

# 日本顎口腔機能学会 第49回学術大会

抄録集

日時：平成24年10月20, 21日

場所：九州歯科大学講堂

大会長：鱒見進一

準備委員長：楨原絵理

後援：公立大学法人 九州歯科大学

協賛：(公財) 西日本産業貿易コンベンション協会

株式会社 モリタ

## 日本顎口腔機能学会 第49回学術大会のご案内

日本顎口腔機能学会 第49回学術大会を下記の通り開催いたします。

多数の皆様のご参加をお待ちしております。

日 時：平成24年10月20日（土）、21日（日）

会 場：九州歯科大学講堂

大会長：鱒見進一

連絡先：九州歯科大学 顎口腔欠損再構築学分野

準備委員長：楨原絵理

e-mail:49jssf@gmail.com

TEL:093-285-3097 FAX:093-581-6028

なお、10月20日19:00より学内食堂にて懇親会（会費3,000円、大学院生・研修医1,000円）を行いますので、是非ご参加下さいますよう、ご案内申し上げます。

### 学会に参加される皆様へ

1. 本学術大会の参加費は、会員2,000円、大学院生・研修医1,000円です。  
当日、受付にてお支払いください。
2. 口演中の写真・ビデオ等の撮影は著作権保護のため禁止です。
3. 本学術大会は日本歯科医師会生涯研修認定となっておりますので、生涯研修登録用カードをご持参のうえ専用のカードリーダーでご登録ください。
4. 会場敷地内は全面禁煙です。喫煙は大学敷地外にてお願いいたします。

### 演者の皆様へ

1. 発表形式は、液晶プロジェクターの単写です。
2. ご自身のPCをお持ち込み下さい。
3. プロジェクターとの接続端子は、MiniD-Sub15ピン3列コネクター（通常のモニター端子）となります。また、必ずAC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下さいますようお願いいたします。
4. 事後抄録（電子ファイルと印刷物）を当日受付へご提出ください。
5. 口演は、発表15分、質疑応答15分（PC接続時間も含まれます）です。発表終了分前と終了時にアラームでお知らせします。
6. 次演者は所定の席でお待ちください。

### 座長の皆様へ

1. 発表15分、質疑応答15分です。今回は、休憩時間を設けておりません。円滑な進行にご協力いただきますよう、時間厳守をお願いいたします。

## 2. 大会会場案内図



会 場：九州歯科大学講堂  
〒803-8580 北九州市小倉北区真鶴2-6-1  
1F: 受付・クローク  
2F: 口演会場・総会会場・業者展示

交 通：  
■ JR 小倉駅から西鉄バス「歯大前」まで約 15 分  
■ JR 南小倉駅から西鉄バス「歯大前」まで約 5 分  
■ JR 八幡駅から西鉄バス「到津三叉路」まで約 20 分

# 日本顎口腔機能学会 第49回学術大会プログラム

【10月19日（金）】

15：30-17：00 編集委員会

（九州歯科大学附属病院 11F 顎口腔欠損再構築学分野ミーティングルーム）

17：00-18：00 常任理事会

（九州歯科大学附属病院 11F 大会議室）

---

【10月20日（土）】

8：55-9：00 開会の辞 大会長：鱒見 進一先生

9：00-10：30 セッション 1 座長 小野 高裕先生

1. ヒト咽頭部への化顎刺激による随意性・反射性嚥下への効果

○中村由紀<sup>1)</sup>，畠山 文<sup>1)</sup>，矢作理花<sup>2)</sup>，北田康之<sup>2)</sup>，井上 誠<sup>1)</sup>

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) 盛岡味覚・嚥下研究所

2. 舌骨位は嚥下機能に影響を与えるか

○真柄 仁，林 宏和，神田知佳，住谷美幸，塚野英樹，堀 一浩，谷口裕重，  
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

3. 嚥下時舌圧発現と喉頭運動の協調性

○皆木祥伴<sup>1)</sup>，李 強<sup>2)</sup>，小野高裕<sup>1)</sup>，堀 一浩<sup>3)</sup>，近藤重悟<sup>1)</sup>，藤原茂弘<sup>1)</sup>，田峰謙一<sup>1)</sup>，林 宏和<sup>3)</sup>，  
井上 誠<sup>3)</sup>，前田芳信<sup>1)</sup>

1) 大阪大学大学院歯学研究科顎口腔機能再建学講座

2) 第四軍医大学口腔医院総合科

3) 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

10：30-12：00 セッション 2 座長 鱒見 進一先生

4. 姿勢の変化に伴う咬合接触の時系列解析

○阿部賢一<sup>1)</sup>，坂口 究<sup>1)</sup>，前田 望<sup>2)</sup>，島 恵子<sup>1)</sup>，横山敦郎<sup>1)</sup>

1) 北海道大学大学院歯学研究科口腔機能学講座口腔機能補綴学教室

2) 北海道大学病院歯科診療センター咬合系歯科

5. 睡眠時無呼吸イベントと睡眠時ブラキズム発現の時間的關係

○斎藤未来<sup>1)</sup>，山口泰彦<sup>1,2)</sup>，三上紗季<sup>2)</sup>，渡辺一彦<sup>1)</sup>，後藤田章人<sup>2)</sup>，岡田和樹<sup>2)</sup>，  
菱川龍樹<sup>1)</sup>，澁谷英二<sup>3)</sup>，澁谷由江<sup>3)</sup>

1) 北海道大学大学院歯学研究科顎機能医療学講座

2) 北海道大学病院高次口腔医療センター顎関節治療部門

- 3) エルムの杜内科クリニック
6. 正常咬合者における最大咬合力の強弱がグミゼリー咀嚼時の下顎運動に及ぼす影響の解明
- 國則貴玄<sup>1)</sup>, 友成 博<sup>1)</sup>, 上原沢子<sup>1)</sup>, 北嶋文哲<sup>1)</sup>, 八木孝和<sup>2)</sup>, 宮脇正一<sup>1)</sup>
  - 1) 鹿児島大学大学院医歯学総合研究科歯科矯正学分野
  - 2) 鹿児島大学医学部・歯学部附属病院歯科センター矯正歯科

**12:00-13:00 昼休み・理事会 (本館 601 講義室)**

**13:00-14:00 セッション 3 座長 井上 誠先生**

7. 唾液粘性と、唾液分泌量および唾液緩衝能との関連性について
- 今井敦子<sup>1),5)</sup>, 酒井啓司<sup>2)</sup>, 倉内奈美<sup>3)</sup>, 中村美希<sup>3)</sup>, 馬場俊輔<sup>4)</sup>, 龍田光弘<sup>5)</sup>, 田中昌博<sup>5)</sup>
  - 1) 大阪市開業
  - 2) 東京大学生産技術研究所
  - 3) 京都電子工業株式会社
  - 4) 大阪歯科大学口腔インプラント科
  - 5) 大阪歯科大学有歯補綴咬合学講座
8. 聴覚刺激が味覚機能に及ぼす影響—甘味と塩味について—
- 草野寿之, 奥津史子, 松川高明, 豊田有美子, 根来理沙, 頼近 繁, 濱坂弘毅, 眞木信太郎, 遠藤 舞, 松井藍有美, 大川周治
  - 明海大学機能保存回復学講座歯科補綴学分野

**14:00-15:00 セッション 4 座長 大川 周治先生**

9. 新しい紙パック容器の使い勝手を検証する
- 椎野良隆<sup>1)</sup>, 真柄 仁<sup>1)</sup>, 大井 孝<sup>2)</sup>, 酒井翔梧<sup>1)</sup>, 辻 光順<sup>1)</sup>, 林 宏和<sup>1)</sup>, 堀 一浩<sup>1)</sup>, 鈴木絵里<sup>3)</sup>, 井上 誠<sup>1)</sup>
  - 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) 東北大学大学院歯学研究科 加齢歯科分野
  - 3) 日本紙パック株式会社
10. 年齢が口腔内の温冷知覚閾値に及ぼす影響
- 松下 登, 石垣尚一, 内田昌範, 宇野浩一郎, 矢谷博文
  - 大阪大学大学院歯学研究科顎口腔機能再建学講座クラウンブリッジ補綴学分野歯科補綴学第一教室

**15:00-16:00 セッション 5 座長 吉田 教明先生**

11. 嚥下リハビリテーション支援システムを用いた高齢者の喉頭挙上訓練
- 覚嶋慶子<sup>1)</sup>, 林 豊彦<sup>1),2)</sup>, 道見 登<sup>3)</sup>, 谷口裕重<sup>4)</sup>, 井上 誠<sup>4)</sup>

- 1) 新潟大学大学院 自然科学研究科
  - 2) 新潟大学工学部 福祉人間工学科
  - 3) 新潟医療センター 歯科
  - 4) 新潟大学大学院 医歯学総合研究科
12. 口唇トレーニングによる口唇閉鎖力増強効果における方向特異性
- 楓公士朗<sup>1)</sup>, 山田一尋<sup>1)</sup>, 山口正人<sup>2)</sup>, 加藤隆史<sup>3)</sup>, 増田裕次<sup>4)</sup>
  - 1) 松本歯科大学歯科矯正学講座
  - 2) 松本歯科大学歯科補綴学講座
  - 3) 大阪大学大学院歯学研究科口腔解剖学第二教室
  - 4) 松本歯科大学大学院学口腔機能制御学講座

**16:00-17:30 セッション 6 座長 山口 泰彦先生**

13. 顎関節症所見と歯根膜感覚閾値との相関に関する研究
- 平田敦俊, 森本雄太, 兒玉直紀, 沖 和広, 小笠原直子, 福池知穂, 熊崎洋平,  
潘 秋月, 皆木省吾
  - 岡山大学大学院医歯薬学総合研究科咬合・有床義歯補綴学分野
14. クレンチング時に関節円板に生じる応力・変位の咬合の条件による違い
- 井戸裕奨<sup>1)</sup>, ○野崎一徳<sup>1)</sup>, 内藤 尚<sup>1)</sup>, 松本健志<sup>1)</sup>, 田中栄二<sup>2)</sup>, 田中正夫<sup>1)</sup>
  - 1) 大阪大学大学院基礎工学研究科
  - 2) 徳島大学大学院ヘルスバイオサイエンス研究部
15. 顎関節患者における定量的感覚検査を用いた疼痛感覚の検討
- 福田修二, 宇野浩一郎, 石垣尚一, 矢谷博文
  - 大阪大学大学院歯学研究科顎口腔機能再建学講座クラウンブリッジ補綴学分野歯科補綴学第一  
教室

**17:30-19:00 特別講演：吉野 賢一先生 座長 鱒見 進一先生**

「脳からみた顎口腔機能と摂食行動」

**19:00-20:30 懇親会 (学食)**

**【10月21日（日）】**

**9：00-10：30 セッション 7 座長 藤澤 政紀先生**

16. 開口量の違いが呼吸気量に及ぼす影響について
- 西川 葵, 楨原絵理, 鱒見進一  
九州歯科大学顎口腔欠損再構築学分野
17. 睡眠中における咀嚼リズム発生に関わる神経網の実験的賦活
- 山田謙一<sup>1) 2)</sup>, 加藤隆史<sup>1)</sup>, 東山 亮<sup>1) 3)</sup>, 古郷幹彦<sup>2)</sup>, 吉田 篤<sup>1)</sup>
    - 1) 大阪大学大学院歯学研究科高次脳口腔機能学講座口腔解剖学第二教室
    - 2) 大阪大学大学院歯学研究科顎口腔疾患制御学講座口腔外科学第一教室
    - 3) 大阪大学大学院歯学研究科顎口腔機能再建学講座歯科補綴学第一講座
18. 咬合印象法と従来法から製作したクラウンの試適時調整に関する臨床試験
- 久保大樹, 鳥井克典, 大河貴久, 佐藤正樹, 田中順子, 田中昌博  
大阪歯科大学有歯補綴咬合学講座

**10：30-12：00 セッション 8 座長 増田 裕次先生**

19. 口腔顎顔面痛症例報告 3-Cracked tooth syndrome(CTS)とAtypical odontalgia(AO)
- 岡安一郎, 鮎瀬卓郎, 大井久美子  
長崎大学大学院医歯薬学総合研究科臨床病態生理学分野
20. 三叉神経運動ニューロン樹状突起における情報処理機構
- 中村史朗, 望月文子, 中山希世美, 井上富雄  
昭和大学歯学部口腔生理学講座
21. ビジュアルフィードバックを用いた咀嚼筋における運動学習
- 飯田 崇, 小見山 道, 小原綾子, 浅野 隆, 川良美佐雄  
日本大学松戸歯学部顎口腔機能治療学講座

**12：00-13：30 セッション 9 座長 服部 佳功先生**

22. 摂食・咀嚼・嚥下過程における各種生体情報の記録解析法の確立ー測定システムの開発ー
- 重本修伺<sup>1)</sup>, 石川輝明<sup>4)</sup>, 鈴木善良<sup>4)</sup>, 大倉一夫<sup>1)</sup>, 松香芳三<sup>1)</sup>, 松山美和<sup>2)</sup>,  
中野雅徳<sup>3)</sup>
    - 1) 徳島大学大学院ヘルスバイオサイエンス研究部 咬合管理学分野
    - 2) 徳島大学大学院ヘルスバイオサイエンス研究部口腔機能福祉学分野
    - 3) 徳島大学大学院ヘルスバイオサイエンス研究部口腔保健学講座
    - 4) 徳島大学大学院ヘルスバイオサイエンス研究部徳島大学病院歯科
23. 固定性インプラント補綴における支台インプラントの本数・植立位置とインプラント荷重との関連  
-生体内測定と模型上測定と比較-
- 依田信裕, 小針啓司, 班 兆陽, 孫 堅, 郡司良律, 小川 徹, 川田哲男,  
佐々木啓一

東北大学大学院歯学研究科口腔システム補綴学分野

24. 転倒・骨折高齢患者の回復期での介護予防に補綴歯科治療が与える影響

- 田中睦都, 覺道昌樹, 林 亜紀子, 向井憲夫, 田中順子, 田中昌博  
大阪歯科大学有歯補綴咬合学講座

13 : 30 閉会の辞      第 50 回大会長 祇園白 信二先生

# 特別講演

# 脳からみた顎口腔機能と摂食行動

## Brain Mechanisms of Stomatognathic Function and Feeding Behavior

吉野賢一

Kenichi Yoshino

九州歯科大学歯学部口腔保健学科口腔保健管理学講座

Department of Oral Health Management, School of Oral Health sciences

Kyushu Dental College

### I. はじめに

発話や表情形成をはじめとするヒトの顎口腔系の諸機能はヒトの優れた脳（大脳皮質）の働きによりコントロールされている。摂食行動も同様に、複雑で緻密な脳の働きが関わると考えられている。ヒトの摂食行動に関与する脳機能については、研究が少なくその詳細は明らかにされていないが、視覚情報処理および手・腕の運動制御において得られた脳科学的知見<sup>1)</sup>から以下のように推察することができる。

ヒトは哺乳類では例外的に視覚動物であり、対象物を認知するときには視覚情報に依存する傾向がみられる。したがって摂食行動の認知期において、対象物が食物か否かを判断する際には視覚情報の入力、解析、処理、視覚情報と記憶情報との統合などが重要となる。対象物が食物として認知され、さらに食物の所有者が誰か、空腹あるいは満腹の程度、食物が嗜好に合うものか否かなどの種々の状況判断、統合的解釈がおこなわれた後、摂食行動が選択される。脳機能はこれら視覚情報入力から摂食行動選択の過程において必要不可欠であり、したがって脳機能が未熟な乳幼児あるいは脳機能に障害をもつ患者などでは「いつでも・どこでも・何でも食べる」という異常行動をとることがある。

摂食行動が選択された後、食物は口腔内に取り込まれる。このとき他の動物の多くが食物に口を近づけるのに対し、ヒトは手（道具）を使用して食物を口に近づける。ヒトは食物へと手を伸ばし（リーチング）、把持する食物の形状・性状にあわせた手指の形を準備し（プリシェイピング）、食物を把持し（グラスピング）、食物を口に運ぶ。これらの運動の計画、準備、発現、遂行には視覚情報に基づく空間座標系および身体座標系における食物の位置計測、視覚情報と深部感覚の統合などの脳機能が必要である。これらの脳機能が未熟あるいは障害を受けると、食物を「おとす・こ

ぼす・つぶす」ことになる。

食物が口腔内に取り込まれると咀嚼運動が発現し、時々刻々と変化する食物の形状・性状に対して適切な咀嚼運動が遂行される。食物が粉碎、唾液と混和された後、適量の食塊が舌運動により咽頭まで運ばれて嚥下運動が発現する。この過程において体性感覚情報や味覚情報を処理し、顎・舌運動を制御する脳は内因性情報（記憶情報）と外因性情報（体性感覚情報や味覚情報など）の統合もおこなう。すなわち作業記憶（口腔内の食物は何か）や長期記憶（その食物の食感や味の記憶）を咀嚼により生じる外因性情報（口腔内で生じている食感や味）と照合する。各情報が一致する場合は摂食行動が継続され、不一致の場合は摂食行動の中断（中止）が選択される。これらの過程に必要な脳機能が未熟あるいは障害されると食物を「噛めない・飲み込めない・異物を食べる（吐き出さない）」ことになる。

上述したように摂食行動は脳機能と深く関わると考えられる。したがって、顎口腔系の機能を維持・回復することにより摂食行動に変化をもたらす歯科医療は、脳機能に多大な影響を与える可能性がある。このような観点から、顎運動と脳機能に関する基礎的研究、および口腔機能訓練あるいは咬合状態変化が脳機能に及ぼす影響について研究をおこなった。

### II. 顎口腔機能と摂食行動の脳研究

#### 1. 顎運動時のサル運動関連領野の働き

眼前のディスプレイに提示される視覚刺激に応じた顎運動をおこなう課題をサルに習得させた。課題遂行中のサル大脳皮質運動前野および運動野からニューロン活動を記録し、解析した。

課題に関連した反応を示すニューロンは3つのタイプ、1) 視覚刺激提示後に短い潜時で一過性の反応を示す視覚関連ニューロン、2) 次に行うべき顎運動を指示する視覚刺激提示までその反

応を維持あるいは増加させる準備関連ニューロン、3) 顎運動の発現および遂行に応じた反応を示す運動関連ニューロンに分類できた。視覚関連ニューロンと準備関連ニューロンは運動前野からのみ記録ができた。このことから運動前野は視覚情報の顎運動命令への変換過程に関与するとともに、次に行うべき顎運動の準備に携わっていることが示唆された。また、運動関連ニューロンは運動前野および運動野に存在し、両領域が顎運動の発現と遂行に関与していると考えられた<sup>2,3)</sup>。

#### 2. サル体性感覚野の可塑的变化

ジュースを含ませた綿棒に向かって舌を突出させるサルから体性感覚野ニューロンの活動および受容野を記録した。その後、提示される視覚刺激に対応して舌を一定の力で突出させる課題を習得させた。課題を習得させるトレーニング期間は1~2カ月を要した。課題習得の後、再び綿棒への舌突出時の体性感覚野からの記録をおこなない、トレーニング前後でのニューロン活動および受容野の変化を調べた。

トレーニング後、舌に受容野をもつ体性感覚野ニューロン数が増え、さらに舌突出運動に関連して反応するニューロン数も増加した。これらのことからトレーニングによって体性感覚野ニューロンの受容野が拡大し、その可塑的变化がニューロンの機能に影響を及ぼしたと推察できた<sup>4,5)</sup>。

#### 3. スプリント装着による脳賦活変化

装着によりすべての歯が均等に接触するスプリントを作成した。被験者にスプリント装着および非装着の状態で噛みしめ課題をおこなわせ、その時の脳活動をfMRIにより撮像し、比較検討した。

スプリント装着の影響は運動野と前頭前野において顕著に認められた。非装着時にはこれらの領域での賦活が左半球でのみ認められた被験者において、装着により右半球での賦活が著しく増加し、左右半球において対称的な活動を示すようになった。運動野における賦活の左右対称化は、スプリント装着による咬合状態の変化が噛みしめ時の咀嚼筋活動の左右均等化を促し、運動野の賦活に影響を与えたためと考えられる。一方、本結果のみで前頭前野における賦活の左右対称化の機序を述べることは難しいが、スプリント装着により生じた新規の体性感覚情報が前頭前野における認知過程あるいは統合過程に負荷を与え、前頭前野の賦活および左右対称化をもたらしたと考えられた<sup>6)</sup>。

### III. おわりに

ペンフィールドが運動野と体性感覚野に描いたホムンクルスは大きな口をもっていた<sup>7)</sup>。しかしながら、脳全体（とくに連合野）で顎口腔機能に関与する脳の領域がどこに、どれほど存在し、それらの領域が摂食行動において如何なる機能を果たしているのかは明らかにされていない。今後の研究によって脳全体でのホムンクルスの口の謎が解けたとき、歯科医学・歯科医療の新たな扉が開かれるかもしれない。

### IV. 文献

- 1) Kandel ER, Schwartz JH, Jessell TM. Principles of neural science. 4th ed. Columbus: McGraw-Hill; 1999.
- 2) Yoshino K, Mikami A, Kubota K. Neuronal activities in the ventral premotor cortex during a visually guided jaw movement in monkeys. *Neurosci Res* 1998; 30: 321-332.
- 3) Yoshino K, Kawagishi S, Takatsuki Y, et al. Functional properties of the primary motor cortex and ventral premotor cortex in the monkey during a visually guided jaw-movement task with a delay period. *Brain Res* 2000; 852: 414-423.
- 4) Sessle BJ, Yao D, Nishiura H, et al. Properties and plasticity of the primate somatosensory and motor cortex related to orofacial sensorimotor function. *Clin Exp Pharmacol Physiol* 2005; 32(1-2): 109-114.
- 5) Sessle BJ, Adachi K, Avivi-Arber L, et al. Neuroplasticity of face primary motor cortex control of orofacial movements. *Arch Oral Biol* 2007; 52: 334-337.
- 6) 槇原絵理, 鱒見進一, 田中達朗ほか. スプリント装着の有無がクレンチング時の脳活動に及ぼす影響. *日顎誌* 2008; 20: 6-10.
- 7) Penfield W, Rasmussen T. The cerebral cortex of man. New York: Macmillan; 1950.

[ご略歴]



1987年	九州大学 農学部 畜産学科 卒業
1987年	九州歯科大学 口腔科学講座 助手
1994-1996年	京都大学 霊長類研究所 行動発現分野 特別研修員
1997年	九州歯科大学 口腔科学講座 講師
2000-2002年	トロント大学 歯学部 口腔生理学講座 博士研究員
2010年-現在	九州歯科大学 口腔保健学科 口腔保健管理学講座 准教授

# 一 般 講 演

# 1. ヒト咽頭部への化学刺激による随意性・反射性嚥下への効果

## Effects of pharyngeal chemical stimulation on voluntary and involuntary swallowing in humans

○中村由紀, 畠山 文, 矢作理花\*, 北田泰之\*, 井上 誠

○Yuki Nakamura, Aya Hatakeyama, Rika Yahagi\*, Yasuyuki Kitada\*, 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, \*盛岡味覚・嚥下研究所  
Division of Dysphagia Rehabilitation, Niigata University Graduate School of Medical and Dental Sciences

\*Morioka Taste and Swallowing Research Institute

### I. 目的

嚥下は随意性にも反射性にも惹起可能な運動であり, 上位脳からの入力や感覚入力はいずれも脳幹延髄孤束核の嚥下中枢を賦活化する. 反射性嚥下の誘発に直接関わるとされる末梢入力については咽喉頭部の機械刺激や化学刺激がある. 特に水受容器刺激の特異的な嚥下誘発能については, 反射的に嚥下を引き起こすだけでなく<sup>1)</sup>, 随意性嚥下に対する促進効果も有することや, 水受容器の応答が咽喉頭部でのCl<sup>-</sup>存在下で減少し, 刺激効果が減弱することが報告されている<sup>2,3)</sup>. 過去の研究から, 咽頭部の感覚刺激を減弱させ出来るだけ早く随意性の嚥下をさせると, 健常者においても嚥下誘発能力に個人差が生じること, また適刺激により随意性嚥下が促進され, 嚥下誘発能力の個人差が減少することが報告されている<sup>2)</sup>. 本研究では, 健常被験者を対象として, 末梢刺激に対する随意性および反射性嚥下の記録を行い, 筋電図記録を用いて嚥下誘発能力の評価およびその誘発能力の個人差についての検討を行った.

### II. 方法

#### 1. 被験者

摂食・嚥下機能に臨床的な問題をもたない健常成人17名(男性6名, 女性11名, 平均年齢28.3歳)を選択した.

#### 2. 溶液刺激

咽頭部への刺激溶液の注入を目的として経口的にシリコンチューブ(外径1.0mm)を挿入し, チュ

ーブの先端から切歯点までの距離が12cmとなる位置に固定した.

#### 3. 測定および記録

測定姿勢は座位とし, 被験者には, (1) 随意性嚥下として出来るだけ早く繰り返し嚥下する, (2) 反射性嚥下として安静にて嚥下しなくなったら嚥下するという, 2種類の指示を与えた. その際, 随意性嚥下記録時には, 蒸留水(DW)もしくは0.3M NaCl溶液のいずれかを注入速度0.2ml/minにて注入し, 反射性嚥下記録時には, DW(注入速度; 2, 1, 0.5ml/min), 0.3M NaCl溶液(注入速度; 1ml/min)のいずれかを注入した. 刺激溶液の注入順序はランダム化し, 溶液の内容は被験者にはわからないように行われた. 嚥下時には, 舌骨上筋群表面筋電図(EMG)を用いて各嚥下の記録を行った.

#### 4. 分析

測定開始から4~9回目までの各嚥下間の平均時間をEMGから算出し, 各記録における嚥下間隔時間(Swallowing Interval; SI)とした. 5~9回目の各嚥下時の筋電図活動開始からピークまでの平均時間をRising time; RT, 筋電図積分値の平均値を嚥下時筋活動量(Area)とした. また, DWは水受容器を刺激し嚥下誘発に効果的に作用し0.3M NaCl溶液はそれを抑制することから, 0.3M NaCl溶液刺激時のSIからDW刺激時のSIを引いた値を水受容器への刺激による嚥下促進効果(Facilitatory effects; FE)として解析を行った.

### III. 結果及び考察

#### 1. 随意性嚥下

これまでの報告同様、0.3 M NaCl 溶液注入刺激時と比較して DW 注入刺激時の SI の方は短縮し、両者の間で有意差な差が認められた。また、SI には顕著な個人差がみられ、0.3 M NaCl 溶液注入時の SI が長い被験者（随意性嚥下の誘発能力が低い被験者）ほど、FE が高かった（図 1）。

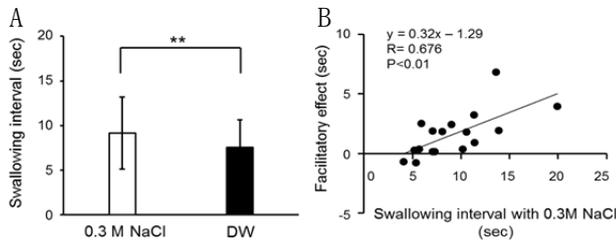


図 1 各溶液注入時の随意性嚥下の結果  
A: SI. B: SI と FE との相関関係

## 2. 反射性嚥下

DW は注入速度依存性に嚥下誘発を促進した。さらに、随意性嚥下時と同様に 0.3 M NaCl 溶液注入刺激時の SI と比較して、同じ注入速度の DW 注入刺激時 SI の方が有意に短縮した。また、0.3 M NaCl 溶液注入時の SI が長い被験者（反射性嚥下の誘発能力が低い被験者）ほど、FE が高かった（図 2）。

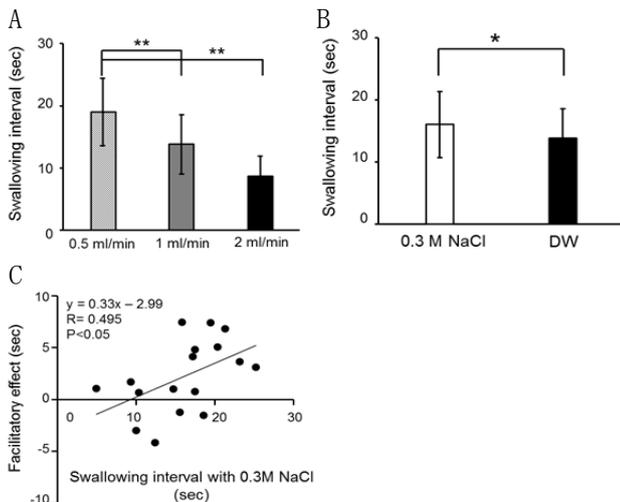


図 2 各溶液注入時の反射性嚥下の結果  
A: 各注入速度の DW 刺激時の SI B: NaCl 溶液と DW 刺激時 (1 ml/min) の SI C: SI と FE との相関関係

RT および Area についても SI と同様に、0.3 M NaCl 溶液注入刺激時より DW 注入刺激時の方が短縮もしくは減少を認め、両者の間で有意差な差が認められた（図 3）。

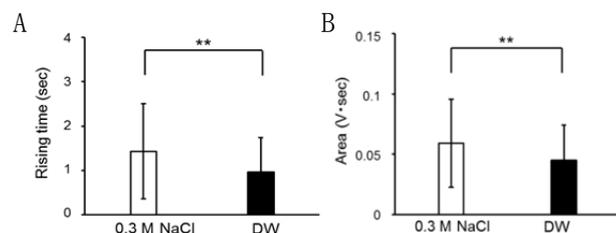


図 3. 反射性嚥下における EMG 記録の結果  
A: RT. B: Area

しかし、SI と RT もしくは SI と Area との間には有意な相関は認められなかった。

## 3. 随意性嚥下と反射性嚥下との関係

0.3 M NaCl 溶液注入時の随意性嚥下の SI が長い被験者ほど反射性嚥下の SI も長く、両者には有意な正の相関が認められた（図 4）。

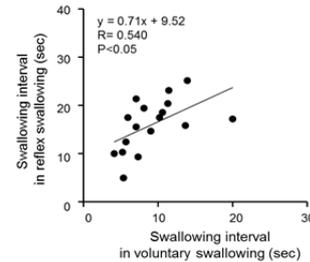


図 4. 随意性嚥下の SI と反射性嚥下の SI との相関関係

結果より、随意性嚥下と反射性嚥下のいずれにおいても、咽頭部への DW 注入時の SI は 0.3 M NaCl 溶液注入時の SI と比較して有意に短縮した。本実験結果から、随意性嚥下同様、反射性嚥下においても、咽頭部の水受容器からの感覚入力に嚥下誘発促進に寄与することが明らかとなった。また、随意性嚥下および反射性嚥下のいずれも SI に顕著な個人差がみられ、両者に有意な正の相関が認められたことは、嚥下誘発能力の個人差が、共通経路である延髄の嚥下中枢以下の神経活動に依存する可能性を示唆する。

今後は、嚥下関連筋の活動パターンにも注目して、その個人差や嚥下間隔との関係を明らかにしていきたい。

## IV. 文献

- 1) Storey AT. A functional analysis of sensory units innervating epiglottis and larynx. *Exp Neurol* 1968; 20: 366-383.
- 2) Yahagi R, Okuda-Akabane K, Fukami H et al. Facilitation of voluntary swallowing by chemical stimulation of the posterior tongue and pharyngeal region in humans. *Neurosci Lett* 2008; 448: 139-142.
- 3) Kitada Y, Yahagi R and Okuda-Akabane K. Effect of stimulation of the laryngopharynx with water and salt solutions on voluntary swallowing in humans: characteristics of water receptors in the laryngopharyngeal mucosa. *Chem Senses* 2010; 35: 743-749.

## 2. 舌骨位は嚥下機能に影響を与えるか

### Does the position of hyoid affect the swallowing function?

○真柄 仁, 林 宏和, 神田知佳, 住谷美幸, 塚野英樹,  
堀 一浩, 谷口裕重, 井上 誠

○Jin Magara, Hirokazu Hayashi, Chika Kanda, Miyuki Sumiya,  
Hideki Tsukano, Kazuhiro Hori, Hiroshige Taniguchi, 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

嚥下障害症例における主たる病態のひとつに喉頭や舌骨下垂があげられるが、嚥下機能にいかなる変化をもたらすかについて系統的に調べた研究は少ない。今回我々は、嚥下障害を主訴に来院された患者と健常者の嚥下動態を比較して、舌骨・喉頭下垂と嚥下機能との関連を調べた。

#### II. 方法

対象は、当科外来にて嚥下障害を主訴に来院され嚥下造影検査 (VF) を行った 58 名の患者 (男性 48 名, 平均年齢 71 歳) (患者群), 対照として 20-30 代の健常被験者 10 名 (男性 8 名, 平均年齢 29 歳) (健常群) とした。患者群の内訳は、神経筋変性疾患 16 名, 脳血管疾患 12 名, 呼吸器疾患 8 名, 口腔腫瘍術後 8 名, 消化器疾患 5 名, その他 9 名であった。

全被験者に対するとろみ試料 (2%とろみパーフェクト入り 40%w/v バリウム水) 3 ミリリットルを嚥下した際の VF データを解析対象とした。患者群では、同施行時に誤嚥がみられない症例を選択した。画像結果より、随意嚥下開始に伴う舌尖の運動開始、嚥下運動開始に伴う舌骨運動開始、嚥下反射開始に伴う急速な舌骨拳上開始、舌骨が最前上方位に達した時、舌骨が下降し始めた時、嚥下終了後に安静位に戻った時の時刻と第 2, 4 頸椎の高さを指標とした舌骨位を計測した<sup>1)</sup> (図 1)。

また、食塊移送の状態を調べる目的で、食塊先端

が下顎枝下縁を超えた時、食塊先端が食道入口部に達した時、食塊後端が食道入口部を通過した時の同様の値も求めて、健常群と患者群のデータを比較した。



図 1 VF 側面画像で導かれた基本軸

第 4 頸椎椎体前下縁を原点, 第 2, 4 頸椎椎体前下縁を結ぶ線を Y 軸とした。

#### III. 結果と考察

1. 患者群では、舌尖の運動開始から舌骨運動開始まで、随意嚥下開始から嚥下反射惹起までの時間が延長していたが、その後の舌骨運動の時間経過、すなわち嚥下咽頭期における舌骨運動にかかる時間については両群で差が認められなかった (図 2, 3)。
2. 食塊移送時間は口腔、咽頭ともに患者群で延長していた。これは運動パターンと食塊位置の balan

スが崩れていたことによるものと予想された (図 2, 3). その結果, 咽頭内を食塊が通過する時間は患者群で有意に延長していた (図 4).

3. 舌骨位や舌骨運動量は両群で有意な差が認められなかったが, 運動パターンの安定性についての考慮が必要である (図 5).

4. 今後は, 性差, 年齢, 被験者の原疾患やスクリーニング検査上の結果との対応で何らかの違いが認められないかなどの点について, さらに検討していきたい. さらに, 本臨床データの解析法により, 臨床症状との間で対応するパラメータの決定ができれば, 診断の一助になり得るかもしれないと期待する.

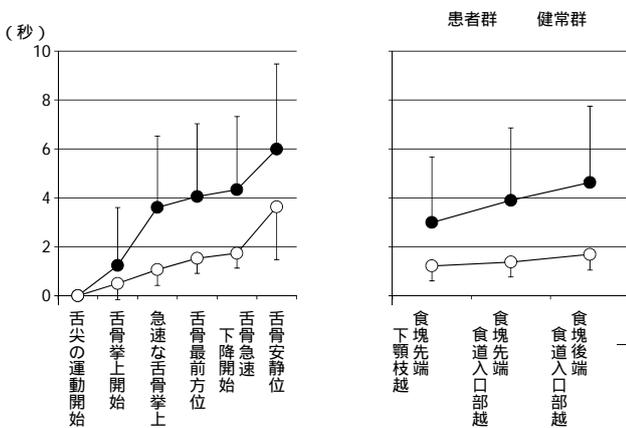


図 2 舌骨の動きと食塊移送にかかる時間経過  
左: 随意嚥下開始時の舌尖の運動開始を指標として各イベントの時刻をプロットしたところ, 健常群に比べて患者群では舌骨挙上開始から嚥下反射惹起に伴う急速な舌骨挙上までの時間が延びていた. 右: 患者群では, 嚥下反射惹起前に食塊が咽頭流入しているのに対して, 健常群ではほぼ同時だった.

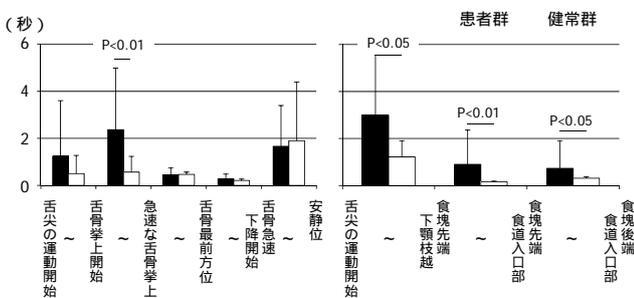


図 3 各イベント間に要した時間とその比較  
左: 舌骨運動に関しては, 患者群において挙上開始から嚥下反射惹起に伴う急速な挙上までの時間が有意に延びていた. 右: 食塊移送に関しては, すべ

でのイベント間で延びる傾向が強く, 口腔内移送, 咽頭移送ともに要する時間が延長した.

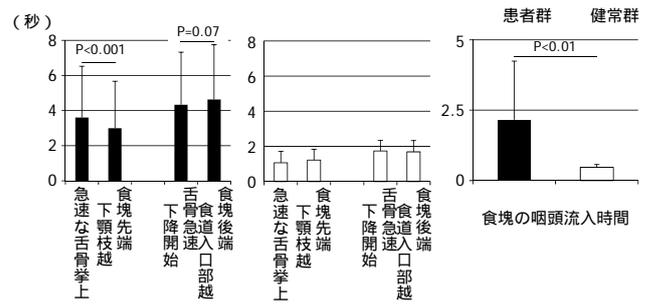


図 4 食塊の咽頭内流入と舌骨の動きの協調の比較  
左, 中: 患者群では, 嚥下反射に伴う舌骨挙上前の食塊の早期咽頭流入は有意であった ( $P < 0.001$ ) が, 食塊後端の食道入口部越え前の舌骨急速下降はわずかに有意ではなかった ( $P = 0.07$ ). 右: 咽頭通過と嚥下運動のタイミングのずれは食塊の咽頭流入時間 (食塊のいずれかが咽頭内を通過している時間) に影響し, 患者群では有意に長かった.

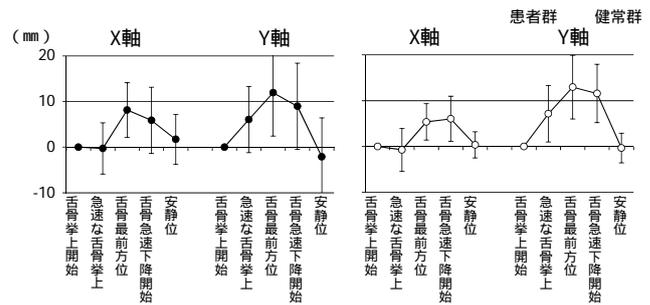


図 5 舌骨挙上開始を起点とした舌骨運動の軌跡の比較

舌骨挙上開始を起点とした舌骨の動きについては両群間で有意な差は認められなかったが, 健常者群に比べて, 患者群では個人差が大きかった.

#### IV. 参考文献

1) Steele CM, Bailey GL, Chau T, Molfenter SM, Oshalla M, Waito AA, Zoratto DC: The relationship between hyoid and laryngeal displacement and swallowing impairment. Clin Otolaryngol. 2011 Feb;36(1):30-6.

### 3. 嚥下時舌圧発現と喉頭運動の協調性

## Coordination between tongue pressure production and laryngeal movement during swallowing

○皆木祥伴<sup>1</sup>, 李 强<sup>2</sup>, 小野高裕<sup>1</sup>, 堀 一浩<sup>3</sup>, 近藤重悟<sup>1</sup>, 藤原茂弘<sup>1</sup>  
田峰謙一<sup>1</sup>, 林 宏和<sup>3</sup>, 井上 誠<sup>3</sup>, 前田芳信<sup>1</sup>

Yoshitomo Minagi<sup>1</sup>, Li Qiang<sup>2</sup>, Takahiro Ono<sup>1</sup>, Kazuhiro Hori<sup>3</sup>,  
Jyugo Kondo<sup>1</sup>, Shigehiro Fujiwara<sup>1</sup>, Kenichi Tamine<sup>1</sup>, Hirokazu Hayashi<sup>3</sup>  
Makoto Inoue<sup>3</sup>, Yoshinobu Maeda<sup>1</sup>

<sup>1</sup> 大阪大学大学院歯学研究科 顎口腔機能再建学講座

<sup>2</sup> 第四軍医大学口腔医院総合科

<sup>3</sup> 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

<sup>1</sup> Department of Prosthodontics, Gerodontology and Oral Rehabilitation, Osaka University

<sup>2</sup> Qin Du Stomatological Hospital, The Fourth Military Medical University

<sup>3</sup> Division of Dysphagia Rehabilitation, Niigata University

#### I. 目的

嚥下において、舌は口蓋と接触しながら口腔から咽頭へ食塊を輸送するために必要な圧を産生し、舌骨・喉頭は前上方に移動することで食塊が咽頭から食道へ移送されやすい状態を形成する。口腔および咽頭部の食塊は、軟口蓋・舌骨・喉頭の挙上、声門の閉鎖、咽頭筋の収縮、上部食道括約筋の弛緩など、一連の反射的なイベントを経て食道に送り込まれる。こうした口腔期と咽頭期との機能的協調性は、残留や誤嚥のない安全な嚥下の達成に重要であるにもかかわらず、これまで **Videofluorography** による評価しか行われていない。

そこで今回演者らは、喉頭運動計測システム<sup>1</sup>と、舌圧計測システムを同期させることにより、嚥下時舌圧発現と喉頭運動の協調性について解析した。

#### II. 方法

##### 1. 被験者

被験者は自覚的、他覚的ともに摂食・嚥下機能に問題を認めない健常成人男性 14 名(平均年齢 27.0±2.2 歳)とし、座位における 5ml の水嚥下を各被験者 5 回ずつ行なった。

##### 2. 計測方法

舌圧の測定には、スワロースキャンシステム (ニッタ社製) の舌圧センサシートを硬口蓋に貼付し、正中部 3 点 (Ch1-3) ならびに後方周縁部 2 点 (Ch4、5) の 5 点における舌圧を記録した (図 1A)。喉頭運動の記録は、屈曲センサ (日本サンテック社製 MaP1783、図 1B) を嚥下時に喉頭の最大豊隆部が最高点をとる位置にセンサ上端をあわせ、前頸部皮膚表面に両面テープを用いて貼付し、嚥下時の喉頭運動によるセンサ自体の形態変化を電位変化としてとらえ、サンプリング周波数 1kHz でモニタを介してパーソナルコンピュータ上に保存した (図 1D)。嚥下音は、輪状軟骨下相当部で、屈曲センサを避けた位置にマイクロフォン (小野測器社製 JM-0116) を貼付し、記録した (図 1C)。

##### 3. 解析方法

喉頭運動、舌圧、嚥下音は、スワロースキャンの信号に基づいて同期させ、嚥下音の peak を 0s と定義した時系列上で解析を行った (図 2A)。

各 Ch の舌圧波形上で、舌圧の onset time (TPon)、peak time (TPmax)、offset time (TPoff)、TPon から TPoff までの舌圧持続時間 (DP) を算出した (図 2B)。屈曲センサにより記録された喉頭運動波形から、前回の発表<sup>1</sup>における定義にしたがっ

て、T1 から T7 までの解析点を抽出した (図 2C)。

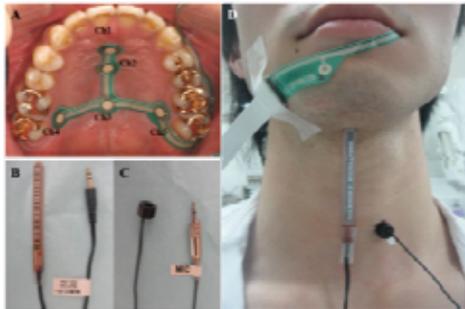


図 1 計測装置

- A: 口蓋に貼付した舌圧センサシート  
 B: 屈曲センサ、 C: 嚥下音測定用マイクロフォン  
 D: 測定時の被験者

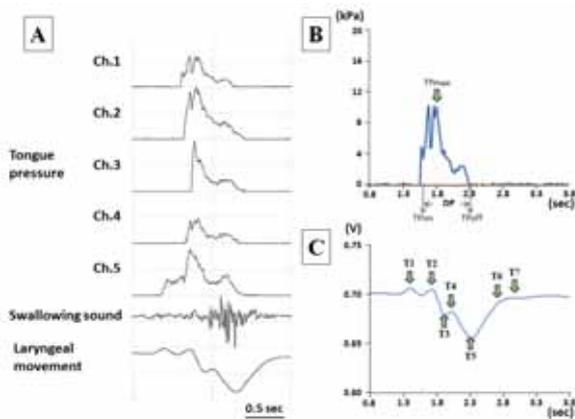


図 2 原波形ならびに解析方法

- A: 舌圧、喉頭運動、嚥下音の記録(例)  
 B: 舌圧波形の onset time (TPon)、 peak time (TPmax)、  
 offset time (TPoff)、 舌圧持続時間 (DP)  
 C: 喉頭運動波形上の解析点 (T1~T7)

演者らは既報において、videofluorography と喉頭運動との同時計測により、喉頭運動波形上の 7 つの解析点 (T1~T7) のうち T1 は舌骨の小さな動きを開始した時点、T2 は舌骨が急速な挙上を開始した時点、T4 は舌骨が最前上方位の維持を開始した時点、T5 は舌骨が最前上方位の維持を終了した時点、T6 は舌骨が急速な下降を終了した時点とそれぞれ同期することを報告した<sup>1)</sup>。そこで今回は、嚥下音の peak time を 0s とした時系列上において (図 3)、これら 5 つの喉頭運動の解析点と TPon, TPmax, TPoff との順序性と相関性について、一元配置分散分析 ( $P < 0.05$ ) と級内相関係数 ( $P < 0.05$ ) を用いて、それぞれ分析した。

### III. 結果及び考察

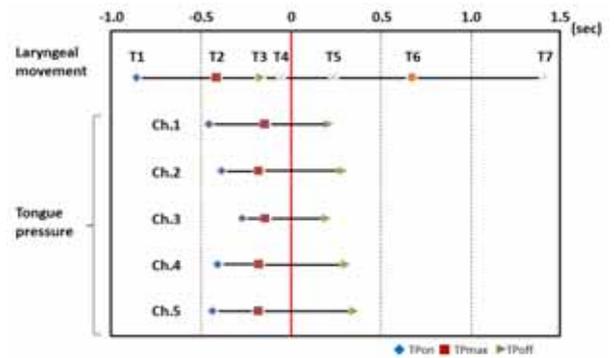


図 3 嚥下音の peak time を 0s とした時系列上における喉頭運動の解析点 (T1-T7) と舌圧発現の順序関係

T1 は各 Ch の TPon より有意に早く、かつ有意な相関 ( $r=0.56 \sim 0.739$ ) を認めたことから、嚥下初期の舌骨・喉頭の小さな動きは口腔期の開始と関連していることが示唆された。T2 は TPon との間に時間差を認めず、Ch.4,5 の TPon との間に強い相関

(Ch.4:  $r=0.739$ , Ch.5:  $r=0.746$ ) を認めたことから、口腔期において後方部の Ch.4,5 まで強固な舌のアンカーが確立することが、咽頭期の開始、すなわち喉頭の上方向への急速な挙上と関係が深いことが示唆された。

T4 は TPmax との間に時間差を認めず、なおかつ T5 は TPmax より有意に遅く、TPoff との間に時間差を認めなかった。さらに T5 とほぼすべての Ch の TPoff との間に相関 ( $r=0.464 \sim 0.693$ ) を認めた。このことは、舌圧は舌骨が食塊通過に最も有利とされる最前上方位をとる時点 (T4) に同期してピークに達し、最前上方位の維持を終了する時点 (T5) まで維持されることを示唆している。今回の結果より、舌圧と喉頭運動を指標とした嚥下口腔期と咽頭期の時間的協調パターンを明らかにできたことから、今後は嚥下障害患者における協調パターンの異常の検出を試みて行きたい。

### IV. 文献

- 1) 李 強、皆木祥伴、堀 一浩、小野高裕、近藤重悟、藤原茂弘、田峰謙一、林 宏和、井上 誠、前田芳信 (2012) : 屈曲センサを用いた喉頭運動記録法の開発、第 48 回顎口腔機能学会、長野

## 4. 姿勢の変化に伴う咬合接触の時系列解析

### Time-series analysis occlusal contacts in changing body postures

○阿部賢一, 坂口 究, 前田 望\*, 島 恵子, 横山敦郎  
Abe K, Sakaguchi K, Maeda N\*, Shima K, Yokoyama A

北海道大学大学院歯学研究科口腔機能学講座口腔機能補綴学教室

\*北海道大学病院歯科診療センター咬合系歯科

Department of Oral Functional Prosthodontics, Division of Oral Functional Science,  
Graduate School of Dental Medicine, Hokkaido University

\*Division of Oral Rehabilitation, Hokkaido University Hospital

#### I. 目的

歯科治療では、術前の咬合診断、治療中および治療後の咬合状態の経時的変化を客観的に評価する必要がある。また、2002年に日本歯科補綴学会がまとめた「咬合異常の診療ガイドライン」の診断基準では、咬合接触の判定は、接触位置だけではなく、接触力や接触の同時性まで評価することが求められている。しかしながら、依然として、動的な咬合を定量的に、時系列で評価するところまでには至っておらず、これらに関する客観的な咬合評価の指標も明確にされていないのが現状である。

一方、我々はこれまでに、咬合と全身姿勢の関連性を客観的に評価することを目的として、咬合接触と立位における全身姿勢の変化に関する基礎データを報告してきた<sup>1)</sup>。しかしながら、咬合と姿勢の関連性は未だに不明な点が多く、客観的にその関連性が明示されるまでには至っていない。

そこで本研究では、咬合接触の接触位置、接触力、接触時間を客観的に時系列で評価することが可能な咬合接触圧分布測定システムを用いて、姿勢の変化に伴う咬合接触の時系列解析についての検討を行った。

#### II. 方法

被験者には、顎口腔機能系に機能障害の既往歴と現病歴を認めない北海道大学歯学部学生および職員の中から健常有歯顎者 30 名（男性 15 名、女性 15 名、年齢 22~37 歳、平均 26.3 歳）を選択した。咬合接触の評価には、咬合接触開始からの動的な咬合変化を時系列で記録および解析が可能な咬合接触圧分布測定システム（ニッタ社製、T-scan III system<sup>®</sup>）を用いた。計測は、水平位、座位 A（ヘッドレスト有り）、座位 B（ヘッドレスト無し）および立位（自然直立姿勢）の 4 つの姿勢において、下顎安静位から咬頭嵌合位に閉口したときの咬合接触圧分布測定をサンプリングレート 100 Hz で行った。データの測定は、各姿勢で 3 回行い、平均値を各姿勢における代表値とした。先行報告<sup>1)</sup>と同様に、咬合評価の定量的指標として、咬合接触の安定性評価には、咬合接触時間、咬合圧重心移動の総軌跡長と矩形面積を用いた。咬合接触のバランス評価には、前後と左右の咬合接触圧分布値を用いた。

統計処理は、4 つの姿勢の比較をするために Friedman's 検定を行い、多重比較には、Wilcoxon t-test with Bonferroni correction を用いた。

### Ⅲ. 結果及び考察

#### 1. 咬合接触の安定性評価

##### 1) 咬合接触時間

座位 B の咬合接触時間は、座位 A と比較して長かった ( $p=0.034$ )。立位の咬合接触時間は、座位 B と比較して長かった ( $p=0.042$ )。

##### 2) 咬合圧重心移動の総軌跡長

立位の咬合圧重心移動の総軌跡長は、座位 B と比較して長かった ( $p=0.0021$ )。

##### 3) 咬合圧重心移動の矩形面積

座位 B の咬合圧重心移動の矩形面積は、座位 A と比較して大きかった ( $p=0.048$ )。立位の咬合圧重心移動の矩形面積は、座位 B と比較して大きかった ( $p=0.0098$ )。

なお、水平位と座位 A の姿勢間には、それぞれの定量的指標に有意差は認められなかった。

#### 2. 咬合接触のバランス評価

##### 1) 前後の咬合接触圧分布値

最初の咬合接触では、座位 A の前後の咬合接触圧分布値は、水平位と比較して前方へ偏位していた ( $p=0.0097$ )。座位 B の前後の咬合接触圧分布値は、座位 A と比較して前方へ偏位していた ( $p=0.048$ )。さらに、立位の前後の咬合接触圧分布値は、座位 B と比較して前方へ偏位していた ( $p=0.0031$ ) (図 1)。

咬頭嵌合位では、座位 A の前後の咬合接触圧分布値は、水平位と比較して前方へ偏位していた ( $p=0.041$ )。立位の前後の咬合接触圧分布値は、座位 B と比較して前方へ偏位していた ( $p=0.0045$ )。座位 A と座位 B の姿勢間に有意差は認められなかった (図 2)。

##### 2) 左右の咬合接触圧分布値

左右の咬合接触圧分布値は、最初の咬合接触と咬頭嵌合位において、それぞれの姿勢間に有意差は認められなかった。

以上の結果から、咬合接触の安定性評価では、座位 B は座位 A と比較して、咬合接触時間が長く、咬合圧重心移動の矩形面積が大きくなることが分かった。また、立位は座位 B と比較して、咬合接触時間と咬合圧重心移動の総軌跡長が長く、咬合圧重心移動の矩形面積が大

きくなることが分かった。つまり、座位 B は座位 A と比較して、立位は座位 B と比較して、咬合接触開始から咬頭嵌合位に至るまでの下顎の移動量が大きく、咬合接触の安定性が劣ることが分かった。咬合接触のバランス評価では、座位 A は水平位と比較して、座位 B は座位 A と比較して、さらに、立位は座位 B と比較して、最初の咬合接触における前後の咬合接触圧が前方へ偏位していることが分かった。つまり、座位 A は水平位と比較して、座位 B は座位 A と比較して、さらに、立位は座位 B と比較して、下顎安静位から閉口したときの顎位が前方に偏位している可能性が示唆された。また、座位 A は水平位と比較して、立位は座位 B と比較して、咬頭嵌合位における前後の咬合接触圧が前方へ偏位していたことから、座位 A は水平位と比較して、立位は座位 B と比較して、咬頭嵌合位が前方へ偏位していた可能性が示唆された。

姿勢の変化に伴う咬合接触の時系列変化を客観的に評価した結果、姿勢の変化は、咬合接触に影響を及ぼすことが分かった。

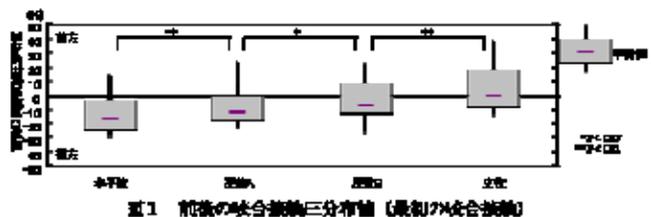


図1 前後の咬合接触圧分布値 (最初24咬合接触)

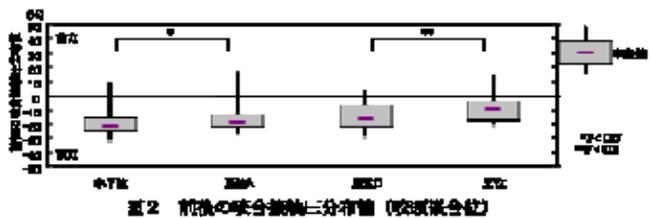


図2 前後の咬合接触圧分布値 (咬頭嵌合位)

### Ⅳ. 文献

- 1) Maeda N, Sakaguchi K, Mehta N, Abdallah E, Forgione A, Yokoyama A. Effects of experimental leg length discrepancies on body posture and dental occlusion. J Craniomandib Pract 2011; 29: 194-203.

## 5.

# 睡眠時無呼吸イベントと 睡眠時ブラキシズム発現の時間的關係

## Temporal association between sleep apnea-hypopnea events and sleep bruxism episodes

○齋藤未来<sup>1)</sup>, 山口泰彦<sup>1)2)</sup>, 三上紗季<sup>2)</sup>, 渡辺一彦<sup>1)</sup>, 後藤田章人<sup>2)</sup>,  
岡田和樹<sup>2)</sup>, 菱川龍樹<sup>1)</sup>, 澁谷英二<sup>3)</sup>, 澁谷由江<sup>3)</sup>  
Miku Saito<sup>1)</sup>, Taihiko Yamaguchi<sup>1)2)</sup>, Saki Mikami<sup>2)</sup>, Kazuhiko Watanabe<sup>1)</sup>,  
Akihito Gotouda<sup>2)</sup>, Kazuki Okada<sup>2)</sup>, Ryuki Hishikawa<sup>1)</sup>,  
Eiji Shibuya<sup>3)</sup>, Yoshie Shibuya<sup>3)</sup>

1) 北海道大学大学院歯学研究科顎機能医療学講座

2) 北海道大学病院高次口腔医療センター顎関節治療部門

3) エルムの杜内科クリニック

1) Dept. of Gnatho-occlusal Function, Graduate School of Dental Medicine, Hokkaido University

2) Dept. of Temporomandibular Disorders, Center for Advanced Oral Medicine, Hokkaido University

3) Erumunomori medical clinic

### I. 目的

近年、閉塞性睡眠時無呼吸症候群 (OSAS) と睡眠時ブラキシズム (SB) の併発が指摘されており、疫学調査で OSAS は SB のリスク因子となり得るという報告もある<sup>1)</sup>。また、我々は重度の OSAS と SB が併発している症例を経験し<sup>2)</sup>、その分析により無呼吸イベントの発現と SB エピソードの発現に関し時間的関連がある可能性が示唆された。今回、我々は OSAS と SB を併発している患者 10 名において睡眠解析を行い、SB と無呼吸イベントの時間的関連について更に検討を行った。

### II. 方法

#### 1. 対象

OSAS を疑い睡眠検査を施行予定の患者に質問票による SB の診査 (起床時の顎のだるさやスリープパートナーからの SB の指摘、象牙質に至る歯の咬耗) を行い、SB の併発が疑われるものを抽出した。それらの患者のうち後述の睡眠検査の結果、無呼

吸低呼吸指数 (AHI) 5 以上、SB エピソード 4/h 以上の患者、男性 10 名を抽出し解析対象とした。年齢は  $46.7 \pm 11.5$ 、BMI は  $27.7 \pm 3.9$  ( $\geq 30$ : 肥満)、エプワース眠気尺度は  $8 \pm 5$  であった。

#### 2. 測定方法

睡眠ポリグラフ (PSG) 検査は Alice5 (Philips Respironics 社製) を用い、脳波、眼球運動、筋電図 (オトガイ筋、前脛骨筋、右側咬筋、右顎二腹筋)、いびき音、心電図、換気運動、経皮的動脈血酸素飽和度ならびに体位について終夜連続記録した。同時に音声ビデオ記録も行った。睡眠段階の判定基準は Rechtschaffen and Kales に従った。SB の判定は AASM (2005) の基準に従った。

それぞれの SB エピソードごとに最も近くに発現した無呼吸低呼吸 (OSAH) イベントを抽出し、OSAH イベントと SB エピソードの間隔が 5 分以下のものと 5 分を越えるものに分けた。間隔が 5 分以下のものについては、さらに OSAH イベントが SB エピソードの前と後どちらにより近接して位置するかを判定した (図 1, 2)。

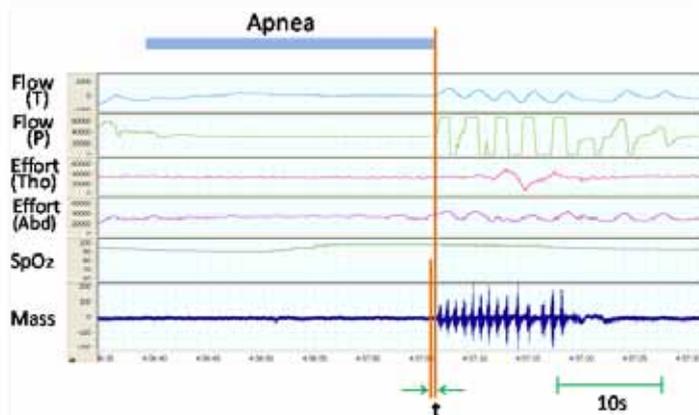


図 1 SB エピソード直前に OSAH イベントが位置している例

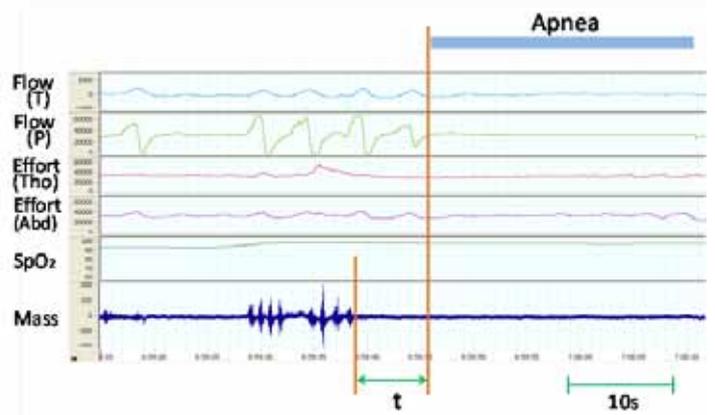


図 2 SB エピソード直後に OSAH イベントが位置している例

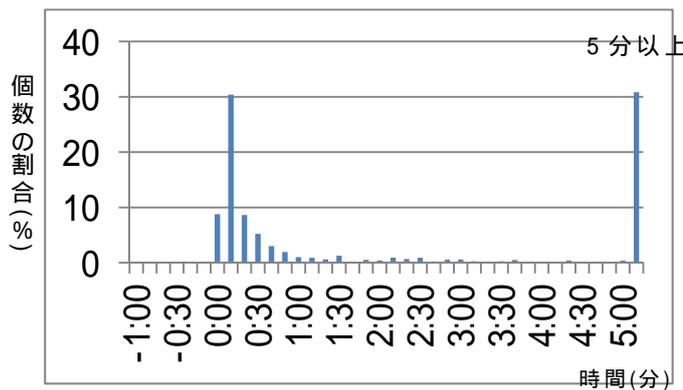


図 3 OSAH イベントと SB エピソードとの間隔の分布 (OSAH イベント後に SB エピソード)

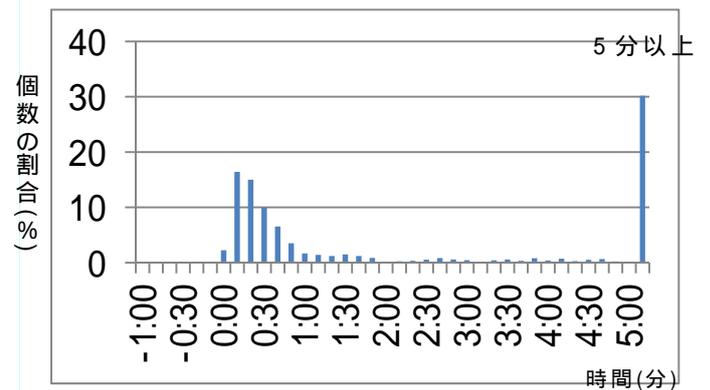


図 4 OSAH イベントと SB エピソードとの間隔の分布 (SB エピソード後に OSAH イベント)

### III. 結果および考察

AHI は平均  $24.0 \pm 17.1$  (7.4-60.0), SB エピソードの数は平均  $13.5 \pm 5.0/h$  (8.2-24.4) であった。

各 SB エピソードと近接する OSAH イベント間の間隔は, SB エピソード直前 (5 分以内) に OSAH イベントが位置していたものが 51.3%, SB エピソード直後 (5 分以内) に OSAH イベントが位置していたものが 25.6%, SB エピソード前後 5 分以内に OSAH イベントがなかったものが 23.1% だった。間隔が 5 分以下の場合の両者間の時間的間隔の分布を調べた結果, 直前, 直後ともに 50% 以上で SB エピソードとの間隔が -10 秒 ~ 30 秒の間に OSAH イベントが位置していた (図 3, 4)。中でも, 0 ~ 10 秒以内が直前, 直後ともに最も多く, 特に直前の分布では強い収束が見られた。

以上より, 今回の被験者のように OSAS と SB を併発している患者では, 遠く離れた OSAH イベントと SB エピソードもあるが, その多くがかなり近接した状態で発現していることが示

された。前後的には, OSAH イベント直後に SB エピソードが併発する例が多かったと言える。

SB と OSAS の重度の併発例では SB エピソード, OSAH イベント各々の発現間隔も短い。そのため, 複数の SB エピソードや OSAH イベントが集中して近接することがある。そのような場合には OSAH イベントと SB エピソードの時間的關係で直前/直後の判定に苦慮することもある。今後は SB エピソードの連続性の取り扱いについての検討が必要と考えられる。また, 更に多くの症例についての検討も必要と思われる。

### IV. 文献

- 1) Ohayon MM, Li KK, Guilleminault C. Risk factors for sleep bruxism in the general population. Chest 2001;119:53-61.
- 2) 斎藤未来, 山口泰彦, 三上紗季ほか. 閉塞性睡眠時無呼吸症候群患者における睡眠時ブラキシズムの検討—重度ブラキシズムを認めた一例—. 顎機能誌 2011;18:168-169.

## 6. 正常咬合者における最大咬合力の強弱がグミゼリー咀嚼時の下顎運動に及ぼす影響の解明

Effect of maximum bite force on jaw movement during  
Mastication of gummy jelly in normal occlusions

○國則 貴玄<sup>1)</sup>, 友成 博<sup>1)</sup>, 上原 沢子<sup>1)</sup>, 北嶋 文哲<sup>1)</sup>, 八木 孝和<sup>2)</sup>,  
宮脇 正一<sup>1)</sup>

Takaharu Kuninori, Hiroshi Tomonari, Sawako Uehara, Fumiaki Kitashima,  
Takakazu Yagi, Shouichi Miyawaki

1) 鹿児島大学大学院医歯学総合研究科 歯科矯正学分野

2) 鹿児島大学医学部・歯学部附属病院歯科センター 矯正歯科

1) Department of Orthodontics, Kagoshima University Graduate School of Medical and Dental  
Sciences

2) Department of Orthodontics, Kagoshima University Hospital, Kagoshima University

### I. 目的

咀嚼能率と咬合力、咬合接触面積、および下顎運動との相関を調べた報告によると、咀嚼能率に対して咬合力と咬合接触面積に相関が強く認められたが、下顎運動には認められなかった<sup>1)</sup>。

今回、我々は「最大咬合力が強い者では、弱い者より下顎の側方運動量を小さくすることで効率的な咀嚼をしている」という仮説を立て、それを検証するために、成人の正常咬合者を対象に、咬合力が強い群と弱い群で咀嚼時の下顎運動と咀嚼能率を比較検討したので報告する。

### II. 方法

#### 1. 被験者

第三大臼歯以外に喪失歯がなく、骨格性 I 級、大臼歯関係 I 級、PAR index が 10 以下の成人 30 名（男性 22 名、女性 8 名、平均年齢 22.6±3.4 歳）で、顎関節症状を有する者や矯正歯科治療の既往がある者は除外した。

#### 2. データ計測

##### 1) 最大咬合力の測定

最大咬合力の測定には感圧シート（デンタル

プレスケール、富士フィルム）を用いた。各被験者に、中心咬合位で 3 秒間、可能な限り強く感圧シートを咬むよう指示した。測定は 2 回行い、その平均を測定値とした。

##### 2) 咀嚼能率の測定

被験者に、検査用グミゼリー（5.5g, UHA 味覚糖）を主に主咀嚼側で 20 回咀嚼するよう指示した。回収したグミゼリーを 30 秒間水洗し、蒸留水（35℃, 15ml）で 10 秒間攪拌した。グミゼリーから溶出したグルコースの濃度を、血糖測定装置（グルテスト、三和化学）を用いて測定した。測定は、各被験者に対して 3 回行い、その平均を測定値とした。グルコース濃度からグミゼリーの表面積増加量を計算し、咀嚼能率値とした<sup>2)</sup>。

##### 3) 下顎運動の記録

下顎運動の記録は、3 次元 6 自由度の下顎運動解析装置（ナソヘキサグラフ、GC）を用いて行った。各被験者に検査用グミゼリーを主咀嚼側で咀嚼させ、最初の 1 サイクルを除いた 2-11 サイクルの平均下顎運動パターンを解析した。分析項目には、maximum vertical amplitude, maximum anteroposterior (AP) amplitude, maximum lateral amplitude, closing angle, closing distance, width and euclid of closing path を用いた<sup>3,4)</sup>（図 1）。

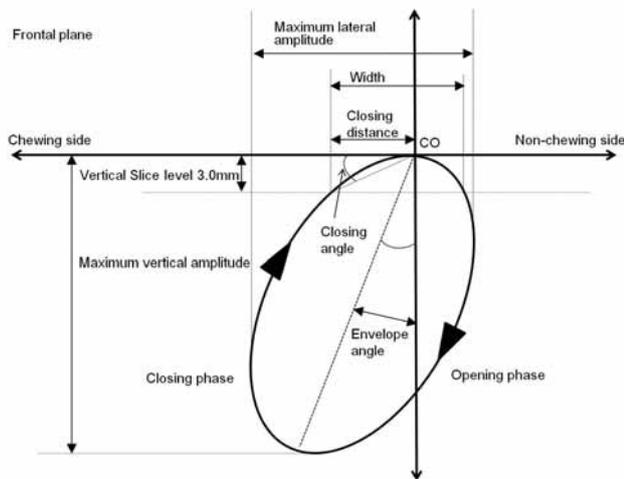


図 1. 下顎運動の分析項目

### III. 結果及び考察

咬合力の強い者は、咬合力の弱い者に比べて咀嚼能率は高い値を示したが、下顎運動のパラメーターのうち、maximum lateral amplitude, closing distance, width and euclid of closing pathは小さく、closing angleは大きい値を示し、より側方的に狭い下顎運動を示した。また、maximum vertical amplitudeは、両者に有意な差を認めなかった(表1)。食物を粉碎する場合、より垂直方向から咬頭嵌合位への最短距離で咬みこむのが効率的であると考えられるが、食物を咬断するための十分強い咬合力を有していなければ垂直方向から咬みこむことが出来ない。そのため、より側方から食物を粉碎することで、運動量は大きくなるが、臼歯間に介在する食物の単位体積あたりの抵抗力が小さくなり、咬合力が小さくても咬断することができると考えられる。

脳はある一定の運動を実行する場合、運動の自由度を最小化することでその作業効率を高めることが報告されており、本研究結果は我々の「最大咬合力が強い者では、弱い者より下顎の側方運動量を小さくすることで効率的な咀嚼をしている」という仮説を支持している。

以上の結果から、正常咬合者において、咬合力が強い者は、弱い者よりも下顎の側方変位量を小さくすることで、より効率的に咀嚼を行い、かつ咀嚼能率も高いことが示唆された。一方、咬合力が弱くても、下顎の側方運動量を大

きくして食物を粉碎できるよう調節していることも示唆された。

表 1. 各分析項目の比較

Measurement	High maximum bite force group	Low maximum bite force group	P value
	Mean (SD)	Mean (SD)	
Masticatory performance (mm <sup>2</sup> )	4385.8 (376.7)	3943.1 (315.2)	<0.01
Maximum lateral amplitude (mm)	7.8 (1.5)	9.9 (1.9)	<0.01
Maximum vertical amplitude (mm)	18.8 (4.1)	16.3 (3.2)	0.08
Maximum AP amplitude (mm)	8.3 (2.8)	7.6 (2.9)	0.49
Closing angle (°)	63.7 (13.7)	50.5 (12.8)	<0.05
Closing distance (mm)	1.6 (0.9)	2.7 (1.2)	<0.01
Width (mm)	2.0 (1.2)	4.2 (2.1)	<0.05
Euclid of closing path (mm)	3.9 (0.4)	4.4 (0.7)	<0.05

### IV. 謝辞

本研究を行うにあたり、咀嚼能率の測定に際し御助言を賜りました、大阪大学産学連携本部ベンチャービジネスラボラトリー特任教授 野首孝祠先生、試験食品を提供して頂いた UHA 味覚糖株式社に感謝します。

本研究の一部は科研費(基盤 B, C)の助成を受けたものである。

### IV. 文献

- 1) Lepley CR, Throckmorton GS, Ceen RF, Buschang PH. Relative contributions of occlusion, maximum bite force, and chewing cycle kinematics to masticatory performance. Am J Orthod Dentofacial Orthop 2011;139(5):606-613.
- 2) Okiyama S, Ikebe K, Nokubi T. Association between masticatory performance and maximal occlusal force in young men. J Oral Rehabil 2003;30(3):278-282.
- 3) Miyawaki S, Ohkochi N, Kawakami T, Sugimura M. Effect of food size on the movement of the mandibular first molars and condyles during deliberate unilateral mastication in humans. J Dent Res 2000;79(7):1525-1531.
- 4) Komagamine Y, Kanazawa M, Minakuchi S, Uchida T, Sasaki Y. Association between masticatory performance using a colour-changeable chewing gum and jaw movement. J Oral Rehabil 2011;38(8)555-563.

# 7.唾液粘性と、唾液分泌量および唾液緩衝能との関連性について

## Relationship between viscosity of saliva and buffer capacity, amount of saliva

○今井敦子<sup>1,5)</sup>, 酒井啓司<sup>2)</sup>, 倉内奈美<sup>3)</sup>, 中村美希<sup>3)</sup>, 馬場俊輔<sup>4)</sup>, 龍田光弘<sup>5)</sup>, 田中昌博<sup>5)</sup>  
○Atsuko Imai<sup>1,5)</sup>, Keiji Sakai<sup>2)</sup>, Nami Kurauchi<sup>3)</sup>, Miki Nakamura<sup>3)</sup>, Shunsuke Baba<sup>4)</sup>,  
Mitsuhiro Tatsuta<sup>5)</sup>, Masahiro TANAKA<sup>5)</sup>

大阪市開業<sup>1)</sup>, 東京大学生産技術研究所<sup>2)</sup>, 京都電子工業株式会社<sup>3)</sup>,  
大阪歯科大学口腔インプラント科<sup>4)</sup>, 大阪歯科大学有歯補綴咬合学講座<sup>5)</sup>

Practitioner in Osaka<sup>1)</sup>, Insutitute of Industrial Science, University of Tokyo<sup>2)</sup>, Kyoto Electronics Manufacturing co.,Ltd.<sup>3)</sup>, Department of Oral Implantology, Osaka Dnetal University<sup>4)</sup>, Department of Fixed Prosthodontics and Occlusion, Osaka Dental University<sup>5)</sup>

### I. 目的

唾液は、耳下腺、顎下腺、舌下腺などから分泌され、口腔内で混和されることにより初めてその生理的機能を発揮する。唾液は口腔環境を維持する働きを持ち、齶蝕や歯周疾患と極めて密接な関係を持つことが明らかにされてきた。

しかしながら、唾液の物性、特に粘性においては、その計測には大掛かりである、多量の唾液を必要とするなどの問題があり、唾液粘性に関する研究は極めて少ない。

唾液の粘性は、舌や口唇の動きを滑らかにする潤滑作用に大きく関与し、摂食・嚥下・発音などの機能を円滑に行うために必要不可欠であるだけでなく、齶蝕や歯周病などの口腔内環境に影響を及ぼしていることが考えられてきた。

我々は、唾液粘性の測定にEMS粘度計が応用可能であることを報告した。今回は、唾液粘性が口腔内環境、特に唾液の緩衝能、安静時、刺激時唾液量とどのように関わっているのかを知る目的で研究を行った。

### II. 方法

被験者は20～40歳代の健康な成人の15名とした。全被験者とも全身疾患に関して特記事項はなく、口腔内の状態は歯周治療、修復および補綴治療が終了し経過観察を行っているものである。また、唾液分泌に影響を及ぼすと思わ

れる薬剤服用のなく、口腔乾燥感を訴えたことのないものとした。

測定時期は、食事後口腔内清掃を行い1時間以上経過したものとし、測定前1時間以内には口腔内清掃、喫煙、飲食を行っていないこととした。

唾液粘性の測定は、座位を取り安静にし、口腔底に貯留した混合唾液をピペットにて採取した。採取後すぐに試料をガラス試験管内に注入し、アルミ球を沈め密閉し、EMS粘度計に挿入した。EMS粘度計は測定温度36.0度とし、モーター回転数1000rpm、測定回数5回とし、その平均値を求めた。



図1. EMS粘度計

唾液量の測定では、安静時唾液は、5分間の吐き出し法によって行った。刺激唾液は、1gパラフィンペレットを5分間噛んでもらい、吐き出し法にて採取した。

唾液緩衝能は、Dentocult strips (Dentocult社製)を用いて評価した。同一人による目視で5段階に分類した。

### Ⅲ. 結果および考察

安静時の唾液粘性の結果を示します. 安静時唾液粘性の平均±SDは,  $3.30 \pm 1.25 \text{ mpa/s}$ で, 個人間に差がある結果となった. これまでのヒト唾液粘性は測定方法や摂取条件が異なり, 測定値が多様あり, これまでのデータと比較することは困難である.

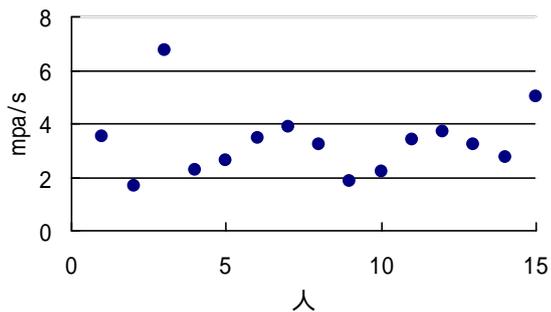


図 2. 安静時唾液粘性

刺激時の唾液粘性の平均±SDは,  $1.42 \pm 0.37 \text{ mpa/s}$ であり, 個人間で差が認められない結果となった. 咀嚼刺激による反射唾液では耳下腺唾液の分泌が顎下腺唾液よりも増加することが明らかとなっている. 耳下腺は純漿液性であり, 次に分泌量の多い顎下腺は漿液性優位の唾液を分泌する. 水の粘性は  $1 \text{ mpa/s}$ であり, 水より少し粘性が高いもののさらさらしている結果となった.

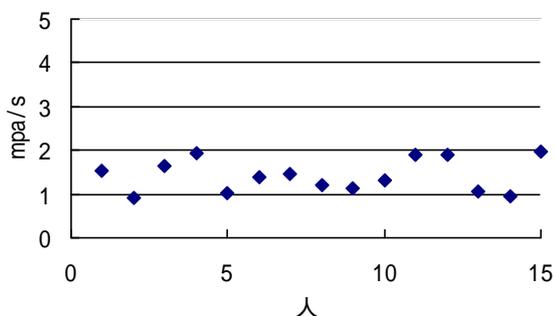


図 3. 刺激時唾液粘性

緩衝能は唾液分泌量に比例するという報告がある. 今回, 唾液粘性と緩衝能の相関を検討したところ, 相関関係は認められなかった.

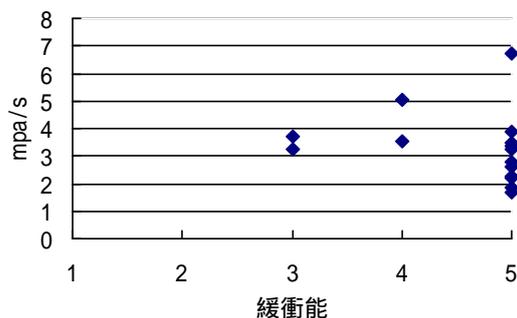


図 4. 唾液粘性と緩衝能

安静時において唾液粘性と唾液分泌量の間に関係は認められなかった. 過去の研究では, 安静時唾液分泌量が減少すると唾液の粘度が上昇することを報告しているが, 本研究では, それらと一致した結果を得ることができなかった. 唾液の粘性を決定する因子については明らかにされていないものの, 分泌量の変化の少ないとされる粘性性唾液に加えらる漿液性の唾液分泌の量により粘稠度が決定されるのではないかとされている.

今回の結果を踏まえ, 唾液粘性を決定する因子について検討していく必要がある.

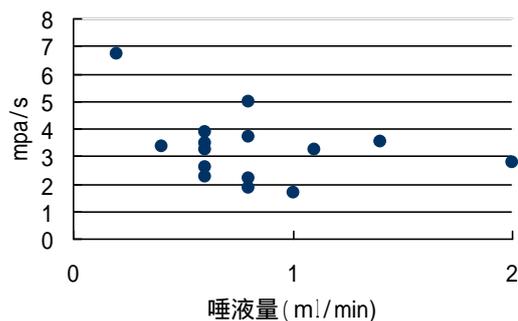


図 5. 唾液粘性と唾液分泌量

## 8. 聴覚刺激が味覚機能に及ぼす影響 —甘味と塩味について—

### Effect of auditory stimuli on gustatory function -sweet and salty taste-

○草野寿之, 奥津史子, 松川高明, 豊田有美子, 根来理沙, 頼近 繁,  
濱坂弘毅, 眞木信太郎, 遠藤 舞, 松井藍有美, 大川周治

Kusano T, Okutsu F, Matsukawa T, Toyota Y, Negoro R, Yorichika S,  
Hamasaka H, Maki S, Endo M, Matsui A, Ohkawa S

明海大学歯学部機能保存回復学講座歯科補綴学分野

Division of Removable Prosthodontics, Meikai University School of Dentistry

#### I. 目的

味覚は味物質が味細胞の受容体に結合して生じる味蕾味覚だけでなく, 嗅覚, 温度感覚, 視覚, 触覚, 痛覚および聴覚の感覚入力も含めた総合的な情報として処理される. すなわち, 味覚機能は聴覚を刺激することにより影響を受ける可能性があると考えられる. Oohashi ら<sup>1)</sup>は 20,000Hz 以上の高周波を含む音楽を聴かせることにより, 視床や脳幹での血流が有意に上昇したと報告している. また, 超音波デンタルスケーラーおよびデンタルタービンの音刺激により, 歯科治療で不愉快な経験を有する者で脳血流量が有意に低下した<sup>2)</sup>など, 純音ないし音楽が生体に及ぼす影響に関しては多くの報告がみられる. しかし, 純音ないし音楽が味覚機能に及ぼす影響に関しては不明な点が多く残されている.

本研究の目的は, 純音ないし音楽による聴覚刺激が味覚機能, 特に甘味と塩味に対する味覚の感受性に及ぼす影響を明らかにすることである.

#### II. 方法

##### 1. 実験 1: 純音による聴覚刺激

被験者は耳鼻科学的に問題がなく, 自覚的および他覚的に健常な食生活を営んでおり, 第三大臼歯以外に欠損がない 20 歳代健常有歯顎者 22 名 (男性 12 名, 女性 10 名, 平均年齢 22.5 ±

2.0 歳) とした. 被検音は 10Hz, 4,000Hz, 20,000Hz, の 3 種類の純音とし, 音の大きさは 50dB とした. 味質は甘味 (スクロース) と塩味 (塩化ナトリウム) の 2 種類とし, 各味質の濃度は 0.005M, 0.010M, 0.050M, 0.100M とした.

実験は, 室温を 23 ± 2°C に調節した閑静な実験室内で行った. 味覚閾値の測定は全口腔法を用いた. なお, 味質の提示は, 低濃度から始める上昇法とし, 被験者が味質について正答した場合に認知閾値として記録した. 誤答した場合は, 錯味覚として誤った味質を記録した. また, 残味を防ぐために検査毎に蒸留水にてよく含嗽させ, 味質を変更する際には 1 分間間隔を設けた. 味覚閾値の測定は純音刺激を行う前, および純音刺激を開始して 15 分経過直後に行った. 聴覚刺激の時間は 15 分間とし, 次の測定結果への影響を排除する目的で, 味覚閾値測定後, 次の測定開始までの間に 10 分間の間隔を設けた. ここまでを 1 セットとし, 以後同様に各純音刺激を行い, 味覚閾値の測定を行った. なお, 純音刺激なしをコントロールとし, 味質と被検音の種類は, ランダムに選択した.

統計処理にはカイ 2 乗検定および Fischer の直接確率検定を用い,  $p < 0.05$  の場合に有意差が存在するとした.

##### 2. 実験 2: 音楽による聴覚刺激

被験者は実験 1 と同様の選択基準で 20 歳代健常有歯顎者 22 名 (男性 10 名, 女性 12 名,

平均年齢 23.5±2.2 歳)とした。聴覚刺激に用いた被検音は 1) 音楽 CD (癒しのモーツァルト BEST-心を満たすクラシック-, Warner Music Japan 社製) (以下, モーツァルト A), 2) 音楽 CD(refine 身近にできる音楽療法 Vol.1 肌を美しくする CD, Rock Chipper Records 社製)

(以下, モーツァルト B), 3) 音楽 CD (究極の眠れる CD, Della 社製) (以下, ナチュラル) の 3 種類を用いた。味覚機能検査の検査液は, 実験 1 と同様の味質と濃度とした。

実験は, 聴覚刺激が音楽であることを除いて実験 1 と同様に行った。ただし, 感じた味の強さを VAS 法によりスコア化し, 味覚の感受性として評価した (以下, 味覚 VAS 値)。さらに, 聞いた音楽が「好き」もしくは「嫌い」のどちらであるかを口頭にて質問し, 回答を聴取した。このアンケート調査の結果を基に, 音楽刺激前と, 音楽刺激後との間における味覚 VAS 値の差 (以下, 音楽効果度) を嗜好別に算出した。なお, 音楽効果度は音楽刺激後に味覚 VAS 値が増加した場合にプラス値, 減少した場合にマイナス値として判定した。

統計処理には一元配置分散分析法と多重比較 (Tukey-Kramer 法) および Student's-t 検定を用い,  $p < 0.05$  の場合に有意差が存在するとした。

### III. 結果および考察

#### 1. 実験 1

いずれの純音刺激においても甘味ないし塩味の味覚閾値は, 上昇した場合と低下した場合が混在し, 純音刺激が味覚機能に及ぼす一定の傾向は認められなかった。

#### 2. 実験 2

スクロース 0.100M において, ナチュラルはコントロール, モーツァルト A およびモーツァルト B と比較して有意に小さい味覚 VAS 値を示した (図 1)。

スクロース 0.050M および 0.100M において, モーツァルト A ないしモーツァルト B による聴覚刺激時の音楽効果度は, 「好き」と「嫌い」との間に有意差が認められた (図 2, 3)。

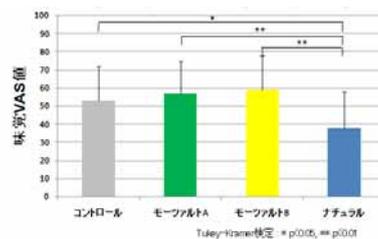


図 1 音楽が味覚 VAS 値に及ぼす影響

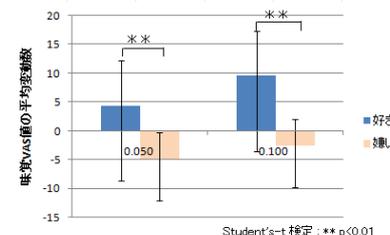


図 2 スクロース 0.050M および 0.100M におけるモーツァルト A 刺激時の音楽効果度

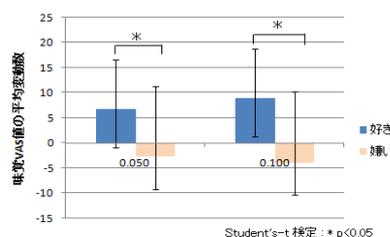


図 3 スクロース 0.050M および 0.100M におけるモーツァルト B 刺激時の音楽効果度

以上より, 純音による聴覚刺激では味覚機能への影響は認められなかったが, 音楽による聴覚刺激では味覚機能, 特に甘味における味覚の感受性に影響を及ぼすことが示唆された。さらにその音楽に対する嗜好は甘味における味覚の感受性に影響を及ぼすことが示唆された。

### IV. 文献

- 1) Oohashi T, Nishina E, Honda M, et al. Inaudible high-frequency sounds affect brain activity; hypersonic effect. J Neurophysiol 2000 ; 83 : 3548-3558
- 2) Kudo T, Mishima R, Yamamura K, et al. Difference in physiological responses to sound stimulation in subjects with and without fear of dental treatments. Odontology 2008 ; 96 : 44-49

## 9. 新しい紙パック容器の使い勝手を検証する Use evaluation of new designed paper package

○椎野良隆<sup>1)</sup>, 真柄 仁<sup>1)</sup>, 大井 孝<sup>2)</sup>, 酒井翔梧<sup>1)</sup>, 辻 光順<sup>1)</sup>, 林 宏和<sup>1)</sup>,  
堀 一浩<sup>1)</sup>, 鈴木絵里<sup>3)</sup>, 井上 誠<sup>1)</sup>

○Yoshitaka Shiino<sup>1)</sup>, Jin Magara<sup>1)</sup>, Takashi Ohi<sup>2)</sup>, Shogo Sakai<sup>1)</sup>, Kohjun  
Tsuji<sup>1)</sup>, Hirokazu Hayashi<sup>1)</sup>, Kazuhiro Hori<sup>1)</sup>, Eri Suzuki<sup>3)</sup>, Makoto Inoue<sup>1)</sup>

<sup>1)</sup> 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

<sup>2)</sup> 東北大学大学院歯学研究科 加齢歯科学分野 <sup>3)</sup> 日本紙パック株式会社

<sup>1)</sup> Div Dysphagia Rehabilitation, Niigata Univ Grad Sch Med Dent Scis

<sup>2)</sup> Div Aging Geriatric Dent, Tohoku Univ Grad Sch Dent

<sup>3)</sup> NIPPON PAPER-PAK CO, LTD

### I. 目的

ジュースや牛乳の紙容器といえば、直方体の上部が屋根型の三角形の形状を呈しており、開ける方向が分からない、うまく開けられないという経験をもつ者は少なくない。日本紙パック株式会社では、近年新しい形状の屋根型紙パックを開発した（図 1）。新商品の使用に際して、その使い勝手の良さが立証されれば、筋力や関節可動域、視力の低下した高齢者向けの商品としての価値も見出すことができるかも知れない。本研究では、その第一弾として、健常若年者を対象に、新商品の使い勝手を「封を開ける」「注ぐ」という点に注目して定量的に評価することとした。

### II. 方法

1. 対象：右利きの健常若年者 14 名（男性 14 名，平均年齢 32 歳）
2. 生体記録：(1) 表面筋電図：右僧帽筋上部，右三角筋前部，右上腕二頭筋，左右浅指屈筋，左右短母指屈筋。(2) 運動軌跡正面像：眉間，オトガイ隆起，胸骨上切痕，胸骨体中部，左右肩峰，左右上腕骨外上果，牛乳パック左右下端



図 1 日本紙パック株式会社が開発した新しい形状の屋根型紙パック「NP-PAK+R」その特徴は屋根部の形状に曲線を組み込み、従来と異なるアイキャッチ性を高めた。

### 3. 実験プロトコールならびに解析：

水 920ml が入った従来の紙パック（従来品）ならびに新商品を用意した。課題は、(1) 容器を開封する作業，(2) 容器を右手でもち，隣においたコップに 200 ml を注ぐ作業の 2 つとし，さらに (1) の開封する作業を「①両手で注ぎ口を反転させる（開ける）作業」と「②左手で注ぎ口を引き出す作業」に分けて，それぞれの作業時間ならびに全波整流された筋電図の積分値と最大値を求めて両群間で比較した。ま

た、従来品との開けやすさ、注ぎやすさの違いを Visual Analogue Scale (VAS) にて 5 点満点で比較した。数名の被験者では、運動軌跡の解析も行い、各測定部位の課題遂行時の移動距離を比較した。

### III. 結果ならびに考察

#### 1. 動作時間 (図 2)

紙パックを開ける動作、注ぎ口を引き出す動作、水を注ぐ動作それぞれの値を両群間で比較したところ有意な差は認められなかったが、すべての動作時間の平均値には有意差が認められた。これは新商品の方が一定量の水を注ぐために必要な時間が短いことを示していた。

#### 2. 筋電図活動量ならびに最大値

##### (1) 紙パックを開封する動作 (図 3)

開封する動作①と②の筋活動量ならびに最大値を比較した結果、有意差が認められたのは注ぎ口を引き出す動作時の右短母指屈筋のみであった。

##### (2) 注ぐ動作 (図 4)

両群間で有意な差は認められなかった。

#### 3. VAS

従来品を 3 点とした時の新商品の開封しやすさは 4 点、注ぎやすさは 3.6 点となり、いずれも新商品の方が、有意に点数が高かった。

#### 4. 運動軌跡

新商品の方が、水を注ぐ際の体幹の傾きが少ないという傾向が得られたが、有意差は認められなかった。

以上の結果は、新商品を使用するにあたり、少なくとも健常者にとっては、主観的な使い勝手の良さを実感するほどには、客観的な運動機能の違いをもたらさないことを示唆していた。今後はこれらの商品を必要とするかも知れない高齢者や障害者を対象とした同様の評価を行うことにより、使い勝手と運動機能の関連を

明らかにしていきたい。

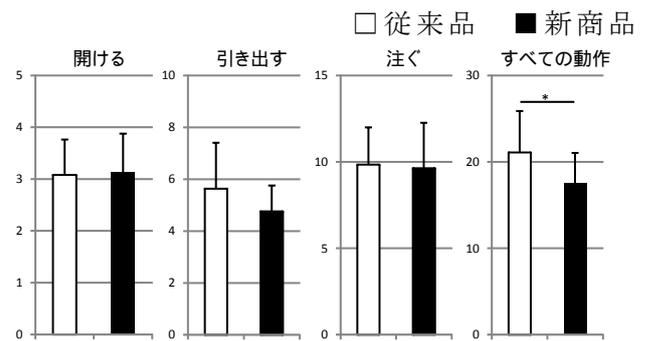


図 2 動作時間の比較 (秒)

\* $P < 0.05$  (Paired-t test).

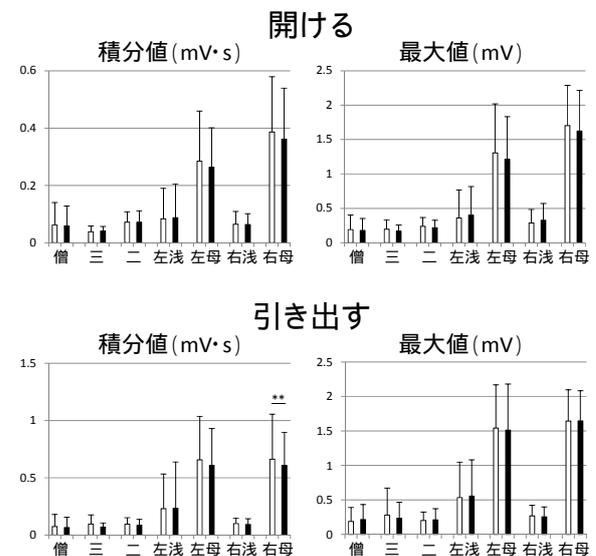


図 3 紙パックを開封する動作の筋電図比較

両手で注ぎ口を開ける動作 (上) には両群間で違いが認められなかったのに対して、注ぎ口を反転して引き出す動作時 (下) には、右短母指屈筋に有意な差を認めた。僧, 右僧帽筋上部; 三, 右三角筋前部; 二, 右上腕二頭筋; 浅, 浅指屈筋; 母, 短母指屈筋。 \*\* $P < 0.01$  (Paired-t test)。

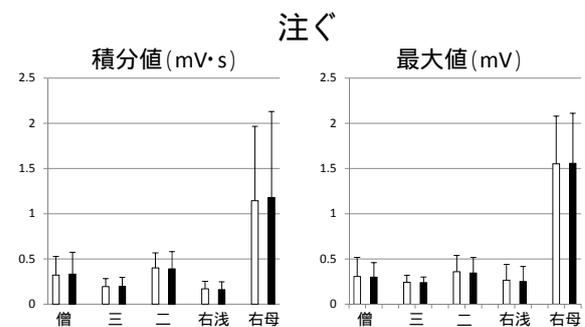


図 4 注ぐ動作時の筋電図比較

## 10. 年齢が口腔内の温冷知覚閾値に及ぼす影響

### The effect of age on the intraoral thermal detection thresholds

○松下 登, 石垣尚一, 内田昌範, 宇野浩一郎, 矢谷博文

Matsushita N, Ishigaki S, Uchida M, Uno K, Yatani H

大阪大学大学院歯学研究科 顎口腔機能再建学講座

クラウンブリッジ補綴学分野 歯科補綴学第一教室

Osaka University Graduate School of Dentistry, Department of Fixed Prosthodontics

#### I. 目的

痛みの中でも神経障害性疼痛は、末梢神経の損傷や機能異常、中枢神経系の異常による病的な痛みであり、癌や糖尿病の患者、外傷や手術後などに発症することが知られている。

近年、多くの基礎研究により末梢・中枢におけるメカニズムの解明がなされつつあるが、炎症や神経損傷動物モデルで得られた知見がすぐさまヒトに適用できないことも多く、全貌の解明に至っていない。

定量的感覚検査(Quantitative Sensory Test; QST)は、末梢や中枢における神経障害性疼痛や、神経疾患の検査として有用であるとされている。歯科領域においては、口腔内にこのような疼痛を訴える患者も多いが、体表面を測定部位とするものに比べて口腔内における定量的感覚検査に関する報告は少なく<sup>1)</sup>、検査方法も確立されていない。

演者らは、口腔内における温冷知覚閾値を用いた定量的感覚検査プロトコルを確立するために、これまでに口腔内(口蓋、舌、歯肉)における定量的感覚検査の信頼性に関わる研究を行ってきた。今回、その続報として、幅広い年齢層の被験者の口蓋、舌を対象として温冷刺激の知覚閾値を用いた定量的感覚検査を行い、年齢が口腔内の温冷知覚閾値に及ぼす影響について検討を行った。

#### II. 方法

被験者として、本学職員および大阪大学歯学部附属病院来院患者のうち、本研究の内容に同意の得ら

れた男性24名(50代:5名, 60代:7名, 70代:10名, 80代:2名)、女性35名(50代:12名, 60代:9名, 70代:11名, 80代:3名)の計59名を選択した。包含基準は、①研究の趣旨を理解し、研究への参加に対し同意が得られたもの、②自他覚的に口腔内に異常を認めないものとし、除外基準は、①顎顔面領域に疼痛を認めるもの、②顎顔面領域に麻痺を認めるもの、③口腔粘膜疾患を有するもの、④鎮痛薬を服用中のものとした。

温冷知覚閾値の測定にはコンピュータ制御定量的温度感覚検査装置本体(PATHWAY, Medoc社)および口腔内用に開発された温冷刺激プローブ(Intra-oral Thermode, Medoc社)を用いた。口腔内専用温冷刺激プローブは、先端に直径6mmの温度刺激部位を有しており、これにLED光重合器用のディスクカバーを装着して使用した。

測定部位は、口蓋および舌とした。口蓋を覆う義歯を装着している被験者においては舌のみとした。口蓋では、鼻口蓋神経支配領域の切歯孔相当部粘膜および両側大口蓋神経支配領域の大口蓋孔相当部粘膜の3か所を測定部位とした。舌では、舌背前方で左右対称に2か所を測定部位とした。

測定は被験者を室温20~24℃に調整した静かな部屋に設置した歯科用チェア上で水平位をとらせ、術者が測定部位にプローブを密着させて行った。測定時の基準温度は36℃とした。左右どちらから測定を開始するかは、測定前にランダム関数を用いて0以上1未満の乱数を発生させ、0.5未満の場合は左から、0.5以上の場合には右側からとし、被験者、測定日ごとにランダムに変更した。

温知覚閾値の測定時には、基準温度から毎秒 1.0°C の割合で温度上昇させ、被験者が暖かいと感じたときにボタンを押させ、その時点の温度を記録した。冷知覚閾値の測定時には、基準温度から毎秒 1.0°C の割合で下降させ、被験者が冷たいと感じたときにボタンを押させ、その時点の温度を記録した。それぞれの部位において 3 回連続測定を行い、3 回の測定値の平均値を被験者の知覚閾値とした。

それぞれの測定部位における温冷知覚閾値を、本学会第 48 回学術大会で報告した 20 代の温冷知覚閾値データを対照として多重対比較を行った。検定には Dunnett 法を用い、統計解析ソフトには SPSS 14.0 J for Windows を用いた。さらに、年代別の左右差、性差についても検討を行った。

### III. 結果および考察

#### 1. 20 代の温冷知覚閾値との比較 (表)

- 1) 舌：50 代以降のすべての年代の男女とも、温知覚閾値 (50 代： $P = .023$ , 60 代： $P = .012$ , 70 代： $P = .002$ , 80 代： $P = .001$ )、および冷知覚閾値 (50 代： $P = .027$ , 60 代： $P = .000$ , 70 代： $P = .000$ , 80 代： $P = .000$ ) は 20 代の対照群と比べ有意に高かった。
- 2) 大口蓋孔相当部：60 代、70 代の年代の男女とも、温知覚閾値 (60 代： $P = .007$ , 70 代： $P = .010$ )、および冷知覚閾値 (60 代： $P = .011$ , 70 代： $P = .000$ ) は 20 代の対照群と比べ有意に高かった。
- 3) 切歯孔相当部：男性では 50 代、60 代、70 代の温知覚閾値が 20 代と比較して有意に高く (50 代： $P = .047$ , 60 代： $P = .006$ , 70 代： $P = .000$ )、冷知覚閾値も同様に有意に高かった (50 代： $P = .008$ , 60 代： $P = .001$ , 70 代： $P = .003$ )。女性では 70 代において温知覚閾値が有意に高く ( $P = .019$ )、60、70 代において冷知覚閾値が有意に高かった (60 代： $P = .042$ , 70 代： $P = .003$ )。

#### 2. 左右側差

いずれの年代においても、すべての測定部位における温冷知覚閾値には左右側差を認めなかった。

#### 3. 性差

- 1) 舌：男性における 50 代の温知覚閾値 ( $P = .024$ )、および 50、60、70 代の冷知覚閾値 (50 代： $P = .032$ , 60 代： $P = .000$ , 70 代： $P = .005$ ) は、女性に比べ有意に高かった。

女性に比べ有意に高かった。

- 2) 大口蓋孔相当部：60 代の冷知覚閾値のみ、男性が女性に比べ有意に高かった ( $P = .003$ )。

- 3) 切歯孔相当部：大口蓋孔相当部と同様に、60 代の冷知覚閾値のみ、男性が女性に比べ有意に高かった ( $P = .009$ )。

本研究の結果より、一部の年齢層の被験者が少ないという制限を伴うが、年齢が高い被験者では口腔内の温冷知覚閾値が高くなることが示唆された。また、このように舌および口蓋の知覚閾値が温刺激、冷刺激の双方に対して上昇することは、食物の摂取や嚥下にも影響を及ぼすものではないかと推察された。

口腔内において QST による測定値を評価するためには、測定部位ごとの幅広い年齢層の被験者をサンプリングし、知覚閾値に関する正常者の基準データを確立する必要があることが示された。

年代別の温冷知覚閾値の平均値 (標準偏差)

		舌		大口蓋孔		切歯孔	
		温	冷	温	冷	温	冷
20 代	男	42.7(1.6)	31.4(2.1)	46.2(1.2)	29.3(1.9)	45.0(1.3)	30.3(1.2)
	女	42.2(1.2)	32.1(1.2)	45.6(1.5)	27.8(1.9)	45.5(1.7)	27.3(2.0)
50 代	男	44.8(1.2)	29.4(1.5)	47.1(0.6)	27.6(0.9)	46.5(0.9)	28.0(0.8)
	女	42.9(2.4)	30.5(1.3)	47.0(0.8)	28.9(1.4)	46.3(1.0)	27.5(0.4)
60 代	男	45.0(2.2)	28.5(1.5)	47.3(0.7)	27.3(1.6)	47.0(0.9)	27.7(1.0)
	女	44.1(2.4)	30.5(1.2)	47.3(1.9)	28.6(1.2)	46.5(2.0)	26.9(0.4)
70 代	男	45.3(2.0)	26.8(2.1)	48.4(1.2)	27.1(1.9)	48.2(0.5)	27.6(1.4)
	女	44.8(2.5)	29.1(2.0)	47.4(1.2)	26.0(1.3)	47.5(1.2)	26.4(1.1)
80 代	男	46.7(0.9)	27.0(1.1)				
	女	48.9(1.4)	25.3(1.7)				

(°C)

### IV. 文献

- 1) Pigg M, Baad-Hansen L, Svensson P, Drangsholt M, List T. Reliability of intraoral quantitative sensory testing (QST). Pain 148: 220-6, 2010.

### V. 謝辞

本研究の一部は科研費 (挑戦的萌芽研究・課題番号 24659856) の補助を得て行った。

# 11. 嚥下リハビリテーション支援システムを用いた 高齢者の喉頭挙上訓練

## Training of laryngeal elevation for the elderly using a swallowing support system

○覚嶋 慶子<sup>1)</sup>, 林 豊彦<sup>1,2)</sup>, 道見 登<sup>3)</sup>, 谷口 裕重<sup>4)</sup>, 井上 誠<sup>4)</sup>

Keiko Kakushima<sup>1)</sup>, Toyohiko Hayashi<sup>1,2)</sup>,  
Noboru Michimi<sup>3)</sup>, Hiroshige Taniguchi<sup>4)</sup>, Makoto Inoue<sup>4)</sup>

<sup>1)</sup>新潟大学大学院 自然科学研究科, <sup>2)</sup>新潟大学工学部 福祉人間工学科,

<sup>3)</sup>新潟医療センター 歯科, <sup>4)</sup>新潟大学大学院 医歯学総合研究科

<sup>1)</sup>Graduate School of Science and Technology, Niigata University,

<sup>2)</sup>Department of Biocybernetics, Faculty of Engineering, Niigata University,

<sup>3)</sup>Dentistry, Niigata Medical Center, <sup>4)</sup>Graduate School of Medical and Dental Sciences, Niigata University

### I. 目的

近年、摂食・嚥下リハビリテーションにおいて、内視鏡画像や筋電図データを視覚フィードバックとして用いる訓練方法が注目されている<sup>1)</sup>。しかし、従来法は、提示情報が間接的なため、喉頭運動をイメージしにくい、装置が大型のため、ベッドサイドでは測定が困難といった問題がある。

上記の問題を解消するために、我々は前頸部の皮膚面形状を直接モニタにリアルタイム表示できる喉頭運動測定器 SFN/3A を開発してきた<sup>2)</sup>。このシステムを用いれば、喉頭運動を直接視覚フィードバックできる。これまで、健常者および高齢者において視覚フィードバック効果を確認した<sup>2),3)</sup>。しかし、先行研究では1日内ですべての測定を行っていたため、継続的な訓練効果については未検証であった。そこで今回の目的は、訓練を5日間に渡って行い、高齢者において「視覚フィードバックを用いた喉頭挙上訓練」の効果を検証することとした。

### II. 方法

#### 1. 嚥下リハビリテーション支援システム

本システムは、反射型フォトセンサ列（12個、センサ間距離 5mm）を用いて、前頸部正中矢状面の皮膚面形状を表示・計測する（図1）。センサ/前頸部の距離を保つために、センサ列両端にはウレタンフォームを貼付した（図1）。前頸部への固定には、張力を調整しやすいようにマジックテープを用いた。リアルタイムで皮膚面形状を表示し（サンプリング周波数：

90Hz）、喉頭のピーク位置（破線で表示）もリアルタイムで移動する。被験者は、この線の動きを見て喉頭挙上を確認できる。

#### 2. 実験方法

被験者は、男性健常高齢者 10 名（70.3±4.64 歳）とした。実験内容を詳しく説明した後、喉頭挙上の方法を教示した。その内容は「舌根部を軟口蓋の方へ押しつける」もしくは「嚥下後、喉頭の最も高い位置で息を止め保持する」のいずれでもよいこととした。教示後、慣れるまで練習を繰り返した。

実験プロトコルは 1)画面を見ないで喉頭挙上、2)画面を見ながら喉頭挙上、3)再度画面を見ないで喉頭挙上の 3 ステップとした。各ステップで 2 回測定を行った。上記の訓練を 5 日間連続で実施した。被験者は 5 秒間喉頭挙上し、その前後の 10 秒間計測した。

#### 3. 分析法

分析区間は喉頭挙上動作を行った 5 秒間とした。まず喉頭の安静位を求め、安静位以上挙げられた時間区間とその区間での平均挙上量を算出した。ここで、安静位は測定開始から 2 秒間の平均喉頭位置とした。同様に、安静位から 5mm 以上、10mm 以上喉頭挙上した時間を算出した。



図 1. 喉頭運動測定器 SFN/3A (右上: センサ部)

### Ⅲ. 結果および考察

各被験者のデータは、各ステップ 2 回の測定データの平均を代表値とした。図 2 に 1 日目と 5 日目の喉頭挙上量の平均と標準偏差を示す。5 日目のステップ 1/2 間で喉頭挙上量は有意に増加した ( $p < 0.05$ )。1 日目と 5 日目の同ステップ間では、ステップ 2 間が有意に増加していた ( $p < 0.05$ )。次に喉頭挙上時間の結果を示す (図 3 : 1 日目, 図 4 : 5 日目)。1 日目と 5 日目の対応するステップ間の比較結果を以下に示す。安静位以上挙げられた時間と 10mm 以上挙げられた時間では、1 日目と 5 日目の同ステップ間では、どれも有意差は見られなかった。一方 5mm 以上挙げられた時間では、ステップ 1 間 ( $p < 0.05$ ) とステップ 2 間 ( $p < 0.01$ ) で有意に増加していた。

次にフィードバック効果について論じる。実験プロトコルは 3 ステップ (見ない, 見る, 見ない) からなる。その中のステップ 2 で視覚フィードバックを与えるため、日内における「視覚フィードバック効果」があるならば、1 日目と 5 日目のステップ 1/2 間で喉頭挙上量あるいは 3 つの喉頭挙上時間のいずれかで有意な増加が見られる可能性がある。ただし、5 日目のデータには訓練効果も含まれることになる。次に 5 日間訓練したことによる「継続訓練効果」があるとするれば、1 日目と 5 日目の対応するステップ間において喉頭挙上量ないし 3 つの喉頭挙上時間のいずれかで有意な増加が見られる可能性がある。

はじめに、喉頭挙上量について述べる。1 日目ではステップ 1/2 間に有意差は見られなかったが、5 日目ではステップ 1/2 間に有意な増加が見られた。さらに、1 日目と 5 日目の対応するステップ間の比較でも、ステップ 2 で有意な増加が見られた。従って、視覚フィードバックがある状態では継続訓練効果が認められた。さらに、5 日目では視覚フィードバック効果も認められた。

次に喉頭挙上時間について述べる。安静位以上挙上できた時間では、1 日目で視覚フィードバック効果が認められた。5mm 以上挙上できた時間では、1 日目と 5 日目の両方で視覚フィードバック効果が認められた。1 日目と 5 日目の比較では、ステップ 1 とステップ 2 の両方で継続訓練効果が認められた。10mm 以上挙上できた時間では、1 日目と 5 日目のステップ 1/2 間でのみ有意な増加が見られた。このように、視覚フィードバック効果は認められたが、継続訓練効果は統計学的には検出できなかった。高齢者では、喉頭を高い位置に維持するのが困難

であることから、視覚フィードバックがなければ維持できなかったためと考えられる。

以上まとめれば、高齢者では、視覚フィードバックが「喉頭挙上量の訓練による増加」、ならびに「高い位置での維持」の両方のために必要であると考えられる。今後の課題は、3 つのステップをすべて「見ない」としたプロトコルによるコントロール実験である。

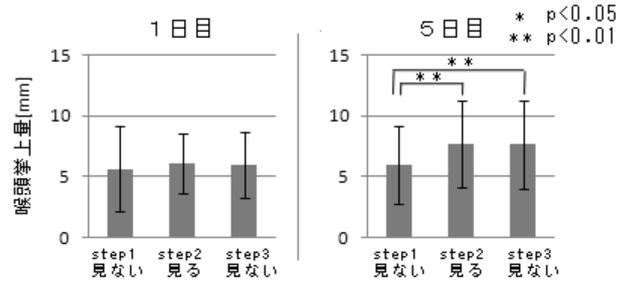


図 2. 喉頭挙上量 : (左) 1 日目, (右) 5 日目

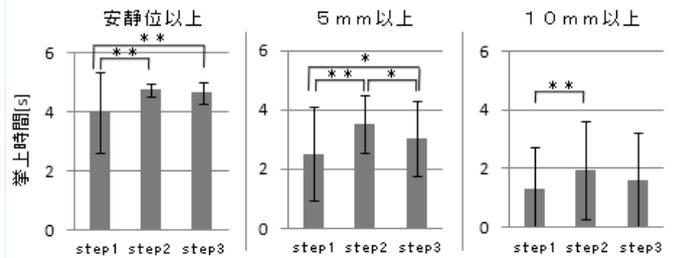


図 3. 1 日目喉頭挙上時間 : (左) 安静位以上, (中央) 5mm 以上, (右) 10mm 以上

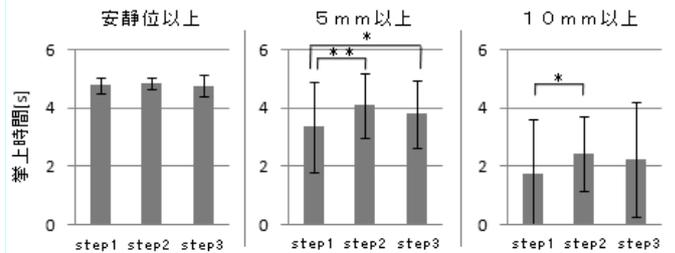


図 4. 5 日目喉頭挙上時間 : (左) 安静位以上, (中央) 5mm 以上, (右) 10mm 以上

### Ⅳ. 文献

- 1) 才藤栄一ほか：摂食・嚥下リハビリテーション 第 2 版, 医歯薬出版 2007 : 184.
- 2) 佐藤将大, 林豊彦, 道見登ほか：嚥下リハビリテーションのための喉頭挙上訓練支援システム, 日摂食嚥下リハ誌 2009 ; 29 : 336.
- 3) 佐藤将大, 覚嶋慶子, 林豊彦ほか：喉頭運動の視覚バイオフィードバックを用いた高齢者の喉頭挙上訓練, 顎機能誌 2011 ; 17(2) : 150-151.

## 12. 口唇トレーニングによる口唇閉鎖力増強効果における方向特異性

### Directional specificity in effect of lips-training on increase of lip-closing force

○楓公士朗<sup>1)</sup>, 山田一尋<sup>1)</sup>, 山口正人<sup>2)</sup>, 加藤隆史<sup>3)</sup>, 増田裕次<sup>4)</sup>  
**Koshiro Kaede<sup>1)</sup>, Kazuhiro Yamada<sup>1)</sup>, Masato Yamaguchi<sup>2)</sup>, Takafumi Kato<sup>3)</sup>,  
Yuji Masuda<sup>4)</sup>**

1) 松本歯科大学歯科矯正学講座、2) 松本歯科大学歯科補綴学講座、3) 大阪大学大学院歯学研究科口腔解剖学第二教室、4) 松本歯科大学大学院顎口腔機能制御学講座

1) Department of Orthodontics, Matsumoto Dental University, 2) Department of Prosthodontics, Matsumoto Dental University, 3) Department of Oral Anatomy & Neurobiology, Graduate School of Dentistry, Osaka University, 4) Department of Oral & Maxillofacial Biology, Graduate School of Oral Medicine, Matsumoto Dental University.

#### I. 目的

口唇閉鎖機能は食べることのみならず、話す、食塊形成、嚥下、表情を作るなど様々な行動に対して重要だと考えられており、臨床歯科の現場においても口腔機能や歯並びの向上のために口唇トレーニングは取り入れられている。しかし、口唇トレーニングによる効果を定量的に評価した研究は少ない。大矢ら<sup>1)</sup>は、各個人ごとに対応した牽引用プレートを上顎前庭部に挿入し、万能試験機で牽引し口唇力を測定し、トレーニングによる力の大きさの変化を調べ、筋力強化を目的とするなら強い荷重で5回/日、持久力トレーニングを目的とするならば弱い荷重で20回/日の反復負荷がそれぞれ有効であることを報告している。

一方、我々は口唇の力を8方向から測定するために多方位口唇閉鎖力測定装置を開発した<sup>2)</sup>。この装置を用いて測定すると健常成人、小児、高齢者ともに、左右の口唇閉鎖力はおおむね対照的であることが示唆されている<sup>3)</sup>、<sup>4)</sup>、<sup>5)</sup>。しかし、口唇裂術後患者では左右の非対称が示され、器質的な変化では口唇閉鎖力に非対称が生じることが示唆されている<sup>6)</sup>。

口唇トレーニングを行った結果、口唇閉鎖力は高められるものの、口唇閉鎖力の対称性が維持されるか否かは未だ明らかにされていない。そこで、本研究では、多方位口唇閉鎖力測定装置を用いて、口唇閉鎖力トレーニングの効果を、方向別に評価して、その特性を明らかにすることを目的とした。

#### II. 方法

##### 1. 被験者

被験者は顎関節症状の既往がなく第三大臼歯以外の歯数異常がない健常有歯顎者16名（男性6名、女性10名、平均年齢26.1±3.0歳）を選択した。

また口唇トレーニングを行った群（トレーニング群；男性4名、女性3名）と行わない群に分類し（非トレーニング群；男性2名、女性5名）、それぞれ測定を行った。

##### 2. 口唇トレーニングの設定

口唇トレーニングには、歯科用口唇筋力固定装置（Mパタカラ）を使用するように指示した。Mパタカラは上下口唇にセットすることにより、上下口唇を広げるように力がかかる。

この力に対して上下口唇を 3 分間閉じることを 1 回とし、3 回/日を 4 週間続けるように指導した。

### 3. 多方位口唇閉鎖力の測定

各被験者を椅子に座らせ頭部はカンペル平面と測定プローブが平行（水平方向）になるよう位置づけた。また、プローブの先端に前歯をできるだけ近づけるように指示した。各試行では被験者は上唇と下唇でプローブをはさみ、最大努力で 5~6 秒間すぼめることによる多方位口唇閉鎖力を測定した。

多方位口唇閉鎖力はトレーニング前および、口唇トレーニング開始後 1, 2, 3, 4 週間後に測定した。その後、トレーニング中止後の 1, 2, 3, 4 週間後にも測定を行った。また非トレーニング群ではトレーニングを行わずに同じ日程で測定を行った。

### 4. 統計解析

多方位口唇閉鎖力の総合力は、全方向の口唇閉鎖力を合計して算出した。口唇閉鎖力の総合力、および各方向別口唇閉鎖力の経時的変化のトレーニングによる効果は 2 元配置分散分析にて検定した。各測定時のトレーニング群と非トレーニング群の相違には t 検定を用いた。各群の各測定時の左右対称性は Spearman の相関係数による相関の有無により検定した。

## Ⅲ. 結果及び考察

非トレーニング群における総合力および各方向別口唇閉鎖力は実験期間において有意な変化は認められなかった。

トレーニング群では、多方位口唇閉鎖力の総合力はトレーニング終了時に約 40% の著明な増加が見られた。非トレーニング群と比較するとその変化は有意であり、トレーニング開始から 4 週間後に有意な増加が認められた。またトレーニングを中止すると、多方位口唇閉鎖力の総合力は非トレーニング群と相違がなくなるくらいまで減少した。

8 方向の多方位口唇閉鎖力を方向別に評価したとき、上下方向における口唇閉鎖力に有意

な増加が認められた。

トレーニングにより、口唇閉鎖力の増加が認められたが、この間、左右対称性はトレーニング前と同様に認められた。

これらの結果より、口唇トレーニングの効果に方向特異性が示されたものの、左右対称性は保たれていることが明らかとなった。

## Ⅳ. 文献

- 1) 大矢和可, 金子知生, 半田薫, 飯田順一郎. 口輪筋の筋力、持久力の強化に対する有効なトレーニング法について. 顎機能誌 15, 131-138, 2009.
- 2) Nakatsuka K, Adachi T, Kato T, Oishi M, Murakami M, Okada Y, Masuda Y. Reliability of Novel Multidirectional Lip-closing Force Measurement System. J Oral Rehabil. 38: 18-26, 2011.
- 3) Murakami M, Adachi T, Nakatsuka K, Kato T, Oishi M, Masuda Y. Gender differences in maximum voluntary lip-closing force during lip pursing in healthy young adults. J Oral Rehabil. 39:399-404, 2012.
- 4) 大石めぐみ, 足立忠文, 安富和子, 中塚久美子, 山田一尋, 増田裕次. 永久前歯被蓋完成初期における多方位口唇閉鎖力 (I) その特性と体格・体力との関連. 顎機能誌, 17(1):11-21, 2010.
- 5) 山口正人, 足立忠文, 大石めぐみ, 中塚久美子, 横井磯子, 吉成伸夫, 黒岩昭弘, 増田裕次. 健常高齢者における多方位口唇閉鎖力—その特性と体格・握力・残存歯との関連, 顎機能誌, 17(2): 126-134, 2011.
- 6) Nakatsuka K, Adachi T, Kato T, Murakami M, Yamada K, Masuda Y. Asymmetric lip-closing forces in children with repaired unilateral cleft lip and/or palate. J Oral Rehabil. 38:921-928, 2011.

# 13. 顎関節症所見と歯根膜感覚閾値との相関に関する研究

## Study on the relationship between temporomandibular disorder findings and periodontal sensation threshold

○平田 敦俊, 森本 雄太, 兒玉 直紀, 沖 和広, 小笠原 直子, 福池 知穂, 熊崎 洋平, 潘 秋月, 皆木 省吾

A. Hirata, Y. Morimoto, N. Kodama, K. Oki, N. Ogasawara, T. Fukuike, Y. Kumazaki, Q. Pan, S. Minagi, S

岡山大学大学院医歯薬学総合研究科 咬合・有床義歯補綴学分野

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

### I. 目的

いわゆる顎関節症患者の中には,咬合感覚異常を訴える者がみられることがある.このような臨床場面や顎関節症患者において認められる日中や夜間のブラキシズムが歯に対して過剰な力を及ぼしている<sup>1)</sup>ことを勘案すると,過剰な咬合力は顎関節症状とともに咬合感覚の不調を惹起する可能性も考えられる.したがって顎関節症の臨床所見と咬合感覚との関連が明らかになれば,顎関節症の診断・治療の一助となり得ると考えられる.

本研究は,顎関節症患者における臨床所見と歯根膜感覚閾値との関連について検討することを目的とした.

### II. 方法

被験者は岡山大学病院咬合・義歯補綴科を顎関節症の治療を目的として受診した患者のうち,本研究への参加に同意が得られた患者 20名(男性 4名,女性 16名,18-77歳,平均 45.8歳)とした.なお,被験歯である上顎左側第一大臼歯に齶蝕及び歯周病を認めるもの,対合歯のないもの,ならびに失活歯は事前に対象から除外した.本研究は岡山大学倫理委員会の承認(疫学 536号)を得て実施された.

歯根膜感覚閾値の計測には,ライトタッチングによる患者の咬合感覚を疑似的に再現することを想定し,撃力を呈示刺激とした自作の荷

重装置を用いた<sup>2)</sup>.被験者は合図用トリガースイッチによって,呈示刺激の自覚の有無を報告した.撃力強度は 9~90mN の範囲内で 48 段階の強さに設定した.撃力呈示用ソフトウェアには上昇系列刺激セットと下降系列刺激セットをプログラムし,階段法に準じて刺激を呈示した.階段法は刺激最大出力からの下降系列刺激から開始し,被験者トリガー信号が消失した時点の撃力ピーク値を下限閾値(mN)とした.被験者のトリガー信号が消失すると,その時点の刺激強度を開始点とした上昇系列刺激が自動的に出力され,被験者がトリガー信号を与えた時点の撃力ピーク値を上限閾値(mN)とした.なお,各刺激系列における刺激間隔時間は 3 秒以内のランダムな間隔とし,刺激に対する被験者の慣れと期待の誤差を可及的に排除した.本装置が出力する撃力ピーク値はトリガー信号とともにコンピュータ上にリアルタイムで記録した.

実験は以下の手順に従って行った;

- ①環境因子のコントロールのため,被験者にノイズキャンセリング・ヘッドホン装着した.外界からの音を遮断するとともに,装置から発生するわずかな音を遮蔽する目的でヘッドホンからはピンク・ノイズを再生した.
- ②被験者に合図用のトリガースイッチを渡し,被験歯に撃力を感じた時にトリガースイッチを押すように指示した.
- ③仰臥位で被験歯に専用クランプを用いて荷重装置を設置した.(図 1)

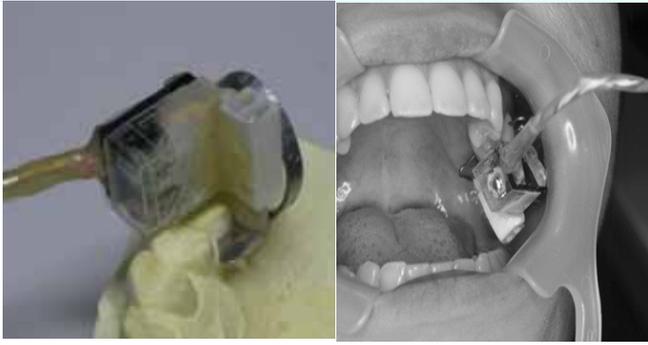


図 1 歯根膜感覚計測装置

④被験者を座位にした後、コンピュータ・ソフトウェアの階段法プログラムを起動し、上限閾値と下限閾値を合計 6 セット連続記録した。6 セットの閾値のうち後半 5 セットの閾値の平均値を歯根膜感覚閾値とした。

全被験者について 1) 筋疼痛、2) 円板転位、3) 顎関節痛の有無を記録した。被験者のうち 19 名はこれらのいずれかの所見を認めたが、1 名のみはこれらのいずれの所見もなく臼歯咬合時痛のみが認められた。

閾値計測結果は上記の 3 臨床所見の有無によって群分けし、対応のない  $t$ -検定によって閾値の差を検討した。

### Ⅲ. 結果及び考察

全被験者の歯根膜感覚閾値は 29.4mN から 72.9mN の間に分布した (平均 53.3mN)。

筋疼痛の有無の間では、顎関節症患者の歯根膜感覚閾値は統計学的有意差を示さなかった (図 2)。

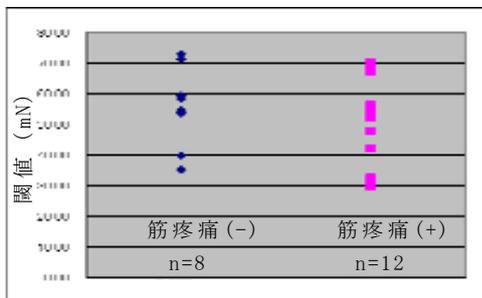


図 2 筋疼痛の有無と歯根膜感覚閾値の分布 ( $p > 0.05$ )

円板転位の有無によって群分けした場合においても同様に歯根膜感覚閾値には有意差はみられなかった (図 3)。

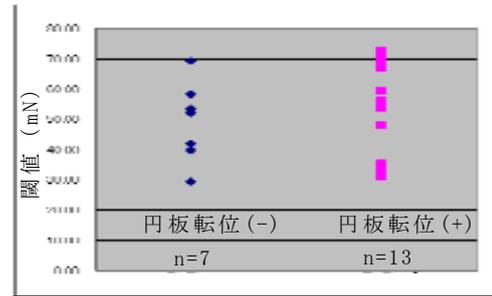


図 3 円板転位の有無と歯根膜感覚閾値の分布 ( $p > 0.05$ )

一方、顎関節の有無によって群分けした場合には、顎関節痛を有する群は、顎関節痛を有さない群に対して有意に高い歯根膜感覚閾値を示した ( $p < 0.01$ ;  $p = 0.005$ ) (図 4)。

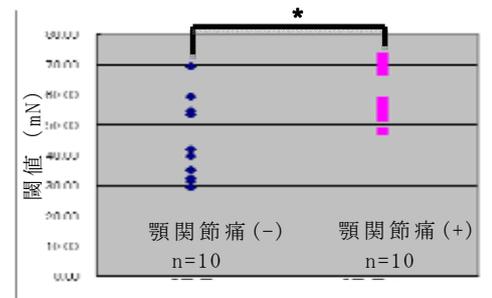


図 4 顎関節痛の有無と歯根膜感覚閾値の分布 (\*:  $p < 0.01$ ;  $p = 0.005$ )

本研究の結果から、関節円板の転位や筋疼痛については歯根膜感覚閾値との有意な関連は認められなかったが、顎関節部の疼痛所見は歯根膜感覚閾値と関連性が高いことが示された。

### Ⅳ. 文献

- 1) Nishigawa K, Bando E, Nakano M. Quantitative study of bite force during sleep associated bruxism. Journal Of Oral Rehabilitation 2001; 28: 485-491
- 2) Morimoto Yuta. Effect of transient occlusal loading on the threshold of tooth tactile sensation perception for tapping like the impulsive stimulation. Odontology 2012

# 14. クレンチング時に関節円板に生じる応力・変位の咬合の条件による違い

## Stress and deformation of articular disc of temporomandibular joint under clenching with different occlusal conditions

井戸裕奨<sup>1)</sup>, ○野崎一徳<sup>1)</sup>, 内藤 尚<sup>1)</sup>, 松本健志<sup>1)</sup>, 田中栄二<sup>2)</sup>, 田中正夫<sup>1)</sup>  
Yusuke Ido<sup>1)</sup>, Kazunori Nozaki<sup>1)</sup>, Hisashi Naito<sup>1)</sup>, Takeshi Matsumoto<sup>1)</sup>,  
Eiji Tanaka<sup>2)</sup>, Masao Tanaka<sup>1)</sup>

<sup>1)</sup>大阪大学大学院基礎工学研究科, <sup>2)</sup>徳島大学大学院ヘルスバイオサイエンス研究部

<sup>1)</sup>Graduate School of Engineering Science Osaka University,

<sup>2)</sup>Institute of Health Bioscience The University of Tokushima Graduate School

### I. 目的

日常的なクレンチング習癖によって顎関節円板や後部結合組織に生じる不適切な力学状態が、顎関節症の原因の一つではないかと指摘されている[1]。歯列不正が特になく正常咬合と思われる患者においても、クレンチングに起因する顎関節症が疑われる場合がある[2]。クレンチング、グライディング時の顎関節部の力学動態に関する報告によると、過度な咬合力が下顎に加わることで、関節円板に応力集中が生じる[4]。ただし、下顎窩、関節円板、下顎顆頭が安静時の位置関係にあるときには、そのような応力集中は生じないため、クレンチングによる関節円板への為害作用は生じないことになる。しかし、中心位(RCP)が咬頭嵌合位(ICP)と一致していない場合には、顎関節に力学的変化が生じる可能性がある。

日常臨床では、ICPを一点に限局させず、RCPとICPを必ずしも一致させない。すなわち、RCPとICPとの間に一定のあそびを設けることで、咬頭傾斜に影響されない平坦な自由域を前後的に形成することがある。このような前後的に自由域を有する咬合をロングセントリック(LC)と呼んでいる[3]。LCを付与された正常歯列の場合、ポイントセントリックと異なり、ICPがいくつも存在することになる。LCを許容した場合、クレンチング時に関節円板と下顎頭は下前方に偏移した状態で、下顎頭が関節円板を下顎窩に押し付ける可能性がある。本研究では、クレンチングと咬合状態がどのような関係にある

ときに、関節円板にかかる応力と変位に変化が生じるのかを調べる。より詳細には、ロングセントリックを咬合に付与した場合、接触点の自由域の許容度が、顎関節にどのような力学的変化をもたらすかを明らかにする。

### II. 方法

#### 1. 顎関節部を含む下顎力学モデル

顎関節の矢状断面のMR画像と解剖学知見によって、顎関節の形状を決定した(Fig.1)。関節円板は粘弾性体と仮定し、等方ケルビン体モデルとして扱った。円板周囲結合組織(後方靭帯、内側翼突筋)は、スパー要素によりモデル化した。下顎窩、関節頭は剛体とした。

セファロ画像と解剖学的知見に基づき、両顎関節をつなぐ下顎骨、歯列の位置を決めた(Fig.2)。その際、下顎頭と周囲結合組織が互いに付着しているため、それらの共有点を節点に

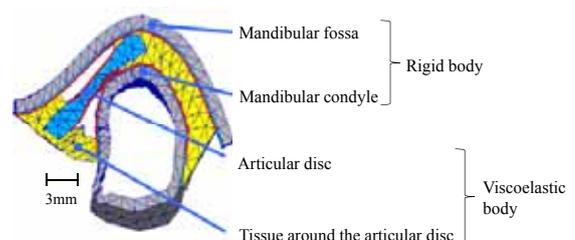


図1. 顎関節有限要素モデル(側面図)

設けた。骨部は剛体とした。

顎関節円板とその周囲組織それぞれの等方ケルビン体としての緩和弾性係数としてそれぞれ 15.8 MPa、0.21MPa を、緩和時定数として 31.2s と 11.6s をそれぞれに与えた。また即時弾性係数には 30.9MPa と 1.54MPa を設定した[4]。

## 2. 下顎力学モデルに与える咬合条件

剛体とみなした骨部と軟組織の間には接触要素を配置し、摩擦係数は  $1.0 \times 10^{-3}$  とした。側頭骨と下顎窩、筋起始部の変位は完全に拘束した。アングル I 級の第一大臼歯間における LC を問題とするため、第一大臼歯部の近遠心方向以外の変位を拘束した。各筋力は、生理断面積に比例するとし[5]、外側翼突筋上頭は円板と下顎頭翼突筋窩にそれぞれ 50 % ずつ付着するとした。咬筋 (Fig.2 )、内側翼突筋 ( )、側頭筋 ( )、そして外側翼突筋 ( ) についてはスパー要素により、それぞれの起始、停止部位を与えモデル化した。スパーを用いた離散化による円板変形へのアーチファクトを防ぐため、関節円板と外側翼突筋との付着に関してはたがい平行な 4 本のスパー要素でモデル化した[4]。

咬合条件として、Fig.2 に示したように、第一大臼歯中心窩に相当する部位に LC の許容値  $d=0.5, 2(\text{mm})$  を強制変位として与えた。すなわち第一大臼歯部を  $d \text{ mm}$  前歯側に強制変位した。クレンジング時の内側翼突筋、後部靭帯は互いに力の向きが反対で釣り合っている状態とし、各閉口筋の筋力を Fig.2 に示したように設定した。各筋力を 1 分間与えることで持続的噛みしめ条件とし、解析には Ansys13 を用いた。

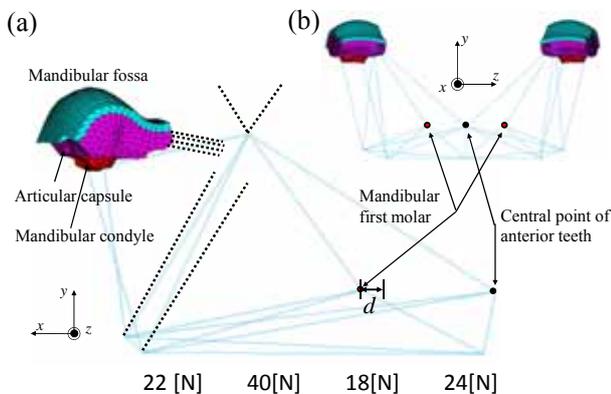


図 2. 顎関節・下顎骨計算モデル (a) 側面, (b) 前方面

## III. 結果及び考察

Fig.3 は、強制変位を  $d=0, 0.5, 2(\text{mm})$  とした場合の、関節円板表面の応力テンソル第三不変量  $I_3$  と円板の変形を示している。 $d$  が 0.5mm、2mm と増加するにつれて、前歯側部分の変形が生じ、外側部付近に  $I_3$  の減少がみられた。特に、Fig.3(a) から、関節円板に咬合力が加わった際の圧力分布は比較的均一であることが分かった。Fig.3(b) では、LC により、RCP と ICP が不一致の場合、関節円板の前歯方向に変形が生じ、さらに中心部で  $I_3$  の減少がみられた。Fig.3(c) では、極端な前歯部方向への下顎頭の移動により、関節円板の前後方向への変形と内外側部の応力集中がみられた。

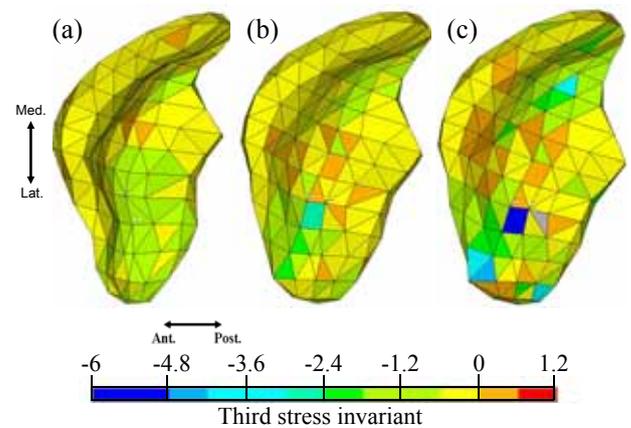


図 3. 関節円板の変形と変位 (下面図)。色は  $I_3$ 。(a) コントロール ( $d=0$ )。 (b)  $d=0.5\text{mm}$ , (c)  $d=2\text{mm}$ 。

## IV. 文献

- (1) Tanaka E, Tanne K, Sakuda K. A three-dimensional finite element model of the mandible including the TMJ and its application to stress analysis in the TMJ during clenching. *Med. Eng. Phys.* 1994;16:316-322.
- (2) Henrikson T, Nilner M. Temporomandibular disorders, occlusion and orthodontic treatment. *Journal of Orthodontics.* 2003;30:129-137.
- (3) Schuyler CH. Freedom in centric. *Dent Clin North Am.* 1962;13:681-687.
- (4) Hirose M, Tanaka E, Tanaka M, et al. Three-dimensional finite-element model of the human temporomandibular joint disc during prolonged clenching. *Eur J Oral Sci.* 2006;114:441-448.
- (5) Koolstra JH, Van Eijden TMGJ, Weijs W, et al. A three-dimensional mathematical model of the human masticatory system predicting maximum possible bite force. *J Biomech.* 1988;21(7):563-576.

# 15. 顎関節症患者における定量的感覚検査を用いた疼痛反応の検討

## Pain reaction in patients with temporomandibular disorders using quantitative sensory testing

○福田修二, 宇野浩一郎, 石垣尚一, 矢谷博文

○Shuji Fukuda, Koichiro Uno, Shoichi Ishigaki, Hirofumi Yatani

大阪大学大学院歯学研究科 顎口腔機能再建学講座

クラウンブリッジ補綴学分野 歯科補綴学第一教室

Osaka University Graduate School of Dentistry, Department of Fixed Prosthodontics

### I. 目的

痛みはきわめて主観的な感覚であり、他者がそれを評価することは非常に困難であるが、痛みを客観的に評価することは、その痛みをもたらす疾患の診断に必要であるばかりか、痛みに対する治療効果の判定を行う上でも重要である。このような背景から、近年、痛みを客観的に評価するために様々な機器を用いた定量的感覚検査法（以下 QST）が行われており、温熱刺激を用いた QST が有用であることが報告されている<sup>1)</sup>。

顎関節症患者において痛みは最大の受診動機である。顎関節症の病態は複雑であり、しばしば患者の訴える痛みが、末梢の障害から推察される疼痛の程度を大きく上回っていることを経験する。このような患者では実際に受容する侵害刺激の強さと、認識する痛みの大きさの間に乖離が生じていることが推測される。

これまでに、末梢や中枢における感作が関与していると考えられる神経障害性疼痛に関しては、実験動物やヒトを対象とした研究が進められている<sup>2)</sup>。

しかし、痛みの情動系が関与すると考えられる脳において痛みの認識が適正に行われているかどうかを評価する試みは行われていない。

そこで本研究では、女性健常成人と顎顔面部に痛みを訴える女性顎関節症患者を対象に、顎と腕において温熱刺激を用いた QST を行い疼痛閾値温度の比較検討、また、温熱刺激強度と個人が認識する痛み

の強さの関連性を比較検討し、顎関節症患者の疼痛反応について検討した。

### 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行った。

被験者として、女性健常成人 20 名 (42.1±7.3 歳, 以下健常者群), および顎顔面部に疼痛を訴える女性顎関節症患者 20 名 (45.3±15.2 歳, 以下 TMD 群) を選択した。温熱刺激の付与にはコンピュータ制御温熱定量的感覚検査装置 (PATHWAY, Medoc 社) を用いた。測定部位は、健常者群では右側下顎神経支配領域 (V3 領域) および右側前腕部 (FA 領域) の皮膚表面を、TMD 群では被験者が疼痛を有する側の V3 領域および右側 FA 領域の皮膚表面とした。

まず、温熱刺激疼痛閾値を測定するために、各測定部位に基準温度を 32 °C として毎秒 1.0 °C の温度上昇刺激を与えた。温熱刺激は 20 秒の間隔を開け、6 回連続して行われ (図 1), その平均値を各被験者の疼痛閾値温度 (t °C) とした。

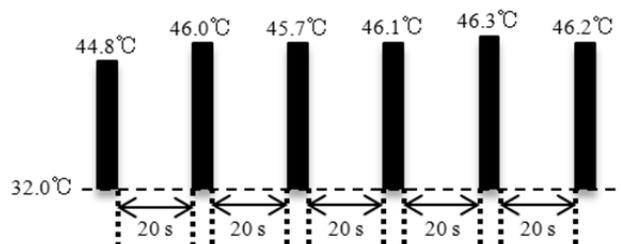


図 1 温熱刺激疼痛閾値測定の一例

次に設定した疼痛閾値温度を基準として、各刺激部位に対して  $t \pm 1.0^\circ\text{C}$  の範囲で  $0.5^\circ\text{C}$  間隔の 5 段階の温熱刺激をランダムに 10 回与えた (図 2)。温熱刺激は基準温度の  $32^\circ\text{C}$  から設定温度まで毎秒  $8^\circ\text{C}$  の割合で上昇し、その後 5 秒間設定温度に保たれ、毎秒  $8^\circ\text{C}$  の割合で基準温度まで下降するように設定した。刺激と刺激の間は 20 秒の間隔を開け、毎回の刺激終了後に、被験者が認識した痛みの強さを、100 mm ス

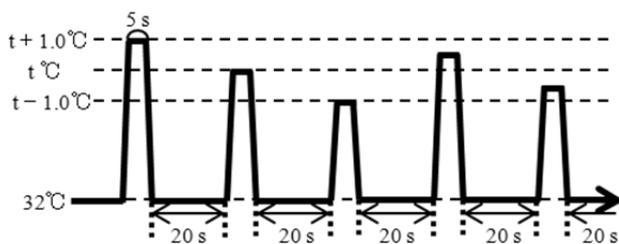


図2 温熱刺激強度と痛みの認知の関連性を測定するためのランダム化した温熱刺激パターン

ケールの Visual Analogue Scale (VAS) に記録させた。

各被験者群の V3 領域、FA 領域における疼痛閾値温度の比較検討には 2 元配置分散分析を行い、温熱刺激強度と VAS で示される認識された痛みの強さの関連性を Spearman の相関係数により検討した。統計解析には SPSS 14.0 J for Windows を用いた。

### III. 結果および考察

温熱疼痛閾値温度は、健常者群では V3 領域において  $46.0 \pm 1.9^\circ\text{C}$ 、FA 領域において  $46.2 \pm 2.2^\circ\text{C}$  であった。TMD 群では V3 領域において  $46.2 \pm 2.1^\circ\text{C}$ 、FA 領域において  $45.4 \pm 2.4^\circ\text{C}$  であった。2 元配置分散分析を行った結果、各被験者群、また測定部位間に有意差を認めなかった ( $P > .05$ )。

次にこの疼痛閾値温度を基準とした、5 段階の温熱刺激強度と VAS の値との相関係数を表 1 に示す。健常者群では Spearman の相関係数は FA 領域で  $r = .673$  ( $P = .000$ ) と、有意な強い正の相関を認めたが、V3 領域では FA 領域と比較すると  $r = .476$  ( $P = .000$ ) と有意ではあるが低い値を示した。TMD 群では健常者群と比較し、V3 領域で相関係数  $r = .305$  ( $P = .001$ )、FA 領域で相関係数  $r = .324$  ( $P = .002$ ) と、ともに低い値を示し、有意ではあるが、非常に弱い相関しか認めなかった。

表1 温熱刺激強度とVASの相関係数

被験者群	測定部位	相関係数
健常者群	V3領域	$r = .476$ ( $P = .000$ )
	FA領域	$r = .673$ ( $P = .000$ )
TMD群	V3領域	$r = .305$ ( $P = .001$ )
	FA領域	$r = .324$ ( $P = .002$ )

これらの結果より、顎顔面部に疼痛を有する顎関節症患者では、下顎神経支配領域のみではなく、前腕部においても、強度の異なる温熱刺激に対し、その強弱を正確に認識することが困難であることが推察され、これらの患者では、脳における痛みの認識が適切に行われていない可能性が示唆された。また、健常者において、下顎神経支配領域で温熱刺激の強度 VAS の値との相関が低かったことは今後の検討課題であるが、痛みの認識には不安感といった情動面や精神心理学的な影響が関与するとの報告<sup>3)</sup>から、顔面部への刺激に対し、なんらかの心理的要因が痛みの認識に対して影響を与えたのではないかと考えられた。

### IV. 文献

- Hatice K, Dolors S, Joan V et al. Evoked potentials and quantitative sensory testing in spinal cord injury patients with chronic neuropathic pain. *Clinical Neurophysiology* 2012; 123: 598-604.
- Kayo H, Ai Kawamoto, Kouichi I et al. TRPM2 contributes to inflammatory and neuropathic pain through the aggravation of pronociceptive inflammatory responses in mice. *J Neurosci* 2012; 32 (11):3931-41.
- Ploghaus A, Narain C, Beckmann CF et al. Exacerbation of pain by anxiety is associated with activity in a hippocampal network. *J Neurosci* 2001; 21: 9896-903.

### V. 謝辞

本研究は科研費 (挑戦的萌芽研究・課題番号 24659856) の補助を得て行った。

## 16. 開口量の違いが呼吸気量に及ぼす影響について

## Effect of Various Vertical Dimensions on Forced Inspiratory Flow

○西川 葵, 槇原絵理, 鱒見進一  
Aoi Nishikawa, Eri Makihara, Shin-ichi Masumi

九州歯科大学顎口腔欠損再構築学分野

Division of Occlusion & Maxillofacial Reconstruction, Kyushu Dental College,

## .目的

閉塞型睡眠時無呼吸症候群 (Obstructive Sleep Apnea Syndrome : OSAS) に対して口腔内装置 (Oral Appliance : OA) を用いた治療法が有効であるといわれている。OA はいわゆる下顎前方牽引装置であり、睡眠時に下顎を前方移動させた状態に保持し、下顎に連結する舌骨や周囲軟組織を牽引することにより気道の拡大をはかるものである。これまでも治療効果に関する研究は多く行われているが、OA の適正な開口量について検討した研究は見当たらない。(1-3)

そこで今回、異なる開口量での呼吸機能および気道形態の変化について検討した。

## .方法

## 1. 被験者

被験者は本学歯学部生および医療従事者のうち、本研究目的を理解し同意を得た者とした。顎口腔機能に問題を認めない正常有歯顎者 5 名 (男性 4 名, 女性 1 名: 平均年齢 28.2 ± 4.19 歳, BMI 20.1 ± 2.11 kg/m<sup>2</sup>) とした。また、酸素飽和度モニター (PULSOX-300i: KONICA MINOLTA) を用いて終夜記録を行い、酸素飽和度低下指数 (Oxygen Desaturation Index: ODI) が 5 未満のものとした。(図 1) さらに、現在矯正治療中の者、耳鼻咽喉領域に疾患を有する者は、今回の被験者から除外した。



図 1 : 酸素飽和度モニター  
(PULSOX-300i: KONICA MINOLTA)

## 2. バイトブロックの製作

各被験者の下顎前方移動量を測定し、下顎 50% 前方位を求めた。次に、各被験者の上下顎スタディモデルを製作し、下顎 50% 前方位において咬合器に付着し、異なる開口量 (0mm, 5mm, 10mm および 15mm) での臼歯部バイトブロックをスパイロメータ記録用に、前歯部バイトブロックを MRI 撮像用にアクリックレジンを用いて製作した (図 2a, b)。

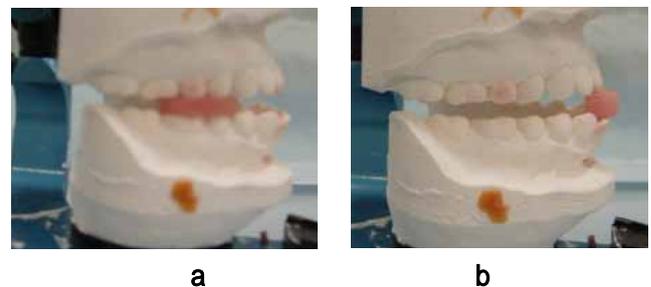


図 2 : 実験用バイトブロック (a: 臼歯部バイトブロック、b: 前歯部バイトブロック)

### 3. スパイロメータ記録

各開口位における最大中間呼気速度 ( $FEF_{25-75}$ ) および最大中間吸気速度 ( $FIF_{25-75}$ ) の測定には、電子スパイロメータ (スパイロシフト SP-750, フクダ電子) を用いた。各被験者に鼻クリップを装着させて仰臥位を指示し、臼歯部バイトブロックを装着させた状態で、各々3回ずつ努力呼吸を行わせ  $FEF_{25-75}$  および  $FIF_{25-75}$  を計測した。計測順序はランダムとし、各測定間には1分間の休憩を設けた (図3)。

得られたデータより開口量 0mm をベースラインとし、各開口位のデータの百分率を求めた。さらに一元配置分散分析を行い、各開口量の比較検討には Tukey 法を用いた。なお、有意水準は  $p < 0.05$  とした。



図3：スパイロメータ記録の様子

### 4. 気道形態の計測

各被験者に仰臥位を指示し、前歯部バイトブロックを装着させた状態における MRI 撮像を行った (EXCELART Vantage powered by Atlas PPP; Toshiba, Tokyo, Japan) (図4)。なお、撮像条件は専用コイル (Atlas Head SPEEDER) を用いて、TR25, TE5.5, マトリックス  $250 \times 256$ , FOV  $23 \times 23$ , フリップ角  $60^\circ$ , スライス厚 1.5mm とした。撮像後、正中矢状面での軟口蓋最下点および喉頭蓋最後方点における気道の前後径および幅径を測定した。

得られたデータより咬頭嵌合位をベースラインとし、各開口位のデータの百分率を求めた。さらに一元配置分散分析を行い、各開口量の比較検討には Tukey 法を用いた。なお、有意水準は  $p < 0.05$  とした。



図4：MRI撮像時の様子

## 結果及び考察

### 1. 開口量の違いによる呼吸量の変化

今回の被験者における開口量と  $FEF_{25-75}$  との関係を図5に示す。開口量 0mm における  $FEF_{25-75}$  を 100% としたときの開口量 5mm, 10mm および 15mm における  $FEF_{25-75}$  の値はそれぞれ  $136.4 \pm 33.23\%$ ,  $144.5 \pm 42.08\%$  および  $136.9 \pm 36.94\%$  となり、0mm と 5mm, 0mm と 10mm および 0mm と 15mm との間に統計学的有意差が認められた (それぞれ  $p < 0.05$ ,  $p < 0.01$  および  $p < 0.05$ )。また、統計学的有意差は認められなかったものの、開口量 10mm の  $FEF_{25-75}$  が最も増加し、開口量 15mm では減少する傾向が認められた。

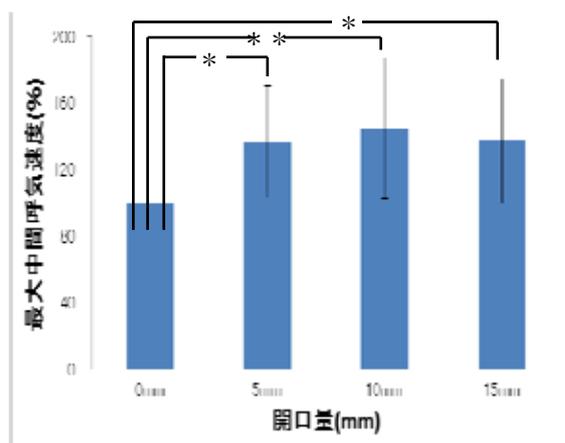
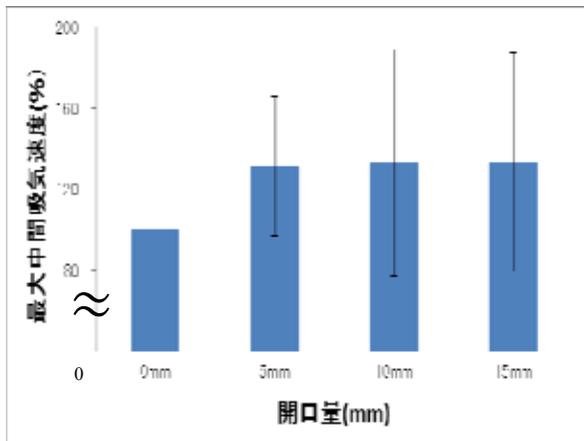


図5：開口量の違いによる最大中間呼気速度 ( $FEF_{25-75}$ ) の変化 (\*:  $p < 0.05$ , \*\*:  $p < 0.01$ )

今回の被験者における開口量と  $FIF_{25-75}$  との関係を図6に示す。開口量 0mm における  $FIF_{25-75}$  100% としたときの開口量 5mm, 10mm

および 15mm の値は  $131.2 \pm 34.58\%$ ,  $132.9 \pm 55.78\%$  および  $133.3 \pm 53.88\%$  となり、いずれの間にも統計学的有意差は認められなかったが、開口量 0mm と比較してそれぞれの開口時の  $FIF_{25-75}$  は大きくなる傾向が認められ

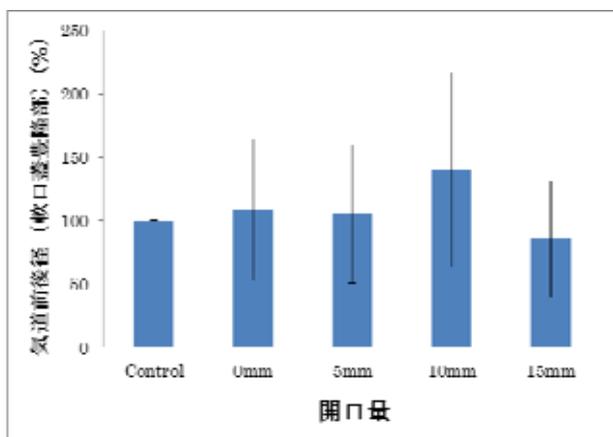


**図 6 : 開口量の違いによる最大中間吸気速度 (FIF<sub>25-75</sub>) の変化**

## 2. 開口量の違いによる気道形態の変化

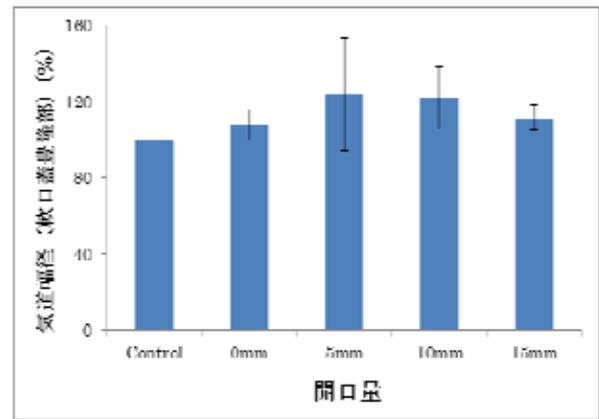
咬頭嵌合位と各開口位での軟口蓋最下点における気道前後径と気道幅径を図 7, 8 に示す。

咬頭嵌合位における軟口蓋最下点での気道前後径を 100% としたときの開口量 0mm, 5mm, 10mm および 15mm の値はそれぞれ  $108.8 \pm 55.91\%$ ,  $105.2 \pm 54.67\%$ ,  $140.6 \pm 76.25\%$  および  $85.74 \pm 45.81\%$  となり、統計学的有意差は認められなかったが、軟口蓋最下点での気道前後径は、10mm 開口時までは咬頭嵌合位の時より長くなり、15mm 開口時では短くなった。



**図 7 : 軟口蓋最後方点での各開口位の気道前後径**

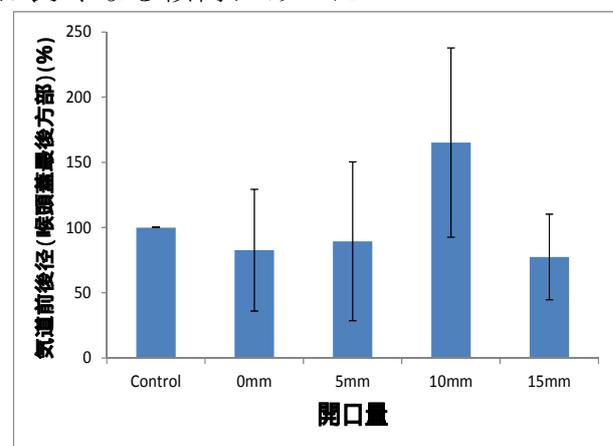
咬頭嵌合位における軟口蓋最下点での気道幅径を 100% としたときの開口量 0mm, 5mm, 10mm および 15mm の値はそれぞれ  $108.1 \pm 7.84\%$ ,  $123.8 \pm 29.29\%$ ,  $122 \pm 16.08\%$  および  $111.6 \pm 6.44\%$  となり、統計学的有意差は認められなかったが、軟口蓋最下点での気道幅径は、咬頭嵌合位と比較して長くなる傾向にあった。



**図 8 : 軟口蓋最後方点での各開口位の気道幅径**

咬頭嵌合位と各開口位での喉頭蓋最後方点における気道前後径および気道幅径を図 9, 10 に示す。

咬頭嵌合位における喉頭蓋最後方部での気道前後径を 100% としたときの開口量 0mm, 5mm, 10mm および 15mm の値それぞれ  $82.7 \pm 46.66\%$ ,  $89.5 \pm 60.87\%$ ,  $165.2 \pm 72.65\%$  および  $77.5 \pm 32.84\%$  となり、統計学的有意差は認められなかったが、喉頭蓋最後方部での気道前後径は、下顎を 50% 前方に出すと咬頭嵌合位と比較して短くなり、10mm 開口時には長くなる傾向にあった。



**図 9 : 喉頭蓋最後方点での各開口位の気道前後径**

咬頭嵌合位における喉頭蓋最後方部での気道幅径を 100%としたときの開口量 0mm, 5mm, 10mm および 15mm の値はそれぞれ 92.4 ± 35.55%, 97.4 ± 50.91%, 101.9 ± 29.27% および 92.5 ± 8.36% となり, 統計学的有意差は認められなかったが, 咬頭嵌合位と比較して短くなり, 10mm 開口時ではやや長くなる傾向にあった。

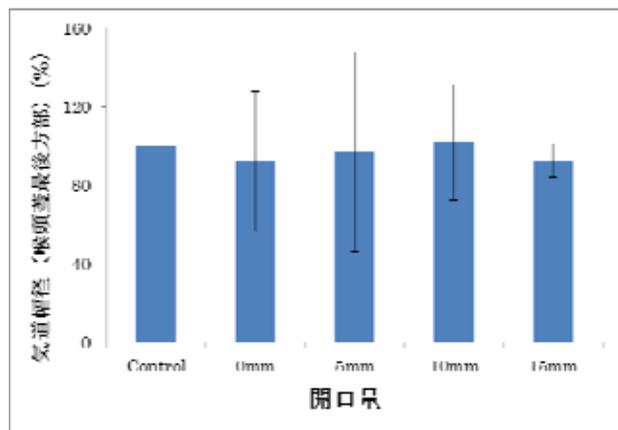


図 10 : 喉頭蓋最後方点での各開口位の気道幅径

今回の結果より, FEF<sub>25-75</sub> は開口することで増加し, 開口 10mm をピークとすることがわかった。また, FIF<sub>25-75</sub> には統計学的有意差は認められなかったが, 下顎 50% 前方位から開口することにより, 増加する傾向にあった。

また, 上方に位置する軟口蓋最下点での気道形態は, 気道前後径が下顎 50% 前方位からの開口で咬頭嵌合位と比較し 10mm 開口までは長くなり, 15mm 開口では短くなり, 気道幅径は咬頭嵌合位と比較していずれも長くなることがわかった。一方, 下方に位置する喉頭蓋最後方部での気道形態は, 気道前後径および気道幅径ともに咬頭嵌合位と大差は認められなかった。

以上のことから, OA を装着した状態でスムーズに呼吸を行うためには, 開口量は 5mm から 10mm の範囲が望ましく, また, 異なる開口量での呼吸量の変化には上部気道形態の変化も関連している可能性が示唆された。しかしながら, 被験者数が少ないため, 今後, 被験者数を増やし, さらに検討していく所存

である。

## .文献

- 1) Masumi S, Nishigawa K, WilliamsAJ, et al. Effect of a jaw position and posture on forced inspiratory airflow in normal subjects and patients with obstructive sleep apnea. Chest 1996; 109: 1484-1489.
- 2) Tsuda H, Tsuda T, Masumi S. Effect of a jaw position on forced maximum inspiratory airflow in normal Japanese subjects and in Japanese patients with sleep apnea syndrome. Int J Prosthodont 2007; 20: 25-30.
- 3) Zhang W, Masumi S. Effect of jaw, head and body positions on upper airway dimensions and maximum forced inspiratory airflow. J Kyushu Dent Soc 2009; 63: 8-17.

# 17. 睡眠中における咀嚼リズム発生に関わる神経網の実験的賦活

## Experimentally induced rhythmic jaw muscle activities during natural sleep in animals

○山田謙一<sup>1)2)</sup>, 加藤隆史<sup>1)</sup>, 東山亮<sup>1)3)</sup>, 古郷幹彦<sup>2)</sup>, 吉田篤<sup>1)</sup>

Kenichi Yamada<sup>1)2)</sup>, Takafumi Kato<sup>1)</sup>, Makoto Higashiyama<sup>1)3)</sup>, Mikihiko Kogo<sup>2)</sup>,  
Atsushi Yoshida<sup>1)</sup>.

大阪大学大学院歯学研究科 1)高次脳口腔機能学講座口腔解剖学第二教室, 2)顎口腔疾患制御学講座口腔外科学第一教室, 3)顎口腔機能再建学講座歯科補綴学第一教室

Osaka University Graduate School of Dentistry, 1)Department of Oral Anatomy and Neurobiology, 2)Department of Oral and Maxillofacial Surgery 1, 3)Department of Fixed Prosthodontics

### I. 目的

睡眠時ブラキシズムは、本邦では成人の約7-10%で発生する比較的発生頻度の高い睡眠関連運動異常症である<sup>1,2)</sup>。歯ぎしりを主徴とする患者では、ノンレム睡眠中にリズム性咀嚼筋活動を伴う顎運動が頻繁に観察される<sup>3)</sup>。しかし、その発生機構はブラックボックス状態で未だ不明である。

これまでに、我々はヒトおよび動物モデルを用いた睡眠研究から、咀嚼筋活動発生には脳波活動の変化を伴う睡眠深度の変化が必要であること、全体として開閉口筋の活動量や活動のタイミングが不規則で定型的ではないこと、また不定形な筋活動の中にリズム性の活動が散見されることを示してきた<sup>3-5)</sup>。これらの結果は、睡眠中に咀嚼筋活動を発現させる神経回路・経路の活動が多様であり、リズム性顎運動などの定型的な運動を生じさせるには、特定の神経回路網を駆動する必要性があることを示している<sup>5)</sup>。

実験動物の脳内には、麻酔下で実験的な刺激を与えることでリズム性の活動を誘発できる部位が複数存在することがわかっており、このことは、実験的に咀嚼筋にリズム性活動を駆動する神経回路網を賦活できることを示唆している。中でも大脳皮質への連続電気刺激によって咀嚼筋にリズム性活動を誘発できることはよく知られており<sup>6)</sup>、大脳皮質から脳幹の咀嚼

リズム発生に関与する神経網への投射経路が明らかとなっている<sup>7)</sup>。

したがって、本研究では、睡眠時ブラキシズムの動物モデルを確立する研究の一環として、大脳皮質から脳幹への投射線維を刺激することによって、自然睡眠中に開閉口筋にリズム性の活動を有する顎運動を実験的に誘発することを試みた。

### II. 方法

外科処置：実験には雄性モルモット

(600-800g)を用いた。硫酸アトロピンで鎮静後、ペントバルビツール腹腔内麻酔(30mg/Kg)後、脳波・眼電図記録用ビス電極を頭蓋骨に埋入した。両側咬筋・顎二腹筋と頸筋には筋電図記録用のワイヤー電極を刺入した。これら電極を頭頂部に誘導し、頭蓋骨に取り付けたコネクタに接続した。さらに脳定位固定装置に頭部を装着できるように、頭部に装具を固定した。手術後10~14日間、記録用防音箱内での馴化トレーニングを行い、動物が十分に回復したことを確認して次の実験を行った。

ケタミン(90mg/kg)、塩酸キシラジン

(10mg/kg)の混合麻酔下で、動物を脳定位固定装置に装着し、左側中脳に相当する頭蓋骨を削除した。ガラス被覆金属電極を刺入し、長時間連続電気刺激(持続時間2-4秒, pulse duration: 200us, Frequency: 30Hz, 強度50-

100uA)を与え,リズム性顎運動を誘発する部位を探索した.リズム性顎運動を誘発する刺激点のうち,最低の刺激強度で効果がある部位を定めた.また,同部位に短時間連続電気刺激

(pulse duration: 300  $\mu$  s, Frequency: 500Hz, 3発, 強度 50–100uA,)を与え,顎二腹筋に短時間応答を認めることを確認し,刺激電極を頭蓋骨に固定した.

電極留置実験の1~3日後に,音声を軽減した記録箱の中で,動物を自由行動させて刺激実験を行った.記録は,約3時間を1ブロックとした記録を数日間に渡り複数回行った.刺激には,異なる3種類の強度の電気刺激 (pulse duration:200  $\mu$  s, Frequency:30Hz,持続時間:2s,強度 50~100  $\mu$  A)を用いた.生体信号はAD変換してデジタル化し記録した.

記録終了後,ケタミン(90mg/kg),塩酸キシラジン(10mg/kg)の混合麻酔下で,刺激電極に持続通電を行い刺激部位を電気凝固した後,さらにペントバルビタールを追加した深麻酔下で,灌流固定した.その後,組織標本を作製し,顕微鏡下で刺激部位が大脳皮質下行路にあることを確認した.

睡眠覚醒状態は,通法に従って,脳波・眼電図・顎筋筋活動をもとに視覚的に判定した<sup>4)</sup>.また長時間電気刺激によって誘発したリズム性顎運動の有無をスコアした.与えた刺激回数に対するリズム性顎運動の反応率を算出し,覚醒時およびノンレム睡眠時に分けて分析した.この際,覚醒・ノンレム睡眠それぞれにおいて,刺激に対する顎運動の応答率を算出した.尚,覚醒時において,安静時以外に加えられた刺激は解析から除外した.

### Ⅲ. 結果及び考察

覚醒中に皮質下行路へ長時間連続電気刺激を与えるとリズム性顎運動を誘発することができた.また刺激強度を上げると誘発率は上昇した.一方,ノンレム睡眠中においても,同様の刺激を用いてリズム性顎運動を誘発することができ,その誘発率は刺激強度の上昇に伴い上昇した.つまりノンレム睡眠中でも大脳皮質下行路を電気刺激することによって,リズム性顎

運動を発生させる神経網を賦活できることが示された.この結果,咀嚼リズム発生に関わる神経網はノンレム睡眠中でも機能的に intact であり,上位中枢から興奮性入力加わることによって賦活可能な状態にあると考えられる.睡眠中の種々のリズム性咀嚼筋活動の中には,その発現の過程において,咀嚼リズム発生に関わる神経網を駆動する脳部位が存在する可能性があると考えられる.

### Ⅳ. 文献

1. Kato T, Velly AM, Nakane T, et al. Age is associated with self-reported sleep bruxism, independently of tooth loss. *Sleep Breath*, 2011. DOI: 10.1007/s11325-011-0625-7.
2. Kato T, Mikami A, Sugita H et al. Negative association between self-reported jaw symptoms and apnea-hypopnea index in patients with symptoms of obstructive sleep apnea syndrome: a pilot study. *Sleep Breath*, 2012. DOI: 10.1007/s11325-012-0704-4
3. Kato T, Masuda Y, Nakamura N, et al. Association between changes in cortical and jaw motor activities during sleep. *J Oral Biosci*, 54:5-10, 2012.
4. Kato T, Masuda Y, Kanayama H, et al. Heterogeneous activity level of jaw-closing and -opening muscles and its association with arousal levels during sleep in the guinea pig. *Am J Physiol: Reg, Integr Comp Physiol*, 298:R34-42, 2010.
5. Kato T, Masuda Y, Yoshida A, et al. Masseter EMG activity during sleep and sleep bruxism. *Arch Ital Biol*, 149:478-491, 2011.
6. Isogai T, Kato T, Fujimoto M, et al. Cortical area inducing chewing-like rhythmical jaw movements and its connections with thalamic nuclei in guinea pigs. Submitted.
7. Tomita A, Kato T, Sato F, et al. Somatotopic direct projections from orofacial areas of primary somatosensory cortex to pons and medulla, especially to trigeminal sensory nuclear complex, in rats. *Neurosci*, 200:166-85, 2012.

## 18. 咬合印象法と従来法から製作したクラウンの 試適時調整に関する臨床試験

### Clinical study of crown fabricated from the dual-arch impression and conventional techniques

○久保大樹, 鳥井克典, 大河貴久, 佐藤正樹, 田中順子, 田中昌博

Hiroki Kubo, Katsunori Torii, Takahisa Okawa,

Masaki Sato, Junko Tanaka, Masahiro Tanaka

大阪歯科大学有歯補綴咬合学講座

Department of Fixed Prosthodontics and Occlusion, Osaka Dental University

#### I. 目的

これまで、咬合印象法と上下顎歯列を別々に印象採得し、咬合採得する印象法（以下、従来法）から製作した模型の精度を比較し、咬合印象法で製作した模型の方が良好であったと報告されている<sup>1,2)</sup>。しかし、2つの印象採得方法から製作されたクラウンを臨床的に比較した報告は少ない。

そこで、本研究では、咬合印象法と従来法とで製作されたクラウンを臨床的に比較し、咬合印象法の有用性を明らかにすることを目的とした。

#### II. 方法

被検者は、上下顎臼歯部に1歯のみの補綴処置を必要として、大阪歯科大学附属病院に来院した患者6名（男性3名、女性3名、平均年齢 $44.8 \pm 15.9$ 歳）とした。被検歯は、上下顎臼歯部でクラウンによる補綴処置が必要な6歯とした。術者は、大阪歯科大学附属病院補綴咬合治療科の勤務医6名（平均臨床年数 $4.3 \pm 0.8$ 年）とした。評価者は、同病院、補綴咬合治療科所属の歯科医師2名（平均臨床年数 $12 \pm 5.7$ 年）とした。歯科技工士は、異なる院外歯科技工所の歯科技工士3名（平均臨床年数 $17 \pm 2.6$ 年）とした。

印象採得は、咬合印象法および従来法の2種の採得方法にて行った。咬合印象法では、咬

合印象用トレー（TripleTray, Premier Denta社製）および付加型シリコーンゴム印象材（エグザミックスファイン レギュラータイプ, ジーシー社製）を用いて、印象採得を行った。従来法では、支台歯側を片顎用アルミ既製トレー（アルギントレー, コマツ社製）および付加型シリコーンゴム印象材で、対合歯側を片顎用金属既製トレー（網トレープレミアム, YDM社製）およびアルジネート印象材（アローマファインプラス, ジーシー社製）を用いて、別々に印象採得を行った。そして、咬合採得材（エグザバイト, ジーシー社製, 東京）を用いて、咬合採得を行った。

術者は、1人の患者に2種の印象採得を行い、その順序は、割付表を用いてランダムに行った。

2種の印象採得によって、得られた模型から、1人の歯科技工士が通法に従い、それぞれ1つずつのクラウン（12%金銀パラジウム合金製の全部鑄造冠）を製作した。

術者がクラウンを被検者へ試適した。

評価者は、被検歯に試適されたクラウンを、下記の評価項目において評価した。なお、評価者および術者には、いずれの方法で製作したクラウンか認知できないようにブラインド化した。さらに、評価者間で結果がばらついた場合には、評価者両者による協議で評価結果を決定した。

評価項目は、隣接面歯間関係、辺縁適合性、クラウンの高さ、咬合調整量および咬合調整時

間とした。隣接歯間関係は、接触点診査用ゲージ（コンタクトゲージ，ジーシー社製）を用いて，表 1 の評価基準で評価した。辺縁適合性は，視診および探針を用いた触診にて，表 2 の評価基準で評価した。クラウンの高さは，咬合接触検査材（ブルーシリコリコーン，ジーシー社製）を用いた。クラウン試適前後での咬合接触検査を行い，近心隣接歯咬合面の検査材の透過光量から推定した<sup>3)</sup>。咬合調整量は，咬合調整前と咬合調整後のクラウンの重量を電子天秤によって計測した。咬合調整時間は，咬合調整のみにかかった時間を計測した。それぞれの評価項目に対して，咬合印象法と従来法とで比較した。

統計学的解析として，Wilcoxon 符号つき順位和検定を行った。なお，有意水準は両側 5% に設定した。本研究は，大阪歯科大学「医の倫理委員会」（大歯医倫 第 100715 号）の承認を得て，遂行した。

表 1 隣接歯間関係の評価基準

1. クラウンが入らない。
2. クラウンが入って，50 $\mu$ m のゲージが入らない。
3. 50 $\mu$ m のゲージが入って，110 $\mu$ m のゲージが入らない。
4. 110 $\mu$ m のゲージが入って，150 $\mu$ m のゲージが入らない。
5. 150 $\mu$ m のゲージが入る。

表 2 辺縁適合性の評価基準

1. 探針による診察で段差あるいは間隙がない。
2. 探針によりわずかな段差はあるが間隙はない。
3. 探針の先が入るわずかな段差や間隙が認められる。
4. 肉眼でも確認できる著しい段差や間隙がある。

### III. 結果および考察

隣接歯間関係では，咬合印象法の中央値は 3，従来法の中央値は 1 を示した。従来法と比較して，咬合印象法の方がより適正であった ( $p < 0.05$ )。これは，開口あるいは咬合することによる隣在歯の変位量の差が影響したと考察した。

辺縁適合性では，咬合印象法および従来法の評価基準はすべて 2 を示し，許容範囲であった。また，2 群で有意差は認められなかった。

クラウンの高さでは，咬合印象法の中央値は 10  $\mu$ m，従来法の中央値は 150  $\mu$ m を示した。咬合印象法よりも従来法の方が有意に高くなった ( $p < 0.05$ )。これは，咬合印象法では 1 つの印象体から，上下顎の模型と咬合関係が正しく咬合器に再現できるが，従来法では上下顎別々の模型を，咬合採得材で咬合器に装着することによると考えられた。

咬合調整量では，咬合印象法の中央値は 13.1 mg，従来法の中央値は 51.1 mg を示した。よって，金属の削除量に関して，咬合印象法の方が有意に少なかった ( $p < 0.05$ )。

咬合調整時間では，咬合印象法の中央値は 4 分 51 秒，従来法の中央値は 10 分 49 秒を示した。よって，咬合調整時間に関して，咬合印象法の方が有意に短かった ( $p < 0.05$ )。

咬合調整量および咬合調整時間は，咬合印象法でクラウンの高さが低くなり，従来法で高くなった結果と関連していた。

以上の結果から，咬合印象法の有用性が明らかとなった。

### IV. 文献

- 1) 荒井由紀. 全顎石膏模型における咬合接触の再現性. 口病誌 2000 ; 67 : 322-344.
- 2) 寺田浩之. シリコーン咬合印象法による咬頭嵌合位の再現精度. 補綴誌 1988 ; 32 : 588-600.
- 3) 村田洋一, 臼歯単独補綴歯冠の高さの調整が歯列咬合接触に及ぼす影響. 補綴誌 1988 ; 32 : 979-992.

# 19. 口腔顎顔面痛症例報告 3 -Cracked tooth syndrome (CTS) と Atypical odontalgia (AO)

## Case reports of orofacial pain 3 – CTS and AO

○岡安一郎, 鮎瀬卓郎, 大井久美子

Ichiro Okayasu, Takao Ayuse, Kumiko Oi

長崎大学大学院医歯薬学総合研究科 臨床病態生理学分野

Department of Clinical Physiology, Nagasaki University Graduate School of Biomedical Sciences

### I. 症例 1

1) 患者 : 50 歳男性.

主訴 : 左側の奥歯が噛むと痛む.

現病歴 : 4, 5 年前, 硬いものを噛んだ時に痛みを自覚するようになる. 3 年前に歯科医院を受診し, 治療を行うも, その後も痛みが続く. 1 年前から, 噛んだ時の痛みが強くなり, 2012 年 1 月, 紹介元の歯科医院を受診する. 診査の結果, 特に原因となる所見は確認できなかった. 辺縁性歯周炎とブラキシズムを疑い, 歯周病の治療とスプリントによる管理を行った. その後, 疼痛は一時的に緩和されたが, 4 月以降, 痛みが再発するようになる. 鎮痛剤の服用により, 痛みは一時的に軽減されるが, 診断が確定できず, 同年 7 月, 長崎大学病院リエゾン・疼痛治療室を紹介される.

既往歴 : 30 歳時より高血圧, 10 年前に肺気腫, 気胸の既往あり.

内服薬 : ベシル酸アムロジピン (5mg) 1 錠.

家族歴 : 父親が肝細胞癌.

2) 評価・診断・管理

痛みの問診<sup>1)</sup> : 1) Location: left upper or lower molar, 2) Character: dull, 3) Intensity (Numerical Rating Scale: NRS): 5, 4) Duration: minutes, 5) Frequency: every day, 6) Triggering or aggravating factors: eating/biting, 7) Improving factors: nothing, 8) Temporal patterns: all day, 9) Referral patterns: left temporomandibular joint, 10) Associated signs and symptoms: nothing.

現症 : 上顎は右側第二大臼歯から左側第二大臼

歯まで, 下顎は右側第二大臼歯から左側第二大臼歯まで全て健全歯で, 上顎右側第二大臼歯, 上顎左側第二小臼歯, 下顎左側第一大臼歯, 第二大臼歯にインレーが装着してある. パノラマレントゲン写真および視診上, 歯, 顎骨, 口腔粘膜, 顔面皮膚に異常所見は認められないが, 歯の磨耗が顕著であった.

全ての歯において打診痛は認められないが, 上顎左側第一大臼歯部では, ロールワッテを噛ませることで疼痛が発現した. う蝕検知液を使用して精査した結果, 上顎左側第一大臼歯歯冠近遠心方向に破折線が確認できた. 1/80000 アドレナリン添加 2% 塩酸リドカイン (歯科用キシロカイン<sup>®</sup>カートリッジ) を, カートリッジ用注射器を用いて, 同歯相当部歯肉頬移行部に 1.8ml 注入し, しばらくした後, ロールワッテを噛ませると, 浸潤麻酔施行前に認められた咬合痛は消失した.

以上の診査結果から, 上顎左側第一大臼歯における cracked tooth syndrome (CTS) と診断し, 同日, 当院保存科に治療を依頼した. 破折線が歯冠部エナメル質表層に限局していたため, レジン充填による保存処置を行った. その後の経過も問題なく, 当院での治療・管理を終了した.

3) 結語

CTS は歯原性疼痛の中でも, 診断・治療が困難な Orofacial Pain の一つである. CTS の特徴的な兆候と症状を把握し, 正しく評価, 診断, 管理を行うことが大切である<sup>2)</sup>.

### II. 症例 2

1) 患者：51歳男性。

主訴：就寝時に両側の奥歯が痛む。

現病歴：1年前から、就寝前に両側臼歯部に痛みを自覚するようになる。2012年6月、紹介元の歯科医院を受診する。軽度から中等度の歯周炎は認められたが、疼痛の原因となるような疾患歯は確認できず、同月、長崎大学病院リエゾン・疼痛治療室を紹介される。

既往歴：小児喘息の既往あり（小学生の時まで）。

内服薬：なし。

家族歴：父親が大腸癌。

2) 評価・診断・管理

痛みの問診<sup>1)</sup>：1) Location: right upper and lower molar, and left lower molar, 2) Character: pulsatility, 3) NRS: 6-7, 4) Duration: minutes, 5) Frequency: several times a week, 6) Triggering or aggravating factors: nothing, 7) Improving factors: candy, 8) Temporal patterns: night, 9) Referral patterns: nothing, 10) Associated signs and symptoms: nothing.

現症：上顎は右側第二大臼歯から左側第二大臼歯まで、下顎は右側第二大臼歯から左側第二大臼歯まで全て健全歯で、パノラマレントゲン写真上、下顎両側完全埋伏智歯が確認できる。上顎右側中切歯、同側切歯、同第一小白歯、上顎左側第二大臼歯、下顎右側第二大臼歯、下顎左側第一小白歯にクラウンが、上顎左側第一大臼歯、下顎右側第一大臼歯にインレーが装着してある。パノラマレントゲン写真および視診上、歯、顎骨、口腔粘膜、顔面皮膚に異常所見は認められない。

全ての歯において打診痛は認められず、筋と粘膜に対する触診においても、圧痛は認められなかった。

以上の診査結果から、非定型歯痛と診断したが、カウンセリングの中で、軽度の睡眠障害（中途覚醒）が見受けられたため、睡眠管理を含めた疼痛管理を行っていくこととした。

疼痛管理<sup>3)</sup>として、最初に、病態および抜髄や抜歯など、侵襲的な治療の必要性がないことを説明し、疼痛時、疼痛部位には局所麻酔薬（表面麻酔薬）2%塩酸リドカイン（キシロカイン<sup>®</sup>ゼリー）を少量、塗布するよう指示した。睡眠時の中途覚醒を改

善する目的で、就寝前に、ベンゾジアゼピン系短期作用型睡眠薬 brotizolam（レンドルミン<sup>®</sup>）0.25mg1錠の服用とし、2週間分処方した。2週間後、痛みの程度はNRS値で5~6と初診時に比べて軽減するとともに、夜間の中途覚醒はなくなった。しかし、入眠までに時間がかかるという訴えがあるため、睡眠薬をレンドルミンからベンゾジアゼピン系超短期作用型睡眠薬 zolpidem tartrate（マイスリー<sup>®</sup>）5mg1錠の服用に変更すると共に、生活習慣、睡眠指導を行った。さらに2週間後、痛みはほぼ消失し、睡眠に関しては、中途覚醒はなく、5時間の睡眠時間が確保できるまでに改善した。

現在も2週間に1回のペースで、カウンセリングと薬物療法による疼痛管理<sup>4)</sup>を継続している。

3) 結語

私達は、非定型歯痛と診断した症例に対して、カウンセリングと薬物療法による睡眠管理によって症状を軽減することができた。

### Ⅲ. 文献

- 1) Palla S, Goulet J-P (Sessle BJ, Lavigne GJ, Lund JP, Dubner R eds): The path to diagnosis. Orofacial pain: from basic science to clinical management, 2nd ed, Chicago, Quintessence, 2008, 135-143.
- 2) De Laat A, Palla S, Siqueira JT, Imamura Y (Sessle BJ, Lavigne GJ, Lund JP, Dubner R eds): Illustrative case reports. Orofacial pain: from basic science to clinical management, 2nd ed, Chicago, Quintessence, 2008, 219-221.
- 3) Baad-Hansen L: Atypical odontalgia-pathophysiology and clinical management, J Oral Rehabil, 2008, 35, 1-11.
- 4) Beaulieu P, Walczak J-S (Lavigne G, Sessle BJ, Choiniere M, Soja PJ eds): Pharmacological management of sleep and pain interactions. Sleep and pain, Seattle, IASP Press, 2007, 391-315.

## 20. 三叉神経運動ニューロン樹状突起における情報処理機構

### Dendritic processing in the trigeminal motoneurons.

○中村 史朗, 望月 文子, 中山 希世美, 井上 富雄  
Shiro Nakamura, Ayako Mochizuki, Kiyomi Nakayama, Tomio Inoue

昭和大学歯学部口腔生理学講座

Department of Oral Physiology, Showa University School of Dentistry

#### 目的

最終的な運動指令を顎筋に伝える三叉神経運動ニューロンは、非常に大きな細胞の一つで、シナプス入力を受容する部位である樹状突起が極めてよく発達しており<sup>1)</sup>、そこでプレモーターニューロンからの豊富な運動指令を受ける<sup>2), 3)</sup>。樹状突起遠位部にシナプス後電位が生じた場合、シナプス後電位を受動的に細胞体に伝えるだけでは細胞体まで伝導する間に振幅が著しく減弱する(図1, ①)。しかし実際には樹状突起に存在する電位依存性イオンチャンネルがシナプス後電位を増幅し、樹状突起でも複雑な情報処理を行えるようにしていると考えられるようになってきた<sup>4)</sup>(図1, ②)。しかし、多くの樹状突起は複雑に分岐し電的に一様な構造でないため、樹状突起でどのような情報処理が行われているのか、またそれぞれの樹状突起部位での情報処理にはどのような機構が関与するのかを解析することは従来の電気生理学的手法では非常に困難であった。



図1 三叉神経運動ニューロンの樹状突起

そこで今回我々は、三叉神経運動ニューロンの興奮に伴い樹状突起に誘発される電氣的現象を調べるため、活動電位により誘発される細胞体や樹状突起での電位応答および細胞内カルシウム動態を、高速多光子励起共焦点レーザー顕微鏡を用いたカルシウムイメージング、およびパッチクランプ法にて光学的および電気生理学的に解析した。

#### 方法

##### 1. 試料の作製

本研究は昭和大学動物実験実施指針に準拠して行った。実験には生後2~5日齢のWistar系ラットを用いた。エーテル麻酔下で脳幹を摘出し、ビブラトーム(VT 1200S, Leica)を用いて三叉神経運動核を含む前頭断脳幹スライス標本(厚さ400 μm)を作製した。スライス標本を34°Cで1時間、室温で30分以上インキュベートした後、スライス標本を記録用チャンバーに静置し、人工脳脊髄液を灌流させた。

##### 2. ホールセルパッチクランプ記録

近赤外微分干渉顕微鏡を用いて可視化した三叉神経運動ニューロンからパッチクランプ記録を行った。パッチクランプ内液には、カルシウム指示薬 Oregon Green 488 BAPTA-1 (100 μM) および蛍光色素 Alexa Fluor 568 (50 μM) を溶解した。

##### 3. 細胞内カルシウム濃度計測

Alexa Fluor 568 によるニューロンの可視化と Oregon Green 488 BAPTA-1 によるニューロン細胞

体や樹状突起の細胞内カルシウム濃度計測には、高速多光子共焦点レーザー顕微鏡システム (A1R MP, Nikon) を用いた (図 2)。画像取得, データ表示および解析は, システム付属ソフトウェア (NIS Elements AR, Nikon) で行った。細胞内カルシウム濃度の変化率は, 蛍光強度変化比 ( $\Delta F/F$ ) として表した。

## 結果及び考察

三叉神経運動ニューロンに細胞内通電したところ, 活動電位が発生するとともに, 細胞体で一過性の蛍光強度の上昇が認められ, 誘発された活動電位の発火数の増加に伴い蛍光強度が増大した ( $n = 14$ )。したがって, 蛍光強度の上昇は, 活動電位の発生に由来すると考えられる。さらに, 蛍光強度の上昇が樹状突起でも観察されたことから, 細胞体で発生した活動電位が樹状突起へ逆行性に伝播していることが示唆された (図 2)。樹状突起の様々な部位の蛍光強度を検索した結果, 樹状突起での蛍光強度変化比は細胞体からの距離が大きくなるに従い減少した。細胞膜電位を  $-50$  mV から  $-80$  mV に変化させた状態で細胞体に活動電位を誘発したところ, 蛍光強度の上昇は膜電位の低下に伴い増大した。したがって, 細胞体および樹状突起での細胞内カルシウム濃度の上昇は, 電位依存的に変化することが示唆された。この活動電位の逆行性伝播に関わるイオンチャンネルを調べるため, 灌流液中にナトリウムチャンネルブロッカーであるテトロドトキシンを投与したところ, 樹状突起での蛍光強度変化比が著しく低下した (図 2)。したがって, 細胞体で起こった活動電位の逆行性伝播には, ナトリウムチャンネルの活性化が関与している可能性が示された。

以上の結果から, 三叉神経運動ニューロンの樹状突起はシナプス入力を受動的に受け取るだけでなく, それ自体が興奮性を持つことによってシナプス入力情報の増幅や加工などの複雑な情報統合処理を行っている可能性が考えられる。

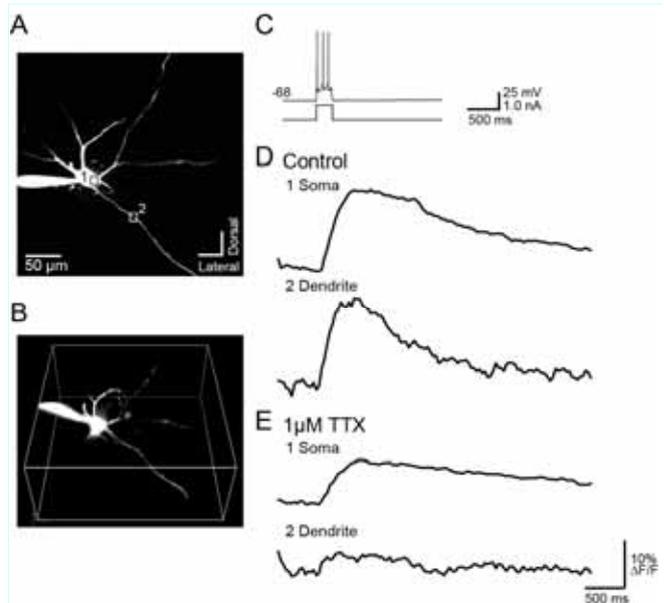


図 2 三叉神経運動ニューロン細胞体の活動電位により誘発される蛍光強度変化

## 文献

- 1) Yoshida A, Tsuru K, Mitsuhiro Y, et al. Morphology of masticatory motoneurons stained intracellularly with horseradish peroxidase. *Brain Res* 1987; 416: 393-401.
- 2) Nakamura S, Inoue T, Nakajima K, et al. Synaptic transmission from the supratrigeminal region to jaw-closing and jaw-opening motoneurons in developing rats. *J Neurophysiol* 2008; 100: 1885-1896.
- 3) Gemba-Nishimura A, Inoue T, Nakamura S, et al. Properties of synaptic transmission from the reticular formation dorsal to the facial nucleus to trigeminal motoneurons during early postnatal development in rats. *Neuroscience* 2010; 166: 1008-1022.
- 4) Heckman CL, Lee RH, Brownstone RM. Hyperexcitable dendrites in motoneurons and their neuromodulatory control during motor behavior. *Trends Neurosci* 2003; 26: 688-695.

## 21. ビジュアルフィードバックを用いた咀嚼筋における運動学習

### Motor Learning of Masticatory Muscle Activity Using Visual Feedback

○飯田 崇, 小見山 道, 小原 綾子, 浅野 隆, 川良 美佐雄  
Takashi Iida, Osamu Komiyama, Ryoko Obara, Takashi Asano, Misao Kawara

日本大学松戸歯学部 顎口腔機能治療学講座  
Department of Oral Function and Rehabilitation,  
Nihon University School of Dentistry at Matsudo

#### I. 目的

日常生活における咀嚼筋の筋活動の制御には歯根膜を主として様々な感覚のフィードバックが関与している。過去の報告では噛みしめ行為をトレーニングとし、10週間にわたるフォローアップを行い、低強度の噛みしめに関する運動学習を検討している<sup>1)</sup>。しかしながら、噛みしめ行為に関する短期間での運動学習を検討した報告は認められない。そこで本研究ではビジュアルフィードバックを用いて短期間における咀嚼筋活動に関する運動学習について検討を行った。

#### II. 方法

被験者はインフォームド・コンセントを得て参加し、顎口腔領域に異常を認めない21～40歳の右利き成人12名（男性6名、女性6名）を対象とした。本実験にて被験者が行う運動課題は噛みしめ動作（Tooth bite task）と、コントロール群として右側第一指と右側第二指でつまむ動作（Finger pinch task）の二種類とした。筋活動の測定は表面筋電図を使用した。表面電極（Neuroline 720, Ambu社製）を両側咬筋中央部、両側側頭筋前部、右側短母指外転筋、右側第一背側骨間筋に貼付し、生体用アンプ（Disa 15C01, Disa社製）を用いて双極導出した。同時に各運動課題の咬合力、ピンチ力を、

フォースメーターを用いて測定した。被験者はビジュアルフィードバックなし（pre-training）、ビジュアルフィードバックあり（training）、ビジュアルフィードバックなし（post-training）の3つをフィードバック条件とし、連続して順に測定を行った。運動課題の順序はランダムとし、被験者は一つの運動課題を連続して3つの測定条件にて行った。最初にTooth bite taskまたはFinger pinch taskにおける最大かみしめおよび最大ピンチを行い、その値をフォースメーターで100% maximum voluntary contraction (MVC) と定義し、3つの測定条件下において10%、20%、40%、60%、80% MVCの5種類の強度においてTooth bite taskおよびFinger pinch taskを行った。また、被験者はフォースメーターをTooth bite taskでは右側第一大臼歯間、Finger pinch taskでは右側第一指と右側第二指間で保持する形で測定を行った。各運動強度における測定は30秒毎のON/OFF期間を4回行い30秒のON期間では5秒ごとのON/OFFを繰り返す形とした。すなわち本実験では5種類の運動強度（10%、20%、40%、60%、80% MVC）、3種類のフィードバック条件（pre-training, training, post-training）、2種類の運動課題（Tooth bite task, Finger pinch task）の合計30種類の異なる測定条件下で測定を行った（図1）。

測定された実験データから運動課題を実行した5秒間の表面筋電図およびフォースメー

ターの値を各被験者における全測定より抽出した。30種類の測定条件にて表面筋電図の波形より root mean square (RMS), フォースメーターのデータより咬合力, ピンチ力を被験者ごとに加算平均した。次に目標とした運動強度 (target force level) を X 軸, RMS, 咬合力, およびピンチ力を Y 軸として 2 種類の運動課題の条件下における 3 種類のフィードバック条件にて曲線を作成した。2 種類の運動課題の条件下における 3 種類のフィードバック条件におけるばらつきを比較するために RMS, 咬合力, ピンチ力より変動係数を算出した。また, target force level と RMS, 咬合力, およびピンチ力間で求めた曲線より, ビジュアルフィードバックによる運動学習を評価するため 2 種類の運動課題の条件下における 3 種類のフィードバック条件にて決定係数を算出した。

統計解析は RMS, 咬合力, ピンチ力では運動強度, フィードバック条件を因子とし, 変動係数ではフィードバック条件, 測定部位を因子とし, 二元配置分散分析を用いた。決定係数は 3 種類のビジュアルフィードバック条件間で一元配置分散分析を用いた。

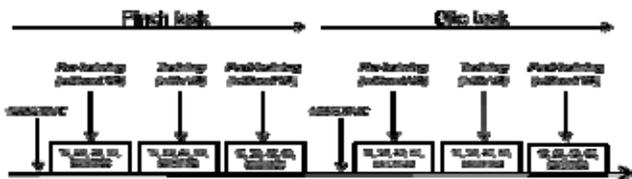


図 1 実験デザイン

### III. 結果及び考察

RMS, 咬合力は 3 種類のフィードバック条件間にて有意差を認めなかったが, ピンチ力では pre-training と training 間, pre-training と post-training 間にて有意差を認めた(図 2, 3)。両側咬筋および両側側頭筋における RMS, 咬合力, ピンチ力の変動係数は 3 種類のフィードバック条件間において有意差を認めたが, 右側短母指外転筋, 右側第一背側骨間筋での RMS

では 3 種類のフィードバック条件間において有意差を認めなかった。Tooth bite task における決定係数は pre-training と training 間で有意差を認めたが, training と post-training では有意差を認めなかった。しかしながら Finger pinch task における決定係数は pre-training と training 間, training と post-training 間の両方で有意差を認めた。以上の結果よりビジュアルフィードバックは, 手指の筋活動および咀嚼筋活動の制御に有意に関与しており, また短期間においても顎運動では運動学習が発現することが示唆された。

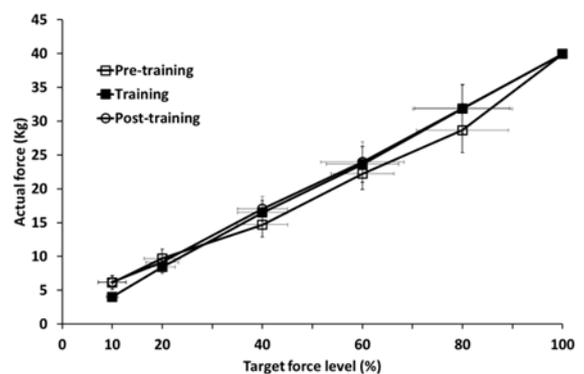


図 2 Target force level と咬合力の関係

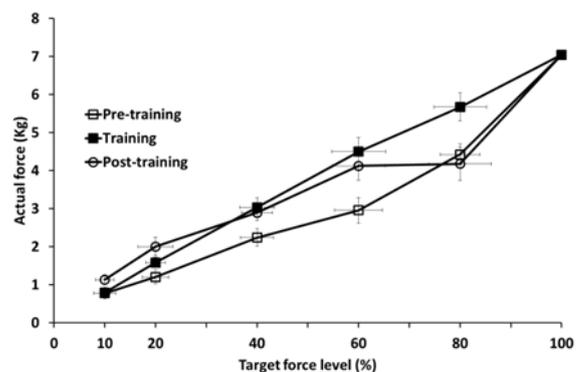


図 3 Target force level とピンチ力の関係

### IV. 文献

- 1) Hellmann D, Giannakopoulos N, Blaser R et al. Long-term training effects on masticatory muscles. J Oral Rehabil 2011; 38: 912-20.

## 22. 摂食・咀嚼・嚥下過程における各種生体情報の記録解析法の確立 —測定システムの開発—

### Establishment of a method for measuring and analyzing various bio-information during a sequence of feeding, mastication and swallowing -Development of a measuring system-

○重本修伺<sup>1)</sup>, 石川輝明<sup>4)</sup>, 鈴木善貴<sup>4)</sup>, 大倉一夫<sup>1)</sup>, 松香芳三<sup>1)</sup>, 松山美和<sup>2)</sup>, 中野雅徳<sup>3)</sup>

Shigemoto S.<sup>1)</sup>, Ishikawa T.<sup>4)</sup>, Suzuki Y.<sup>4)</sup>, Okura K.<sup>1)</sup>, Matsuka Y.<sup>1)</sup>, Matsuyama M.<sup>2)</sup>, Nakano M.<sup>3)</sup>

徳島大学大学院ヘルスバイオサイエンス研究部<sup>1)</sup>咬合管理学分野,<sup>2)</sup>口腔機能福祉学分野,

<sup>3)</sup>口腔保健学講座,<sup>4)</sup>徳島大学病院 歯科

<sup>1)</sup>Department of Fixed Prosthodontics, <sup>2)</sup>Department of Functional Oral Care and Welfare, <sup>3)</sup>Subdivision of Oral Health and Welfare, Institute of Health Biosciences, The University of Tokushima Graduate School,

<sup>4)</sup>General Dentistry, Tokushima University Hospital

#### I. 目的

口から食物を摂取し, 自分の歯や義歯などの補綴装置によって十分咀嚼し, 適切に嚥下することができることが, 高齢者の QOL や健康を維持する上で重要な要件になっている. 近年, 摂食・嚥下に関する研究は医学・医療に関する広い分野で様々な手法で行われているが, 咀嚼を含めた一連の食事動作を総合的に記録し解析した研究はほとんど見当たらない. 我々はまず, 健常者を対象として, 一連の食事動作における咀嚼運動, 咀嚼筋の筋電図, 鼻咽喉内視鏡, 嚥下音, 呼吸を同時に記録し, 摂食・咀嚼・嚥下過程における各種生体情報の記録・解析法の確立を目指している. その後, 歯科臨床で活用できる摂食・咀嚼・嚥下の機能評価法を確立したいと考えている. 本研究では測定システムを構築し, 予備実験を行ったので報告する.

#### II. 方法

##### 1. 測定システム (図 1)

###### 1) 顎運動測定器:

顎運動測定は, 当教室で開発したチェアサイド用 6 自由度顎運動測定器 CS-IIi<sup>1)</sup> を用いた.

###### 2) 生体信号収録装置:

携帯型ポリソムノグラフ装置 (TEAC 社製 Polymate1124) を用いて生体信号 (左右咬筋, 左右側頭筋, 左右顎二腹筋筋電図, 嚥下音, 呼吸) を記録した.

###### 3) 鼻咽喉ファイバースコープ:

嚥下直前の咽頭の食塊を直接観察するために PENTAX 鼻咽喉ファイバースコープ (HOYA 社製 FNL-10RP3) を用いた.

###### 4) GPS 同期型刻時装置:

顎運動データと生体信号データの同期信号に GPS 同期型刻時装置 (HAKUSEN 社製 LS-20K) のパルス出力を使用した. パルス出力フォーマットは時刻コード IRIG-B とした.

##### 2. データの同期測定

顎運動と生体信号データの同期測定を実現するため野口ら<sup>2)</sup>の方法に準じて GPS 同期型刻時装置の時刻コード出力を顎運動測定器と Polymate で収録した. 時刻コードのデコード用ソフトウェアは自作した.

また Noru Pro Light System 社製 Video Recording Tool を用いて生体信号と鼻咽喉ファイバースコープの映像を同時収録することで顎運動, 生体信号, 映像データの同期測定を実現した.

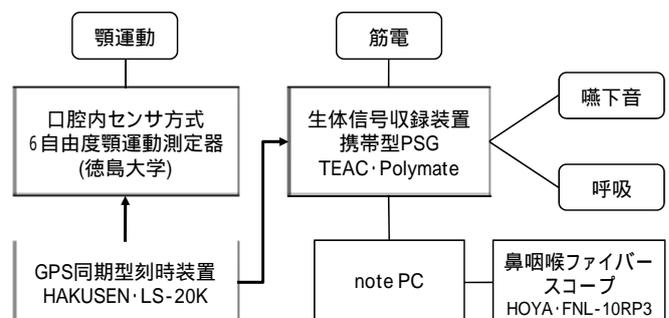


図 1 測定システム

### 3. 一連の食事動作の測定

開発した測定システムを用いて 67 歳男性被験者 1 名の一連の食事動作時の顎運動, 生体信号, 映像データの同期測定を行った。

### III. 結果及び考察

顎運動データと生体信号データの同期信号として用いた IRIG-B 時刻コードは, 日付, 時間, 分, 秒のデータを 1kHz の搬送周波数でエンコードしたもので, 毎秒 1 回更新される。このパルス信号を顎運動測定器は 102.4kHz で、Polymate は 2.0kHz で取り込み, 自作ソフトウェアで正確に時刻をデコードすることができた。時刻更新の検出精度は測定機器のデータ収集速度に依存するが, 本システムの時刻同期精度は, 0.25ms 未満と実用上十分な精度であった。食パン (20x20x20mm) の捕食から咀嚼嚥下にわたる測定結果の一例を図 2 に示す。上段から切歯点の顎運動, 左右咬筋, 左右側頭筋, 左右顎二腹筋, 嚥下音, 呼吸を示す。鼻咽喉ファイバースコープの画像がホワイトアウトした時間を図中黒矢印 (↑) で示す。咀嚼の途中に 2 度嚥下が発現した。嚥下時の下顎位は咬頭嵌

合位に近い位置にあった。またホワイトアウト直後に顎二腹筋のバーストが認められた。咽喉マイクで検出された嚥下音はホワイトアウトよりやや遅れて発現していた。今後は被験者を増やし一連の食事動作時の生体情報を蓄積することで摂食・咀嚼・嚥下機能評価法のためのパラメータの抽出に繋がりたいと考えている。

なお, 本研究の一部は「ICT を活用した地域実践型口腔保健教育による高度専門職業人の育成—口腔保健を基盤とした健康増進と疾病・介護予防の徳島モデルの構築—」プロジェクトからの助成に依った。

謝辞: 共同研究者である宇高耳鼻咽喉科医院院長 宇高二良先生に深謝申し上げます。

### IV. 文献

- 1) 石川輝明: 三軸コイルを用いたチェアサイド用 6 自由度顎運動測定器の開発を応用, 四国歯誌, 19: 55-66 (2006)
- 2) 野口直人ほか: 睡眠時ブラキシズム発現に伴う顎運動の測定解析法の検討. 顎機能誌 16, 1-14 (2009)

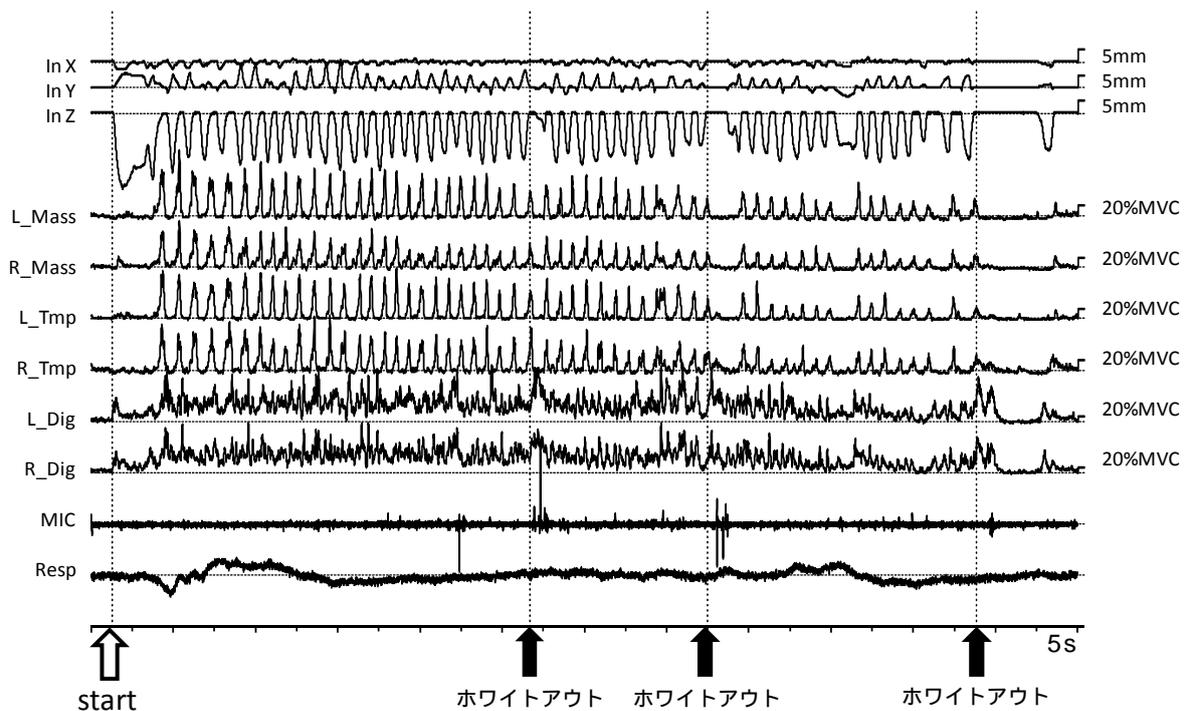


図 2 一連の食事動作時の生体情報の測定例 (食パン)

## 23.固定性インプラント補綴における支台インプラントの本数・植立位置とインプラント荷重との関連 –生体内測定と模型上測定の比較–

Influence of the number and position of implants supporting fixed prostheses on the loads exerted on implants.

- Comparison between in vivo measurement and in vitro measurement -

○依田信裕, 小針啓司, 班兆陽, 孫堅, 郡司良律, 小川徹, 川田哲男, 佐々木啓一

Yoda N, Kobari H, Ban Z Y, Sun J, Gunji Y, Ogawa T, Kawata T, Sasaki K

東北大学大学院歯学研究科 口腔システム補綴学分野

Division of Advanced Prosthetic Dentistry, Tohoku University Graduate School of Dentistry

### I. 目的

複数歯欠損に対する固定性インプラント補綴治療においては,手術時のリスク軽減,インプラント植立位置の自由度の増加,患者の経済的負担減などの観点から,欠損歯数よりも少数のインプラントを支台とする症例が多くみられる.このような症例で長期的に良好な経過を期待するうえで,インプラント周囲の感染制御とともに,インプラントに加わる荷重の適切な制御は,重要な因子である.しかしながら荷重制御を考慮するための有効なデータは少ない.

本研究では,機能時のインプラント荷重を測定可能な三次元小型水晶圧電式センサを用い,固定性上部構造を有する支台インプラントに加わる荷重を,模型上にて三次元的に測定し,各種条件下におけるインプラント荷重の大きさ,方向を分析した.また模型上での測定値を生体内実測値と比較検討することで,支台インプラント本数ならびに植立位置とインプラント荷重との関連について考察した.

### II. 方法

#### 1. 荷重測定用センサ

インプラントに加わる荷重測定には三次元小型水晶圧電式センサ (Type Z18400, Kistler Instruments) (以下,センサ)<sup>1)</sup>を用いた.

#### 2. 三次元荷重測定装置

インプラントフィクスチャーを想定し,10.0 mm 間隔で直線状に雌ネジを 3 か所 (以下, Imp1, Imp2, Imp3) 設置したステンレススチール製のブロック体を実験用模型とした.この

模型に対応する実験用上部構造は白金加金製とし,形態はカンチレバークリッジとするために 4 歯連結冠とした.

実験用上部構造は内部にセンサを設置できるよう設計し,両者はチタン製スクリューを用いて,約 20 Ncm のトルクにて模型上に固定した.

#### 3. 実験条件 (図)

実験用上部構造の咬合面上に 100 N の荷重を垂直に負荷し,その際に支台インプラントに加わる荷重を測定した.荷重点は図中の 3 つの位置を設定した.

支台インプラントの位置・本数は,以下の 3 条件とした.

Case-1: インプラント 3 本を支台とする場合,  
Case-2: Imp1 と Imp3 を支台とする場合,  
Case-3: Imp1 と Imp2 を支台とする場合.

#### 4. 分析方法

実験条件および荷重点ごとに各インプラントに加わる荷重の大きさ,方向について分析した.分析は,センサの受圧面を基準とした座標系を用い,各条件において比較した.

#### 5. 生体内データとの比較

本研究で得られたデータは,同様のセンサを用いて,実際に口腔内でインプラントに加わる荷重を測定したデータと比較検討した.この生体内測定データは,第 47 回日本顎口腔機能学会学術大会にて発表したものである.

生体内測定の被験者は下顎左側 5~7 にインプラントが 3 本埋入されており,上顎対合歯は天然歯列である有歯顎者 1 名であり,今回の実験用模型のモデルとなっている.

被験者に行わせたタスクは,随意的最大咬み

しめ（以下，MVC）およびインプラント上部構造の咬合面でのパラフィンワックス片咬みしめ（以下，WAX）とした．ワックス片は対合歯同士が接触する状態まで咬み込むよう指示し，その中で最大の荷重が加わった時点のデータを採取した．測定は支台インプラントの本数や位置を変化させ行った．

### Ⅲ．結果及び考察

模型上荷重測定装置によりインプラントに加わる荷重の三次元測定が可能であった．荷重を負荷することにより，支台インプラントに設置されたセンサには三軸方向すべてに荷重が検出された．

ほとんどの実験条件において，各インプラントに加わる荷重量の垂直成分の合計は 100 N に近似し，また水平成分は相殺され 0 N に近似し，測定系の妥当性が示された．一方，生体内測定の場合，デンタルプレスケールで測定した上部構造上咬合力と実際に支台インプラントに加わる総荷重量は必ずしも一致せず，カンチレバーブリッジ形態にした場合，その傾向は顕著であった．生体内測定と模型実験では荷重状況が異なるため正確な比較はできないが，生体内ではインプラントを支持する骨の歪みや筋の発揮する力の方向等の生体因子やインプラント排列位置等の補綴的因子がインプラントへの荷重に影響を及ぼしていることも推察された．

カンチレバー部に荷重を負荷した場合，カンチレバー部に隣接するインプラントに加わる荷重量が支台インプラント中で最大になった．生体内測定においてもカンチレバーに隣接するインプラントに最も大きい荷重が加わった．これはこれまでの *in vitro* での報告<sup>2)</sup>と一致する結果であった．

また今回の模型実験においては，カンチレバーに隣接するインプラントに加わる荷重方向は共通して近心下方方向であり，さらにその次に隣接するインプラントでは遠心上方方向であった．これは上部構造の歪みによる曲げモーメントの影響が考えられた．

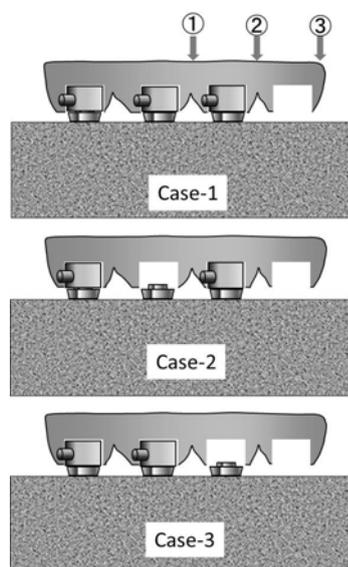
本研究では，3 本支台においてカンチレバー部に荷重した場合，荷重負荷点から最も離れたインプラントにはほとんど荷重は加わらず，荷重のほとんどはカンチレバーに近接する 2 本のインプラントに加わった．

これまでの報告では，オフセット排列をする

ことで，各インプラントへの荷重が減少することが示唆されており<sup>3)</sup>，本研究ではインプラントを直線上に排列していることを踏まえ，今後はオフセット排列の荷重分散効果についても検討する必要があると思われる．

一方，支台本数を 2 本とし，カンチレバー部に荷重を加えた場合，Case-3 に比較して Case-3 においてカンチレバーに近接するインプラントに加わる荷重は大きくなった．これは力のモーメントのつり合い理論に従い，支台間距離に反比例し，各支台インプラントに加わる荷重が減少したと推察された．

以上より，インプラント補綴臨床においてカンチレバーを有する延長ブリッジを設計する際には，荷重に影響を及ぼすインプラント支台本数や位置への配慮が必要であることが示唆された．



図：実験条件

### Ⅳ．文献

1) Kawaguchi T, Kawata T, Kuriyagawa T et al. In vivo 3-dimensional measurement of the force exerted on a tooth during clenching. *J Biomech.* 40: 244-251, 2007.

2) Ogawa T, Dhaliwal S, Naert I et al. Impact of implant number, distribution and prosthesis material on loading on implants supporting fixed prostheses. *J Oral Rehabil.* 37: 525-531, 2010.

3) Rangert B, Sullivan R, Jemt T. Load factor control for implants in the posterior partially edentulous segment. *Int J Oral Maxillofac Implant.* 12: 360-370, 1997.

## 24. 転倒・骨折高齢患者の回復期での介護予防に 補綴歯科治療が与える影響

### Influence for care prevention of the elderly patients with bone fracture by fall during the convalescent phase by prosthodontic treatment

○田中睦都, 覺道昌樹, 林 亜紀子, 向井憲夫, 田中順子, 田中昌博  
Muto Tanaka, Masaki Kakudo, Akiko Hayashi, Norio Mukai, Junko Tanaka,  
Masahiro Tanaka

大阪歯科大学有歯補綴咬合学講座

Department of Fixed Prosthodontics and Occlusion, Osaka Dental University

#### I. 目的

転倒およびその合併症である骨折に伴う要介護者の割合は、厚生労働省「国民生活基礎調査」によると、全要介護者の約10%に至ると報告されている。骨折後の症状が安定した回復期において、早期にリハビリテーションを行うことが機能回復に大きな効果をもたらし、介護予防に繋がる。厚生労働省の介護予防マニュアルには、①運動機能の向上、②栄養改善、③口腔機能の向上、④閉じこもり・認知症・うつ予防・支援について示されている。歯科においては、補綴歯科治療が、高齢者の運動機能の向上や栄養の改善など介護予防に関連する項目に貢献することが明らかにされつつある。しかし、回復期の高齢患者に補綴歯科治療が与える影響についての報告はない。

そこで、転倒・骨折高齢患者の回復期での介護予防に補綴歯科治療が与える影響について検討することを目的とした。

#### II. 方法

##### 1. 被検者

被検者として、転倒により骨折し、回復期リハビリテーション病院に入院した高齢患者のうち、入院時に実施した改訂版長谷川式簡易知能評価スケールにおいて、21点以上を獲得した非認知症高齢者18名(平均年齢77.6歳)を選択した。

被検者を、入院時の口腔内診査により歯の欠

損、不良補綴物への補綴歯科治療を必要とし処置を行った群9名(男性2名、女性7名、平均年齢76.8歳)(以下、介入群)および、処置を拒否したため行わなかった群9名(男性3名、女性6名、平均年齢78.4歳)(以下、非介入群)に分類した。なお、入院時の各群の運動機能、栄養状態、口腔機能、コミュニケーションおよび社会的認知をMann-WhitneyのU検定を用いて比較し、2群はほぼ同条件であることを確かめた。

介入群における補綴歯科治療の内訳は、クラウンやブリッジによる処置が2名、義歯の調整や裏装が3名および義歯の新製が4名であった。

各被検者のリハビリテーションの実施計画は、担当医師、作業療法士(occupational therapist 以下、OT)および理学療法士により立案、実施された。

##### 2. 評価項目

評価項目は、厚生労働省の介護予防マニュアルに基づき下記のように決定した。

###### 1) 運動機能

運動機能の評価には、機能的自立度評価表(Functional Independence Measure 以下、FIM)<sup>1)</sup>の運動項目の合計点数を用いた。また、生活機能の向上を図るために必要とされている「歩行」と「階段」について、FIMの各評価点数を用いた。FIMの採点は、各患者担当のOTが行った。

###### 2) 栄養状態

栄養状態の評価には、血清アルブミン値および体格指数(Body Mass Index 以下、BMI)を用いた。

### 3) 口腔機能

口腔機能の評価には、口腔内の QOL の評価として、Oral Health Impact Profile -Japanese version (以下、OHIP-J)、咬合支持の評価として、補綴物装着時の臼歯部咬合支持域数および咀嚼能力の評価として、キシリトールガム咀嚼力判定用(ロッテ社製)を用いた。

### 4) コミュニケーションおよび社会的認知

閉じこもり・認知症・うつに関するコミュニケーションおよび社会的認知の評価には、FIM の認知項目の合計点数を用いた。FIM の採点は、運動項目と同様に各患者担当の OT が行った。

## 3. 分析方法

得られた 9 項目のスコアを、介入群、非介入群それぞれの入退院時において比較検討した。統計学的解析は、Wilcoxon の順位和検定を用い、有意水準は 5 %未満とした。

なお、本研究は大阪歯科大学医の倫理委員会の承認(大歯医倫 110504)を得て、遂行した。

## III. 結果及び考察

### 1. 運動機能

FIM の運動項目の合計点数では、両群ともに有意な改善が認められた。しかし、「歩行」(図 1)と「階段」の項目においては、介入群にのみ有意な改善を認めた。

### 2. 栄養状態

血清アルブミン値は、非介入群にのみ有意な低下が認められた。しかし、BMI は両群ともに有意な差を認めず、変化はなかった。

### 3. 口腔機能

OHIP-J、補綴物装着時の臼歯部咬合支持域数およびガム咀嚼能力では、すべて介入群にのみ有意な改善を認めた。

### 4. コミュニケーションおよび社会的認知

FIM の認知項目の合計点数では、介入群にのみ有意な改善を認めた(図 2)。

介入群の運動項目の「歩行」と「階段」が向上したことは、咬合支持を有する方が、理学療法訓練進行度に有利であることから<sup>2)</sup>、咬合支持域の改善が、リハビリテーション効果に影響したと考えられる。また、介入群の認知項目が向上したこ

とは、口腔機能および審美性の改善が QOL を向上させ<sup>3)</sup>、それにより精神活動が向上し、FIM の認知項目の向上に影響したと考えられる。

本研究の結果から、回復期の補綴歯科治療の介入により、介護予防に関する項目の維持または向上が認められた。転倒・骨折高齢患者の回復期での介護予防に、補綴歯科治療が、有効であることが示された。

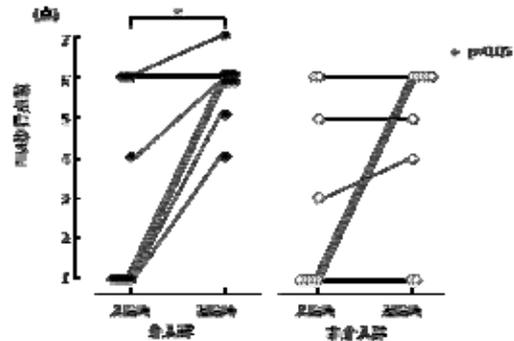


図 1 入退院時の介入群、非介入群の歩行点数

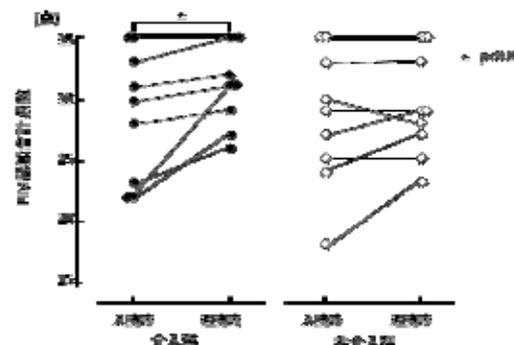


図 2 入退院時の介入群、非介入群の認知合計点数

## IV. 文献

- 1) 慶應義塾大学医学部リハビリテーション医学教室. FIM 医学的リハビリテーションのための統一データセット利用の手引き, 第三版. 東京: 慶應義塾大学医学部リハビリテーション医学教室; 1991, 16-36.
- 2) Itoda M, Sakaguchi H, Kusumoto T. et al. Relationship between Occlusal Supports and Training Grade in Physical Therapy in Elderly. J. Jpn. Assoc. Craniomandib. Orthop ed 2007; 20: 41-45.
- 3) 今井智子, 北川昇, 佐藤裕二ほか. 補綴治療が無歯顎者の咀嚼能力に与える影響. Dental Med Res 2011; 31(2): 143-150.

