

氏名	熊崎 洋平
授与した学位	博士
専攻分野の名称	歯学
学位授与番号	博甲第5129号
学位授与の日付	平成27年3月25日
学位授与の要件	医歯薬学総合学研究科機能再生・再建科学専攻 (学位規則第4条第1項該当)
学位論文の題目	Development of a speech-discriminating electromyogram system for routine ambulatory recordings for the low-level masseter muscle activity (微弱な咬筋筋活動評価を目的とした発話識別装置付き携帯型筋電計の開発)
論文審査委員	松尾 龍二 教授      前川 賢治 准教授      皆木 省吾 教授

## 学位論文内容の要旨

### 【緒言】

日中のブラキシズムは主にかみしめであり、精神的な要因が関与しているとされ、慢性疼痛を有する顎関節症 (Temporomandibular Disorders; TMD) 患者の52.4%が日中に歯牙接触癖を行っていたと報告されている。また、2008年にSvenssonらは持続する微弱なかみしめが顎機能異常に関与している可能性を報告しており、微弱な咬みしめがTMDの病因として重要であると示唆している。さらにその後、健常な女性に長時間継続する微弱なかみしめを行わせることによって咀嚼筋の疼痛が誘発されたとする研究も報告されている。これらのことから、長時間にわたる微弱なかみしめと慢性疼痛を有するTMD患者との関連を明らかにする必要がある。

日中のかみしめについては携帯型筋電計を用いた記録が多数行われており、表面電極を用いて咬筋の筋電図 (EMG) を計測する際には、他の顔面筋の筋活動の影響を受けることが報告されている。したがって、非機能運動時の微弱な咬筋活動を正確に評価するためには、咀嚼や発話等の機能運動時の咬筋EMGを識別した解析が必要である。機能運動時の咬筋EMGの識別に関しては、特に発話中の咬筋EMGに重畳する表情筋EMGの識別が困難であり、EMG解析時に特に考慮する必要がある。

したがって、本研究の目的は微弱な筋活動を評価できる高精度の携帯型筋電計を用いて、咬筋EMGから発話時の筋活動を自動的に識別できるシステムを構築することを目的とした。

### 【方法と材料】

#### 1) 発話識別装置の開発及び記録データの整合性の検証

発話識別装置は、発話検出用音声センサ (voice-operated trigger switch; VOX) を内蔵した頸部付着マイクとトリガー信号出力基盤から構成され、当講座が開発した携帯型筋電計に増設可能な仕様とした。トリガー信号は発話開始時に ON 信号、発話終了時に OFF 信号が出力されるように設定した。発話中の音圧は一定ではないため、VOXによる音声認識データは単一の発話内で ON と OFF を繰り返す。したがって単一発話認識時間の設定の為に予備実験として、単一発話内 OFF-ON 最長時間を計測した。その結果から OFF 信号から 13.8 秒以内に ON 信号が入った場合は単一の発話と認識するように設定した。

実際の発話とVOXによる音声認識の整合性を検証するために、音声記録とVOXによる音声認識データの同時記録を行った。被験者は16名（男女各8名、平均 $28.0 \pm 1.4$ 歳）とし、一人の検者が実際の音声記録の全てについて、発話開始時間及び発話終了時間を波形編集ソフトウェア上で測定した。また、VOX検出音量を検討するために、VOXによる発話開始のON信号が入る声の大きさを測定した。測定には騒音計を用い、被験者に小さな声から徐々に大きくなるように発声させ、ON信号が入った時の声の大きさを記録した。

## 2) VOXを併用した日中の咬筋EMG計測

実際の発話とVOXによって認識される発話の整合性の検証後に、VOXを併用した日中の咬筋EMG記録を行った。被験者は岡山大学病院顎関節外来を受診した咀嚼筋痛を有するTMD患者1名（68歳）と、Research Diagnostic Criteria for Temporomandibular Disordersにおいて異常を認めない健常被験者1名（26歳）を対象とした。EMGバースト閾値は500g重相当、ならびに自発最大かみしめ（maximal voluntary clenching; MVC）の5%相当及び20%相当として、咬筋EMG記録から各設定閾値以上の筋活動が発生していた時間を測定した。

### 【結果】

#### 1) 発話識別装置の開発、及び記録データの整合性の検証

識別装置認識閾値音量は $54.71 \pm 5.00$ dBであり、日常会話程度の声の大きさであった。発話識別装置算出發話時間と実測発話時間との間に有意な正の相関関係を認め（ $P < 0.01$ ,  $y=1.086x-0.1509$ ,  $y$ ; 発話識別装置算出發話時間,  $x$ ; 実測発話時間,  $R^2 = 0.9935$ ），両者は高い一致性を示した。

#### 2) VOXを併用した日中の咬筋EMG計測

TMD患者ならびに健常被験者における発話と食事を除外した咬筋活動時間は、500g重以上の活動がそれぞれ26342.37秒と7647.53秒、5%MVC以上が22067.4秒と1997.62秒、20%MVC以上が6007.05秒と81.94秒であった。

これらの結果から、解析が困難であった微弱なかみしめを検出することが可能であるとともに、異なる被験者間においても標準化された強度のEMGを評価可能であることが示された。

### 【考察】

本研究において作製したVOXによって算出された発話時間と実測の発話時間はほぼ一致しており、日中の咬筋EMG記録に本研究のVOXを併用することによって、発話時の筋活動を識別することが可能となった。発話時のEMGが識別可能になったことは、日中の微弱な咬筋筋活動とTMDの関係についてのエビデンス収集に向けて重要な意義を持つと考えられる。

本研究の結果より、EMG記録とVOXを用いた発話識別システムは、日中の微弱な咬筋の筋活動の評価するための有効な手段となりうることが示唆された。

## 論文審査結果の要旨

顎関節症の病因として日中の非機能運動に関わる微弱な咀嚼筋活動が注目されている。これまでに、実験的に微弱な筋活動が顎機能異常を誘発することが示唆されているものの、顎関節症と微弱な筋活動の関連は未だ明らかにされていない。その理由の一つとして、日中には種々の機能運動が筋活動記録に影響を及ぼすために咀嚼筋活動の定性的ならびに定量的評価が困難なことが挙げられる。特に発話は頻繁に発生する事象であるにも関わらず、従来の筋電図記録では他の事象との識別が非常に困難であった。日中の非機能運動時の筋活動を正確に評価するためには、発話の識別が必須である。本研究は、発話識別装置の開発を行い、これを筋電計に併用することによってその臨床的效果を検討したものである。

研究成果として以下の成果が得られた。

- 1) 開発した発話識別装置の認識閾値音量は $54.71 \pm 5.00$ dBであり、日常会話程度の声の大きさの発話を識別することが可能であった。
- 2) 発話識別装置によって判定された発話時間と実測発話時間との間に有意な正の相関関係を認め ( $P < 0.01$ ,  $y=1.086x-0.1509$ ,  $y$ ; 発話識別装置による発話時間,  $x$ ; 実測発話時間,  $R^2 = 0.9935$ )、両者は高い一致性を示した。この結果から、筋電図記録に発話識別装置を併用することで発話時の筋電図を識別できることが明らかとなった。
- 3) 発話識別装置を併用した日中の咬筋筋電図記録から、咀嚼筋疼痛を有する顎関節症患者において非機能運動時に微弱な筋活動を長時間認め、既存の方法では解析が困難な日中の微弱かつ持続的なかみしめの存在を明らかにすることが可能となった。

上記の結果から、発話識別装置を併用した筋電図記録システムは、今後の長時間継続する微弱なかみしめの評価に向けて重要な意義を持つと考えられる。すなわち、今後の臨床応用において顎関節症と微弱な筋活動の関係を明らかにするための有用性が期待出来るものと考えられた。

よって、審査委員会は本論文に博士（歯学）の学位論文としての価値を認める。