

日本歯科医学会認定分科会

日本顎口腔機能学会

第73回学術大会

73th Scientific Meeting of the Japanese Society of Stomatognathic Function

プログラム・事前抄録集

Program and Abstracts

令和7年4月12日（土）、13日（日）

主管

大会長 齊藤 一誠

朝日大学歯学部口腔構造機能発育学講座 小児歯科学分野

準備委員長 谷口 裕重

朝日大学歯学部口腔病態医療学講座 摂食嚥下リハビリテーション学分野

実行委員長 寺嶋 雅彦

朝日大学歯学部口腔構造機能発育学講座 口腔解剖学分野

# 日本顎口腔機能学会第 73 回学術大会のご案内

日本顎口腔機能学会第 73 回学術大会を下記のように開催いたします。

多数の皆様のご参加をお待ちしております。

## 日本顎口腔機能学会 第 73 回学術大会

日時：令和 7 年 4 月 12 日（土） 受付開始 8：30

4 月 13 日（日） 受付開始 8：45

会場：朝日大学病院 西館ホール

〒500-8523 岐阜市橋本町 3 丁目 23 番地 058-253-8001（代）

## 日本顎口腔機能学会 常任理事会・理事会

日時：令和 7 年 4 月 11 日（金） 17：30～19：00

会場：朝日大学病院 西館ホール

〒500-8523 岐阜市橋本町 3 丁目 23 番地 058-253-8001（代）

大会長 齊藤一誠（朝日大学歯学部口腔構造機能発育学講座小児歯科学分野）

準備委員長 谷口裕重（朝日大学歯学部口腔病態医療学講座摂食嚥下リハビリテーション学分野）

実行委員長 寺嶋雅彦（朝日大学歯学部口腔構造機能発育学講座口腔解剖学分野）

連絡先：〒501-0296 岐阜県瑞穂市穂積 1851

朝日大学歯学部口腔構造機能発育学講座小児歯科学分野

E-mail：jssf73th@dent.asahi-u.ac.jp

Tel：058-329-1130、Fax：058-329-1493

#### ◆ 学会に参加される皆様へ

1. 本学会の参加費は、一般（会員・非会員）2,000 円、大学院生・研修医 1,000 円、学部学生は無料です。大学院生・学部学生は、当日会場受付にて身分証の呈示をお願いします。
2. 一般口演、特別講演、記念講演および企画講演中の写真・ビデオ撮影は著作権保護のため禁止します。
3. 本学術大会は日本歯科医師会生涯研修の特別研修（10 単位）に認定されております。単位登録を希望される方は、終了後に会場内スクリーンに表示される QR コードからアクセスし、単位認定の登録をお願いします。
4. 会場受付にて、入会手続き、年会費の受付、および書籍販売を行います。
5. 朝日大学病院の施設内はすべて禁煙です。
6. 学会会場を除く病院内への立ち入りはご遠慮ください。

#### ◆ 演者の皆様へ

1. 発表はご自身の PC を用いるようにしてください。プロジェクターとの接続端子は **HDMI 端子** です。ご使用の PC に上記の映像出力端子がない場合には **変換コネクタをご用意ください**。また必ず AC 電源アダプターをご持参ください。スクリーンセーバーや節電機能を無効にしておいてください。
2. 故障や予期せぬトラブルに備えご持参のバックアップデータをご持参ください。
3. 発表までに、PC データ受付にご持参のバックアップデータをご提出してください。発表時間前の休憩時間中に PC の接続確認を行います。
4. 発表形式は、液晶プロジェクターの単写です。スライドサイズは、標準（4:3）、ワイド画面（16:9）のいずれも可です。**発表スライド中に COI の開示**をお願いします。詳細は学会 HP をご覧ください。
5. 発表スライド中に音声を含む場合は、事前に学術大会事務局までお知らせください。
6. プロジェクターへの接続はご自身でお願いします。
7. 前演題の終了前までに、所定の席にお越しください。
8. 事前抄録内容に訂正がある場合には、事後抄録として大会 1 週間までに電子媒体で大会校に提出してください。

#### ◆ 一般口演、発表者の皆様へ

1. 受付にて学術大会優秀賞口演評価用紙を受け取り、ご自身の演題を除く全演題の評価を記入し、**最終演題が終了後すぐ**に受付へご提出ください。
2. 一般口演は、発表 15 分、質疑応答 15 分です。発表終了 1 分前にベル 1 回、終了時にベル 2 回でお知らせします。

#### ◆座長の先生方へ

次座長は、前演題の終了前までに座長席前の席に移動をお願いします。

#### ◆懇親会のお知らせ

本学術大会では懇親会を行いますので、ぜひご参加ください。

日時：令和7年4月12日（土） 18：00～20：00

場所：the HAT（岐阜市苅田町9丁目17番地 大塚ビル2F、JR岐阜駅より徒歩5分）

Tel：050-3531-9598

会費：一般5,000円、大学院生・研修医・学部生3,000円

学会HP「学術大会のご案内」から、事前参加登録にご協力をお願いします。

#### ◆感染対策委について

1. 手洗い、咳エチケットの励行といった基本的な感染対策にご協力ください。
2. 学会会場内でのマスクの着用は個人の判断に委ねます（但し、病院施設内を移動する際はマスク着用をお願いします）。
3. 体調不良や37.5℃以上の発熱の場合は参加を控え、無理せず療養されることをお勧めします。

## 会場へのアクセス

会場：朝日大学病院 西館ホール

岐阜市橋本町3丁目23番地 Tel：058-253-8001（代）

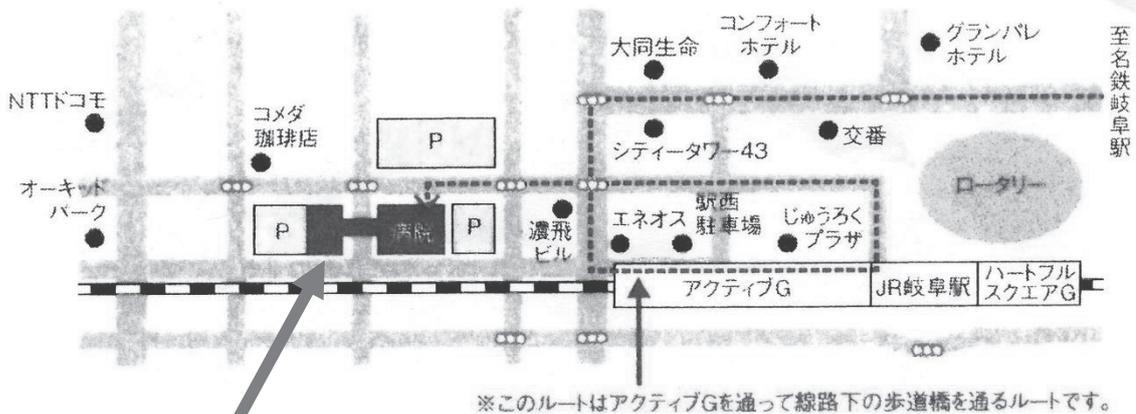
電車にてお越しの場合：JR 東海道線「岐阜駅」から徒歩7分。岐阜駅構内の「アクティブG」を通られますと西側出口に出られます。

尚、東海道新幹線「岐阜羽島駅」とJR 東海道線「岐阜駅」とは14km程度離れておりますので、ご注意ください。新幹線をご利用の場合には「名古屋駅」で東海道線に乗り換え「岐阜駅」までお越しください。

飛行機でお越しの場合：中部国際空港アクセスプラザに直結した名鉄線「中部国際空港駅」から「金山駅」でJR 東海道線に乗り換えていただき「岐阜駅」で下車されるか、名鉄「中部国際空港駅」から直接「名鉄岐阜駅」までお越しください。「名鉄岐阜駅」から会場までは徒歩15分となります。

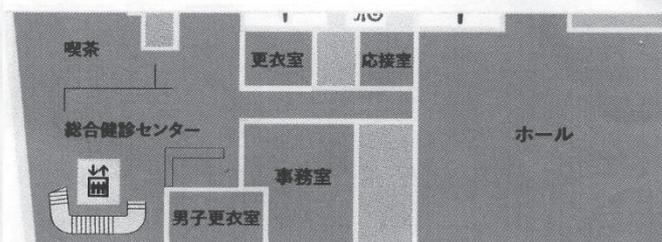
お車でお越しの場合、岐阜各務原IC、岐阜羽島ICをご利用してください。駐車場は岐阜駅周辺駐車場をご利用ください。

尚、西館ホールは朝日大学病院棟入口からではなく、病院棟を通り過ぎ信号を越えたところにある棟が西館になります。西館入口から入っていただき総合健診センターの隣が西館ホールとなります。



朝日大学病院西館

朝日大学病院西館案内図



*Memo*

# 日本顎口腔機能学会 第73回学術大会 プログラム

【第1日 令和7年4月12日(土)】

8:30～ 開場および受付開始

9:10～9:20 開会式：開会の辞 大会長 齊藤一誠(朝日大学)

9:20～10:20 セッション1 座長：真柄 仁 先生(新潟大学)

9:20～9:50 一般演題 ①

自閉スペクトラム症の徴候を認める小児の口腔機能および睡眠に関する検討

○藤崎 舞香<sup>1)</sup>、大継 将寿<sup>1)</sup>、加藤 隆史<sup>2)</sup>

1) 大阪大学大学院歯学研究科小児歯科学講座

2) 大阪大学大学院歯学研究科口腔生理学講座

9:50～10:20 一般演題 ②

睡眠時間の不足がブラキシズムの発現に及ぼす影響

○山川 雄一郎、飯田 崇、石井 優貴、岩田 好弘、小見山 道

日本大学松戸歯学部 クラウンブリッジ補綴学講座

10:20～10:30 休憩

10:30～11:30 セッション2 座長：飯田 崇 先生(日本大学松戸歯学部)

10:30～11:00 一般口演 ③

両側三叉神経知覚システムの調査

○Fabillar Jaime Jr.、柴垣 あかり、新開 瑞希、鈴木 善貴、松香 芳三

徳島大学大学院医歯薬学研究部顎機能咬合再建学分野

11:00～11:30 一般口演 ④

wrench を用いた噛みしめ時の咬合状態の力学評価

○内ヶ崎一徹、服部佳功

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

11:30～12:30 休憩

12:30～13:20 総会

13:20～13:30 名誉会員証授与式

13:30～13:40 休憩

**13：40～15：00 2024年度 学会賞受賞・奨励賞受賞記念講演**

**座長：服部 佳功 先生（東北大学）**

13：40～14：10 2024年度学会賞受賞記念講演 ①

顎口腔機能の真理を探究するための研究

飯田 崇 先生（日本大学松戸歯学部 クラウンブリッジ補綴学講座）

14：10～14：40 2024年度学会賞受賞記念講演 ②

ブラキシズムに関する顎運動の実態解明に向けて

鈴木 善貴 先生（徳島大学大学院医歯薬学研究部 顎機能咬合再建学分野）

14：40～15：00 2024年度奨励賞受賞記念講演

顎口腔機能研究に携わる研究者としての第一歩

板 離子 先生（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）

15：00～15：10 休 憩

**15：10～16：10 セッション3 座長：鈴木 善貴 先生（徳島大学）**

15：10～15：40 一般口演 ⑤

マウス咀嚼時における大脳皮質ニューロン活動の歯牙喪失による影響

○片桐崇史<sup>1)</sup>、中村史朗<sup>2)</sup>、中山希世美<sup>2)</sup>、望月文子<sup>2)</sup>、壇辻昌典<sup>2)</sup>、馬場一美<sup>1)</sup>

井上富雄<sup>3)</sup>

1) 昭和医科大学歯学部歯科補綴学講座

2) 昭和医科大学歯学部口腔生理学講座

3) 京都光華女子大学短期大学部

15：40～16：10 一般口演 ⑥

慢性間欠的低酸素負荷が睡眠時の顎筋活動に与える影響

○簗田 宜子<sup>1, 2)</sup>、片桐 綾乃<sup>1)</sup>、豊田 博紀<sup>1)</sup>、加藤 隆史<sup>1)</sup>

1) 大阪大学大学院歯学研究科口腔生理学講座

2) 大阪大学大学院歯学研究科顎顔面口腔外科学講座

16：10～16：20 休 憩

**16：20～17：20 特別講演 座長：齊藤 一誠 先生（朝日大学）**

睡眠関連疾患、神経疾患における顎口腔機能の関与と医科歯科連携の重要性

大倉 睦美 先生

朝日大学歯学部総合医科学講座内科学分野 教授

朝日大学病院脳神経内科部長／朝日大学病院睡眠医療センター長

**18：00～20：00 懇親会**

場所：「the HAT」 岐阜市神田町9丁目17番地 大塚ビル2F

Tel：050-3531-9598

会費：一般5,000円、大学院生・研修医・学部生3,000円

【第2日 令和7年4月13日(日)】

8:45～ 開場および受付開始

9:00～10:00 セッション4 座長：大川 純平 先生(新潟大学)

9:00～9:30 一般口演 ⑦

麺の形態が咀嚼および嚥下動態に及ぼす影響：嚥下造影検査による検討

○天竺 皓太、木村 将典、佐藤 理加子、吉田 直行、谷口 裕重  
朝日大学歯学部 摂食嚥下リハビリテーション学分野

9:30～10:00 一般口演 ⑧

食具の違いが液体摂取時の嚥下動態に与える影響

○柴垣あかり<sup>1)</sup>、真柄仁<sup>2)</sup>、鈴木拓<sup>2)</sup>、笹杏奈<sup>2)</sup>、小出理絵<sup>3)</sup>、松田有加子<sup>4)</sup>、  
佐藤萌恵<sup>5)</sup>、柴崎稜<sup>5)</sup>、菅沼雄大<sup>6)</sup>、横山滉<sup>7)</sup>、井上誠<sup>2)</sup>

1) 徳島大学大学院医歯薬学研究部顎機能咬合再建学分野

2) 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

3) 東北大学大学院歯学研究科口腔システム補綴学分野

4) 大阪歯科大学高齢者歯科学講座

5) 東北大学大学院歯学研究科加齢歯科学分野

6) 新潟大学大学院医歯学総合研究科包括歯科補綴学分野

7) 岡山大学学術研究院医歯薬学域咬合・有床義歯補綴学分野

10:00～10:10 休憩

10:10～11:40 セッション5 座長：谷口 裕重 先生(朝日大学)

10:10～10:40 一般口演 ⑨

グミの特性が健常高齢者の咀嚼・嚥下機能に与える影響に関する検討

○小出 理絵<sup>1)</sup>、小川 徹<sup>2)</sup>、成原 大衣智<sup>1)</sup>、小峰 英也<sup>1)</sup>、互野 亮<sup>3)</sup>、庄原 健太<sup>1)</sup>  
依田 信裕<sup>1)</sup>

1) 東北大学大学院歯学研究科口腔システム補綴学分野

2) 東北大学病院総合歯科診療部

3) 東北大学大学院歯学研究科分子・再生歯科補綴学分野

10:40～11:10 一般口演 ⑩

補綴治療前後の咀嚼行動と咀嚼能力の変化

○高野日南子、Aye Mya Mya Khaing、吉村将悟、堀頌子、堀一浩

新潟大学医歯学総合研究科包括歯科補綴学分野

11：10～11：40 一般口演 ⑪

深度カメラとマーカーレスモーションキャプチャを用いた摂食動作判別アルゴリズムの開発

○村嶋綾香<sup>1)</sup>、萬田 陽介<sup>1)</sup>、大川 純平<sup>2)</sup>、天埜 皓太<sup>3)</sup>、大賀 泰彦<sup>4)</sup>

萩原 久喜<sup>5)</sup>、武内 聡子<sup>6)</sup>、仲座 海希<sup>7)</sup>、西村 尚弘<sup>6)</sup>、渡邊 亮友<sup>8)</sup>、兒玉 直紀<sup>9)</sup>

1) 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

2) 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) 朝日大学歯学部 口腔病態医療学講座 摂食嚥下リハビリテーション学分野

4) 鹿児島大学 大学院医歯学総合研究科 歯科矯正学分野

5) 鶴見大学歯学部 クラウンブリッジ補綴学講座

6) 大阪大学大学院歯学研究科 有床義歯補綴学・高齢者歯科学講座

7) 松本歯科大学 大学院歯学独立研究科 顎口腔機能制御学講座

8) 徳島大学大学院 口腔科学研究科 口腔科学専攻顎機能咬合再建学分野

9) 岡山大学病院 歯科・補綴歯科部門

11：40～11：50 休 憩

11：50～12：50 第71回学術大会 優秀賞受賞者企画

企画：山本 梨絵（大阪大学）、金井 亮太（東京科学大学）

演者：高岡 亮太 先生（大阪大学歯学部附属病院）

12：50～13：00 第73回学術大会優秀賞発表

閉会式：閉会の辞：第74回学術大会大会長

小林 琢也 先生（岩手医科大学）

## 【抄 録】

### 特別講演

令和7年4月12日(土) 16:20~17:20

#### 睡眠関連疾患、神経疾患における顎口腔機能の関与と医科歯科連携の重要性

大倉 睦美 先生

朝日大学歯学部総合医科学講座内科学分野 教授

朝日大学病院脳神経内科部長／朝日大学病院睡眠医療センター長

### 2024年度 学会賞受賞・奨励賞受賞記念講演

令和7年4月12日(土) 13:40~15:00

#### 学会賞

##### 顎口腔機能の真理を探究するための研究

飯田 崇 先生 日本大学松戸歯学部 クラウンブリッジ補綴学講座

##### ブラキシズムに関する顎運動の実態解明に向けて

鈴木 善貴 先生 徳島大学医歯薬学研究部 顎機能咬合再建学分野

#### 奨励賞

##### 顎口腔機能研究に携わる研究者としての第一歩

板 離子 先生 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

# 特別講演

令和7年4月12日(土) 16:20~17:20

## 睡眠関連疾患，神経疾患における顎口腔機能の関与と 医科歯科連携の重要性

大倉 睦美 先生

朝日大学歯学部総合医科学講座内科学分野 教授

朝日大学病院脳神経内科部長／睡眠医療センター長



### 【要 旨】

日本人の睡眠時間が諸外国と比較し短いことがニュースでよく取り上げられるようになり、最近では以前よりは睡眠の重要性が一般にも意識されるようにはなってきた。閉塞性睡眠時無呼吸をはじめとしたさまざまな睡眠関連疾患の認知度もあがり治療ニーズは高い。一方で睡眠学の教育と臨床は医学においても歯学においてもまだまだ課題が多く、まとまった講義をうけるような環境はなく、また系統だって睡眠医科学 睡眠歯科学を実地で学べる機会がないのが実情である。

睡眠学として睡眠制御の研究においては、2000年視床下部に存在する神経ペプチドであるヒポクレチン(オレキシン)が過眠症の代表的疾患であるナルコレプシー1型の原因物質と同定された。さらにヒポクレチンは覚醒機構のコンダクターとしての機能が想定され、進歩をみせている。

最近では睡眠が様々な疾患の原因や促進因子になることがコホート研究で判明し、その機序についてもグリンファティックシステムの不良による認知症発症への関与などが盛んに研究されている。元来 咀嚼機能と脳機能の関与などの研究はされてきたが、閉塞性睡眠時無呼吸の要因として解剖学的な上気道な狭小化のみならず、呼吸の不安定性、低い覚醒閾値とともに上気道代償性の低下-筋活動の関与が要素として考慮されるようになった。口腔機能低下症から閉塞性睡眠時無呼吸へ、さらに睡眠構築の悪化や低酸素、炎症が心血管脳血管障害を引き起こし、さらに認知症原因物質の凝集を促進し認知機能低下がもたらされることも重要視されている。このように超高齢化社会を迎え、顎口腔機能の維持が種々の疾患予防、いわゆる健康寿命の延長に重要であることは明白である。将来的には歯科医科両領域においてさらに認識が進み、睡眠学教育が確立されること、患者教育においても顎口腔機能維持から認知症予防等などの情報普及が必要である。

講演では最近のこれらの話題とともに、睡眠医療センターの実際、日本人の顔面骨格に由来する閉塞性睡眠時無呼吸の頻度研究などを含め、今後の臨床上研究上の医科歯科連携の重要性についてお話ししたい。

## 【ご略歴】

- 平成 3年 神戸大学医学部医学科卒業  
平成 3年 兵庫県立尼崎病院内科・神経内科研修医 専攻医  
平成 7年 兵庫県立高齢者脳機能研究センター附属病院神経内科  
平成 8年 神戸大学大学院医学研究科神経情報学講座入学  
平成 10年 米国スタンフォード大学医学部精神行動科学科  
ナルコレプシーセンター ポストドクトラルフェロー  
平成 12年 神戸大学大学院医学研究科神経情報学講座修了  
平成 12年 神戸市立中央市民病院神経内科副医長  
平成 14年 大阪回生病院睡眠医療センター医員  
平成 28年 同 教育研究部門部門長  
平成 31年 大阪回生病院睡眠医療センター医長・教育研究部門部門長  
令和 2年 朝日大学歯学部総合医科学講座内科学教授  
朝日大学病院脳神経内科部長  
令和 2年 朝日大学病院睡眠医療センター長兼務

(平成 28年 9月-令和 3年 3月 大阪大学大学院歯学研究科口腔生理学教室特任研究員兼務)

## 【所属学会】

日本内科学会、日本神経学会、日本睡眠学会（過眠症支援制度検討委員会委員）、  
日本臨床睡眠医学会（副理事長）、日本臨床神経生理学会、  
American Academy of Sleep Medicine, World Sleep Society,  
Europe Sleep Research Society

## 【資格】

日本内科学会認定内科医・総合内科専門医  
日本神経学会専門医・指導医  
日本睡眠学会総合専門医・指導医

# 2024 年度 学会賞受賞記念講演

令和 7 年 4 月 12 日 (土) 13:40~14:10

## 顎口腔機能の真理を探求するための研究

飯田 崇 先生

日本大学松戸歯学部 クラウンブリッジ補綴学講座



### 【要 旨】

演者が補綴歯科専門医として日々の診療に従事することで社会への貢献を試みているのと同様に、研究者として顎口腔機能を計る研究を進めることで、その研究結果が歯科治療の発展に寄与するものと信じこれまで研究を進めてきた。その研究対象は臨床現場、研究を進めていく中で生じた疑問を基に進めており、その根底にあるものは好奇心である。その好奇心によって実験を進めるが、1つの実験で得られた知見は真理の一側面であり、それのみで臨床へフィードバックすることは困難となる。したがって多くの実験を積み重ねることで真理の全体像を浮かびあがらせることを試み、結果として歯科治療の発展に貢献できるものと信じて日々実験の積み重ねを試みている。

本受賞講演は、演者が過去に行った顎口腔機能に関連した中枢に関する臨床研究を中心に供覧させていただくとともに、今後の顎機能研究が持つ可能性について述べる機会とさせていただきたいと考えております。

### 【ご略歴】

- 2003 年 日本大学松戸歯学部卒業
- 2007 年 日本大学大学院松戸歯学研究科修了
- 2007 年 日本大学松戸歯学部 助教
- 2010 年～2012 年 デンマーク王国オーフス大学歯学部 ポストドクトラルフェロー
- 2016 年 日本大学松戸歯学部 専任講師
- 2021 年～ 日本大学松戸歯学部 准教授

# 2024年度 学会賞受賞記念講演

令和7年4月12日(土) 14:10~14:40

## ブラキシズムに関する顎運動の実態解明に向けて

鈴木 善貴 先生  
徳島大学大学院医歯薬学研究部  
顎機能咬合再建学分野



### 【要旨】

ブラキシズムは覚醒時と睡眠時に分類され、その評価には主に咀嚼筋筋電図が用いられている。そして、その頻度や持続時間、大きさなどから過大な負担となっていることが示唆されている。American Academy of Sleep Medicine では、“歯の食いしばりや歯ぎしり、あるいは顎の強張りや突き出しを特徴とする繰り返しの顎筋活動”と定義されているが、日常生活や睡眠を妨げずに顎運動を記録することは難しく、実態は明らかになっていない。ブラキシズムを危険因子とする顎口腔系の発現機序を探るためにも、また生体に調和した咬合治療を行うためにも、ブラキシズムの持つ過大な負担が加わる顎位やベクトルを把握する、すなわちブラキシズムの運動学・運動力学を紐解くことは歯科臨床において極めて重要である。本講演では演者が行ってきたブラキシズムに関する顎運動の実態調査について供覧する。本講演を通して、参加者の皆様がブラキシズムを再考する機会になれば幸いである。

### 【ご略歴】

- 2007年 徳島大学歯学部 卒業
- 2008年 徳島大学病院卒後臨床研修センター 臨床研修歯科医 修了
- 2012年 徳島大学大学院口腔科学教育部口腔科学科(咬合管理学分野) 修了
- 2012年 徳島大学病院歯科(かみあわせ補綴科) 医員
- 2014年 徳島大学ヘルスバイオサイエンス研究部顎機能咬合再建学分野 助教
- 2015年 モントリオール大学歯学部 ポストドクトラルフェロー
- 2015年 モントリオールサクリカ病院睡眠医療先進研究所 客員教授
- 2017年 徳島大学大学院医歯薬学研究部顎機能咬合再建学分野 助教
- 2018年 徳島大学病院歯科(かみあわせ補綴科) 講師(現職)

# 2024年度 奨励賞受賞記念講演

令和7年4月12日(土) 14:40~15:00

## 顎口腔機能研究に携わる研究者としての第一歩



板 離子 先生

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

### 【要旨】

この度は、奨励賞という身に余る賞をいただき誠にありがとうございます。2025年3月に大学院博士課程を修了し、ようやく研究者としてのスタート地点に立つことができたと考えております。本受賞講演では、学位研究として取り組んだ吸引型表面電極を用いた舌筋活動の筋電図学的分析、および本学会学術大会での優秀賞受賞をきっかけに実現した、歯工連携・異分野融合研究など、在学中の顎口腔機能研究の取り組みやその過程、今後の展望についてお話させていただきます。大学院進学のきっかけは、摂食嚥下臨床を勉強したいという想いでしたが、嚥下機構の病態解明や摂食嚥下リハビリテーションのエビデンス確立はまだ十分ではない現状を実感し、そこで顎口腔機能研究と出会ったことにより、これらの課題解決・臨床への還元に自身が携われる可能性を感じました。摂食嚥下リハビリテーションの臨床に携わる顎口腔機能研究者として、今後自分自身に何ができるのかについても考えたいと思っております。

### 【ご略歴】

2020年3月 新潟大学 歯学部 歯学科 卒業

2021年3月 歯科医師臨床研修 修了(新潟大学医歯学総合病院)

2025年3月 新潟大学大学院 医歯学総合研究科 修了(歯学)

現在に至る

## 【抄 録】

### 第 71 回学術大会 優秀賞受賞者企画

令和 7 年 4 月 13 日 (日) 11 : 50 ~ 12 : 50

## 第71回学術大会 優秀賞受賞者企画

令和7年4月13日(日) 11:50~12:50

### 【企画】

山本 梨絵 (大阪大学大学院歯学研究科 口腔科学専攻口腔再建学・包括歯科学系部門  
クラウンブリッジ補綴学・顎口腔機能学講座)

学術大会優秀賞 受賞テーマ:「咀嚼関連パラメーターと肥満の関係性」

金井 亮太 (東京科学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)

学術大会優秀賞 受賞テーマ:「高齢者における視覚と味覚の感覚間協応とそれが食品選択に与える影響」

### 【企画要旨】

よく噛むことは、肥満予防や血糖コントロールといった全身的な健康という観点で非常に重要なだけでなく、食を味わい、楽しむという視点でもなくてはならないものである。

今回の受賞テーマは一見すると咀嚼という機能的視点と、視覚や味覚などの感覚的視点で相反するものであるが、これらの協調が「食事」を支えていることは言うまでもない。咀嚼回数の是正には単に噛むことを促すだけでは不十分で、噛むことによる食感の心地よさや、味わいの増加、レトロネーザル等を十分に体験していることや、視覚による事前情報で噛みごたえを期待させることなどが必要であり、「食」を取り巻く歯科的研究は両側面からの介入をしていかなければならない。

また、近年若年者を中心に「お口ポカン」や「丸のみ」などの悪習癖による口腔機能低下、そして二次的な歯列不正が問題となっている。これらは食品の変化による咀嚼回数の減少や離乳期以降の食体験の不足による偏食などが原因と考えられる。

こうした咀嚼の問題の多くは生活習慣に起因し、早期の生活習慣の是正によって回避できるものが多い。一方で中には後天的に歯列不正が発生し、当たり前の咀嚼ができなくなり、専門的加療が必要なケースがあることも知っておかなければならない。今回我々は咀嚼障害をヒントに咀嚼や会話にも影響を及ぼす開咬に着目し、その中でも若年層で多く認められる後天的開咬について、大阪大学歯学部附属病院の高岡亮太先生を講師にお招きし、ご講演いただくこととした。

## 噛み合わせが変化してきた患者が来院したらどうする？

高岡 亮太 先生 大阪大学歯学部附属病院



### 【要旨】

「噛み合わせが徐々に変わってきた」「前歯で噛めなくなった」などの主訴を持って来院される患者に出会ったことはないでしょうか。以前は歯並びに問題がなかったにもかかわらず、後天的に開咬になる患者が一定数存在します。後天的開咬が発症すると、咀嚼や発音に問題が生じ、重度な場合には審美的な問題も引き起こします。また、二次的な咬合性外傷が生じ、最悪の場合抜歯に至ることもあります。

後天的開咬は、前歯部および臼歯部、両側性または片側性に発生し、さらには重度から軽度まで様々なバリエーションが存在し、その原因は多岐にわたります。患者は噛み合わせが変わってしまったという事実に対し強い不安を抱えています。歯科医師は、開咬の原因を特定することで患者を安心させ、また、それぞれの患者に対し適切な治療方法を提案する必要があります。本講演では、さまざまなタイプの後天的開咬をご紹介しますとともに、後天的開咬の診断および治療法について解説させていただきます。

### 【ご略歴】

2006 年 Sydney English Language Centre にて語学留学

2009 年 大阪大学歯学部 卒業

2014 年 大阪大学大学院歯学研究科 修了

2014 年 大阪大学歯学部附属病院 医員

2021 年 大阪大学歯学部附属病院 助教

日本顎口腔機能学会 会員

日本顎関節学会 専門医・委員 (学術委員会、病態分類委員会、若手部会、会則検討委員会)

日本補綴歯科学会 専門医・委員 (JPR 編集委員会)

日本口腔顔面痛学会 評議員・委員 (広報委員会、渉外委員会、学術研究検討部会)

日本口腔インプラント学会 会員

Journal of Prosthodontic Research, Associate Editor

The International College of Prosthodontists, Member

International Association for Dental, Oral, and Craniofacial Research, Member

*Memo*

# 【一般口演抄録】

# 自閉スペクトラム症の徴候を認める小児の口腔機能および睡眠に関する検討

## Analysis of oral function and sleep disorder in children with signs of autism spectrum disorder

○藤崎舞香<sup>1)</sup>, 大継將寿<sup>1)</sup>, 加藤隆史<sup>2)</sup>

Maika Fujisaki<sup>1)</sup>, Masatoshi Otsugu<sup>1)</sup>, Takafumi Kato<sup>2)</sup>

大阪大学大学院歯学研究科小児歯科学講座<sup>1)</sup>, 大阪大学大学院歯学研究科口腔生理学講座<sup>2)</sup>

Department of Pediatric Dentistry, Osaka University Graduate School of Dentistry<sup>1)</sup>

Department of Oral Physiology, Osaka University Graduate School of Dentistry<sup>2)</sup>

### I. 目的

自閉スペクトラム (Autism Spectrum Disorder: ASD) は最も発生率の高い発達障害の一つであり, 対人関係における困難やこだわりの強さ, 身体の動かし方の不器用さ, 感覚の過敏さなどの特徴を有している<sup>1)</sup>. また, ASD 児では睡眠障害を高頻度で有することが知られているが, 偏食などの食事に関する問題を多く抱えていることが報告されている<sup>2)</sup>. しかし, ASD 児における口腔機能と睡眠について調査した研究はほとんどない. 本研究では, 小児における ASD の徴候を評価するとともに, ASD の徴候と口腔機能および睡眠の関連について分析を行った.

### II. 方法

本研究は, 大阪大学大学院歯学研究科・歯学部及び歯学部附属病院倫理審査委員会の承認を得て実施した (承認番号 R3-E5) .

#### 1. 被験者と検査方法

大阪大学歯学部附属病院の小児歯科診療室を受診した患児のうち, 保護者および本人の同意を得られた 6 歳から 9 歳までの小児 56 名 (男児 38 名, 女児 18 名, 平

均年齢  $7.8 \pm 0.9$  歳) を対象とした. 選択基準は全身疾患がないこと, 発達に関して医師の診断を受けていないこととし, 除外基準は口腔機能検査に非協力的であること, 保護者の問診票に不備があることとした. 対象児に対しては口腔内診査を行い, 年齢, 性別, 身長, 体重, BMI, 口唇閉鎖不全の有無を記録するとともに, 口腔機能の評価を行った. 口腔内診査では, dmft/DMFT およびヘルマンの歯年齢を記録した. 口唇閉鎖不全に関しては, 安静時姿勢にて上下口唇が離れている場合に口唇閉鎖不全と判定した. また, 口腔機能の評価項目として, 咬合力, 咀嚼能率, 口唇閉鎖力および最大舌圧を測定した. 保護者に対しては, 対象児の食事習慣に関して問診し, 日本版小学生睡眠調査票 (JSQ-ES) および ASD の徴候を評価できる対人応答性尺度 (Social Responsiveness Scale 2nd Edition: SRS-2) に回答いただいた.

#### 2. 解析方法

SRS-2 では, T 得点が 60 以上を示す小児において対人的相互行動の困難を表すとされていることから, T 得点が 60 以上の対象児と 60 未満の対象児の 2 群に分け, それぞれの項目の比較を行った. その後, SRS-2 の T 得点と各項目間での相関関係

を分析した。統計学的分析として、2 群間の比較にはカイ二乗検定またはフィッシャーの正確確立検定、スチューデントの t 検定またはマン・ホイットニーの U 検定を用い、SRS-2 の T 得点と各評価項目との関連についてはスピアマンの順位相関係数を用いた。また、有意水準は 5% とした。

### Ⅲ. 結果および考察

#### 1. 記述統計

56 名の対象児のうち、SRS-2 の T 得点が 60 以上（以下、「ASD 群」とする）が 13 名 (23.2%)、60 未満が 43 名 (76.8%) であった。ASD 群および対照群において年齢、性別、身長、体重、BMI、dmft/DMFT 歯数、ヘルマンの歯年齢および口唇閉鎖の可否に有意差を認めなかった。

#### 2. 口腔機能

ASD 群では咬合力および最大舌圧の評価においてそれぞれ 1 名および 2 名が不可能であり、対照群では咀嚼能力評価において 1 名の測定が不可能であり、いずれも絞扼反射が原因であった。

2 群間において、咬合力、最大舌圧、および口唇閉鎖力に有意差を認めなかったが、咀嚼能力は ASD 群において有意に低かった ( $P<0.01$ )。

#### 3. 睡眠

ASD 群において、レストレスレッグス症候群 ( $P<0.01$ )、夜間中途覚醒 ( $P<0.01$ )、不眠 ( $P<0.05$ )、日中の過度の眠気 ( $P<0.01$ )、日中の行動 ( $P<0.01$ )、不規則・睡眠相後退 ( $P<0.01$ ) の項目の T 得点が有意に高く、総得点 ( $P<0.001$ ) も有意に高かった。

#### 4. SRS-2 の T 得点と各評価項目との相関関係

SRS-2 の T 得点は、口腔機能の評価項目のうち咬合力 ( $r=-0.325$ ,  $P<0.05$ ) および咀嚼能力 ( $r=-0.293$ ,  $P<0.05$ ) と、食事習慣の項目のうち偏食 ( $r=0.324$ ,  $P<0.05$ )

および食事時の立ち遊び ( $r=0.496$ ,  $P<0.01$ ) と有意な相関関係を示した。睡眠に関しては、レストレッグス症候群 ( $r=0.496$ ,  $P<0.01$ )、睡眠時呼吸障害 ( $r=0.393$ ,  $P<0.01$ )、朝の症状 ( $r=0.310$ ,  $P<0.05$ )、夜間中途覚醒 ( $r=0.557$ ,  $P<0.001$ )、不眠 ( $r=0.461$ ,  $P<0.001$ )、日中の過度の眠気 ( $r=0.548$ ,  $P<0.001$ )、日中の行動 ( $r=0.570$ ,  $P<0.001$ )、不規則・睡眠相後退 ( $r=0.440$ ,  $P<0.001$ )、合計点 ( $r=0.569$ ,  $P<0.001$ ) および睡眠時ブラキシズム ( $r=0.425$ ,  $P<0.01$ ) が SRS-2 の T 得点との有意な相関関係を示した。

本研究結果より、ASD の徴候を認める小児では、睡眠の問題だけでなく口腔機能の問題を有していることが明らかになった。これまでに小児の発達と口腔機能との関連についての研究はほとんどない。また、ASD の徴候は口腔機能や食事習慣の問題と相関関係にあることが明らかになった。これらのことから、ASD 児において高頻度に認められる食事に関する問題には、食行動や心理面の問題だけでなく、口腔の機能的問題も関連している可能性が示唆された。

今後は対象児数を増やすことで調査規模を拡大し、ASD 児の口腔機能の特徴を明らかにするとともに、口腔、睡眠、発達の 3 つの要素を踏まえた多面的な分析を行っていきたいと考えている。

### Ⅳ. 文献

1. American Psychiatric Association. Cautionary statement for forensic use of DSM-5. Diagnostic and Statistical Manual of Mental Disorders, 5th edition.; American Psychiatric Association Publishing: Washington, DC, USA, 2013.

2. Lai M, Lombardo MV, Baron-Cohen S. Autism. Lancet. 2014;383:896–910.

### Ⅴ. 会員外共同研究者

仲野和彦, 三笠祐介 (大阪大学大学院歯学研究科小児歯科学講座)

谷池雅子, 下野九理子, 毛利育子, 橘雅弥 (大阪大学大学院連合小児発達学研究科小児発達学専攻こころの発達神経科学講座)

# 睡眠時間の不足がブラキシズムの発現に及ぼす影響

Effect of sleep restriction for bruxism events

○山川 雄一郎, 飯田 崇, 石井 優貴, 岩田 好弘, 小見山 道

Yamakawa Y, Iida T, Ishii Y, Iwata Y, Komiyama O

日本大学松戸歯学部 クラウンブリッジ補綴学講座

Department of Oral Function and Fixed Prosthodontics,

Nihon University School of Dentistry at Matsudo

## I. 目的

補綴歯科治療において、ブラキシズムは補綴装置の破壊等の問題を引き起こす因子の1つとされている<sup>1)</sup>が、ブラキシズムの発現機序は解明されていない。また、ストレスとブラキシズムの関連が報告されているが、睡眠の不良によるストレスがブラキシズムに及ぼす影響を検討した報告は少ない。本研究では、意図的に睡眠時間を変化させ、それに伴う変化様相を評価し、その変化様相が睡眠時ブラキシズムおよび、覚醒時ブラキシズムの発現に及ぼす影響を検討した。

## II. 方法

実験 1. 睡眠時間の変化が睡眠時ブラキシズムの発現に及ぼす影響の検討

顎口腔領域に異常を認めない 20 名の被験者が 4 日間で構成する計測に参加した。本研究は日本大学松戸歯学部倫理審査委員会の承認 (EC20-031) を得て実施した。計測開始前に主観的睡眠評価としてピッツバーグ睡眠質問票 (PSQI) を聴取した。1 日目の睡眠を Baseline 睡眠 (BL 睡眠) とし、睡眠中は携帯型筋電計 (Sunstar BUTLER GrindCare) と睡眠評価装置 (スリーププロファイラー PSG2, Advanced Brain Monitoring Inc, USA) を同時に装着するよう指示した。携帯型筋電計にて側頭筋筋活動の計測を行い、1 時間ごとの睡眠時ブラキシズ

ムイベント数を算出した。睡眠評価装置にて、睡眠効率、睡眠段階比率、微小覚醒指数を計測した。2 日目夜から 3 日目朝にかけて断眠を行い、3 日目夜からの睡眠を断眠後睡眠、4 日目の睡眠を回復睡眠とし、BL 睡眠と同様に携帯型筋電計、睡眠評価装置にて計測を行った。各日に、主観的睡眠の評価としてエプワース眠気尺度 (ESS)、精神的健康状態の評価として The World Health Organization-Five Well-Being Index (WHO-5)、主観的ストレス評価として Numerical Rating Scale (NRS) の聴取を行った。(図 1)

実験 2. 睡眠時間の変化が覚醒時ブラキシズムの発現に及ぼす影響の検討

顎口腔領域に異常を認めない 18 名の被験者が 3 日間で構成する計測に参加した。1 日目の日中を Baseline (BL) とし、9 時から 15 時 30 分の計 6 時間 30 分、側頭筋筋活動の計測を改良した携帯型筋電計にて行い、1 時間ごとの覚醒時ブラキシズムイベント数を算出した。12 時から 30 分間を解析対象より除外した。BL の 15 時に主観的睡眠評価として PSQI を聴取し、その後、夜間に断眠を実施した。2 日目の日中を断眠後、3 日目の日中を回復睡眠後とし、1 日目と同様に携帯型筋電計にて側頭筋筋活動を計測し、1 時間ごとの覚醒時ブラキシズムイベント数を算出した。各日の 15 時に実験 1 と同様に ESS, WHO-5, NRS の聴取を行った (図 2)。

### III. 結果及び考察

#### 実験 1.

全被験者の PSQI スコアは 6 未満であった。断眠後睡眠の 1 時間ごとの睡眠時ブラキシズムのイベント数、微小覚醒指数は BL 睡眠および回復睡眠と比較して有意に低い値を示した

( $P < 0.05$ )。 (図 3) 睡眠効率率は BL 睡眠, 断眠後睡眠, 回復睡眠間に有意な差を認めなかった。断眠後睡眠の N2 は BL 睡眠と比較し, 有意に低い値を示した ( $P < 0.05$ )。断眠後睡眠の N3 は BL 睡眠および回復睡眠と比較し, 高い傾向を示した。断眠中の ESS スコア, NRS も同様に BL 睡眠後, 断眠後睡眠後と比較し, 有意に高い値を示した ( $P < 0.05$ )。一方, 断眠中の WHO-5 スコアは BL 睡眠後, 断眠後睡眠後と比較し, 有意に低い値を示した ( $P < 0.05$ )。実験 2.

全被験者の PSQI スコアは 6 未満であった。断眠後の覚醒時ブラキシズムイベント数は BL, 回復睡眠後と比較し, 有意に高い値を示した ( $P < 0.05$ ) (図 4)。断眠後の ESS スコア, NRS も同様に BL, 回復睡眠後と比較し, 有意に高い値を示した ( $P < 0.05$ )。一方, 断眠後の WHO-5 スコアは BL, 回復睡眠後と比較し, 有意に低い値を示した ( $P < 0.05$ )。

以上より, 睡眠時間の不足は, 睡眠時ブラキシズムおよび, 覚醒時ブラキシズムのイベント数増加を引き起こす因子の一つとなる可能性が示唆された。

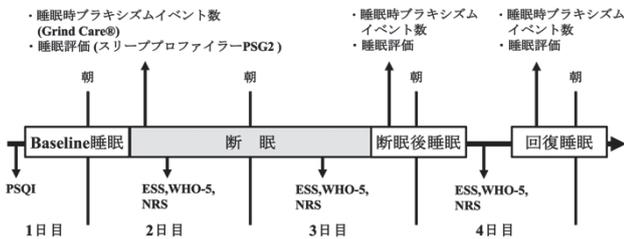


図 1 実験 1 スケジュール

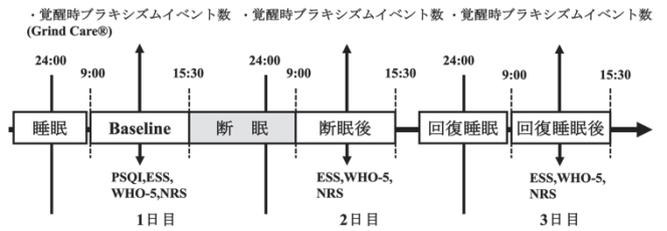


図 2 実験 2 スケジュール

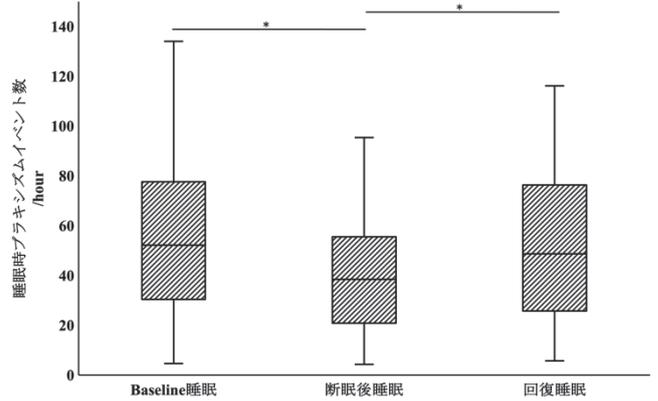


図 3 睡眠時ブラキシズムイベント数の比較  
\*  $P < 0.05$

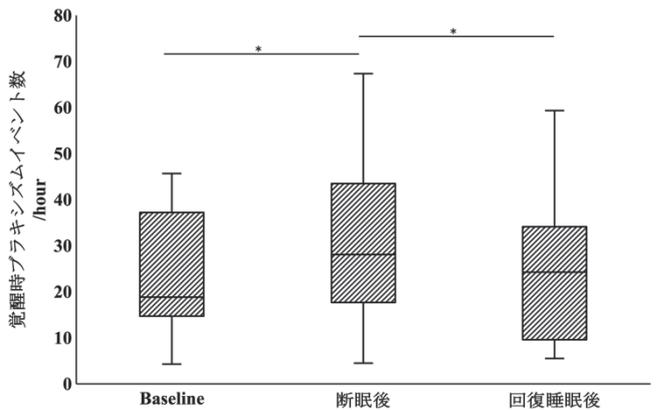


図 4 覚醒時ブラキシズムイベント数の比較  
\*  $P < 0.05$

### IV. 文献

1) Lobbezoo F et al: Bruxism defined and graded, an international consensus, J Oral Rehabil, 40:2-4,2013.

## 両側三叉神経知覚システムの調査

### Investigation of the Bilateral Trigeminal Sensory System

○Fabillar Jaime Jr., 柴垣 あかり, 新開 瑞希, 鈴木 善貴, 松香 芳三

○Jaime Fabillar Jr., Akari Shibagaki, Mizuki Shinkai, Yoshitaka Suzuki,  
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. Purpose

Anatomic studies indicate a strict midline separation in the standard cutaneous innervation maps in the peripheral trigeminal system<sup>1)</sup>. Similarly, in the central nervous system, the established orofacial pain pathway suggests no direct anatomic connection between the bilateral trigeminal nerves<sup>2)</sup>. However, a previous study demonstrated pain attenuation after botulinum neurotoxin type A injection contralateral to the nerve injury, suggesting an association between the trigeminal nerves<sup>3)</sup>. Therefore, this study aims to investigate the potential link between the right and left trigeminal nerves.

#### II. Methods

Neuropathic pain model was established by doing an infraorbital nerve constriction (IONC) surgery intraorally (Fig. 1A) in 5-week-old male Sprague-Dawley rats (120-360 g, CLEA, Osaka Japan).

The pain conditions were assessed through behavioral testing by subjecting the rats to mechanical and thermal stimulations using von Frey Anesthesiometer (1601C, IITC Instruments, USA) and Thermoception Analyzer machine (Intercross-212, Intercross Inc., Tokyo, Japan), respectively. The assessments were conducted before and 7 days after the IONC surgery (Fig. 1B).

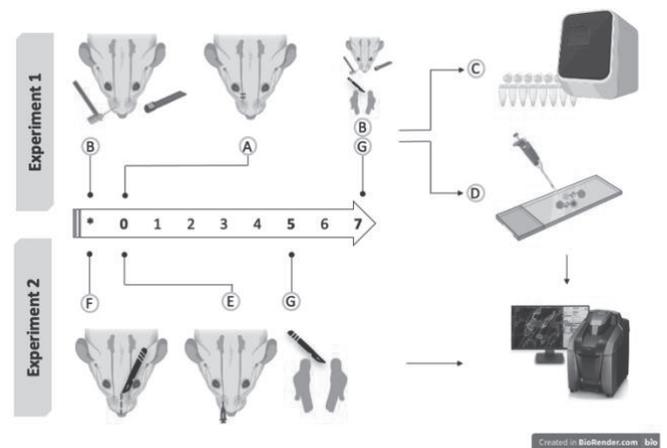
The bilateral trigeminal ganglia were collected (Fig. 1G) processed and prepared for reverse transcription-quantitative polymerase chain reaction (RT-qPCR) analyses (Fig. 1C) and immunofluorescence staining (Fig. 1D) against glial fibrillary acidic protein (GFAP) and activation transcription factor 3 (ATF3), glial cell activation and neuronal injury markers, respectively.

Additionally, in a separate experiment, a neuronal tracer, fluorogold, was intradermally administered

into the rat's whisker pad unilaterally (Fig. 1E). One group was subjected to a full-thickness skin incision surgery at the midline of the rat's snout (Fig. 1F) one day before the administration of fluorogold. The bilateral trigeminal ganglia were collected 5 days after the neuronal tracer administration. Subsequent tissue processing was performed and prepared for fluorescent microscope observation of the labeled neurons.

All animal care and experimental procedures were approved by the Animal Research Committee of Tokushima University (T2020-108, T2023-90).

Fig. 1

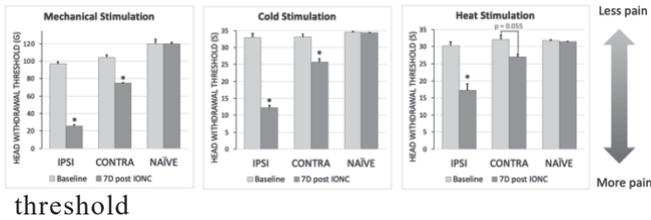


#### III. Results and Discussion

The decrease in head withdrawal threshold (HWT) was recorded following the infraorbital nerve constriction (IONC). Notably, this decrease was observed not only in the ipsilateral side but also in the contralateral area relative to the nerve injury. A statistically significant difference in HWT on the contralateral side was noted when comparing pre- and post-IONC measurements following both mechanical and cold stimulations ( $p=0.001$ ;

p=0.000). Furthermore, a decline in HWT during heat stimulation was recorded on the contralateral side seven days post-IONC, although this change did not reach statistical significance (p=0.055). (Fig. 2)

Fig. 2 Bilateral decrease of head withdrawal



threshold

Following IONC, the activation of satellite glial cells (SGC), marked by immune reactivity (IR) to GFAP was observed in the bilateral trigeminal ganglia (TG). Similarly, the bilateral TG showed IR of the neurons to ATF3. (Fig. 3)

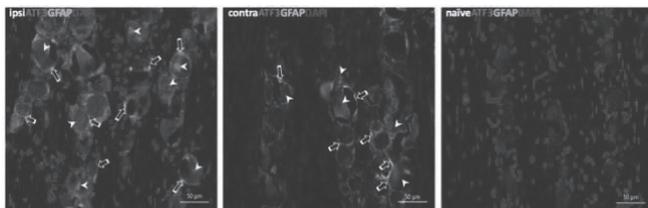
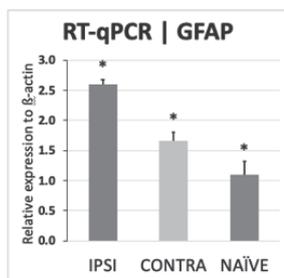


Fig. 3 Bilateral upregulation of glial fibrillary acidic protein (GFAP) and activating transcription factor 3 (ATF3)

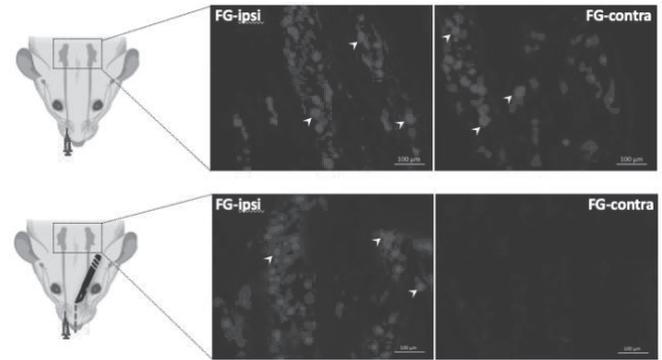
Fig. 4



Furthermore, RT-qPCR analysis showed that GFAP in the contralateral TG is upregulated and revealed a statistically significant difference with Naive group (p=0.34). Although, it also showed a significant difference with ipsilateral TG (p=0.048).

After unilateral intradermal injection into the whisker pad, the FG was observed to have localized in the bilateral TG neurons. However, the labeling of neurons in the contralateral TG was significantly decreased in a group with full-thickness skin incision performed at the midline of the snout separating the two whisker pad areas 1 day before the FG administration. These results indicate that bilateral transport of neuronal tracer happens at the peripheral level, implying a bilateral interaction of trigeminal nerve fibers. (Fig. 5)

Fig. 5 Fluorogold (FG) labelled bilateral trigeminal ganglia (TG) neurons



A previous study by Brown et al. suggested that the interconnections between the facial and trigeminal nerves on the face may traverse the midline and act as an afferent pathway for proprioceptive inputs to the muscles involved in facial expression<sup>4</sup>). Thus, the neurons on each side may naturally project axons that cross the midline to innervate the structures on their contralateral sides. These midline crossovers could explain the contralateral behavioral and molecular changes following unilateral nerve injury; and the FG labeling of the contralateral neurons after unilateral intradermal administration.

#### IV. References

- 1) Chen Ling, et al. Sturge-Weber Syndrome. *Ann Dermatol.* 2011 Nov;23(4):551–3.
- 2) Renton Tara & Egbuniwe Obi. Pain part 2a: trigeminal anatomy related to pain. *Dent Update.* 2015 Apr 2;42(3):238–44.
- 3) Waskitho Arief, et al. Peripherally Administered Botulinum Toxin Type A Localizes Bilaterally in Trigeminal Ganglia of Animal Model. *Toxins.* 2021 Oct;13(10):704.
- 4) Brown Henry. Anatomy of the Spinal Accessory Nerve Plexus: Relevance to Head and Neck Cancer and Atherosclerosis. *Exp Biol Med.* 2002 Sep 1;227(8):570–8.

# Wrench を用いた噛みしめ時の咬合状態の力学評価

## Mechanical evaluation of dental occlusion during intercuspal clenching using wrench representation

○内ヶ崎一徹, 服部佳功

Ittetsu Uchigasaki, Yoshinori Hattori

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

Division of Aging and Geriatric Dentistry, Department of Rehabilitation Dentistry,

Tohoku University Graduate School of Dentistry

### I. 目的

頭蓋骨と下顎骨の間に作用する筋力は、歯列の咬合接触点と両側の顎関節に分散され、それぞれ咬合力と顎関節負荷を生じさせる<sup>1)</sup>。力の分布が不均衡になると、咬合性外傷や変形性関節症などの顎関節症状を引き起こす可能性があるため、噛みしめ時の咬合状態の力学的評価は重要である。

感圧フィルムによる咬合力測定法は、複数の咬合接触面における咬合力の大きさの同時記録が可能であることが特徴である。各咬合接触面の位置や形態の情報と組み合わせることで、歯列に作用する咬合力の全体像を把握できるが、6変数(作用部位の座標と咬合力ベクトル)で記述される各咬合力を羅列するのみでは、咬合の力学的特徴の直観的把握が難しいばかりか、個人内・個人間の比較も困難である。歯列上咬合力を一定の少数の変数に集約することは、噛みしめ時の咬合状態の力学的特徴を捉え、診断や治療プロセスで活用するうえで必要である。

Wrench と呼ばれる力学的手法は、複数の作用点に働く力を、合力の作用軸と同じ軸回りのモーメントとの組み合わせにより表現するもので、歯列上咬合力をそれと等価な Wrench により簡潔に表現する手法が既に提案されている<sup>2)</sup>。しかし、デジタル歯学が未発達であった提案当時、歯列形状を計測し、咬合接触面を検出する工程に膨大な労力と時間を要したため、Wrench による咬合力分析が臨床応用されるには至らなかった。

近年の歯科医療分野におけるデジタル技術の発展は著しい。デジタル技術を応用することで、Wrench による咬合力分析の技術的困難を克服できる可能性がある。

本研究の目的は、デジタル技術を活用して分析に必要な労力と時間を大幅に削減した、新しい Wrench による咬合力分析システムの開発である。

### II. 方法

#### 1. Wrench を用いた咬合力分析システム(図)

本システムは、感圧フィルム (Dental Prescale II, GC) を用いる咬合力測定システム、口腔内光学スキャナー (Trios5, 3shape) を用いる光学印象システム、ラボスキャナー (MEDIT T710, MEDIT)、咬合検査用シリコーン印象材 (ブルーシリコーン, GC) を組み合わせ構築した。分析には数値解析ソフトウェア MATLAB (R2024a, MathWorks) を用いた。

##### 1) 咬合力の測定

咬合力は、咬頭嵌合位における 3 秒間の随意的最大噛みしめを被験運動として、感圧フィルムにより記録した。各咬合接触面の咬合力の大きさは、専用解析ソフトウェアから出力されるファイル (.occx) から算出し、2 次元空間上に再現した。

##### 2) 歯列形状の記録

歯列形状の記録には、口腔内スキャナーを用いて上下顎歯列の 3 次元形状 (以下、歯列形状データ) を取得し、PLY 形式として出力後、MATLAB にインポートし、座標変換を行った。座標系は、切歯点を原点とし、切歯点と下顎両側第二大臼歯遠心頬側咬頭頂の中点を結ぶ前後軸を x 軸 (前方を正)、切歯点を通り、咬合平面上で x 軸と直行する左右軸を y 軸 (左方を正)、切歯点を通り、咬合平面に垂直な上下軸を z 軸 (上方を正) とした。

##### 3) 咬合接触面の検出と再現

咬合検査用シリコーン印象材を用いて咬頭嵌合位で採得したチェックバイトを、前歯部、右側臼歯部、左側臼歯部の 3 部に分割し、ラボスキャナーでその表面形状を記録し、上下顎歯列咬合面間の距離が 150  $\mu\text{m}$  以内の領域 (以下、咬合面間近接域) を検出した。歯列形状データとチェックバイトの下顎歯列咬合面の形状データを位置合わせ (Iterative Closest Point) し、チェックバイトの咬合面間近接域を歯列形状データ上に再現することで、咬合接触面を得た。

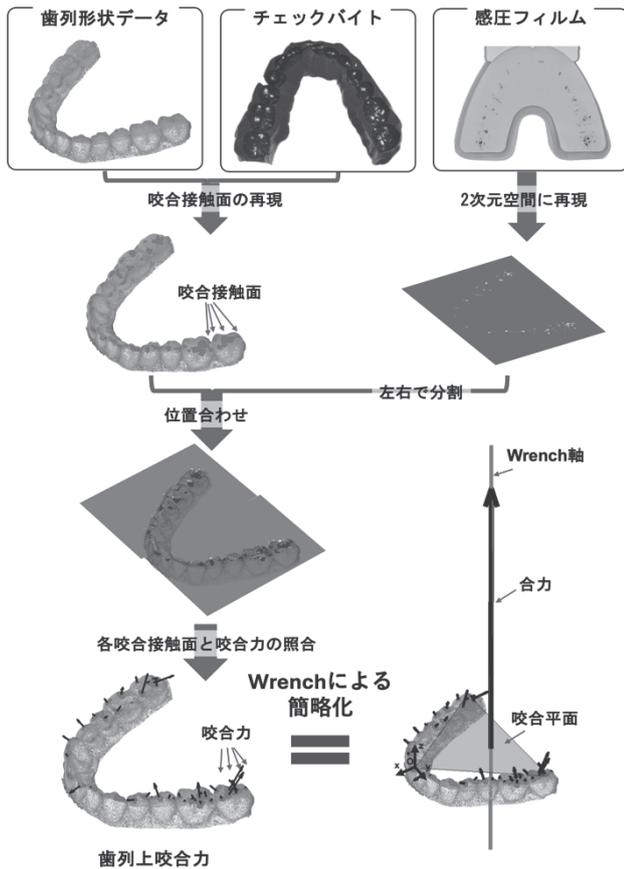


図 Wrench を用いた咬合力分析システム

#### 4) 歯列上咬合力

各咬合接触面と咬合力の照合は、再現された感圧フィルムを左右に分割し、対応する咬合接触面との関係から、平行・回転移動し、位置合わせを行うことで実施した。咬合力が対応する咬合接触面を持たない場合は、感圧フィルムの変形によるアーチファクトとみなし、除外した。

各咬合接触面の重心座標を作用点とし、回帰平面の法線方向を咬合力の方向と定義し、記録された咬合力の大きさと合わせることで、歯列上咬合力を算出した。

#### 5) Wrench による簡略化と評価指標

歯列上咬合力は、Wrench を用いることで、6つの変数（合力、Wrench 軸まわりのモーメント、Wrench 軸と咬合平面との交点座標、前後的傾き、左右的傾き、ピッチ）の一定様式で簡略に表現された。

上記のシステムを用いて、歯列不正を認めない健常有歯顎者1名（男性、25歳）と缺状咬合を認める有歯顎者1名（男性、18歳）を分析した。なお、被験者を用いた検討については、東北大学大学院歯学研究科研究倫理委員会の承認を得て実施した（2024年5月23日付）。被験者には、書面によるインフォームドコンセントを得た。

### III. 結果及び考察

本システムにより、1被験者あたりの分析時間は、約30分に短縮された。Dental Prescale II は Dental Prescale 50H と比較してノイズが多い<sup>3)</sup>ことから、力学分析に際してノイズの適切な除去が必要である。本システムは、対応する咬合接触面を有さない咬合力を自動的にノイズと判断することで、これに対処した。

歯列不正のない被験者と比較して、缺状咬合の被験者のピッチの値が大きく、噛みしめ時に下顎を回転させようとする力が働く可能性が推察された（表）。

特定の形態学的な不正咬合が顎口腔系の機能障害、特に顎関節症と直接的に関連するという考え方は、既に否定されている<sup>4)</sup>。今後、多数の若年有歯顎者において、咬合の形態学的特徴を診査するとともに、本システムを用いた力学評価を実施し、咬合の形態学的ならびに力学的特徴が正常な顎口腔機能の維持に及ぼす影響を、前向きコホート研究を通じて検討する予定である。

表 正常咬合者と缺状咬合者の咬合力 Wrench

		正常咬合者	缺状咬合者
合力 (N)		1,519	809
Wrench 軸まわりのモーメント (N・mm)		-1,220	-1,305
咬合平面に対する Wrench 軸の位置・傾き	交点の XY 座標 (mm)	(-31.8, 4.9)	(-28.0, 0.32)
	前後的傾き (deg)	87.6	91.7
	左右的傾き (deg)	3.8	6.9
ピッチ (mm)		-0.8	-1.6

### IV. 文献

- 1) Peck CC. J Oral Rehabil. 2016;43:205-14.
- 2) Hattori Y, et al. J Biomech. 2009;42:1533-8.
- 3) Shiga H, et al. Odontol. 2020;108:676-80.
- 4) Manfredini D, et al. J Oral Rehabil. 2017;44:908-23.

## マウス咀嚼時における大脳皮質ニューロン活動の 歯牙喪失による影響

### Effects of tooth loss on cortical neuron activity during mastication in mice

○片桐崇史<sup>1)</sup>、中村史朗<sup>2)</sup>、中山希世美<sup>2)</sup>、望月文子<sup>2)</sup>、壇辻昌典<sup>2)</sup>、馬場一美<sup>1)</sup>、井上富雄<sup>3)</sup>

Takafumi Katagiri, Shiro Nakamura, Kiyomi Nakayama, Ayako Mochizuki,  
Masanori Dantsuji, Kazuyoshi Baba, Tomio Inoue,

1)昭和医科大学歯学部歯科補綴学講座

2)昭和医科大学歯学部口腔生理学講座

3)京都光華女子大学短期大学部

1)Department of Oral physiology, Showa Medical University School of Dentistry

2)Department of Prosthodontics, Showa Medical University School of Dentistry

3)Department of Contemporary life design, Kyoto Koka Women's University

#### I. 目的

咀嚼は、摂取した食物を粉碎し唾液と混和して食塊を形成する過程で、生命維持に関わる重要な運動機能である。随意的な咀嚼の顎運動パターンは、大脳皮質を含む様々な脳領域によって制御されている<sup>1-3)</sup>。咀嚼に対する大脳皮質の関与については、これまで大脳皮質の刺激や破壊・抑制による効果、単一大脳皮質ニューロン活動の記録によって解析されてきたが<sup>4,5)</sup>、咀嚼の際に個々の大脳皮質ニューロンが集団としてどのような活動を示すのか、またその特性が歯の喪失によってどのように変化するかについては不明である。そこで本研究では、覚醒下のマウスの咀嚼関連大脳皮質ニューロンから2光子励起顕微鏡によるCa<sup>2+</sup>イメージングを行い、この領域に位置するニューロン集団の活動パターンを特徴付けることを目的とした。加えて、歯の喪失による活動パターンの影響を経目的に解析した。

#### II. 方法

##### 1. GCaMP6f の注入、カバーガラスおよび筋電図電極の設置

実験には C57BL/6J マウス (雄性、6~8 週齢、*n* =

9) を用いた。咀嚼関連大脳皮質ニューロンの活動を可視化するため、深麻酔下でイメージング部位を中心とした直径 2 mm の頭蓋骨を除去した。Bregma から前方 2 mm、左側方 2 mm、深さ 200~300  $\mu$ m の位置にカルシウムセンサーGCaMP6f を発現するアデノ随伴ウイルス (AAV) を注入し、頭蓋骨を除去した部位をカバーガラスで置換した。AAV を注入した部位は、マウスの顎と舌の運動を記録した先行研究を参考に決定した<sup>6,7)</sup>。続いて、右側咬筋および右側顎二腹筋前腹に筋電図電極を埋入した。その後、金属フレームを頭部に慢性的に設置した。

##### 2. *In vivo* Ca<sup>2+</sup>イメージングおよび筋電図記録

AAV 注入から 3~4 週間後、覚醒状態のマウスの頭部を正立顕微鏡のステージ上に固定した。球状のエサ (直径 3 mm) を与えて咀嚼行動を誘発し、その際の大脳皮質 2/3 層のニューロン活動と咬筋・顎二腹筋活動を記録した。コントロールの記録を取得後、右上顎臼歯 3 本を抜去し、抜歯後 3 日目から 28 日目までの各期間において同様の手法でニューロン活動を記録した。取得データを解析し、各ニューロンの活動強度、頻度、同期性、咀嚼運動との相関を評価した。得

られたデータはノンパラメトリックの Friedman 検定または Kruskal-Wallis 検定と Dunn の多重比較を用いて統計的有意性を検定し、 $P < 0.05$  とした。すべての動物飼育および実験手順は ARRIVE ガイドラインに則り昭和大学動物実験委員会の承認のもと行われた（許可番号 14024、15026、224008）。

### III. 結果及び考察

#### 1. 咀嚼時の大脳皮質ニューロンの活動パターン

咀嚼前、咀嚼中、咀嚼後の期間における大脳皮質 2/3 層ニューロンの  $Ca^{2+}$  応答を比較した結果、約 74% のニューロンにおいて、咀嚼中に  $Ca^{2+}$  応答（細胞内  $Ca^{2+}$  濃度の上昇）が認められた。 $Ca^{2+}$  応答の活動強度、発生頻度、およびニューロン間の活動同期性が咀嚼前後に比べて咀嚼中に有意に増加した。特に、咀嚼前のベースの活動が低いニューロンほど咀嚼中の活動増加が顕著であった。これらのニューロンが感覚および運動信号処理において重要な役割を果たしていることが示唆された。また、約 4% のニューロンが咀嚼開始の 1 秒前から  $Ca^{2+}$  応答を示すことから、咀嚼動作の開始に先立って活動する大脳皮質ニューロンの存在が示唆された。

#### 2. 咀嚼時の大脳皮質ニューロン活動パターンの歯牙喪失による影響

次に、上顎右側臼歯 3 本の抜去によって生じる感覚運動障害が、咀嚼前後での大脳皮質ニューロン活動にどのような影響を及ぼすかについて検討した。抜歯前と抜歯後（3, 7, 10, 14, 28 日後）の筋活動を比較すると、咬筋および顎二腹筋の筋電図活動量に差はみられなかった。咀嚼中のニューロン集団の  $Ca^{2+}$  応答について、咀嚼開始の 1 秒前から  $Ca^{2+}$  応答を示すニューロンの割合は、抜歯後に増加した。さらに、 $Ca^{2+}$  応答の活動強度が 14 日後以降で有意に増加した。一方、活動頻度は術後期間を通じて減少し、ニューロン間の活動同期性は 14 日後で一時的に増加したものの、全体として安定していた。これ

らの結果は、抜歯により歯根膜や咀嚼筋の感覚受容器からの入力が増加することで大脳皮質での情報処理に可塑的な変化が引き起こされることを示唆している。以上の結果より、2 光子  $Ca^{2+}$  イメージング法と歯牙喪失モデルマウスを組み合わせた実験モデルは、歯牙喪失による神経可塑性のメカニズムを解明する有用な手段となることが示唆された。

### IV. 文献

- 1) Sessle BJ. Chapter 5--face sensorimotor cortex: its role and neuroplasticity in the control of orofacial movements. *Prog Brain Res.* 2011;188:71-82.
- 2) Nakamura Y, Katakura N. Generation of masticatory rhythm in the brainstem. *Neurosci Res.* 1995;23:1-19.
- 3) Falardeau D, Dubois S, Kolta A. The coordination of chewing. *Curr Opin Neurobiol.* 2023;83:102805.
- 4) Hiraba H, Sato T. Cortical control of mastication in the cat: properties of mastication-related neurons in motor and masticatory cortices. *Somatosens Mot Res.* 2004;21:217-27.
- 5) Lund JP, Lamarre Y. Activity of neurons in the lower precentral cortex during voluntary and rhythmical jaw movements in the monkey. *Exp Brain Res.* 1974;19:282-99.
- 6) Pronichev IV, Lenkov DN. Functional mapping of the motor cortex of the white mouse by a microstimulation method. *Neurosci Behav Physiol.* 1998;28:80-5.
- 7) Mercer Lindsay N, Knutsen PM, Lozada AF, Gibbs D, Karten HJ, Kleinfeld D. Orofacial movements involve parallel corticobulbar projections from motor cortex to trigeminal premotor nuclei. *Neuron.* 2019;104:765-80 e3.

# 慢性間欠的低酸素負荷が睡眠時の顎筋活動に与える影響

## The effect of chronic intermittent hypoxia on jaw muscle activity during sleep

簗田 宜子<sup>1,2)</sup>, 片桐 綾乃<sup>1)</sup>, 豊田 博紀<sup>1)</sup>, 加藤 隆史<sup>1)</sup>

Noriko Minota<sup>1,2)</sup>, Ayano Katagiri<sup>1)</sup>, Hiroki Toyoda<sup>1)</sup>, Takafumi Kato<sup>1)</sup>

<sup>1)</sup>大阪大学大学院歯学研究科口腔生理学講座, <sup>2)</sup>大阪大学大学院歯学研究科顎顔面口腔外科学講座

<sup>1)</sup>Department of Oral Physiology, Osaka University Graduate School of Dentistry

<sup>2)</sup>Department of Oral and Maxillofacial Surgery, Osaka University Graduate School of Dentistry

### I. 目的

閉塞性睡眠時無呼吸 (obstructive sleep apnea: OSA) は、睡眠中の気道閉塞や狭窄に起因する無呼吸・低呼吸イベントによって、間欠的低酸素状態が頻回に繰り返される疾患である。OSA は睡眠時ブラキシズム (sleep bruxism: SB) の併存率が高く<sup>1)</sup>、SB の危険因子の一つとされている。

しかし、OSA と SB の病態関連性を調べた先行臨床研究では、睡眠中の個々の無呼吸・低呼吸イベントが咀嚼筋活動を必ずしも誘発するとは限らないことが報告されており<sup>2)</sup>、OSA と SB の病態生理学的な因果関係は不明な点が多い。

さらに、OSA による慢性的かつ間歇的な低酸素状態は、中枢神経系に影響を及ぼす。実験動物では、慢性間欠的低酸素 (chronic intermittent hypoxia: CIH) 負荷により、呼吸運動調節に関する中枢神経系の活動性が亢進することが報告されている<sup>3)</sup>。したがって、長期にわたる CIH 状態が、顎運動を制御する中枢神経系の活動性を変調させる可能性が考えられる。これらのことより、CIH 負荷が顎運動制御に関わる三叉神経前運動ニューロン群の活動を亢進し、睡眠中の顎筋の活動が上昇すると仮説を立てた。そこで、免疫組織学的手法と電気生理学的手法を用いて、CIH に対する三叉神経前運動ニューロンと睡眠中の顎筋活動の応答性を解析した。

### II. 方法

#### 1. 実験動物

実験には、雄性 Sprague-Dawley ラット (120-200g、日本 SLC、静岡、日本) を使用した。

CIH 負荷群及び対照群への振り分けは無作為に行った。実験動物は 12 時間毎に明暗サイクルをコントロールした恒温の環境下、かつ水と餌を自由に摂取できるケージで 7 日間飼育し、実験に用いた (明期 5:00-17:00、暗期

17:00-5:00、 $23 \pm 1^\circ\text{C}$ )。

#### 2. CIH 負荷

ラットをアクリル樹脂製の密閉チャンバーに入れ、3 分間で最低酸素濃度が 5% になるよう窒素 (7.0-8.0 L/min) を注入し、続いて圧縮空気 (21.0 L/min) を 3 分間注入することで、正常酸素状態に戻した。この 6 分間のサイクルを 1 日 6 時間繰り返し、7 日間 CIH を負荷した。チャンバーへの窒素及び圧縮空気の注入は、自動制御で切り替えた。また、チャンバー内の酸素濃度は継続的に測定した。

#### 3. 免疫組織学実験

7 日目の CIH 負荷終了後、10% 中性緩衝ホルマリン溶液で経心的に灌流固定し、中脳から上部頸髄を採取した。次に、厚さ 60  $\mu\text{m}$  の連続冠状断切片を作製した。一次抗体には、慢性的な細胞興奮のマーカーである FosB を用い、DAB で可視化した。

封入後、切片の吻尾的なレベル分けと神経核の解析領域の設定を行い、各レベルごとに解析領域内の FosB 陽性細胞数をカウントした。次に、各解析領域全体での FosB 陽性細胞数の平均を算出し、個体ごとの解析領域における FosB 陽性細胞数の代表値として、両群で比較した。

解析領域は、先行論文にて三叉神経前運動ニューロンの存在が報告された 10 領域 (三叉神経中脳路核、三叉神経上核、三叉神経間域、三叉神経主感覚核、内側及び外側結合腕傍核、小細胞性網様体領域、中間毛様核、三叉神経脊髓路核吻側亜核、吻側孤束核) とした<sup>4,5)</sup>。

#### 4. 電気生理学実験

三種混合麻酔 (塩酸メドミジン、ミタゾラム、酒石酸ブトルフェノール) 下で、脳波記録電極および顎筋・咬筋・顎二腹筋への筋活動記録電極の埋入処置を実施した。

脳波記録電極は、冠状縫合から 2 mm 後方、矢状縫合から 2 mm 両側の位置に、咬筋・顎二腹筋の筋活動記録電極を右側に設置した。1 週間の回復期間を設け、7 日間の CIH 負荷を行った。負荷終了後に脳波と筋活動を 24 時間記録した。

記録中は水と餌は自由に摂取させた。記録後、1エポック(10秒)ごとに睡眠スコアリングと筋電図解析を行った。解析は専用ソフトウェア(SleepSign®、キッセイコムテック株式会社、長野県、日本)を使用した。

脳波波形、FFT解析で算出した $\delta$ 波と $\theta$ 波のパワー値、及び顎筋活動をもとに、ノンレム睡眠、レム睡眠と覚醒の判定をした。また、睡眠中に覚醒が連続3エポック以内で生じた場合はArousalとした。

筋活動量の指標として、筋電図波形を整流化し、エポックごとに積分値を算出した。続いて、電氣的ベースラインの影響を排除するため、各エポックの積分値から記録時間中の最小の積分値を差し引いた。最後に、記録中に咀嚼運動を行っているエポックの筋活動量を基準とし、各エポックの値を正規化した。

## 5. 統計

データは平均  $\pm$  標準偏差で表した。統計はMann-WhitneyのU検定を用いた。有意水準 $p < 0.05$ とした。

## III. 結果

### 1. 免疫組織学実験

三叉神経前運動ニューロンの存在が報告された10領域において、対照群と比較し、CIH負荷群はFosB陽性細胞数が有意に多かった。

### 2. 電気生理学実験

対照群と比較し、CIH負荷群では暗期のレム睡眠が有意に多かったが、その他の睡眠覚醒時間に関する変数には差を認めなかった。

咬筋の筋活動は、覚醒、ノンレム睡眠、レム睡眠を通して両群間で有意な差は認めなかった。また、睡眠中のArousal時の咬筋活動に関しても両群間で有意な差は認めなかった。

顎二腹筋は、対照群と比較し、CIH負荷群では明期における覚醒時の筋活動が有意に高かった。また、明期・暗期のノンレム睡眠中にArousalが生じたエポック、及び明期のレム睡眠中にArousalが生じたエポックにおいて、対照群と比較してCIH負荷群で顎二腹筋活動が有意に高かった。

## IV. 考察

本研究では、CIH負荷が睡眠中の顎筋の活動に与える影響を、免疫組織学実験及び電気生理学実験より検討した。免疫組織学実験から、CIH負荷により三叉神経前運動ニューロンの存在が報告された領域で、FosB陽性細胞数が増加した。また、電気生理学実験から、睡眠中に生じるArousalにおいて顎二腹筋の筋活動の亢進が認められた。

CIH負荷により、孤束核の呼吸関連領域のニューロン群でFosB陽性細胞数が増加すること

が報告されている。本研究では、三叉神経前運動ニューロンが存在する領域で、FosB陽性細胞数が増加した。これらの領域は一部が重複していることから、三叉神経前運動ニューロンが低酸素状態に反応し、活動が亢進した可能性が考えられる。

CIH負荷により、Arousal中の咬筋活動の上昇は認めなかったが、一方、顎二腹筋活動は上昇した。顎二腹筋は気道狭窄や窒息時の再呼吸直前に筋活動が亢進するなど、呼吸にも関与することが報告されている<sup>6)</sup>。また、顎二腹筋を含む舌骨上筋群はArousalに反応して活動し、上気道閉塞の解除に役立っている。したがって、CIH負荷によって生じた三叉神経前運動ニューロン群の活動亢進は、Arousalに対する顎二腹筋運動ニューロンの反応性を増加させた可能性がある。さらに、CIH負荷による三叉神経前運動ニューロン群の活動亢進は、顎二腹筋と咬筋とでArousalに対し、異なる反応性を示す可能性が考えられる。

(会員外共同研究者：大阪大学大学院歯学研究科顎顔面口腔外科学講座・田中晋教授)

## V. 文献

- 1) Li D, Kuang B, Lobbezoo F, et al. Sleep bruxism is highly prevalent in adults with obstructive sleep apnea: a large-scale polysomnographic study. *J Clin Sleep Med.* 2023 Mar 1;19(3):443-451.
- 2) Okura M, Kato T, Mashita M, et al. Relationships between respiratory and oromotor events differ between motor phenotypes in patients with obstructive sleep apnea. *Front Neurol.* 2023 Mar 21;14:1150477.
- 3) Knight WD, Little JT, Carreno FR, et al. Chronic intermittent hypoxia increases blood pressure and expression of FosB/DeltaFosB in central autonomic regions. *Am J Physiol Regul Integr Comp Physiol.* 2011 Jul;301(1):R131-9.
- 4) Yoshida A, Taki I, Chang Z, et al. Corticofugal projections to trigeminal motoneurons innervating antagonistic jaw muscles in rats as demonstrated by anterograde and retrograde tract tracing. *J Comp Neurol.* 2009 Jun 1;514(4):368-86.
- 5) Stanek E 4th, Cheng S, Takatoh J, et al. Monosynaptic premotor circuit tracing reveals neural substrates for oro-motor coordination. *Elife.* 2014 Apr 30;3:e02511.
- 6) Saka N, Chotirungsan T, Yoshihara M, et al. Functional involvement of the sternohyoid muscle during breathing and swallowing in rats. *Am J Physiol Gastrointest Liver Physiol.* 2024 Oct 1;327(4):G598-G607.

# 麺の形態が咀嚼および嚥下動態に及ぼす影響： 嚥下造影検査による検討

Influence of noodle morphology on mastication and swallowing dynamics: A  
study by VideoFluoroscopic examination of swallowing

○天埜皓太, 木村将典, 佐藤理加子, 吉田直行, 谷口裕重

○AMANO Kota, KIMURA Masanori, SATO Rikako, YOSHIDA Naoyuki, TANIGUCHI Hiroshige  
朝日大学歯学部 摂食嚥下リハビリテーション学分野

Department of Dysphagia Rehabilitation, Asahi University school of dentistry

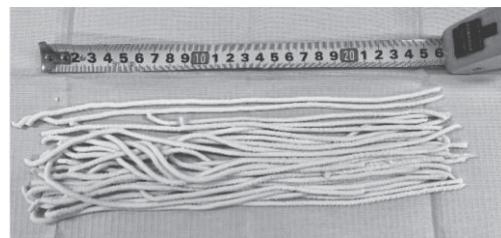
## I. 目的

麺は食塊が咽頭へ早期流入すると考えられているため、施設や病院で摂食嚥下機能障害患者に対して提供されることは少ない。一方で、麺なら食べることができる、麺を食べたいという患者が存在している。うどんは米飯に比べ咀嚼回数が少なく、ステージⅡトランスポートが下咽頭で生じる<sup>1)</sup>と報告されているが、麺の形態と摂食嚥下機能および食物動態に関しては不明な点が多い。本研究では、「すする」などの食べ方を除いた、麺の形態と摂食嚥下機能および食物動態との関連を解析することで、摂食嚥下機能障害患者でも安全に食べられる麺の形態を考察していく。

## II. 方法

対象: 健常成人 25名(男性5名, 女性20名, 23.11±4.8歳, 残存歯数 28.12±1.28本)とした。本研究は朝日大学病院医学倫理審査会の承認を得て実施した(2023-07-01)。

被験食: 1. 麺, 2. 麺+つゆ 1ml, 3. 麺+つゆ 5ml, 4. 米飯, 5. 刻み麺の5種類を作製した。麺は造影剤を混入し直径3mm, 長さ25cmで作製し(図1), 刻み麺は麺を2cmにカットした。つゆは造影剤を40w/v%の濃度で混入した。



(図1)

計測方法: 嚥下造影検査(VF)にて各被験食を一口量10gずつ自由咀嚼してもらい, Dipp-Motion V2D Ver1.2.7にて計測した。

解析: 計測した各個人のVFデータを14項目に区分し, SPSS ver.24を用いてFriedmanの検定にて比較検討を実施した。

計測項目: 下記の14項目を設定した。

- ①総咀嚼回数(回), ②嚥下回数(回),
- ③咽頭残留部位, ④嚥下惹起ポイント,
- ⑤咀嚼開始から最初の嚥下までの時間(s),
- ⑥咀嚼開始から最初の嚥下までの咀嚼回数(回), ⑦平均咀嚼速度(回/s)
- ⑧舌骨前方移動量(mm), ⑨舌骨上方移動量(mm), ⑩舌骨累計移動量(mm),
- ⑪舌骨移動時間(s), ⑫舌骨移動速度(mm/s),
- ⑬咽頭通過時間(s), ⑭UES最大開口量(mm)

## III. 結果

14項目のうち①(図2), ④(図3), ⑤(図4), ⑥(図5), ⑦, ⑩, ⑪, ⑫, ⑭(図6)の9項目にて有意差が認められた。①より麺に液

体を付与すると咀嚼回数が減少した。④より麺+つゆ 5ml では嚥下惹起が下咽頭であった。⑤, ⑥では麺に液体を付与すると嚥下開始までの咀嚼時間と咀嚼回数が短縮した。⑭では他の被験食と比較して麺+つゆ 5ml ではUES 最大開大量が減少した。

#### IV. 考察

麺は液体を付与する総咀嚼回数が減少した。刻み麺は麺と比して咀嚼回数が減少すると考えられているため嚥下障害患者に提供されることが多い。しかし、本研究では麺と刻み麺の間に有意差は認めなかった。

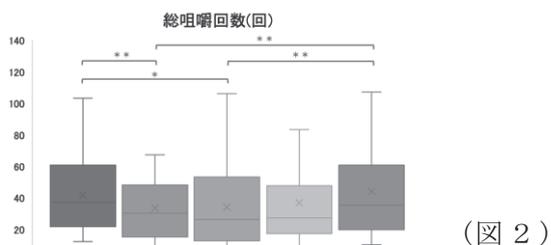
先行研究では咀嚼回数を決定するには食物の硬さが重要<sup>2)</sup>とされており、液体を含ませることが硬さに影響したと推察される。さらに凝集性以外の物性は一定の帯域に達した際に嚥下反射が惹起されるとの報告<sup>3)</sup>があり、液体を含ませることにより咀嚼回数を減少させ、嚥下時には食塊が一定の物性になっていたと推察される。そのため、摂食嚥下機能障害患者に対しては、麺と液体と一緒に摂取することは有用であることが示めされた。

一方で麺+つゆ 5ml では嚥下惹起ポイントや嚥下までの咀嚼時間・回数, UES 最大開大量の項目から二層性の嚥下が認められていた。つまり多量の液体の付与は嚥下反射が下咽頭となるため、摂食嚥下機能障害患者では誤嚥のリスクが高くなる可能性がある。麺+つゆ 1ml ではつゆ 5ml の欠点が改善されていた。

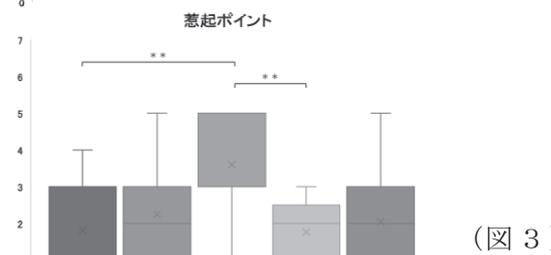
本研究結果より健常者においては、麺に少量の液体を纏わせることが咀嚼回数を減少させ、誤嚥リスクを低減する可能性が示唆された。

#### V. 文献

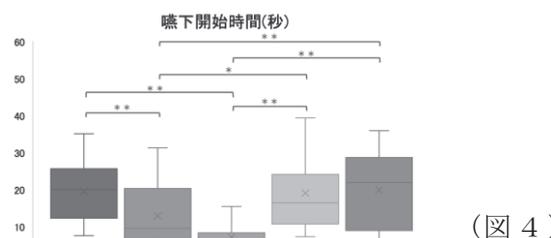
- 1) Iida Y, et al: Videofluorographic evaluation of mastication and swallowing of Japanese udon noodles and white rice. *Dysphagia*, 2011;26:246-9.
- 2) Kochi I, et al: Changes of bolus properties and the triggering of swallowing in healthy humans. *J Oral Rehabil*, 2021;48:592-600.
- 3) Wada S, et al: Changes in food bolus texture during mastication. *J Texture Stud*, 2017;48:171-177.



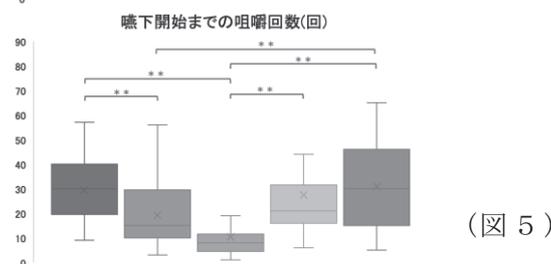
(図 2)



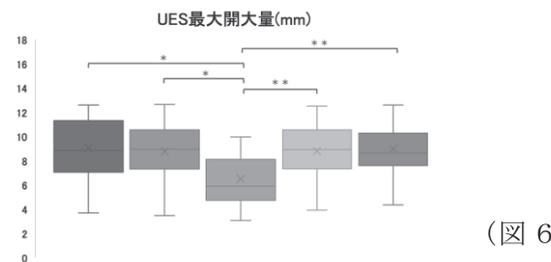
(図 3)



(図 4)



(図 5)



(図 6)

■ 1. 麺, ■ 2. 麺+つゆ 1ml, ■ 3. 麺+つゆ 5ml, ■ 4. 米飯, ■ 5. 刻み麺  
\* :p<0.05    \*\* :p<0.01

## 食具の違いが液体摂取時の嚥下動態に与える影響

The effect of different eating utensils on swallowing dynamics when ingesting liquid

○柴垣あかり<sup>1)</sup>, 真柄仁<sup>2)</sup>, 鈴木拓<sup>2)</sup>, 笹杏奈<sup>2)</sup>, 小出理絵<sup>3)</sup>,  
松田有加子<sup>4)</sup>, 佐藤萌恵<sup>5)</sup>, 柴崎稜<sup>5)</sup>, 菅沼雄大<sup>6)</sup>, 横山滉<sup>7)</sup>, 井上誠<sup>2)</sup>

Akari Shibagaki, Jin Magara, Taku Suzuki, Anna Sasa, Rie Koide, Yukako Matsuda,  
Tomoe Sato, Ryou Shibasaki, Yudai Suganuma, Akira Yokoyama, Makoto Inoue

1)徳島大学大学院医歯薬学研究部顎機能咬合再建学分野, 2)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, 3)東北大学大学院歯学研究科口腔システム補綴学分野, 4)大阪歯科大学高齢者歯科学講座, 5)東北大学大学院歯学研究科加齢歯科学分野, 6)新潟大学大学院医歯学総合研究科包括歯科補綴学分野, 7)岡山大学学術研究院医歯薬学域咬合・有床義歯補綴学分野

### I. 目的

摂食嚥下障害患者において液体は誤嚥のリスクが高いとされており, 液体の粘度や摂取方法の工夫(ストローや吸い飲みの使用, 一口量の調整など)により対応することが多い. しかし, これらの方法が口腔運動や嚥下動態へ与える影響について検証を行った報告は少ない. 本研究では, 健常者を対象に, 液体の粘度と摂取方法の違いが嚥下動態に及ぼす影響を検証した.

### II. 方法

#### 1. 被験者

健常成人 18 名(男性 8 名, 平均年齢 30.1 ± 5.8 歳).

#### 2. 記録

筋電図記録では, 口輪筋, 舌筋(前方・中央・後方)に吸引型電極(TK221-006, ユニークメディカル), 舌骨上筋, 舌骨下筋に通常表面電極(NM-319Y, 日本光電)を貼付し, 嚥下内視鏡画像と同時に記録した. データは Labchart (ver8, AD instrument 社) を使用して PC に保存した.

#### 3. 実験プロトコル

はじめに, 解析時の各パラメータを正規化するため, 口唇突出, 舌尖挙上, 最大開口, 空嚥下時の筋電図を記録した.

実験準備として, 100ml の液体をコップに用意し, 被験者に自由に摂取させた. 実際の摂取

量を記録し, その値を被験者に伝えて, 主観的摂取量(被験者が推定する摂取量)の基準とした.

その後, 液体(Thin)ととろみ付き液体(Thick)を各 100ml 用意し, コップ(C), ストロー(S), 吸い飲み(FC)の 3 種類の食具を使用した 6 条件で嚥下を行う試行をランダムに実施した. 溶液嚥下後, 実際の摂取量と主観的摂取量を記録した. また, 条件ごとに「一口量の調整しやすさ」「口腔内への取り込みやすさ」「飲み込みやすさ」を Visual Analog Scale で評価した.

#### 4. 筋電図解析(図 1)

嚥下指示から舌骨下筋筋活動開始までを取込み時間, 舌骨下筋筋活動開始から終了までを嚥下時間とし, これらの合計を総摂取時間と定義した. 各筋および条件ごとに筋活動持続時間, 単位時間あたりの筋活動量を算出し, 摂取方法ととろみの有無を要因とする反復測定分散分析を実施した.

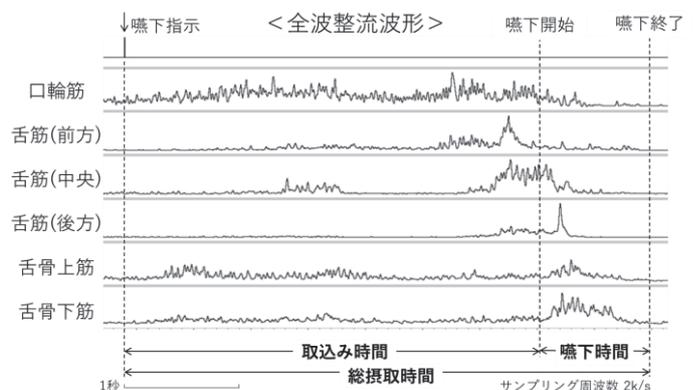


図 1. 液体コップ摂取時の筋電図記録の一例

### Ⅲ. 結果及び考察

#### 1. 各条件下における摂取量の比較

実際の摂取量および主観的摂取量において、液体コップ摂取は液体ストロー摂取より有意に摂取量が多かった。他の条件間では有意な差は認められなかった。

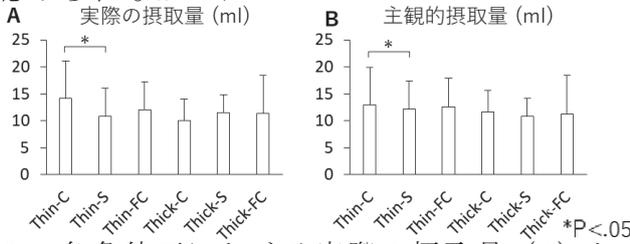


図2. 各条件下における実際の摂取量 (A) および主観的摂取量 (B) (\*P<.05)

#### 2. 単位時間あたりの筋活動量の比較 (図3)

舌筋 (前方・中央・後方) は、ストロー摂取時にとろみの有無に関わらず、他の摂取方法より有意に高い筋活動量を示した。これは、ストロー摂取時には、口腔内で陰圧が発生し、舌の形態変化が起こるためと考えられた。吸い飲み摂取時には、液体よりもろみ摂取時に舌筋 (後方) で有意に大きな筋活動量が認められ、とろみ溶液の吸引や咽頭移送時に舌根部の活動が必要となる可能性が示唆された。

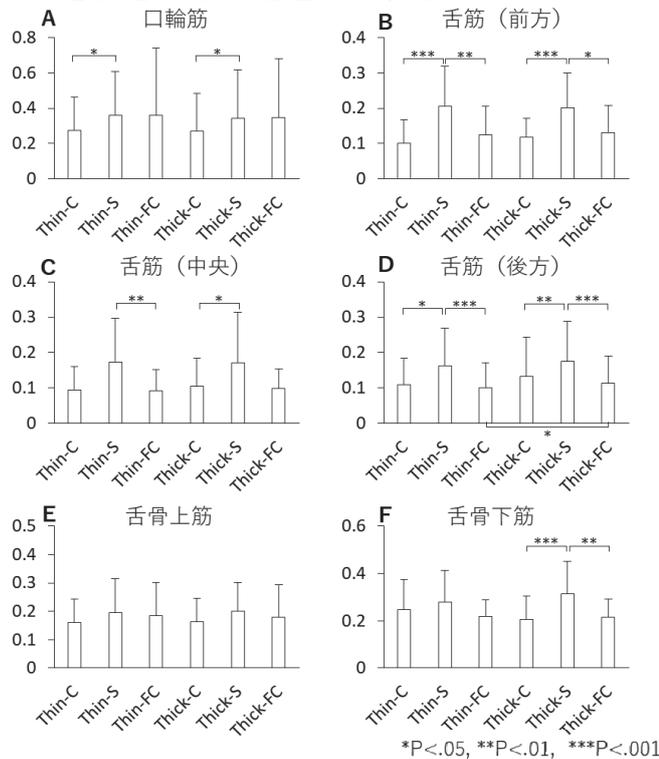


図3. 各条件下での単位時間あたりの筋活動量 (\*P<.05, \*\*P<.01, \*\*\*P<.001)

また、吸飲み摂取時には、液体よりもろみ摂取時に舌筋 (後方) において有意に大きな筋活動量を認め、とろみ溶液の吸引や咽頭への移送時に舌根部の活動がより一層必要となる可能性が考えられた。

#### 3. 摂取時の筋活動の時系列的検討 (図4)

すべての試行において、口輪筋、舌筋 (前方)、舌筋 (中央)、舌筋 (後方)、舌骨上筋、舌骨下筋の順に筋活動が生じていた。

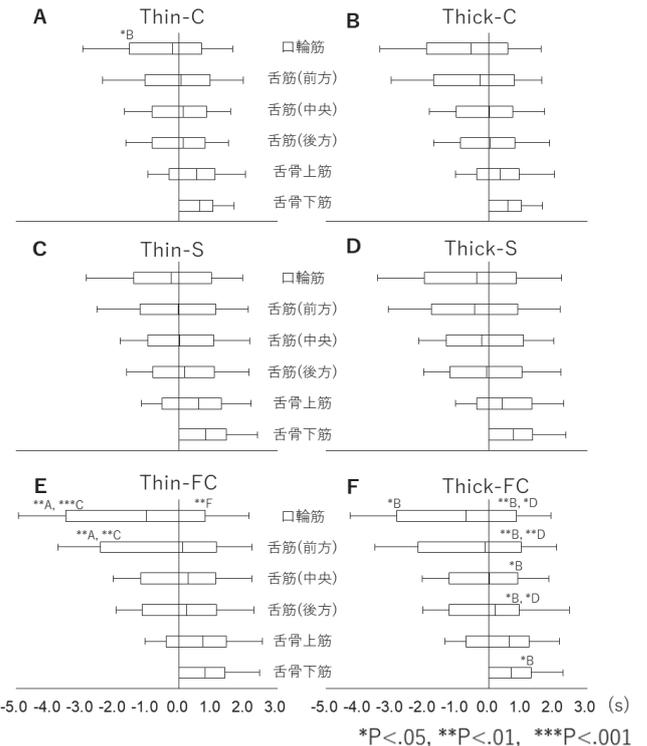


図4. 各筋活動バースト開始時間, 最大値時間, 終了時間の推移. 図中の記号 (A~F) は、対応する他試行との有意差を示す. (\*P<.05, \*\*P<.01, \*\*\*P<.001)

活動開始時間は、液体吸い飲み摂取で口輪筋や舌筋が他の条件より有意に早く、活動終了時間は、とろみ吸い飲み摂取で舌筋 (後方) を除くすべての筋で遅延していた。これらの結果から、吸い飲み摂取では持続的な筋活動が求められる一方、ストロー摂取では、少量の摂取に対して口輪筋や舌筋など口腔への取り込みに関わる筋で強く短い筋活動が発揮され、嚥下運動と協調していると考えられた。

今後は姿勢調整の影響の検討や、実際の摂食嚥下障害患者において嚥下運動と口腔運動との協調の違いを検討したい。

# グミの特性が健常高齢者の咀嚼・嚥下機能に与える影響に関する検討

## Effects of gummy characteristics on mastication and swallowing function in healthy elderly people

○小出理絵<sup>1)</sup>, 小川 徹<sup>2)</sup>, 成原大智<sup>1)</sup>, 小峰英也<sup>1)</sup>, 互野 亮<sup>3)</sup>,  
庄原健太<sup>1)</sup>, 依田信裕<sup>1)</sup>

Koide Rie<sup>1)</sup>, Ogawa Toru<sup>2)</sup>, Narihara Taichi<sup>1)</sup>, Komine Hideya<sup>1)</sup>, Tagaino Ryo<sup>3)</sup>,  
Shobara Kenta<sup>1)</sup>, Yoda Nobuhiro<sup>1)</sup>

<sup>1)</sup>東北大学大学院歯学研究科口腔システム補綴学分野

<sup>2)</sup>東北大学病院総合歯科診療部

<sup>3)</sup>東北大学大学院歯学研究科分子・再生歯科補綴学分野

<sup>1)</sup>Division of Advanced Prosthetic Dentistry, Tohoku University Graduate School of Dentistry

<sup>2)</sup>Division of Comprehensive Dentistry, Tohoku University Hospital

<sup>3)</sup>Division of Molecular and Regenerative Prosthodontics, Tohoku University Graduate School of Dentistry

### I. 目的

咀嚼・嚥下機能に影響を与える食品の要素として、物理的特性や味などが挙げられる。味の中でも特に酸は、嚥下誘発効果を有することが報告されている<sup>1)</sup>。一方で、咀嚼機能や、咀嚼から嚥下に至る一連の過程における影響については未だ不明な点が多い。

咀嚼・嚥下機能の評価方法には、食感や飲み込みやすさといった主観的評価と、咀嚼・嚥下時の筋電図評価や食品の物性評価などの客観的評価がある。しかし、主観的評価と客観的評価の両評価項目間の関連性については、未だ明らかではない。この関連性が明らかになれば、比較的手順が煩雑な客観的評価を行わなくても、簡易的な主観的評価のみで、個々人の嗜好を加味し、かつ咀嚼・嚥下機能に適した安全な食品を選択できる可能性がある。

我々は、第72回大会において、酸が咀嚼筋筋活動に有意な影響を与えること、さらに評価項目間の相関関係について、健常若年成人を対象とした研究結果を報告した。

本研究では、健常高齢者を対象に、咀嚼・嚥下機能の主観的・客観的評価を同様に実施し、その特徴を検討することを目的とした。

### II. 方法

#### 1. 被験者

口腔機能低下症に該当しない、健常高齢者の男性10名(平均年齢74.3±2.6歳)とした。本研究は東北大学歯学研究科研究倫理委員会の承認を得て実施した(33017)。

#### 2. 被験食品

4種類のグミ(①:硬い・酸あり, ②:硬い・酸なし, ③:軟らかい・酸あり, ④:軟らかい・酸なし)を用いた。

#### 3. 実験プロトコール(図1)

##### A. 官能評価(咀嚼・嚥下時):主観的評価

ISO(11036;2020 官能試験一方法—テクスチャー分析表)に準じた項目を含む10項目(硬さ,粘性,弾力性,粘着性,壊れやすさ,凝集性,噛みやすさ,のどの残留感,飲み込みやすさ,食べやすさ)について対象者が各グミを咀嚼・嚥下した後に5段階で評価した。

##### B. 筋活動評価(咀嚼・嚥下時):客観的評価

咀嚼筋(咬筋・側頭筋),嚥下関連筋(顎二腹筋前腹・舌骨下筋群)に表面電極を貼付し,各グミを自由咀嚼・自由嚥下した際の筋電位をLabChart(ver.8,AD Instruments社)を用いて記録した。解析は以下の10項目とした:咀嚼時の咬筋・側頭筋の総

筋活動量, 咀嚼回数, 咀嚼・嚥下時間, 嚥下時の顎二腹筋前腹・舌骨下筋群の筋活動量, 咬筋・側頭筋の咀嚼 1 サイクルあたりの筋活動量, 咬筋の咀嚼 1 サイクルあたりの時間.

### C. 嚥下直前のグミの物性評価:客観的評価

自由咀嚼後, 嚥下直前のグミをガーゼ上に全て吐き出してもらい, カメラで撮影し, 咀嚼能力測定用スコアシート(UHA 味覚糖株式会社)を用いて, 吐き出したグミの大きさを 10 段階で評価した. また, クリープメータ(RE2-33005B;株式会社山電)を用いて硬さ・凝集性・付着性を測定した.

## 4. 統計解析

4 種類のグミに対する 3. の A, B, C で示す各評価は, 反復測定一元配置分散分析および多重比較としてボンフェローニ検定を用い解析した(有意水準 5%). また, 各評価項目間の相関関係の解析にはピアソンの相関関係を用いた.



図 1 実験の概要図

## III. 結果および考察

### A. 官能評価

酸の有無による比較では, 飲み込みやすさなど 10 項目すべてにおいて, 有意差は認められなかった(図 2. 左). 硬さの違いによる比較では, 酸なしのグミ(②④)において, 壊れやすさ, 食べやすさの項目で軟らかいグミの方が有意に高かった(図 2. 右).

### B. 筋活動評価

咀嚼時の咬筋総筋活動量(図 3. 左), 咀嚼回数, 咀嚼時間は, 酸あり(①③)・酸なし(②④)のグミともに, 硬いグミの方が有意に大きく, 軟らかいグミ(③④)において, 酸ありよりも酸なしの方が有意に大きかった. 嚥下時の嚥下関連筋筋活動量は, いずれの評価項目においてもグミ間で有意差は認められなかった(図 3. 右).

### C. 嚥下直前の食塊の物性評価

吐き出した後の食塊の硬さは, 酸なしのグミ(②④)では硬いグミ(②)の方が有意に大きかった. 一方, 酸の有無に関してはいずれも有意な差は認められなかった.

以上の結果より, 健常高齢者においては, 食べやすさや咀嚼機能, 酸の有無よりも硬さの影響を受けやすいことが示唆された.

### 各評価項目間の相関関係

結果の一例として, 図 4 に官能評価と筋電図解析結果の相関関係を示す. 各評価項目間の一部に強い相関関係が示され, 特に嚥下よりも咀嚼関連項目において, 飲み込みやすさや食べやすさとも両者に強い相関関係があることが示された.

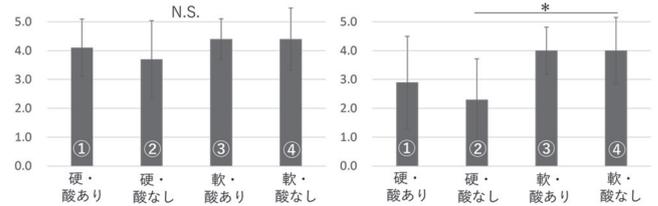


図 2 官能評価 (左) 飲み込みやすさ, (右) 食べやすさ

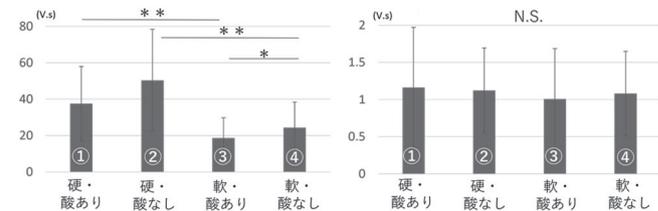


図 3 筋活動量 (左) 咀嚼時咬筋, (右) 嚥下時顎二腹筋前腹

筋電図解析結果	咀嚼回数 (回)	咀嚼1サイクルの総筋活動量 (V.s/Times)	官能評価												
			硬さ	粘性	弾力性	粘着性	壊れやすさ	凝集性	飲みやすさ	のどの残留感	飲み込みやすさ	食べやすさ			
咬筋 総筋活動量 (V.s)															
側頭筋 総筋活動量 (V.s)															
咀嚼時間 (sec)															
咀嚼1サイクルの総筋活動量 (V.s/Times)															
咀嚼1サイクルの時間 (sec/Times)															
顎二腹筋前腹 総筋活動量 (V.s)															
舌骨下筋群 総筋活動量 (V.s)															
嚥下時間 (sec)															

■: 咀嚼関連の評価項目  
r: ピアソンの相関係数 (r < 0.4: 強くない, 0.4 ≤ r < 0.6: 少し強い, 0.6 ≤ r < 0.8: 強い, 0.8 ≤ r: かなり強い)

図 4 官能評価と筋電図解析結果の相関関係

## IV. まとめ

本研究により, 健常高齢者では咀嚼・嚥下機能は被験食品の酸の有無よりも硬さの影響を受けやすいことが明らかとなった. 健常若年者では酸が咀嚼筋活動により影響したが, 高齢者ではその傾向は認められなかった. また, 主観的評価と客観的評価の関連性が確認され, 咀嚼関連項目は, 食べやすさだけでなく飲み込みやすさとも強い相関を示した.

今後は, さまざまな特性の被験食品について調査することで, 高齢者の咀嚼・嚥下機能に適した食品選択基準の検討を進める予定である.

## V. 文献

- 1) Logemann JA et al, J Speech Hear Res. 1995

## 補綴治療前後の咀嚼行動と咀嚼能力の変化

### Changes in masticatory behavior and masticatory ability before and after prosthetic treatment.

○高野日南子, Aye Mya Mya Khaing, 吉村将悟, 堀頌子, 堀一浩

○Takano Hinako, Aye Mya Mya Khaing, Yoshimura Shogo, Hori Shoko, Hori Kazuhiro

新潟大学医歯学総合研究科包括歯科補綴学分野

Division of Comprehensive Prosthodontics, Faculty of Dentistry and Graduate School of Medical and Dental Sciences, Niigata University

#### I. 目的

補綴治療の効果は、主に咀嚼能率のような「咀嚼の質」の観点から評価されており、これまで新義歯製作により咀嚼能率<sup>1)</sup>や咬合力が改善するとの報告がされている。しかし、良好な食塊形成のためには咀嚼行動といった「咀嚼の量」も評価される必要があり、咀嚼回数や咀嚼時間、咀嚼速度なども補綴治療により変化する可能性がある。本研究の目的は、有床義歯による補綴治療前後の咀嚼行動と咀嚼能力の変化を明らかにすることとした。

#### II. 方法

##### 1. 対象者

対象は、有床義歯を新たに製作する予定の患者で、本研究の内容を理解し同意を得られた者とした。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判断された者、②自覚的・他覚的に顎関節・顎口腔機能に異常のある者、③認知機能低下などの理由により口腔機能測定・咀嚼回数測定が困難な者とした。被験者を臼歯部咬合支持域により、EichnerA/B1~3群を臼歯部咬合支持域有群(以下w P0群)、EichnerB4/C1~C3群を臼歯部咬合支持域無群(以下w/o P0群)に分けた。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: 2019-0295)

##### 2. 測定手順と測定方法

義歯治療開始時に、1)咀嚼行動、2)咀嚼能率、3)最大咬合力を測定した。新義歯装着後、担当医により十分に調整され、対象者の新義歯に対する訴えがなく、かつ担当医により問題がないと判断されたのち、1)~3)を再度測定した。

##### 1)咀嚼行動

ウェアラブル咀嚼回数計 bitescan® (SHARP社) (図1)を用いて、おにぎり1個(海苔巻きおにぎり、フーズ・スナガ社)を摂取した際の咀嚼回数・咀嚼時間・咀嚼速度を記録した。



図1. bitescan®と連携させたスマートフォン

##### 2)咀嚼能率

咀嚼能率測定用全量グミゼリー(ユーハ味覚糖)を30回自由咀嚼させ、咬断片を吐き出させた後、画像分析法にて咀嚼能率を評価した。

##### 3)最大咬合力

デンタルプレスケールII(ジーシー社)を用いて、5秒間噛みしめさせ、最大咬合力を評価した。

##### 3. 分析方法

Shapiro-Wilk検定で正規性を確認したのち、①補綴治療前後の各項目、②臼歯部咬合支持域有無別の各項目をWilcoxonの符号付き順

位検定, もしくは t 検定にて比較した. また, ③治療前咀嚼機能とその変化量の関係について Spearman の順位相関係数を求めた. さらに, ④義歯治療前後の咀嚼行動と咀嚼能力の関係を, 治療前咀嚼能率の平均と, 治療前の咀嚼回数の下位 15%・中間・上位 15%によりそれぞれ 6 つのエリアに分け, 治療前のエリア分布が治療後にどのように変化したのかを図に示し検討した. 有意水準は 5%とし, SPSS ver27 (IBM 社)を使用した.

### Ⅲ. 結果及び考察

対象者は 28 名 (男性 9 名, 女性 19 名, 平均年齢  $73.5 \pm 8.77$  歳) だった. w/o PO 群は 13 名, w PO 群は 15 名だった.

#### ①補綴治療前後の

咀嚼能率, 最大咬合力, 咀嚼回数の比較

義歯治療によって, 咀嚼能率, 最大咬合力は有意に増加した. 一方で, 咀嚼行動に有意差は認められなかった (図 2).

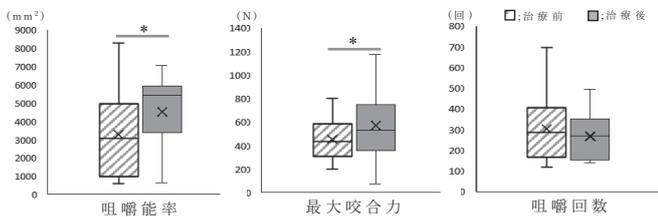


図 2. 補綴治療前後の咀嚼能率, 最大咬合力, 咀嚼回数の比較

#### ②臼歯部咬合支持域有無別の各項目の比較

w/o PO 群において, 咀嚼能率, 最大咬合力は治療後に有意に増加したが, w PO 群では有意差は認められなかった. 咀嚼行動では, 両群とも有意差は認められなかった (図 3).

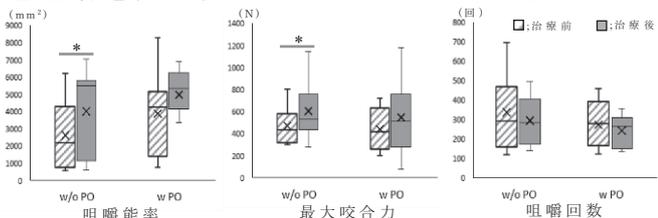


図 3. 臼歯部咬合支持域有無別の補綴治療前後の咀嚼能率, 最大咬合力, 咀嚼回数の比較

#### ③治療前咀嚼機能とその変化量の関係

治療前の咀嚼回数とその変化量には有意な

負の相関を認めた (図 4[A]). 治療前に咀嚼回数が多い者は減少し, 少ない者は増加することで, おにぎり摂取にとって適切と考えられる咀嚼回数に改善すると考えられた. このような変化は, 咀嚼時間や咀嚼速度, 咀嚼能率にも認められたが, 最大咬合力では有意な相関は認めなかった (図 4[B]).

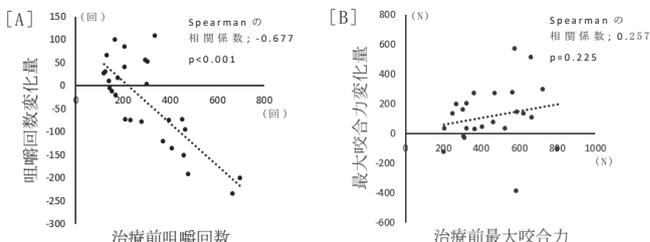


図 4. 治療前咀嚼回数と変化量[A], 治療前最大咬合力と変化量[B]

#### ④義歯治療前後の咀嚼行動と咀嚼能力の関係

補綴治療前に咀嚼回数が多かった対象者は, 咀嚼能率の改善に伴い咀嚼回数が減少し, 治療前に咀嚼能率が低く咀嚼回数が少なかった対象者は, 咀嚼回数が増加する特徴がみられた (図 5). 全体的には, 補綴治療により咀嚼回数中間エリアに収束する傾向がみられた.

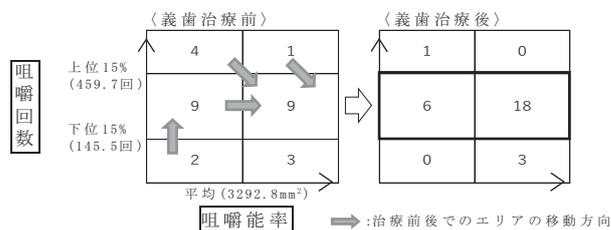


図 5. 治療前後での咀嚼回数, 咀嚼能率のエリア分布の変化

本研究の結果より, 補綴治療による咀嚼能力の向上によって咀嚼回数や咀嚼時間も変化している可能性が示唆された. 特に, 治療前の咀嚼能率が低い者には, 代償的に多く咀嚼している者, もしくはよく噛めずに丸呑みしている者がいたと推察され, これらは治療により適切と考えられる咀嚼行動に改善する可能性が考えられた.

### Ⅳ. 文献

1) Simonne S, Hasegawa Y, Kikuchi S, et al. The impact of a newly constructed removable denture on the objective and subjective masticatory function. J Prosthodontic Res 2021; 65:346-352

# 深度カメラとマーカースレスモーションキャプチャを用いた 摂食動作判別アルゴリズムの開発

## Development of a Chewing Motion Recognition Algorithm Using a Depth Camera and Markerless Motion Capture

○村嶋綾香<sup>1)</sup>、萬田 陽介<sup>1)</sup>、大川 純平<sup>2)</sup>、天埜 皓太<sup>3)</sup>、  
大賀 泰彦<sup>4)</sup>、荻原 久喜<sup>5)</sup>、武内 聡子<sup>6)</sup>、仲座 海希<sup>7)</sup>、西村 尚弘<sup>6)</sup>、渡邊 亮友<sup>8)</sup>、兒玉 直紀<sup>9)</sup>

○Ayaka Murashima, Yousuke Manda, Jumpei Okawa, Kota Amano, Yasuhiko Oga, Hisaki Ogihara, Satoko Takeuchi, Miki Nakaza, Naohiro Nishimura, Akitomo Watanabe, Naoki Kodama

1)岡山大学 大学院歯薬学総合研究科 咬合・有床義歯補綴学分野 2)新潟大学 大学院歯医学総合研究科 包括歯科補綴学分野 3)朝日大学歯学部 口腔病態医療学講座 摂食嚥下リハビリテーション学分野 4)鹿児島大学 大学院歯医学総合研究科 歯科矯正学分野 5)鶴見大学歯学部 クラウンブリッジ補綴学講座 6)大阪大学 大学院歯学研究所 有床義歯補綴学・高齢者歯科学講座 7)松本歯科大学 大学院歯学独立研究科 顎口腔機能制御学講座 8)徳島大学大学院 口腔科学研究科 口腔科学専攻 顎機能咬合再建学分野 9)岡山大学病院 歯科・補綴歯科部門

1) Department of Occlusal and Oral Functional Rehabilitation, Okayama University Graduate School of Medicine, Dentistry, and Pharmaceutical Sciences 2) Division of Comprehensive Prosthodontics, Faculty of Dentistry and Graduate School of Medical and Dental Sciences, Niigata University 3) Department of Dysphagia Rehabilitation, Asahi University school of dentistry 4) Department of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics, Field of Developmental Medicine, Health Research Course, Graduate School of Medical and Dental Sciences, Kagoshima University 5) Department of Fixed Prosthodontics, Tsurumi University School of Dental Medicine 6) Department of Removable Prosthodontics and Gerodontology, Graduate School of Dentistry, Osaka University 7) Department of Oral & Maxillofacial Biology, Graduate School of Oral Medicine, Matsumoto Dental University 8) Department of Maxillofacial Function and Occlusal Reconstruction, Course of Oral Sciences, Graduate School of Oral Sciences, Tokushima University 9) Department of Prosthodontics, Division of Dentistry, Okayama University Hospital

### I. 目的

厚生労働省の令和4年(2022)人口動態統計によると、高齢者における「気道閉塞を生じた食物の誤えん」による死亡者数は4696人と近年増加傾向にあり、現在の誤嚥防止策に加えて新たな対策の導入が急務である。高齢者の咀嚼機能と嚥下には密接な関係があり、咀嚼周期の乱れが誤嚥リスクを高めること、また、誤嚥を防ぐためには、呼吸・咀嚼・嚥下のタイミングを精密に調整する必要性が報告されている<sup>1)</sup>。

咀嚼動作を解析する手法として、近年ではマーカースレスモーションキャプチャ技術を応用した手法を用いた研究が行われている<sup>2)</sup>。しかし、顎運動解析装置を用いた咀嚼動作解析には高価な機器が必要であり、導入コストの高さが臨床現場での応用の障壁となっている。そこで本研究では、低侵襲かつ簡便な咀嚼動作解析システムの構築を目指し、深度カメラとマーカースレスモーションキャプチャによる摂食動作判別アルゴリズムの開発を目的として、本システムの摂取・咀嚼・嚥下動作の判別性能について検討した。

### II. 方法

摂食・嚥下・構音障害の自覚が無い健常若年者18名(男性11名、女性7名、平均

年齢[標準偏差]28.9[4.5]歳)を対象に、米飯30gを自由に摂食させた際の摂取・咀嚼・嚥下動作を記録した。事前にキャリブレーションを行った深度カメラ(Realsense Depth Camera D455, Intel Corporation, California, USA)により米飯摂食時のRGB動画と深度情報を記録し、同時に左側咬筋・オトガイ下部の表面筋電図、咽喉マイクによる咽喉部の音声を記録した。動画から、マーカースレスモーションキャプチャシステムであるMediapipe(Google LLC, California, USA)により下顎および両手の座標情報を取得し(図1)、筋電図、咽喉マイクの音声、および顔面と手の距離をもとに摂食動作を「摂取・咀嚼・嚥下」に分類し、ラベリングを行った。ラベリングしたデータを教師データと訓練データに分類し、教師データを機械学習モデルの学習に使用した。最も時間の短い「嚥下」時間の中央値を参考にウィンドウサイズを決定し、下顎の上下運動から抽出した特徴量をもとにサポートベクターマシン(以下、SVM)を用いて「摂取・咀嚼・嚥下」動作を判別する機械学習モデルを構築した。特徴量として、基本統計量(平均値、標

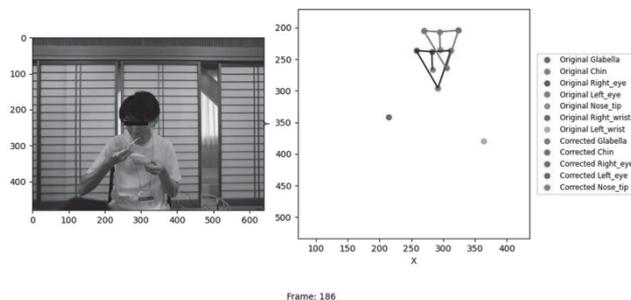


図1 Mediapipeによるマーカースレスモーションキャプチャの1例

準偏差、最大値、最小値、範囲)、運動学的特徴量(速度、加速度)、周期特徴(ピーク数、ピーク間隔)、ゼロ交差回数を採用した。モデル構築には Python3.12(Python Software Foundation, Delaware, USA)を使用した。Imbalanced-learn Synthetic Minority Over-sampling Technique(以下、SMOTE)によるオーバーサンプリングを実施し、Kolmogorov-Smirnov 検定によりオーバーサンプリングの適正について定量的に評価した。その後 scikit-learn ライブラリの SelectKBest による特徴量選択、GridSearchCV による SVM のハイパーパラメータ(カーネル、C、gamma)最適化により最適なモデルを構築し、混同行列と ROC 曲線を用いて最適化前後でモデルの性能を比較した。

岡山大学倫理審査委員会承認(2408-042)

### Ⅲ. 結果及び考察

最適化を行う前の正解率は 63.4%であった。咀嚼では、適合率が 0.95、再現率が 0.55 と、適合率は比較的良好な結果を示していたが、再現率は比較的低値であった。摂取では、適合率、再現率ともに 1.00 であり、非常に良好な結果がみられた。嚥下では、適合率 0.28、再現率 0.86、F1 スコア 0.42 であり、再現率は良好であったがその他の結果は改善の余地がみられた。次に、それぞれの Area Under the Curve(以下、AUC)を算出した。摂取の AUC は 1.00 であり、完全に識別できていた。咀嚼の AUC は 0.87、嚥下の AUC は 0.83 と識別性能については比較的良好な結果を示した。

次に、パラメータ最適化後の機械学習モデルの混同行列を示す(図 2)。適切なパラメータを用いたモデルでは正解率が 81.0%と向上した。摂取は最適化前と同様、完全に分類できた。咀嚼は適合率が 0.96、再現率が 0.79 と再現率の改善がみられた。嚥下は適合率 0.44、再現率 0.82、F1 スコア 0.57 と最適化前と比較して良好な結果を示した。ROC 曲線では、摂取の AUC は 1.00 を維持した。咀嚼、嚥下ともに AUC が 0.87 から 0.92、0.83 から 0.89 に向上しており、最適化の効果が確認できた。

特徴量の選択と、GridSearchCV によるパラメータの最適化により、SVM がより適切な識別境界を学習が可能となった。摂取については現状で完全に分類可能であり、臨床応用の可能性を期待させる結果とな

った。咀嚼と嚥下についても比較的良好な分類性能を示したが、嚥下の適合率、F1 スコアについては改善の余地を残した。

全体として、今回の手法は高い分類性能を示したが、さらなる性能向上を目指すためには、データセットの拡大(特に嚥下と摂取のデータの増加)、適切な特徴量の選択、SVM 以外のモデルとの比較が重要となる。特に、今回は下顎運動のみで「摂取・咀嚼・嚥下」の分類を試みたが、咀嚼時と嚥下時の顎運動を考慮すると、下顎以外の測定点を追加する必要があると考えられる。また、健常者だけでなく、誤嚥リスクの高い高齢者や摂食障害を持つ患者のデータを収集し、実際の臨床環境での評価を進めることで、より実用的な成果が得られると考えられる。現在の手法はオフライン解析を前提としているが、リアルタイム処理が可能になれば、食事中の動作を即時に評価し、異常が検出された場合にアラートを出すシステムとして活用できる。最終的には、高齢者施設や医療機関における日常的なモニタリングツールとしての活用が期待され、誤嚥リスクの早期検出やリハビリテーションへの応用につながる可能性があり、幅広い分野での活用が期待されると考える。

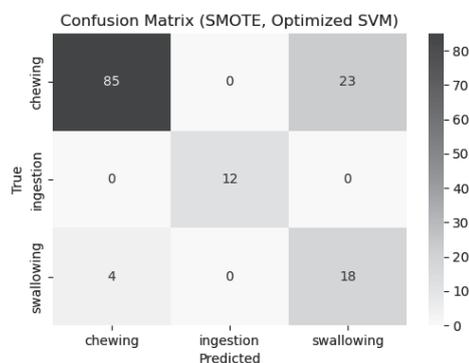


図 2 最適化後の機械学習モデルの混同行列

### Ⅳ. 文献

- 1) Matsuo K, Palmer JB. Coordination of Mastication, Swallowing and Breathing. Jpn Dent Sci Rev. 2009 May 1;45(1):31-40. doi: 10.1016/j.jdsr.2009.03.004. PMID: 20161022; PMCID: PMC2749282.
- 2) Tanaka Y, Yamada T, Maeda Y, Ikebe K. Markerless three-dimensional tracking of masticatory movement. J Biomech. 2016 Feb 8;49(3):442-9.

*Memo*

## 【協 賛】

〈企業展示〉

株式会社 フードケア

日本顎口腔機能学会第 73 回学術大会の開催にあたり、上記の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 73 回学術大会

大会長 齊藤 一誠

日本顎口腔機能学会第73回学術大会  
プログラム・事前抄録集

---

発行日：2024年3月28日

編集・発行 〒501-0296 岐阜県瑞穂市穂積1851  
朝日大学歯学部口腔構造機能発育学講座小児歯科学分野内  
日本顎口腔機能学会第73回学術講演会 事務局