

日常生活における口腔機能低下症の評価に関する研究

Study on the evaluation of oral hypofunction in daily life

○池田晃聖*, 南斉俊佑*, 星崎みどり*, 長縄明大*

○ Kosei Ikeda*, Shunsuke Nansai*, Midori Hoshizaki*, Akihiro Naganawa*

*秋田大学

*Akita University

キーワード： 口腔機能低下症 (Oral hypofunction), ひずみセンサ (Strain sensor),
筋電図 (Electromyography), データ解析 (Data analysis)

連絡先： 〒 010-8502 秋田市手形学園町 1-1 秋田大学大学院理工学研究科
長縄 明大, Tel.: (018)-889-2726 E-mail: naganawa@gipc.akita-u.ac.jp

1. 緒言

口腔機能低下症は、加齢や疾患、障害等、様々な要因により、口腔機能のいくつかが複合的に低下することで発症する疾患である¹⁾。本疾患は、放置することで咀嚼機能不全や摂食嚥下障害等、さらに重篤な症状へとつながっていく可能性がある。しかし、口腔機能低下症は、適切な管理により、重症化の予防や口腔機能の維持、回復が可能となるため、早期の診断と適切な管理が重要となる。

口腔機能低下症の診断には、いくつかの方法があるが、本研究では咬合力と咀嚼運動を評価する方法について検討する。咀嚼や咬合は、人間が生きていく上で必要不可欠であるが、高齢者の健康寿命の延伸に深く関係しており、さらに、咬合力はビタミンや食物繊維の摂取量に関係する等の報告や、運動機能にも関連することが報告されている。

現在、咬合力を評価する方法の中で広く用いられているのが、デンタルプレスケール法であ

る²⁾。しかし、この方法は、病院や保健所等に設置されている専用の機器を用いることにより診断が可能であり、自宅等において日常生活的に咬合力を測定することや、食事の咀嚼状態等を測定・評価することはできない。

著者らは、これまで自宅等でも使用することができる簡便な方法で咬合力を測定する方法について検討してきた³⁾。その方法は、咬筋の動きをひずみセンサで測定するものであり、咬合力の推定以外にも食事時における口腔機能を測定できる可能性がある。

そこで本研究では、この方法を用いて食事時の咀嚼機能を測定する方法について検討したため、その結果について報告する。なお、本手法は、咬筋の動きを計測するため、アーチ状のデバイスにひずみセンサを貼り付けて製作するが、そのパッドを頬に設置するため、他の生体情報として咬筋の筋電計測も合わせて行い、結果の考察を行った。

2. 測定方法

2.1 咬筋の動きについて

筆者らが検討した咬筋の動きを測定する方法について述べる．人間が、咬合を行うと頬の咬筋が外側に隆起するため、この動きを捉えることにより咬合力を推定することができると考えた．このため、咬筋の動きをひずみ変化として数値的にとらえるために、咬筋を両側から挟み込むアーチ型のデバイスを製作した．

Fig. 1 に製作したアーチ型のデバイスを示す．製作したデバイスは、左右のパッドを左右の頬に設置して計測するものであり、ひずみゲージ（共和電業，KFGS-1-120-C1-11(L1M2R)）は、アーチの中央部に貼り付けて計測する．ひずみゲージのデータは、計測機器（NR-ST04, KEYENCE）で計測し、また、実際の咬合力との比較を行うため、口腔内に設置する圧力センサの出力電圧を計測機器（NR-HA08, KEYENCE）で計測した．なお、計測データについて、ひずみ量がマイナスの値になるほど咬筋の隆起量が大きくなり、プラスの値になるほどオートバランスした位置よりも咬筋の隆起量が小さくなるよう初期設定を行っている．

実験におけるサンプリング周波数は 100 Hz とし、圧力センサの回路への印加電圧は 3 V とした．なお、製作したアーチ型デバイスのパッドは、咬合を行ったときに咬筋が最も隆起する

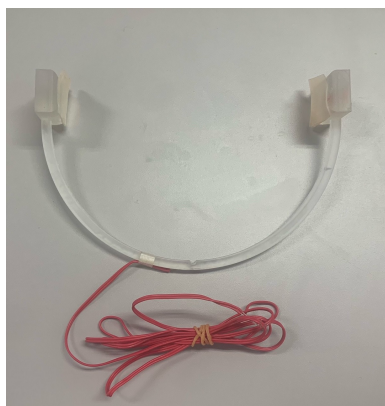


Fig. 1 アーチ型のデバイス

場所に装着し、圧力センサは右側の第二大臼歯で噛みしめることで計測を行った．また、口腔内に設置する圧力センサについて、衛生面を考慮し厚さ約 0.08 mm のポリエチレンビニルで包み、計測の前後において除菌用アルコールで消毒を行った．

咬合力測定実験の手順は以下の通りである．

- (1) ひずみセンサを頬部に装着する．
- (2) 圧力センサを口腔内に挿入し半球パーツを第二大臼歯で軽く噛み位置を固定する．
- (3) (2) の状態でひずみゲージのオートバランスを行いひずみ量を 0（ゼロ）にする．
- (4) ゆっくりと噛みしめを行い、被験者が最大の咬合力だと判断した後、徐々に咬合力を緩め、測定終了とする．

2.2 筋電計測について

筋電計測は、上記のひずみセンサを用いて咬筋を動きを測定する際、他の生体情報として、咬筋の筋電変化を捉え、口腔機能低下症の評価に活用できるかどうかを検討するために行った．電極は、Fig. 2 に示す 3M 製レッド ダットリード線付モニタリング電極を使用した．

筋電については、計装アンプで増幅し、ひずみゲージのデータと同時に測定できるよう、計測機器（NR-HA08, KEYENCE）で計測した．

なお、筋電計測のサンプリング周波数は 1 kHz とし、電極を張り付ける場所は、咬筋上部、咬

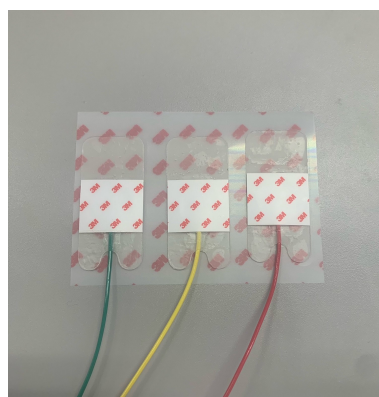


Fig. 2 筋電計に使用する電極



Fig. 3 筋電計測定の実験の様子

筋下部，額（基準電極）の3ヶ所とし，設置する前にアルコール綿と生体信号モニタ用皮膚前処理剤のスキンプリアを用いて皮膚表面の汚れを落とし，乾燥させてから電極を貼り付けた．

Fig. 3 にアーチ型デバイスに加え，筋電計測のための電極を貼り付けた様子を示す．

3. 実験結果

被験者は，インフォームドコンセントを行った健常男性1名（23歳）とした．なお，被験者は，噛みしめや咀嚼を問題なく行うことができ，歯の痛みがなく，現在治療や矯正を行っていない者とした．

3.1 咬合力実験の結果

咬合力について検討するため，噛みしめを行った際の実験データを取得した．

Fig. 4 に咬筋の隆起量と咬合力の時間変化を示す．ここで，横軸は時間 [1/100s]，縦軸は左側がひずみ量，右側が圧力センサの電圧値 [V] である．

Fig. 5 に咬筋の隆起量と咬合力の相関関係を示す．ここで，横軸はひずみ量，縦軸は圧力センサの電圧値 [V] をとり，測定したデータをプロットしたものである．

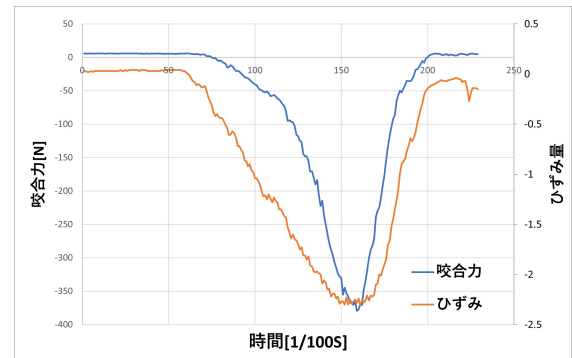


Fig. 4 咬筋の隆起量と咬合力の時間変化

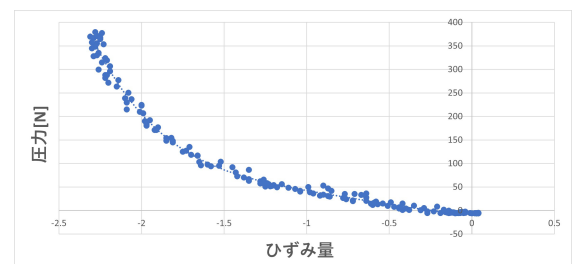


Fig. 5 咬筋の隆起量と咬合力の相関関係

3.2 筋電計の実験結果

口腔機能について検討するため，今回の実験では，ガムを咀嚼した際の咬筋の隆起量と筋電位の関係について調べた．

Fig. 6 に口を閉じて咀嚼した際の咬筋の隆起量と筋電位の時間変化を示す．ここで，横軸は時間 [ms]，縦軸は左縦軸が筋電位 [V]，右縦軸がひずみ量である．なお，Fig. 6 から，以下のことが読み取れる．

- 1) ひずみ曲線が上に行くときは口を開けている動作であり，筋電図の振幅が小さくなっていくごとに口が開いていく．
- 2) 筋電図で最も振幅が大きい箇所は噛んで一番力が入る箇所であり，一番ひずみ量が多い．
- 3) 噛む時は最大値までの時間がかかり，緩めて次の咀嚼までに行くまでの時間の方が少ない．
- 4) 私の噛み方の癖として，一番力を入れて噛むまでの間に一度ひずみが小さくなる瞬間がある．

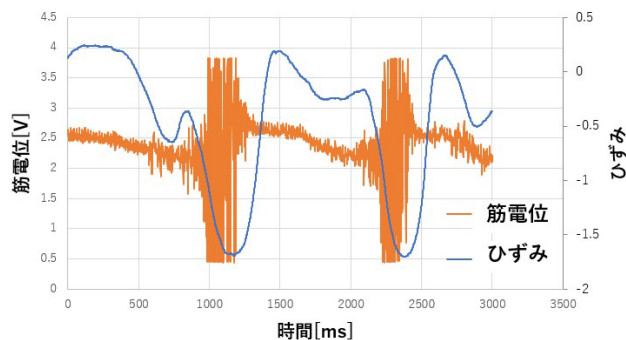


Fig. 6 咀嚼した時のひずみと筋電位

4. 考察

4.1 咬合力の実験結果について

Fig.4 から、咬合力が増加すると同時にひずみ量も増加している。さらに、山のピークもほぼ一致しており、両者の変化はほぼ同期していると考えられる。また、咬合力の増加に伴いひずみ量は飽和することなく増加しているため、今回測定した咬合力の範囲であれば推定は十分可能だと考えられる。

Fig.5 から、グラフは下に凸のような形状をしておりひずみ量と咬合力は対数的に変化していることがわかる。これは咬合力が増加するにつれて咬筋の隆起量も増加するが、咬合力の増加が一定量を超えると咬筋の隆起量の変化は微小になっていくためと考えられる。咬合力が増加するにつれて咬筋の隆起量は微小になっていき、咬筋の隆起量から咬合力を推定することは困難になっていくと考えられる。このことから、このグラフから咬合力の推定式をフィッティングによって求める際は、推定式をある地点で2つほどに分けてフィッティングすることでより精度の高い推定式が得られると考えられる。

4.2 筋電計測の結果について

今回の実験結果から、咬筋の隆起と筋電位の変化が同調しているという結果が得られた。また、咬筋の隆起量の増加に伴い、筋電図の振幅が大きくなっていることから、筋活動の強度、

タイミング、咬合力、咀嚼パターンの咀嚼機能が、ひずみセンサのみで取得可能であることがわかった。

以上のことから、噛んでいる時間や咬合力の強さもひずみセンサのみで測定できるため、歯ぎしりや食いしばりの評価もひずみセンサのみで可能であることがわかった。また、筋疲労も評価は長時間測定を行えば可能であると考ええる。

咬筋は、他の咀嚼筋や顎の動きをサポートする筋肉と協調して機能している。咬筋の筋電位を測定し、側頭筋や翼突筋、顎二腹筋など他の筋肉の筋電位を測定し、咬筋の筋電位や隆起量との関係性を確認することで、ひずみセンサのみで全体的な顎機能を評価が可能になり、咀嚼筋機能障害や顎関節症の早期発見につながる可能性があると考ええる。

なお、今回の筋電計測で用いたアンプでは、ノイズが多く含まれたり、電圧が安定しなかったりと計測が安定しなかった。また、電極の貼る位置や貼り方、皮脂の量などにも影響されるため、さらに安定した計測ができるような機器の見直しを行う予定である。

5. 結言

本研究では、口腔機能低下症を評価するため、アーチ型デバイスと筋電計測による検討を行った。その結果、アーチ型デバイスで咬合力を推定することが可能であること、咬筋の隆起と咬筋の筋電位は同調しているという結果が得られた。本実験では、筋活動の強度、タイミング、咬合力、咀嚼パターンの咀嚼機能がひずみセンサのみで取得可能であることがわかったため、実験方法を変えることで全体的な顎機能を評価が可能になり、咀嚼筋機能障害や顎関節症の早期発見につながるのではないかと考えられる。

参考文献

- 1) 水口俊介，津賀一弘：高齢期における口腔機能低下-学会見解論文 2016 年度板-, 老年歯科医学，第 31 巻，2 号，pp.81-99, 2012.
- 2) 菊谷武：チェアサイド オーラルフレイルの診かた，歯科薬出版，2018.
- 3) 伊藤涼介，大田秀隆，長縄明大：日常生活における口腔機能の評価に関する研究，第 56 回日本生体医工学会東北支部大会講演論文集，pp.7, 2022.