

日本歯科医学会認定分科会

日本顎口腔機能学会
第 66 回学術大会

66th Scientific Meeting of the Japanese Society of
Stomatognathic Function

プログラム・事前抄録集

Program and Abstracts

令和 3 年 12 月 4 日(土), 5 日(日)
December 4-5, 2021

主管 広島大学大学院 医系科学研究科
先端歯科補綴学

大会長 津賀 一弘

準備委員長 森 隆浩

日本顎口腔機能学会 第 66 回学術大会のご案内

日本顎口腔機能学会第 66 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 3 年 12 月 4 日（土）、5 日（日）
会場：Zoom によるオンライン開催
大会長：津賀 一弘
連絡先：734-8553 広島県広島市南区霞一丁目 2 番 3 号
広島大学大学院 医系科学研究科 先端歯科補綴学内
日本顎口腔機能学会第 66 回学術大会準備委員会
E-mail: the66thjssf@gmail.com
TEL: 082-257-5677

【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、学部学生は無料です。
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「広島太郎_広島大学」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66回学術大会プログラム

【1日目 令和3年12月4日(土)】

9:10 開会の辞 大会長 津賀 一弘

9:20～10:50 セッションⅠ 座長 吉川 峰加(広島大学)

1. 超微量粘度計を用いた残留唾液の粘度測定:安静時唾液による予備的検討

○内ヶ崎一徹¹⁾, 田中恭恵¹⁾, 水上雅史²⁾, 栗原和枝²⁾, 服部佳功¹⁾

1) 東北大学大学院歯学研究科リハビリテーション歯学講座加齢歯科学分野

2) 東北大学未来科学技術共同研究センター

2. 持続的な味刺激による唾液分泌量の経時変化に関する研究

○山田蘭子¹⁾, 杉本 皓¹⁾, 田中祐貴¹⁾, 北川佳祐¹⁾, 古寺寛志¹⁾, 足立れいみ¹⁾, 才本大稀²⁾, 小室奈央²⁾, 谷地 開²⁾, 桑原実穂¹⁾, 萬田陽介¹⁾, 兒玉直紀¹⁾, 吉田竜介³⁾, 皆木省吾¹⁾

1) 岡山大学学術研究院医歯薬学域口腔顎顔面機能再生制御学講座咬合・有床義歯補綴学分野

2) 岡山大学歯学部

3) 岡山大学学術研究院医歯薬学域口腔顎顔面機能再生制御学講座口腔生理学分野

3. 唾液分泌量の低下が咀嚼嚥下運動に与える影響

○後藤理恵¹⁾, 落合勇人¹⁾, Sirima Kulvanich¹⁾, 辻村恭憲¹⁾, 真柄 仁¹⁾, 竹井 亮²⁾, 高橋 肇²⁾, 井上 誠¹⁾

1) 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

2) 亀田製菓株式会社 お米総合研究所 シーズ開発チーム

11:00～12:00 特別講演 座長 津賀 一弘(広島大学)

「広島発、糖尿病医療の明日へ！」

米田 真康 先生

広島大学大学院医系科学研究科 糖尿病・生活習慣病予防医学 寄附講座教授

昼 休

14:00～14:30 セッションⅡ 座長 鈴木 善貴 先生(徳島大学)

4. 顎関節症患者における運動解析 -全運動軸に関する検討-

○伊藤崇弘, 重本修伺, 佐野吏香, 木原琢也, 井川知子, 平林里大, 重田優子, 平井真也, 小川 匠

鶴見大学歯学部クラウンブリッジ補綴学講座

14:30～16:00 セッションⅢ 座長 真柄 仁 先生 (新潟大学)

5. 頭頸部深層屈曲筋力が嚥下機能に及ぼす影響

○三浦寛貴^{1,2)}, 村上小夏¹⁾, 浅見和哉¹⁾, 藤澤政紀¹⁾

1) 明海大学歯学部機能保存回復学講座クラウンブリッジ補綴学分野

2) 川越リハビリテーション病院 リハビリテーション部

6. 成人男性被験者における頭位が嚥下音に与える影響

○山上祐美¹⁾, 榎本崇宏²⁾, 鈴木善貴³⁾, 新開瑞希³⁾, 松香芳三³⁾

1) 徳島大学大学院創成科学研究科理工学専攻

2) 徳島大学大学院社会産業理工学研究部理工学域

3) 徳島大学大学院医歯薬学研究部顎機能咬合再建学分野

7. 電子聴診システムによる嚥下強度定量化の試み (中間報告)

○向井明里¹⁾, 清水慶隆¹⁾, 高橋珠世²⁾, 吉川峰加³⁾, 大下慎一郎⁴⁾, 佐伯 昇⁵⁾,
貞森拓磨⁴⁾, 志馬伸朗⁴⁾, 津賀一弘³⁾

1) 広島大学大学院医系科学研究科 歯科麻酔学

2) 広島大学病院口腔再建外科 (歯科麻酔科)

3) 広島大学大学院医系科学研究科 先端歯科補綴学

4) 広島大学大学院医系科学研究科 救急集中治療医学

5) 広島大学大学院医系科学研究科 麻酔蘇生学

【2日目 令和3年12月5日(日)】

9:00～10:30 セッションⅣ 座長 加藤 隆史 先生 (大阪大学)

8. ラットの離乳後における咀嚼動態の変化

○山田雅治^{1,2)}, 片桐綾乃¹⁾, 増田裕次³⁾, 豊田博紀¹⁾, 丹羽 均²⁾, 加藤隆史¹⁾

1) 大阪大学大学院歯学研究科口腔生理学教室

2) 大阪大学大学院歯学研究科歯科麻酔学教室

3) 松本歯科大学総合歯科医学研究所顎口腔機能制御学部門

9. 筋電図ならびに顎運動軌跡の記録を用いた食塊形成/移送過程の評価

○笹 杏奈, 羽尾直仁, 真柄 仁, 辻村恭憲, 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

10. グミゼリー咀嚼時の舌運動と顎運動経路

○佐藤理加子¹⁾, 兒玉匠平¹⁾, 設楽仁子²⁾, 大川純平¹⁾, 堀 一浩¹⁾, 小野高裕¹⁾

1) 新潟大学大学院医歯学総合研究科包括歯科補綴学分野

2) 新潟大学大学院医歯学総合研究科組織再建口腔外科分野

10:40～11:40 第64回学術大会優秀賞受賞者学術企画シンポジウム

企画・座長 劉 宇曦 先生（岩手大学）、古寺 寛志 先生（岡山大学）

「Extended Reality 技術と CAD/CAM 技術を口腔顎顔面手術に応用する」

菅原 圭亮 先生

東京歯科大学口腔病態外科学講座 准教授

11:40～11:50 第65回学術大会優秀賞受賞者挨拶 佐々木 颯真 先生（岩手大学）

吉永 司 先生（豊橋技術科学大学）

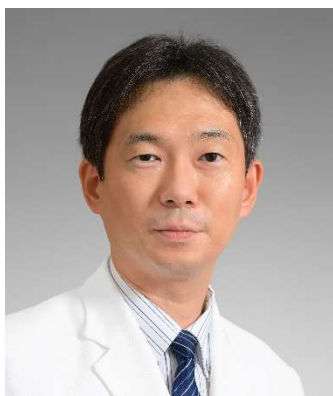
11:50 閉会の辞 次期大会長 増田 裕次 先生（松本歯科大学）

【MEMO】

特別講演

「広島発、糖尿病医療の明日へ！」

広島大学大学院医系科学研究科 糖尿病・生活習慣病予防医学 米田真康



【現職】

広島大学大学院医系科学研究科 糖尿病・生活習慣病予防医学 寄附講座教授
広島大学病院 内分泌・糖尿病内科 診療科長

【学歴・職歴】

平成 11 年 広島大学医学部医学科 卒業
平成 11 年 広島大学医学部附属病院（現 広島大学病院）内科研修医
平成 13 年 中国労災病院 内科（代謝内分泌科）医師
平成 16 年 広島大学大学院医歯薬学総合研究科 分子内科学
平成 20 年 同研究科修了 博士（医学）修得
平成 20 年 広島大学大学院 探索医科学講座 医化学 助教
平成 21 年 国立病院機構 東広島医療センター 内科（内分泌科）
平成 23 年 広島大学大学院 病態制御医科学 分子内科学 特任助教
平成 26 年 広島大学病院 内分泌・糖尿病内科 講師
平成 28 年 広島大学病院 内分泌・糖尿病内科 診療科長
平成 30 年 広島大学大学院 糖尿病・生活習慣病予防医学 寄附講座教授

【資格】

日本内科学会認定内科医・総合内科専門医・中国支部評議員
日本糖尿病学会専門医・研修指導医・学術評議員・中国四国支部幹事
日本動脈硬化学会評議員，日本肥満学会評議員
広島県糖尿病療養指導士認定機構理事，広島県医師会糖尿病対策推進会議幹事，
広島県地域保健対策協議会糖尿病対策専門委員会委員長

【所属学会】

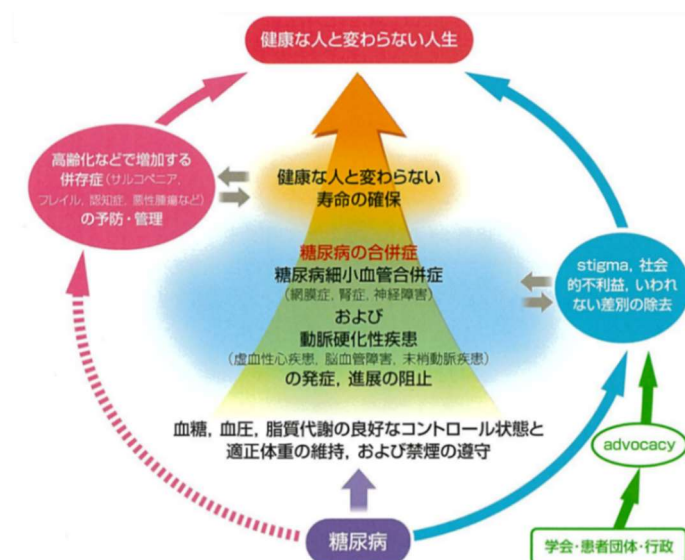
日本内科学会, 日本糖尿病学会, 日本糖尿病合併症学会, 日本糖尿病・妊娠学会, 日本内分泌学会, 日本動脈硬化学会, 日本肥満学会, 日本病態栄養学会, the Asian Association for the Study of Diabetes (AASD), the European Association for the Study of Diabetes (EASD), the American Diabetes Association (ADA)

【抄録】

糖尿病治療の目標は「健康な人と変わらない人生」を送ることであり、「健康な人と変わらない寿命の確保」が必要である。そのためには、糖尿病の合併症や高齢化で増加する併存症の発症を予防し、進展を防止することが重要である。

糖尿病の合併症のなかで、血管合併症以外として「歯周病」は今では広く認識されており、糖尿病の血糖コントロールと歯周病の状態は密接に関連していることが知られている。各地域において「糖尿病医科・歯科連携」が推進され、糖尿病と歯周病の早期発見と早期治療に取り組む医師会・歯科医師会や自治体が増えている。また、高齢化で増加する併存症として、サルコペニアやフレイルがあるが、「口腔機能低下症」も注目されている。糖尿病と口腔機能との関連について、最近の報告や広島大学の成績を解説する。

続いて、糖尿病内科医や糖尿病療養指導士といった糖尿病専門のスタッフが不足している医療過疎地域では、糖尿病患者に質の高い糖尿病治療が十分には提供できていない。広島大学では広島県からの助成を受け「ひろしま DM ステーション」を設置し、中山間地域の医療機関と IoT や ICT を活用した医療情報ネットワークシステムを構築している。医療過疎地域の糖尿病患者に遠隔による生活指導を実施し、食事療法や運動療法を提供することで、地域の医療機関の糖尿病治療をサポートしている。この2年の「ひろしま DM ステーション」の取り組みについてご紹介したい。



日本糖尿病学会 編・著・糖尿病治療ガイド 2020-2021

第 66 回学術大会 優秀賞受賞者企画

シンポジウム

「XR の現在点と未来展望 ～顎口腔機能分野への応用～」

【企画趣旨】

歯科医療におけるデジタルデンティストリーの進歩は目まぐるしい。今回我々はテーマを考えるにあたり、デジタルデンティストリーという新たな視点から顎口腔機能分野への応用ができないかと考えた。その際、我々のなかで話題に上がったのが XR である。XR とは、「VR」「AR」「MR」などの総称のことであり、ゲームにおいてはスマホアプリにもあるポケモン GO などにも技術の一部が用いられている。また、COVID-19 により外出自粛が求められる現在、国や企業によるリモートワークの推奨に対する VR オフィスの導入、気軽に観光地に行けない人のための AR を用いたエア花見や VR 観光など、距離という制限にとらわれない働き方や人との関わり方の変化にも XR は関与している。

日常のみならず、医療や教育、リハビリテーションでの活用など XR の利用は多岐にわたる。米国では遠隔地にいる専門医が現地の執刀医と視界を共有し、AR を使って患者の切開箇所などを指示し、現地にいる執刀医はそれをもとに手術を行うという技術活用も始まっている。日本でも、VR Japan、コニカミノルタジャパン、ドコモの 3 社が遠隔医療教育を視野に入れた実証実験に成功し、遠隔医療への AR/VR の導入は私達の身近なところまで来ている。

今回は東京歯科大学口腔病態外科学講座の菅原圭亮先生にご登壇いただき、先生の研究内容や実際に行った MR 手術支援の経験をもとに、XR を用いた歯科医療の現在点、そして将来展望についてご講演いただく。実際に MR 手術支援を行ったことのある先生にしかわからないような現時点での MR 技術の限界や行く末などを伺える貴重な機会であり、非常に興味深く感じている。本企画で XR と顎口腔機能との間に活発な議論が成され、少しでも歯科医療の前進に貢献できれば幸いである。

【企画者】

劉 宇曦 (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)

第 64 回大会受賞テーマ

『前頸部表面筋電位信号を用いた舌骨の運動推定』

古寺 寛志 (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)

第 64 回大会受賞テーマ

『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』



Extended Reality 技術と CAD/CAM 技術を口腔顎顔面手術に応用する

菅原 圭亮 (すがはら けいすけ)

東京歯科大学口腔病態外科学講座 准教授

【略 歴】

2004 年 東京歯科大学卒業,
2004 年～2008 年 (独) 放射線医学総合研究所 (現 国立研究開発法人 量子科学技術研究開発機構) 客員協力研究員,
2008 年 東京歯科大学大学院修了 (歯学博士),
2009 年 東京歯科大学口腔外科学講座 助教,
2015 年 東京歯科大学口腔病態外科学講座 講師,
2017 年～2019 年 東京歯科大学短期大学 准教授 (兼任),
2021 年 東京歯科大学口腔病態外科学講座 准教授 (現在)
2021 年 7 月～ 学命によりドイツ連邦共和国ミュンヘン工科大学口腔顎顔面外科学講座 (Prof. K-D Wolff) に留学

【資 格】

(公社) 日本口腔外科学会 専門医・指導医, 国際口腔顎顔面外科専門医 (FIBSCOMS),
(NPO 法人) 日本口腔科学会 認定医・指導医, ICD 制度協議会インフェクションコントロールドクター

【関連文献】

1. **Sugahara K**, et al: Novel condylar repositioning method for 3D-printed models. *Maxillofacial Plastic Reconstruction Surgery*. 2018 Mar 5. doi: 10.1186/s40902-018-0143-7. Best Paper Award 2018 受賞
2. Koyachi M, **Sugahara K**, et al: Accuracy of Le Fort I osteotomy with combined computer-aided design/computer-aided manufacturing technology and mixed reality. *International Journal of Oral and Maxillofacial Surgery*, 50(6):782-790, 2021.
3. **Sugahara K**, Koyachi M, et al: Mixed Reality and Three-Dimensional Printed Models for resection of maxillary tumor. *Quantitative Imaging in Medicine and Surgery*, 11(5):2187-2194, 2021.
4. **菅原圭亮**, 片倉 朗: 口腔顎顔面領域におけるデジタルファブリケーション～ 3D プリンタ・Mixed Reality 技術の応用～ 日本歯科医師会雑誌, 72(9), 31-39, 2019 年
5. 西井 康, 高木多加志, **菅原圭亮**: 外科的矯正治療の進歩と未来～患者中心の高い精度と安定した治療結果を目指して～ 日本歯科医師会雑誌, 73(8), 33-43, 2020 年

【要 旨】

世界は”Society 5.0”と呼ばれ、情報通信技術、IoT、人工知能、ビッグデータなどの発展により新しい時代へ転換している。さらに 2020 年初頭からの新型コロナウイルスの世界的な感染拡大によって様々な分野でのデジタル化は拡がり、働き方そのものに変化を与え、そのスピードは今まで以上に加速している。歯科医療分野でも 10 年前には限られた施設でのみ使用されていた機器・技術が歯科診療所に当然の如く導入、使用されるようになった。また、厚生労働省は医療分野の情報化を推進しており、地域医療の充実の観点から遠隔医療は重要と位置付けている。

2013 年より本学に「FabLab TDC (Fabrication Laboratory Tokyo Dental College)」が開設され、その施設の中には手術シミュレーションソフト、インクジェット方式 3D プリンタ、光学スキャナなどが設置され CT などの 3D データをアウトプットし、基礎系、臨床系問わず様々な研究分野および教育の現場で活用している。補綴分野においては、3 次元造形によって作製した義歯床粘膜面の適合性について精度検証を進めている。口腔外科では、CAD/CAM 技術を用いて実体模型や口腔顎顔面外科手術への 3D デバイスの作製・開発・臨床応用を行っている。2017 年からはヘッドマウントディスプレイである Microsoft 社 HoloLens を用いて術中の患者へ VR を投影し、Le Fort I 型骨切術における上顎骨移動および術野の血管、腫瘍、埋伏歯を描出し、様々な手術で術中に応用している。さらに VR 技術搭載型ヘッドマウントディスプレイ (Oculus Quest) を同時に複数台で、患者 CT データから作製した 3 次元ホログラムを仮想空間で共有するシステムを用い、若手歯科医師・歯学部学生の教育に応用している。それ以外にも 2020 年 11 月から Microsoft 社の Remote assist を用い、HoloLens2 で術野を遠隔地の矯正歯科医と共有し、双方向のコミュニケーションによる Doctor to Doctor や Doctor to Patient with Doctor の遠隔医療を行っている。このような New Normal は今後さらなる応用が期待できる。本講演では、Extended Reality 技術と CAD/CAM 技術を用いた高精度な口腔顎顔面外科手術や遠隔医療、歯科での今後の発展に関して述べていきたい。

一般口演

超微量粘度計を用いた残留唾液の粘度測定: 安静時唾液による予備的検討

Viscometry study on residual saliva using the ultra micro-volume viscometer: A preliminary survey on resting saliva

○内ヶ崎一徹¹⁾, 田中恭恵¹⁾, 水上雅史²⁾, 栗原和枝²⁾, 服部佳功¹⁾

Ittetsu Uchigasaki¹⁾, Yasue Tanaka¹⁾, Masashi Mizukami²⁾, Kazue Kurihara²⁾, Yoshinori Hattori¹⁾

1) 東北大学大学院歯学研究科リハビリテーション歯学講座加齢歯科学分野

2) 東北大学未来科学技術共同研究センター

1) Division of Aging and Geriatric Dentistry, Tohoku University Graduate School of Dentistry

2) New Industry Creation Hatchery Center (NICHe), Tohoku University

I. 目的

嚥下後に口腔に残留する唾液と定義される残留唾液は、部位により厚さの異なる薄膜として口腔粘膜を被覆する。膜の最薄部は硬口蓋前部で、健常者の平均膜厚は10 μm を下回り、安静時唾液分泌速度が計測限界以下の重度ドライマウス患者では平均 $3.4 \pm 2.4 \mu\text{m}$ と報じられている¹⁾。

残留唾液は、口腔粘膜の保湿や保護作用に加え、口あたりなどの食感の形成や、食塊移送時の食塊-粘膜間の潤滑に関与し、これらの作用にムチンなどの成分タンパク質がもたらす粘性に関与することから、唾液の粘性は唾液機能を検討するうえで重要な評価項目である。

一方、口腔には両側3対の大唾液腺に加え、各部の小唾液腺が開口し、それぞれが成分や粘度の異なる唾液を分泌することから、残留唾液の粘度は口腔粘膜上の部位間で異なると推察されるが、この点を明らかにした検討は渉猟した範囲で未だ行われていない。

著者らは、口腔粘膜各部の残留唾液の粘度を測定し、唾液粘度の口腔内分布とその機能的意義を検討することを企図した。また、非ニュートン流体に適したコーンプレート型粘度計では測定に要する量の唾液試料採取が困難であることから、東北大学未来科学技術共同研究センターにて新規開発された超微量粘度計を用いることとした。

本検討の目的は、残留唾液試料の採取から粘度測定に至る一連の測定方法の確立である。

II. 方法

1. 唾液の粘度測定

1) 超微量粘度計²⁾

残留唾液の粘度測定には、微量試料に対応した粘度計を要する。開発された超微量粘度計の試料の最小量は5 μL であり、これは膜厚が3 μm の場合、直径15 mm弱の粘膜上の残留唾液量に相当することから、重度ドライマウス症例にも応用可能な仕様である。

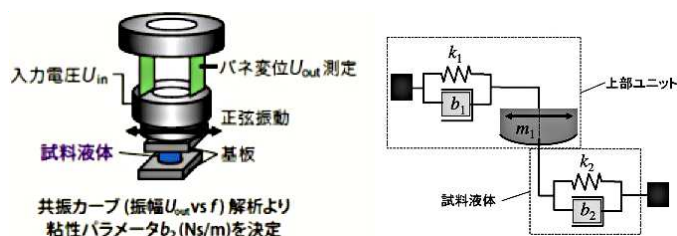
共振ずり測定法³⁾を応用した本粘度計は、共振カーブ機械解析モデル(図1)に基づき、測定した共振カーブへのモデルフィッティングにより粘性パラメータ b_2 を求める。試料5 μL 、基板間距離10 μm の条件で、3種の粘度計校正用標準液(JS 2.5, JS 5, JS 10, 日本グリース)を用いて得た検量線を図2に示す。

2) 唾液試料

残留唾液は、3本のマイクロブラシ(マイクロアプリーケーター, レギュラー, $\phi 2.0 \text{ mm}$, Ciメディカル)をパラフィルム(Parafilm M Laboratory Film, Bemis)で固定して作製した採取器具を用いて口腔粘膜上から採取し、マイクロチューブ(Protein LoBind, 2.0 mL, Eppendorf)内での遠心分離(7,000 rpm, 4 min, Centrifuge MiniSpin, Eppendorf)により回収し、同時に浮遊する細胞片などと分離して、上清を粘度測定用の唾液試料とした。

2. 安静時唾液の粘度測定

残留唾液の粘度測定に先立ち、既に粘度の測定結果が報じられている安静時唾液の粘度測定を



$$\left| \frac{U_{out}}{U_{in}} \right|_{AS} = C \sqrt{\frac{1}{((k_1 + k_2) - m_1 \omega^2)^2 + (b_1 + b_2)^2 \omega^2}}$$

図1 共振カーブ機械解析モデル

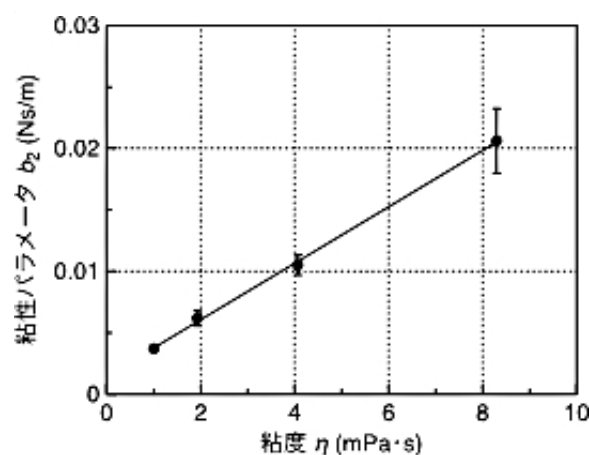


図2 超微量粘度計の検量線

マイクロブラシ使用有無の2条件で実施した。安静時唾液は健康成人1名より採取した。なお本検討は東北大学大学院歯学研究科倫理委員会の承認を得た(2021年9月15日付, 非採番)。

唾液採取1時間前から水以外の飲食物の摂取や喫煙を禁じた被検者に、水で10秒間含嗽させ、5分間の安静の後、3分間の吐出法により、容器(ラボランPS透明スピッチ 10mL, アズワン)に安静時唾液を採取した。

採取した唾液より100 μ Lをマイクロチューブ(同上)に分注し、同条件の遠心分離を行い、上清5 μ Lの粘度を測定した。次に、マイクロチューブ内の唾液をマイクロブラシにて採取し、別のマイクロチューブ内で遠心分離し、得られた上清5 μ Lの粘度を測定した。以上を、同一の採取唾液について5回反復実施した。2条件の測定結果の比較により、マイクロブラシによる唾液採取法の妥当性を検討した。粘度測定時の剪断速度は240~250 s^{-1} 、室温は22.5 $^{\circ}C$ であった。粘度測定は、唾液採取後3時間30分以内に完了した。

III. 結果及び考察

マイクロブラシ非使用時の安静時唾液の平均粘度は4.03 \pm 1.59 mPa·sで、1.22~5.03 mPa·sに分布した。安静時唾液は、大・小唾液腺が分泌する、成分や粘度の異なる分泌液の混合物であり、それらが均一に混和されないまま貯留していることが、測定値が変動する原因であると推察された。

安静時唾液3 mLの粘度を、コーンプレート型粘度計にて、本検討と同等の剪断速度225 s^{-1} で測定

した先行研究⁴⁾は、みかけ粘度を概ね1.8 mPa·sと報じ、同量の安静時唾液を回転粘度計にて剪断速度94.5 s^{-1} で測定した別の研究⁵⁾は2~3 mPa·sと報じている。唾液は擬塑性流体であり、本検討の結果は先行研究に比べてやや高値であると考えられる。

本検討では、3本のマイクロブラシを用いて唾液25.92 μ Lが採取され、遠心分離により97 wt%がマイクロチューブに回収された。粘度は平均2.30 \pm 0.71 mPa·sで、マイクロブラシの使用により平均1.73 \pm 1.08 mPa·sの粘度低下が生じた。粘度低下の原因として、マイクロブラシと唾液成分との結合など複数の要因が考慮されたことから、今後それらの影響の検討を行い、測定方法の確定を期する予定である。

IV. 文献

- 1) Lee SK, *et al.* Analysis of residual saliva and minor salivary gland secretions in patients with dry mouth. *Arch Oral Biol* 2002; **47**: 637-641.
- 2) http://www.tagen.tohoku.ac.jp/labo/kurihara/data/activity_report/超微量粘度計.pdf
- 3) Dushkin C, *et al.* Nanotribology of thin liquid-crystal films studied by the shear force resonance method. *Colloids Surf A: Physicochem Eng Asp* 1997;**129-130**: 131-139.
- 4) Park MS, *et al.* Viscosity and wettability of carboxy-methylcellulose (CMC) solutions and artificial saliva. *J Oral Med Pain* 2007; **32**: 365-373.
- 5) Vissink A, *et al.* Rheological properties of saliva substitutes containing mucin, carboxymethylcellulose or polyethylenoxide. *J Oral Pathol* 1984; **13**: 22-28.

持続的な味刺激による唾液分泌量の経時変化に関する研究

A study of changes in saliva production over time on continuous taste stimulation

山田蘭子¹⁾, 杉本皓¹⁾, 田中祐貴¹⁾, 北川佳祐¹⁾, 古寺寛志¹⁾, 足立れいみ¹⁾, 才本大稀²⁾,
小室奈央²⁾, 谷地開²⁾, 桑原実穂¹⁾, 萬田陽介¹⁾, 兒玉直紀¹⁾, 吉田竜介³⁾, 皆木省吾¹⁾
Yamada R¹⁾, Sugimoto H¹⁾, Tanaka Y¹⁾, Kitagawa K¹⁾, Furutera H¹⁾, Adachi R¹⁾, Saimoto D²⁾,
Komuro N²⁾, Taniji H²⁾, Kuwahara M¹⁾, Manda Y¹⁾, Kodama N¹⁾, Yoshida R³⁾, Minagi S¹⁾
1) 岡山大学学術研究院医歯薬学域口腔顎顔面機能再生制御学講座咬合・有床義歯補綴学分野, 2) 岡
山大学歯学部, 3) 岡山大学学術研究院医歯薬学域口腔顎顔面機能再生制御学講座口腔生理学分野
1) Department of Occlusal and Oral Functional Rehabilitation, Okayama University, 2) Dental
School, Okayama University, 3) Department of Oral Physiology, Okayama University

I. 目的

味覚刺激により唾液分泌量が増加することは国内外で多数報告されており¹⁾²⁾, 口腔乾燥症に対して想定し得る臨床的対応の一つとして味覚刺激の利用が考えられる。しかし, 味物質が長時間口腔内に存在することによって, 唾液分泌がどのような影響を受けるかは明らかとなっていない。そこで本研究は, 長時間の味覚刺激が唾液分泌量に与える影響を評価することを目的とした。

II. 方法

被験者

被験者は, 顎口腔系に特筆すべき異常のない健康成人 10 名 (男性 6 名, 女性 4 名, 平均 24.8 歳) とした。化学療法および放射線療法の既往がある者, 口腔乾燥症治療薬を服用している者, 亜鉛欠乏症, サクソンテストで唾液流出量が 2g 以下の者は除外した。本研究は, 岡山大学研究倫理審査専門委員会の承認 (臨 2108-004) を得て行った。

試験溶液

市販飲料水 (自然の恵み 天然水 LDC) に各々スクラロース (試薬特級), アスパルテーム (試薬特級), アセスルファムカリウム (試薬特級) を加えて溶液を作製した。甘味溶液の濃度は予

備実験を行い, 各溶液の甘味強度が同程度となるように調整した。なお, スクラロース溶液は濃度の異なる二種類の溶液を使用した。各種試験味溶液は, 以下の濃度に調整した。

- ・アスパルテーム 1g/dl
- ・アセスルファムカリウム 1.688g/dl
- ・スクラロース 0.884g/dl, 1.769g/dl

溶液供給装置

下記図 1 に示す装置を用いて, 試験味溶液を口腔内に供給した。装置は, マイクロポンプ (アクアテックマイクロポンプ RP-Q1), 溶液タンク (中央化学 タレビン), シリコンチューブ, アプライアンスで構成されている。アプライアンスは印象採得された各被験者の上顎歯列模型に, 加圧成型器にてポリエステルシート (デュランプラス 0.5mm) を圧接し作製した。上顎アプライアンスの右側第一大臼歯頬側面に開口するよう固定したシリコンチューブから, 各溶液を 0.04ml/min で持続的に口腔内に供給した。

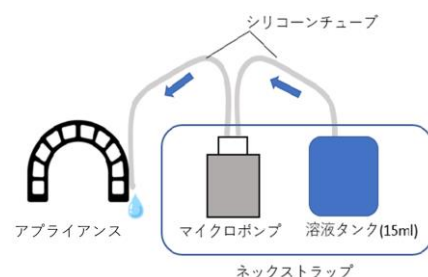


図 1 溶液供給装置

測定時はマイクロポンプと溶液タンクが設置されたネックストラップを頸部に固定し、椅子に深く腰掛けた座位の状態で行った。

唾液収集方法

吸引装置(ラボヘルパー LH-930 東京エム・アイ商会)を使用し、唾液吸引を行った。開口させたまま 15 秒おきに口腔前庭および舌下部に貯留した唾液を吸引し、計 2 分間の回収量を唾液分泌量として記録した。

測定

被験者ごとに、週に一回、同時刻に一種類の味溶液に対する唾液分泌量を測定し、4 週間ですべての試験味溶液について唾液分泌量を記録した。

各試験では、まず飲料水を 10 分間口腔内に供給し、最後の 2 分間における唾液分泌量を記録した(コントロール)。その後、試験味溶液の供給を開始し、供給開始から 10 分、30 分、60 分、120 分経過前の 2 分間における唾液分泌量を記録した。唾液収集時に、Visual Analogue Scale(VAS)により主観的な味強度を評価した。VAS は 0 を「味がしない」、100 を「今まで経験した中で一番甘い」として記録した。

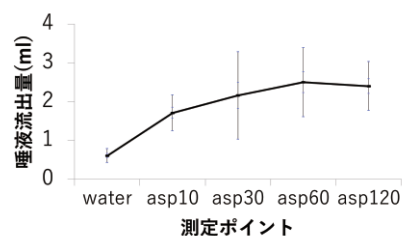
統計解析

試験溶液ごとに経時的な唾液分泌量、および VAS による味強度の変化量を比較した。統計解析は、一元配置分散分析および事後検定として Tukey 法を用い、有意水準は 5% とした。

III. 結果及び考察

全ての試験味溶液において、水刺激時と比較して唾液分泌量の増加傾向を認めた。また、全ての試験味溶液で、溶液供給後 10 分、30 分、60 分、120 分後の唾液分泌量に有意な差は認めなかった。従って、持続的な味覚刺激による唾液分泌量の増加は長時間維持される傾向があることが示唆された(図 3)。また、VAS においても経時的に主観的な味強度は維持される傾向があった(図 4)。このことから持続的な味覚刺激では、味覚閾値が上昇しない可能性が示唆された。Kusakabe ら³⁾は、間歇的な味覚刺激によって一過性の唾液分泌量の有意な増加を認

めたと報告している。本研究では、持続的な味覚刺激によって長時間にわたり唾液分泌量の増加が維持された。このことから、持続的な味覚刺激が持続的な唾液分泌の増加を誘発する一手法として応用できる可能性が示唆された。



asp:アスパルテーム

図 3 唾液流出量の一例(アスパルテーム)

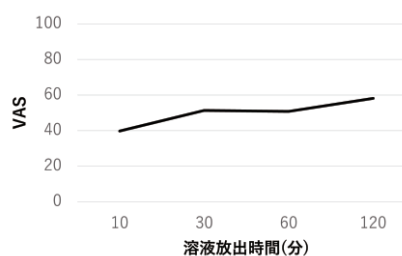


図 4 VAS の一例 (アスパルテーム)

IV. 文献

- 1) Satoh-Kuriwada S, Shoji N, Miyake H, Watanabe C, Sasano T. Effects and Mechanisms of Tastants on the Gustatory-Salivary Reflex in Human Minor Salivary Glands. *Biomed Res Int* 2018 ; 31: 38470-75.
- 2) Mizuhashi F, Koide K, Toya S. Effectiveness of oral moisturizing gel and flavor on oral moisture and saliva volume: A clinical study. *J Prosthet Dent* 2021; 125: 767-771.
- 3) Kusakabe Y, Shindo Y, Kawai T, Maeda-Yamamoto M, Wada Y. Relationships between the response of the sweet taste receptor, salivation toward sweeteners, and sweetness intensity. *Food Sci Nutr* 2020; 9: 719-727.

唾液分泌量の低下が咀嚼嚥下運動に与える影響

Effect of decreased saliva secretion on masticatory and swallowing movements

○後藤 理恵¹⁾, 落合 勇人¹⁾, Sirima Kulvanich¹⁾, 辻村 恭憲¹⁾,
真柄 仁¹⁾, 竹井 亮²⁾, 高橋 肇²⁾, 井上 誠¹⁾
Rie Goto¹⁾, Yuto Ochiai¹⁾, Sirima Kulvanich¹⁾, Takanori Tsujimura¹⁾,
Jin Magara¹⁾, Ryo Takei²⁾, Hajime Takahashi²⁾, Makoto Inoue¹⁾

¹⁾ 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

²⁾ 亀田製菓株式会社 お米総合研究所 シーズ開発チーム

1) Division of Dysphagia Rehabilitation, Niigata University Graduate School of
Medical and Dental Sciences

2) Rice Research Institute, KAMEDA SEIKA CO., LTD.

I. 目的

咀嚼時には、閉口筋による食物粉碎に加えて、顎口腔顔面領域の多くの感覚運動機能の発揮により食塊形成が行われる。我々は以前、食塊の水分値や吸水性が口腔内の湿潤性を変えることで咀嚼運動に影響を与える可能性があることを報告した¹⁾。すなわち、吸水性が高い食品は口腔内の唾液を奪うことで湿潤性を低下させ、食塊形成時の運動負荷を上げるというものであった。本研究では、健常成人男性を対象として、疑似的にもたらされた口腔乾燥状態が咀嚼時の食塊形成にどのような影響を与えるかについて調べた。

II. 方法

1. 対象

健常成人男性 15 名 (平均年齢 31.2±6.2 歳)

2. 被験食

米菓として、亀田製菓株式会社製ハッピーターン (Happy) , Happy 素焼き (non oil), Happy パウダーなし (oil), ハイハイン (Haihain), 米飯とし

てサトウ食品株式会社製米飯の 5 種類を用意し、Haihain 以外の米菓はいずれも 3 g, Haihain は Haapy の容量に合わせて 1.2g, 米飯は 8g とした。

3. 生体記録

表面電極を用いた左右側咬筋, 左右側舌骨上筋群, 左側舌骨下筋群の筋電図記録および、外鼻孔に留置したサーモセンサを用いた鼻呼吸に伴う温度変化を同時記録した。

4. 唾液分泌量測定

ワッテ法にて 30 秒間の安静時唾液量を計測した。

5. 実験プロトコル

被験者には一時間前より絶飲食の指示をし、実験は全て午後の時間帯に実施した。

各電極装着後、初めに最大開口と最大噛みしめ動作各 3 秒間の記録, 安静時の呼吸 5 サイクルの波形記録, 唾液分泌量測定を行なった。この後、ランダムに提供した各被験食の自由摂取記録を行った。

その後、安静時呼吸波形, 唾液分泌量を再度測定し、硫酸アトロピン 1.0 mg (富士フィルム和光純薬株式会社) を内服した。硫酸アトロピンの効果を確認するために、内服後 10 分ごとに唾液分泌量の測定を 60 分後まで継続した。また、最大開口と最大噛みしめ動作各 3 秒間の記録 (内服 60 分後)、安

静時の呼吸 5 サイクルの波形記録（内服 30, 60 分後）も数回の記録を行った。

硫酸アトロピン内服 30 分経過後に、再度、各被験食の自由摂取記録を行った。

6. 解析

記録から得られたデータは波形解析用ソフト（LabChart 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。

III. 結果および考察

1. 唾液分泌量, 最大筋活動, 呼吸運動

硫酸アトロピン投与 60 分後には唾液分泌抑制が最大となった（図 1）。また、硫酸アトロピン内服前後で、最大筋活動量, 呼吸運動には違いを認めなかった。

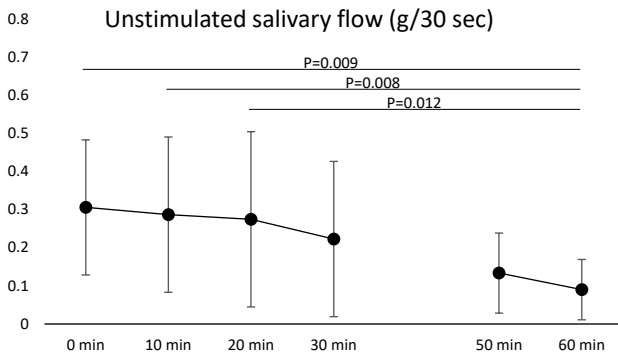


図 1. 唾液分泌量の変化. 横軸は内服後の時間を示す. 40 分後は咀嚼記録中のために測定できなかった。

2. 硫酸アトロピン投与による咀嚼運動への影響

食品全てを摂取し終えるまでの総摂取時間については、Happy 以外で有意に延長した（図 2）。

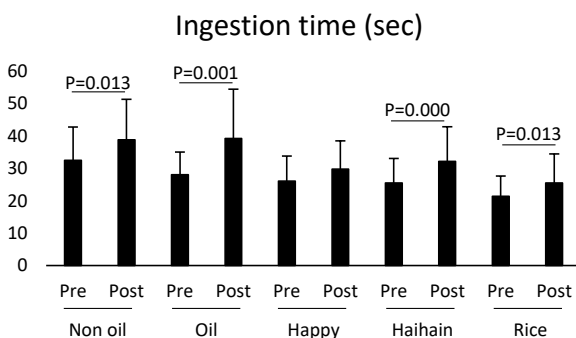


図 2. 内服前後 (Pre, Post) の総摂取時間の比較。

初回嚥下までの動作を比較したところ、Happy 以

Chewing rate (chew/sec)

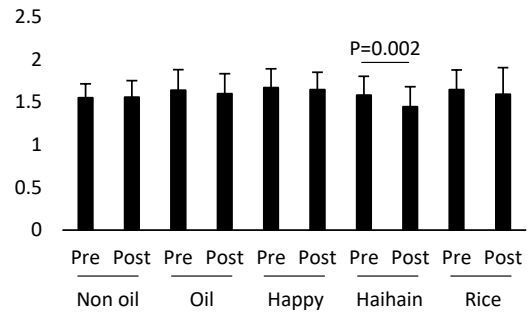


図 3. 内服前後 (Pre, Post) の咀嚼スピードの比較。

外の食品では、咀嚼時間が延長し、咀嚼回数が増加したのに加えて、Haihain では咀嚼スピードが減少した（図 3）。

3. 咀嚼筋活動への影響

硫酸アトロピンの影響が咀嚼時のいずれの時期に影響を受けたのかを明らかにするために、咀嚼時間を三分割して、前期、中期、後期ごとに投与前後で比較したところ、Happy では硫酸アトロピン投与の影響をほぼ受けていないのに対して、Haihain では、咀嚼中期より舌骨上筋群活動が有意に上昇し、それとともに咀嚼サイクル時間も延長した（図 4）。

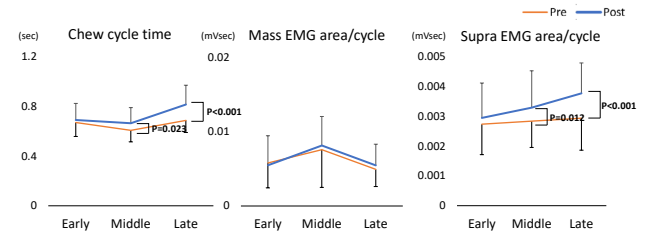


図 4. Haihain における硫酸アトロピン内服による咀嚼前・中・後期活動の変化. 中期から後期にかけて咀嚼サイクル時間 (Chew cycle time) および舌骨上筋群活動 (Supra EMG area/cycle) が延長/増加しているが、咬筋活動 (Mass) には変化なし。

味や油分を含まないという Haihain の特性が咀嚼時に唾液分泌抑制の影響を強く受けたことは、今後、唾液分泌機能が低下した高齢者などへの食品提供を考える上で貴重な情報といえる。

IV. 文献

1) Takei et al: Physiol Behav. 2020 Oct 15;225:113102.

顎関節症患者における運動解析 -全運動軸に関する検討-

Investigation of the kinematic axis in the patients with TMD

○伊藤崇弘, 重本修伺, 佐野吏香, 木原琢也, 井川知子,
平林里大, 重田優子, 平井真也, 小川 匠

○Ito T, Shigemoto S, Sano R, Kihara T, Ikawa T,
Hirabayashi R, Shigeta Y, Hirai S, Ogawa T

鶴見大学歯学部クラウンブリッジ補綴学講座

Department of Fixed Prosthodontics, Tsurumi University School of Dental Medicine

I. 目的

全運動軸(Kinematic Axis: KA)は, 矢状面内のすべての運動に対する回転軸である. KA は歯のガイドの影響を受けず臨床的にも基準となる顎頭間軸であるが, 顎機能異常者においては算出できない場合があることを第 61 回学術大会にて報告した¹⁾. 本研究では, 顎関節円板転位の有無と KA 算出の可否について検討を行ったので報告する.

II. 方法

1. 被験者

2016 年 4 月から 2021 年 7 月までの期間に鶴見大学歯学部附属病院補綴科を受診し, 顎運動測定検査および MRI 検査を行った 51 名から, 顎関節円板障害を認めないが開口制限のある 4 名(咀嚼筋腱・腱膜過形成症等)を除外した 47 名(男性 2 名, 女性 45 名, 59.1 ± 10.7 歳)を被験者とした. 同病院歯科放射線科の MRI 診断に基づいて顎関節円板転位なし, および復位性円板転位を非転位群, 非復位性円板転位を転位群とし, 被験者を両側非転位群(18 名), 片側転位群(14 名), 両側転位群(15 名)の 3 群に分類した.

2. 顎運動測定

顎運動測定には磁気ベクトル空間方式顎運動測定器²⁾を用いた. 被験運動は矢状面内限界運動とし, サンプル周波数 100 Hz で, 計

3 回測定した. 基準座標系は上顎切歯点(IN), 左右第一大臼歯中心窩(L6, R6)で定義される上顎咬合平面座標系($O_u-x_u y_u z_u$)とした(図 1).

3. 運動軸の探索方法

Shigemoto³⁾の方法に準じて自動で KA を算出した. まず Bonwill 三角($\triangle IN-P_2-P_{12}$)の一边を 100mm, Balkwill 角を 20° とし, 初期顎頭間軸(直線 P_2-P_{12})上に 10mm 間隔で 13 点(P_1-P_{13})を設定した(図 1). それぞれの点をとる矢状面 $V_m(m=1-13)$ 内で全運動軸点 $KAP_m(m=1-13)$ を算出した. 求めた 13 個の KAP の 3 次元近似直線を KA とした.

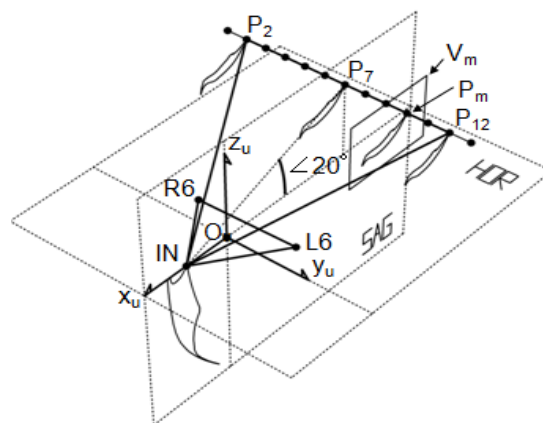


図 1 基準座標系および初期顎頭間軸

4. 解析項目

KA の算出の可否を判定するために各 KAP と KA との距離の RMS 値 ($Drms$) を算出した. 3 回の被験運動よりそれぞれ算出された $Drms$ の中央値を各被験者の代表値とした. $Drms$ が小

さい程,すべてのKAPがKAの近傍にあり直線状に分布することを表している。

5. 統計処理

統計解析にはEZRを使用し危険率は5%未満とした。なお3群間(両側非転位群,片側転位群,両側転位群)の比較にはKruskal-Wallis検定とBonferroni補正のMann-Whitney検定を用いた。

III. 結果及び考察

我々の先行研究からKAが算出可能な顎機能健全者のDrmsは3.0mm以下¹⁾であり,Drmsは顎運動障害の診断指標になり得ると考えられる。図2に示すように両側非転位群では,すべての被験者のDrmsが1.0mm以下で,KAが算出可能であった。一方,片側転位群では,14名中4名(28.6%),両側転位群では,15名中8名(53.3%)においてDrmsが3.0mm以上でKAは算出できなかった。両側非転位群,片側転位群,および両側転位群のDrmsの中央値(最小-最大)は,それぞれ0.20mm(0.04-0.76mm),1.49mm(0.20-16.37mm),5.30mm(0.07-19.13mm)であった(図3)。両側非転位群のDrmsは他の2群と比較して有意に小さかった(*p<0.05)。

今回の研究結果に限って言えば,MRI診断で顎関節円板転位なし,あるいは復位性円板転位と診断された場合は,顎運動障害は認めないと診断できる。しかし,片側あるいは両側で非復位性転位と診断された場合は,両側非転位群と比較してDrmsは有意に大きかったが,一部の被験者ではKAが算出できた。顎運動障害などの臨床症状は,復位性より非復位性で強く発現するとされるが,非復位性症例が必ずしも顎運動障害を発症するとは限らない。画像検査に加えて顎運動検査を実施することは,形態だけでなく機能も併せて診断するために必要であると考えられる。本研究では顎運動について,KAの算出の可否のみで判定しているが,術前,術後の顎運動検査を実施し,運動の左右差や運動範囲,またそれらの変化など他の要素を併せて判定することで顎関節症の正確な診断に繋がると期待できる。

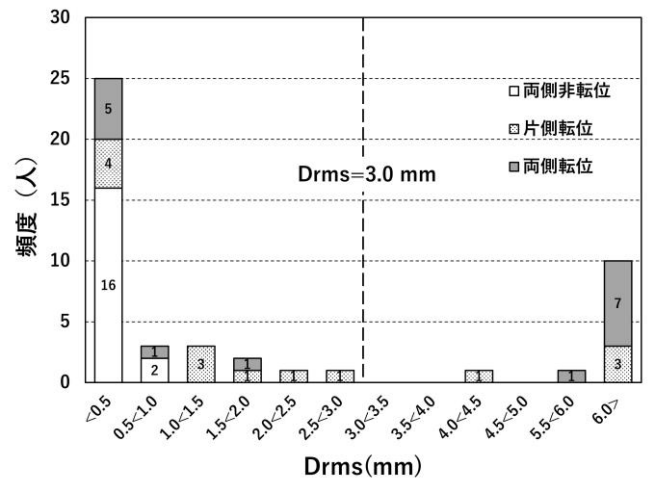


図2 KAのDrmsの分布

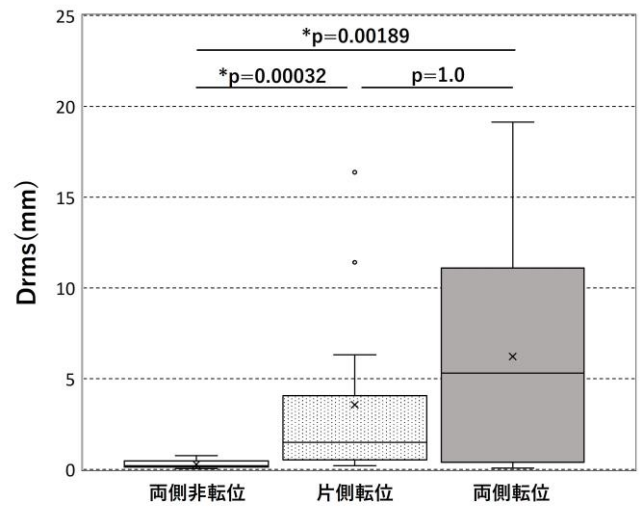


図3 関節円板の転位とDrms

P値はBonferroniの補正によって修正

IV. 文献

- 1) 伊藤崇弘他,顎機能異常者における運動論的基準軸の検討.顎機能誌2019;25(2)108-109
- 2) 重本修伺他,顎口腔機能情報を活用する次世代歯科用CAD/CAMシステムの構築-顎運動測定装置の開発と応用-.顎機能誌2018;25(1)44-45.
- 3) Shigemoto S, et al. Effect of an exclusion range of jaw movement data from the intercuspal position on the estimation of the kinematic axis point. Medical Engineering and Physics 2014;36(9)1162-1167.

頭頸部深層屈曲筋力が嚥下機能に及ぼす影響

Effects of deep cervical flexor muscle strength on swallowing function

○三浦 寛貴^{1,2)}, 村上 小夏¹⁾, 浅見 和哉¹⁾, 藤澤 政紀¹⁾

Hiroki Miura^{1,2)}, Konatsu Murakami¹⁾, Kazuya Asami¹⁾, Masanori Fujisawa¹⁾

1)明海大学歯学部機能保存回復学講座クラウンブリッジ補綴学分野

2)川越リハビリテーション病院 リハビリテーション部

1)Division of Fixed Prosthodontics, Department of Restorative & Biomaterials
Sciences, Meikai University School of Dentistry

2)Department of Rehabilitation, Kawagoe Rehabilitation Hospital

I. 目的

嚥下障害にとって頸部屈曲筋力は重要な因子であり, Wakabayashi ら¹⁾は頭部挙上力と誤嚥に関連があることを報告している. 頸部屈曲筋力の計測は背臥位からの頭部挙上運動を行うが, これは舌骨上筋群の他に前斜角筋, 胸鎖乳突筋, 腹直筋などの活動が大きくなることから, 筋力低下を起こしている筋の同定が難しく, 嚥下機能に関連した頸部屈曲筋の計測が困難であるというデメリットを含有していると考えられる. そこで本研究では, 前斜角筋, 胸鎖乳突筋の活動を抑制させ頭頸部深層屈曲筋の評価が可能である頭頸部屈曲筋テスト (Craniocervical Flexion Test: CCFT) を用いて頸部筋力と嚥下機能の関連を探ることで, 嚥下障害の評価に有用となる可能性を検討した.

II. 方法

対象は川越リハビリテーション病院に入院した意思疎通が可能な 65 歳以上の高齢者 60 名とした. 除外基準は, 現在頸部痛を有する, 現在気管切開をしている, 視覚障害を有する, 頸部障害の既往を有する, ラテックスアレルギーを有する, 神経難病の既往を

有する, ジスキネジアがある, 以上のいずれかに該当する場合とした. 倫理的配慮として本研究は明海大学歯学部倫理委員会 (11000689 - A2008) および川越リハビリテーション病院倫理審査委員会 (20-01) の承認を得て実施した.

研究デザインは回復期リハビリテーション病棟入院患者を対象とした CCFT と嚥下機能の関連を調査する横断研究である.

診療録より疾患名 (整形外科疾患, 脳血管疾患, 廃用症候群), 性別, 年齢, Body Mass Index (BMI), Functional Independence Measure (FIM) などの基本情報を収集した. 身体計測および身体機能計測として, 反復唾液嚥下テスト (Repetitive saliva swallowing test: RSST), 最大舌圧, 下腿周径, 握力, GS グレード, 頸部伸展可動域, 円背指数, CCFT を測定した. CCFT は Jul1 ら²⁾の報告に従って実施した. 対象者にはプラットフォーム上で圧バイオフィードバックセンサ (スタビライザー社製) を頸部後面に設置した背臥位姿勢をとらせた. 検査者は圧バイオフィードバックのマニシュートを基準の 20mmHg まで上昇させ, 続いて対象者に「うなずくように頭を動かす」よう指示し, 22, 24, 26, 28, 30mmHg のいずれかのうち, 到達可能で 10 秒間の保持が可能であった圧の最大値 (Activation Pressure Score: APS) を測定した. また RSST が 3 回以上可能であった者を嚥下機能正常群, 3 回未満であった者を嚥下機能低下

群と群分けした。

統計解析はEZRを使用した。各群の単変量解析にはFisherの直接確率法、t検定を適宜実施した。また多変量解析として、RSSTを目的変数としたロジスティック回帰分析を実施した。有意水準は5%とした。

Ⅲ. 結果及び考察

嚥下機能正常群は31名、嚥下機能低下群は29名であった。群間の単変量解析において、嚥下機能低下群の握力およびAPSに有意な低下を認めた ($p = 0.003$) (Table. 1)。ロジスティック回帰分析の結果、握力(オッズ比: 1.14, 95%信頼区間(95%CI): 1.02~1.27, $p = 0.02$) およびAPS(オッズ比: 1.53, 95%CI: 1.18~2.00, $p = 0.001$)が選択された (Table. 2)。

Table. 1 嚥下機能正常群と嚥下機能低下群の単変量解析

	正常群 (n = 31)	低下群 (n = 29)	p値
疾患割合 (整/脳/廃)	20 / 8 / 3	15 / 8 / 6	0.45
性別(女/男)	20 / 11	20 / 9	0.79
年齢(歳)	80.3±6.5	80.2±6.6	0.93
BMI (kg/m ²)	21.9±2.9	20.3±4.0	0.09
FIM(点)	64.5±18.1	59.9±21.8	0.38
下腿周径 (cm)	31.3±2.9	29.6±4.0	0.07
握力(kg)	20.7±6.9	15.3±6.2	0.003
舌圧(KPa)	27.2±7.1	24.3±7.9	0.16
GSグレード (正/異)	28/3	22 / 7	0.18
頸部伸展 可動域(°)	37.1±12.4	41.0±12.2	0.22
円背指数	5.8±3.7	6.9±3.8	0.29
APS(mmHg)	7.0±2.4	4.4±2.2	0.00005

Table. 2 RSSTを目的変数としたロジスティック回帰分析

	オッズ比	95%CI	p値
切片	0.01	0.0005 - 0.21	0.003
握力	1.14	1.02 - 1.27	0.02
舌圧	0.99	0.91 - 1.1	0.90
APS	1.53	1.18 - 2.00	0.001

これまで嚥下機能と頸部屈曲筋力の関連が報告されてきたが、頭部挙上運動は舌骨上筋群以外の多くの筋活動が認められることから、どの筋が嚥下に影響しているのかが不明であった。CCFTは頭頸部深層屈曲筋の評価であり、頭頸部深層屈曲筋は頸椎を安定させ嚥下関連筋の活動を賦活させる³⁾ことから、嚥下機能には頭頸部深層屈曲筋の影響が大きいことが示唆された。

Ⅳ. 文献

- 1)Wakabayashi H, Sashika H, Matsumoto M. Head lifting strength is associated with dysphagia and malnutrition in frail older adults. Geriatr Gerontol 2015; 15; 410-416
- 2)GA Jull, SP O' Leary, DL Falla. Clinical assessment of the deep cervical flexor muscles: The craniocervical flexion test. J Manipulative Physio Ther 2008; 31; 525-533
- 3)HS Woo, SH Park, MY Jung, et al. The effects of cranio-cervical flexion on activation of swallowing-related muscles. J Oral Rehabil 2012; 39; 805-811

成人男性被験者における頭位が嚥下音に与える影響

Effect of Head Position on Swallowing Sound in Healthy Male Subjects

○山上祐美¹⁾, 榎本崇宏²⁾, 鈴木善貴³⁾, 新開瑞希³⁾, 松香芳三³⁾

Yumi Yamagami¹⁾, Takahiro Emoto²⁾, Yoshitaka Suzuki³⁾, Mizuki Shinkai³⁾,
Yoshizo Matsuka³⁾

¹⁾徳島大学大学院創成科学研究科理工学専攻,

²⁾徳島大学大学院社会産業理工学研究部理工学域,

³⁾徳島大学大学院医歯薬学研究部顎機能咬合再建学分野

¹⁾Graduate School of Advanced Technology and Science, Tokushima University,

²⁾Graduate School of Technology, Industrial and Social Sciences, Tokushima University,

³⁾Department of Stomatognathic Function and Occlusal Reconstruction,
Institute of Biomedical Sciences, Clinical Dentistry, Tokushima University Graduate School

I. 目的

摂食嚥下障害を評価する方法として嚥下造影検査 (VF:videofluoroscopic examination of swallowing) 及び嚥下内視鏡検査 (VE:videoendoscopic examination of swallowing) がある¹⁾。しかし、これらは高価な計測装置や高度な専門技術が必要であり、患者への身体的負担もある^{2),3)}ことから、大多数をスクリーニングし、嚥下障害の早期発見を行うことは現実的ではなく、簡便・安価で患者に負担の少ない嚥下動態評価法の開発が必要である。

簡便な摂食嚥下機能の評価法の一つに嚥下音に基づく顎部聴診法が挙げられるが、評価者の主観や経験に依るところが大きい⁴⁾。近年、嚥下音の自動解析をもとに、摂食嚥下障害の評価を行う研究⁵⁾が報告されているが、スクリーニング法としては更なる検討が必要とされている。Hondaらは、嚥下音の持続時間と顎位との関係について、正面を向いた姿勢と顎引き姿勢で常温水5 mLを嚥下した際、顎引き姿勢で第I音が有意に減少し、第II音が有意に延長したと報告しており⁶⁾、嚥下音の解析を行う場合、顎位といった交絡因子の影響を考慮する必要がある。同様に、頭位を変化させた場合においても、咽頭形状に影響を与えることが報告されている^{7),8)}ことから、頭頸部の姿勢によって嚥下音の音響特性が変化すると仮説を立てることができる。そこで、本研究では、中間位、頭位屈曲、頭位伸展の3種類の頭位の嚥下音の音響特徴量への影響を調査することを目的とした。

II. 方法

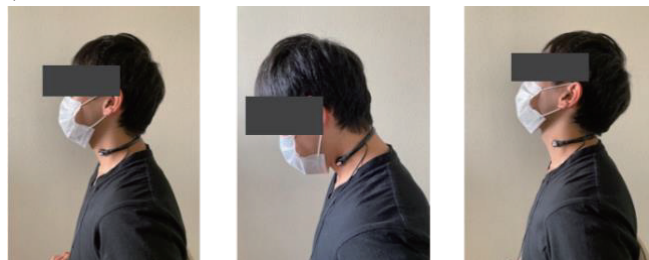
1. 対象

10名の健常成人男性被験者(平均 27.70±9.62歳)

を対象とした。なお、本研究に際し、事前に徳島大学大学院社会産業理工学研究部理工学域及び生物産業学域研究倫理委員会の承認を得た上で実験を行なった。

2. 嚥下音の録音

嚥下音の録音には、咽喉マイクロフォン (SH-12kJL, 南豆無線電機)、プリアンプ (AT-AM2, Audio-Technica)、そして、マルチトラックレコーダー (R16, ZOOM) を使用した。咽喉マイクロフォンを被験者の喉頭隆起付近に取り付け、実験中の頭位は、(a)中間位を基準とし、(b)45° 下方を向く頭位屈曲、(c)45° 上方を向く頭位伸展の3通りの姿勢を設定した。また、コロナウイルス感染症対策のため、被験者はマスク着用のまま空嚥下を行い、全ての頭位で3回ずつ録音した。



(a) 中間位 (b) 頭位屈曲 (c) 頭位伸展

図1 設定された頭位

3. 嚥下音の前処理

嚥下音はサンプリング周波数 44100Hz、デジタル分解能 16bit でデジタル化された。咽喉マイクロフォンで録音した嚥下音には、ノイズの混入がみられたため、観測した音声信号からノイズ部分のスペクトルの平均値を推定し、雑音を含む音声信号から差し引くことでノイズを取り除き、嚥下音のみを抽出

表 1 各頭位で獲得された嚥下音の音響特徴量

音響特徴量	頭位屈曲	中間位	頭位伸展
持続時間 [s]	0.60±0.06	0.57±0.08	0.66±0.12
ピーク強度比	249.04±115.05	181.07±94.23	170.89±135.20
SNR [dB]	35.61±5.38	32.82±6.62	32.69±6.42
スペクトル重心	56.20±2.44*	55.48±3.48*	58.50±3.99

*2 標本 t 検定により算出された有意差 $p < 0.05$

した。その後、音声再生ソフトウェア (Audacity 2.3.3, Audacity team) を用いて、視聴をもとに嚥下音の始点及び終点を同定し、解析の対象となる区間をラベリングした。嚥下音の周波数は 750Hz 以上で、かつ主要成分が 3000~3500Hz である⁹⁾ため、本研究では、特定の周波数帯の音声を抽出するバンドパスフィルタを適用し、解析する周波数範囲を 500~6000Hz に限定してラベリングした嚥下音のフィルタ処理を行った。このようにして獲得した嚥下音から、時間領域の音響特徴量として、持続時間、ピーク強度比及び信号対雑音比 (SNR: Signal-to-Noise Ratio) を、さらに周波数領域の音響特徴量として、スペクトル重心を算出した。ピーク強度比と SNR は、嚥下音の大きさを評価する指標であり、スペクトル重心は、嚥下音の周波数成分の偏りを評価する指標で、数値が大きいほど、その音には高周波成分が含まれている。なお、特徴量の算出は、Matlab R2019a (MathWorks) を用いて行った。

4. 統計解析

各頭位における嚥下音の音響特性の比較を、2 標本 t 検定を用いて行なった。有意水準は、 p 値で 0.05 未満とした。

III. 結果及び考察

表 1 に各頭位で獲得された嚥下音の音響特徴量を示す。有意差が認められたのは、頭位伸展のスペクトル重心のみで、中間位、頭位屈曲に比べて、高周波成分が有意に増加した。時間領域に関しては、どの音響特徴量も有意差が認められなかった。また、持続時間及びピーク強度比に関しては、平均値に対して標準偏差が大きく、特に頭位の上昇に伴い、標準偏差が増加する傾向が見られた。これは、口腔内の唾液量が被験者に依存して嚥下音の大きさが被験者によって異なることや頭位屈曲では嚥下しづらく、再現性のある嚥下音が獲得されなかった可能性がある。

これらの結果から、嚥下音の周波数領域の音響特徴量は、頭位の変化の影響も受けることが示唆され、一方で頭位との関係を示すための指標として有効に寄与すると期待できる。しかし、前述したように、嚥下音の音響特性は、頭位や顎位のほか、個人の唾液の分泌量も影響を受ける可能性があるため、嚥下音の音響解析をする場合、ボータスの形状を被

験者間で統一し、嚥下音を特定する明確な定義を定めて、個人の嚥下音の再現性を担保できる実験条件のもと行う必要があると考える。

IV. 文献

- 1) Ozaki K, Kagaya H, Yokoyama M, et al. The risk of penetration or aspiration during video fluoroscopic examination of swallowing varies depending on food types. *Tohoku J Exp Med* 2010; 220: 41-46.
- 2) Swan K, Cordier R, Brown T, et al. Psychometric Properties of Visuoperceptual Measures of Video fluoroscopic and Fiber-Endoscopic Evaluations of Swallowing: A Systematic Review. *Dysphagia* 2019; 34:2-33.
- 3) Horiguchi S, Suzuki Y. Screening tests in evaluating swallowing function. *Jpn Med Assoc J* 2011; 54(1): 31-34.
- 4) 大野木宏彰. ”もっと” 嚥下の見える化を評価しよう！頸部聴診法トレーニング. 大阪府: 株式会社メディカ出版; 2017, 57-58.
- 5) Jayatilake D, Ueno T, Teramoto Y, et al. Smartphone-Based Real-time Assessment of Swallowing Ability From the Swallowing Sound. *IEEE Trans Biomed Engineer Health Med* 2015; 3: 1-10.
- 6) Honda T, Baba T, Fujimoto K, et al. Characterization of Swallowing Sound: Preliminary Investigation of Normal Subjects. *Plos one* 2016; 11(12): e0168187.
- 7) Leigh JH, Oh BM, Seo HG, et al. Influence of the Chin-Down and Chin-Tuck Maneuver on the Swallowing Kinematics of Health Adults. *Dysphasia* 2015; 30: 89-98.
- 8) Antunes EB, Lunet N. Effects of the head lift exercise on the swallow function: a systematic review. *Gerodontology* 2012; 29: 247-257.
- 9) Yagi N, Nagami S, Lin M, et al. A noninvasive swallowing measurement system using a combination of respiratory flow, swallowing sound, and laryngeal motion. *Med Bio Eng Comput* 2017; 55: 1001-1017.

電子聴診システムによる嚥下強度定量化の試み（中間報告）

Trial of quantify for swallowing strength using an electronic stethoscope (An interim Report)

○向井明里¹⁾, 清水慶隆¹⁾, 高橋珠世²⁾, 吉川峰加³⁾, 大下慎一郎⁴⁾, 佐伯 昇⁵⁾,
貞森拓磨⁴⁾, 志馬伸朗⁴⁾, 津賀一弘³⁾
Akari Mukai¹⁾, Yoshitaka Shimizu¹⁾, Tamayo Takahashi²⁾, Mineka Yoshikawa³⁾,
Shinichiro Ohshimo⁴⁾, Noboru Saeki⁵⁾, Takuma Sadamori⁴⁾, Nobuaki Shime⁴⁾,
Kazuhiro Tsuga³⁾

1) 広島大学大学院医系科学研究科 歯科麻酔学

2) 広島大学病院口腔再建外科（歯科麻酔科）

3) 広島大学大学院医系科学研究科 先端歯科補綴学

4) 広島大学大学院医系科学研究科 救急集中治療医学

5) 広島大学大学院医系科学研究科 麻酔蘇生学

1) Department of Dental Anesthesiology, Graduate School of Biomedical and Health Sciences, Hiroshima University

2) Department of Oral and Maxillofacial Surgery and Oral Medicine (Dental Anesthesiology), Hiroshima University Hospital

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

4) Department of Emergency and Critical Care Medicine, Graduate School of Biomedical and Health Sciences, Hiroshima University

5) Department of Anesthesiology and Critical Care, Graduate School of Biomedical and Health Sciences, Hiroshima University

I. 目的

の測定を行った。

嚥下障害を有する患者のケアは、多職種が連携して行う必要があるため、生活環境で嚥下機能を簡便かつ正確に評価し、その情報を共有できれば、嚥下障害の早期介入を可能にし、誤嚥性肺炎による入院や死亡リスクの軽減に繋がる可能性がある。

しかし、現状の嚥下スクリーニングテストである反復唾液嚥下テストや改訂水飲みテスト（MWST）は主観的要素が大きく、検査者間のばらつきが大きい。また、嚥下造影や嚥下内視鏡検査は侵襲的かつ専門性が高く、嚥下機能の日常的な観察ツールとはなりにくい。

そこで、本研究では、電子聴診と人工知能（AI）を活用した音響解析技術により、MWSTの際に生じる水の流入音（以下流入音）を指数化するシステムを開発し、その有効性について検証した。

なお、本研究は、広島大学倫理審査委員会の承認を得ている（承認番号 E-1599-1）。

II. 方法

22-32 歳の健康成人ボランティア 37 名（表 1）を対象に MWST を行い、流入音および舌圧

表 1

	被験者数	年齢	身長 (cm)	体重 (kg)
男性	23	24.7±2.3	172.9±5.1	65.8±9.6
女性	14	23.8±2.7	161.2±4.5	51.2±3.9
全体	37	24.4±2.0	168.5±7.5	60.3±10.6

平均値±SD

1. 電子聴診

流入音の取得にはパイオニア（株）製電子聴診器（MSS-U11C）を使用した。同聴診器は患者の皮膚に接触させた聴診部のセンサー（センサー中央部に圧センサーを有する）から生体音を取得し、取得した生体音データを Bluetooth® 経由でタブレット端末に転送され、タブレット端末に搭載した専用アプリケーションで音響解析を行うシステムである（図 1）。

2. 聴診方法

被検者に水 3 ml を口腔内に保持させ、嚥下を指示し、胸骨上端中央の皮膚に電子聴診器を押し当てて集音を開始し（図 2）、嚥下終了後に聴診部を被検者から離し、集音を停止した。

この手順を3回繰り返した。胸骨上端は解剖学的指標として明瞭であり、平らで聴診器の聴診部を密着させやすく、嚥下運動時もほとんど動かないため、胸骨上端を集音部位とした。

3. 流入音の指数化

流入音の指数化は、水を嚥下する際に生じる断続音を人工知能による解析(AI解析)し、その断続音を指数化した(以下 INDEX)。

図 1



図 2



4. 舌圧測定

舌圧の測定には舌圧測定器 (TPM-02, JMS) を使用した。被検者に舌圧プローブのバルーンを舌尖で口蓋腭壁に最大限の力で7秒間押し続けることを指示し、その間に出力した圧の最大値を最大舌圧とし、計3回の測定を行った。

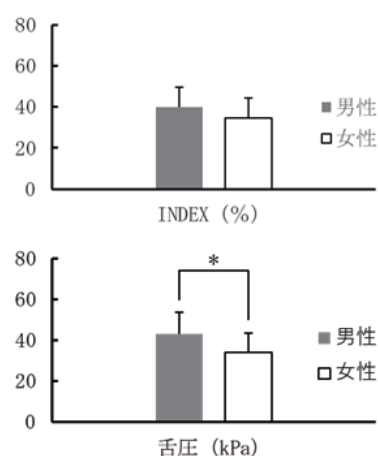
III. 結果および考察

被検者全体の INDEX の平均値は $37.9 \pm 10.2\%$ であり、男性は $40.1 \pm 9.7\%$ 、女性は $34.5 \pm 9.9\%$ であった ($P=0.11$, Student's t-test)。被検者全体の舌圧の平均値は 39.7 ± 10.9 kPa であり、男性は 43.1 ± 10.3 kPa、女性は 34.1 ± 9.5 kPa であった ($P=0.01$, Student's t-test) (図 3)。

頸部聴診時に聴取される嚥下音は、解剖学的な要因で発生する音と嚥下対象物が流入する音が複雑音として一塊となって聴取される。また、水分嚥下時のインターバルは平均1秒未満と短く、嚥下音の聴感による診断には高い専門

性が必要で、頸部聴診を嚥下スクリーニング評価として利用するためには、何らかの自動診断システムが必要である¹⁾。

図 3 INDEX と舌圧の平均値



そこで、われわれは、現状の嚥下スクリーニング評価で行われている MWST で嚥下強度を定量化する方策として、嚥下音の中から水の流入音のみを抽出・定量化し、頸部聴診で簡便に嚥下スクリーニングを行うためのシステムを開発し、すでに 10 ml と 20 ml の水飲みでの定量化を実現している²⁾。

本研究では、MWST (水分量 3 ml) を想定したボランティア研究を実施し、舌圧との関連性を確認することができた。

さらに、本研究で使用した電子聴診器は水泡音や喘音の解析機能も搭載されているため、MWST の際に同時観察が必要なむせや湿性嘔声の解析が可能であり、頸部聴診による嚥下評価スクリーニングの重要なツールとなる可能性が示唆された。

IV. 謝辞

本研究にご協力をいただいたパイオニア(株)の清水勇治様、大久保英幸様に深く感謝申し上げます。

V. 文献

- 1) Watanabe S, Oh-Shige H, Oh-Iwa I et al. Reconsideration of three screening tests for dysphagia in patients with cerebrovascular disease performed by non-expert examiners. *Odontology* 2020; 108:117-123.
- 2) 大植香菜, 清水慶隆, 鈴木一真ほか. 電子聴診器と AI 解析診断システムを用いた嚥下機能評価の試み. *臨床モニター* 2020; 31: 97.

ラットの離乳後における咀嚼動態の変化

Long-term changes of mastication after weaning in rats

○山田雅治^{1,2)}, 片桐綾乃¹⁾, 増田裕次³⁾, 豊田博紀¹⁾, 丹羽均²⁾, 加藤隆史¹⁾

Masaharu Yamada^{1,2)}, Ayano Katagiri¹⁾, Yuji Masuda³⁾, Hiroki Toyoda¹⁾,

Hitoshi Niwa²⁾, Takafumi Kato¹⁾

¹⁾大阪大学大学院歯学研究科口腔生理学教室, ²⁾大阪大学大学院歯学研究科歯科麻酔学教室,

³⁾ 松本歯科大学総合歯科医学研究所顎口腔機能制御学部門

¹⁾Department of Oral Physiology, Graduate School of Dentistry, Osaka University

²⁾Department of Dental Anesthesiology, Graduate School of Dentistry, Osaka University

³⁾Division of Oral and Maxillofacial Biology, Institute for Oral Science, Matsumoto

Dental University

I. 目的

咀嚼は口腔内に摂取した食物を切断・破砕し、嚥下に適した大きさの食塊を形成するリズムカルな筋の協調運動である。ヒトにおいては、離乳期から乳歯列期にかけて咀嚼時の咀嚼筋活動が成人と同等まで成熟するという報告¹⁾があり、離乳直後の期間は咀嚼運動を獲得・完成するための重要な期間であると考えられる。

離乳後の咀嚼運動の経日的変化については、ウサギの日中咀嚼筋活動を経日的に解析した報告²⁾や、ラットの離乳前後に摂食時の咀嚼筋活動を横断的に解析した研究³⁾はあるものの、この期間の咀嚼運動の動態変化に関する研究は極めて少ない。また、咀嚼運動パターンの個体間差を考慮すると、幼齢動物における咀嚼運動の経日的な変化を縦断的に調べる必要があると考えられる⁴⁾。

そこで本研究では、ラットにおいて、行動学および筋電図学的方法を用いて、離乳以後の咀嚼運動の経日的変化を縦断的に明らかにすることを目的とした。

II. 方法

1. 動物

実験には Sprague-Dawley 系雄性ラット 7 匹を用いた。

2. 外科処置

10 日齢のラットに咬筋・側頭筋の電氣的筋活動を記録するための電極設置の外科処置を行った。頭蓋骨骨面に PC からのケーブルを接続するコネクタを固定し、右側咬筋、側頭筋に筋電図用双極ワイヤー電極を設置した。麻酔から回復させたのち母親のもとへ戻し、21 日齢での離乳まで自然母乳で飼育した。

3. 記録

咀嚼運動の記録は 21, 24, 28, 35, 42, 49 日齢に実施した。記録前に 3 時間の絶食を行った。記録用ケーブルをラットの頭部コネクタに接続し、220×320×135 mm のプラスチックケージ内での自由行動下で記録した。筋電図信号を PC に入力し、ビデオ撮影も同時に行った。

試験飼料として、ペレット（直径 4.0 mm, 重さ約 80 mg）とパスタ（直径 1.2 mm, 長さ 1.0~7.0 cm）を用いた。パスタはラットの体格にあわせた長さを使用した。ペレットは一塊を咀嚼させ、パスタは 30 秒間咀嚼させた。各飼料の咀嚼試行は最低 2 回実施した。

4. 解析

ペレット一塊の咀嚼に要する時間は、筋電図とビデオ映像から判定し、飼料重量を 80 mg 量に換算した時間の平均値とした。パスタの咀嚼に要する時間は、パスタを 30 秒間で咀嚼した量から、80 mg あたりの咀嚼に要する咀嚼時間を算出し、その平均値とした。

筋電図学的解析では咀嚼リズム,咀嚼時の咬筋・側頭筋の筋活動の相関性と位相差を定量化した.記録した波形に整流化と平滑化,ダウンサンプリングを行い,ペレット咀嚼では安定した臼磨運動をしている5秒間を,パスタ咀嚼では剪断運動をしている5秒間をそれぞれ抽出した.咬筋の波形に対して高速フーリエ変換を行い,最もパワーの高い周波数値をその咀嚼運動の咀嚼リズムと定義した.次に,咬筋・側頭筋の筋電図波形に対して相互相関解析を行い,相関係数の最高値を咀嚼筋間の相関性を示す値と定義した.また,相関係数が最高値を示す時間の lag を咬筋と側頭筋の筋活動の位相差と定義し,それぞれ平均値を算出した.

統計は, One-Way Repeated-Measures ANOVA で多重比較検定を行い,事後解析として Tukey 検定を用いた.

III. 結果

1. 咀嚼時間

咀嚼時間(平均±標準偏差)は,ペレットでは21日齢から49日齢にかけて, 136.0 ± 14.7 秒から 25.2 ± 3.1 秒へと減少 ($P < 0.01$) し,パスタでは 1876.9 ± 742.0 秒から 42.5 ± 11.1 秒へと減少 ($P < 0.01$) した.ペレット,パスタともに咀嚼時間の減少率は21日齢から24日齢が最も高く,成長とともにその変化率は減少した.

2. 咀嚼リズム

ペレット咀嚼時の咀嚼リズムは,21日齢から49日齢にかけて, 4.1 ± 0.3 Hz から 4.7 ± 0.2 Hz へと増加 ($P < 0.01$) し,経日的に直線的な増加を認めた.パスタ咀嚼時でも, 4.7 ± 0.4 Hz から 6.8 ± 0.5 Hz へと直線的に増加した ($P < 0.01$).

3. 咬筋・側頭筋筋活動の相関性

ペレット咀嚼では咬筋側頭筋の筋電図波形の相関係数は21日齢から24日齢で 0.67 ± 0.08 から 0.81 ± 0.08 へと増加 ($P < 0.01$) し,その後変化せず一定に推移した.パスタ咀嚼では,21日齢から49日齢にかけて 0.82 ± 0.04 から 0.72 ± 0.07 へと減少 ($P < 0.01$) した.

4. 咬筋・側頭筋筋活動の位相差

ペレット咀嚼では21日齢から24日齢にかけて位相差は 0.04 ± 0.01 秒から 0.03 ± 0.01 秒へと減少 ($P < 0.05$) し,その後は一定に推移した.パスタ咀嚼では位相差はほぼ0秒で経日的な変化を認めなかった.

IV. 考察

本研究では離乳直後から同一個体のラットの咀嚼筋活動を経日的に記録する実験方法を確立できた.

離乳後においては,ペレットとパスタの咀嚼時間は21日齢から24日齢に最も減少し,その後,減少率は緩やかになったことから,咀嚼機能は離乳直後に劇的に発達し,成長とともにその発達は緩やかになると考えられる.ペレット咀嚼とパスタ咀嚼では,咀嚼リズムや咀嚼筋の協調性において咀嚼筋活動の経日的な変化が異なった.これらの結果から,咀嚼動態の発達に伴う変化は,食性に応じて固有の発達過程を示す可能性が示唆された.

V. 文献

1. BJD Le Révérend et al. Anatomical, functional, physiological and behavioral aspect of the development of mastication in early childhood. *Br J Nutr* 2014;111(3);403-414.
2. T van Wessel et al. Burst characteristics of daily jaw muscle activity in juvenile rabbits. *J Exp Biol* 2005;208(13);2539-2547.
3. MW Westneat et al. Ontogeny of feeding motor patterns in infant rats: an electromyographic analysis of suckling and chewing. *Behav Neurosci* 1992;106(3);539-554.
4. JR Green et al. Development of chewing in children from 12 to 48 months: longitudinal study of EMG patterns. *J Neurophysiol* 1997;77(5);2704-2716.

筋電図ならびに顎運動軌跡の記録を用いた食塊形成/移送過程の評価 Evaluation of bolus formation/transport during chewing using EMG and jaw movement recordings

○笹 杏奈, 羽尾直仁, 真柄 仁, 辻村恭憲, 井上 誠

Anna Sasa, Naohito Hao, Jin Magara, Takanori Tsujimura, 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

固形食品摂取の際には、咀嚼による食品粉碎に加えて、顎口腔顔面領域の感覚と運動の統合機能を駆使した食塊形成過程が必須である。過去には、咀嚼による食品粉碎・食塊形成過程を筋活動様式の変化、食塊物性の変化、画像による動作解析・食塊移送の追跡を行うなどの手法で評価した研究があるものの、食品粉碎に引き続き行う食塊形成/移送を詳細に評価した研究は少ない。そこで本研究では、筋電図と顎運動記録を同時記録して、咀嚼時の食塊形成を定量評価できるか否かについて検討した。

II. 方法

1. 対象：健常成人 14 名（女性 8 名，平均 29.6 ± 5.1 歳）
2. 被検食：いずれも一口量として，米菓ハッピーターン（Happy）3 g（亀田製菓株式会社），Happy と同じ容量の幼児用米菓ハイハイン（Haihain）0.85 g（亀田製菓株式会社），ピーナツ（Nuts）3 g
3. 生体記録：VICON を用いた 3 次元顎運動，表面筋電図（左右咬筋・舌骨上筋群，左側舌骨下筋群），嚥下内視鏡画像
4. タスク：片側咀嚼および自由咀嚼
5. 実験プロトコール
 - (1) 被験者には一時間前より絶飲食の指示

(2) 実験室に来室後電極装着

(3) 習慣性咀嚼側の決定

(4) 最大開口とその 75%，50%，25%の開口，最大舌圧とその 75%，50%，25%の舌圧値それぞれ 3 秒間の舌骨上筋群活動を記録

(5) 被検食を，ランダム順にて習慣性咀嚼側による片側および自由咀嚼にて全て摂取

6. 解析

(1) 食品取り込みから各食品を食べ終わるまでの時間（総摂取時間）および総嚥下回数，初回嚥下までの咀嚼時間，咀嚼回数，1 咀嚼サイクル当たりの平均サイクル時間と各筋の平均活動量（全波整流後の積分値）を片側咀嚼と自由咀嚼間で比較した。

(2) 片側咀嚼時の 1 咀嚼サイクルにおける開口量と舌骨上筋群活動量の相関を様々な条件で求めた。

(3) 舌骨上筋群が開口に対して働くことを前提として，開口量に対して舌骨上筋群活動量がマッチしていた割合（Jaw Opening rate）および開口量よりも有意に大きかった割合（Deviation rate）を被験者ごと，食品ごとに求めて，これらの値が食品間で異なるかどうかを比較した。

以上の解析には，LabChart Pro（バイオリサーチセンター株式会社），Sigmaplot14（株式会社ヒューリンクス）を使用した。

III. 結果及び考察

1. 片側咀嚼と自由咀嚼

片側咀嚼では、総摂取時間、総嚥下回数、咀嚼時間、咀嚼回数ともに自由咀嚼と比べて有意に増加したのに対して、咀嚼サイクル時間には差が認められなかった。1咀嚼サイクル当たりの咬筋活動量は、いずれの食品においても片側咀嚼における咀嚼側で大きかったのに対して、舌骨上筋群活動には差が認められなかった(図1)。

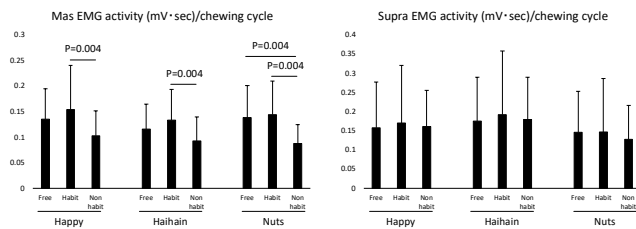


図1. 自由咀嚼 (Free) および片側咀嚼時の咀嚼側 (Habit) ならびに非咀嚼側 (Non habit) における1咀嚼サイクル当たりの咬筋 (Mas) と舌骨上筋群 (Supra) の平均活動量の比較。

2. 開口・舌圧発揮時の舌骨上筋群活動

開口時の舌骨上筋群活動量については、最大開口の50%までは両者に有意な直線的相関が認められ、その後75%を超えると舌骨上筋群の活動が急激に増加した。舌圧の大きさは、開口を伴わない舌骨上筋群活動の増加を認め、舌の口蓋への押し付け時に舌骨上筋群が働くことを示した。

3. 咀嚼時舌骨上筋群活動と開口量の関係

Happy, Haihain, Nuts いずれの咀嚼時においても、個人の開口量は最大開口の50%に満たなかった。しかし、多くの被験者で咀嚼時の開口量と舌骨上筋群活動量には正の相関が認められなかった。

一方で、いずれの被験者においても咀嚼前期では高い正の相関が認められた。咀嚼前期においては、舌骨上筋群が主として開口に寄与し、咀嚼後期においては舌骨上筋群による食塊形成や移送に関わることが予想された。

そこで、被験者ごとに、咀嚼前期における両者の関係から回帰直線および95%信頼区間を求め、咀嚼後期における両者の関係が95%信頼区

間内に位置づけられるものを開口主導型活動、右方に位置づけられるものを食塊形成型活動とみなしてその出現割合を食品間で比較したところ(図2)、開口主導型活動の割合 (Jaw opening rate) は Haihain で有意に低く、食塊形成型活動の割合 (Deviation rate) は有意に高かった(図3)。我々の過去の研究から、Haihain は油分をほとんど含まず、従って口腔内の唾液を奪うことで食塊形成にかかる舌骨上筋群活動の増加をもたらすことが示唆されている¹⁾。今回の結果は、舌挙上や口蓋への押し付けによる食塊形成に舌骨上筋群活動が働くこと、食品条件による違いが反映されたことを示していた。

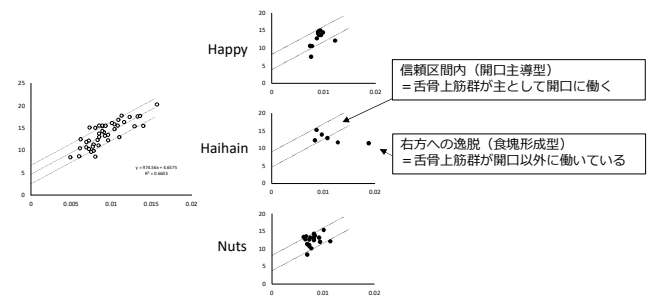


図2. 咀嚼サイクルごとの舌骨上筋群活動量 (mV·sec) と開口量 (mm) の関係例 (Sub MY)。咀嚼前期の回帰分析により95%信頼区間を求めて(左)、咀嚼後期のそれぞれのプロットを開口主導型活動と食塊形成型活動に分けた。

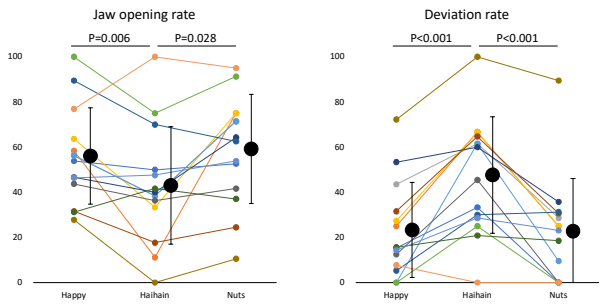


図3. 開口主導型活動の割合 (Jaw opening rate, %) および食塊形成型活動の割合 (Deviation rate, %) の食品間の比較。色刷りは各被験者、●は平均値および標準偏差。

IV. 参考文献

1. Takei et al: *Physiol Behav.* 2020 Oct 15;225:113102.

グミゼリー咀嚼時の舌運動と顎運動経路

Tongue movement and jaw movement path during chewing gummy jelly

○佐藤理加子¹⁾, 兒玉匠平¹⁾, 設楽仁子²⁾, 大川純平¹⁾, 堀 一浩¹⁾, 小野高裕¹⁾

○Sato R¹⁾, Kodama S¹⁾, Shitara S²⁾, Okawa J¹⁾, Hori K¹⁾, Ono T¹⁾

1)新潟大学大学院医歯学総合研究科包括歯科補綴学分野

2)新潟大学大学院医歯学総合研究科組織再建口腔外科分野

1)Division of Comprehensive Prosthodontics,

2)Division of Reconstructive Surgery for Oral and Maxillofacial Region,

Niigata University Graduate School of Medical and Dental Sciences

I. 目的

舌は緻密でダイナミックな動きにより様々な機能を生み出し、咀嚼・嚥下・構音において重要な役割を担っているが、口腔内にあるため運動を直接観察することはできない。我々は舌運動モーションキャプチャシステム（電磁アーティキュログラフ、以下EMAとする）と舌圧測定と同時に測定により、水嚥下時やとろみ水嚥下時の舌運動と舌圧発現様相の特徴および双方の関係性について研究を行い、報告してきた^{1,2)}。

一方で、咀嚼時の顎運動の解析や舌圧測定³⁾は現在まで様々な研究がされてきたものの、舌運動の詳細な解析はほとんど行われておらず、舌運動と顎運動との関係性についても不明な点が多い。そこで今回我々は、咀嚼時の舌運動の詳細を探索するため、EMAと舌圧の同時測定による実験系を構築し、測定結果の解析を試みたので preliminary report として報告する。

II. 方法

1. 被験者

健常若年女性 2 名。

2. 実験装置

顎運動と舌運動の測定には EMA (AG-501, カールステン社), 舌圧測定には 5 か所の感圧

点を有する舌圧センサシートと Swallow Scan System(ニッタ社)を用いた。

EMA のマーカーは、舌圧センサシートの Chs1, 3, 4, 5 に対応する舌背上の位置にシアノアクリレート系接着材(アロンアルファ A, 三共社)を用いて貼付し、それぞれ前方 (Ant), 後方 (Post), 左側 (Lt), 右側 (Rt) とした (図 1)。また、顎運動測定のために下顎切歯唇側面に切歯点 (Inc) のマーカー、頭部動揺補正のために左右頬骨弓外側部と鼻骨正中部にもマーカーを貼付した。また、EMA の導線を噛まないようにする目的で、下顎歯列頬側に導線を束ねるための口腔内装置を装着した。

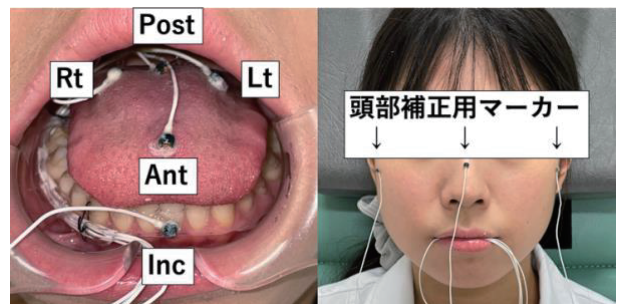


図 1 EMA マーカー貼付位置

3. 計測方法

被験試料はグミゼリー (果汁グミ, 明治社) を用いた。被験者の口腔内にグミゼリー 1 個 (3.4g) を入れ、左側のみで咀嚼を指示し、嚥下終了まで測定した。測定は 1 回ずつとした。測定装置を装着した状態に馴化させるた

め、実験日1週間前に同様のセッティングで予備実験を行った。

4. 解析方法

今回の報告では、舌運動と顎運動のみ、咀嚼開始5-21秒を分析対象とした。まず、左右頬骨弓と鼻骨正中の各マーカーの値から頭部動揺を補正した。つぎに、各マーカーの座標の値を上方、左方、後方を正とする3次元座標に置換した。さらに、Incにおける開口開始からの1咀嚼サイクルを基準として顎運動・舌運動波形を時間的に正規化して重ね合わせ処理を行い、前額断・矢状断に分けて波形を分析した。本研究は新潟大学倫理委員会の承認を得て行った(28-R49-11-15)。

III. 結果及び考察

1. 前額断波形

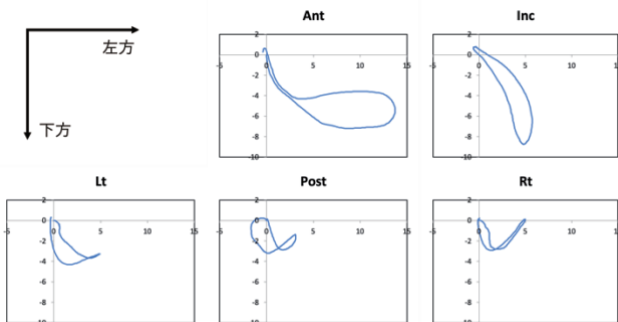


図2 舌運動および顎運動波形 (Sub. 1)
(前額断, 開口開始時の位置を0とし, 座標系の単位は mm)

舌前方部のマーカー (Ant) が最も大きく動いており、特に顎運動や他のマーカーと比べても有意に大きく左側 (咀嚼側) へ動いていた。また、舌は最大開口の後、閉口相の間に最左方へ到達し、咬合相の間に右側へ戻ってきた。舌のマーカーの垂直的な動きは、いずれも顎運動よりも小さかった。

2. 矢状断波形

開口時には切歯点 (Inc) は後方に動いたが、舌は前方へも動いていた。特に後方のマーカー (Post, Lt, Rt) は前方の Ant, Inc よりも大きく前方へ動いていた。舌の各マーカーは、開口開始後、最大開口までの間に最前方

位をとっており、閉口後に最後方位をとっていた。

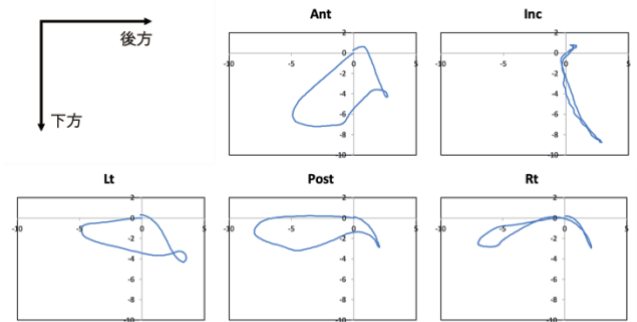


図3 舌運動および顎運動波形 (Sub. 1)
(矢状断, 開口開始時の位置を0とし, 座標系の単位は mm)

以上より、グミゼリー咀嚼時には、舌が下顎開口後最大開口までの間に前方へ、最大開口後閉口運動の間に咀嚼側へと動いていることが確認できた。また、閉口後にも右側・後方へ動き元の位置へ戻っていた。これらの動きは、食塊を歯列上に乗せ、歯列により咀嚼された食塊を再度舌上に乗せるためと考えられた。

今後は、さらに対象人数を増やすとともに、舌圧の解析を含めて詳細に咀嚼時の舌運動とその生物学的効果について検討して行く予定である。

IV. 文献

- 1) Shitara S, Fujiwara S, Okawa J, et al. Coordination between lingual motion and pressure production during dipper/tipper type swallows. *J Oral Rehabil.* 2020;47(12):1479-1488.
- 2) Kodama S, Fujiwara S, Okawa J, et al. Modulation of tongue motion and tongue pressure during liquid swallowing with different bolus volumes. *J Oral Rehabil.* 2021;48(11):1243-1251.
- 3) Hori K, Ono T, Nokubi T. Coordination of tongue pressure and jaw movement in mastication. *J Dent Res.* 2006;85(2):187-91.

日本顎口腔機能学会 第 66 回学術大会
プログラム・事前抄録集

発行日： 2021年11月19日

編集・発行： 〒734-8553 広島県広島市南区霞一丁目2番3号
広島大学大学院 医系科学研究科 先端歯科補綴学内
日本顎口腔機能学会 第66回学術大会 準備委員会