

## 博士論文の要旨及び審査結果の要旨

氏名 白鳥 たかみ  
学位 博士(歯学)  
学位記番号 新大博(歯)第192号  
学位授与の日付 令和4年3月23日  
学位授与の要件 学位規則第4条第2項該当  
博士論文名 New method of recording the functional activity pattern of the buccinator from the mucosal surface  
(粘膜表面から頬筋の機能的活動パターンを記録する新規手法)

論文審査委員 主査 教授 井上 誠  
副査 教授 山村 健介  
副査 教授 小野 高裕

### 博士論文の要旨

#### 1. 目的

頬筋は咀嚼、構音などの様々な口腔機能に関与する顔面筋である。これまで表面筋電図 (electromyography, EMG) や金筋電図を用いた記録を行った報告はあるもの、咬筋や大頬骨筋などの周囲の筋に比べて細いことから、その活動を単独で記録することは難しいとされてきた。一方、頬筋は口腔粘膜表面からは浅い部位に位置している。そこでわれわれは頬筋の活動を粘膜側に配置した表面電極を使用して EMG 活動を記録する新しい方法を開発した。本研究では、この記録方法の信頼性を検証して、機能時の頬筋活動の基本的な特性を調べた。

#### 2. 対象と方法

対象は、スタッフと学生の中からボランティアを募集し、健康で咬合や運動に異常の病歴がない12名(男性7名、女性5名、平均年齢 $37 \pm 9.7$ 歳)とした。表面 EMG 活動を記録する筋は片側頬筋、下口輪筋、大頬骨筋、咬筋、顎二腹筋とし、頬筋活動は、皮膚側および粘膜側に配置した電極によって同時に記録した。

本研究にて開発した頬筋記録用粘膜側電極は、薄いプラスチック上に金メッキの双極電極シートを配置し、それを直径0.5mmのステンレスワイヤーに固定したものであり、リード線を含めた総重量は1g未満と軽いものである。その電極先端は、U字型に曲げ口角から14~36mmの位置に設置したワイヤーに取り付けた。

被験者タスクとして、①最大の口唇閉鎖、②最大くいしばり、③口角引き、④吸う、⑤吹く、⑥トランペットのように吹く、⑦ピーナツの片側咀嚼を設定した。各課題とも開始前は5秒間の安静をとらせた。咀嚼タスクを除いて各タスクの記録時間は5秒間とした。咀嚼タスクは、電極両側と同側での2粒のピーナツ咀嚼とし、すべて飲み込むまでを記録した。最大口唇閉鎖課題時得られた値に基づいて正規化した後、EMG活動は任意単位で表した。咀嚼記録の分析のために、4番目のサイクルから10回の咀嚼サイクルのEMGを全波整流し、各咀嚼サイクルにおける咬筋の開始時の波形を加算平均処理した。

統計分析は課題データを最初に記述統計で分析し、課題間の筋間の差異は、反復測定一元配置分散分析テストと、それに続くボンフェローニの多重比較検定で分析した。頬筋粘膜側と頬筋皮膚側による記録間の振幅の違いは、ウィルコクソンのマッチドペア符号順位検定で分析した。0.05未満のp値は統計的に有意であると見なした。

#### 3. 結果・考察

各タスク時の頬筋 EMG 記録を頬筋粘膜側と皮膚側間で比較した結果、活動が最も大きかった口角引きを除き、食いしばり ( $p < 0.01$ )、吸引 ( $p < 0.05$ )、吹く ( $p < 0.01$ )、トランペット吹く作業 ( $p < 0.05$ ) とともに皮膚側の記録が大きかつ

た。頬筋皮膚側の電極は咬筋や大頬骨筋などの他の筋活動を拾う可能性がある一方、頬筋粘膜側の電極は頬筋直上に設置されているため、主に頬筋活動を記録できることを示唆していた。くいしばり時には咬筋に大きな活動が観察されたが、頬筋や口輪筋にはほとんど活動はみられなかった。粘膜側頬筋の活動は口角引きが最も大きく、くいしばり時の6倍の活動を示したことから頬筋の主な活動は口角を引くことであると言える。以上の頬筋粘膜側で記録された課題活動パターンは、針電極やワイヤー電極を使用した以前の研究報告と同様であった。

咀嚼時、粘膜側頬筋で記録された活動は咬筋活動開始に先行し、2つの筋活動は相反性を示した。すなわち、粘膜側頬筋活動記録は、顎二腹筋、口輪筋と同期して開口相で認められた。下口輪筋はリズム性の弱い継続的な活動を示したが、その活動は基本的に粘膜側頬筋と同期していた。一方、皮膚側頬筋では、開口相に加え咬筋と同期した活動も示した。

#### 4. 結論

頬筋粘膜に配置し、周囲の筋組織による汚染のない頬筋活動を記録できる新しい表面電極を導入した。この電極は数秒で適切な場所に簡単に設置でき、粘膜の洗浄や滅菌を必要としないため、今後は、臨床での活用が期待される。

#### 審査結果の要旨

本研究は、口腔機能評価として顔面筋に着目し、これまで記録が難しいとされてきた頬筋活動を独自に開発した電極を用いて記録したものである。

超高齢社会となった日本では、高齢者の健康をとらえるために新たに提唱されたフレイルに注目が集まっている。フレイルとは、加齢や疾患によって身体的・精神的機能が徐々に衰え、心身のストレスに脆弱になった状態のことをいう。高齢者は、糖尿病や高血圧、骨粗しょう症などの慢性疾患、がんなどさまざまな病気を抱えているケースが多く、心身機能の低下とともに精神的な落ち込みや生活機能の低下が認められる。一方で、フレイルは完全に介護が必要な状態ではなく、適切な生活改善や治療などを行っていくことで生活機能が以前の状態に改善する可能性があることも示されており、健康な状態と介護が必要な状態との中間地点にある状態を指す。フレイルの中で、口腔の構造や機能変化を表すものとしてオーラルフレイルがある。オーラルフレイルとは加齢による衰えのひとつで、食べこぼし、嚥下機能の低下、滑舌が悪くなるなど口腔に関連する機能が低下しつつある状態のことを指す。現在、歯科臨床では、口腔機能の低下を正しく検査・診断し、必要な医療の介入により正常な状態に戻すことを目標として、口腔機能低下症という診断名を新たに保険病名と定めて、国民の関心を高めることで口腔リテラシーの維持を目指している。

口腔機能低下症の診断に欠けている検査項目に口唇運動機能がある。高齢者やパーキンソン病患者では、食事時のたべこぼしがよくみられるが、これを評価し、必要に応じてリハビリテーションなどを行うための臨床内容が含まれていない。本研究では、口輪筋と隣接し、同じ顔面神経支配である頬筋の活動を記録する目的で、口腔粘膜面に電極を設置するというユニークな発想によってその記録を可能とした。実験タスクには、最大の口唇閉鎖、最大くいしばり、口角引き、吸う、吹く、トランペットのように吹く、ピーナツの片側咀嚼を設定している。多くのタスクを課したことで定量的なデータ採取は可能となったが、それぞれのタスクに求められる筋活動の整理をすれば、タスク数は減らして被験者数を増やすことでより信頼性、男女や体格による違いの検出をできた可能性がある。申請者である白鳥氏は、今回新たに開発した電極を用いた研究に対する今後の展望として、矯正や口腔外科治療後の治療や訓練の成果を含む口腔機能評価で利用することができないかと考えている。しかし、彼らが言及するように、現在までに正常値をどのように定めるかという評価の基準がないことから、健常者のデータを収集し、口唇閉鎖力だけでなく頬筋、口輪筋をはじめとする表情筋との活動のバランスやタイミングを数値化し、ある程度の標準値を設定することが必要であると考え、今後の研究推進を期待したい。

データ解釈にあたり重要な指針がいくつかある。そのひとつが、被験者の体格や機能発現にかかわるばらつきである。電極出力にあたり、個人の顔面の大きさや筋の走行の違いをどのように捉えるか；また、今回のタスク実行における個

人のくせや方法の違いが結果に反映されていなかったかという点、さらに平均値の比較のみで全体像をひとつの現象としてとらえてよいのかという点である。結果的に、得られたデータは過去にワイヤー電極、針電極にて得られたものと類似していたという。すなわち、侵襲性がなく設置も簡便な本電極は、頬筋活動の記録を行うために大変有用であることが示された。最後のタスクに咀嚼時の記録がある。今回は咀嚼側のみの記録であったため、咀嚼側、非咀嚼側における機能の違いは明らかになっていない。また、頬筋における二相性の記録の生理学的意味については、今後明らかとするという課題が残されている。しかし、これまで注目されながらも手つかずであった顔面筋記録とその生理学的意義を探求する実験を成功させ、今後への期待を抱かせる本研究は学位論文として十分な価値があると考えた。論文内容に関する試問に対しても十分な回答を得ることができた。よって、博士（歯学）の学位を授与するにふさわしいと判断する。