものは見当たらない。この点は、個人差が結果に与える影響を低減でき、プログラムの効果を正確に評価できたと考える。

運動介入プログラムはフレイルの特徴(低体重, 筋力, 可動性, 身体介護, エネルギー)と認知機能を改善し、高齢になっても健康で活動的な生活を送るための能力を維持し得る(Izquierdo et al., 2021)。また、治療薬と同様に運動は用量反応効果を示し、健康状態や病状に応じて異なる方法、および量や強度で個別化することができる(Izquierdo et al., 2021)。

これは、顔面の運動も例外ではなく、「強度や頻度を上げれば効果が強まることは確かだが、苦痛や負担感が強いことは(運動に限らず)特に高齢者では継続困難である」(安藤, 2024)ことから、自身で力や回数をコントロールしやすく理解しやすいブクブクうがい動作は、地域在住か施設入所かに関わらず広く利用できる運動プログラムであると考えられる。

本研究においては、脳梗塞や顔面神経麻痺の既往がある者は除外しているが、顔面神経麻痺の患者を対象に器具を用いて口唇のトレーニングを行った研究でも、口唇閉鎖力の中央値が7 N(範囲0-27)から18.5 N(範囲7-44)($p < 0.001$)へ改善し(Hagg & Anniko, 2008)、同時に嚥下能力と顔面神経麻痺も改善したと報告がある。このことは、さらに対象を脳梗塞や顔面神経麻痺などの既往がある者へ広げてデータを蓄積することで、本プログラムの有用性が高まる可能性を示唆する。

また、岡本ほか(2018)は、フェイスエクササイズで口腔機能の一つである舌圧と、精神健康度、表情表出が改善したと報告している。本研究に参加した高齢者施設入所者からも、「全身の体操はあきらめていたが、顔だけならまだできると思えて嬉しかった。やってみたら食欲も出て、体重も増えた」という感想が聞かれ、精神健康へのプラスの影響があったと考えられ、これは自己効力感の高まりによるものではないかと推察した。また、本プログラムは非常に簡便で場所や時間を選ばず取り入れられるものであったことから、全測定終了時には今後も続けたいと話す対象者が複数みられた。

尚、本研究の参加者は地域在住高齢者、高齢者施設入所者ともに9割以上を女性が占め

た。先行研究においても、藤原ほか(2023)による口腔体操プログラムには男性 9 名、女性 34 名が参加、菅野ほか(2022)の口腔エクササイズプログラムには男性 14 名、女性 50 名が参加といずれも女性が多数を占めている。このように、性別の偏りは本研究において特別に先行研究との比較で考慮を要するとは言えないが、一般化の際には男性のデータの蓄積は必要である。

第 4 節 本研究の強みおよび限界と今後の展望

本研究では、目的 2 に対する方法としてクロスオーバー試験で介入の効果を検討した。これにより、生活習慣や基礎疾患などの個人要因の影響を取り除いてプログラムの効果を検証できた。

また、地域在住高齢者と高齢者施設入所者の異なる属性の高齢者に対して、それぞれ介入プログラムの効果を検証したことは、本研究の強みであると言える。

その一方で、次のような研究の限界がある。第一に、本研究では対象者の性別分布が偏っており、女性が大半を占めるため、結果は女性を中心に解釈されるべきである。

第二に、咀嚼能力を評価するために今回使用した尺度の自記式の山本式総義歯性能判定表についてである。山本式総義歯性能判定表の難易度から考えると、山本の判定表のグループ 5(クラゲの酢の物、ナマコ、酢だこ、とり貝、サラミ、ステーキ、フランスパン、するめいか、おこし、貝柱の干物、らっきょう)、グループ 6(雑煮餅、ピーナッツ、堅焼せんべい、古たくあん)の分類は一考の余地がある(細井 紀雄 et al., 1983)との意見もある。また雑煮餅のように、食品に対する嗜好性が咬めるか咬めないかに心理的影響を与えていることも考えられる(細井ほか, 1983)とされ、この点はこの尺度の欠点でもある。また、対象者が同じ食品に対して異なる認識を持つことで回答が一貫しない可能性があり、これにより対象者が本来の能力とは異なるカテゴリーに分類されるというバイアスも考えられる。日常に摂取することのない食品について、過去の自分のイメージで「食べられる」と回答すれば得点は上がり、実際の能力よりも過大評価される傾向となる。本研究の本式総義歯性能判定表の結果においても、すべての対象者、地域在住高齢者、高齢者施設入所者のいずれにおいても得点の中央値は最高点の 6 点であった。山本式総義歯性能判定表は、食品を篩分法で客観的に評価する方法と比較して、主観的な評価であることや質問から想定する食品の状態が対象者により異なる可能性を排除できない。しかし、著者が 1 人で測定しなければならなかった本研究では、客観的方法は時間的制約から困難であり、主観的

尺度のみを用いた点は研究の限界と言わざるを得ない。ただし、山本式総義歯性能判定表と介護度、EAT-10 日本語版、BMI、基本チェックリスト、口唇閉鎖力との間に中程度から強い相関がみられることから、口腔機能の評価として用いたことの妥当性はあったと考察する。

第三に、EAT-10 で 2 点以下の場合、軽度問題以下の感度が 0.522 と低く、摂食嚥下障害がないとは判断しにくい(若林, 栢下, 2014)点である。摂食嚥下障害の認識がまったくない患者の場合、EAT-10 は 0 点となる。そのため、摂食嚥下障害の認識がない患者では、質問紙票以外の摂食嚥下スクリーニングの実施や食事場面の観察が必要であると、EAT-10 日本語版を開発した若林ほかは考察している。本研究では、摂食嚥下スクリーニングや食事場面の観察は行わなかった。摂食嚥下障害があってもその認識がない対象者においては、EAT-10 のスコアは 0 点であり、口唇閉鎖力や表情表出との相関において有意差はみられないとの結果につながった可能性が考えられる。松原ほか(2023)は、高齢者の 23.0%に老嚥が疑われ、老嚥の疑われる高齢者にみられる症状は男女ともに EAT-10 日本語版の項目の「食事時の咳の増加」であったと報告している。自覚の乏しい口腔機能低下を高齢者に気付かせるポイントとして、この情報の普及・啓蒙は有用なのではないかと考えた。

第四に対象者の属性の偏りである。本研究の地域在住高齢者は、地域でボランティア活動を主催している、あるいは運動教室に参加している高齢者を対象に募集したケースもあり、地域在住高齢者の中でも健康意識や健康水準が高い者が多いサンプリングバイアスが生じた可能性がある。これは、機縁法で対象者を募集したことや、測定スケジュールが体操教室の直後に設定されたことが要因であった。今回の地域在住高齢者の集団は、日常的に地域とのつながりを持ち、研究への参加をする意欲を持っていたと言える。一般的には、既に機能が低い対象者が多く含まれた場合、介入で改善する余地は少ないと言える。反対に、運動を開始して口の動きが良くなった、笑いやすくなったなどの変化を早期に実感した対象者はより熱心に運動に取り組んでいた様子が見られ、このような特性が、介入の効果を高めた可能性も考えられる。今回の対象者にサンプリングバイアスが含まれる可能性は否定できず、さらに幅広い属性の対象者を調査しなければ今回の結果を一般化できない。また、対象者は都内在住者であり、地方との比較は行っていない。地域在住高齢者に関して大都市と地方を比較すると、大都市の居住者の方が歩数が多いことは井原ほか(2016)が報告している。他にも、市町村の密度と平均歩行時間は正の関連を示し、人口密

度の大きい市町村ほど、また市街化区域内に居住している方が区域外に居住しているよりも、平均歩行時間が大きい傾向にあった(森ほか, 2017)とされる。そのため、地域在住高齢者の中でも、身体活動水準が高い高齢者に偏った知見が得られた可能性がある。この点において、今回の知見を一般化するには都市部以外の対象者を調査する必要がある。

高齢者施設入所者においては、介護職員の人手に比較的余裕のある施設が研究に参加したといえる。人手に余裕のある施設入所者は充実したサービスの提供を受け、そうでない施設に入所する高齢者に比較して心身の状態が良好な可能性があり、これもサンプリングバイアスとなると考えられる。このバイアスにより、元々機能が高い対象者が多かったとすると、運動の効果は過小評価された可能性がある。

効果の認められた運動プログラムであっても、普及という点では人手不足で取り入れることが困難な施設が多いと考えられる。本研究においても、研究への参加を依頼した施設の内、数多くの施設から参加困難と言われたが、そのほぼすべての施設の理由は人員が足りないとのことであった。ただ、口腔周囲への刺激を続けることにより、食事形態が改善したり、流延が少なくなったり、発音が明瞭化してコミュニケーションが改善するとなれば、現場の介護職員の負担軽減にもつながると予想され、口腔機能改善プログラムへの理解が進み、多くの施設で取り入れられる可能性がある。その際に、器具が不要で単純な運動である本プログラムはこれまでのプログラムに比べて利点が多いと考える。

本研究結果は、表情を用いて口腔機能を非接触、遠隔での評価法を開発する際の参考になるデータとなり得る。また、1日2回各1分のブクブクうがい運動で地域在住高齢者、高齢者施設入所者の口腔機能が改善されることが示された。今後、今回除外基準とした既往を持つ者での効果を検証する必要があると考えられた。

第6章 結論

1. 都内在住の65歳以上の高齢者において、ベースラインにおける71名分の評価から笑顔指示時のHappy出現率(%)とBMIから口唇閉鎖力を導く回帰式が最適であった。このことより、表情を用いて口腔機能の評価が可能となることが示唆された。
2. 口腔機能を改善するためブクブクうがい運動を1日2回各1分8週間継続するプログラムの効果を地域在住高齢者と高齢者施設入所者それぞれにおいて、クロスオーバー試験で検討した。運動しない場合に比較して、地域在住高齢者、高齢者施設入所者ともに口唇閉鎖力が有意に向上した。本プログラムは、高齢者の口腔機能を改善するために有効であることが確認された。器具を用いず、理解しやすい単一動作の運動でのプログラムとしたことで、様々な場面で導入可能な口腔機能改善法であり、汎用性があると考えられる。

今後、表情からの口腔機能の評価を利用した口腔機能の診断ツール開発につながれば、地域の通いの場や摂食嚥下に関する専門職のいない高齢者施設などで口腔機能が低下した者に対して早期に介入する機会が増加しうる。また、その介入の際に簡便な本プログラムにより、口腔機能の改善から食の楽しみや会話による他者との関わりによるQoLの向上も図れると考える。さらに、口腔機能低下を診断する歯科医療従事者が機能改善法として患者へ指導する際にも本プログラムを利用することで、医療資源の適正利用にも寄与すると考える。

謝辞

全国老人福祉施設協議会様より本研究に研究助成金を賜り、誠にありがとうございました。おかげさまで無事形にすることができました。厚くお礼申し上げます。また、研究にご協力いただきました各施設の職員の方々、研究対象者の皆様にも感謝申し上げます。

参考文献

- 秋本 和宏・下山 和弘・戸原 玄 (2008) 口唇と頬の構造と機能訓練. 老年歯科医学, 23(2) : 140-144.
- 安藤 康宏 (2024) 透析運動療法とフットケアの接点 透析運動療法総論. 日本フットケア足病医学会誌, 5(2) : 55-62.
- Belafsky, P. C., Mouadeb, D. A., Rees, C. J. P. J. C., Postma, G. N., Allen, J. and Leonard, R. J. (2008) Validity and Reliability of the Eating Assessment Tool (EAT-10). *Annals of Otolaryngology Rhinology and Laryngology*, 117(12) : 919-924.
- Buendia, J., Loayza, F. R., Luis, E. O., Celorrio, M., Pastor, M. A. and Hontanilla, B. (2016) Functional and anatomical basis for brain plasticity in facial palsy rehabilitation using the masseteric nerve. *Journal of Plastic Reconstructive and Aesthetic Surgery*, 69(3) : 417-426.
- Cattaneo, L. and Pavesi, G. (2014) The facial motor system. *Neuroscience and Biobehavioral Reviews*, 38 : 135-159.
- Choi, J., Kang, J., Koh, S., Kim, N. and Kho, H. (2020) Development of an Oral and Maxillofacial Frailty Index: A preliminary study. *Journal of Oral Rehabilitation*, 47(2) : 187-195.
- Gehricke, J. G. and Shapiro, D. (2000) Reduced facial expression and social context in major depression: discrepancies between facial muscle activity and self-reported emotion. *Psychiatry Research*, 95(2) : 157-167.
- 橋口 千種・塩野 康裕・森川 和政・藤田 優子・甲斐 仁美・牧 憲司 (2017) 口唇閉鎖力と口腔機能の関連の検討. 小児歯誌, 55(1) : 1-10.
- 平野 浩彦 (2017) オーラルフレイルの概念構築の経緯. 老年歯科医学, 31(4) : 400-404.

平田 晶子・林 明照・山崎 俊・花田 隼登・荻野 晶弘・武田 慶 (2022) 各種表情における表情筋と咀嚼筋活動の関連性に関する検討. *Facial Nerve Research*, 41 : 145-146.

細井 紀雄・森戸 光彦・椎名 順朗 (1983) 全部床義歯患者の予後に関する臨床的研究 装着5年後の調査. *日本補綴歯科学会雑誌*, 27(5) : 913-921.

藤原 奈津美・瀬山 真莉子・吉田 佳世・尾崎 和美・徳島県歯科衛生士会 (2023) 口腔体操プログラムは自立高齢者の口腔機能と健康および口腔リテラシーに影響を与える. *日本歯科衛生学会雑誌*, 17(2) : 49-59.

井原 正裕・高宮 朋子・大谷 由美子・小田切 優子・福島 教照・林 俊夫・菊池 宏幸・佐藤 弘樹・下光 輝一・井上 茂 (2016) 都市規模による歩数の違い 国民健康・栄養調査2006-2010年のデータを用いた横断研究. *日本公衆衛生雑誌*, 63(9) : 549-559.

井上 富雄 (2021) 口腔機能の生理的老化と病的老化 加齢に伴う口腔機能低下と大脳皮質機能. *老年歯科医学*, 36(3) : 213-216.

Ito, J., Moriyama, H. and Shimada, K. (2006) ヒト顔面筋の形態学的評価. *Okajimas Folia Anatomica Japonica*, 83(1) : 7-14.

伊藤 隆 (1993) 解剖学講義. 南山堂, p 513-514.

Izquierdo, M., Merchant, R. A., Morley, J. E., Anker, S. D., Aprahamian, I., Arai, H., Aubertin-Leheudre, M., Bernabei, R., Cadore, E., L., Cesar, M., Chen, L., de Souto Barreto, P., Duque, G., Ferrucci, L., Fielding, R. A., Garcia-Hermoso, A., Gutierrez-Robledo, L. M., Harridge, S. D. R., Kirk, B., Kritchevsky, S., Landi, F., Lazarus, N., Martin, F. C., Marzetti, E., Pahor, M., Ramirez-Velez, R., Rodriguez-Manas, L., Rolland, Y., Ruiz, J. G., Theou, O., Villareal, D. T., Waters, D. L., Won, C. W., Woo, J., Vellas, B., Singh and M. Fiatarone (2021) International Exercise Recommendations in Older Adults (ICFSR): Expert Consensus Guidelines. *Journal of Nutrition Health & Aging*, 25(7) : 824-853

Jensson, D., Enghag, S., Bylund, N., Jonsson, L., Wikstroem, J., Grindlund, M., Flink, R. and Rodriguez-Lorenzo, A. (2018) Cranial Nerve Coactivation and Implication for Nerve Transfers to the Facial Nerve. *Plastic Reconstructive Surgery*, 141(4) : 582E–585E.

Jiang, D., Yan, L. and Mayrand, F. (2024) Emotion expressions and cognitive impairments in the elderly: review of the contactless detection approach. *Frontiers in Digital Health*, 6 : 133528910.3389/fdgth.2024.1335289.

楓 公士朗・山田 一 尋・山口 正人・加藤 隆史・増田 裕次 (2014) 高齢者の口唇閉鎖力に対する口唇トレーニングの影響. *日本顎口腔機能学会雑誌*, 20(2) : 138–139.

神崎 恒一・水口 俊介・荒井 秀典・秋下 雅弘・飯島 勝矢・池邊 一典・岩崎 正則・上田 貴之・田中 友規・平野 浩彦・オーラルフレイルに関する3学会合同ワーキンググループ (2024) オーラルフレイルに関する3学会合同ステートメント. *老年歯医*, 38(4) : 106–116.

Kim, H., Lee, J., Lee, E., Jung, H., Ahn, H. and Kim, B. (2019) Improvements in oral functions of elderly after simple oral exercise. *Clinical Interventions in Aging*, 14 : 915–924.

国立がん研究センター (2021) 疾患横断的エビデンスに基づく健康寿命延伸のための提言 (第1次) https://www.ncc.go.jp/jp/icc/cohort/040/010/6NC_20210820.pdf (参照日 2024年12月25日) .

国立社会保障・人口問題研究所(2022) 社会保障費用統計の概要. <https://www.ipss.go.jp/ss-cost/j/fsss-R04/R04-houdougaiyou.pdf> (参照日 2024年12月25日).

厚生労働省 (2006) 基本チェックリストの活用等について. <https://www.mhlw.go.jp/topics/kaigo/kaigi/051219/dl/2.pdf> (参照日 2024年12月25日) .

厚生労働省 (2019) 令和元年国民健康・栄養調査 第2部 身体状況調査の結果
<https://www.mhlw.go.jp/content/000711007.pdf> (参照日 2024年12月25日) .

厚生労働省 (2022) 令和4年介護保険事業状況報告 (年報) https://www.mhlw.go.jp/topics/kaigo/osirase/jigyo/22/dl/r04_gaiyou.pdf (参照日 2024年12月29日) .

厚生労働省 (2022) 令和4年歯科疾患実態調査 https://www.e-stat.go.jp/dbview?sid=0003224177&utm_source001112405.pdf (参照日 2024年12月25日) .

Kugimiya, Y., Oki, T., Ohta, M., Ryu, M., Kobayashi, K., Sakurai, K. and Ueda, T. (2021) Distribution of lip-seal strength and its relation to oral motor functions. *Clinical and Experimental Dental Research*,7(6) : 1122–1130.

松原 慶吾・水本 豪・古賀 和美・池崎 寛人・平江 満充帆・兒玉 成博・畑添 涼・小藪 真知子・元田 真一 (2023) 老嚥が疑われる高齢者の特徴 サルコペニア・嚥下関連筋のサルコペニア・口腔機能・栄養状態との関連. *日本摂食嚥下リハビリテーション学会誌*, 27(1) : 53–60.

森 克美・李 廷秀・浅見 泰司・樋野 公宏・渡辺 悦子 (2017) 地域の物理的環境と移動に伴う歩行時間との関連. *厚生*の指標, 64(6) : 1–8.

Murotani, Y., Hatta, K., Takahashi, T., Gondo, Y., Kamide, K., Kabayama, M., Masui, Y., Ishizaki, T., Matsuda, K., Mihara, Y., Fukutake, M., Nishimura, Y., Akema, S., Hagino, H., Higashi, K., Togawa, H., Maeda, Y., Ogata, S., Moynihan, P. and Ikebe, K. (2021) Oral Functions Are Associated with Muscle Strength and Physical Performance in Old-Old Japanese. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 18(24)10.3390/ijerph182413199.

Muller, E. A. (1970) Influence of Training and of Inactivity on Muscle Strength. *Archives of Physical Medicine Rehabilitation*, 51(8) : 449–462.

内閣府 (2016) ニッポン一億総活躍プラン

https://www.mhlw.go.jp/file/05-Shingikai-12601000-Seisakutoukatsukan-Sanjikanshitsu_Shakaihoshoutantou/0000126423.pdf (参照日 2024 年 12 月 25 日) .

内閣府 (2024) 令和 6 年版高齢社会白書 (全体版)

https://www8.cao.go.jp/kourei/whitepaper/w-2024/zenbun/06pdf_index.html (参照日 2024 年 11 月 15 日).

中田 健史・浦川 将・高本 考一・堀 悦郎・小西 秀男・小野 武年・西条 寿夫 (2013) 高齢者の口唇閉鎖機能, 嚥下機能ならびに日周リズムに及ぼす口唇閉鎖訓練の影響 老人保健施設での予備的研究. 日本摂食・嚥下リハビリテーション学会雑誌, 17(2) : 126-133.

長棹 由起・富田 美穂子・金銅 英二 (2022) 舌口唇機能訓練が高齢者の認知機能および舌筋力と口唇閉鎖力に及ぼす影響. 老年歯科医学, 37(1) : 3-12.

日本補綴歯科学会ガイドライン作成委員会 (2002) 咀嚼障害評価法のガイドライン 主として咀嚼能力検査法. 日補綴歯会誌, 46(4) : 619-625.

日本老年医学会 (2018) WHITE BOOK ON FRAILTY.

野呂 明夫・細川 壮平・高橋 潤一・秋廣 良昭・西本 幸仁・細川 伊平・榎石 武美・平井 義人 (2002) 新規口腔リハビリ器具による口腔筋(口輪筋・頬筋)機能療法の基礎と臨床(第 2 報)若年者から高齢者における口唇閉鎖力の経年変化の評価. 日本歯科保存学雑誌, 45(5) : 817-828.

小倉 孝文・瀧井 知恵・上田 貴史 (2023) 歯科開業医における口腔機能低下症・オーラルフレイルの認知度と口腔機能検査の実施状況 堺市内の歯科クリニックを対象とした質問票による調査. 大阪大学歯学雑誌, 67(1) : 9-13.

岡本 るみ子・水上 勝義 (2018) 高齢者の精神健康における顔の運動効果について. 日本老年医学会雑誌, 55(1) : 74-80.

Oki, T., Ohta, M., Takano, T., Sakurai, K. and Ueda, T. (2021) Effective training duration and frequency for lip-seal training in older people using a self-training instrument. *Gerodontology*, 38(4) : 422–428.

大矢 和可・金子 知生・半田 薫・飯田 順一郎 (2009) 口輪筋の筋力, 持久力の強化に対する有効なトレーニング法について. *日本顎口腔機能学会雑誌*, 15(2) : 131–138.

Parisius, K. G. H., Verhoeff, M. C., Lobbezoo, F., Avivi-Arber, L., Duyck, J., Hirano, H., Iijima, K., Janssens, B., Kossioni, A., Lin, C., Mckenna, G., Muller, F., Schimmel, M., Visser, A., Watanabe, Y. and Gobbens, R. J. J. (2024) Towards an operational definition of oral frailty: A e-Delphi study. *Archives of Gerontology and Geriatrics*, 117 : 10518110. 1016/j. archger. 2023. 105181.

Sato, E., Hirano, H., Watanabe, Y., Edahiro, A., Sato, K. and Yamane, G. (2014) Detecting signs of dysphagia in patients with Alzheimer's disease with oral feeding in daily life. *Geriatrics & Gerontology International*, 14(3) : 549-555.

佐藤 裕二・古屋 純一・畑中 幸子・内田 淑喜・大澤 淡紅子・七田 俊晴 (2021) 口腔機能低下症の検査で起こりがちなミスとその対策. *老年歯科医学*, 36(3) : 263–268.

Sessle, B. J. (2019) Can you be too old for oral implants? An update on ageing and plasticity in the oro-facial sensorimotor system. *Journal of Oral Rehabilitation*, 46(10) : 936–951.

Shimazaki, Y., Nonoyama, T., Tsushita, K., Arai, H., Matsushita, K. and Uchibori, N. (2020) 地域在住高齢者における口腔機能低下症およびフレイルとの関連性. *Geriatrics and Gerontology International*, 20(10) : 917–926.

Stal, P., Eriksson, P. O., Eriksson, A. and Thornell, L. E. (1990) Enzyme-Histochemical and Morphological-Characteristics of Muscle-Fiber Types in the Human Buccinator and Orbicularis Oris. *Archives of Oral Biology*, 35(6) : 449–458.

末永 智美・會田 英紀・山田 律子・川上 智史・平井 敏博 (2021) 介護保険施設を利用する高齢者の口腔機能低下の予測因子 他職種が評価可能なリンシングと日常生活動作に焦点を当てて. 老年歯科医学, 36(3) : 227-238.

菅野 範・松井 美咲・石田 有輝・清水 和正・坂ノ下 典正・大澤 謙二・濱 洋平・水口 俊介 (2022) 高齢者のお口のエクササイズ実施による口腔機能への影響. 薬理と治療, 50(9) : 1597-1603.

Ueda, T., Oki, T., Ohta, M., Ogami, K. and Sakurai, K. (2019) 成人を対象とした口唇閉鎖力の測定法に関する検者内および検者間信頼性. The Bulletin of Tokyo Dental College, 60(2) : 81-88.

Umeda-Kameyama, Y., Kameyama, M., Tanaka, T., Son, B., Kojima, T., Fukasawa, M., Iizuka, T., Ogawa, S., Iijima, K. and Akishita, M. (2021) Screening of Alzheimer's disease by facial complexion using artificial intelligence. Aging-Us, 13(2) : 1765-1772.

若林 秀隆・栢下 淳 (2014) 摂食嚥下障害スクリーニング質問紙票 EAT-10 の日本語版作成と信頼性・妥当性の検証. 静脈経腸栄養, 29(3) : 871-876.

Watanabe, D., Yoshida, T., Watanabe, Y., Yokoyama, K., Yamada, Y., Kikutani, T., Yoshida, M., Miyachi, M. and Kimura, M. (2024) Oral frailty is associated with mortality independently of physical and psychological frailty among older adults. Experimental Gerontology, 191 : 11244610. 1016/j. exger. 2024. 112446.

渡邊 良太・竹田 徳則・林 尊弘・金森 悟・辻 大士・近藤 克則 (2018) フレイルから改善した地域在住高齢者の特徴 JAGES 縦断研究. 総合リハビリテーション, 46(9) : 853-862.

山田 晋司・小笠原 正・岡田 芳幸・伊沢 正行・磯野 員達・増田 裕次・はい島 弘之 (2017) 口唇閉鎖訓練の継続と中止による口唇閉鎖力の変化. 日本摂食・嚥下リハビリテーション学会雑誌, 21(3) : 136-144.

山口 雄一郎・森永 健三・山口 真広・玉井 恵子・貴島 聡子・嶋田 香・松浦 尚志・城戸 寛史・内藤 徹・升井 一郎 (2020) 口腔機能低下症の検査の実施状況と課題についての検討—一般開業歯科医師を対象とした Web 質問票による調査. 老年歯科医学, 35(2) : 176–182.

山本 為之 (1972) 総義歯臼歯部人工歯の配列について(その 2)特に反対咬合について. 補綴臨床, 5(3) : 395–400.