

神奈川歯科大学大学院歯学研究科
2021年度博士論文

菓子類を用いた咀嚼訓練が
高齢者の口腔機能に及ぼす影響

2022年3月1日

西崎 仁美

Hitomi Nishizaki

神奈川歯科大学大学院歯学研究科
高齢者歯科学分野

神奈川歯科大学大学院歯学研究科
2021年度博士論文

菓子類を用いた咀嚼訓練が
高齢者の口腔機能に及ぼす影響

2022年3月1日

西崎 仁美

Hitomi Nishizaki

神奈川歯科大学大学院歯学研究科
高齢者歯科学分野
森本佳成教授 指導

論文内容要旨

摂食嚥下障害を有する患者の増加に伴い、咀嚼能力の維持向上や低栄養の防止を目的として咀嚼訓練が行われている。しかし、従来の咀嚼訓練はガムやグミといった画一化されたかたさの物を用いたものがほとんどである。一般に、リハビリテーションでは筋肉増強のため通常の活動強度より大きい負荷を与え機能改善を目指すことが重要となってくるが、このような視点に立った、患者の咀嚼機能の低下度に応じた訓練法は検討されていない。そこで本研究では菓子のかたさを測定し、対象者ごとに適したかたさの菓子を選択し、咀嚼訓練に用いることで負荷量を調整し、訓練前後での口腔機能の変化を検討した。

対象者は、何らかの口腔機能低下を訴え、摂食嚥下障害臨床的重症度分類(DSS)でレベル3(水分誤嚥)以上の嚥下機能を有する65歳以上の40名とした。クリーブメーターを用いて25種類の菓子のかたさを測定し、6種類を訓練用菓子として選択した。対象者をランダムに、介入群21名と、訓練を行わない対照群19名に分けた。介入群には訓練開始前に6種類の菓子のうち「噛めるが噛みにくい」と感じた1種類の菓子を個人の訓練用菓子とし、その菓子を1日約5g、7日間食べるように指示した。対照群には咀嚼訓練は行わず7日間普段通りの食事を指示した。両群ともにベースライン時に最大咬合力、咀嚼能力、舌圧検査を行い、7日後に再度検査を行った。その結果、咀嚼訓練により介入群の咬合力が中央値404.2(四分位範囲173.5-567.7)Nから472.2(200.8-766.3)Nへ有意に増加した($p=0.046$, Mann-Whitney U検定)が、対照群では有意な変化は認められなかった。また両群とも咀嚼能力と舌圧で有意な変化は認められなかった。

咀嚼能力向上には筋肉量が関連しており、咀嚼筋活動は食物のかたさで調整されていることが知られている。本研究では、自覚的運動強度をもとに対象者が噛めるが噛みにくいと感じた菓子のかたさをややきつと感じる強度とし、個人に適した負荷量を与えられる訓練用菓子を設定したことで咬合力が向上したと考えられる。舌圧に差がなかった理由は、煎餅は吸水性を示し唾液と混和されることで早期に食塊になりやすいため舌にかかる負荷が不十分であった可能性が考えられる。また、咀嚼能力は訓練期間の不足が有意な変化が見られなかった原因と考えられる。

以上より、個人に適した負荷量を設定したかたさの菓子を用いて咀嚼訓練を行った結果、咬合力の向上に有効であることが示唆された。

論文審査要旨

学位申請論文である「菓子類を用いた咀嚼訓練が高齢者の口腔機能に及ぼす影響」は、口腔機能の低下した患者を対象として、対象者ごとに適したかたさの菓子を選択し、個人に適したかたさの菓子を咀嚼訓練に用いることで負荷量を調整し、訓練前後での口腔機能の変化を調査したものである。

従来の咀嚼訓練法はガムやグミといった画一化されたかたさの物を用いたものであったが、患者の咀嚼機能の低下度に応じた訓練法は検討されていない。一般に、リハビリテーションでは筋肉増強のため通常の活動強度より大きい負荷を与え機能改善を目指すことが重要となってくるが、このような視点による検討はなされておらず、本論文は新規性のある論文テーマと評価した。

研究方法の概略は以下のとおりである。対象者は、何らかの口腔機能低下を訴え、摂食嚥下障害臨床的重症度分類(DSS)でレベル3(水分誤嚥)以上の嚥下機能を有する65歳以上の40名とした。クープメーターを用いて25種類の菓子のかたさを測定し、6種類を訓練用菓子として選択した。対象者をランダムに、介入群21名と、訓練を行わない対照群19名に分けた。介入群には訓練開始前に6種類の菓子のうち「噛めるが噛みにくい」と感じた1種類の菓子を個人の訓練用菓子とし、その菓子を1日約5g、7日間食べるように指示した。対照群には咀嚼訓練は行わず7日間普段通りの食事を指示した。両群ともにベースライン時に最大咬合力、咀嚼能力、舌圧検査を行い、7日後に再度検査を行った。事前にサンプルサイズ計算がなされ、分析方法は、データの分布を考慮してノンパラメトリック検定で行われた。これらの方法は十分に計画されたものであり妥当なものである。

結果として、介入群では最大咬合力の有意な増加が認められ、対照群では有意な変化が認められなかった。また、咀嚼能力と舌圧は2群とも有意な変化が認められなかった。これらの結果から、菓子類を用いた咀嚼訓練が、最大咬合力の改善に寄与することを明確に示した。

本論文では、リハビリテーションの視点に基づく咀嚼訓練法の効果と意義を示すという、新しい知見を提供した点は高く評価できる。また、手軽に入手できる菓子類を用いていることから、歯科医療として個人に対する介入に加えて、公衆衛生活動においても個人の咀嚼能力を評価できる新しいツールとして活用できる可能性や、咀嚼能力訓練専用の規格化された食品の開発のヒントとなることも期待される。さらに、本研究ではわずか7日間で効果が現れたことから、介入効果の即効性も明らかとなり、長期にわたる更なる研究によって最大咬合力のみならずその他の口腔機能への効果もたらされる可能性もあり、本論文の発展性が期待される。

本審査委員会は、論文内容および関連事項に関して、口頭試問を行った。特に、対象者の包含基準と除外基準、「かたさ」の用語の表現、介入の際の菓子の重量の根拠、

摂食嚥下リハビリテーション指導の時期と研究への影響、データの分布、検定方法の選定理由と方法、サンプルサイズ計算の詳細、表の構成方法、結果の解釈について質疑がなされ、十分な回答が得られることを確認した。さらに咀嚼機能訓練における新しい知見は、今後の歯科医療への貢献が期待でき、口腔機能に関する研究の発展につながるとの結論に至った。そこで、本審査委員会は申請者が博士(歯学)の学位に十分値するものと認めた。

本審査委員会は申請者が博士(歯学)の学位に十分値するものと認めた。

2022年3月1日

主 査:山本龍生

副 査:讃岐拓郎

副 査:小松知子

目次

緒言	1
対象および方法	3
結果	10
考察	13
結論	22
謝辞	23
文献	24
表および図	
表 1	30
表 2	31
表 3	32
図 1	33
図 2	34
図 3	35
図 4	36
図 5	37

图 6	38
图 7	39
图 8	40

緒 言

日本では、高齢化に伴い摂食嚥下障害患者が増加している¹⁾。従来の摂食嚥下障害の対応は、嚥下機能の低下に応じて食品の摂取難易度を下げて対応していたが、現在は、咀嚼能力の維持や低栄養防止のためにできるだけ形態のあるものを食べられるように、流動食から固形食への移行を目指すようになった²⁾。咀嚼能力が低下すると噛みにくい食品を避けるようになり、軟らかくて噛みやすい食品を選択するようになる³⁾。食品の形態を軟らかくするには水を添加して調整することが多いため、食品の容量が増加する。その結果、食品のエネルギーは形態調整前に比べて容量あたり半分以下になるため⁴⁾、形態調整食では必要な栄養を補えない可能性があり⁴⁾、咀嚼能力の低下は高齢者の栄養状態に悪影響を及ぼす³⁾。そのため、咀嚼能力を向上させる訓練が重要となる⁵⁾。

先行研究では、かたさの異なるグミゼリーを用いた研究で、かたさが増すに従い運動経路や運動リズム、咬筋の筋活動が増大するなどの咀嚼運動に影響を与えること⁶⁾や、全部床義歯をはじめとする粘膜負担性支持の義歯を使用している場合は食品のかたさが摂取難易度に大きく影響を与えることから、摂取難易度が高い食品ほどかたさ応力が高いこと⁷⁾、また、嚥下に至る過程で食物を細かく粉砕し食塊形成を行う必要があるため、かたい食品ほど咀嚼回数が増加するとの報告もあり⁷⁾、咀嚼訓練には食品のかたさが重要である。一方、咬合支持域数

の減少により咀嚼能力が低下することや⁸⁾、加齢に伴う筋肉量の減少によって高齢者の咬合力は若年者の60～70%にまで減少すると言われている⁹⁾。低い咬合力は、高齢者にとって栄養バランスの低下、歩行速度の低下、認知機能の低下、うつ症状の増加、手段的日常生活動作（Instrumental Activities of Daily Living：IADL）の低下と関連があると報告されており¹⁰⁾、高い咬合力を維持することは高齢者の健康増進に重要である。

食品を用いた咀嚼訓練は、咀嚼機能低下患者を対象に、氷を用いた4週間の咀嚼訓練で咀嚼機能の改善を図る研究¹¹⁾や、咀嚼機能を強化させる目的で開発した咀嚼機能強化食品を用いて咀嚼能力の向上を調査する研究¹²⁾、健常の後期高齢者を対象にガム噛みトレーニングを30日間行い、咀嚼能力や嚥下機能の変化をみる研究⁹⁾、成人男性を対象に市販の強化ガムを用いて毎食後10分間、4週間咀嚼訓練を行い、筋電図および咀嚼能率に及ぼす影響を調査した研究¹³⁾、高齢者を対象に新しく開発したグミ状の健康食品を、1日3回合計9粒を4週間食してもらい、口腔機能や免疫機能および記名力に対する効果を検討した研究¹⁴⁾などが過去に報告されている。それぞれの報告では、咀嚼訓練により一定の効果が得られているが、高齢者の咀嚼能力には大きな個人差があると考えられることから、使用された食品の性状が必ずしも高齢者各人に適した負荷になっているとは考えられない。

本研究の目的は、市販の菓子のかたさを測定し、対象者ごとに咀嚼訓練に適したかたさの菓子を選定し、訓練の負荷量を調整した菓子を用いて咀嚼訓練を1週間行い、訓練前後で咀嚼に関わる口腔機能（咬合力、咀嚼能力、舌圧）への訓練効果がどのように現れるかを検討することである。

対象および方法

対象者

対象は、2021年7月から同年12月に神奈川歯科大学附属病院全身管理高齢者歯科を受診した外来患者および在宅訪問診療患者である。むせやすい、口が乾きやすい、噛みにくい、または嚥りにくいと口腔機能の低下症状を訴えた者で、かつ嚥下機能の臨床的重症度分類（dysphagia severity scale：DSS）3（水分誤嚥）以上を示す65歳以上の患者を研究に組み入れた⁴⁾（表1）。

研究デザイン

コンピュータにてランダムに発生させた数字を用いて、無作為に2群に割り付け、個人に適したかたさの菓子を用いて訓練を行う介入群、および介入を行わない対照群の2群に分けて調査を実施した。一方、除外基準は、食品アレルギーのある者および認知症などのために指示の理解が不十分な者とした（図1）。

本ランダム化比較試験は、ヘルシンキ宣言（2013年改訂）に従って実施され、神奈川歯科大学倫理委員会によって承認された（承認番号：614番）。すべての参加者に本研究の説明を行い、文書による同意を得た者を研究参加者とした。本研究計画は、UMIN Clinical Trials Registry に登録し公開された（UMIN000044947、2021年7月24日登録）。

訓練用菓子の選択

市販の菓子から手軽に購入できる25種類の菓子を用意した。これらの菓子のかたさを、ユニバーサルデザインフード（UDF）製品試験法¹⁵⁾に基づき、クランプメータ(RE2-33005C/山電)を用いて測定した。UDFのかたさの測定方法は、厚生労働省で示されている「えん下困難者用食品許可基準」に準拠して決められている。食品の物性評価にはTPA試験（Texture Profile Analysis：TPA）が用いられており、上面から試料に対して、一定の速度で水平にプランジャーをおろし、2回押し当てることで応力と歪みの関係を測定することができる¹⁶⁾。TPAから得られる食品の物性はかたさ（N/m²）、付着性（J/m³）、凝集性があり、かたさは1回目の圧縮ピークの高さで応力に対する抵抗を示す。その直後の引張り過程の負の応力を示す面積が付着性、2回目の圧縮ピークと1回目の圧縮ピークの間で求められるのが凝集性である¹⁶⁾。今回は、1回目の圧縮に要した

最大の力で求められるかたさを測定した。測定条件は、ロードセル 20 kg、圧縮速度 10 mm/s、プランジャー直径 3 mm で行い、試験食品を測定容器に移せないためクリアランスは試料の厚さの 30 %、測定温度 20 ± 2 °C に設定した。測定は 1 試料につき 5 回行い、最小値、最大値を除いた 3 回の値の平均値を算出した。25 種類の菓子のかたさの平均値を軟らかい順に並べたグラフを作成し、最小値、第 1 四分位、中央値、第 3 四分位、最大値に該当する菓子を訓練用菓子として選択した (図 2)。介入群に対し、訓練開始前に各菓子を軟らかい順に食べさせ、「難なく噛める」「噛めるが噛みにくい」「噛めない」の選択肢の中から、対象者が「噛めるが噛みにくい」と感じた菓子の中で最も軟らかい 1 種類の菓子を訓練用菓子として選択した。

介入方法

介入群は、選択された 1 種類の菓子を 1 日約 5 g 食べる訓練¹²⁾を 7 日間継続した。菓子の食べ方や時間帯、訓練用菓子以外の普段の食事に関する指導や制限は設けなかったが、訓練中に顎が痛くなった場合は訓練を中止するよう説明した。対照群には、菓子を食べさせる訓練は一切行わず、普段通りの生活や食事をしてもらい 7 日間過ごしてもらった。測定時期は、介入群、対照群ともに研究開始日に 1 回目 (基準値) の測定を行い、1 回目の測定日から 7 日後に 2 回目の測

定を行った。

調査項目

1. 患者背景

診療録から、年齢、性別、受診状況、要介護度、合併症、服用薬を調査し、口腔機能の低下症状の聴取を行った。また、研究開始時に、Eichner 分類、補綴状況および咬合支持域の数を調査した。

2. 咬合力の評価

デンタルプレスケール II[®] (株式会社ジーシー, 東京) の感圧シートを咬頭嵌合位で約 3 秒間噛みしめ、最大咬合力 (以下: 咬合力) を測定した。測定値は 1 回目に測定した値を使用するが、1 回目の測定に失敗した場合のみ 2 回目の値を使用した。口腔機能低下症の基準値である 500 N 未満を咬合力低下とした¹⁷⁾。義歯使用者は、義歯を装着したまま測定を行った。なお、研究期間中に義歯を紛失した者は、研究対象から除外した。

3. 咀嚼の評価

2 g のグルコース含有グミゼリー (グルコラム[®], ジーシー; 以下、グミゼリー)

を用いて、咀嚼能力の評価を行った。対象者には評価前に水でうがいをしてもらい、口腔内に残留物がないよう配慮した。唾液を飲み込まないように注意しながらグミゼリーを 20 秒間自由咀嚼させた後、グミゼリーを口腔内に保持したまま 10 mL の水で含嗽させ、グミゼリーと水を濾過用メッシュ内に吐き出させた。メッシュを通過した溶液中のグルコース溶出量を、咀嚼能力検査システム（グルコセンサーGS-II[®]、ジーシー）を用いて溶出グルコース濃度を測定した。測定値は 1 回目に測定した値を使用するが、1 回目の測定に失敗した場合のみ 2 回目の値を使用した。口腔機能低下症の基準値であるグルコース濃度 100 mg/dL 未満を咀嚼機能低下とした¹⁸⁾。

4. 舌圧の評価

舌圧測定器（JMS 舌圧測定器 TPM-02[®]、JMS）に繋げた舌圧プローブを口腔内に挿入し、舌圧プローブの硬質リングを前歯で軽く把持するよう指示した。その後、舌と口蓋との間でバルーンを舌の最大の力で数秒間押し潰し続けてもらい、舌圧を測定した。合計 3 回測定し、平均値を測定値とした。口腔機能低下症の基準値である 30 kPa 未満を低舌圧とした¹⁸⁾。

5. 嚥下機能の評価

嚥下機能は、摂食嚥下障害臨床的重症度分類 (dysphagia severity scale : DSS) を用いて評価を行った (表 1)。DSS は 7 段階の包括的な順序尺度であり、重症度が決まると対応方法もある程度知ることができる¹⁹⁾。DSS の判定は、嚥下造影検査 (videofluoroscopic examination of swallowing : VF) や嚥下内視鏡検査 (videoendoscopic examination of swallowing : VE) を必ずしも必要とせず、臨床所見とスクリーニングテストを用いて正確に判定できることから、臨床的に使用しやすい²⁰⁾。DSS の判定は、対象者への聞き取り調査を行い、水分でむせるなど嚥下機能に明らかな低下を認めた場合 (DSS \leq 3) は精密検査である VE や VF を実施し嚥下評価を行った。精密検査を実施した者には摂食嚥下リハビリテーションの指導を行った。

統計学的分析

統計の分析には Bell Curve Excel 統計 (社会情報サービス) を用いた。測定値は中央値 (四分位範囲) で表した。患者年齢、性別の比較、DSS の分布については Mann-Whitney U 検定、両群の Eichner 分類および義歯等の補綴治療による咬合支持域数についてはフィッシャーの正確確率検定、選択された菓子と DSS の分布については、Kruskal-Wallis 検定を用いた。また、外れ値の検定には Smirnov-Grubbs 検定を用いた。訓練前後において、介入群、対照群それぞれの

咬合力、咀嚼能力、舌圧の変化を Wilcoxon の符号順位検定、訓練前または訓練後における咬合力、咀嚼能力、舌圧それぞれの 2 群比較を Mann-Whitney U 検定を用いて行い、有意水準は両側 5 % とした。

必要症例数の決定方法は、開口訓練により嚥下時の舌骨の上方移動距離がどの程度改善するかを調査した先行研究²¹⁾を用い、統計ソフト R (Institute for Statistics and Mathematics of WU) を用いて算出した。舌骨の上方移動距離は、訓練前 6.05 ± 4.16 mm、訓練後 10.60 ± 4.52 mm であることから、平均値の差 4.55 mm および標準偏差 4.52 mm を用い、 α エラー 5 %、 β エラー 20 % として計算すると、各群 17 名ずつで 80 % のパワーがあると計算された。20 % の脱落が生じると仮定して、最終的に各群 21 名ずつ (合計 42 名) を必要症例数とした。なお、各群の必要症例数は 21 名であるが、研究対象者を連続的・無作為に本研究に組み入れたため、両群ともに 21 名になるまで患者の組み入れを行った。その結果、介入群 23 名、対照群 21 名となった。先行研究²¹⁾から、正規性を想定しサンプルサイズを求めたが、Shapiro-Wilk 検定を用いて連続変数である咬合力、咀嚼能力、舌圧の分布を求めたところ、咬合力および咀嚼能力で正規性がみられなかったため、全ての検定をノンパラメトリック検定にて行った。

結 果

1. 対象者の背景

44名が研究に組み入れられたが、そのうち義歯紛失、中途での研究協力の拒否、および合併症の悪化のために、介入群2名、対照群2名の研究離脱があったため、最終的に40名〔年齢：中央値78.0（四分位範囲73.0-82.5）歳、男性21名、女性19名〕を解析対象とした（図1）。群間比較では、介入群21名〔年齢77.0（73.0-80.0）歳、男性10名、女性11名〕、および対照群19名〔年齢80.0（76.0-85.5）歳、男性11名、女性8名〕であった。両群間で、年齢、性別、Eichner分類および咬合支持域数に有意差はみられなかった（表2）。服用している薬剤の種類は両群ともに消化管系薬が最も多く、次いで降圧薬であった（表3）。対象者の受診状況は、外来診療（介入群12名、対照群13名）、訪問診療（介入群9名、対照群6名）であり、要介護度に関しては要支援1（介入群1名、対照群0名）、要介護1（介入群1名、対照群2名）、要介護3（介入群1名、対照群0名）、要介護4（介入群1名、対照群4名）、要介護5（介入群1名、対照群0名）であった（表2）。また、対象者が訴えた口腔機能の低下症状は、むせやすい（介入群7名、対照群11名）、口が乾きやすい（介入群3名、対照群3名）、嚙みにくい（介入群8名、対照群4名）、喋りにくい（介入群3名、対照群1名）であった（図3）。

2. 訓練用菓子

25 種類の菓子のかたさの平均値を算出し、軟らかい順に並べたグラフを示す (図 2)。かたさにおいて、最小値 (ポテトチップス, $7,388 \text{ N/m}^2$)、第 1 四分位 [柿の種(種), $21,185 \text{ N/m}^2$]、中央値 (ハッピーターン, $47,240 \text{ N/m}^2$)、第 3 四分位 [柿の種(ピーナッツ), $77,206 \text{ N/m}^2$]、最大値 (技のこだ割り, $186,773 \text{ N/m}^2$) に該当する菓子を選択した。Smirnov-Grubbs 検定を行った結果、最大値のかたさの菓子 (技のこだ割り) が外れ値 ($p=0.003$) であったことから、2 番目にかたい菓子 (炭火焼, $112,896 \text{ N/m}^2$) ($p=0.469$ で外れ値ではない) も訓練用菓子として追加し、最終的に 6 種類の訓練用菓子を用意した。そして、介入群に対し訓練開始前に菓子 6 種類を軟らかい順に食べさせ、「難なく噛める」「噛めるが噛みにくい」「噛めない」の選択肢の中から、対象者が「噛めるが噛みにくい」と感じた菓子の中で最も軟らかい 1 種類の菓子を訓練用菓子として選択した。

3. 咀嚼機能評価

訓練前後で咬合力、咀嚼能力、舌圧の変化をみるため Wilcoxon の符号順位検定を用いて比較検討した結果を図 4、図 5、図 6 に示す。介入群の咬合力は、訓練前 $404.2 (173.5-567.7) \text{ N}$ から訓練後 $472.2 (200.8-766.3) \text{ N}$ へと有意に増加した ($p=0.046$) が、咀嚼能力 ($p=0.896$) と舌圧 ($p=0.274$) に有意差は

認めなかった。また、対照群は前後比較で全ての評価項目（咬合力: $p=0.198$ 、咀嚼能力: $p=0.952$ 、舌圧: $p=0.067$) において有意差は認めなかった。介入群および対照群の咬合力、咀嚼能力、舌圧を Mann-Whitney U 検定を用いて比較したところ、訓練前（咬合力: $p=0.424$ 、咀嚼能力: $p=0.715$ 、舌圧: $p=0.025$ ）、訓練後（咬合力: $p=0.735$ 、咀嚼機能: $p=0.498$ 、舌圧: $p=0.072$) であり、舌圧のみ訓練前に有意差を認めたが他の評価項目において有意差は認めなかった（図 4、図 5、図 6）。

また、介入群 12 名に訓練後の菓子の噛みやすさの変化についてアンケート調査を実施した。7 日間の訓練用菓子による訓練で噛みやすくなったかどうかを調査したところ、12 名中 8 名が変化なし、4 名が噛みやすくなったと回答した。

4. 嚥下機能の評価

DSS 1, 2 は介入群、対照群ともに対象者なし、DSS 3（介入群 2 名、対照群 3 名）、DSS 4（介入群 2 名、対照群 4 名）、DSS 5（介入群 1 名、対照群 1 名）、DSS 6（介入群 1 名、対照群 3 名）、DSS 7（介入群 15 名、対照群 8 名）であり、DSS 7 が最も多かったが、両群間で DSS の分布には有意差はみられなかった（図 7）。また、訓練で使用した菓子と DSS については、ハッピーターンを使用した

人は DSS 3 が 1 名、DSS 7 が 3 名、ピーナッツを使用した人は DSS 3 が 1 名、DSS 6 が 1 名、炭火焼を使用した人は DSS 4 が 1 名、DSS 7 が 2 名、技のこだ割りを使用した人は DSS 4 が 1 名、DSS 5 が 2 名、DSS 7 が 9 名であったが、各菓子間で DSS の分布には有意差はみられなかった (図 8)。

40 名中 6 名に VE または VF を行った。6 名は、介入群 3 名 (DSS 3 が 2 名、DSS 4 が 1 名)、対照群 3 名 (DSS 4 が 1 名、DSS 5 が 1 名、DSS 6 が 1 名) で、摂食嚥下リハビリテーション指導を行い、適切な訓練や食形態の指導を行った。なお、本研究の訓練期間中は摂食嚥下リハビリテーションは行っていない。

考 察

本研究では市販の菓子のかたさを測定し、対象者ごとに負荷量を調整した菓子を用いて咀嚼訓練を 1 週間行い、訓練前後での口腔機能への効果について検討した。その結果、介入群の咬合力が有意に増加した。

1. 菓子類の訓練食としての妥当性

咀嚼訓練と口腔機能に関する報告は複数あり、グミやガム、氷、煎餅を使用した報告がある。一方で、グミやガムを使用する場合は、咀嚼運動経路などの分析への有用性は高いが、かたさや量が一定なため咀嚼能率、運動機能、咀嚼筋の筋

活動など含めた総合的な咀嚼機能の評価を目的とする咀嚼の開始から嚥下に至る分析には不適切であり、付着性もあるため義歯装着患者には困難²²⁾などの欠点が報告されている。また、氷を使用する咀嚼訓練の場合は、咀嚼した食塊が液体になるため、口腔内保持が困難な患者や咽頭期障害患者では咀嚼訓練中に誤嚥を生じる可能性がある。ペースト食を摂取している嚥下障害患者において煎餅を使用し咀嚼訓練を行い、咀嚼機能の評価した研究では、対象者の92.4%が誤嚥せずに摂取可能であったことが報告されている²³⁾。これは、煎餅は、歯牙による粉碎後、唾液と混和し容易に食塊が形成されやすいためと考えられる。そのため、本研究では、煎餅類と唾液に混和しやすい煎餅を訓練食として採用した。

過去の研究の咀嚼訓練で使用された訓練食品は、対象者ごとに適した負荷量を設定するのではなく、どの対象者にも一定の性状の訓練食品を用いていた。リハビリテーションでは、筋肉増強のため通常の活動強度より大きい負荷を与え機能改善を目指すことが重要となってくる²⁴⁾。最大筋力は日常の活動強度により変化し、運動量が低下すると廃用性筋萎縮や筋力低下を引き起こすとされている²⁾。したがって、通常使用する筋力よりも高い負荷を課さなければ筋力増強は期待できず、最適な負荷量を設定するためには運動強度、持続時間、頻度を適切に調整する必要がある²⁾。一般的な筋力トレーニングでは、負荷量値を設定するうえで最大筋力の計測に1 repetition maximum strength test (1 RM test) が用

いられる。1 RM test は最大筋力を発揮して 1 回挙上できる最大の重量を測定する筋力テストである。しかし、Pollock ら²⁵⁾は、高齢者に対して最大筋力を計測するリスクを報告しており、70 歳以上の高齢者を対象とした 1 RM test で 19.3 %がトレーニングの中止や改変を要する傷害が生じた。また、運動時の主要な禁忌事項をアメリカスポーツ学会 (ACSM) が提示している²⁶⁾が、その中に不安定狭心症や非代償性心不全などの循環器疾患があげられる。日本の高齢者には心不全などの循環器疾患を抱える者が多く²⁷⁾、特に要介護高齢者では無症候性の心筋虚血の割合が高いという報告もあり²⁸⁾、今回の研究でも潜在的な循環器疾患患者を対象者に含んでいる可能性がある。そうしたハイリスク患者が最大筋力を発揮し心筋梗塞や脳血栓塞栓症などの重篤な疾患を引き起こす可能性があることから、最大筋力から負荷量を計測することは倫理的に推奨されない。そこで、我々は、一般的なエクササイズでも高齢者の運動強度の設定に推奨されている自覚的運動強度 (RPE)²⁶⁾に注目した。これは主観的に“ややきつい”と感じる強度を最大筋力の 50~70 %ととらえて適切な負荷として設定する方法である。本研究でも RPE に準じて対象者が『噛めるが噛みにくい』と感じる主観をもとに、適切な負荷量として設定した。また、たとえ最大筋力を計測し、その 50 %以上のかたさが判明したとしても、それが本人の主観として『噛めない』と感じるかたさであれば、日常生活の中で 1 週間毎日摂食することは困難

であり、訓練が実施できない。そのため、RPE をもとに対象者が『噛めるが噛みにくい』と感じたかたさをややきついと感じる強度とし、個人に適した筋力増強の負荷量値とした。以上より、かたいと感じる程度の煎餅の摂取は咀嚼筋である咬筋や側頭筋に十分な負荷がかかったものとする。咀嚼筋と咬合力は相互に関連性が高い²⁹⁾との報告もあることや、訓練の結果咬合力が増加したことから、負荷量や訓練期間、頻度など適切に設定できたと考えられる。

2. 患者背景について

本研究では、両群の患者の年齢や性別に差はなく、咬合に関しても Eichner 分類および訓練中の咬合支持域の状態についても差はみられなかった。咬合支持域数については、咬合支持域が減少すると咬合力も小さくなる傾向を示したが、同時に個人差が大きく存在したとの報告がみられる⁸⁾。本研究では、補綴治療により咬合支持域はおおむね 4 領域となり問題はない。また、研究期間中に義歯を紛失し咬合支持域が減少した患者は研究対象から除外したことから、患者背景および咬合に関して研究結果に影響を与える因子はないと考えられる。また、両群で対象者の DSS の分布に差がなかったことや、それぞれの菓子が用いられた対象者の DSS の分布にも差がなかった。したがって、両群の高齢者の嚥下能力の程度に差はなく、各菓子が特定の嚥下能力の高齢者に使用されたものでも

ないことから、嚥下能力に関しても研究結果に影響を与える因子ではないと考えられる。

3. 咀嚼訓練と咬合力

本研究では、各高齢者に適切なかたさの菓子を用い、適切な負荷を与える咀嚼訓練を行ったことで介入群の咬合力が有意に増加した。高齢者を対象とした咀嚼訓練により、咬合力を含む咀嚼能力が向上した研究は複数ある。新規咀嚼食品を4週間使用した研究では、咬合力および記銘力が有意に改善した¹⁴⁾。嚥下内視鏡検査下で咀嚼訓練食を3回摂食する研究では、咀嚼回数および嚥下回数が増加し³⁰⁾、舌抵抗訓練を8週間施行した研究では、嚥下圧が向上し舌容積も5.1%増加した³¹⁾。氷を4週間咀嚼し訓練効果について検討した研究では、咀嚼能力、咀嚼運動時の外部評価に有意な改善を認めた¹¹⁾ことが報告されている。咀嚼能力に影響を与える要因として歯の喪失による残存歯数の減少や咬合力低下、筋力低下、唾液分泌量などがあり、これらは加齢に伴い機能障害が加速する³²⁾。加齢そのものが咀嚼能力の低下と必ずしも関連はしないが、全身疾患や加齢に伴い起きる様々な影響の積み重ねにより機能障害が加速すると考えられている³³⁾。

残存歯数と咀嚼能力に関して、高齢者の咬合力を測定し、質問用紙を用いて典

型的な食品を咀嚼できるかどうかを調査した研究では、歯数の少なさは咀嚼能力の低さと有意な相関関係があり、最大咬合力は歯数に応じて減少したとの報告⁵⁾や、残存歯数が少ない高齢者は低体重と有意に関連する³⁴⁾ことが明らかになっている。また、高齢者の歯の状態は、様々な食品を食べることができるという意識とも関連³⁵⁾しており、食事の摂取量と関わってくるため、残存歯数は咀嚼能力の重要な指標になると考えられる。食品を噛みにくいと感じる被験者は、そうでない被験者に比べて天然歯が平均で5本少なかったことや、人工歯では噛みにくさを改善することはできなかった³⁾ことから、天然歯をいかに残せるかが高齢者の噛みにくさに影響してくると考えられる。以上のように、加齢に伴う歯の喪失や咬合力低下、筋力低下により咀嚼機能が低下する³²⁾ことで、自身が咀嚼しづらいと判断した食物は避けるようになり、食事の内容に変化をきたす。歯の喪失が多い高齢者は、肉類、果物、豆類、油類の摂取量が少なく、必要なエネルギーを主に固体脂肪、アルコール、添加糖から摂取するとされている³⁴⁾。従って、歯の喪失は食事摂取量と栄養状態の両方に影響を与え低栄養のリスクが増加する可能性があるため^{3,36)}、高齢者の咀嚼能力の維持向上は重要である。

過去の研究より、軟らかい食品よりもかたい食品を咀嚼する時ほど最大の咬合力が求められる³⁷⁾との報告や、咀嚼回数や咀嚼時間も食品のかたさにより増加し、最も軟らかい食品と最もかたい食品との間で50%以上増加を示したとの報

告もある^{7,37)}。咀嚼能力は咬合力と有意に関連していることから、かたい食品を使用し咀嚼訓練を行うことで咬合力向上が期待でき、咀嚼能力の維持向上に繋がると考えられた。

咀嚼能力向上のためには筋肉量が必要不可欠である³⁸⁾。顎の筋肉の大きさが咬合力に関連し、咀嚼筋の厚さが咬合力と正の相関を示すとの報告³⁹⁾や、加齢により筋肉量が低下することで咬合力、舌圧低下を伴うが、咀嚼筋活動は食物のかたさにより調整されているとの報告もみられる³⁶⁾。また、高齢者と若年者では咀嚼能力が異なるにも関わらず、食品の咀嚼過程においては両者間で差がないことが報告されており⁴⁰⁾、高齢者は若年者に比べて筋力が低下しているが、咀嚼回数を増やすことでこれを補っているとされている⁴¹⁾。咀嚼筋活動は食品のかたさに合わせて調整されているため³⁶⁾、本研究の各高齢者に適切なかたさの菓子を用いて適切に負荷を与える咀嚼訓練を行い、咬合力を向上させることは有用であると考えられた。今回、介入群および対照群の咬合力の差の比較では訓練前後ともに有意差を認めなかった。これは、データの分布範囲が比較的大きかったため、統計学的有意差が出なかったためと考えられた。

4. 臨床的意義

Nakagawa ら³⁰⁾は摂食嚥下障害患者が直接訓練時に食形態をあげていくにあ

たって、丸のみで摂取できるゼリー食やペースト食と、咀嚼を必要とする固形食とでは大きな乖離があり、丸のみ食を使用した訓練を行っているうちから咀嚼訓練食の摂取を推奨している。舌による押しつぶしを中心に開発されたプロセスリードはそれに適しているが、一方で、咬合力の改善という面ではかたさが十分でないという欠点がある。今回使用した煎餅などの菓子類は、咀嚼運動により容易にペースト状になり、一般の固形食よりも嚥下時の安全性が高いため、咀嚼訓練にも適している。また、本研究で用いた菓子類は全て市販の物であるため、特別な材料は必要なく手軽に購入できる。煎餅を好む高齢者も多く、おいしく訓練が出来るため、訓練への負担が減らせると考えた。

運動学的に、筋力増加には過負荷の原則とともに漸進性の原則が必要となる。咬合力増強のための菓子類のかたさの漸進調節に、今回調査した「菓子のかたさの分布」のグラフ（図2）が有効な情報となる。今後、訓練期間を延長して咬合力向上が認められ次第、さらにかたい菓子に変更し訓練を行うのが有効と推察される。実際に、介入群12名のうち4名が訓練により噛みやすくなったと回答しており、さらにかたい菓子に変更して訓練を行うことが可能となると推測された。

5. 咀嚼能力、舌圧について

咀嚼は、食物の摂取から嚥下までの間に咬合力や唾液、舌運動などが相互に関連している⁴¹⁾。その中でも舌は食塊の取り込み、保持、食塊形成、咀嚼、送り込みなど口腔期のすべてに関与するため、嚥下機能改善のために舌訓練は不可欠である²⁾。今回対象者をランダムに振り分けたところ、介入群および対照群の舌圧比較に関して訓練前の舌圧に有意差がみられたが、結果的に有意差がある状態で訓練を開始したことになるため、両群間を比較することができない。また、介入群の訓練前後で舌圧が有意に増加しなかったのは、煎餅は吸水性を示し唾液と混和されることで早期に食塊になりやすいため、舌にかかる負荷が不十分であった可能性が考えられる。

今回、咀嚼訓練により咀嚼能力は有意に増加しなかった。咀嚼訓練を行うことにより、最大咬合圧の上昇のみならず咀嚼能率も向上するが、最大咬合圧の上昇と咀嚼能率の上昇は必ずしも一致していないとの報告がある¹²⁾。咀嚼は、口腔内への取り込みから食塊形成まで全ての過程を含むため、様々な機能が合わさっていることから咀嚼能力の向上には咬合圧以外の要因も関係していると考えられる¹²⁾。そのため、咬合力が先行して向上し、咀嚼能力向上には時間がかかると考えられる。また、咀嚼機能を強化させる目的で開発した咀嚼機能強化食品を用いた研究で、咀嚼能率は訓練開始後 3 週目から有意差を認めたとの報告¹²⁾があることから、本研究の 1 週間では口腔機能全体を改善するには訓練期間が

不足している可能性が考えられる。

6. 限界

本研究の限界として、1つ目は負荷量の目標が最大筋力の50～70%であるのに対し、実際の負荷量の設定は、本人の主観によって決定していることである。前述のように、本研究では、自覚的運動強度（RPE）²⁶⁾に基づき、主観的に“ややきつい”と感じる強度を最大筋力の50～70%ととらえて適切な負荷として設定し、妥当であると考えた。今後、トレーニング負荷量の適切な測定方法が確立した場合は、正確に計測することが必要であると考えられた。2つ目は、菓子ごとに吸水性や食品の物性（かたさ、付着性、凝集性）が異なることである。本研究ではクリープメータを用いて菓子のかたさのみを測定し訓練を行うことに着目したが、実際に菓子を摂取する際は吸水性やかたさ以外の物性も咀嚼機能に影響するため、今後の研究課題とする必要がある。

結 論

本研究では、65歳以上の高齢者に対し、訓練開始前に菓子6種類を軟らかい順に食べさせた。「難なく噛める」「噛めるが噛みにくい」「噛めない」の選択肢の中から、対象者が「噛めるが噛みにくい」と感じた菓子の中で最も軟らかい1

種類の菓子を訓練用菓子として選択し咀嚼訓練を1週間行った。その結果、介入群の咬合力に有意な増加が認められ、個人に適したかたさの菓子を用いる咀嚼訓練が有効であることが示唆された。

謝 辞

本研究を進めるにあたり、本学全身管理歯科学講座高齢者歯科学分野 森本佳成教授、北海道医療大学リハビリテーション科学部言語聴覚療法学科 飯田貴俊教授から多大なご指導、ご協力を賜りました。厚く感謝を申し上げます。また研究の場を提供していただきました日清オイリオグループ株式会社 中央研究所の皆さまにも厚く御礼を申し上げます。

文 献

1. 飴矢美里, 西窪加緒里, 三瀬和代ほか: 加齢による嚥下機能の変化. 耳鼻と臨床. **52**(4) : 249-255, 2006.
2. Saitoh E, Pongpipatpaiboon K. 稲本陽子, 柴田斉子, 才藤栄一訳; Dysphagia evaluation and treatment from the perspective of rehabilitation medicine 日本語版 リハビリテーション医学に基づいた摂食嚥下障害の評価・対応, 初版, 医歯薬出版株式会社, 東京, 112-116, 2019.
3. Hildebrandt GH, Dominguez BL, Schork MA, *et al.*: Functional units, chewing, swallowing, and food avoidance among the elderly. *J Prosthet Dent.* **77**(6): 588-595, 1997.
4. 才藤栄一, 植田耕一郎: 摂食嚥下リハビリテーション第3版第2刷. 医歯薬出版株式会社. 179-180, 275, 2016.
5. Okamoto N, Amano N, Nakamura T, *et al.*: Relationship between tooth loss, low masticatory ability, and nutritional indices in the elderly: a cross-sectional study. *BMC Oral Health.* **19**: 110, 2019.
6. 三輪雅彦, 志賀博, 小林義典: 食品のかたさが咀嚼運動に及ぼす影響. 日本咀嚼学会雑誌. **10**(2) : 85-93, 2001.
7. 越野寿, 平井敏博, 横山雄一ほか: 各種食品の咀嚼前および嚥下閾食塊のレオ

- ロジー物性. 日本咀嚼学会雑誌. **16(1)** : 11-16, 2006.
8. 前田芳信, 伊堂寺茂, 西田圭ほか:咬合支持と咀嚼能率ならびに咬合力との関係—大阪府下の3施設における調査結果より—. 日本補綴歯科学会雑誌. **40(6)** : 1205-1211, 1996.
9. 中澤正博, 森宏樹, 半田潤ほか:咀嚼能力の維持・向上を期待した簡便なトレーニング. 老年歯学. **33(2)** : 63-69, 2018.
10. 池邊一典:咬合は, 栄養摂取, 運動機能, 認知機能にどのように影響するか? 老年歯学. **35(1)** : 19-23, 2020.
11. 片桐啓之:氷を使った咀嚼訓練の有効性について. 日本摂食嚥下リハビリテーション学会誌. **24(2)** : 153-161, 2020.
12. 河村洋二郎, 堀尾強:咀嚼機能強化食品による咀嚼訓練の効果. 歯科基礎医学学会雑誌. **31** : 281-290, 1989.
13. 柿谷幸男, 中村早江, 清水真知男ほか:咀嚼機能の訓練効果. 日本顎口腔機能学会雑誌. **1** : 105-109, 1994.
14. 渡辺久, 叶谷由佳, 日下和代ほか:口腔機能および記憶力に対する高齢者用咀嚼食品の効果に関する研究. 日本咀嚼学会雑誌. **13(1)** : 37-43, 2003.
15. 藤崎享:ユニバーサルデザインフードの現状. 臨床栄養. **119(4)** : 396-400, 2011.

16. 小城明子：摂食嚥下リハビリテーションを支える嚥下調整食とその物性評価。バイオメカニズム学会誌. **40**(4)：241-247, 2016.
17. Horibe Y, Matsuo K, Ikebe K：Relationship between two pressure-sensitive films for testing reduced occlusal force in diagnostic criteria for oral hypofunction. *Gerodontology*. 印刷中.
18. Minakuchi S, Tsuga K, Ikebe K: Oral hypofunction in the older population: Position paper of the Japanese Society of Gerodontology in 2016. *Gerodontology*. **35**: 317-324, 2018.
19. 馬場尊, 才藤栄一：摂食・嚥下障害に対するリハビリテーションの適応. 臨床リハ. **9**：857-863, 2000.
20. 西村和子, 加賀谷斉, 柴田斉子ほか：嚥下内視鏡検査を用いない摂食嚥下障害臨床的重症度分類判定の正確性. 回復期リハビリテーション病棟協会機関誌. **6**：1-5, 2015.
21. Wada S, Tohara H, Iida T: Jaw-opening exercise for insufficient opening of upper esophageal sphincter. *Arch Phys Med Rehabil*. **93**: 1995-1999, 2012.
22. 田中彰, 志賀博, 小林義典：グミゼリー咀嚼時のグルコース溶出量の分析による運動機能および咀嚼筋活動の定量的評価. 日本補綴歯科学会雑誌. **38**: 1281-1294, 1994.

23. Tagashira I, Tohara H, Wakasugi Y, *et al.*: A new evaluation of masticatory ability in patients with dysphagia: The saku-saku test. *Arch Gerontol Geriatr.* **74**: 106-111, 2018.
24. 木藤伸宏, 金口瑛典, 小澤純也: 筋力増強運動の基本と実際. 日本リハビリテーション医学会誌. **54**: 746-751, 2017.
25. Pollock ML, Carroll JF, Graves JE, *et al.*: Injuries and adherence to walk/jog and resistance training programs in the elderly. *Med Sci Sports Exerc.* **23**(10): 1194-1200, 1991.
26. Whaley MH. 日本体力医学会体力科学編集委員会監訳; 運動処方指針: 運動負荷試験と運動プログラム, 第7版, 南江堂, 東京, 46, 74-76, 262-268, 2006.
27. Okura Y, Ramadan MM, Ohno Y, *et al.*: Impending epidemic — future projection of heart failure in Japan to the year 2055—. *Circulation J.* **72**: 489-491, 2008.
28. 中原賢一, 松下哲, 山之内博ほか: 高齢者心筋虚血の無症候性に関わる因子の分析. 日本老年医学会雑誌. **34**(4): 285-291, 1997.
29. 八木教之, 茶谷仁史, 金本栄二ほか: 咀嚼筋放電量と咬合力の関連性についての研究. 北海道矯正歯科学会雑誌. **12**(1): 1-10, 1984.
30. Nakagawa K, Matsuo K, Shibata S, *et al.*: Efficacy of a novel training food based

on the process model of feeding for mastication and swallowing — a preliminary study in elderly individuals living at a residential facility —. *Japanese Journal of Comprehensive Rehabilitation Science*. **5**: 72-78, 2014.

31. Robbins J, Gangnon RE, Theis SM, *et al.*: The effects of lingual exercise on swallowing in older adults. *J Am Geriatr Soc*. **53**(9): 1483-1489, 2005.

32. Ikebe K, Matsuda K, Kagawa R, *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*. **56**: 991-996, 2011.

33. Hatch JP, Shinkai RSA, Sakai S, *et al.*: Determinants of masticatory performance in dentate adults. *Arch Oral Biol*. **46**: 641-648, 2000.

34. Hu HY, Lee YL, Lin SY, *et al.*: Association between tooth loss, body mass index, and all-cause mortality among elderly patients in Taiwan. *Medicine*. **94**(39): e1543, 2015.

35. Marcenes W, Steele JG, Sheiham A: The relationship between dental status, food selection, nutrient intake, nutritional status, and body mass index in older people. *Cad Saúde Pública*. **19**(3): 809-816, 2003.

36. Peyron MA, Woda A, Bourdiol P, *et al.*: Age-related changes in mastication. *J*

Oral Rehabil. **44**: 299-312, 2017.

37. Peyron MA, Lassauzay C, Woda A : Effects of increased hardness on jaw movement and muscle activity during chewing of visco-elastic model foods. *Exp Brain Res.* **142**: 41-51, 2002.

38. Maruyama M, Morita K, Kimura H, *et al.*: Association between masticatory ability and oral functions. *Oral Med Pathol.* **12**(11): 1011-1014, 2020.

39. Lin CS, Wu CY, Wu SY, *et al.*: Age- and sex-related differences in masseter size and its role in oral functions. *J Am Dent Assoc.* **148**(9): 644-653, 2017.

40. Kohyama K, Mioche L: Chewing behavior observed at different stages of mastication for six foods, studied by electromyography and jaw kinematics in young and elderly subjects. *J Texture Stud.* **35**: 395-414, 2004.

41. 日本補綴歯科学会ガイドライン作成委員会: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—. 補綴誌. **46**(4) : 35-41, 2002.

表 1. 摂食嚥下障害臨床的重症度分類 (DSS)

分類	定義	解説	対応	直接訓練	
誤嚥なし	7 正常範囲	臨床的に問題なし	治療の必要なし	必要なし	必要なし
	6 軽度問題	主観的問題を含め、何らかの軽度の問題がある	主訴を含め、臨床的に何らかの原因により摂食嚥下が困難である	簡単な訓練、食事の工夫、義歯調整などが必要	症例によっては可能
	5 口腔問題	誤嚥はないが、主として口腔期障害に問題がある	先行期・準備期も含めた口腔期中心に問題があり、脱水や低栄養の危険を有する	口腔期の評価に基づき、訓練、食物形態・食事法の工夫、食事時の監視が必要	一般医療機関や在宅で可能
誤嚥あり	4 機会誤嚥	時々誤嚥する、もしくは咽頭残留し臨床誤嚥が疑われる	咽頭残留著明、もしくはときに誤嚥を認める。また、食事場面で誤嚥が疑われる	上記の対応法に加え、咽頭期の評価、咀嚼の影響の検討が必要である	一般医療機関や在宅で可能
	3 水分誤嚥	水分は誤嚥するが、形態を調整した食物は誤嚥しない	水分で誤嚥を認め、誤嚥・咽頭残留防止手段の効果は不十分だが、形態調整食の効果は十分認める	上記の対応法に加え、水分摂取の際に間欠的経管栄養法を適応する場合がある	一般医療機関で施行可能
	2 食物誤嚥	あらゆる食物を誤嚥し嚥下できないが、呼吸状態は安定している	水分、半固形、固形食で誤嚥を認め、食物の形態調整効果が不十分である	経口摂取不可。経管栄養が基本	専門医療機関で施行可能
	1 唾液誤嚥	唾液を含め全てを誤嚥、あるいは嚥下反射が全く惹起されずに呼吸状態が不良	常に唾液を誤嚥し、医学的な安定が保てない	医学的安定を目指した対応法が基本となり、持続的な経管栄養法を要する	困難

(文献 4 より改変引用)

表 2. 患者背景

項目	介入群(n=21)	対照群(n=19)	p値
患者背景			
年齢 (歳)	77.0 (73.0-80.0)	80.0 (76.0-85.5)	
性別 (男/女)	10/11	11/8	
外来診療患者 (人)	12	13	
訪問診療患者 (人)	9	6	
要介護度			
要支援1	1	0	
要介護1	1	2	
要介護3	1	0	
要介護4	1	4	
要介護5	1	0	
合併症(重複あり)			
脳卒中	7	7	
高血圧症	8	7	
不整脈	2	3	
虚血性心疾患	0	1	
大動脈弁狭窄症	1	0	
肥大性心筋症	0	1	
関節リウマチ	1	0	
パーキンソン病	0	2	
骨粗鬆症	3	3	
2型糖尿病	1	3	
その他	3	7	
なし	2	1	
Eichner分類 ^a			1.00
A	7	3	
B	3	12	
C	11	4	
咬合支持域数 ^b			1.00
4か所	19	16	
3か所	1	3	
2か所	1	0	

^{a, b} フィッシャーの正確確率検定

各項目で両群の差はみられなかった。また、Eichner 分類および咬合支持域数の分布も両群の差はみられなかった (p=1.000)。

表 3. 服用薬

服用薬剤(重複あり)	介入群 (人)	対照群 (人)
消化管系薬	17	18
血液系薬	6	9
内分泌系薬	1	0
呼吸器系薬	2	4
循環器系薬	2	4
腎・泌尿器系薬	5	7
向精神病薬	5	8
降圧薬	11	10
パーキンソン病治療薬	1	2
骨粗鬆症治療薬	5	2
痛風治療薬	3	1
糖尿病治療薬	1	5
ステロイド薬	1	0
非ステロイド薬	2	0
鎮痛薬	2	5
抗菌薬	1	1
ビタミン剤	1	4
抗アレルギー薬	2	2
抗てんかん薬	1	1
服薬なし	3	1

服用している薬剤の種類は両群ともに消化管系薬が最も多く、次いで降圧薬であった。

CONSORT 2010 Flow Diagram

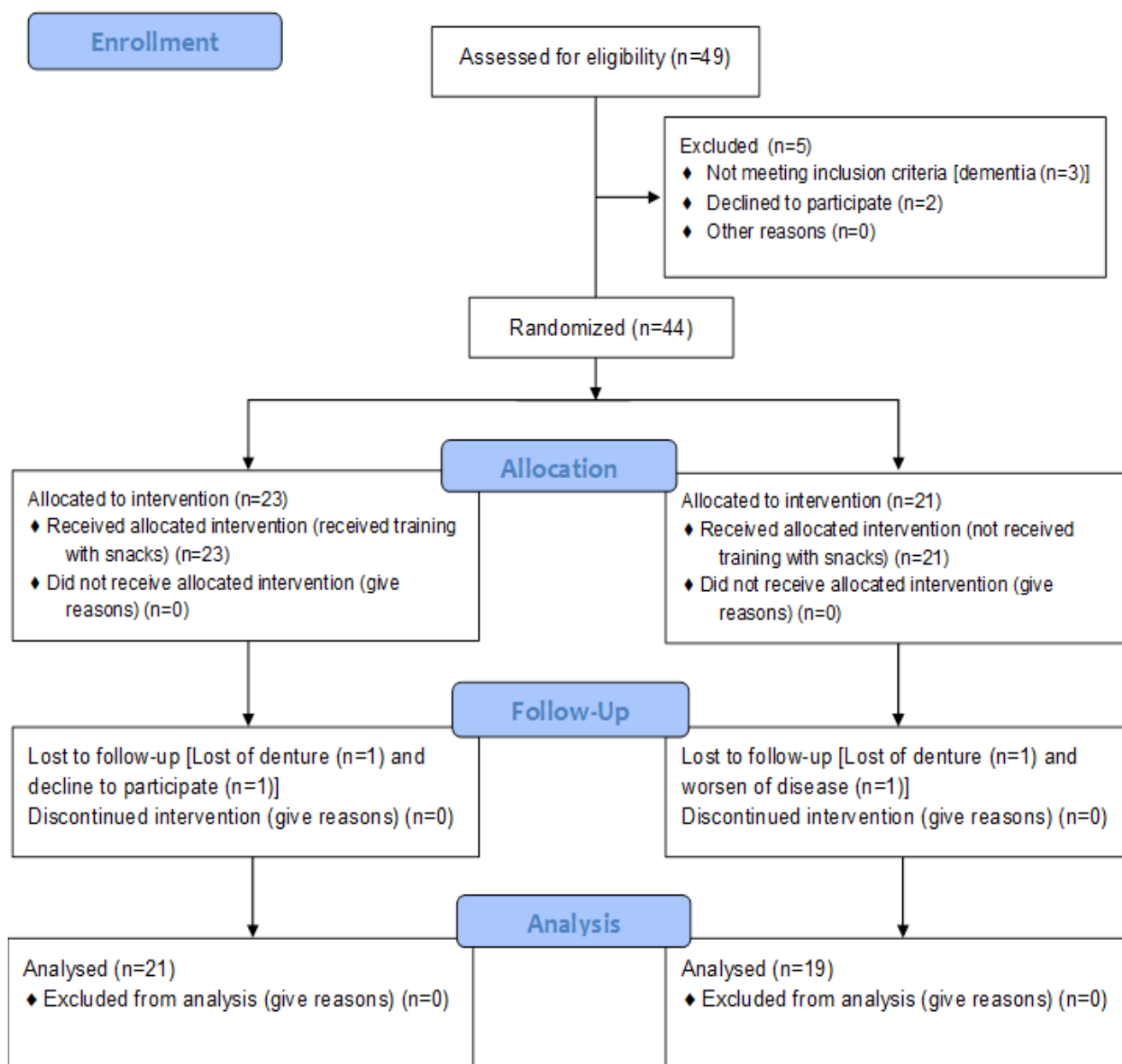


図 1. 割り付けの流れ

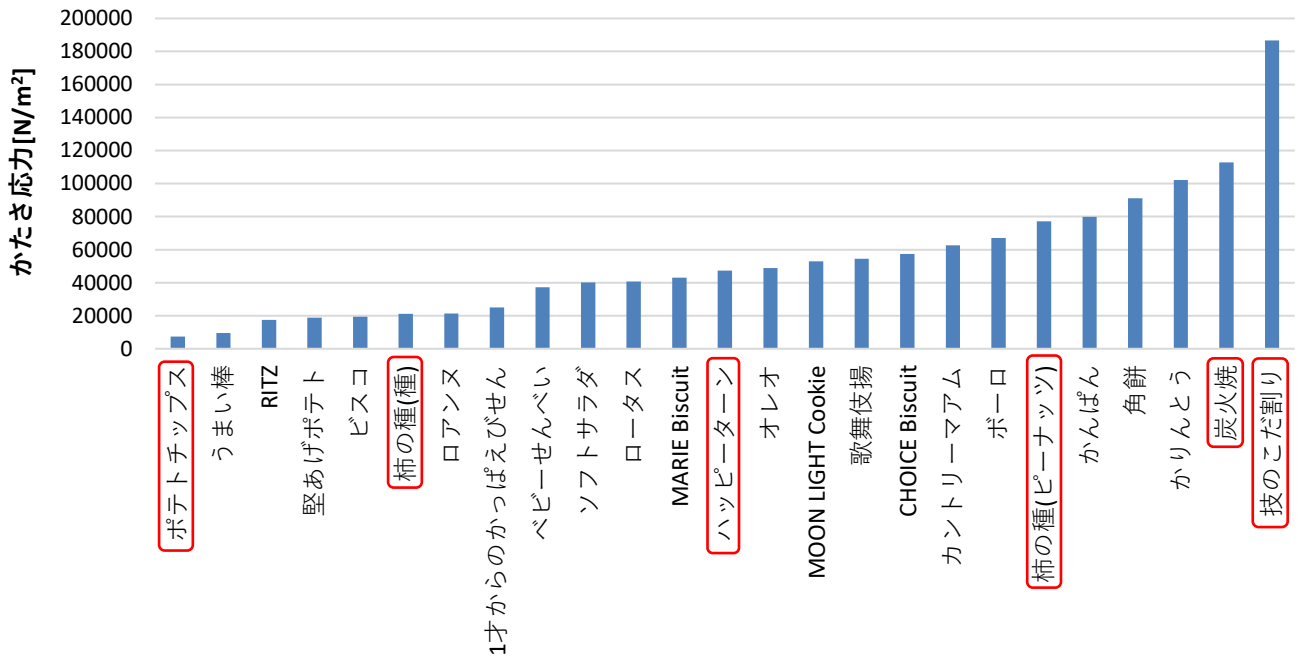


図 2. 菓子のかたさの分布

最小値(ポテトチップス, 7,388 N/m²)、第 1 四分位[柿の種(種), 21,185 N/m²]、中央値(ハッピーターン, 47,240 N/m²)、第 3 四分位[柿の種(ピーナッツ), 77,206 N/m²]、最大値 (技のこだ割り, 186,773 N/m²) に該当する菓子を選択した。最大値のかたさの菓子 (技のこだ割り) が外れ値 (p=0.003) であったことから、2 番目にかたい菓子 (炭火焼, 112,896 N/m²) も訓練用菓子として追加した。

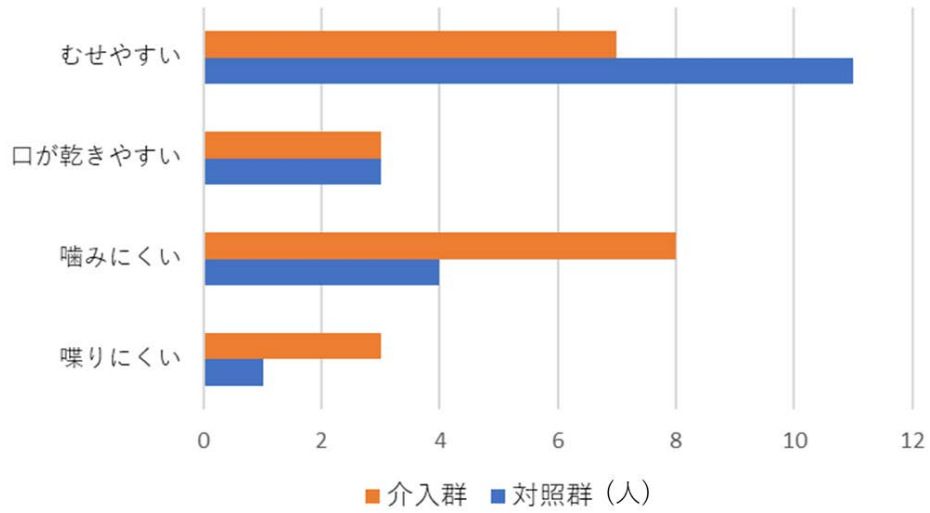
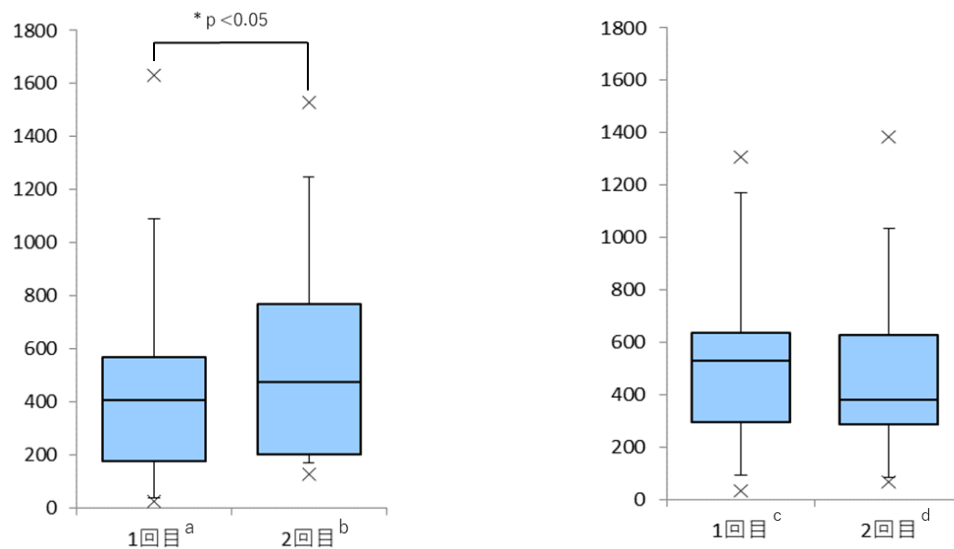


図 3. 口腔機能の低下症状

対象者が訴えた口腔機能の低下症状は、むせやすい（介入群 7 名、対照群 11 名）、口が乾きやすい（介入群 3 名、対照群 3 名）、噛みにくい（介入群 8 名、対照群 4 名）、喋りにくい（介入群 3 名、対照群 1 名）であった。

介入群

対照群



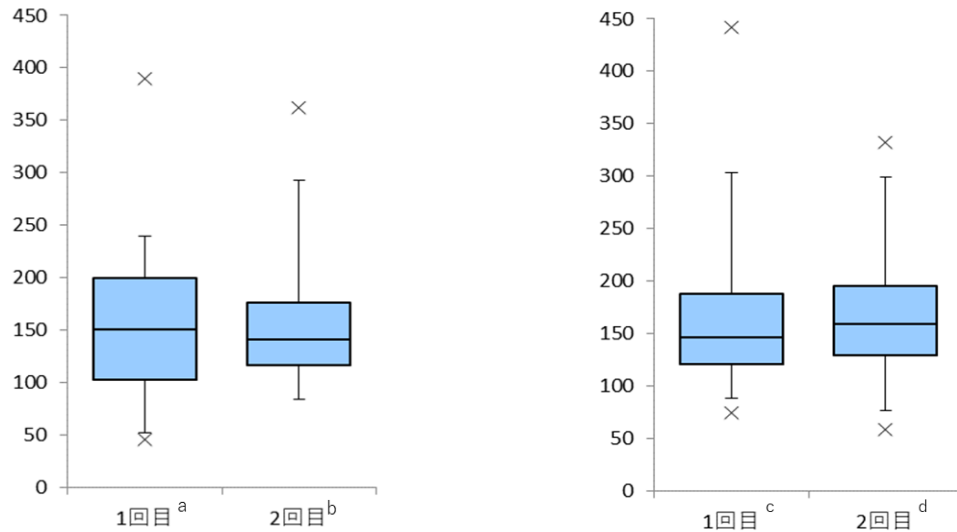
^{a-b} (介入群の前後比較) 咬合力 (p=0.046*)
^{c-d} (対照群の前後比較) 咬合力 (p=0.198)
^{a-c} (介入群および対照群の訓練前比較) 咬合力 (p=0.424)
^{b-d} (介入群および対照群の訓練後比較) 咬合力 (p=0.735)
^{a-b,c-d} Wilcoxonの符号順位検定、^{a-c,b-d} Mann-Whitney U検定
* p < 0.05

図 4. 咬合力の変化

介入群の咬合力は、訓練前 404.2 (173.5-567.7) N から訓練後 472.2 (200.8-766.3) N へと有意に増加した (p=0.046*)。対照群は前後比較で有意差は認めなかった (咬合力 : p=0.198)。また、両群間の訓練前後で咬合力に有意な差は認めなかった (訓練前咬合力 : p=0.424、訓練後咬合力 : p=0.735)。

介入群

対照群



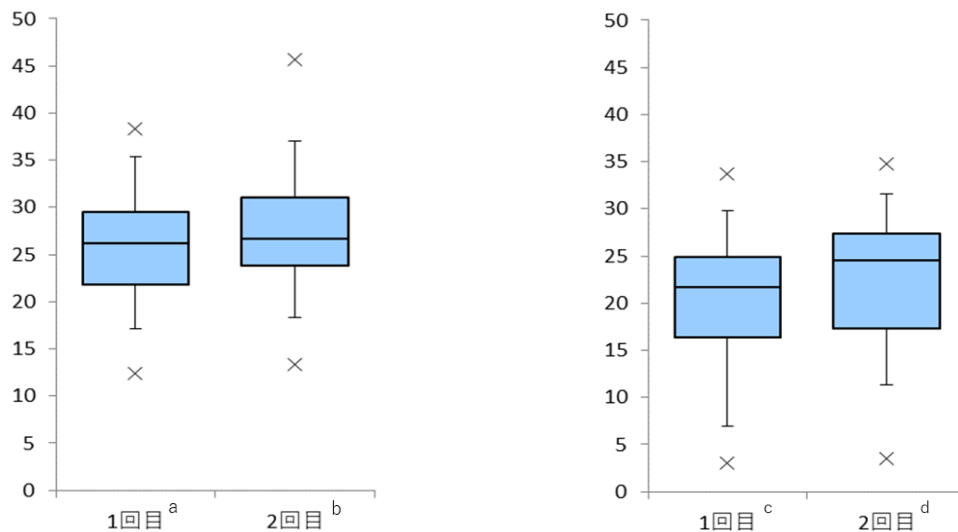
^{a-b} (介入群の前後比較) 咀嚼能力 (p=0.896)
^{c-d} (対照群の前後比較) 咀嚼能力 (p=0.952)
^{a-c} (介入群および対照群の訓練前比較) 咀嚼能力 (p=0.715)
^{b-d} (介入群および対照群の訓練後比較) 咀嚼能力 (p=0.498)
^{a-b,c-d} Wilcoxonの符号順位検定、^{a-c,b-d} Mann-Whitney U検定
* p < 0.05

図 5. 咀嚼能力の変化

介入群の咀嚼能力 (p=0.896)、対照群の咀嚼能力 (p=0.952) に有意差は認めなかった。また、両群間の訓練前後で咀嚼能力に有意な差は認めなかった (訓練前咀嚼能力 : p=0.715、訓練後咀嚼能力 : p=0.498)。

介入群

対照群



^{a-b} (介入群の前後比較)

舌圧 (p=0.274)

^{c-d} (対照群の前後比較)

舌圧 (p=0.067)

^{a-c} (介入群および対照群の訓練前比較) 舌圧 (p=0.025*)

^{b-d} (介入群および対照群の訓練後比較) 舌圧 (p=0.072)

^{a-b,c-d} Wilcoxonの符号順位検定、^{a-c,b-d} Mann-Whitney U検定

* p < 0.05

図 6. 舌圧の変化

介入群の舌圧 (p=0.274)、対照群の舌圧 (p=0.067) に有意差は認めなかった。

また、両群間の訓練前後で訓練前舌圧 (p=0.025*) に有意差を認めたが、訓練後舌圧 (p=0.072) に有意な差は認めなかった。

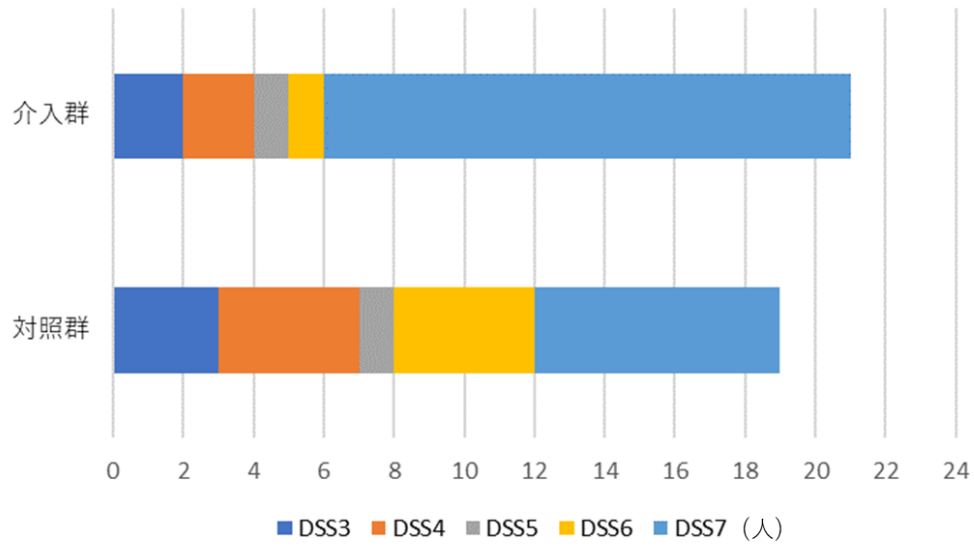


図 7. DSS の分布

両群間で DSS の分布には有意差はみられなかった。p=0.421 (Mann-Whitney U 検定=8.00)

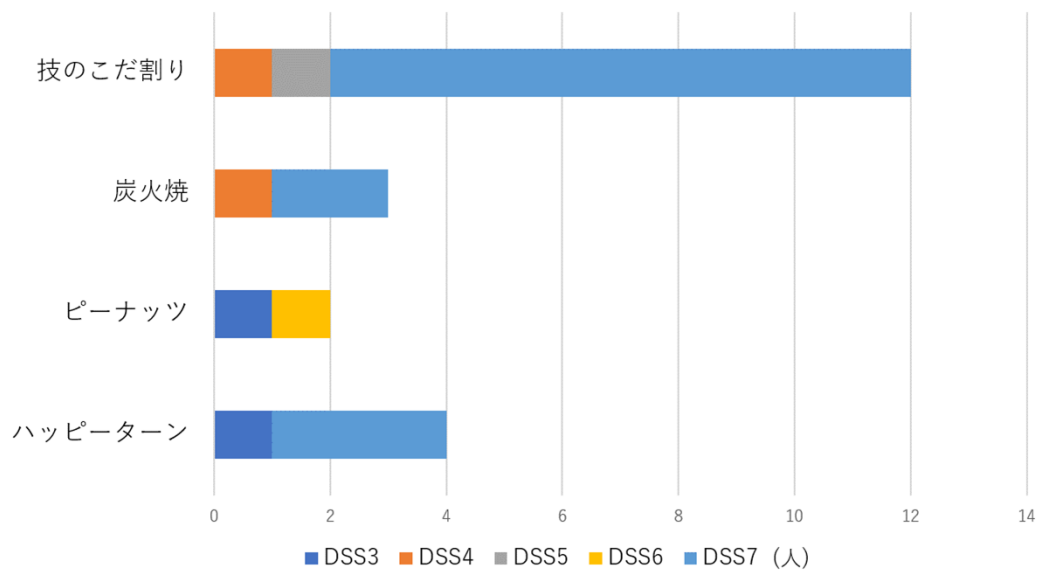


図 8. 訓練用菓子と DSS の関係

各菓子間で DSS の分布には有意差はみられなかった。p=0.749 (χ^2 検定)