

日本歯科医学会認定分科会

日本顎口腔機能学会 第 64 回学術大会

64th Scientific Meeting of the Japanese Society of
Stomatognathic Function

プログラム・事前抄録集

Program and Abstracts

令和 2 年 12 月 19 日(土), 20 日(日)
December 19-20, 2020

主管

岩手大学大学院 総合科学研究科

バイオ・ロボティクス分野

大会長 佐々木 誠

日本顎口腔機能学会 第 64 回学術大会のご案内

日本顎口腔機能学会第 64 回学術大会を下記のとおり開催いたします。
多数の皆様のご参加をお待ちしております。

日時： 令和 2 年 12 月 19 日（土）、20 日（日）
会場： オンラインサイト（<http://jssf.umin.ne.jp/meeting/jssfmeeting64/>）
大会長・準備委員長： 佐々木 誠
連絡先： 〒020-8551 岩手県盛岡市上田 4-3-5
岩手大学大学院 総合科学研究科 バイオ・ロボティクス分野内
日本顎口腔機能学会 第 64 回学術大会 準備委員会
E-mail: jssfmeeting64@gmail.com
TEL: 019-621-6385, FAX: 019-621-6385

【参加される皆様へ】

1. 本学術大会は、オンライン会議システム「Zoom」を使用します。
2. 参加費は、2,000 円、大学院生・研修医 1,000 円です。
3. オンラインサイトへのログイン ID およびパスワードは、第三者に教えたり、漏らしたりしないよう、取り扱いに注意してください。
4. **Zoom** のユーザー名は「盛岡太郎_岩手大学」のように、「お名前」と「ご所属」を明記してください。事前参加登録を済ませていない方がログインしている場合は、**強制退室**させる場合があります。
5. 音声の混在を防ぐため、発言時以外はマイクをミュートにしてください。
6. **発表者へ質問がある場合は、チャットに「質問がある旨」を書き込んでください。座長から指名された方のみ、「カメラとマイクをオン」にして発言してください。**
7. システム障害や通信状況、インターネット環境などにより、予期せぬトラブルが起こる場合がありますので、予めご承知おきください。
8. 口演および講演中の写真・ビデオ等の撮影（画面キャプチャ含む）は、著作権保護のため一切禁止します。発表者の著作権を侵害した場合は、法的に罰せられることがあります。
9. 本学術大会は日本歯科医師会生涯研修認定となっていますので、登録を希望される場合は、準備委員会までお知らせください。

【演者の皆様へ】

1. 発表には、**Zoom** を用います。座長の指示に従い、画面共有を用いて発表してください。
2. カメラとマイクは、どちらもオンにしてください。
3. **発表スライド中に COI を開示する必要があります。**
4. 口演は、発表 15 分、質疑応答 15 分です。

【座長の皆様へ】

1. カメラとマイクをオンにして、進行をお願いします。
2. 聴講者の音声混在し、支障が出ている場合は、マイクをミュートにするよう、アナウンスをお願いします。
3. チャット欄に、質問希望者からの書き込みがある場合は、発言者を指名し、活発なディスカッションを促してください。

日本顎口腔機能学会 第64回学術大会プログラム

【1日目 令和2年12月19日(土)】

8:45～8:55 開会の辞 大会長 佐々木 誠

9:00～10:30 セッションⅠ 座長 皆木 省吾 先生(岡山大学)

1. 地域在住高齢者における習慣性咀嚼側と咀嚼機能の横断調査
○森 隆浩, 森田 晃司, 吉川 峰加, 津賀 一弘
広島大学大学院医系科学研究科先端歯科補綴学研究室
2. ウェアラブル咀嚼回数計を用いた咀嚼行動変容
○堀 頌子, 堀 一浩, 吉村 将悟, 上原 文子, 長谷川 陽子, 小野 高裕
新潟大学大学院医歯学総合研究科包括歯科補綴学分野
3. 耳周辺の生体信号を用いた咀嚼・嚥下の検出法
○米田 直輝, 佐々木 誠
岩手大学大学院総合科学研究科バイオ・ロボティクス分野

10:40～11:40 特別講演Ⅰ 座長 佐々木 誠 先生(岩手大学)

人の運動の解析 —複雑な運動とその成分—
大日方 五郎 先生
名古屋産業科学研究所上席研究員, 名古屋大学名誉教授

11:50～12:50 セミナー 座長 佐々木 誠 先生(岩手大学)

東北の精密ものづくり技術と産学官金連携を結集したライフサイエンス産業集積と
世界展開への取組み
片野 圭二 氏
東北ライフサイエンス機器クラスターTOLIC 代表幹事
(株式会社アイカムス・ラボ代表取締役)

12:50～13:00 企業展示の紹介

13:30～15:00 セッションⅡ 座長 堀 一浩 先生(新潟大学)

4. 口唇トレーニング前後における口腔周囲筋の筋疲労の評価
○山田 紗織¹⁾, 富士 岳志²⁾, 増田 裕次¹⁾
 - 1) 松本歯科大学大学院顎口腔機能制御学講座
 - 2) 松本歯科大学歯科補綴学講座

5. 頸部表面筋電図を使用した舌後方部筋疲労評価法の予備的検証
○古寺 寛志, 川上 滋央, 萬田 陽介, 森 慧太郎, 足立 れいみ, 北川 佳祐, 兒玉 直紀, 皆木 省吾
岡山大学大学院医歯薬学総合研究科咬合・有床義歯補綴学分野
6. 高齢者における嚥下時筋シナジー解析
○村上 千晃¹⁾, 佐々木 誠¹⁾, 下田 真吾²⁾, 玉田 泰嗣³⁾
1) 岩手大学大学院総合科学研究科バイオ・ロボティクス分野
2) 理研 CBS トヨタ連携センター知能行動制御連携ユニット
3) 長崎大学病院摂食嚥下リハビリテーションセンター

15:10~16:40 セッションⅢ 座長 加藤 隆史 先生 (大阪大学)

7. 日中覚醒時ブラキシズムの自覚の有無と咬筋活動の実態に関する検討
○石丸 智也¹⁾, 山口 泰彦¹⁾, 服部 佳功²⁾, 小野 高裕³⁾, 荒井 良明⁴⁾, 長谷川 陽子³⁾, 志賀 博⁵⁾, 玉置 勝司⁶⁾, 田中 順子⁷⁾, 津賀 一弘⁸⁾, 阿部 倉仁⁹⁾, 宮脇 正一¹⁰⁾, 前田 綾¹⁰⁾, 三上 紗季¹¹⁾, 後藤田 章人¹¹⁾, 佐藤 華織¹²⁾
1) 北海道大学大学院歯学研究院冠橋義歯補綴学教室
2) 東北大学大学院歯学研究科口腔機能形態学講座加齢歯科学分野
3) 新潟大学大学院医歯学総合研究科包括歯科補綴学分野
4) 新潟大学医歯学総合病院顎口腔インプラント治療部
5) 日本歯科大学生命歯学部歯科補綴学第1講座
6) 神奈川歯科大学口腔統合医療学講座顎咬合機能回復補綴医学分野
7) 大阪歯科大学有歯補綴咬合学講座
8) 広島大学大学院医系科学研究科先端歯科補綴学
9) 広島大学大学院医歯薬保健学研究科医歯薬学専攻歯学講座先端歯科補綴学研究室
10) 鹿児島大学医歯学総合研究科歯科矯正学分野
11) 北海道大学病院高次口腔医療センター顎関節治療部門
12) 北海道大学病院冠橋義歯補綴学教室
8. Electrophysiological characterization of sleep bruxism patient-specific induced pluripotent stem cell-derived neurons
○Avijite Kumer Sarkar¹⁾, Shiro Nakamura²⁾, Yuka Abe¹⁾, Kento Nakai¹⁾, Rika Yasuhara³⁾, Takahiro Shiga⁴⁾, Yurie Hoashi¹⁾, Keisuke Kotani¹⁾, Tomio Inoue²⁾, Kenji Mishima³⁾, Wado Akamatsu⁴⁾, Kazuyoshi Baba¹⁾
1) Department of Prosthodontics, School of Dentistry, Showa University
2) Department of Oral Physiology, Showa University
3) Division of Pathology, Department of Oral Diagnostic Sciences, Showa University
4) Center for Genomic and Regenerative Medicine, Juntendo University
9. Predictable chronic mild stress attenuates nociceptive threshold and sleep quality
○Junhel Dalanon, Arief Waskitho, Yoshitaka Suzuki, Kazuo Okura, Yoshizo Matsuka
Department of Stomatognathic Function and Occlusal Reconstruction, Graduate School of Biomedical Sciences, Tokushima University

16:50～17:50 特別講演Ⅱ 座長 佐々木 誠 先生 (岩手大学)

高齢者の脳梗塞を防ぐ「左心耳閉鎖術」の術前計画支援と臨床応用
ー循環器内科への3D画像処理と深層学習の応用ー
土井 章男 先生
岩手県立大学ソフトウェア情報学部教授

17:50～ 会長挨拶 津賀 一弘 先生 (広島大学)

第63回学術大会優秀賞受賞者挨拶 萬田 陽介 先生 (岡山大学)
小原 大宜 先生 (昭和大学)
大藤 拓生 先生 (昭和大学)

【2日目 令和2年12月20日(日)】

9:00～10:30 セッションⅣ 座長 増田 裕次 先生 (松本歯科大学)

10. 健常者における呼吸と咀嚼/嚥下の協調

○羽尾 直仁, 笹 杏奈, 辻村 恭憲, 那小屋 公太, 真柄 仁, 井上 誠
新潟大学大学院医歯学総合研究科摂食嚥下リハビリテーション学分野

11. 前頸部表面筋電位信号を用いた舌骨の運動推定

○劉 宇曦¹⁾, 佐々木 誠¹⁾, 玉田 泰嗣²⁾
1) 岩手大学大学院総合科学研究科バイオ・ロボティクス分野
2) 長崎大学病院摂食嚥下リハビリテーションセンター

12. モーションキャプチャシステムを用いた支台歯辺縁部の印象採得の動作解析

○渡邊 嶺王¹⁾, 林 豊彦¹⁾, 佐藤 拓実²⁾, 中村 太³⁾, 都野 さやか³⁾
1) 新潟大学大学院自然科学研究科
2) 新潟大学医歯学総合病院歯科総合診療部
3) 新潟大学大学院医歯学総合研究科

10:40～11:40 第62回学術大会優秀賞受賞者企画

企画・座長 笠川 尚彦 先生 (大阪大学), 安田 豪 先生 (長崎大学)
シンポジウム「骨格筋の非侵襲的質的評価と生体内位置情報の取得」
稲見 崇孝 先生
慶應義塾大学体育研究所専任講師

11:40 閉会の辞 次期大会長 田中 正夫 先生 (大阪大学)

企画講演

特別講演 I

12月19日(土) 10:40~11:40

座長 佐々木 誠 先生(岩手大学)

「人の運動の解析 —複雑な運動とその成分—」

名古屋産業科学研究所上席研究員, 名古屋大学名誉教授 大日方 五郎 先生

セミナー

12月19日(土) 11:50~12:50

座長 佐々木 誠 先生(岩手大学)

「東北の精密ものづくり技術と産学官金連携を結集した ライフサイエンス産業集積と世界展開への取組み」

東北ライフサイエンス機器クラスターTOLIC 代表幹事 片野 圭二 氏
(株式会社アイカムス・ラボ代表取締役)

特別講演 II

12月19日(土) 16:50~17:50

座長 佐々木 誠 先生(岩手大学)

「高齢者の脳梗塞を防ぐ「左心耳閉鎖術」の術前計画支援と 臨床応用 —循環器内科への3D画像処理と深層学習の応用—」

岩手県立大学ソフトウェア情報学部教授 土井 章男 先生

第62回学術大会優秀賞受賞者企画

12月20日(日) 10:40~11:40

企画・座長 笠川 尚彦 先生(大阪大学), 安田 豪 先生(長崎大学)

シンポジウム

「骨格筋の非侵襲的質的評価と生体内位置情報の取得」

慶應義塾大学体育研究所専任講師 稲見 崇孝 先生

特別講演 I

「人の運動の解析 ―複雑な運動とその成分―」



名古屋産業科学研究所上席研究員
中部大学工学部ロボット理工学科客員教授
名古屋大学名誉教授

大日方 五郎

神経振動子 (Central Pattern Generator) と剛体リンクをベースにした人の神経筋骨格系モデルを用いたシミュレーションを利用したいくつかの研究を紹介する。シミュレーションベースの歩行動作解析、義足の設計、アクティブ装具の設計について、設計の方法と設計結果を示す。歩行動作の解析では、20 を超える関節の協調運動が4つの主成分で表わされることを歩行中の外力に対する姿勢制御応答シミュレーションによって示す。関節自由度の低下が大きな消費エネルギーの増大をもたらさない場合がありうることを膝関節をロックした歩行シミュレーションの結果から推測できる。これは膝をロックした自由度の少ない装具歩行と自由度の少ないデバイスによる歩行補助の方法を提供する。これらの結果は、“少ない数の時間パターンから人の様々な運動が構成されているのではないか？”という仮説を支持するように思われる。実際、ここ15年程の筋の神経支配に関する“シナジー”の存在が研究され、そのほとんどが先の仮説を証明すると思われるが、歩行動作などの神経振動子によるリズム運動と上肢のリーチング動作のような単発で生じる動作の両方に対して共通の神経系の働きは十分には解明されてはいないと思われる。これらのことを背景にして、神経支配に注目した人の運動解析やヒューマノイドロボットの運動生成に関する今後の研究を展望する。

【学歴】

1977年 3月 東北大学大学院工学研究科機械工学専攻博士課程修了

【職歴】

1977年 4月 東北大学助手 高速力学研究所流体制御部門
1980年 11月 秋田大学講師 鉦山学部生産機械工学科生産機械学講座
1984年 4月 秋田大学助教授 鉦山学部生産機械工学科生産機械学講座
1990年 4月 秋田大学教授 鉦山学部生産機械工学科生産機械学講座
1998年 4月 秋田大学教授 工学資源学部機械工学科制御システム講座
2001年 3月 名古屋大学大学院教授 工学研究科機械工学専攻機械運動学講座
2002年 4月 名古屋大学先端技術共同研究センター教授 知能システム分野
2005年 4月 名古屋大学先端技術共同研究センター センター長 (2006年3月まで)
2006年 4月 名古屋大学エコトピア科学研究所融合プロジェクト研究部門教授
先端技術共同研究施設長 (兼任)
2011年 4月 名古屋大学エコトピア科学研究所副所長 (2013年3月まで)
2014年 4月 中部大学工学部教授 ロボット理工学科
2020年 4月 名古屋産業科学研究所研究部 上席研究員

【研究歴】

<2008年4月～>人間協調型ロボットに関する研究の研究

- [1] Robust Slippage Degree Estimation Based on Reference Update of Vision-Based Tactile Sensor, Y. Ito, Y. Kim and G. Obinata, IEEE Sensors Journal, 11-9, pp.2037-2047 (2011).
- [2] Vision-Based Tactile Sensing and Shape Estimation Using a Fluid-Type Touchpad, Y. Ito, Y. Kim, C. Nagai, G. Obinata, IEEE Trans Automation Science and Engineering, 7-2, pp.259-274, (2012).
- [3] Contact Region Estimation Based on a Vision-Based Tactile Sensor Using a Deformable Touchpad, Y. Ito, Y. Kim, G. Obinata, Sensors, 14, pp.5805-5822 (2014).

<2000年4月～2008年3月>人間機械系における操作者のモデル化とHMI設計

- [4] Development of a Wearable Robot for Assisting Carpentry Workers, J. Naito, G. Obinata, A. Nakayama, K. Hase, International Journal of Advanced Robotic Systems, 4-4, pp.431-436 (2007)

<1990年4月～2000年3月>機能的電気刺激による麻痺者の機能再建

- [5] 機能的電気刺激による片麻痺歩行矯正に用いる加速度センサの検討, 島田洋一, 佐藤光三, 堤祥浩, 松永俊樹, 大日方五郎ほか, 日本整形外科学会雑誌, 74-8, pp.1809 (2000)
- [6] Hybrid Functional Electrical Stimulation for Energy- Efficient Restoration of Standing-Up Motion, S. Miyamoto, Y. Shimada, K. Sato, T. Matsunaga, G. Obinata et.al, Arch. Phys. Med. Rehabil., 80, pp.40-47 (1999)

<1980年4月～1990年3月>線形制御理論：同時安定化制御器のパラメトリゼーションとその制御系設計への応用

- [7] Characterization of Controllers in Simultaneous Stabilization, G. Obinata, J. B. Moore, Systems & Control Lett., 10-5, pp.333-340 (1988)
- [8] モーメント法による制御系の設計, 大日方五郎, 猪岡光, 計測自動制御学会論文集, 18-4, pp.420-422 (1982)

<1974年4月～1979年3月>線形システムのモデル低次元化とその制御系設計への応用

- [9] A Method for Modeling Time-Invariant System by Linear Systems of Low Order, G. Obinata, H. Inooka, IEEE Trans. Automat. Contr. 21-4, pp.602-603 (1976)
- [10] Remarks on the Time Moments of Composite Systems, Electron., G. Obinata, Electron. Letters, 14-16, pp.509-511 (1978)

【受賞等】

2nd Int. Conf. on Robotics and Intelligent System (Warsaw), Excellent Oral Presentation (2019/02)

バイオメカニズム学会 論文賞 (2011/11)

自動車技術会 学術講演会優秀講演発表賞 (2006/05)

日本機械学会 学術業績賞(機械力学計測制御部門賞) (2003/08)

フェロー(自動車技術会) (2002/06)

フェロー(日本機械学会) (2001/03)

日本機械学会賞(論文) (2000/04)

資源・素材学会 論文賞 (1996/03)

工作機械振興財団 奨励賞 (1986/03)

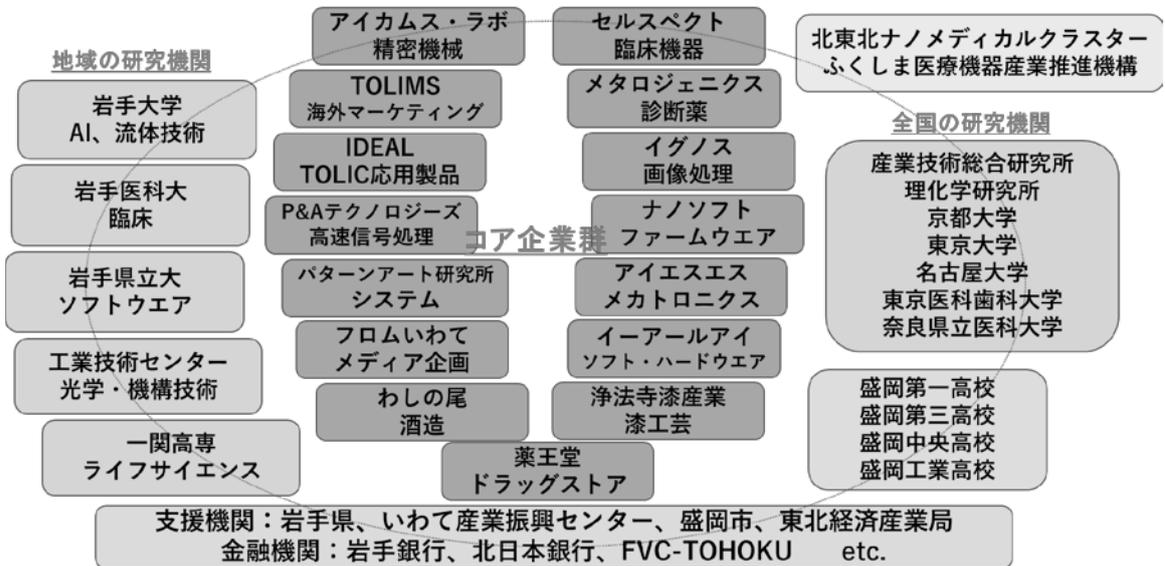
セミナー

「東北の精密ものづくり技術と産学官金連携を結集した ライフサイエンス産業集積と世界展開への取組み」

東北ライフサイエンス機器クラスターTOLIC 代表幹事（株式会社アイカムス・ラボ 代表取締役）

片野 圭二

岩手・盛岡を中心に東北のライフサイエンス機器の産業集積をつくりたい、という思いで2014年8月産学官金連携体のTOLIC（Tohoku Life-science Instruments Cluster）を発足致しました。当時設立したばかりの医療機器ベンチャー・セルスペクトの岩渕社長、画像処理ベンチャー・イグノスの大和田社長、精密機器製造ベンチャー・アイカムス・ラボ片野の3人に、当時いわて産業振興センターで岩手県庁や岩手大学を歴任した小山康文氏が会長として加わり、全くの非公式団体でスタートしました。TOLIC 設立趣旨は、「東北地域を中心に先端工学技術と、医学的インテリジェンスを融合させることで、ユニークなライフサイエンス機器の迅速な創出を可能にし得る、萌芽事業を創生する集積拠点形成を目指す」ことを目的としています。簡単に言うと、「民間企業が開発する製品や事業を学官金で応援して下さい！」という身勝手な会でしたが、それでも賛同者は多く年々会員数は増加して、現在は21企業と22機関の計43機関に拡大致しました。



TOLIC 連携体のスキーム

特にセルスペクトは、血液1滴から8項目の診断項目をわずか5分でチェックできるPOCT（Point of care testing）を開発し、東北最大手のドラッグストアである薬王堂と連携して、店舗で無料で健康チェックし、そのデータをビッグデータ化して保険会社等に販売するというビジネスモデルで、日本でも注目する企業に急成長しております。ピーアンドエーテクノロジーズは脳卒中で片手麻痺した方をリハビリにより握力を回復する製品「ウーベルト」を開発して、現在医療機器申請の準備をしています。また、アイカムス・ラボはコア技術であるマイクロアクチュエータを用いて、世界初のペン型電動ピペット「pipetty」を開発して、国内・海外に販売している他、「歯科麻酔用注入器」を医療機器製造業者として製造しており

ます。その他にも、会員企業コラボによる製品開発・事業化とそれを応援する学官金との連携により、新たな製品や事業が次々と生まれてきております。

また TOLIC の特徴としては、「ベンチャー設立」、「海外販売展開」、「高校生を中心とした人材育成」の3つに力を入れて取り組んでいます。

まず、ベンチャー設立では、2016年には海外マーケティング・販売会社「TOLIMS」、2018年はニコンをスピンアウトした技術者の「IDEAL」、2019年はTOLIC企業の連携と成長を支援する会社「イーハートブ・スクエア」、6軸アームロボットの会社「アイ・モーションテクノロジー」が設立されており、TOLIC 発ベンチャーの起業しやすい環境が備わってきております。

海外展開においては、2016年から世界最大の医療機器見本市「MEDICA」にTOLICブースとして5年連続で出展しております。本見本市は世界中から約5,700社が出展しておりますが、日本企業はわずか170社程度であり、世界における日本の医療産業は劣勢であることを痛感します。しかし、特徴あるTOLICの製品は海外からの引き合いも多く、現在は中国、インド、韓国等のアジア圏を中心に、米国や欧州との取引にも拡大してきております。「ものづくりは東北で、市場は世界に！」をモットーにして世界とビジネスを広げております。

3つ目の人材育成に関しては、年3回開催する「TOLICカンファレンス」には地元高校生が多数参加したり、スーパーグローバル・ハイスクール（SGH）等高校生の活動と連携して、会員企業がフィールドワークを協力しております。また、昨年は、TOLIC会員を中心に寄付を募り、渡航費の半額を補助するとして高校生の「MEDICA」参加を募集したところ6名の応募があり、学校と一緒に審査した上で2名を選考して派遣致しました。2名の生徒は明るく素直な向上心が高い生徒たちで、見本市ではTOLICのPVの制作やブースでの販促活動に想像以上に大活躍してくれました。これからの進路や人生にプラスとなる大きな経験であり、将来は世界で活躍する岩手・東北の未来を支える貴重な人材になることでしょう。



Takuya Iwabuchi
岩淵 拓也
セルスペクト株式会社
代表取締役
Takuya Iwabuchi



▲どなたでも簡単、且つ容易に検査試料の前処理ができます



セルスペクト 岩淵社長と POCT



MEDICA 渡航メンバー



高校生の活躍

これらTOLICの実績に対して、昨年から3年間盛岡市から海外販路開拓の補助金を支援していただき、また岩手県からはTOLIC企業が入居して連携・成長する「ヘルステック・イノベーション・ハブ」の建設を支援いただき、今年3月に完成して4月にオープンいたしました。

今、地方が新たな事業を創造する時代になりつつありますが、ぜひ東北のライフサイエンスの産業を盛り上げていきたいと願っております。

特別講演Ⅱ

「高齢者の脳梗塞を防ぐ「左心耳閉鎖術」の術前計画支援と臨床応用 ー循環器内科への3D画像処理と深層学習の応用ー



岩手県立大学ソフトウェア情報学部教授

土井 章男

重度の脳梗塞の90%は心臓の左心耳領域から発生する血液の塊によって引き起こされる。これを防ぐためには、2019年に保険適用された心臓の左心耳領域を閉鎖する術式(左心耳閉鎖術)が有効である(図1)。左心耳閉鎖デバイス(図2)は左心耳口への永久植込み用であり、カテーテル治療が採用される。この術式を成功させるには心臓の状態を把握し、正確な術前計画の立案が不可欠である。心臓の状態の把握には、胸部レントゲン検査や食道まで管を通して行うエコー検査(経食道心エコー検査)が用いられている。しかしながら、経食道心エコー検査は検査時間が長く、プローブの挿入等で患者や医師に大きな負担を掛ける。また、得られた心エコー図(図3)は不鮮明である。

そこで、我々は「左心耳閉鎖術」に適した計測手順で得られた心臓CT画像を用いて擬似経食道心エコー画像を作成し、「心臓CT画像を用いた左心耳閉鎖術の術前計画支援システム」を研究開発した。

本システムは術前計画をスムーズに立案できるインタラクティブかつ容易に扱えるソフトウェアである。本ソフトウェアでは経食道エコーシミュレーションに類似した操作で、左心耳領域のボリュームレンダリング・スライス断面表示(図4)、距離計測(図5)、術前計画のレポート出力が可能である。本研究開発は岩手医科大学医学部との共同研究であり、本ソフトウェアを用いた臨床研究を実施中である。

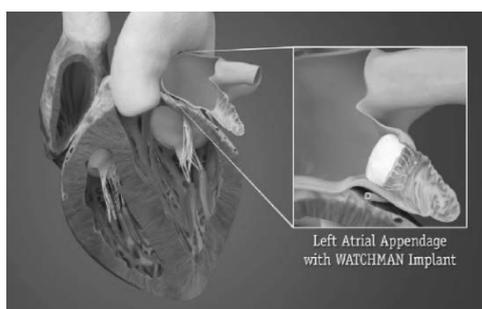


図1 心臓の左心耳領域



図2 左心耳閉鎖デバイス「WATCHMAN」



図3 心エコー画像

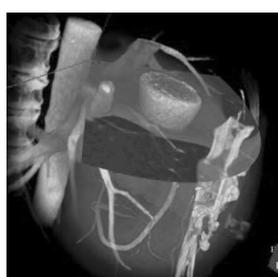


図4 表示例

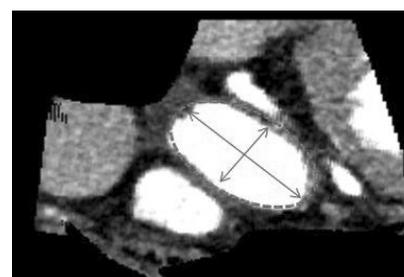


図5 左心耳開口部

【経歴】

- 1982年3月 神戸大学大学院工学研究科（修士課程）修了
- 1982年4月 日本アイ・ビー・エム（株）東京基礎研究所 研究員
- 1995年2月 岩手大学工学部 講師
- 1996年3月 NewYork 州立大学 StonyBrook 校（1997年1月まで）
- 1999年4月 岩手県立大学ソフトウェア情報学部教授
- 2007年7月 （株）アイプランツ・システムズ代表取締役
（現在に至る）

【主な受賞】

- 2017年6月 第66回全日本鍼灸学会学術大会東京大会「高木賞奨励賞」、小川一、土井章男、「経穴取穴に関する解剖学的構造（骨・筋）の可視化及び3Dモデルの作製と教育的効果（第1報）」、全日本鍼灸学会雑誌、65巻4号、256-264、2015.
- 2015年4月 第27回中小企業優秀新技術・新製品賞奨励賞(中小企業振興財団)、株式会社アイプランツ・システムズ、「3次元画像可視化システム：Volume Extractor 3.0」.

【主な活動・学会】

- 岩手県立大学先端可視化研究所所長 HP：<http://advancedvislab.com/>
- （株）アイプランツ・システムズ代表取締役 HP：<http://www.i-plants.jp/hp/>
- 電子情報通信学会、情報処理学会、可視化情報学会、シミュレーション学会、画像電子学会、日本バーチャルリアリティ学会、IEEE、ACM

【参考文献】

- 1) H. Takahashi, T. Katoh, A. Doi, M. Hozawa, Y. Morino, “Proposal of transesophageal echo examination support system by using CT image”, P2P, Parallel, Grid, Cloud and Internet Computing(3PGCIC) Int. Conference, 3PGCIC-2019 Proceeding, 2019.
- 2) M. Hozawa, Y. Morino, Y. Matsumoto, R. Tanaka, K. Nagata, A. Kumagai, A. Tashiro, A. Doi, K. Yoshioka, “3D-computed tomography to compare the dimensions of the left atrial appendage in patients with normal sinus rhythm and those with paroxysmal atrial fibrillation“, Journal of Heart and Vessels, ISSN 0910-8327, Springer, 2018.

第 62 回学術大会優秀賞受賞者企画

シンポジウム

「骨格筋の非侵襲的質的評価と生体内位置情報の取得」

【企画者】

笠川 尚彦 (大阪大学大学院歯学研究科 有床義歯補綴学・高齢者歯科学分野)
安田 豪 (長崎大学大学院医歯薬総合研究科 歯科矯正学分野)

【企画趣旨】

今回我々は、下顎運動機能と EMG 研究会として、特に筋の研究がさかんに行われてきたという本学会の特徴を踏まえ、今回最優秀賞を受賞した演題で扱った“舌の硬さ”に関するテーマとして“筋の硬さ”に着目した。

筋肉の硬さについては、日常的に筋肉が硬くなった、筋肉がこっているなどの表現を用いることが多くある。一方で、優れたアスリートは柔らかい筋肉をしているという話も聞かれる。こうしたことに対して、筋硬度を測定しようと筋硬度計が開発され使用されてきた。しかし、皮膚表面から押し込んで筋硬度を測定する際、筋以外の上皮や真皮、結合組織などの要素が加わるため、筋以外の影響を大きく受けるという問題点があった。近年、超音波エラストグラフィーを用いた筋硬度の測定が用いられるようになり、アスリートのパフォーマンスなどに関する報告がされ始めている。今回は、超音波エラストグラフィーを用いた研究をされている慶應義塾大学の稲見崇孝先生にご登壇いただき、『骨格筋の非侵襲的質的評価と生体内位置情報の取得』というテーマでご講演いただく。

【講師】

稲見 崇孝 (慶應義塾大学 体育研究所専任講師)
1981年岐阜県生まれ。2011年中京大学大学院体育学研究科健康科学系修了、博士(体育学)。2004年愛知医科大学医学部附属運動療育センター運動技術員。2013年 School of Exercise and Health Sciences, Edith Cowan University (Australia) Visiting Research Fellow (Visiting Scholar Program: Assessment of muscle hardness/stiffness using ultrasound elastography project)。2014年早稲田大学スポーツ科学学術院生体ダイナミクス研究室研究助手～2015年次席研究員(研究院助教)、2017年慶應義塾大学体育研究所助教～2020年専任講師。



慶應義塾大学体育研究所専任講師

稲見 崇孝 (いなみ たかゆき)

骨格筋の非侵襲的質的評価と生体内位置情報の取得

骨格筋は収縮や伸長（伸張）、損傷、疲労、浮腫、痙攣、拘縮、神経筋疾患など、いくつかの条件のもとで硬くなることが理解されている。古来より用いられてきたこの硬い・やわらかいといった性質の評価方法は2種に大別でき、ひとつは触診や体表面から機器を押し込む、つまりは生体組織に対する垂直方向の評価である。もうひとつは、体前屈や関節角度といった生体組織に対する長軸方向の評価である。日本語で示す“筋の硬さ”には、このように複数の意味が含まれている点に留意が必要であり、英語表記として“hardness”や“stiffness”とを用いる際にも使い分けが必要となる。一方、骨格筋は主として、1) 筋力などを代表的な指標とする機能特性と、2) 筋のサイズや形状などを示す形態特性、の観点から研究されてきた。

近年、超音波画像装置（超音波エラストグラフィ）の進歩にともなって硬い・やわらかいといった第3の特性、質的特性研究が盛んに行われるようになり、非侵襲的かつ定量的（もしくは半定量的）に筋の硬さを評価できる手法としても注目を集めている。運動器関連領域では、組織に対して垂直方向へ一定の圧力を加えて生じたひずみの大きさを測定する *strain* タイプと、組織内に収束させたパルスを局所的に送る際に生じるせん断波の伝搬速度を計測する *shear wave* タイプの二つが応用されている。いずれの手法も、筋の質的情報のみを個別に捉える、つまり生体内の質的評価に関する位置情報を取得できることから、前述特性との相互作用を含めた多角的な調査によってパフォーマンスの向上とそのために必要なリハビリ手法の数値化に関する取り組みがスタートしている。

本講演では、超音波エラストグラフィによって評価された骨格筋が持つ質的特性の探究を主軸としつつ、機能・形態との関連についても実例を交えて述べる。

【MEMO】

一般口演

地域在住高齢者における 習慣性咀嚼側と咀嚼機能の横断調査

A cross sectional study of preferred chewing side and masticatory function in community dwelling elderly

○森 隆浩, 森田晃司, 吉川峰加, 津賀一弘

○Takahiro Mori, Koji Morita, Mineka Yoshikawa, Kazuhiro Tsuga

広島大学大学院医系科学研究科先端歯科補綴学研究室

Department of Advanced Prosthodontics, Graduate School of Biomedical and Health Sciences, Hiroshima University

I. 目的

本研究では, 咀嚼機能, 咬合力および握力の左右差に着目し, 習慣性咀嚼側との関連および可撤性有床義歯(以下, 義歯)の影響を検討することを目的とし, 地域在住高齢者に対して実施した横断調査を義歯の有無および欠損形態別に分類して報告する。

II. 方法

対象者は, 2019年6月に京都先端科学大学にて実施された体力測定会に参加した高齢者316名のうち, 両側の太白歯および小白歯部の咬合支持が天然歯あるいは補綴装置により保たれている者272名とした。

咀嚼機能の評価はグルコラム®およびグルコセンサーGS-II®(ジーシー, 東京)を用いて右側および左側について20秒間の片側咀嚼を指示して行った。咬合力はデンタルプレスケールII®(ジーシー, 東京)を用い, 握力はスメド

レー式デジタル握力計(グリップーD TKK5101®, 竹井機器工業, 新潟)を用い, それぞれ左右別に記録した。習慣性咀嚼側は問診により「右側・左側・どちらともいえない」から選択させた。また, Body mass index (BMI), 残存歯数, 臼歯部人工歯数も調査した。

対象者のうち, 義歯未使用者は義歯無し群とし, 義歯使用者はその欠損形態により, 中間義歯群, 右側遊離端義歯群, 左側遊離端義歯群, 両側遊離端義歯群および総義歯群に分類した。尚, 中間欠損と遊離端欠損を有する者は遊離端群に分類し, 上下顎いずれか一方でも総義歯を使用していれば総義歯群に分類した。

平均値の比較は, 一元配置分散分析および義歯無し群を対照群としたDunnnett法を用いた。また, 咀嚼機能, 咬合力および握力は対象者ごとに左右の測定値を比較し, 右側あるいは左側のいずれが高値か評価した。義歯無し群を対照群とした比率の比較にはカイ二乗検定を用いた。有意水準は5%とした。(広島大学倫理審査委員会承認番号 E-1461号)

表1. 対象者の基本的特性

	対象者数(男性/女性)	年齢(歳)	BMI	残存歯数(歯)	臼歯部人工歯数(歯)		握力(kgf)	
					右側	左側	右側	左側
義歯無し群	164(30/134)	75.1±4.7	21.2±2.6	27.0±2.6			25.4±6.6	24.5±6.2
中間義歯群	20(1/19)	78.8±6.5	21.2±2.6	23.0±3.7	0.9±1.3	1.6±1.1	25.0±7.7	23.9±5.6
右側遊離端義歯群	16(3/13)	77.1±4.9	21.2±2.5	20.8±4.5	2.8±1.0	0.7±1.1	26.3±6.1	25.0±6.8
左側遊離端義歯群	18(6/12)	76.9±4.6	22.0±2.9	20.2±6.1	1.4±1.6	3.4±1.6	21.8±3.3	20.4±4.5
両側遊離端義歯群	29(6/23)	77.2±5.1	21.8±2.4	14.3±6.0	4.9±1.9	4.6±1.6	25.0±6.3	23.9±6.1
総義歯群	25(6/19)	79.4±6.4	22.2±3.3	4.5±4.9	6.6±1.7	6.4±1.9	24.1±6.7	23.6±6.9
全体	272(52/220)	76.3±5.3	21.4±2.6	22.5±8.0	1.5±2.5	1.4±2.4	25.0±6.5	24.0±6.2

Ⅲ. 結果及び考察

義歯無し群は 164 名，中間義歯群は 20 名，右側遊離端義歯群は 16 名，左側遊離端義歯群は 18 名，両側遊離端義歯群は 29 名，総義歯群は 25 名であった（表 1）。

咀嚼機能は，左側遊離端義歯群，両側遊離端義歯群および総義歯群が両側とも義歯無し群と有意差を認め，中間義歯群では左側のみ有意差を認めた（表 2）。右側遊離端義歯群と左側遊離端義歯群の結果の違いから欠損補綴側により咀嚼機能の回復の程度が異なることが示唆された。さらに，右側遊離端義歯群と両側遊離端義歯群の結果の違いから残存歯による臼歯部咬合支持の有無が反対側の咀嚼機能に影響を及ぼしている可能性が示唆された。

咬合力は，両側遊離端義歯群および総義歯群が左右ともに義歯無し群と有意差を認め，右側遊離端義歯群では右側のみ有意差を認めた（表 2）。咬合力には咬合時の義歯床による粘膜支持が影響すると考えられる。左側遊離端義

歯群の左側咬合力の結果については義歯の使用年数や咬耗の程度等さらなる調査が必要である。

義歯無し群の習慣性咀嚼側の比率は右側が 55.5%，左側が 30.5%，どちらともいえないが 14.0%であり，その他の群と有意差を認めなかった（表 3）。また，咀嚼機能が右側高値であった者の比率は義歯無し群と右側遊離端義歯群の間で有意差を認め，咬合力が右側高値であった者の比率についても同様に義歯無し群と右側遊離端義歯群の間で有意差を認めた。握力については義歯無し群とその他の群間に有意差を認めなかった（表 3）。右側遊離端義歯群では欠損側の咀嚼機能および咬合力が欠損側より低値であるにも関わらず，習慣性咀嚼側に大きな影響を及ぼさないことが示された。

これらの結果より，咀嚼機能，咬合力および握力は習慣性咀嚼側を決定する十分な因子ではなく，片側遊離端欠損症例では必ずしも非欠損側で習慣性に咀嚼していないことが明らかになった。

表 2. 咀嚼機能および咬合力の義歯無し群との比較

	咀嚼機能 (mg/dl)				咬合力 (N)			
	右側	P値	左側	P値	右側	P値	左側	P値
義歯無し群	184.3±48.4		183.3±50.0		428.7±213.4		409.3±218.3	
中間義歯群	164.7±55.2	0.374	151.0±46.0	0.023 *	418.0±237.1	1.000	348.0±202.9	0.636
右側遊離端義歯群	157.6±33.4	0.173	179.0±44.7	0.999	269.4±104.6	0.012 *	364.0±193.8	0.902
左側遊離端義歯群	147.9±56.6	0.015 *	136.4±40.9	<0.001 **	355.0±204.4	0.507	295.4±156.7	0.094
両側遊離端義歯群	130.0±48.0	<0.001 **	134.1±49.4	<0.001 **	236.5±162.6	<0.001 **	214.3±130.2	<0.001 **
総義歯群	117.0±49.4	<0.001 **	103.6±38.3	<0.001 **	170.0±112.0	<0.001 **	136.8±80.5	<0.001 **

*: $P<0.05$ **: $P<0.01$

表 3. 習慣性咀嚼側，咀嚼機能，咬合力および握力の左右差の義歯無し群との比較

	上段：対象者数 (名) 下段：各項目行内の比率												
	習慣性咀嚼側				咀嚼機能			咬合力			握力		
	右側	左側	どちらとも いえない	P値	右側高値	左側高値	P値	右側高値	左側高値	P値	右側高値	左側高値	P値
義歯無し群	91	50	23		84	80		93	71		105	59	
	55.5 %	30.5 %	14.0 %		51.2 %	48.8 %		56.7 %	43.3 %		64.0 %	36.0 %	
中間義歯群	15	4	1	0.228	13	7	0.244	13	7	0.479	13	7	0.932
	75.0 %	20.0 %	5.0 %		65.0 %	35.0 %		65.0 %	35.0 %		65.0 %	35.0 %	
右側遊離端義歯群	7	8	1	0.253	3	13	0.013 *	4	12	0.015 *	13	3	0.166
	43.8 %	50.0 %	6.3 %		18.8 %	81.3 %		25.0 %	75.0 %		81.3 %	18.8 %	
左側遊離端義歯群	10	5	3	0.942	13	5	0.090	13	5	0.205	12	6	0.824
	55.6 %	27.8 %	16.7 %		72.2 %	27.8 %		72.2 %	27.8 %		66.7 %	33.3 %	
両側遊離端義歯群	11	12	6	0.215	12	17	0.329	18	11	0.590	20	9	0.608
	37.9 %	41.4 %	20.7 %		41.4 %	58.6 %		62.1 %	37.9 %		69.0 %	31.0 %	
総義歯群	13	4	8	0.052	15	10	0.413	17	8	0.286	16	9	0.998
	52.0 %	16.0 %	32.0 %		60.0 %	40.0 %		68.0 %	32.0 %		64.0 %	36.0 %	

*: $P<0.05$

ウェアラブル咀嚼回数計を用いた咀嚼行動変容

Transformation of masticatory behavior using a wearable masticatory frequency measuring device

○堀 頌子, 堀 一浩, 吉村将悟, 上原文子, 長谷川陽子, 小野高裕

○Shoko Hori, Kazuhiro Hori, Shogo Yoshimura, Uehara Fumiko,
Yoko Hasegawa, Takahiro Ono

新潟大学大学院医歯学総合研究科包括歯科補綴学分野

Div. of Comprehensive Prosthodontics, Faculty of Dentistry & Graduate School of Medical
and Dental Sciences, Niigata University

I. 目的

“よく噛む”ことは昔から健康の維持・促進のために重要であると言われており、現代では厚生労働省が一口 30 回以上噛むことを目標とした「噛ミング 30(サンマル)」運動を提唱している。しかし、簡便に咀嚼をモニタリングするツールがないために日常生活における咀嚼行動の実態を示すエビデンスは乏しく、啓蒙活動だけでは実効的な咀嚼行動変容の実効性を確保することは難しかった。

我々は、ウェアラブル型の咀嚼回数計(bitescan, Sharp 社(図 1))の開発に携わってきた。¹⁾本装置は、装着時の違和感が少なく、耳に掛けるだけでスマートフォンと連携して咀嚼行動(咀嚼回数, スピード, 取り込み回数など)をモニタリングすることができる。また、アプリケーション上で咀嚼回数の目標値を設定し、その達成度をアラートするなどの咀嚼行動変容アルゴリズムを搭載しているため、効果的に咀嚼行動変容を促進することが期待される。

今回我々は、bitescan を用いて咀嚼回数を増やすという行動変容効果を検証することを目的として、ランダム化比較試験を行った。



図 1 bitescan, アプリケーション画面

II. 方法

1. 対象者

対象者は、本学教職員、協力企業社員の中から、本研究の内容を理解し、同意を得た者とした。包含基準は年齢 20 歳以上 70 歳未満とし、除外基準は①重度の摂食・嚥下障害があり経口摂取が不可と診断された者、②自覚的・他覚的に顎関節・顎口腔機能に異常のある者、③歯科治療もしくは矯正治療中の者、④糖尿病もしくは高脂血症のために投薬治療中の者、とした。本研究は、新潟大学倫理審査委員会の承認を受けた。(承認番号: 2017-0230)

2. 研究デザイン (図 2)

対象者を A・B・C 群にランダム割り付けし、介入期間は 4 週間とした。初回評価時に、3 群すべての対象者に対して、咀嚼に関する口頭ならびに文書指導を行った。さらに介入期間中、B 群は毎食食事中にアルゴリズムなしの bitescan(図 1 右)を使用した、このアプリケーションは食事中、咀嚼回数を表示しないが食後に咀嚼回数を通知する。C 群は、咀嚼行動変容アルゴリズムを組み込んだ bitescan を使用した。本アルゴリズムは、食事中にリアルタイム咀嚼回数を表示し、目標達成時にはアラートを提示する。初期目標値は 1 日目のおにぎり 1 個(100g)摂取の咀嚼回数結果より算出され、目標達成状況に応じて目標値を修正するものとした。

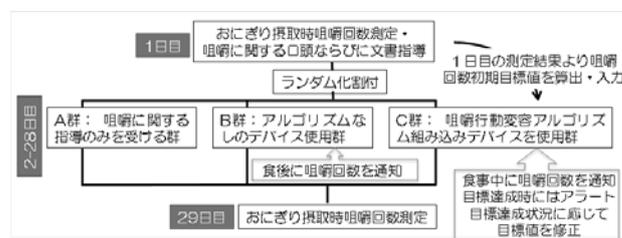


図 2 研究デザイン

3. 評価項目

1 日目および 4 週間後に、おにぎり 1 個(100g)摂取時の咀嚼回数の測定を行った。おにぎり摂取は、対象者にリアルタイム咀嚼回数は見せない状態で行った。さらに、再評価時に、

介入前後での自覚的な咀嚼回数変化をアンケートにて聴取し、「普段と比べて、噛む回数が変わりましたか？」という質問に対し“すごく増えた”, “少し増えた”, “変わらなかった”, “少し減った”, “すごく減った”の5つから回答させた。

4. 分析および統計方法

主要評価項目は、介入前後におけるおにぎり1個(100g)摂取時の咀嚼回数の変化率とした。咀嚼回数変化率は、再評価時咀嚼回数(回)/初回評価時の咀嚼回数(回)で算出した。3群間における初回評価時・再評価時の咀嚼回数および介入前後の咀嚼回数変化率、自覚的咀嚼回数変化、年齢をKruskal Wallis 検定およびBonferroni の補正による多重比較を用いて比較した。有意水準はP<0.05とした。

Ⅲ. 結果及び考察

1. 対象者

244名が本研究の参加に応募し、包含基準および除外基準を満たした239名が本研究に参加した。4週間の介入期間中、A群3名、B群1名、C群1名が脱落し、最終的にA群77名(男性45名、女性32名、平均年齢35.3±9.6歳)、B群77名(男性46名、女性31名、平均年齢35.0±10.2歳)、C群80名(男性47名、女性33名、平均年齢34.7±10.2歳)が分析対象となった。最終的な合計対象者数は234名(男性138名、女性96名、平均年齢35.0±10.0歳)である(図3)。各群間において、男女差および年齢の有意差は認めなかった。

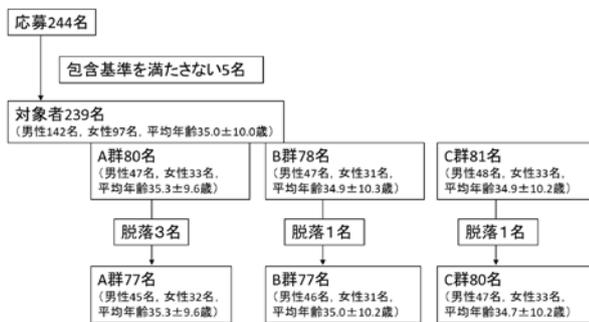


図3 対象者について

2. おにぎり1個(100g)の咀嚼回数の変化率

介入前におけるおにぎり1個の咀嚼回数は、A群193±96回、B群199±109回、C群205±106回であり、有意な差は認めなかった。介入後にはA群198±84回、B群220±109回、C群262±122回であり、C群はA群と比較して有意に多くなった。また、介入前後の変化率は、A群は109.9±31.8%、B群118.2±46.5%、C群は136.1±49.1%となり、C群はA群・B群と比較して有意に変化率が大きくなった(図4)。また、咀嚼回数増加者の割合は、A群で54.5%(42/77名)、B群で57.1%(44/77名)、C群で75%(60/80名)であった。

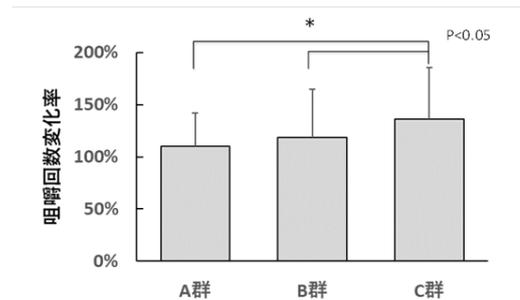


図4 咀嚼回数変化率

3. 自覚的咀嚼回数変化

“すごく増えた”と回答した割合は、A群は0%、B群は1%、C群は26%であった。“少し増えた”と回答した割合は、A群は38%、B群は63%、C群は61%であった。“変わらなかった”と回答した割合は、A群は60%、B群は36%、C群は12%となった。“少し減った”と回答した割合は、A群は1%、B群・C群は0%という結果となった。C群はA群と比較して自覚的にも有意に咀嚼回数が増加していた。

実際に積極的な介入を行わないA群においても約10%の咀嚼回数の増加が見られたことは、今回のような咀嚼行動に関する研究に参加するだけでも日常の咀嚼が意識されたことを示唆している。しかし、bitescanを使用した場合は、主観的にも客観的にも、より咀嚼回数が増加しており、咀嚼回数をモニタリングして表示することの効果が見られた。また、行動変容アルゴリズムを組み込んだbitescanを使用したC群においてもっとも咀嚼回数が増加したことから、目標値を示してフィードバックすることにより、さらに積極的な咀嚼行動変容を喚起し得ることが示唆された。

介入期間中、毎食bitescanを使用することを失念した、面倒だったという被験者の意見も聞かれた。全食事におけるbitescanの使用率は平均70%以上であったが、更に継続性を高める工夫が必要と思われる。

以上より、ウェアラブル型咀嚼回数計を用いて咀嚼回数を意識させるだけでなく、行動変容アルゴリズムにより明確な咀嚼回数目標値やその達成度を意識させることが、より効果的な咀嚼行動変容を促し、咀嚼回数増加に繋がること示された。今後は、咀嚼行動を変容することが肥満や糖尿病などの全身へ与える影響を検討する予定である。

Ⅳ. 文献

- 1) Hori K, Uehara F, Yamaga Y, Yoshimura S, Okawa J, Tanimura M, Ono T. Reliability of a novel wearable device to measure chewing frequency, J Prosthodont Res. 2020(in press).

耳周辺の生体信号を用いた咀嚼・嚥下の検出法

Detection method of chewing and swallowing using biosignals around ear

○米田 直輝, 佐々木 誠
Naoki Maita, Makoto Sasaki

岩手大学大学院総合科学研究科バイオ・ロボティクス分野

Division of Biorobotics, Graduate School of Science and Engineering, Iwate University

I. 目的

食生活の変化による咀嚼回数の減少は、肥満等の生活習慣病のリスクを高める¹⁾。また、咀嚼機能や嚥下機能が低下した高齢者は、窒息・誤嚥のリスクが高く、2017年には4,739人が窒息・誤嚥により命を落としている²⁾。そのため、食事時の咀嚼や嚥下の状態をモニタリングすることは、肥満や生活習慣病の予防に加え、窒息・誤嚥の検出において重要である。

本研究では、利用者に負担の少ない、耳掛け式や眼鏡式のウェアラブルデバイスを開発するために、耳周辺の生体信号から咀嚼・嚥下の検出が可能かどうか、基礎的検討を行った。

II. 方法

1. 実験方法

まず、筋電センサとマイクロフォンを搭載した幅20mm、高さ28mm、厚さ3mmの小型の複合センサを製作し、筋電位信号と音声信号の同時計測を可能にした(図1)。

実験では、健常成人4名(男性3名、女性1名、年齢 22.8 ± 0.8 歳)を対象とし、側頭筋及び胸鎖乳突筋上に装着した複合センサを用いて、咀嚼・嚥下時の生体信号を計測した。計測動作は食材を口に含んだ状態から、咀嚼し嚥下するまでの一連の動作とし、試行回数は各12回とした。また、試験食材はグミ(春日井製菓株式会社、つぶぐみ)、ガム(株式会社ロッテ、

ACUO)に加え、咀嚼音の大きい米菓(亀田製菓株式会社、通の枝豆)、主食である米(コープ株式会社、おいしいご飯)の4種類とした。試験食材の量は、咀嚼回数が10回程度になるように、グミ1/2粒、ガム1粒、米菓1枚、米5gとした。咀嚼と嚥下の回数は、被験者の自己申告により記録した。

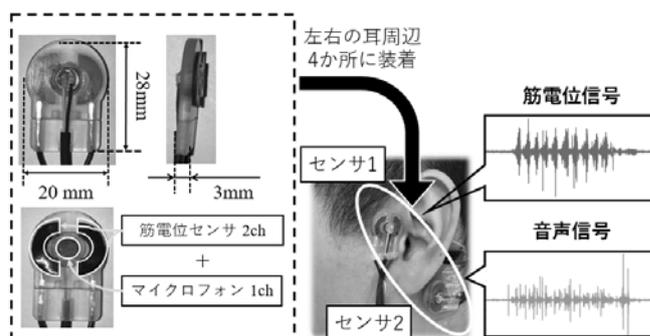


図1 小型複合センサ

2. 解析手法

本手法の特徴は、食材やセンサ装着位置の違い、個人差などによって観測波形が異なる食事時の筋電位信号と音声信号から、キャリブレーションを行うことなく、咀嚼・嚥下を検出できるところにある。咀嚼・嚥下の検出法の概念を以下に示す(図2)。

図1のセンサ1(上部)では、咀嚼時の筋活動がよく観察できる。センサ2(下部)では、咀嚼時と嚥下時の生体音を観察できる。そのため、筋電位信号からピーク探索にて咀嚼を検出し、咀嚼区間を設定した後、咀嚼が行われてい

ない嚥下区間を設定することで、音声信号から嚥下を検出できると考えた。しかし、筋電位信号からは、嚥下時に上下の歯面を合わせる咬合接触も観察される。その動作を咀嚼として誤検出した場合には、咀嚼区間に嚥下音が含まれ、嚥下検出ができなくなる。

そこで本研究では、咀嚼時の筋活動（RMS値）のピーク、周期等の情報から、外れ値検出により咬合接触を特定し、正確な咀嚼及び嚥下区間を再設定することで、咀嚼と嚥下の検出を実現した。

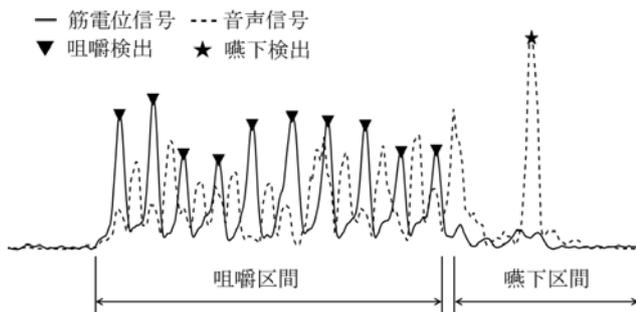


図2 咀嚼・嚥下検出の概念

また、咀嚼・嚥下の検出結果をもとに「咀嚼ペース」、「咀嚼強さ（筋活動の大きさ）」、「咀嚼から嚥下までの時間」、「咀嚼総時間」など咀嚼・嚥下の各パラメータを数値化した。

検出誤差の計算には式(1)を用い、自己申告により記録した回数と検出結果を比較することで、提案手法の有効性を評価した。

$$\text{検出誤差} = \frac{|\text{推定値} - \text{正解値}|}{\text{正解値}} \times 100 [\%] \quad (1)$$

III. 結果

図3に全被験者における食材毎の平均検出誤差を示す。咀嚼の検出誤差は、米 $3.9 \pm 2.3\%$ 、米菓 $1.5 \pm 0.9\%$ 、グミ $0.7 \pm 1.1\%$ 、ガム $0.8 \pm 0.6\%$ 、平均 $1.7 \pm 1.7\%$ であった。また、嚥下は、どの食材においても誤検出は見られず、高い精度での咀嚼・嚥下の検出が可能であった。また、咀嚼・嚥下の各パラメータを表1のように整理することで、食材の違いによる食事動作の変化を、定量的に評価できることも示された。

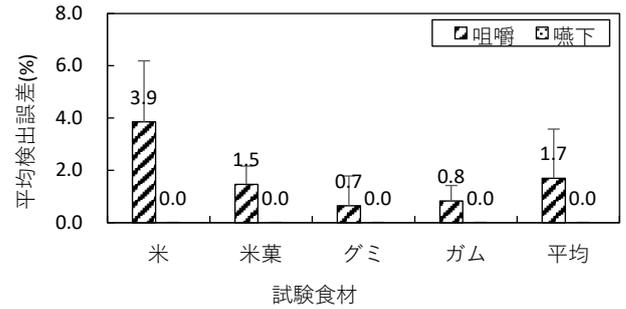


図3 食材毎の平均検出誤差

表1 食材毎の各パラメータ

	咀嚼ペース (回/分)	咀嚼強さ ($\times 10^{-3}$)	咀嚼から 嚥下までの 時間 (s)	咀嚼総時間 (s)
米	44.7 \pm 6.4	2.8 \pm 1.1	0.8 \pm 0.2	6.6 \pm 0.6
米菓	40.9 \pm 8.1	2.9 \pm 1.3	0.8 \pm 0.1	6.1 \pm 0.8
グミ	42.4 \pm 6.8	3.3 \pm 1.3	0.8 \pm 0.1	7.2 \pm 0.8
ガム	38.6 \pm 4.6	2.5 \pm 0.9	1.0 \pm 0.3	5.8 \pm 0.7
平均	41.6 \pm 7.0	2.9 \pm 1.2	0.9 \pm 0.2	6.4 \pm 0.9

IV. まとめ

咀嚼と嚥下を計測するためには、側頭筋や咬筋に筋電位センサ、咽頭部にマイクを装着するのが一般的である。一方、ウェアラブル化の観点では、普段身に付けているものや装着性が良く、日常生活を妨げないものをセンサ化することが望ましい。近年、咀嚼をモニタリング可能なウェアラブルデバイスはいくつか開発されているが、嚥下の回数や咀嚼から嚥下までの時間などを定量化できるものは少ない。本手法はこれらの問題を解決するとともに、食材や個人差によって再現性が異なる耳周辺の生体信号から、咀嚼・嚥下をロバストに検出できることを確認した。今後は、この知見をもとに耳装着型の食事モニタリングデバイスを開発し、その有効性を検証する予定である。

V. 文献

- 1) 岩崎正則 他. 咀嚼回数に関する基礎的検討 57:14-30, 2017
- 2) 厚生労働省, 平成29年人口動態統計

口唇トレーニング前後における口腔周囲筋の筋疲労の評価 Assessment of muscle fatigue in perioral muscle after lip-closing training

○山田紗織¹⁾、富士岳志²⁾、増田裕次¹⁾

Saori Yamada¹⁾, Takeshi Fuji²⁾, Yuji Masuda¹⁾

1) 松本歯科大学大学院顎口腔機能制御学講座、2) 松本歯科大学歯科補綴学講座

1) Dept of Oral and Maxillofacial Biol, Grad Sch of Oral Med, Matsumoto Dental University, 2) Dept of Prosthodont, Matsumoto Dental University

I. 目的

口唇機能は口腔機能を営む上で重要である。哺乳、捕食、咀嚼、嚥下、発音、表情による感情の表出などに、口唇の正常動作が不可欠であることから、その機能的重要性については言うまでもない。口唇機能は哺乳、捕食、咀嚼、嚥下、発音、表情による感情の表出などの口腔機能を営む上で重要である。口腔機能を維持・向上させるためのトレーニングの必要性があると考えられるが、効率よく行うトレーニングがないのが現状である。我々は口唇が発揮する力を方向別に可視化できるようにした装置を作製し、ビジュアルフィードバックを用いて口唇閉鎖運動を行うシステムを開発した。このトレーニングにより、最大口唇閉鎖力の総合力は有意な増加が認められ、方向別に検討すると、下、左下、右下の3方向の力に有意な増加が認められた。また、口唇閉鎖の調節能力が向上した。さらに、顎下部が引き締まる傾向があった¹⁾。

これらの変化は、口唇運動を制御する中枢神経系の変化も考えられるが、口腔周囲の筋がトレーニングによって活性化した可能性が考えられる。本研究ではこのような口唇トレーニングが、口腔周囲の筋疲労を起こして、筋を活性化したとの仮説を立て、トレーニング時間の影響を調べることを目的とした。

II. 方法

本研究は松本歯科大学研究等倫理審査会の承認

を得て(許可番号:第269号)、すべての被験者に本研究の主旨および内容を口頭と文書にて十分に説明し、同意を得た上で行った。

1. 被験者

被験者は個性正常咬合を有する男性14名(平均年齢 29.3 ± 4.8 歳)とした。除外基準は、垂直被蓋・水平被蓋がマイナスのもの、臼歯部に連続した反対咬合や缺状咬合のあるもの、重度叢生を認めるものとした。

2. 記録・分析

1) 筋電図記録

右側の上唇部、下唇部および顎下部に電極間距離10 mmで脳波用皿電極をテープで貼付し、上唇部、下唇部の口輪筋および舌骨上筋群の表面筋電図を記録した。

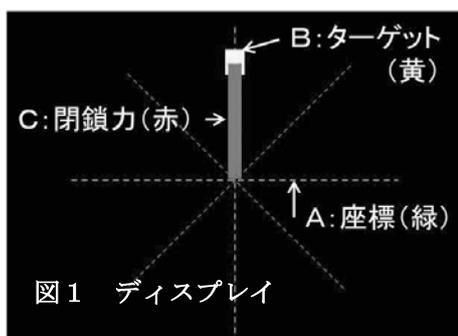
2) 最大口唇閉鎖力の測定

方向別口唇閉鎖力の測定に、多方位口唇閉鎖力測定装置²⁾を用いた。床に水平な装置プローブと、各被験者のカンペル平面が平行になるよう被験者の頭部を位置付けた。この状態から、口唇全体を使い約5秒間最大努力での口すぼめを指示した。この際の口唇閉鎖力を最大口唇閉鎖力とした。

3) 口唇トレーニング

上下2方向と斜め4方向(左上方向,左下方向,右上方向,右下方向)の6方向それぞれの最大口唇閉鎖力の50%をターゲットにした口唇トレーニングを用

いた。被験者の前に設置したディスプレイを図1に示す。準備状態のシグナルとして、黒い画面



上に緑色の線で放射状に座標が表示される(図1A)。その1秒後にディスプレイ上のいずれかの方向に黄色の四角でターゲット(目標値 $\pm 8\%$)が表示される(図1B)。このターゲットの点灯を口唇閉鎖開始シグナルとした。口唇閉鎖力は、リアルタイムで赤いバー(図1C)で示した。被験者には赤いバーの先端を、ターゲットの枠内に一定時間留めるように指示した。0.2秒間留めることができると、音が鳴り、ターゲットは消失し1ポイントとなる。次に異なる方向にターゲットが点灯し、同じく口唇閉鎖運動を行う。設定した時間連続して行い何ポイント獲得できるかを競うゲームのように口唇閉鎖運動を繰り返すことができる。

4) 筋疲労の評価

筋疲労を確認するために、口唇トレーニング前後で、20秒間の最大口唇閉鎖運動中に右側上下唇部口輪筋および右側舌骨上筋群から表面筋電図を記録した。本研究では口唇トレーニングを複数回行いそれぞれの持続時間を1回目2分、2回目1分、3回目2分と行ったグループ(7名)と1回目2分、2回目2分、3回目1分と行ったグループ(7名)とに分けて実験を行った。各試行の間には30分の休憩を挟んだ。20秒間記録した筋電図のうち、活動開始から2秒間を高速フーリエ変換により周波数分析を行い、中間周波数を算出した。

3. 統計解析

トレーニング前後の比較は、Paired t-testを用い、3回の比較はFreedman検定を用いて検定した。有意水準は5%とした。

III. 結果および考察

30分間のインターバルで疲労の蓄積があるかどうかを調べたところ、トレーニング前の中間周波数に有意な相違は認められなかった。

1回目の2分間の口唇トレーニング前後の比較では、上唇部および下唇部口輪筋筋電図の中間周波数に有意な低下が認められ、疲労していることが明らかとなった。しかし、舌骨上筋群では、有意な変化が認められなかった。2回目に2分間および3回目に2分間と2回目に1分間、3回目に1分間の口唇トレーニング前後でも、上唇部および下唇部口輪筋筋電図の中間周波数に有意な低下が認められたが、舌骨上筋群では、有意な変化は認められなかった。

2回目、3回目に関わらず、2分間の口唇トレーニングの結果を合わせて、舌骨上筋群の筋電図を解析するとトレーニング前後で中間周波数に有意な低下が認められた。一方、2回目、3回目に関わらず、1分間の口唇トレーニングの結果を合わせても、舌骨上筋群筋電図の中間周波数に口唇トレーニング前後で有意な変化は認められなかった。

以上の結果をまとめると、今回利用した口唇トレーニングでは、上下口輪筋には1分間のトレーニングで疲労を起こすにもかかわらず、舌骨上筋群では、2分間の口唇トレーニングを行うことによって疲労を起こすことが明らかとなった。

口唇トレーニングによって前述したような口唇機能の向上には、1分間のトレーニングでも有効である可能性を示すが、顎下部の引き締め効果を期待するには、2分間の口唇トレーニングが必要であることが示唆された。

IV. 文献

- 1) 山田蘭子、長井健、竹花快恵、影山徹、山田一尋、増田裕次. 新たな口唇トレーニングによる口腔機能の向上. 日本顎口腔機能誌 2018; 25(1): 40-41.
- 2) Nakatsuka K, Adachi T, Kato T et al. Reliability of novel multidirectional lip-closing force measurement system. J Oral Rehabil 2011; 38: 18-26.

頰部表面筋電図を使用した舌後方部筋疲労評価法の予備的検証

Evaluation method of muscle fatigue for posterior tongue using neck surface electromyography: a pilot study

○古寺寛志, 川上滋央, 萬田陽介, 森慧太朗, 足立れいみ, 北川佳祐, 兒玉直紀, 皆木省吾
Hiroshi Furutera, Shigehisa Kawakami, Yosuke Manda, Keitarou Mori, Reimi Adachi,
Keisuke Kitagawa, Naoki Kodama, Shogo Minagi

岡山大学大学院医歯薬学総合研究科 咬合・有床義歯補綴学分野

Department of Occlusal and Oral Functional Rehabilitation, Okayama University Graduate School
of Medicine and Dentistry, Dentistry and Pharmaceutical Sciences

I. 目的

リハビリテーションを進める上で、疲労は重要な因子と認識されており、過度の疲労はリハビリテーションの進行に不利な影響を与えると考えられている。現在、表面筋電図学的な筋疲労解析のゴールドスタンダードとされているのは周波数解析である。しかし、この指標は疲労前後の相対的な評価であり、疲労前の周波数の記録がなければ疲労を検出することが困難であると考えられる。他の疲労関連事象の一つに grouped discharge (GD) がある。歴史的に生理的振戦を伴う GD は、筋疲労収縮中・収縮後に発生したという報告がなされている。¹⁾ 疲労時に発生し増加するという GD の特性は、周波数解析よりも、疲労の検出という観点で有利な可能性があると考えられる。

本研究は、舌後方部の反復挙上運動によって疲労を誘発した際、頰部表面筋電図 (N-EMG) において筋疲労評価が可能であるかについて検討することを目的とした。

II. 方法

1. 対象

20 歳以上の顎口腔系に異常のない健常成人 (男性 9 名, 女性 10 名, 平均年齢 29.1 ± 4.4 歳) を対象とし、N-EMG を記録した。なお、本研究は岡山大学倫理審査委員会で承認を受けて実施した (承認番号: 臨 1911-004, 研 2010-010)。

2. 表面電極貼付位置

Manda らは以前に N-EMG を用いた舌後方部の挙上運動の定量化について報告している。²⁾ この手法をもとに、下顎骨下縁、胸鎖乳突筋前縁、顎舌骨筋後縁に囲まれた三角形の中、下顎骨下縁の垂線が通る線上に電極を貼付した (図 1(a))。電極は左右 2 か所に貼付した。

3. 舌圧測定

筋電図測定時の舌圧の観察、舌位置の規定のため舌圧センサー付き口蓋床 (図 1(b)) を作製した。口蓋床の硬口蓋後縁正中に圧力センサーを設置した。被験者は舌後方部を挙上した際、圧力センサーに舌が触れることを感知できた。

4. 筋疲労プロトコール

3 セットのタスクから構成され、1 セットの疲労タスクは最大舌圧 (MVC) 3 秒間 \times 3 回・等尺性の舌後方部反復挙上運動 2 分間 (34 回) \cdot MVC 3 秒間 \times 3 回で構成される (図 2)。反復挙上運動中、レコーダーから発せられる音に合わせ、2 秒の挙上運動と 1.5 秒の休憩を繰り返すよう指示した。また、反復挙上の舌圧強度は MVC の 80% 以上を超えるよう指示した。プロトコール実施中、被験者は舌圧をディスプレイ上で確認できた。プロトコール全体を通して MVC タスクは 6 ブロック行われた。以降、それぞれのブロックを MVC1~6 と呼ぶ。また、プロトコールの進行に伴い、舌の疲労度を Baseline および MVC2 直後、MVC4 直後、MVC6 直後の計 4 回、100mm の Visual Analogue Scale (VAS) を用いて記録した。以降、それぞれ VAS1~4 と呼ぶ。

III. 結果及び考察

プロトコル第 1 セットにおいて観察された典型的な GD を示す(図 2). Baseline と比較して, 反復挙上運動後の MVC 後では律動性を持つ GD が出現している. また, ピーク出現頻度は経時的に増加していることが分かる. GD は MVC 後に頻繁に観察され, 過去の報告と整合性があった.

VAS(図 3(a))と平均周波数(MPF)(図 3(b))の推移を示す. 筋疲労前より, 有意に VAS 値は増加し, MPF 値は低下した. これらの結果を勘案すると, 本研究で採用した筋疲労プロトコルは舌の疲労を誘発するのに十分であったことを示している. GD 出現頻度の推移を示す(図 4). GD 出現が顕著な MVC 前後に着目し, 初期疲労区間(MVC1~3)と後期疲労区間(MVC4~6)に区分した. GD の出現は, 経時的に増加する群と減少する群の 2 群に分類された. 大部分の被験側(33/38 側;86.8%)において, 筋疲労の進行に伴い GD が増加していくことが確認された. 増加する群では筋疲労前である Baseline と比較し, 初期と後期に有意な増加を認めしたが, 減少する群では有意差を認めなかった.

本研究の結果から, 舌後方部反復挙上運動によって舌後方部挙上筋に疲労を誘発させると, GD が 0 に近い値から有意に増加していくことが観察された. MPF の低下とともに認められた GD の増加は, GD が疲労を反映する一つの有用なパラメーターになる可能性を示唆した.

IV. 文献

- 1) Lippold O. J. C, Redfearn J. W. T, Vuco J. The rhythmical activity of groups of motor units in the voluntary contraction of muscle. J Physiol 1957;137:473-487.
- 2) Manda Y, Maeda N, Pan Q, Sugimoto K, Hashimoto Y, Tanaka Y, Kodama N, Minagi S. New method of neck surface electromyography for the evaluation of tongue-lifting activity. J Oral Rehabil 2016;43:417-425.

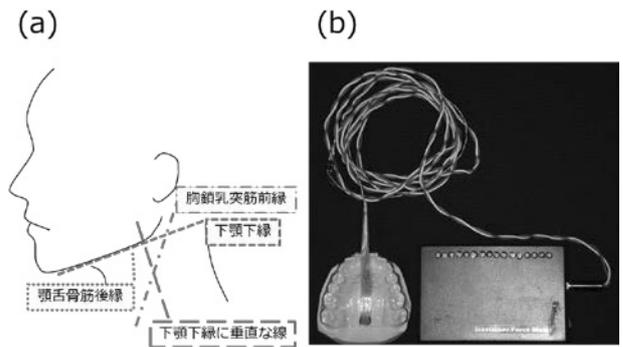


図 1 (a) 頸部表面筋電図貼付位置
(b) 舌圧センサー付き口蓋床

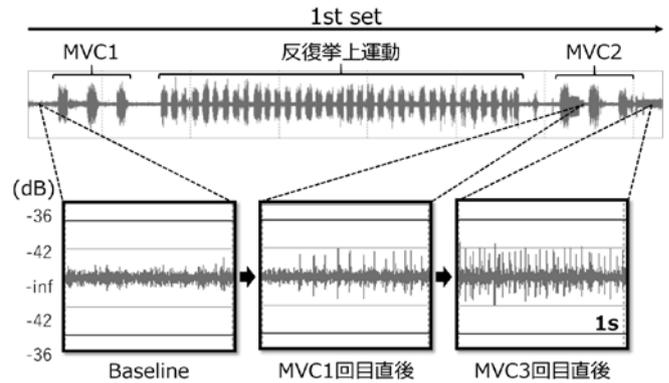


図 2 筋疲労プロトコル第 1 セット

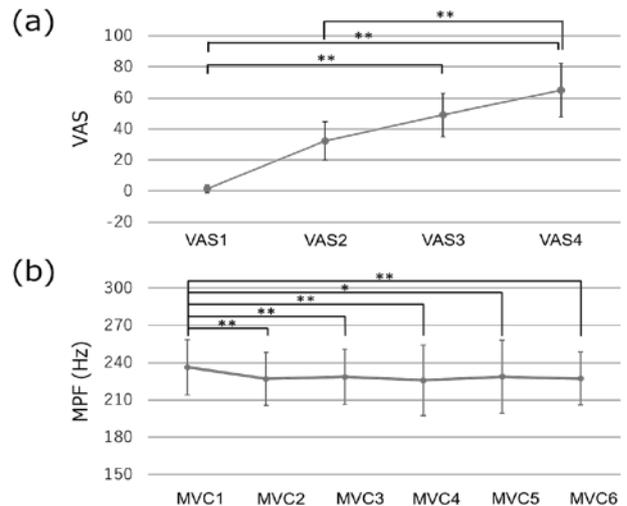


図 3 (a) VAS と (b) MPF の経時的推移
(* $p < 0.05$, ** $p < 0.01$)

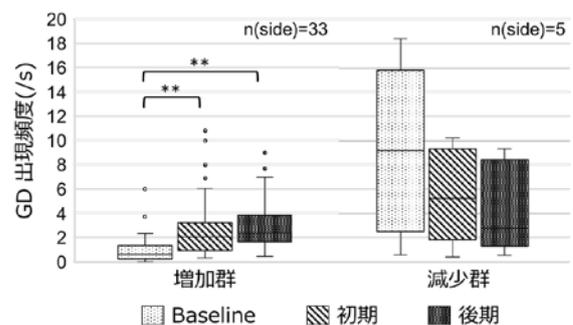


図 4 GD 出現頻度の経時的推移 (** $p < 0.01$)

高齢者における嚥下時筋シナジー解析

Muscle synergy analysis during swallowing in the elderly

○村上 千晃¹⁾, 佐々木 誠¹⁾, 下田 真吾²⁾, 玉田 泰嗣³⁾
Chiaki Murakami¹⁾, Makoto Sasaki¹⁾, Shingo Shimoda²⁾, Yasushi Tamada³⁾

¹⁾ 岩手大学大学院総合科学研究科バイオ・ロボティクス分野

²⁾ 理研 CBS-トヨタ連携センター知能行動制御連携ユニット

³⁾ 長崎大学病院摂食嚥下リハビリテーションセンター

¹⁾ Division of Biorobotics, Graduate School of Science and Engineering, Iwate University

²⁾ Intelligent Behavior Control Unit, Brain Science Institute, BSI-TOYOTA Collaboration Center of RIKEN

³⁾ Department of Dysphagia Rehabilitation, Nagasaki University Hospital

I. 目的

嚥下機能の分析において、舌骨上筋群を対象とした表面筋電位信号の計測は古くから行われている。しかしながら、舌骨上筋群は、舌による食塊の送り込み（口腔運動）だけでなく、嚥下反射による喉頭閉鎖においても筋活動が観測されるため、舌骨上筋群の sEMG (surface electromyography) 信号から口腔運動と嚥下反射を個別に評価できない技術的な限界がある。そこで著者らは、筋シナジー仮説に基づく嚥下時 sEMG 信号の分離手法について検討を進めている¹⁾。本報では、筋シナジー解析による sEMG 信号の分離可能性の検証と、高齢者の特徴検出を目的とした。

II. 方法

1. sEMG 計測方法

被験者は、シルバー人材センターに登録している高齢者 4 名（年齢 70.3 ± 0.4 歳）とした。また、比較のため、若年者 4 名（年齢 22 ± 1.4 歳）を対象とした。

まず、22 チャンネルフレキシブル電極を前頸部に装着し、嚥下時の舌骨上筋群の sEMG 信号を計測した。舌骨上筋群はオトガイ舌骨筋、顎舌骨筋、顎二腹筋、茎突舌骨筋で構成され、嚥下時に舌骨を挙上し喉頭を引き上げる役割を

担っている。

また伸縮性ひずみセンサ (C-STRETCH®, バンドー化学) を、安静時の甲状軟骨の上に装着し、喉頭の挙上開始を検出した。嚥下物は冷水 6 ml, 試行回数は 10 回とした。冷水はシリンジで口に注入し、嚥下開始まで口腔底に保持するように被験者に指示した。

sEMG 信号は、増幅率 125 倍, サンプリング周波数 2,000Hz で計測した。なお, 本研究は, 岩手大学研究倫理審査委員会で承認 (No. 201812) を得て実施した。

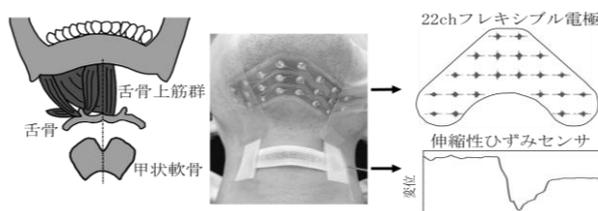


図 1 舌骨上筋群と計測波形の例

2. 筋シナジー抽出方法

「筋シナジー仮説」とは、中枢神経系が個々の筋を個別に制御しているのではなく、複数の筋を小規模なまとまり（筋シナジー）として同時に制御し、制御自由度を次元圧縮しているという運動制御の考え方である。嚥下は、随意運動と非随意運動が混在する複雑な運動であり、筋シナジー仮説を適用することにより、口腔運動と嚥下反射に対応した筋シナジーを抽出できる可能性がある。

一般に筋シナジーは、各筋肉の活動比率（重み）を表す空間パターンと、そのシナジーの活性化を表す時間パターンで構成される。具体的な計算手順を以下に示す。

まず、前処理として、22チャンネルの sEMG 信号にカットオフ値 30-500 Hz のバンドパスフィルタを適用し、ノイズを除去した。次に各チャンネルの sEMG 信号から、Root Mean Square (RMS) 信号を求めた。RMS 信号は、22チャンネル× N サンプルの行列で定義される。サンプル数 N は、嚥下動作とその前後の静止状態を含む 6,000 (3 秒間) とした。次に、Nonnegative Matrix Factorization (NMF) により RMS 信号を、「22チャンネル×シナジー数の行列で表現される空間パターン」と「シナジー数×サンプル数 N の行列で表現される時間パターン」に分解した。NMF とは、非負の拘束を付けた因子分解である。

Ⅲ. 結果および考察

シナジー数はノイズ成分や再現性の観点から特定した。その結果、全被験者において、嚥下時の sEMG 信号より 2 つのシナジーが抽出された (図 2)。この 2 つのシナジーは、伸縮性ひずみセンサから得られる喉頭挙上開始時点の前後付近に活動を開始しており、前者のシナジー A は口腔運動、後者のシナジー B は嚥下反射に相当するものと考えられる。また RMS 信号における各シナジーの内訳を図 3 のように表現した場合においても、各シナジーと運動の対応は妥当であるといえる。被験者間では特に空間パターンにおいて違いが見られたが、同被験者であれば 10 試行中は極めて類似したシナジーが観察された。これは嚥下動作の再現性が極めて高いことを示している。

次に、各群の違いを明らかにするために時間パターンを比較した。その結果、若年者群と高齢者群の違いとして、シナジー B に最大振幅の減少、立ち上がり時間の増加、そして両シナジーのピーク間隔の増加が顕著に現れた (図 4)。これらは加齢に伴う筋力の低下や舌骨の挙上速度の低下、そして嚥下反射惹起の遅延に対応

していると考えられる。以上より、筋シナジー解析によって、従来の sEMG 信号の分析法では評価しえない嚥下反射の特徴を、詳細にとらえられる可能性が示唆された。

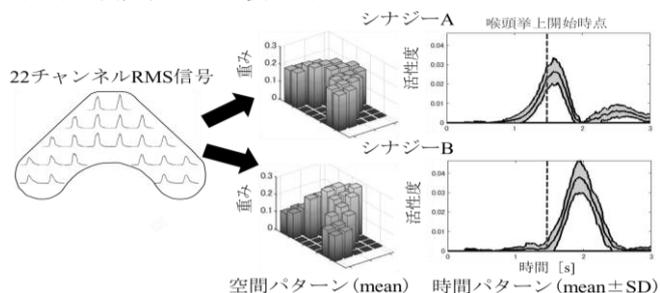


図 2 高齢者の筋シナジー

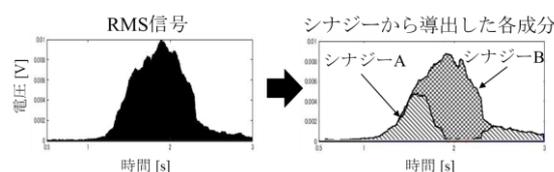


図 3 RMS 信号と各シナジーの対応

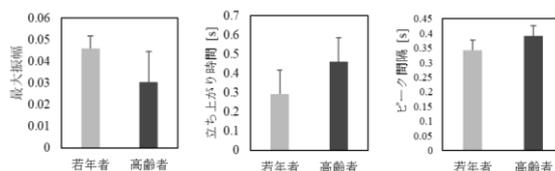


図 4 加齢によるシナジー B の変化

Ⅳ. まとめ

本研究では、嚥下時の舌骨上筋群の sEMG 信号より筋シナジー抽出を試みた。全被験者に対して同一サイズの電極を使用したため、各被験者の空間パターンに個人差が見られたが、どの被験者においても 2 つのシナジーが抽出された。特に嚥下反射とみられるシナジー B の時間パターンに着目することで、加齢による嚥下機能低下を評価できる可能性が示された。本手法により、嚥下時の口腔運動と嚥下反射を個別に評価し、嚥下機能低下や障害の問題個所を非侵襲的に明らかにできる可能性がある。

参考

- 1) 村上, 他, 嚥下時における前頸部表面筋電位のシナジー解析, 生体医工学シンポジウム 2020, 2020

日中覚醒時ブラキシズムの自覚の有無と 咬筋活動の実態に関する検討

Investigation on presence or absence of awareness of awake bruxism and the actual state of masseter muscle activity during daytime

○石丸智也¹⁾, 山口泰彦¹⁾, 服部佳功²⁾, 小野高裕³⁾, 荒井良明⁴⁾, 長谷川陽子³⁾, 志賀博⁵⁾, 玉置勝司⁶⁾, 田中順子⁷⁾, 津賀一弘⁸⁾, 阿部倉仁⁹⁾, 宮脇正一¹⁰⁾, 前田綾¹⁰⁾, 三上紗季¹¹⁾, 後藤田章人¹¹⁾, 佐藤華織¹²⁾

○Ishimaru T, Yamaguchi T, Hattori Y, Ono T, Arai Y, Hasegawa Y, Shiga H, Tamaki K, Tanaka J, Tsuga K, Abekura H, Miyawaki S, Maeda A, Mikami S, Gotoda A, Satoh K

1)北海道大学大学院歯学研究院冠橋義歯補綴学教室, 2)東北大学大学院歯学研究科口腔機能形態学講座加齢歯科学分野, 3)新潟大学大学院歯学総合研究科包括歯科補綴学分野, 4)新潟大学歯学総合病院顎口腔インプラント治療部, 5)日本歯科大学生命歯学部歯科補綴学第1講座, 6)神奈川歯科大学口腔統合医療学講座顎咬合機能回復補綴医学分野, 7)大阪歯科大学有歯補綴咬合学講座, 8)広島大学大学院医系科学研究科先端歯科補綴学, 9)広島大学大学院歯薬保健学研究科歯薬学専攻歯学講座先端歯科補綴学研究室, 10)鹿児島大学歯学総合研究科歯科矯正学分野, 11)北海道大学病院高次口腔医療センター顎関節治療部門, 12)北海道大学病院冠橋義歯補綴学教室

1)Dept. of Crown and Bridge Prosthodontics, Faculty of Dental Medicine, Hokkaido Univ., 2)Division of Aging and Geriatric Dentistry, Dept. of Oral Function and Morphology, Tohoku Univ. Graduate School of Dentistry, 3) Division of Comprehensive Prosthodontics, Faculty of Dentistry & Graduate School of Medical and Dental Sciences, Niigata Univ., 4)Oral Implant & Temporomandibular Joint Clinic, Niigata Univ. Medical & Dental Hospital, 5)Dept. of Partial and Complete Denture, The Nippon Dental Univ. School of Life Dentistry, 6)Graduate School of Dentistry, Kanagawa Dental Univ. Dept. of Oral Interdisciplinary Medicine (OIM) Division of Prosthodontic dentistry for function of TMJ and Occlusion, 7)Dept. of Fixed Prosthodontics and Occlusion Osaka dental univ., 8)Dept. of Advanced Prosthodontics Graduate School of Biomedical and Health Sciences Hiroshima Univ., 9)Dept. of Advanced Prosthodontics, Applied Life Sciences, Institute of Biomedical and Health Sciences, Hiroshima Univ., 10) Dept. of Orthodontics, Kagoshima Univ. Graduate School of Medical and Dental Sciences, 11)Dept. of Temporomandibular Disorder, Center for Advanced Oral Medicine, Hokkaido Univ. Hospital, 12)Dept. of Crown and Bridge Prosthodontics, Hokkaido Univ. Hospital

I. 目的

ブラキシズムは睡眠時だけでなく、覚醒時にも起こるとされているが¹⁾、現在、日中覚醒時ブラキシズム (d-AB) の診断基準は世界的に確立していない²⁾。その理由として、日常生活での日中覚醒時咀嚼筋活動データの蓄積が十分でなかったことが挙げられる。そこで我々は、多施設共同で、超小型ウェアラブル筋電計を用いてマルチサンプルの日常生活での日中咀嚼筋筋電図データの収集、解析を行い、そのデータベースを基に、d-AB の診断基準確立を目指すこととした。本研究では、その第一段階として、収集したデータを基に d-AB の自覚の有無と日中覚醒時咬筋活動の実態の関係性を明らかにすることとした。

II. 方法

1) 対象

2017年8月～2020年1月の間に参加施設に通院中の患者、あるいは院外からのボランティアで、日中の歯ぎしりやくいしばりの自覚がある者および健常ボランティア計155人から収集したデータのうち、下記の筋電図波形解析を終えた93名(男性42名、女性51名、平均年齢27.16±10.29)である。そのうち、日中咬みしめの自覚のあるものが45人(d-AB群)、男性が15名、女性が30名、平均年齢は29.16±12.19、自覚のないものが48人(N-d-AB群)、男性が27名、女性が21名、平均年齢が25.29±7.65であった。

2) 測定方法

①咬筋筋電図検査：超小型ウェアラブル型筋電計 FLA-500-SD を用いて主咀嚼側の咬筋の筋電図を測定した。日中の装着時間は、入浴、洗顔ほか本人の都合で装着不可能な時間帯を除いた覚醒時合計8時間以上(食事を2食以上含む)とした。測定日数は3日とした。

②行動記録：日中の行動記録は記録票に自己記入してもらった。

3) 筋電図波形解析

筋電図解析は測定2日目の筋電図データを対象とした。波形は、ハイパスフィルタ20Hz、絶対値化後、平滑化101ポイント(0.1秒)で処理した。最大随意咬みしめ波形のうち振幅波形が最大の波形を各被験者にける MVC 波形とした。波形抽出は①振幅が基線振幅の2倍以上、波形持続時間0.08秒以上、波形間隔0.08秒以上、②5%MVC以上、波形持続時間0.08秒以上、の2つの条件でそれぞれ波形を抽出した。その中から、波形持続時間0.25秒以上の波形を抽出した。個々の波形は、持続時間が0.25～2秒未満の波形を Phasic バースト、持続時間が2秒以上の波形を Tonic バーストとした。波形群としては、間隔が3秒未満で3つ以上の Phasic バーストが連続するものを Phasic エピソード、1つ以上の Tonic バーストを含むものを Tonic エピソード、Phasic エピソードと Tonic エピソードが混合したものを Mixed エピソードと定義した。被験者毎にバースト、エピソードの数、バースト持続時間、バースト振幅、およびその%MVC値を算出し、その平均値を求めた。統計解析の有意水準は5%とした。

Ⅲ. 結果及び考察

1) 1時間当たりのバースト数, エピソード数
 基線2倍以上のバースト数の平均はd-AB群で376.27/h, N-d-AB群では357.22/h, 5%MVC以上のバースト数の平均はd-AB群で277.06/h, N-d-AB群では224.22/hであった(図1). 基線2倍以上のエピソード数の平均は, d-AB群で47.13/h, N-d-AB群では47.12/h, 5%MVC以上ではd-AB群で43.60/h, N-d-AB群で38.02/hであった(図2). いずれも, 幅広い範囲に分布していたが, 両群の分布は近似しており(図3), 有意な差は認められなかった(マンホイットニーのU検定, $P>0.05$).

2) 波形ピーク値

d-AB群の波形ピーク値の平均は基線2倍以上で19.2%MVC, 5%MVC以上で21.0%MVC, N-d-AB群は基線2倍以上で16.3%MVC, 5%MVC以上で20.2%MVCであった(図4). 両群の数値の分布は近似しており, 有意な差は認められなかった. (t検定, $P>0.05$)

3) 波形持続時間

d-AB群の波形持続時間の平均は基線2倍以上で1.52s, 5%MVC以上で2.59s, N-d-AB群は基線2倍以上で1.52s, 5%MVC以上で2.55sであった(図5). 両群の数値の分布は近似しており, 有意な差は認められなかった. (t検定, $P>0.05$)

以上のように, 自覚に基づいたd-AB疑い群と無自覚のd-AB疑いなし群の筋電図波形の波形数の数, 大きさ, 持続時間の分布はオーバーラップが大きいことが明らかとなった. そのため, d-AB陽性, d-AB陰性のカットオフ値の設定は, 自覚に基づいた群分けを利用しただけでは単純に行えない可能性が示唆された.

一方で, 結果からは, 日中の咬筋活動の回数, 振幅, 持続時間のバリエーションは, 何れも非常に大きいことが明らかとなり, 多い場合は, 顎口腔系に負荷をかける要素となり得ることが推察された. 今後は, 蓄積したデータベースの中から解析数を追加し, さらに臨床症状との関連性も加味するとともに, 波形抽出のカットオフ値を変更した場合についての傾向も検討したうえで, 日中の咬筋活動の回数, 振幅, 持続時間等の大小評価の指標となるグレーディングを構築する予定である.

Ⅳ. 謝辞

本研究にご協力いただいた北海道大学 齋藤大嗣先生, 大阪歯科大学 福本貴宏先生, 早稲田大学 清水孝一先生, 北海道大学 加藤祐次先生, 京都大学 浪田健先生に深く感謝申し上げます.

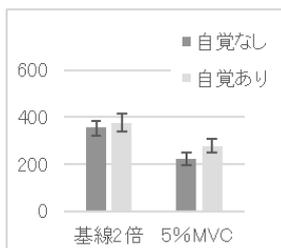


図1 Burst/h (平均±SE)

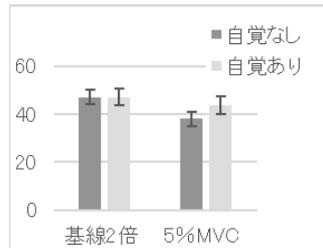


図2 Episode/h (平均±SE)

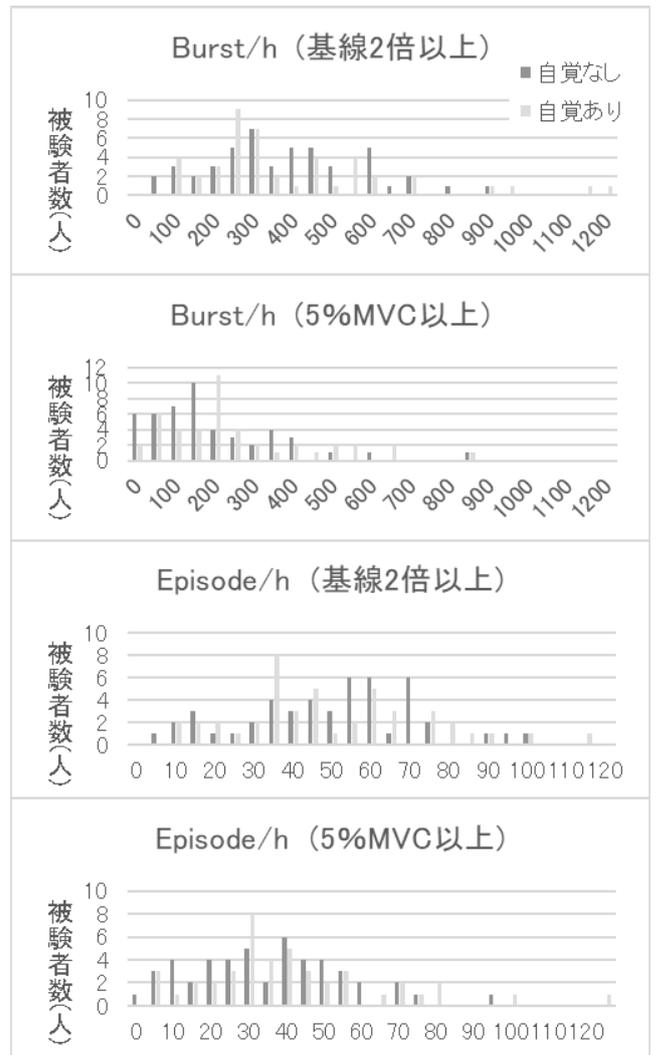


図3 Burst, episode の分布

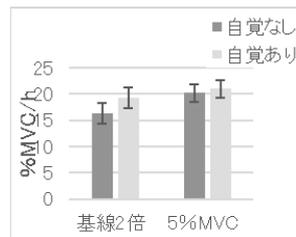


図4 波形ピーク値 (平均±SE)

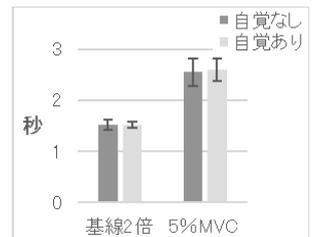


図5 波形持続時間 (平均±SE)

Ⅵ. 参考文献

- 1) Lobbezoo F, Ahlberg J, Glaros AG et al. Bruxism defined and graded: an international consensus. J Oral Rehabil 2013; 40: 2-4.
- 2) Yamaguchi T, Mikami S, Maeda M et al. Portable and wearable electromyographic devices for the assessment of sleep bruxism and awake bruxism: A literature review. Cranio. 2020 Sep 1:1-9. doi: 10.1080/08869634.2020.1815392.

Electrophysiological characterization of sleep bruxism patient-specific induced pluripotent stem cell-derived neurons

○Avijite Kumer Sarkar¹⁾, Shiro Nakamura²⁾, Yuka Abe¹⁾, Kento Nakai¹⁾, Rika Yasuhara³⁾, Takahiro Shiga⁴⁾, Yurie Hoashi¹⁾, Keisuke Kotani¹⁾, Tomio Inoue²⁾, Kenji Mishima³⁾, Wado Akamatsu⁴⁾, Kazuyoshi Baba¹⁾

¹⁾ Department of Prosthodontics, School of Dentistry, Showa University

²⁾ Department of Oral Physiology, Showa University

³⁾ Division of Pathology, Department of Oral Diagnostic Sciences, Showa University

⁴⁾ Center for Genomic and Regenerative Medicine, Juntendo University

I. Purpose

Sleep bruxism (SB) is defined as sleep-related movement disorder characterized by grinding and clenching of the teeth during sleep. SB is reported to be associated with poor prognosis of dental treatment and seriously compromises the patient's quality of life. The decisive mechanisms that develop SB are not well understood. Previously, we found a significant association between SB and SNP rs6313—a single nucleotide polymorphism in the neuronal serotonin 2A receptor gene (*HTR2A*)¹⁾. To understand the role of this SNP in the developments of SB, we differentiated SB patient-specific induced pluripotent stem cells (iPSCs) into neurons with *HTR2A* polymorphism²⁾. The aim of this study was to evaluate the functional differences between the control and SB iPSC-derived neurons by using whole-cell patch-clamp technique.

II. Methods

1. Neural differentiation of iPSCs

iPSCs from two SB patients (SB-1, SB-2) with the risk allele C of SNP rs6313(C/C) and two controls (C-1, C-2) without the risk allele (T/T) were used. iPSCs were differentiated into neurons with the characteristics of the ventral hindbrain by using the regional-specific neural induction method. We defined the initiation day

of neurosphere culture as 0 days in vitro (DIV). The cells were differentiated into neurons and grown in adherent culture from 21 DIV.

2. qRT-PCR and immunocytochemical analysis

Regional identity of neurons induced from the C2 line were confirmed by qRT-PCR performed with *Nestin*, β *III-tubulin*, *MAP2* and *HTR2A*-specific primer. Immunocytochemical analysis was performed with anti-MAP2 (1:500) and anti-serotonin 2A receptor (5-HT2AR) antibodies (1:200).

3. Electrophysiological recordings

The whole-cell patch-clamp technique was used to evaluate electrophysiological properties of differentiated neurons. These neurons were divided into the following 4 groups: 31–51; 52–71; 72–91 and 92–111 DIV. Newly developed lentiviral vectors, which are specific to *HTR2A* promoter, were transduced into the differentiated neurons for labeling target neurons. For voltage-clamp recordings, cells were clamped at -60 mV. Membrane capacitance and input resistance were calculated from 5-mV hyperpolarizing voltage step at the holding potential. For current-clamp recordings, action potential (AP) rheobase, amplitude and half-duration were calculated by repetitive depolarizing current pulses of incremental amplitude (-60 to $+120$ pA, 300 ms pulse

duration). In addition, we assessed the effects of TCB-2, a selective 5-HT_{2A}R agonist, on the neurons.

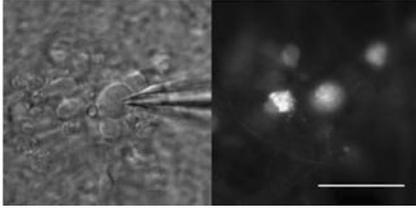


Fig 1. Phase contrast micrograph showing a typical *HTR2A*-positive neuron being approached by a patching pipette translucent (left) and fluorescent (right). Scale bar : 50 μ m

4. Statistical analysis

Student's *t*-test was used to evaluate the significance level ($*p < 0.05$).

III. Results & Discussion

1. Differentiated neurons from iPSC display neuronal phenotypes

The qRT-PCR analysis revealed that neuronal *HTR2A* was first detected at 31 DIV and increased in a time-dependent manner. Furthermore, by using immunocytochemical analysis, we confirmed that iPSCs were successfully differentiated into *HTR2A*-positive neurons.

2. Electrophysiological results

A. Passive electrical properties

From 31 to 111 DIV, the resting membrane potential (RMP) of control and SB-neurons shifted towards a more negative potential and membrane resistances (R_m) showed a decreasing trend. The membrane capacitance (C_m) increased after differentiation was induced.

B. Active electrical properties

Both control and SB-neurons can generate spontaneous and/or evoked APs. The percentage of neurons able to fire APs increased over the course of 111 DIV. The rheobases and amplitudes of action potentials also increased with time. The half-durations of APs decreased during

maturation. *HTR2A*-positive neurons (Fig. 1) responded to TCB-2 with an inward current.

C. Comparisons of electrophysiological properties between control and SB-neurons on 31-51 DIV (Fig. 2)

The RMPs were significantly more negative in SB-neurons compared to control neurons (RMP, control -49.15 ± 1.14 mV; SB -53.75 ± 1.35 mV; $p = 0.02$). SB neurons displayed significantly lower half-durations as compared with control neurons (half-duration, control 5.99 ± 0.456 ms; SB 4.09 ± 0.51 ms; $p = 0.01$).

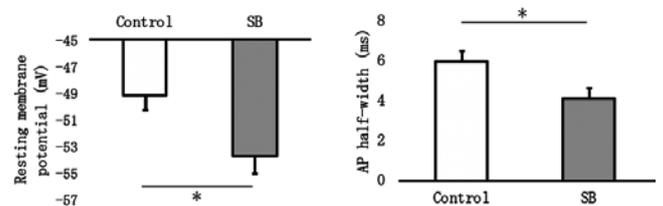


Fig 2. Comparison of electrophysiological properties. Error bars represents SEM. $*p < 0.05$.

To our knowledge, this is the first study that illustrated the electrophysiological characteristics of SB patient-specific iPSC-derived neurons showing two electrophysiological parameters might be altered in SB neurons. Apparently further studies are needed with more samples to confirm the found result.

IV. References

- 1) Abe Y, Sugauma T, Ishii M, et al. Association of genetic, psychological and behavioral factors with sleep bruxism in Japanese population. *J Sleep Res* 2012; 21: 289-296.
- 2) Hoashi Y, Okamoto S, Abe Y, et al. Generation of neural cells using iPSCs from sleep bruxism patients with 5-HT_{2A} polymorphism. *J Prosthodont Res* 2017; 61: 242-250.

慢性ストレスは侵害受容閾値と睡眠の質を弱める

Predictable chronic mild stress attenuates nociceptive threshold and sleep quality

○Junhel Dalanon, Arief Waskitho, 鈴木善貴, 大倉一夫, 松香芳三
Junhel Dalanon, Arief Waskitho, Yoshitaka Suzuki, Kazuo Okura, Yoshizo Matsuka

徳島大学大学院医歯薬学研究部 顎機能咬合再建学分野

Department of Stomatognathic Function and Occlusal Reconstruction, Graduate School of
Biomedical Sciences, Tokushima University

I. 目的

Pain and sleep disorders reduce the quality of life. Chronic pain affects about 20% of people globally and it is linked to 635 billion dollars in annual cost in America¹. Similarly, sleep disturbances can affect 20-30% of the population^{2, 3} and have been implicated as a risk factor in debilitating diseases like dementia, diabetes, mortality, depression, obesity, cardiovascular disease and pain⁴.

In the past, chronic stress protocols have been used, but most studies utilized unpredictable form. Using the predictable chronic mild stress (PCMS) model in this study, the researchers aimed to determine the relationship between nociception and sleep by comparing the (a) pain limit, (b) sleep quality and (c) corticosterone levels.

II. 方法

Ethical approval and all animal experiment protocols were approved by the Tokushima University Institutional Review Board (T30-30).

Adult, male C57BL/6J (n=32) mice were

surgically implanted with electroencephalogram (EEG) and electromyogram (EMG) electrodes and a telemetry device (nanotag®, KISSEI COMTEC, Japan). Subjects were equally segregated into the cohorts of control (C), damp sawdust (DS) PCMS, mesh wire (MW) PCMS, and water (W) PCMS for 21 days. Baseline (day 0), acute (day 2) and chronic (day 21) recordings were done to measure pain, sleep, locomotion, and temperature. In addition, changes in food consumption, water intake and body weight were recorded every other day.

Testing for pain was done using the tail pinch, tail immersion, hot plate test and the Orofacial Pain Assessment Device (OPAD, Stoelting, USA). The OPAD protocol lasted for 18 minutes at temperature cycles of 33, 45 and 7° C.

At the end of the PCMS timeline, blood plasma was collected for corticosterone EIA and various brain slices (i.e. frontal cortex, hypothalamus, thalamus, striatum, amygdala, hippocampus and brainstem) were harvested for prospective cytokine profiling. Tissue samples from the dorsal root ganglion (L1-L3) and the trigeminal ganglion were also accumulated.

III. 結果及び考察

This is the first study that used PCMS to evaluate pain and sleep.

This study showed that PCMS limited weight gain despite significant increases in food consumption. Sleep quality was also shown to be affected according to the EEG/EMG polysomnography. Wake was significantly increased while the frequencies of NREM (Fig. 1) and rapid eye movement (REM) were decreased. The PCMS groups showed greater sensitivity to the tail clip test ($p=0.006$) (Fig. 1) and the immersion test ($p=0.002$), shorter hot plate reaction latency ($p<0.001$), increased hot plate frequency ($p<0.001$) and lesser OPAD contact at 7°C (Fig. 2).

To confirm the presence of stress, differences in temperature and locomotion were observed in the PCMS groups as conveyed by the nanotag data[®]. Significantly higher plasma corticosterone was seen in the PCMS models.

The current study suggests that predictable stress blocks weight gain, decreases sleep quality, and increases pain sensitivity.

Acknowledgment

The authors wish to thank Prof. Hiroyoshi Sei and Dr. Sachiko Chikahisa for their invaluable help in this research.

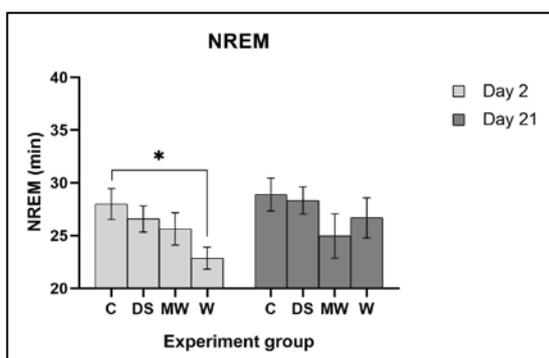


Figure 1. Comparison between non-rapid eye movement (NREM) during day 2 and day 21 of the PCMS timeline. C=control, DS=damp sawdust, MW=mesh wire, W=water.

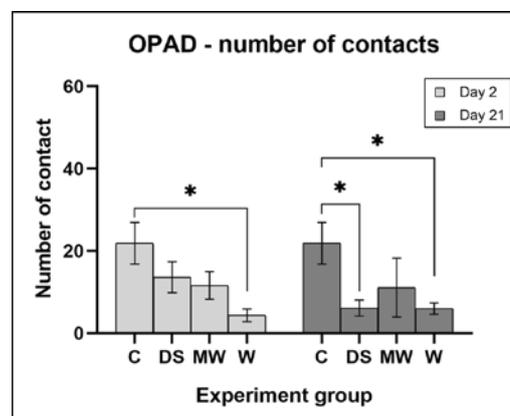


Figure 2. Comparison of the number of times the mice contacted the Peltier rods at 7°C during day 2 and day 21 of the PCMS timeline. C=control, DS=damp sawdust, MW=mesh wire, W=water.

IV. 文献

- 1) Gaskin DJ, Richard P. The economic costs of pain in the United States. *J Pain* 2012; 13: 715-24.
- 2) Adams RJ, Appleton SL, Taylor AW, Gill TK, Lang C, McEvoy RD, et al. Sleep health of Australian adults in 2016: results of the 2016 Sleep Health Foundation national survey. *Sleep Health* 2017; 3: 35-42.
- 3) Hillman DR, Lack LC. Public health implications of sleep loss: the community burden. *Med J Aust* 2013; 199: S7-10.
- 4) Shi L, Chen SJ, Ma MY, Bao YP, Han Y, Wang YM, et al. Sleep disturbances increase the risk of dementia: A systematic review and meta-analysis. *Sleep Med Rev* 2018; 40: 4-16.

健常者における呼吸と咀嚼/嚥下の協調

Coordination between respiration and chewing/swallowing in healthy humans

○羽尾 直仁, 笹 杏奈, 辻村 恭憲, 那小屋 公太, 真柄 仁, 井上 誠
Naohito Hao, Anna Sasa, Takanori Tsujimura, Kouta Nagoya, Jin Magara and
Makoto Inoue

新潟大学大学院医歯学総合研究科 摂食嚥下リハビリテーション学分野
Division of Dysphagia Rehabilitation,
Niigata University Graduate School of Medical and Dental Sciences

I. 目的

摂食嚥下障害の主たる原因のひとつに呼吸機能の低下があると報告されている¹⁾が, 呼吸器疾患を伴う嚥下障害において, 嚥下と呼吸の協調が受ける影響や病態については必ずしも明らかにされていない。

本研究では, 孤発嚥下, 随意嚥下, 咀嚼嚥下時の咀嚼, 呼吸, 嚥下運動を定量評価し, これらの運動の協調に関わる因子を明らかにすることを目的として, 健常若年者を対象とした記録を行った。

II. 方法

1. 対象

健常成人 21 名 (男性 10 名, 女性 11 名, 平均年齢平均年齢 28.4 ± 3.4 歳)

2. 記録

表面電極 (ZB150-H, 日本光電工業株式会社) を用いた両側咬筋 (Mas), 舌骨上筋群 (Supra), 舌骨下筋群 (Infra) 筋電図, 外鼻孔に留置したサーモセンサ (MLT415, ADInstruments) を用いた鼻呼吸 (Resp) に伴う温度変化を同時記録した。

3. 実験プロトコール

プロトコール 1: 水 3 ml 水 (天然水, ブルボン株式会社) を口底部に保持し, 検者の指示後直ちに嚥下, または自らのタイミングで自由嚥下する。

プロトコール 2: 水 100 ml をコップにて連続摂取する。

プロトコール 3: コンビーフ 4 g (越後魚沼脂肪低減コンビーフ, ホリカフーズ株式会社) を自由摂取する。

4. 解析

記録から得られたデータは波形解析用ソフト (Lab Chart Pro, バイオリサーチセンター株式会社) を使用して解析を行った。すべてのデータを 2 名 (NH, AS) で解析し, 両者が求めた値の信頼性を確認 (ICC, >0.8) した上でその平均値を使用した。

III. 結果及び考察

【プロトコール 1】

自由嚥下と指示嚥下の嚥下関連筋活動 (筋活動量, 活動時間) には有意差を認めなかった。少量の嚥下運動は, 指示による影響を受けないものと考えられた。

呼吸と嚥下の協調パターンは, いずれのタスクにおいても呼気-嚥下-呼気 (EE) タイプが 76% とその頻度が高く, 次いで吸気-嚥下-呼気 (IE) タイプ, 呼気-嚥下-吸気 (EI) タイプだった。

EE タイプにおいて嚥下前, 中, 後の呼吸相を比較したところ, 指示嚥下では嚥下中の呼気時間と呼吸サイクル時間が有意に増加した (図 1) が, 自由嚥下ではその差を認めなかった。嚥下時の呼吸時間延長をもたらしたことから, 指示

嚥下時に働く上位脳の関与が示唆された。

指示出しのタイミングをEEタイプとIEタイプで比較したところ、EEタイプでは呼気相開始もしくは呼気相中、IEタイプでは吸気相開始前後もしくは吸気相中に嚥下指示が出されていた(図2)。安静時の呼吸相時間の割合は、呼気:吸気=1.63:1だったことから、指示嚥下における協調パターンの違いは、安静時における呼吸相時間の違いを反映していると考えられた。

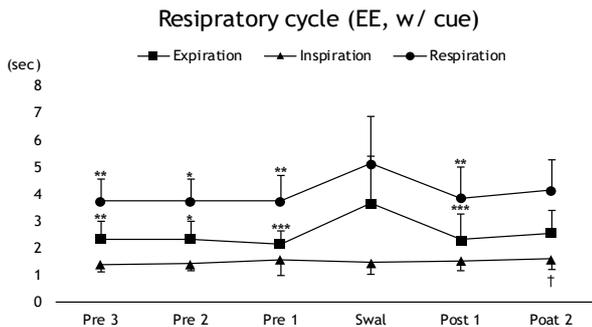


図1. 水 3ml 指示嚥下前・中・後の呼吸相時間。

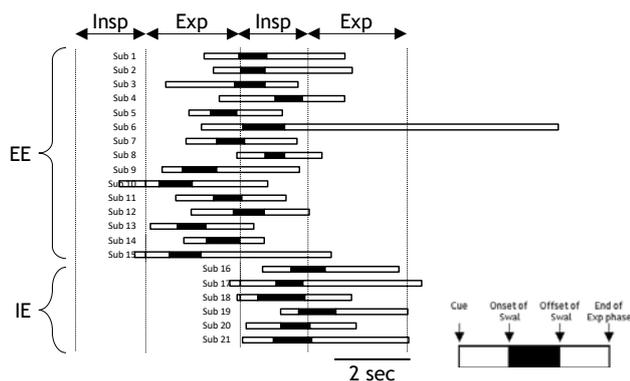


図2. EE, IEタイプにおける指示, 嚥下, 呼吸相の関係

【プロトコール2】

21名中5名が100mlの連続摂取をできなかったために、残りの16名を解析対象とした。呼吸と嚥下の協調パターンは、EEタイプが最も多く(62%)、タイプ間で嚥下関連筋活動に有意差は認められなかった。

EEタイプにおける嚥下前、中、後の呼吸時間の比較では、嚥下前の呼気時間が短くなる傾向を示した(図3)。持続的な無呼吸状態に備えて体内に酸素を残すためと考えられた。一方、嚥下中、嚥下後の呼気は有意に増加した。嚥下時の無呼吸時間が長いことで嚥下後の酸素の取り込みが増加していることが関連していた可

能性が考えられた。今回は呼吸時の流速や流量を解析していなかったため、今後検討する必要がある。

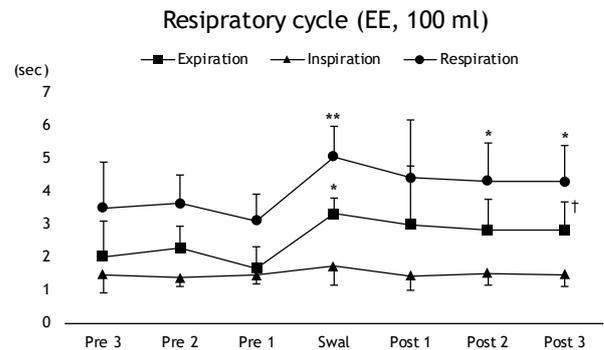


図3. 水 100ml 嚥下前・中・後の呼吸相時間

【プロトコール3】

21名中3名は咀嚼中の無呼吸が認められたため、残りの18名を対象に解析を行った。安静時と咀嚼中の呼吸相を比較したところ、咀嚼中の呼気相・吸気相・呼吸サイクル時間ともに有意に減少した(図4)。また、咀嚼中の最初と最後の呼吸相を比較したところ、最後の呼吸相の呼気時間と呼吸サイクル時間が有意に短縮していた。さらに嚥下時呼吸時間も安静時より短縮していた。咀嚼中の呼吸の変調は、咀嚼に伴う運動負荷がもたらした、食塊移送が気道空間に影響を与えたことなどが考えられ、嚥下運動時間がこれに追従したことから、咀嚼は呼吸、嚥下運動いずれにも変調をもたらすことが示唆された。今後、食塊移送などを同時記録することで食塊の存在の影響を明らかにしたい。

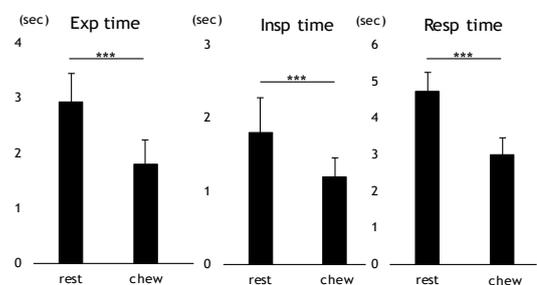


図4. 咀嚼中の各呼吸相時間

IV. 文献

1) Bonnie Martin-Harris et al. Otolaryngol Head Neck Surg 2005 ;131:762-770.

前頸部表面筋電位信号を用いた舌骨の運動推定

Hyoid motion estimation using multi-channel surface EMG signals

○劉 宇曦¹⁾, 佐々木 誠¹⁾, 玉田 泰嗣²⁾

Ugi Ryu¹⁾, Makoto Sasaki¹⁾, Yasushi Tamada²⁾

¹⁾ 岩手大学大学院 総合科学研究科 バイオ・ロボティクス分野

²⁾ 長崎大学病院 摂食嚥下リハビリテーションセンター

¹⁾ Division of Biorobotics, Graduate School of Science and Engineering, Iwate University

²⁾ Department of Dysphagia Rehabilitation, Nagasaki University Hospital

I. 目的

嚥下において重要な舌骨の運動は、嚥下造影検査 (videofluoroscopic examination of swallowing: VF) によって観察することができる。しかし、VFには、X線被曝や造影剤誤嚥などのリスクがあり、日常的かつ定期的な嚥下機能評価には不向きである。そこで本研究では、舌骨の運動を制御する舌骨上筋群と舌骨下筋群の協調運動に着目し、その多チャンネル表面筋電位 (surface electromyography: sEMG) 信号から、非侵襲的に舌骨の運動を推定しうる手法の開発を目的とした。

II. 方法

1. 検査方法

対象は、VFのために来院された70代女性1名とした。VFには、X線透視装置(Safire II ZS-100, 島津製作所)を用い、椅子座位において頸部側面からの舌骨の運動を、撮影速度は30fpsとして撮影した。また、VFの際に、舌骨上筋群用22chフレキシブル電極、舌骨下筋群用22chフレキシブル電極を前頸部に装着することで、嚥下時の舌骨上筋群と舌骨下筋群のsEMG信号を記録した。sEMG信号の増幅率は125倍、サンプリング周波数2,000Hzとした。検査食は1%のとりみを付与した98w/w%硫酸バリウム溶液3mlとし、検査者が被検者の舌下部にシリンジにて注入した後、検査者の指示によって嚥下を行った。試行回数は3回とした。

なお、本研究は、岩手医科大学歯学部倫理委員会(第01304号)および岩手大学研究倫理審査委員会(第201905号)で承認を得て実施した。

2. 舌骨の運動推定法

舌骨の運動推定には、時系列データ予測に適したLSTM(Long short-term memory, 長・短期記憶)を用いた。LSTMとは、深層学習の分野において用いられる回帰型ニューラルネットワーク(Recurrent Neural Network: RNN)アーキテクチャであり、長期の時間依存性と短期の時間依存性をともに学習できる手法である¹⁾。本研究では、まず得られたsEMG信号に対し、時間領域の特徴量であるRMS(Root Mean Square)と周波数領域の特徴量であるCC(Cepstrum Coefficient)を各チャンネルごとに抽出した。また、動画解析ソフトウェアDIPP-Motion V(株式会社ディテクト)を用いて、VF動画から矢状面における舌骨下端の運動(前後方向および上下方向の座標)を数値化した。座標系は、中原ら²⁾³⁾の方法を参考に定義した。

3. 解析条件

3試行のうち、1試行分のRMSとCCをLSTMの入力信号、矢状面の舌骨の座標データを教師信号としてLSTMネットワークの学習を行った。その後、残る2試行分のRMSとCCを未知データとして舌骨の運動を推定した。そして実測した舌骨の運動と推定値間のRMSE(Root Mean Square Error)および相関係数を算出し、推定精度を比較した。なお学習データの偏りを

考慮し, 学習データと未知データを入れ替えて合計 3 通りの学習を行った. また, 各筋群と推定精度の関係を評価するために入力信号は下記の 3 通りとした.

- (i) 舌骨上筋群の sEMG 信号のみを用いた場合
- (ii) 舌骨下筋群の sEMG 信号のみを用いた場合
- (iii) 両筋群の sEMG 信号を用いた場合

III. 結果および考察

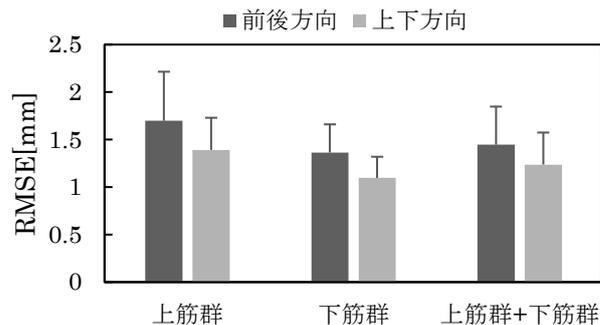
図 1 (a) に各条件での RMSE, (b) に各条件での相関係数を示す. (i) ~ (iii) のどの入力信号を用いた場合でも, 上下方向の推定精度が高い結果となった. また, 入力信号と推定精度を比較すると, 入力信号に舌骨下筋群の sEMG 信号のみを用いた場合が最も精度が高く, RMSE は前後方向 1.36 ± 0.29 [mm], 上下方向 1.09 ± 0.22 [mm], 相関係数は前後方向で 0.93 ± 0.04 , 上下方向 0.97 ± 0.01 を示した.

舌骨は舌骨上筋群と舌骨下筋群によって制御されるため, LSTM の入力信号に両筋群の sEMG 信号を用いた方が推定精度が高くなると予想された. しかしながら, 舌骨下筋群のみの sEMG 信号を用いた方が最も高い精度となった. その理由として, 舌骨上筋群は嚥下の際に舌骨を前上方に牽引する役割を担うが, 舌により食塊を送り込む際にも sEMG 信号が観測され, この随意運動によるばらつきが推定精度に影響したと考えられる. 一方で舌骨下筋群は, 舌骨上筋群の収縮に伴う反射運動として主に活動するため, 再現性が高く, 少ない学習データで高精度な推定ができたと考えられる.

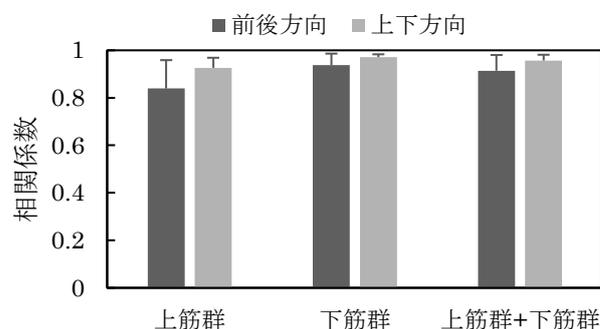
IV. まとめ

本研究では, LSTM を用いて前頸部の表面筋電位信号から, 嚥下時の舌骨の運動を推定する手法を開発した.

本手法は, 事前に学習データを得るために VF を要するが, 同一の嚥下条件であれば, 1 試行分の VF データをもとに, 舌骨の運動を高精度で推定でき, VF の回数の軽減やベッドサイドでの評価に応用できる可能性がある.



(a) 各学習条件における RMSE



(b) 各学習条件における相関係数

図 1 舌骨運動の推定精度

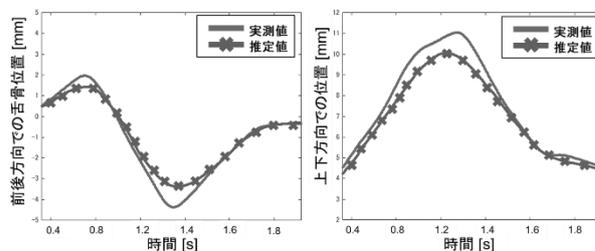


図 2 舌骨運動の実測値と推定値 (学習条件 (ii))

参考文献

- (1). 巢籠悠輔: 詳解ディープラーニング TensorFlow・Keras による時系列データ処理, (2019), 227-249
- (2). 中原学: 嚥下時における舌骨運動の X 線学的研究, 日耳鼻会報 90, (1987), 669-679
- (3). 三枝英人: 舌骨上筋群の解剖, 耳展 53, (2010), 246-253

モーションキャプチャシステムを用いた 支台歯辺縁部の印象採得の動作解析

Motion capture system - based analysis of impression taking for the abutment tooth margin

○渡邊嶺王¹⁾, 林豊彦¹⁾, 佐藤拓実²⁾, 中村太²⁾, 都野さやか³⁾

Watanabe L¹⁾, Hayashi T¹⁾, Sato T²⁾, Nakamura F²⁾, Tuzuno S³⁾

1) 新潟大学大学院自然科学研究科, 2) 新潟大学医歯学総合病院歯科総合診療部,
3) 新潟大学大学院医歯学総合研究科

1) Graduate School of Science and Technology, Niigata University 2) General Dentistry
and Clinical Education Unit, Niigata University Medical and Dental Hospital, 3) Graduate
School of Medical and Dental Sciences, Niigata University

I. 目的

印象採得技術の習得は, 大学での実習および臨床経験を通じて行われる. 実習での指導法は指導医の経験に基づいた要素が多く, いまだ標準的な指導法が確立されていない. そのため技術レベルや習得時間に個人差が生じやすい. 本研究では, 定量的かつ具体的な印象採得の指導法を確立するための基礎研究として, 印象採得動作の定量評価を試みている. 従来, 印象採得に関する調査は, 印象材物性に関する研究^{1), 2)}が多く, 歯科医師の手技を詳しく定量解析した研究はみあたらない. そこで演者らは, 先行研究において印象採得時における印象用シリンジの運動を 6 自由度計測できる測定解析システムを構築した³⁾. それに続いて本研究では, 全部冠支台歯の印象採得動作を定量評価するために, アルミ製の支台歯モデルを作製し, 臨床経験の長い歯科医師 1 名を被験者として測定分析を行った. 目的は実験プロトコールおよび基本的な動作分析法の確立である.

II. 方法

1. 印象採得動作解析システム

本システムは, 印象用シリンジ(プラスチックシリンジ, 株式会社ジーシー), 3D デジタイザペン, アルミ製支台歯モデル, 光学式モーションキャプチャシステム(VICON, インターリハ), 計測用ソフトウェア(VICON Nexus, インターリハ)からなる. モーションカメラは 10 台とした. 測定対象は支台歯モデルに対する印象用シリンジの本体部の位置・姿勢および本体部に対するプランジャ部の位置とした. そこで, 赤外線反射マーカ($\phi=9.5\text{mm}$)を本体部とプランジャ部にそれぞれ 4 点, 3 点貼付した. 運動のサンプリング周波数は 100Hz とした.

2. 実験方法

本研究は, 新潟大学歯学部倫理委員会の承認(承認番号: 25-R22-10-03)を得た後, 実験前に被験者に研究内容と主旨を文書および口頭で詳しく説明し, 同意を得た上で行った. 被験者は, 新潟大学医歯学総合病院の歯科医師 1 名(勤務年数 5 年以上)とした.

計測動作は「第一大臼歯の全部冠支台歯辺縁部に対する印象採得」とし, それを模擬するために, 円錐台形の支台歯モデルをアルミニウムで製作した(高さ 6mm, 基部半径 5mm, 上部半径 4mm). その基底部の周囲に辺縁部を模擬する円形の溝(辺縁溝)を配置した(幅 0.3mm, 深さ 1.5mm, 円半径 6mm). 支台歯座標系 $\Sigma=0-XYZ$ は次の方法で決定した. 支台歯モデルの基盤部は円筒形(高さ 10mm, 半径 16mm)とし, その上面辺縁に幅 1mm, 深さ 1mm の段差を作成した. その段差部を 3D デジタイザペンでデジタイズし(30~40 点, 図 1: (a)), その点列から最小 2 乗法で平面と円の中心を決定した. その中心を原点 0 とした. 支台歯モデルの側面に縦方向の溝(深さ 1mm, 幅 2mm)が彫られており, その基底部分の 1 点をデジタイズし, その点と原点 0 から平面上の X 軸方向を設定した. 平面上でそれに垂直に Y 軸を, 平面に垂直に Z 軸を設定した.

実験プロトコールは次のようにした: 1) 机の上に支台歯モデルを貼付したアルミ板を万力で固定, 2) シリンジに印象材(エグザミックスファイン, 株式会社ジーシー)を充填, 3) シリンジ本体部に対する先端部およびプランジャ後部の位置を先行研究の方法で計測³⁾, 4) 支台歯モデル上面中心の溝(半径 1mm, 深さ 1.5mm)をノズル先端でデジタイズ, 5) 術者の合図後, 被験者は支台歯モデル周辺の辺縁溝に印象材を注入し, その動作を測定(図 1: (b)), 6) 基盤上面の任意の 3 点をノズル先端でデジタイズ. この動作測定を右回り, 左回り各 3 回, ランダムで計 6 回行った.

3. 分析データと評価パラメータ

1回の試技における時系列データから閾値を用いて開始・終了時点を決し、両時点間の時系列を分析データとした。印象採得動作の評価は「シリンジ先端の軌道」「プランジャの移動量」「印象材の全注入量」「気泡の混入数」とした。シリンジ先端の軌道は、先端のZ座標時系列およびXY平面における辺縁溝からの距離の時系列で評価した。ただし、距離は軌道上の点が辺縁溝の内方向にあるときは負符号を、外方向にあるときは正符号を付与した。プランジャ移動量は、シリンジ本体に対するプランジャの押込量とし、押す方向を+、引く方向を-とした。気泡の混入数は、動作測定後、硬化した印象材に含まれる気泡数を目視で計数した。

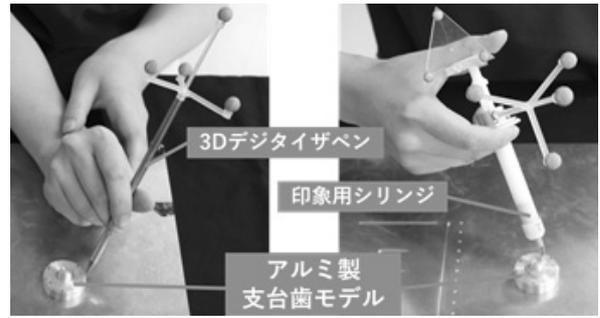
III. 結果及び考察

図2に分析データの1例を示す。各データで、分析区間長、Z座標時系列のRMS値、先端/辺縁溝間距離時系列の平均値・RMS値、印象材全注入量、気泡数を計測した。6回の平均±SDは、分析区間が 12.03 ± 0.90 s、Z座標時系列RMS値が 0.61 ± 0.31 mm、先端/辺縁溝間距離時系列の平均値・RMS値がそれぞれ -0.24 ± 0.21 mm、 1.14 ± 0.25 mm、印象材全注入量が 0.51 ± 0.10 ml、気泡数が 0.17 ± 0.35 個となった。

印象材注入時のシリンジ先端の軌道、プランジャ押込量が比較的安定した時間変化を示し、試技間でのばらつきも少なかった。これは、熟練歯科医師の手技の特性を表すものと考えられ、実際の支台歯ではなく支台歯モデルを用いることで、歯の個別の形態に依存することなく、印象採得時におけるシリンジ先端の動作の正確さや再現性を一般的に定量計測したためである。ただし、モデルの大きさは動作に影響を与えるため、実際の歯の大きさと同等とした。よって、本動作解析システムは、印象採得動作を実用的な精度で定量計測できると考えられる。今後の課題は、熟練者と非熟練者との動作の比較および分析パラメータの詳細な検討である。

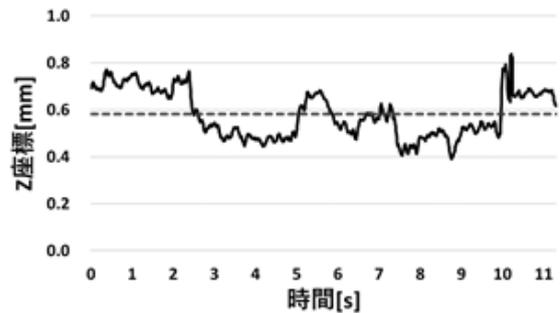
IV. 文献

- 1) Punj A, Bompalaki D, Garaicoa J. Dental Impression Materials and Techniques. Dental Clinics of North America 2017; 61: 779-796.
- 2) Khurshid Z, Najeeb S, Zafar MS, Sefat F. Advanced Dental Biomaterials. Sawston: Woodhead Publishing; 2019, 197-215.
- 3) 渡邊嶺王, 林豊彦, 佐藤拓実, 中村太, 原さやか, 奥村暢旦, 藤井規孝. 歯科治療における印象採得の3次元動作解析システムの開発. 信学技報 2019; 17: 5-10.

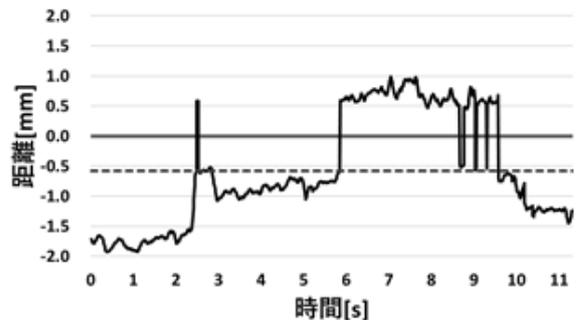


(a) 基盤段差部のデジタイズ (b) 印象採得の動作測定

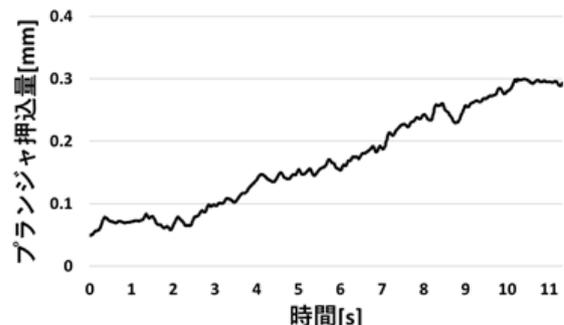
図1 測定風景：(a) 基盤段差部のデジタイズ，(b) 印象採得の動作測定



(a) シリンジ先端のZ座標



(b) シリンジ先端/辺縁溝間距離 (+外側, -内側)



(c) プランジャ押込量 (+押す, -引く)

図2 分析データの1例：(a)シリンジ先端のZ座標，(b)シリンジ先端/辺縁溝間距離，(c)プランジャ押込量

【MEMO】

【企業展示】

株式会社アイカムス・ラボ
バンダー化学株式会社
フィンガルリンク株式会社

【広告】

株式会社アイカムス・ラボ
医歯薬出版株式会社
株式会社松風
セルスペクト株式会社
バンダー化学株式会社
株式会社ライフサポート研究所

【協賛】

一般社団法人岩手県歯科医師会
公益社団法人日本生体医工学会東北支部

(五十音順)

日本顎口腔機能学会第 64 回学術大会を開催するにあたり、上記の団体および企業から多大なご協力を賜りました。ここに記し、心より御礼申し上げます。

日本顎口腔機能学会第 64 回学術大会
大会長 佐々木 誠



当社はマイクロ技術を活用した、
新たな開発に挑戦し続けることで、
「よりよく生きる」をサポートします。



電動ピペット

 pipetty®

株式会社アイカムス・ラボ

〒020-0857 岩手県盛岡市北飯岡一丁目8番25号

TEL:019-601-8228 FAX:019-601-8227

URL:<https://www.icomes.co.jp> Mail:icomes-info@icomes.co.jp

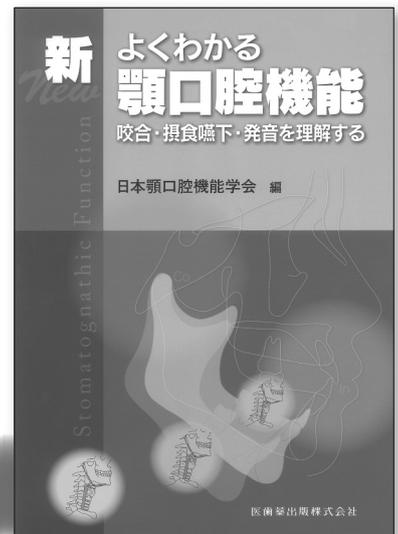
新 よくわかる 顎口腔機能

咬合・摂食嚥下・発音を理解する

好評

顎口腔機能を網羅した書籍のリニューアル・バージョンアップ!

本書は日本顎口腔機能学会の総力を挙げて、顎口腔機能分野の研究成果を臨床現場にフィードバックすべくバージョンアップをはかり、最新書として編纂されました。その内容は基本的な研究方法から昨今の歯科臨床までを俯瞰し、顎口腔機能に関する内容を事典的に使用できるスタイルでまとめられています。



■ B5判/304頁/2色
■ 定価(本体 8,000円+税)
ISBN978-4-263-44489-4

子どものお口, どう育つの? 口腔機能の発達がわかる本

3冊セット ① 乳児期編 ② 幼児期編 ③ 学童期編
赤ちゃんのころ 幼稚園のころ 小学生のころ

田村文誉 監修・解説
木本茂成・弘中祥司 解説
鈴木あつよ 絵

子どものお口の発育・発達を成長にあわせて、保護者や関係者に絵本でわかりやすくやさしく解説。

待合室の図書としてお薦めです。診療室での説明にもご活用ください。

■ AB判変型/カラー
■ セット定価(本体 9,000円+税), ■ 各定価(本体 3,300円+税)
ISBN978-4-263-44572-3



やさしくわかる 口腔の機能と筋

咀嚼・嚥下・発音のメカニズム

森戸光彦 編著
下山和弘・高橋一也・坂本英治 著

口腔機能管理に必要な基礎知識を身につけよう!

咀嚼・嚥下・発音機能とその運動を織りなす筋との相関性から口腔機能のメカニズムがわかります。

■ B6判/64頁/2色
■ 定価(本体 2,200円+税) ISBN978-4-263-44521-1



チェアサイド オーラルフレイルの診かた

第2版 保険対応! 歯科医院で気づく、対応する口腔機能低下症

詳しくわかる動画付き

菊谷 武 著

口腔機能低下症の診断法や対応などを改訂にあたり加筆し、口腔の機能訓練の方法なども充実。

口腔機能低下症より前段階にあたるオーラルフレイルに関しても、この一冊で対応法がわかります。

■ A4判変型/138頁/カラー
■ 定価(本体 6,000円+税) ISBN978-4-263-44526-6



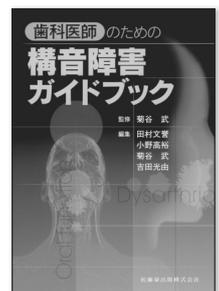
歯科医師のための 構音障害ガイドブック

菊谷 武 監修・編集
田村文誉・小野高裕・吉田光由 編

構音障害について歯科領域からの視点でまとめた最新ガイドブック!

構音器官の解剖、構音障害の定義、その評価法、さらには有床義歯・特殊補綴など、歯科医師が知っておくべき要点をわかりやすく解説。

■ B5判/128頁/2色
■ 定価(本体 5,000円+税) ISBN978-4-263-44557-0





おくちポカソン
 口唇閉鎖不全症は予防する時代

「りっぷるくん」は口を閉じる力を測定できる口唇閉鎖力測定器です。



りっぷるボタン

歯列状態にかかわらず、
 口唇による保持が容易な形状です。
 口輪筋のトレーニングにもご使用できます。



LED点灯

鼻下点付近にLED光を照射させることで、
 測定開始から終了までの力の方向を
 確認しながら測定が行えます。

包装・価格



口唇閉鎖力測定器
 りっぷるくん

一式 ¥68,000
 【内容】 本体（ストラップ付）1
 りっぷるボタン 50

※単四形アルカリ乾電池は付属しておりませんので
 別途ご購入をお願いいたします。

【別売品】
 りっぷるボタン（50個入） ¥4,800

販売名	一般的名称	承認・認証・届出番号
りっぷるくん	歯科用口唇筋力固定装置	一般医療機器 医療機器届出番号 26B1X00004000257

製品の詳細はこちらまで…

松風 <http://www.shofu.co.jp/>

関連製品

自宅でできる口輪筋トレーニング



口輪筋トレーニング器具
 りっぷるとれーなー

標準医院価格 1箱 ¥1,700
 （標準患者価格 1個 ¥200）

【内容】
 （りっぷるとれーなー 1、取扱説明書 1）×10入
 日本製
 色調：4色（オレンジ、イエロー、ピンク、ブルー）



価格は2020年2月現在の標準医院価格（消費税抜き）です。



世界の歯科医療に貢献する

株式会社 松風

●本社：〒605-0983 京都市東山区福福上高松町11・TEL(075)561-1112(代)
 ●支社：東京(03)3832-4366 ●営業所：札幌(011)232-1114/仙台(022)713-9301/名古屋(052)709-7688/京都(075)757-6968/大阪(06)6330-4182/福岡(092)472-7595

<http://www.shofu.co.jp>



無料^{たったの}で、5分!その場で分かる/ セルフ健康チェック



生活習慣病関連7項目

肝機能

AST, ALT, γ -GT

脂質

中性脂肪, HDL-C, LDL-C

糖代謝

血糖



導入企業管理者さまの声

企業価値を高める取組みとしてPRに使うことができた。(広報部門)

健康施策の予算確保が難しい中無料で健康チェックを導入でき、会社の健康経営の実績となった。(管理部門)



健康チェック利用者さまの声

リピート希望率9割以上

今の自分の身体の状態が、その場でわかるのが新鮮で面白かった。(30代/女性)

同僚と受けることで、部内で健康改善に対する話題が増えた。(40代/男性)

気軽に受けられるので、家族全員で受けたいと思った。(60代/女性)

お問い合わせ先

セルスペクト株式会社

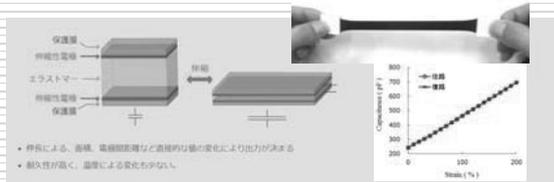
TEL : 03-6269-9855 MAIL : healthtech@cellspect.com 担当 : 営業部 営業企画課

バンドー化学株式会社

伸縮性ひずみセンサ C-STRETCH®

提案する技術・素材の内容（本質）

のびのびセンサ「C-STRETCH®」は柔軟性に優れたエラストマーとナノカーボンからなる静電容量式のストレッチセンサです。センサの伸び（面積の変化）に比例して、静電容量が直線的に変化します。



- 伸縮による、面積、電極間距離など直線的な変化により出力が決まる
- 耐久性が長く、温度による変化が小さい

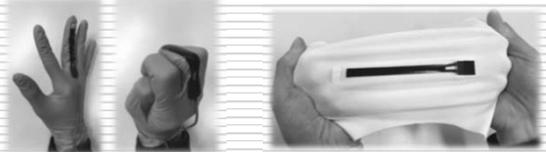
BANDO BANDO CHEMICAL INDUSTRIES, LTD.

1

提案する技術・素材の内容（他に優る点）

製品の特徴

- ✓ 優れた柔軟性 非常にやわらかく本来の動きを妨げません
- ✓ 大きな伸びが計測できる
- ✓ 高精度 静電容量式のため精度が高く、再現性が良い
- ✓ 優れた応答性 速い動きの計測が可能です



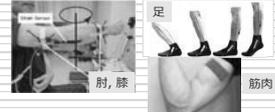
BANDO BANDO CHEMICAL INDUSTRIES, LTD.

2

提案する技術・素材の応用

計測事例のご紹介

関節角度(可動域)



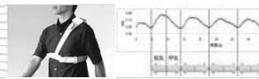
装着型モーションキャプチャー



柔軟物用のひずみゲージ



呼吸数・胸部運動



嚥下(飲み込み)



操作インターフェース



BANDO BANDO CHEMICAL INDUSTRIES, LTD.

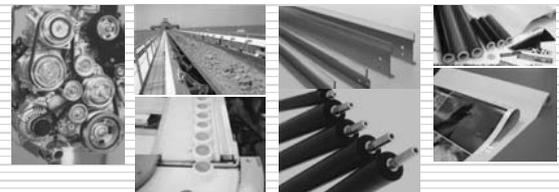
3

<企業／機関の情報-1>

バンドー化学 株式会社

神戸に本社を持つ、ゴム・樹脂製品メーカー

創業 1906年(明治39年)4月14日
売上高 90,247百万円(連結・2020年3月期)
従業員 4,116名(連結・2020年3月期)

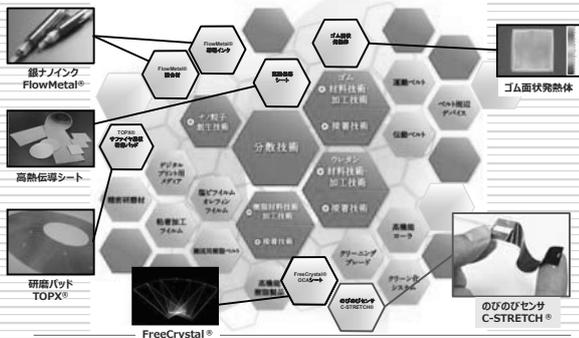


BANDO BANDO CHEMICAL INDUSTRIES, LTD.

4

<企業／機関の情報-2>

コア技術を活用した新製品開発



BANDO BANDO CHEMICAL INDUSTRIES, LTD.

5

<企業／機関の情報-3>

医療分野への関わり

神戸大学との共同研究

- ・医学部保健学研究科...呼吸計測、嚥下計測、関節計測、重度障害者支援機器
- ・システム情報学研究科...センサ評価技術、信号処理

医療機器の製造販売業、製造業

バンドー化学グループ会社

Aimedic MMT 株式会社 Aimedic MMT

事業内容：整形外科向けのインプラント、手術用器械などを提供。
骨折治療やスポーツ整形の製品の扱い。

BANDO BANDO CHEMICAL INDUSTRIES, LTD.

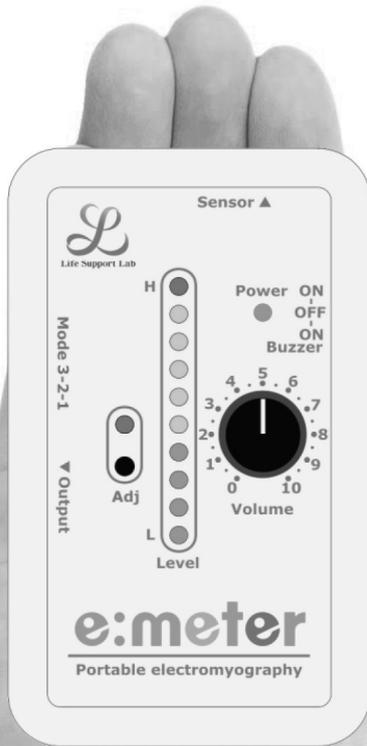
6

【お問い合わせ先】 バンドー化学株式会社 新事業推進センター 営業部
TEL: 本社(078)304-2024 東京支店(03)6369-2102
E-mail: c_stretch@bandogrp.com
https://marketing.bandogrp.com/C-STRETCH_LP.html

筋活動の大きさを **光** で伝えます！

e:meter

イーメーター



商品名：イーメーター
115×69×19.5mm

**e:METER（イーメーター）は
単4形電池2本で動く
ポータブル筋電計です**

- **表面筋電位の大きさをLEDで表示**
直感的に表面筋電位の強弱を知ることができます
- **スイッチ出力端子搭載**
LED点灯に応じてスイッチ出力可能
意思伝達装置等のスイッチに使えます
- **USB出力端子搭載**
LED表示データをパソコンに出力可能
表面筋電位の変化を記録できます

e:METER（イーメーター）は、多様にお使いいただけます

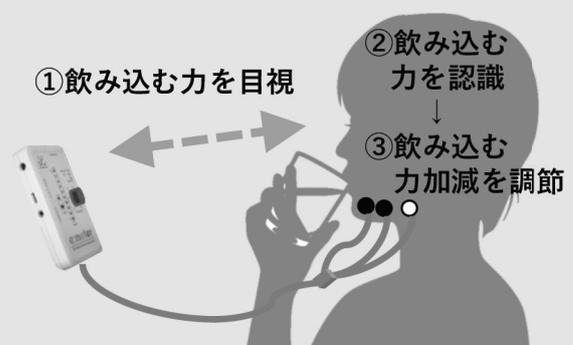
表面筋電位の観察



表面筋電位を測りたい部位に電極を貼ります
e:METERが表示した値はPCに保存できます

電極例：生体用ゴム電極Sottoコネクタ（NOK株式会社）

筋電バイオフィードバック訓練



電極を貼って、ケーブル接続して、電源オン
くり返し訓練により、飲み込む力を維持改善



株式会社ライフサポート研究所

〒025-0054 岩手県花巻市下北万丁目18-1
TEL 0198-41-4850 FAX 0198-24-9408



日本顎口腔機能学会 第 64 回学術大会
プログラム・事前抄録集

発行日： 2020 年 12 月 5 日

編集・発行： 〒020-8551 岩手県盛岡市上田 4-3-5
岩手大学大学院 総合科学研究科 バイオ・ロボティクス分野内
日本顎口腔機能学会 第 64 回学術大会 準備委員会