

日本顎口腔機能学会

第 44 回学術大会

**44<sup>th</sup> Scientific Meeting of the Japanese  
Society of Stomatognathic Function**

プログラム・事前抄録集

**Program and Abstracts**

平成 22 年 4 月 24 日（土）、25 日（日）

**April 24 – 25, 2010**

主管

広島大学大学院医歯薬学総合研究科先端歯科補綴学研究室

大会長 赤川安正

**Department of Advanced Prosthodontics,  
Division of Cervico-Gnathostomatology,  
Graduate School of Biomedical Sciences,  
Hiroshima University  
Yasumasa Akagawa**

後援：日本歯学系学会協議会

## 日本顎口腔機能学会第44回学術大会のご案内

日本顎口腔機能学会第44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22年4月24日（土）、25日（日）

会場：広島大学歯学部A棟6階大講義室（広島市南区霞1-2-3）

大会長：赤川安正（準備委員長：津賀一弘，準備副委員長：吉川峰加）

連絡先：〒734-8553 広島市南区霞1-2-3

広島大学大学院医歯薬学総合研究科先端歯科補綴学研究室

TEL 082-257-5677、FAX 082-257-5679

なお、4月24日（土）19:00より、広島アンデルセン（広島市中区袋町）にて懇親会を行いますので、ぜひご出席下さいますよう、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。
2. 口演およびシンポジウム中の写真・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いますので、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。

### ●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。事務局にて用意するPCは、Windows XPアプリケーションはPowerPoint 2003です。
2. プレゼンテーションデータはUSBメモリーにてお持ちいただき、発表前の休憩時間が始まる前までにPCデータ受付にて必ず受付をお済ませ下さい。
3. プレゼンテーションデータは、PCデータ受付にてコピーさせていただきますが、本学会終了後に事務局で責任を持って消去いたします。
4. ファイル名は「演題番号-発表者名（姓）.ppt」として下さい。
5. 動画をお使いになる先生、Macintoshでの発表を希望される先生は、ご自身のPCをお持ち込み下さい。ご自身のPCを持ち込まれる先生は、事前にその旨を事務局までお知らせ下さいますようお願いいたします。
6. PCお持ち込みの場合、プロジェクターとの接続端子は、MiniD-sub 15ピン3列コネクタ（通常のモニター端子）となります。また、必ずAC電源アダプターをご持参下さい。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。
7. PCをお持ち込みの場合も、口演前の休憩が始まる前までにPCデータ受付にてPCをお預かりいたします。お預かりしたPCは口演終了後、PCデータ受付にて返却いたします。

8. 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。
9. 口演は、発表 15 分、質疑応答 15 分です。発表終了 3 分前と終了時をアラームでお知らせします。次演者は所定の席でお待ち下さい。

## 学会会場までの交通



JR 広島駅よりバス約 20 分（広電バス：5 号線 大学病院行：大学病院前下車）



日本顎口腔機能学会第44回学術大会プログラム  
一日目 平成22年4月24日(土)

9:20~9:30 開会の辞 大会長 赤川安正

9:30~10:30 一般口演Ⅰ 座長 築山能大(九州大学大学院)

1. 飴を舐める機能の定量評価

○土岡寛和, 丸山真理子, 吉川峰加, 津賀一弘, 赤川安正  
広島大学大学院医歯薬学総合研究科先端歯科補綴学研究室

2. 接着操作時における多機能バキュームチップの防湿効果

○大河貴久, 佐藤正樹, 田中昌博, 川添堯彬  
大阪歯科大学有歯補綴咬合学講座

10:30~11:30 一般口演Ⅱ 座長 坂口 究(北海道大学大学院)

3. クレンジングが三叉神経支配領域における温熱刺激疼痛閾値に及ぼす影響  
とその経時的変化

○宮内鉄平, 石垣尚一, 小野清美, 福田修二, 高岡亮太, 松下登, 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歯科補綴学第一教室

4. fMRIを用いた摂食機能訓練時の高次脳活動に関する研究

○小倉絵美子<sup>1)</sup>, 松山美和<sup>1)</sup>, 後藤多津子<sup>2)</sup>, 古谷野潔<sup>1)</sup>

1) 九州大学大学院口腔機能修復学講座咀嚼機能再建学分野

2) 九州大学大学院口腔顎顔面病態学講座口腔画像情報科学分野

11:40~12:40 一般口演Ⅲ 座長 井上 誠(新潟大学大学院)

5. 咀嚼運動調節に関与する局所神経回路の解析

○西村晶子, 望月文子, 井上富雄  
昭和大学歯学部口腔生理学教室

6. 皮質誘発性臼磨様顎運動の発現に対する皮質運動野の関与

○戸井尚子<sup>1)</sup>, 足立忠文<sup>1)</sup>, 石原磯子<sup>1)</sup>, 加藤隆史<sup>2)</sup>, 森本俊文<sup>1)</sup>,  
増田裕次<sup>1)</sup>

1) 松本歯科大学大学院歯学独立研究科顎口腔機能制御学講座

2) 大阪大学大学院歯学研究科高次脳機能制御学

12:40~13:40 理事会・昼休み

13:40~14:10 総会

**14:20~15:20** 一般口演Ⅳ 座長 増田裕次 (松本歯科大学大学院)

7. 自宅睡眠時における Rhythmic Masticatory Muscle Activity (RMMA)の発現状況

○松田慎平<sup>1)</sup>, 山口泰彦<sup>1, 2)</sup>, 三上紗季<sup>2)</sup>, 岡田和樹<sup>2)</sup>,  
後藤田章人<sup>2)</sup>, 渡辺一彦<sup>1, 2)</sup>

- 1) 北海道大学大学院歯学研究科顎咬合学教室
- 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

8. 睡眠時ブラキシズム中の最大咬筋筋活動時の顎位の検討

○鈴木善貴<sup>1)</sup>, 大倉一夫<sup>1)</sup>, 重本修伺<sup>1)</sup>, 薩摩登誉子<sup>3)</sup>, 野口直人<sup>1)</sup>,  
福井真弓<sup>1)</sup>, 中野雅徳<sup>2)</sup>, 郡元治<sup>1)</sup>, 竹内久裕<sup>3)</sup>, 西川啓介<sup>3)</sup>,  
久保吉廣<sup>3)</sup>, 坂東永一<sup>4)</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保健福祉学分野
- 3) 徳島大学医学部・歯学部附属病院歯科
- 4) 徳島大学

**15:30~18:00** シンポジウム 顎口腔機能評価のガイドライン

座長 志賀 博 (日本歯科大学)

津賀一弘 (広島大学大学院)

「顎関節症患者の機能評価のガイドライン」

山口泰彦 (北海道大学病院歯科診療センター)

服部佳功 (東北大学大学院歯学研究科)

「有床義歯装着者の機能評価のガイドライン」

大川周治 (明海大学歯学部)

祇園白信仁 (日本大学歯学部)

「固定性義歯装着者の機能評価のガイドライン」

矢谷博文 (大阪大学大学院歯学研究科)

「小児の機能評価のガイドライン」

山崎要一 (鹿児島大学大学院医歯学総合研究科)

田村康夫 (朝日大学歯学部)

「矯正患者の機能評価のガイドライン」

吉田教明 (長崎大学大学院医歯薬学総合研究科)

「摂食・嚥下障害患者の機能評価のガイドライン」

佐々木啓一 (東北大学大学院歯学研究科)

**19:00~21:00** 懇親会 広島アンデルセン (広島市中区本通 7-1)

二日目 平成22年4月25日(日)

**8:30~9:30** 一般口演V 座長 田中昌博(大阪歯科大学)

9. 咬合挙上を伴わない歯牙支持型咬合力計の試作 - 咀嚼運動解析のために -

○島田明子, 笠井隆浩, 多田浩晃, 田中美保子, 鳥巢哲朗, 村田比呂司  
長崎大学大学院医歯薬学総合研究科歯科補綴分野

10. 噛みしめに伴う歯列変形の計測

○田中恭恵<sup>1)</sup>, 服部佳功<sup>1)</sup>, 佐藤智昭<sup>1)</sup>, 猪狩洋平<sup>1)</sup>, 蒲原敬<sup>2)</sup>,  
渡邊誠<sup>3)</sup>

1) 東北大学大学院歯学研究科加齢歯科学分野

2) 株式会社ジーシー研究所

3) 東北大学国際高等研究教育機構

**9:30~10:30** 一般口演VI 座長 石垣尚一(大阪大学大学院)

11. インプラントおよび歯に加わる荷重の生体内三次元解析

○郡司良律, 依田信裕, 小針啓司, 川田哲男, 佐藤奈央子, 塙総司,  
厨川常元\*, 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

\* 東北大学大学院工学研究科ナノメカニクス専攻

12. NaF-PET/CTによる義歯床下の骨代謝の計測

○末永華子, 横山政宣, 山口慶一郎, 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

仙台厚生病院放射線科

**10:30~10:40** 閉会の辞 次期大会長 大川周治(明海大学)

# シンポジウム 「顎口腔機能評価のガイドライン」

座長 志賀 博（日本歯科大学），津賀一弘（広島大学大学院）

## 「顎関節症患者の機能評価のガイドライン」

山口泰彦（北海道大学病院歯科診療センター）

服部佳功（東北大学大学院歯学研究科）

## 「有床義歯装着者の機能評価のガイドライン」

大川周治（明海大学歯学部）

祇園白信仁（日本大学歯学部）

## 「固定性義歯装着者の機能評価のガイドライン」

矢谷博文（大阪大学大学院歯学研究科）

## 「小児の機能評価のガイドライン」

山崎要一（鹿児島大学大学院医歯学総合研究科）

田村康夫（朝日大学歯学部）

## 「矯正患者の機能評価のガイドライン」

吉田教明（長崎大学大学院医歯薬学総合研究科）

## 「摂食・嚥下障害患者の機能評価のガイドライン」

佐々木啓一（東北大学大学院歯学研究科）

## Memo

## 一般口演

第1日 演題1～8

第2日 演題9～12

# 飴を舐める機能の定量評価

## Quantification of candy-sucking function

○土岡寛和, 丸山真理子, 吉川峰加, 津賀一弘, 赤川安正

Hirokazu Tsuchioka, Mariko Maruyama, Mineka Yoshikawa, Kazuhiro Tsuga,  
Yasumasa Akagawa

広島大学大学院医歯薬学総合研究科先端歯科補綴学研究室

Department of Advanced Prosthodontics,

Hiroshima University Graduate School of Biomedical Sciences

### I. 目的

近年, 我が国では高齢者人口の急激な増加に伴い, 認知症高齢者の口腔機能の維持向上に対するニーズが高まっている. この維持向上のためには, 客観的な口腔機能評価が不可欠であるが, コミュニケーションの取りづらくなった認知症高齢者では評価者の指示に応じられない場合も多く, その実施が難しい. それゆえ, 認知症高齢者にも応用できる安全で簡便な口腔機能評価法の開発が急務である. 一方, 認知症が進行した高齢者においても自発的に飴を舐める機能は残っていることが多く, また吸啜などの原始反射も出現してくると言われている<sup>1)</sup>. そこで, 我々は, 認知症の高齢者でも口腔機能を客観的に評価できる方法の開発を目指し, 特別な指示を必要としない飴を舐めることを利用する定量評価法の開発を着想した. 本研究では, その考案した方法と簡易型舌圧測定装置を用いた口腔周囲筋の評価, オーラルディアドコキネシス, および安静時唾液量とを健常若年者において比較し, 飴を舐める機能と他の口腔機能との関連性を検討した.

### II. 方法

被験者は, 自覚的に摂食・嚥下に障害を認め

ない健常若年者 40 名 (男性 20 名, 女性 20 名, 21~32 歳) とした. 舐める能力の評価として飴 (チュッパチャプス<sup>®</sup>, 直径 25 mm, 重量 13.27~13.87g, 図 1) を用い, 被験者に 5 分間自由に舐めさせて, 指標となる飴の重量の減少を電子天秤 (エー・アンド・デイ, HL-100) で測定した. 口腔周囲筋の機能圧の評価には, 試作簡易型舌圧測定装置 (ALNIC, プローブ内圧 19.6kPa, 図 2) を用い, 最大舌圧, 頬圧, 側方舌圧, 口唇圧の 4 つの圧を計測した. オーラルディアドコキネシスの評価にはその専用評価デバイス (健口くん<sup>®</sup>, 竹井機器工業, 図 2) を用い, /pa/, /ta/, および/ka/の 5 秒間の連続発音回数を計測し, その 1 秒あたりの回数を算出した. 安静時唾液量の評価として, 5 分間口腔内の全唾液をコップに出させ, その重量を電子天秤にて計測した. それぞれの測定項目について, 性別の影響および各測定項目間の相関を検討した.

### III. 結果及び考察

飴の重量減少量は, 男性  $6.34 \pm 1.18$  g, 女性  $5.51 \pm 1.09$  g で男性が有意に大きな値を示し ( $P < 0.05$ ), 舐める機能は男性で大きかった (図 3). 最大舌圧, 頬圧, 側方舌圧, 口唇圧, オーラルディアドコキネシスの /ta/ 発音回数は, いずれも男性が女性より有意に大きな値であった

( $P < 0.05$ ). 最大舌圧, 頬圧, 側方舌圧, 口唇圧の間では各項目間に正の相関関係を認め, オーラルディアドコキネシスの /pa/, /ta/, および /ka/ の間においても各項目間に正の相関関係を認めた. また, 男性群および女性群で舐める機能である飴の重量減少量と最大舌圧および側方舌圧との間にはいずれも正の相関を認めた (図4). また, 男性群のみで舐める機能とオーラルディアドコキネシスの /pa/, /ta/, および /ka/ との正の相関関係を認めた.

以上の測定結果により, 舐める機能は舌の筋力や運動能力と関連性がある可能性が示され, 舐める機能の測定によって口腔機能の一部を簡便に評価できる可能性が示唆された.

#### IV. 文献

- 1) Bakchine S, Lacomblez L, Palisson E, Laurent M, Derouesne C. Relationship between primitive reflexes, extra-pyramidal signs, reflective apraxia and severity of cognitive impairment in dementia of the Alzheimer type. Acta Neurol Scand 79: 38-46, 1989.



図1. チュッパチャプス (左) と測定風景 (右)



図2. 簡易型舌圧測定装置 (左) と健口くん (右)

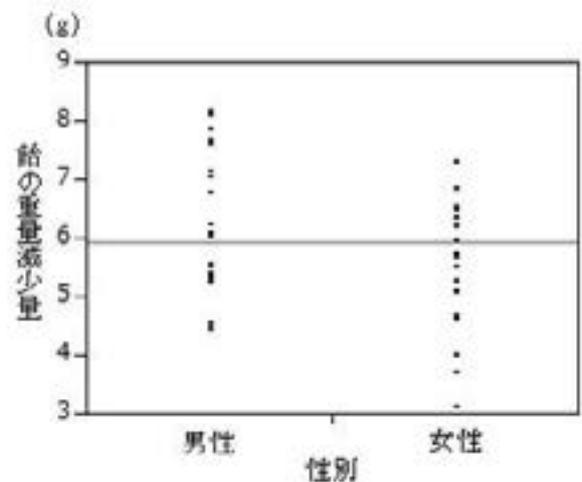


図3. 性別による舐める機能の分布

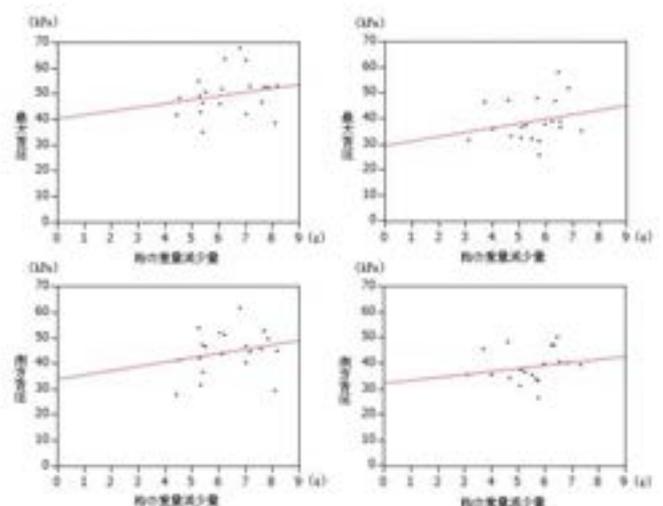


図4. 舐める機能と最大舌圧, 側方舌圧の関係  
男性 (左列), 女性 (右列)

# 接着操作時における多機能バキュームチップの防湿効果

## Dampproof effect of multi-purpose vacuum instrument during adhesive operation

○大河貴久, 佐藤正樹, 田中昌博, 川添堯彬

Takahisa Okawa, Masaki Sato, Masahiro Tanaka, Takayoshi Kawazoe

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

作業精度の向上には, 作業環境の整備が重要である. 接着操作は, 口腔内湿度をいかにコントロールするかに大きな影響をうけると考えられている. 口腔内の湿度をコントロールすることが可能な装置として近年多機能バキュームチップ Zoo<sup>1)</sup> が着目されているが, 科学的な解明はされていない.

また, 接着操作精度に関する研究は, 術者の違い<sup>2)</sup> および経験年数の違い<sup>3)</sup> を要因にしたものが存在する. しかし, それらの報告は, *in vitro* での研究であり, 実際の操作環境条件とは異なる.

さらに, 顎口腔機能の安定には, 歯冠修復装置の長期的な維持と機能が必要不可欠である.

そこで, 本研究では, 口腔内環境において, 接着操作を行い, 求めた接着強さから多機能バキュームチップの防湿効果について検討する.

### II. 方法

#### 1. 被験者

呼吸器系に異常を認めず, ラバーダムを装着しても鼻呼吸を行うことが可能な男性 1 名 (25 歳) を選択した.

#### 2. 術者

本学附属病院勤務歯科医師 4 名 (臨床経験年数 1 年: 2 名, 5 年: 2 名) が施術した.

#### 3. 相対湿度の計測

被験者の下顎右側第一大臼歯咬合面において計測を行った.

計測は, 温・湿度センサ THP-B4T (神栄), 温・湿度変換器 THT-B121 (神栄), 記録装置 midiLoggerGL200 (グラフテック) を用いた. 得られたデータを PC 上の解析ソフト midiLoggerSoftware (グラフテック) を用いて, 湿度の変化を解析した. なお, 計測環境条件は, 「防湿なし」および「多機能バキュームチップ使用」の 2 条件に設定した.

#### 4. 絶対湿度の計算

計測環境間での比較を行うため, 相対湿度から絶対湿度を計算した. 絶対湿度は, 以下の式により求めた.

$$a = 217 \times \left\{ 6.11 \times 10^{7.5t / (t + 237.3)} \right\} / (t + 273.15) \times (RH / 100)$$

a: 絶対湿度 (g/m<sup>3</sup>)    t: 温度 (°C)

RH: 相対湿度 (%)

統計学的解析は, Shapiro-wilk 検定にて正規性の検定を行った後に, paired-t test を行った. 有意水準は 1 % に設定した.

#### 5. 接着強さの測定

被験者の下顎石膏模型にて, 被着体を固定する台座をユニファスト III (GC) にて製作した.

被験者下顎右側第一大臼歯咬合面上に, 金銀パラジウム合金をハイボンドテンポラリーセメントハードにて仮着した. ステンレス鋼 (SUS303) に, 各メーカー指定条件に基づいて練和したセメントを塗布し, 手指圧にて被着体に圧接し 4 方向より光照射を行った.

用いたレジンセメントは表に示す. 接着操作環境条件は, 「防湿なし」および「多機能バキュームチップ使用」とした.

得られた試料は, 37 °C 水中にて 24 時間浸漬した後, 万能試験機 AUTOGRAPH AGS-J 5 kN (SHIMADZU) を用いて剪断接着試験にかけた. 試験により得られた最大荷重値を接着強さとした.

表 使用したレジンセメント

製品名	メーカー
ResiCem	SHOFU
PANAVIA*F2.0	Kuraray Medical
Maxcem Elite™	Kerr
CLEARFIL*SA Luting	Kuraray Medical

## 6. SN 比解析

品質工学において品質評価を行う際, 目的とする特性は望大特性, 望小特性, 望目特性の 3 種類に大別される. セメントは, 接着強さが大きく, なおかつ安定しているものが最良と考えられる. このため, 望大特性を目的特性とした. 求められた接着強さからセメントの SN 比に変換した.

SN 比への変換は, 以下の式を用いた.

$$\eta = -10 \log \left\{ \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n (1/y_i)^2 \right\}$$

$\eta$  : SN 比 (dB)     $n$  : データの個数

$y$  : 剪断接着強さ

品質評価を行うにあたり, 制御因子として, 接着操作環境条件, 誤差因子として術者, セメントを選択した.

## III. 結果

### 1. 口腔内湿度

口腔内の絶対湿度を図に示す. 多機能バキュームチップの使用により, 有意に低下した.

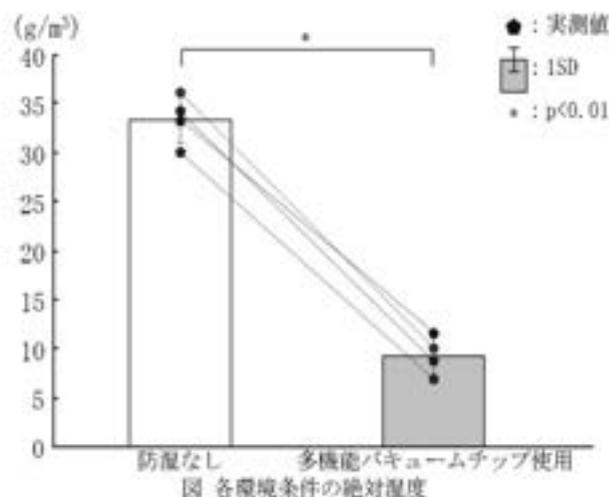
### 2. SN 比

「防湿なし」は, 1.90 dB であった.

「多機能バキュームチップ使用」では, 4.70 dB であった.

品質評価における望大特性の SN 比は, dB 値が大きくなるほど, 安定して特性値が大きい.

すなわち, 「防湿なし」に比べて, 「多機能バキュームチップ使用」は, 安定して大きな特性値を示した.



## IV. 結論

多機能バキュームの使用は, レジンセメントの接着強さに対して, 2.47 倍優れた効果を発揮した. 歯冠修復装置の接着操作において, 長期的な維持のため多機能バキュームチップ cZoo α の使用は, 有効であることが明らかとなった.

## V. 文献

- 1) 英保裕和, 英保武志, 英保慎也ほか: 新しい防湿システム “多機能バキュームチップ Z00” の補綴治療への応用, 顎咬合誌, 24 : 42-49, 2004.
- 2) 角田晋一, 付佳 楽, 田中 享ほか: 最近の接着システムのテクニックセンシティブティーと接着技法の習熟に関する研究, 歯材器, 28 : 218, 2009.
- 3) Sano H, Kanemura N, Burro M.F et al : Effect of Operator Variability on Dentin Adhesion : Students vs. Dentists, Dent Mater J, 17 : 51-58, 1998

# クレンチングが三叉神経支配領域における温熱刺激疼痛閾値に及ぼす影響とその経時的変化

## The chronological effect of clenching on the thermal pain threshold in the trigeminal area

○宮内鉄平, 石垣尚一, 小野清美, 福田修二, 高岡亮太, 松下 登, 矢谷博文

Miyauchi T, Ishigaki S, Ono K, Fukuda S, Takaoka R, Matsushita N, Yatani H

大阪大学大学院歯学研究科顎口腔機能再建学講座 歯科補綴学第一教室

Osaka University Graduate School of Dentistry, Department of Fixed Prosthodontics

### I. 目的

### II. 方法

疼痛認知における性差は臨床的に重要な問題であり, 様々な観点から報告が行われてきた. 疼痛の性差は, 女性における慢性口腔顔面痛が高い有病率を示す根拠の 1 つとして考えられているが<sup>1)</sup>, その機序については不明な部分も多いとされている.

我々はこれまでに三叉神経領域における疼痛閾値について, ストレス誘発鎮痛下における主観的疼痛の性差や, プラセボ効果の性差について報告を行ってきた.

一方, リズミカルな咀嚼が, 下行抑制系を介して疼痛を抑制することが報告されているが<sup>2)</sup>, 我々は最大噛みしめのようなリズム性のない運動が, 男性においてのみであるが疼痛閾値を上昇させること, さらに最大噛みしめよりも軽い噛みしめでは男性においてのみ疼痛閾値を上昇させることを報告してきた.

本研究では, 最大噛みしめ (MVC) 時よりも小さい咬合力 (20%MVC) で 2 分間の噛みしめが, A $\delta$  線維, C 線維の疼痛閾値にどのような影響を及ぼすのかについて前回の報告よりも長時間の観察を行い, 経時的変化の検討を行った. 同時に, 疼痛閾値の変化に性差が存在するかどうかについても検討した.

被験者は 20 代の健常成人 15 名 (男性 7 名, 平均年齢 26.9 歳, 女性 8 名, 平均年齢 25.8 歳) を本学職員および学生から選択した. 除外基準は, 測定領域に皮膚疾患を有する者, 口腔顔面領域に疼痛を認める者, 鎮痛薬を服用中の者, 女性にあっては月経期間中の者, 経口避妊薬を服用中の者, 本学大学院歯学研究科倫理委員会で承認された研究参加同意書に同意が得られない者とした.

三叉神経支配領域における温度刺激に対する知覚および疼痛閾値の測定には, 定量的感覚検査機器 (PATHWAY®, Medoc 社) を用いた. 被験者を室温 20~24°C に調整した静かな部屋に設置した安楽な椅子に座らせ, 温度刺激部位は右側頬部皮膚表面の三叉神経第 2 枝領域とし, 16 mm × 16 mm のサーマルプローブを同部に術者が密着させて行った. サーマルプローブの基準温度は, 被験者が熱いとも冷たいとも感じない 32°C とした. 計測に際しては, 基準温度から A $\delta$  線維での伝達に影響を与えることされる毎秒 2.5°C の温度上昇刺激と C 線維での伝達に影響を与えることされる毎秒 1°C の温度上昇刺激<sup>3)</sup>を 1 セットとし, 被験者が痛みを感じたときの温度を記録した.

表面筋電図の測定には筋電計 (ME6000-T4,

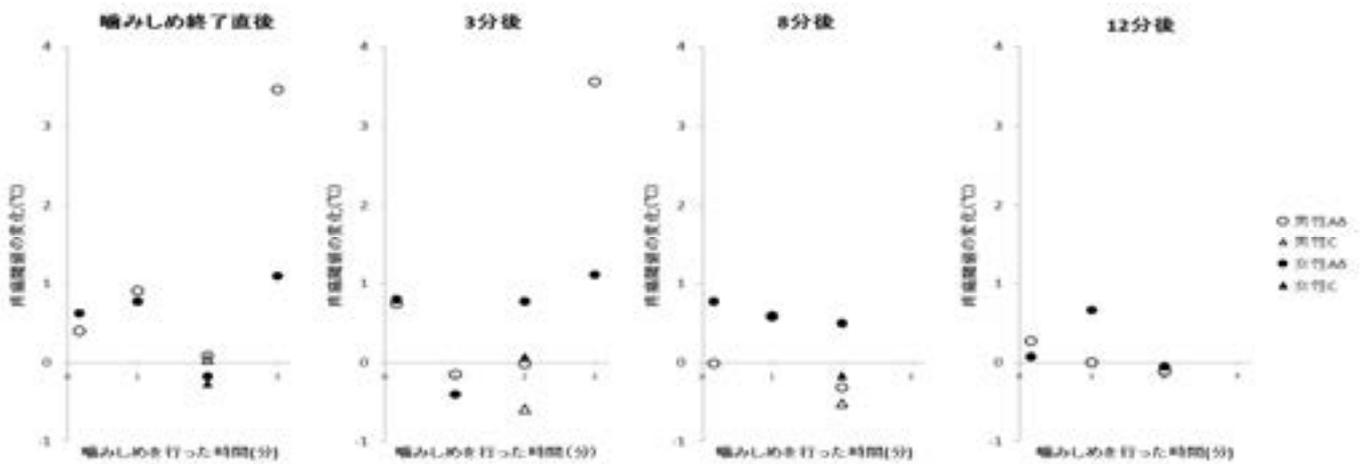


図 1. 異なる噛みしめ時間による疼痛閾値の変化の比較. 噛みしめ時間が 10 秒 (10%MVC), 1 分 (10%MVC), 3 分 (20%MVC) のデータには, 被験者の異なる過去の発表結果を用いた.

Mega Electronics 社) を用いた.

計測は, まず噛みしめ前に 2 分間隔で疼痛閾値計測を 3 セット行った. 次に表面筋電図を用いたビジュアルフィードバックにより 20%MVC で 2 分間の持続的噛みしめを行わせた後, 疼痛閾値計測を 4 分間隔で 5 セット行った.

得られた噛みしめ前および噛みしめ後に得られたデータから男女別に噛みしめ前 3 回の平均値を基準として, Dunnett 検定を用いて経時測定データの時間的変化を対比較した. 統計解析には SPSS 12.0J for Windows を用いた.

### III. 結果及び考察

今回, 20%MVC にて 2 分間の噛みしめ前後の疼痛閾値について経時的な観察を行った結果, 急速な温度上昇刺激ならびに緩慢な温度上昇刺激において男女ともに統計学的に有意な変化は認められなかった.

これまでに, 10%MVC にて 3 分, 20%MVC にて 10 秒, 1 分, 2 分と様々な条件下で噛みしめが疼痛閾値に及ぼす影響について検討してきた. これらの結果と比較検討すると, 10%MVC で 3 分間噛みしめることが, 男女において効果に若干の違いはあるものの, もっとも疼痛抑制効果を発現することが示唆された (図 1). しかし, 10% で 3 分間噛みしめを行った実験では噛みしめ後の疼痛閾値計測が 3 分間という短い時間であったため, 疼痛閾値

上昇の持続時間については明らかにはできていない. また, これまでの実験では, すべて毎秒 2.5°C の温度上昇刺激であるため, A $\delta$  線維を介した疼痛閾値の検討しかできていない.

疼痛抑制には下降抑制系, ゲートコントロール, ストレス鎮痛, 慣れなどいろいろな作用が存在する. 今の段階ではどの作用で疼痛閾値が上昇したか断定することは不可能であり, 心理学的, 社会的因子の関与も否定できない. 一方, ブラキシズムやクレンチングなどの異常習癖に加え, 近年問題とされている歯の接触癖 (teeth contacting habit) についても検討が必要であると思われる.

今後より効率がよく, より負担のかからない疼痛閾値上昇刺激を模索し, 口腔顔面領域に疼痛を有する被験者における効果を検討する予定である.

### IV. 文献

- 1) T. T. Dao and L. LeResche: Gender differences in pain. *J Orofac Pain*, 14:169-84, 2000.
- 2) Y. Mohri, M. Fumoto, I. Sato-Suzuki, M. Umino and H. Arita: Prolonged rhythmic gum chewing suppresses nociceptive response via serotonergic inhibitory pathway in humans. *Pain*, 118:35-42, 2005.
- 3) D. C. Yeomans, K. Proudfit: Nociceptive responses to high and low rates of noxious cutaneous heating are mediated by different nociceptors in the rat: electrophysiological. *Pain*, 68: 141-50, 1996.

# fMRI を用いた摂食機能訓練時の高次脳活動に関する研究

## fMRI Study of Brain Activity During Dysphagia Rehabilitation

○小倉絵美子<sup>1)</sup>, 松山美和<sup>1)</sup>, 後藤多津子<sup>2)</sup>, 古谷野潔<sup>1)</sup>  
Emiko Ogura<sup>1)</sup>, Miwa Matsuyama<sup>1)</sup>, Tazuko K Goto<sup>2)</sup>, Kiyoshi Koyano<sup>1)</sup>

九州大学大学院口腔機能修復学講座咀嚼機能再建学分野<sup>1)</sup>

九州大学大学院口腔顎顔面病態学講座口腔画像情報科学分野<sup>2)</sup>

Department of Removable Prosthodontics, Faculty of Dental Science, Kyushu University<sup>1)</sup>

Department of Oral&Maxillofacial Radiology, Faculty of Dental Science, Kyushu University<sup>2)</sup>

### I. 目的

わが国は超高齢社会となり、摂食・嚥下障害を有する高齢者や要介護高齢者が増加しており、医療・看護・介護現場では摂食・嚥下リハビリテーションが盛んに取り組まれている。とくに間接訓練として、舌や口唇の運動訓練や口腔内外の冷刺激などが行われているが、これらは直接運動器や末梢感覚に作用するだけでなく、高次脳機能にも影響を及ぼすと考えられる。

近年、functional MRI (以後 fMRI)が開発され、人間の脳機能を可視化できるようになり、大脳生理学、認知科学や神経心理学などの分野において応用されている。

そこで、摂食・嚥下リハビリテーション分野にも fMRI を応用することによって、リハビリテーションが高次脳に与える影響を解明することができると思う。

本研究の目的は、その端緒として、健常者の舌運動および口唇運動が高次脳活動に与える影響を明らかにすることである。

### II. 方法

#### 1. 被験者

本研究の主旨について実験前に十分な説明を行い、インフォームド・コンセントを得た脳機能疾患の既往のない右利きの健常者 8 名(男

性 4 名, 女性 4 名, 27~33 歳)を被験者とした。

#### 2. 課題 (タスク) および実験デザイン

タスクは、1)口唇突出運動、2)舌突出運動、3)舌頬押し運動、4)口腔内ボール運動、の 4 つの運動タスクとした。

実験デザインはそれぞれ 1 タスクによるブロックデザインで、始めに 32 秒のレストを行った後、32 秒のタスクおよび 32 秒のレストを交互に 5 回繰り返した。タスク提示法としては、聴覚提示を用いた。

#### 3. 測定装置・測定方法

撮影には 1.5T スキャナー (Symphony; Siemens AG, Erlangen, Germany) を用いて、EPI 法によって撮像を行った。EPI のシークエンスパラメータは TR=4000ms, TE=50ms, the field of view=230mm, matrix size=64x64 pixels, voxel size=3.6mmx3.6mmx3.0mm, slice thickness=3.0mm に設定した。

画像解析には脳機能画像解析ソフト SPM5 (Wellcome Department of Cognitive Neurology, London, UK) を使用した。

fMRI で得られた被験者 8 名の BOLD (Blood Oxygenation Level-Dependent) signal に対し、個人解析を行ったのち、全被験者の集団解析を行った。解析は全て t-検定を用い、解析強さは FWE<0.01 とした。また、連続している voxel が 15 以上である部分を活動部位とした。

### Ⅲ. 結果及び考察

各タスクにおける活動部位を以下に示す.

- 1) 口唇突出運動 (図1) ;  
両側Cerebellum, 右側Precentral Gyrus (BD6), 右側Postcentral Gyrus(BD3), 右側Lentiform Nucleus

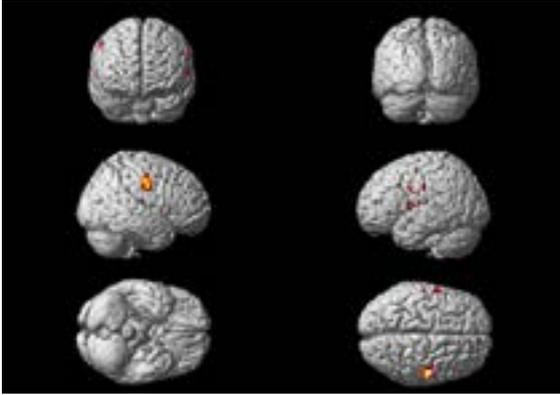


図1. 口唇突出運動時に伴う活動

- 2) 舌突出運動 (図2) ;  
両側Precentral Gyrus, 右側Cerebellum

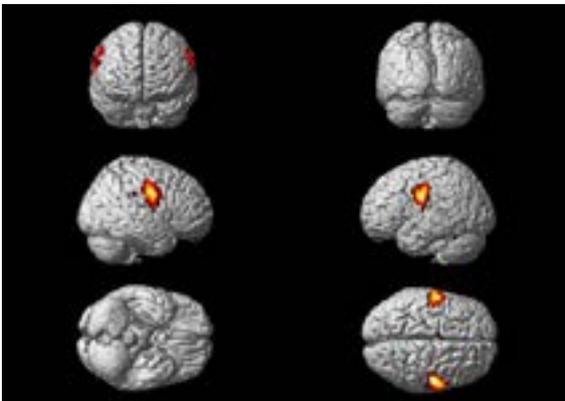


図2. 舌突出運動に伴う活動

- 3) 舌頬押し運動 ;  
両側Precentral Gyrus, 両側Cerebellum, 右側Lentiform Nucleus, 左側Medial Frontal Gyrus(BD6)
- 4) 口腔内ボール運動 ;  
両側Cerebellum, 両側Precentral Gyrus (BD4, BD6), 左側Postcentral Gyrus, 両側Thalamus, 両側Medial Frontal Gyrus(BD6), 左側Lentiform Nucleus

口唇運動では, Hesselman et al<sup>1)</sup> は, 両側の一次運動野が活動したと報告している. しかしながら, 本研究の結果は, 活動領域のほとんどが右側 (一次運動野, 前運動野・補足運動野, 体性感覚野) に限局していた.

舌運動では, Shinagawa et al<sup>2)</sup> は, 両側の感覚運動野, 小脳, 補足運動野, 錐蓋, 島, 被殻, 視床が活動したと報告している. また, Vincent et al<sup>3)</sup> は, 運動野および運動前野が活動し, 右側に集中していたと報告している. 本研究では, 舌突出運動および舌頬押し運動とともに両側性の一次運動野・体性感覚野の活動が見られた. 舌運動については両側性支配と片側性支配で議論があるが, 本研究ではShinagawa et al<sup>2)</sup> と同じ両側性支配を示す結果となった.

さらに, 口腔内ボール運動では, 活動領域が一次運動野, 体性感覚野, 前運動野・補足運動野, 視床までの広範囲に及び, 今回行った4つのタスクの中では, 活動のピークが最も大きな傾向にあった. このことは, より複雑な運動をすることで, 大脳皮質がより広範囲かつ強く活動する可能性を示唆している.

### Ⅳ. 文献

- 1) Hesselmann V, Sorger B, Lasek K, et al. : Discriminating the Cortical Representation Sites of Tongue and Lip Movement by Functional MRI. *Brain Topography*, 16(3), 159-167, 2004
- 2) Shinagawa H, Ono T, Ishiwata Y, et al. : Hemispheric dominance of tongue control depends on the chewing-side preference. *Journal of Dental Research*, 82(4), 278-283, 2003
- 3) Vincent DJ, Bloomer CJ, Hinson VK, et al. : The Range of Motor Activation in the Normal Human Cortex Using Bold fMRI. *Brain Topography* 18(4)233-290, 2006

# 咀嚼運動調節に關与する局所神経回路の解析

## Properties of the neural circuit underlying control of mastication

○西村晶子, 望月文子, 井上富雄

Nishimura Akiko, Mochizuki Ayako, Inoue Tomio

昭和大学 歯学部 口腔生理学教室

Department of Oral Physiology, Showa University School of Dentistry

### I. 目的

食物を咀嚼する際の閉口筋活動は、食物の硬さや大きさなどの物理的性状によってさまざまに変化する。このことは、食品の物理的性状を顎口腔領域の感覚受容器が感知して、その情報をもとに脳が食物の性状に応じた咀嚼の運動パターンを形成し、premotor neuron を介して閉口筋運動ニューロンに運動指令が伝えられることを示している (図 1)。

われわれは以前、麻酔下の成熟ラットの顔面神経核の背側網様体 (RdVII) を電気刺激あるいは化学刺激すると咬筋に興奮性応答が誘発されることを報告した<sup>1)</sup>。このことは RdVII には咬筋運動ニューロンに出力を送る興奮性の premotor neuron が存在する可能性を示しているが、その詳細は明らかでない。そこで本実験では、新生仔ラットの水平断脳幹スライス標本作製し、RdVII を電気刺激および化学刺激した時の咬筋運動ニューロン (MMN) および顎二腹筋運動ニューロン (DMN) に誘発されるシナプス応答の特性を解析した。

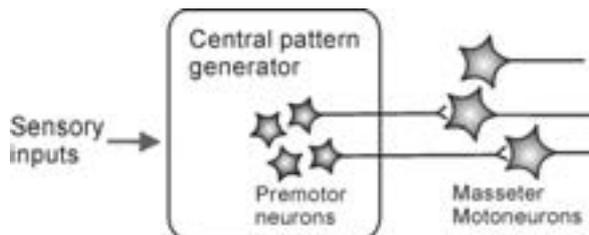


図 1 感覚入力を受けた premotor neuron は咬筋運動ニューロンへ出力する

### II. 方法

実験には生後 0-12 日齢 (P0-12) の Wistar 系ラットを用い、エーテル麻酔下にて脳幹を摘出し、MoV と RdVII を含む厚さ 500  $\mu$ m の水平断脳幹スライス標本作製した。RdVII の電気刺激あるいは化学刺激による三叉神経運動ニューロンの応答は、膜電位感受性色素 (Di-4-ANNEPS) を用いた光学的電位測定法、およびパッチクランプ法を用いた MMN あるいは DMN のシナプス後電流 (PSC) 記録により解析した。RdVII の電気刺激は単極あるいは同心円双極のタングステン電極を介して行い、化学刺激はあらかじめスライス標本に caged-glutamate を灌流投与し、RdVII にレーザー光を照射してグルタミン酸を解離させることによって行った。MMN および DMN の同定は、スライス標本作製 1-2 日前に咬筋あるいは顎二腹筋にローダミンを注入し、対応する運動ニューロンの逆行性標識によって行った。

### III. 結果及び考察

Premotor neuron が RdVII に存在することを確認するために、P0-5 ラットの水平断脳幹スライス標本上のさまざまな部位を刺激したところ、RdVII の電気刺激により潜時 6 ミリ秒で興奮性の光学的応答が三叉神経運動核 (MoV) に誘発された (図 2)。誘発された光学的応答はグルタミン酸受容体拮抗薬である CNQX (20

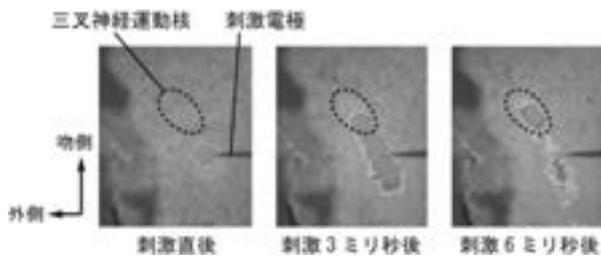


図2 三叉神経運動核の光学的応答

$\mu\text{M}$ ) と APV ( $20\mu\text{M}$ ) の投与で  $52.1 \pm 3.3\%$  減少し ( $n=16$ )、グリシン受容体拮抗薬であるストリキニン ( $10\mu\text{M}$ ) と GABA 受容体拮抗薬であるピククリン ( $10-50\mu\text{M}$ ) の追加投与でさらに  $28.0 \pm 6.0\%$  減少したが ( $n=8$ )、光学的応答は完全に消失しなかった。全ての受容体拮抗薬投与後に残存した光学的応答はテトロドトキシンの投与で完全に消失した。以上の結果より、RdVII から MoV にグルタミン酸性、グリシン性、GABA 性のシナプス入力を送られることが明らかとなった。さらに P0-5 のラットにおいては RdVII から MoV へのグリシン性および GABA 性の入力は興奮性であることが示唆された。

RdVII の電気刺激では、RdVII 以外に細胞体が存在しその軸索が RdVII を通過するニューロンも刺激される可能性がある。そこで MoV に出力を送るニューロンが RdVII に存在することを確かめるため、レーザー光を RdVII に照射して caged-glutamate からグルタミン酸を解離させ、RdVII 領域のニューロンのみの刺激を行い、その応答を MMN からのパッチクランプ記録法で解析した。その結果、記録した 5 個全ての MMN で PSC が誘発され、premotor neuron が RdVII に存在することが明らかとなった。

次に RdVII から三叉神経運動ニューロンへの入力の特徴を調べるために、RdVII の電気刺激で MMN あるいは DMN に誘発される PSC の解析を行った。P1-4 ラットにおいて記録した 19 個の MMN のすべてで、RdVII 電気刺激に対して PSC が誘発された。誘発された PSC は CNQX と非 NMDA 受容体拮抗薬である CPP の投与で 50% 以上減少し、残存した PSC はストリキニンと GABA<sub>A</sub> 受容体拮抗薬である SR95531 を追加投与することで消失した。

さらに RdVII からの GABA 性およびグリシン

性の入力が興奮性であることを確かめるために MMN から グラミシジン穿孔パッチクランプ記録を行ったところ、CNQX と CPP によってグルタミン酸入力を遮断した状態で、RdVII 刺激により興奮性のシナプス後電位および活動電位の誘発が観察された。これらの興奮性応答はストリキニンと SR95531 の投与で消失した。

P8-11 のラットにおいても記録された 14 個全ての MMN で RdVII 刺激によって PSC が誘発された。誘発された PSC に対する受容体拮抗薬の効果は P2-4 ラットと有意な差がなかった。

一方、DMN では RdVII の電気刺激で PSC が誘発されたのは 16 個中 3 個のみで、PSC が誘発される割合は MMN に比べて有意に少なく、MMN と DMN に均等に出力を送る三叉神経上核の結果と異なっていた<sup>2)</sup>。

以上の結果から、P1-4 および P8-11 のラットにおいて MMN は RdVII からグルタミン酸受容体、GABA<sub>A</sub> 受容体およびグリシン受容体を介した強力なシナプス入力を受けることが明らかとなった。これに対し RdVII から DMN へのシナプス入力は弱いと考えられる。したがって、RdVII の premotor neuron は咀嚼時の閉口筋活動調節に関与していることが示唆された。

#### IV. 文献

- 1) J. Takamatsu, T. Inoue, M. Tsuruoka, T. Suganuma, R. Furuya and T. Kawawa: Involvement of reticular neurons located dorsal to the facial nucleus in activation of the jaw-closing muscle in rats. *Brain Res.* 2005; 1055: 93-102
- 2) S. Nakamura, T. Inoue, K. Nakajima, M. Moritani, K. Nakayama, K. Tokita, A. Yoshida and K. Maki: Synaptic transmission from the supratrigeminal region to jaw-closing and jaw-opening motoneurons in developing rats. *J Neurophysiol* 2008; 100: 1885-1896

# 皮質誘発性臼磨様顎運動の発現に対する皮質運動野の関与

## Involvement of primary motor cortex on cortically-induced rhythmic chewing-like movements in guinea pigs

○戸井尚子<sup>1)</sup>, 足立忠文<sup>1)</sup>, 石原磯子<sup>1)</sup>, 加藤隆史<sup>2)</sup>, 森本俊文<sup>1)</sup>, 増田裕次<sup>1)</sup>  
○Toi S<sup>1)</sup>, Adachi T<sup>1)</sup>, Ishihara I<sup>1)</sup>, Kato T<sup>2)</sup>, Morimoto T<sup>1)</sup>, Masuda Y<sup>1)</sup>

1) 松本歯科大学大学院歯学独立研究科 顎口腔機能制御学講座

2) 大阪大学大学院歯学研究科 高次脳機能制御学

1) Dept Oral and Maxillo-facial biol, Grad sch Oral Med, Matsumoto Dental Univ.

2) Dept Oral Anat and Neurobiol, Osaka Univ Grad Sch Dent.

### I. 目的

大脳皮質において、顎顔面口腔領域の運動に関連した領域として、連続電気刺激によりリズムカルな顎運動を誘発することができる大脳皮質咀嚼野や、Short train 刺激により顎顔面口腔領域に筋の単収縮を誘発する大脳皮質一次運動野顎顔面領域の存在が種々の動物で明らかにされている<sup>1)</sup>。

モルモットにおいても、咀嚼野が存在することは知られており、リズムカルな臼磨様運動誘発部位（臼磨運動誘発部位）は前頭皮質の外側部に位置し、顎顔面領域に単収縮を誘発する部位（単収縮誘発部位）はそれよりも吻内側に位置することが認められた<sup>2)</sup>。さらに、この臼磨様運動誘発部位から単収縮誘発部位に神経投射が存在することを組織学的に明らかにした。しかし、この神経連絡の機能的な役割は明らかにされていない。

大脳皮質咀嚼野からの出力でリズムカルな顎運動を誘発する機構として、従来から、大脳皮質咀嚼野からの投射が直接、脳幹部に存在するパターンジェネレータを駆動すると考えられている<sup>3)</sup>。

我々は、「臼磨様運動を誘発する機構には、臼磨様顎運動誘発部位からの直接的な脳幹への投射に加えて、単収縮誘発部位への投射が関与する。」との仮説のもと、モルモットを用いて臼磨様顎運動誘発部位から誘発されるリズムカルな顎運動に対する単収縮誘発部位の Muscimol (GABA<sub>A</sub>受容体の

アゴニスト) 注入による不活性化の影響を調べ、臼磨様顎運動誘発部位から単収縮を誘発する部位への神経連絡の機能的役割を明らかにすることを目的とした。

### II. 方法

実験にはHartley系雄性モルモット(500-800 g)を用いた。無麻酔下にて脳定位固定装置に固定した状態で実験を行った。

(実験1)

本実験手技にてMuscimolの効果がどこまで波及しているかを確認するために実験1を行った。単収縮誘発部位にてニューロン活動を記録し、記録部位より0.5あるいは1.5mm外側部にハミルトンシリンジを用いてMuscimol (0.3 μl) を圧注入した、注入前後における記録部位のニューロンの自発放電の発火頻度を20秒毎の平均で表し、その変化を調べた。

(実験2)

連続電気刺激(30Hz, 持続時間200μs, 強度100μA以下)により臼磨様顎運動が誘発される部位を同定し、刺激電極を固定した。

Short train 刺激(500Hz, 300μs, 20μA以下, 8発)により顎顔面領域に収縮を誘発する部位を同定した。その同定部位にMuscimolあるいは生理食塩水注入用の微小ガラス管を固定した。

臼磨様顎運動誘発部位に、連続電気刺激を6秒

間与え、Muscimol あるいは生理食塩水の注入前と注入後 2 時間の誘発された顎運動の軌跡を 5 分毎に記録し、分析を行った。なお、Muscimol および生理食塩水の注入はマイクロシリンジを用いて、実験 1 と同様に 0.3 $\mu$ l を圧注入した。

顎運動の軌跡は AD 変換ののち、波形分析ソフトウェア (Spike 2, Cambridge Electronic Design Limited) へ取り込み、ハードディスク上に保存した。誘発顎運動の刺激開始から臼磨様顎運動が誘発されるまでの潜時を分析した。さらに、顎運動の変化として、最大開口から最大開口までの時間であるサイクル周期、顎運動の垂直成分と水平成分の最大振幅を分析した。これらの結果をコントロールの結果と比較し、Muscimol 注入による影響を調べた。

### III. 結果

#### (実験 1)

ニューロン記録部位から 0.5mm 外側部に Muscimol を圧注入することによって、約 4 分後にニューロンの発火頻度の減少が認められ、約 60 分後には注入前と同様の発火頻度に戻った。

しかし、ニューロン記録部位から 1.5mm 外側部に Muscimol を注入すると Muscimol 注入前の周期的な発火頻度に変化はなかった。実験 1 の結果より、Muscimol 注入の効果は 0.5mm の範囲にはおよんでいるが、1.5mm の範囲には効果を示していないことが確認できた。

#### (実験 2)

Muscimol 注入後、コントロールと比べて 20 分から 80 分に有意な潜時の延長が認められた。一方、Muscimol 注入前後での各顎運動のサイクル周期、垂直成分と水平成分の最大振幅の変化は認められなかった。単収縮誘発部位の不活化は、顎運動のリズムやパターンの形成には影響を及ぼさず、発現を抑制することを示している。

### IV. 考察

先行研究の単収縮誘発部位の広がりを見ると、本研究の Muscimol 注入による神経活動の不活

化は単収縮誘発部位に限局しており、約 3 mm 離れた臼磨様運動誘発部位には影響が無いことが明らかとなった。また、臼磨様運動を誘発する機構には、臼磨様顎運動誘発部位からの直接的な脳幹への投射に加えて、単収縮誘発部位との神経連絡が関与することが示唆され、この神経連絡は機能的に興奮性である可能性が示された。

### V. 文献

- 1) Lund JP et al. Mastication and its control by the brain stem. Crit. Rev Oral Biol Med. 1991 ; 2(1) : 33-64.
- 2) Fujimoto M et al. Representation of pattern of cortically induced jaw movements in the unanesthetized guinea pig. J. Physiol. Sci. 57(Suppl) ; 2007 : S160.
- 3) Nozaki S, Iriki A, Nakamura Y. Localization of central rhythm generator jaw-opening movement in the guinea pig. J. Neurophysiol 1986 ; 55 : 806-8.

# 自宅睡眠時における Rhythmic Masticatory Muscle Activity (RMMA) の発現状況

## Feature of occurrence of Rhythmic Masticatory Muscle Activity (RMMA) during sleep at home

○松田慎平<sup>1)</sup>, 山口泰彦<sup>1,2)</sup>, 三上紗季<sup>2)</sup>, 岡田和樹<sup>2)</sup>, 後藤田章人<sup>2)</sup>, 渡辺一彦<sup>1,2)</sup>

Shinpei Matsuda, Taihiko Yamaguchi, Saki Mikami,  
Kazuki Okada, Akihito Gotouda, Kazuhiko Watanabe

1) 北海道大学大学院歯学研究科顎咬合学教室

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

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 Hospital

### I. 目的

Rhythmic Masticatory Muscle Activity (RMMA) は睡眠時に見られる 1Hz 程度のリズムカルな咀嚼様運動であり, 正常者でも 60% で出現するが, 歯ぎしり患者 (ブラキサー) では, その発生回数, 発生時の筋活動の大きさともに正常者よりも高いことが示されている<sup>1)</sup>. RMMA は, ブラキサーで見られる睡眠時咀嚼筋活動の大部分を占めることから, RMMA の実態を知ることは重要であり, これまでもいくつかの論文で触れられている. しかし, その多くは睡眠実験室で記録されたものであり, 自宅での平常状態に近いものとは言い難い. そこで, 我々は, 開発した超小型筋電図測定システム<sup>2, 3)</sup>を用いて自宅での睡眠時咬筋活動を測定し, ブラキサーにおける RMMA の発現状況を調べた.

### II. 方法

#### 1. 被験者

対象は, 北海道大学病院歯科診療センターの受診患者から選択したブラキサー群 25 人 (男性 4 人, 女性 21 人, 平均年齢 39.4 ± 14.1 歳) である. 組み入れ基準は, (A) これまで歯ぎしり音の指摘を受けたことがあり, (B) さらに以下の①と②の 2 項目のうち 1 項目以上を認め; ①象牙質まで達する歯牙の咬耗, ②起床時の顎の痛みまたは疲労感, (C) 他の疾患に起因するブラキシズムではないものとした.

#### 2. 測定法

超小型コードレス筋電図計測システム, BMS (原田電子工業株式会社)<sup>2, 3)</sup>を用いて右側咬筋の睡眠時筋活動を記録した. 入眠と起床の時刻の確認には, 腕時計型の小型睡眠センサー, アクティグラフ (A・M・I 社製) を用いた.

測定は被験者の自宅にて行い装置は被験者が自宅に持ち帰り, 説明書内のチェックシートに従って被験者自身が装置の設定を行った.

#### 3. データ解析

解析は第一夜効果を排除するために, 2 日目のデータを対象として行った. BMS のデータは BMS 付属のソフトでファイル変換した後, Chart5 (ADInstruments 社製) にて波形の解析を行った. 筋電図波形は 20Hz のデジタルハイパスフィルタ処理を行い, 0.25 秒以上持続する筋活動をバーストとして抽出した後, ICSD-2 (AASM, 2005 年) の基準に従って phasic episode, mixed episode を抽出し, RMMA とした.

解析項目は, RMMA 中の 20%MVC 以上の phasic burst について, 睡眠 1 時間当たりの burst 数, burst 持続時間, burst の最大振幅 (% MVC) とした.

### III. 結果および考察

1. 20%MVC 以上の睡眠 1 時間当たりの phasic burst 数は, 平均 24.7 ± 28.2 [0-97.1] であった (図 1). 1 つの episode 中に数十回の phasic burst を含むものも見られた (図 2). なお, 20%MVC 以上の phasic burst が 1 つも認められなかった被験者も 1 名いた.

2. 20%MVC 以上の phasic burst の持続時間は, 平均 0.77 ± 0.25s [0.45-1.65s] であり, 大部分が平均値付近に収束していた (図 3).

3. burst の最大振幅 (% MVC) は, 平均 52.1 ± 47.3 であった. 振幅が大きくなるにつれ徐々に数の減少を認めたが, 最大随意咬みしめの振幅を超えるものもかなりの割合で見られた (図 4).

最初に大きなサンプル数でブラキサーの RMMA の特徴を調べたのは, 33 人のブラキサー

を対象とした Lavigne らの論文<sup>1)</sup>であり、その後さらに被験者数を増やした最近の Rompré らの論文<sup>4)</sup>では、軽症のブラキサーも含め 100 人を対象にしたデータを報告している。

今回のデータは 25 人と数はまだ少ないが、自宅で平常状態に近い状態のデータということで価値があるものと考えられる。Rompré ら<sup>4)</sup>は睡眠 1 時間当たりの phasic burst 数は重症群 (54 人) で 43.1 [17.1-126.3], 軽症群 (46 人) で 11.1 [0.4-22.0], Lavigne ら<sup>1)</sup>は phasic burst の持続時間は 0.70 s [0.54-1.14 s]としており、今回の結果はこれらに類似していた。

Lavigne らは、すべての症例に対し音声・ビデオを同時記録したポリソムノグラフを用いており、音声・ビデオデータのない今回の分析にはブラキシズム以外の運動の筋活動が含まれる可能性を踏まえておかなければならないが、今回の結果の類似性は phasic burst からなる RMMA のパターンを示す 20%MVC 以上の波形には他の運動による筋活動が混入する割合が少ないことを示しているのかもしれない。

#### IV. 文献

- 1) Lavigne GJ, Rompré PH, Poirier G, Huard H, Kato T, Montplaisir JY. Rhythmic masticatory muscle activity during sleep in humans. J Dent Res 2001;80:443-8.
- 2) Yamaguchi T, Mikami S, Okada K. Validity of a newly developed ultraminiature cordless EMG measurement system. Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod 2007;104 : e22-27.
- 3) 三上紗季, 山口泰彦, 岡田和樹, 後藤田章人, 松田慎平. 超小型コードレス筋電図計測システムの夜間睡眠時咬筋筋活動測定への応用. 顎機能誌 2009;15:121-130.
- 4) Rompré PH, Daigle-Landry D, Guitard F, Montplaisir JY, Lavigne GJ. Identification of a sleep bruxism subgroup with a higher risk of pain. J Dent Res. 2007;86:837-42.

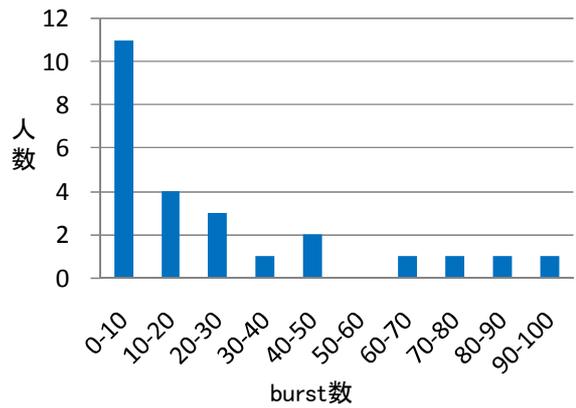


図1 睡眠1時間当たりの20%MVC以上のphasic burst数の分布

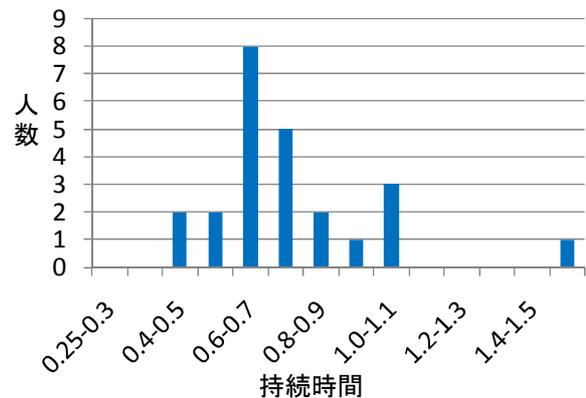


図3 20%MVC以上 phasic burst 平均持続時間の分布

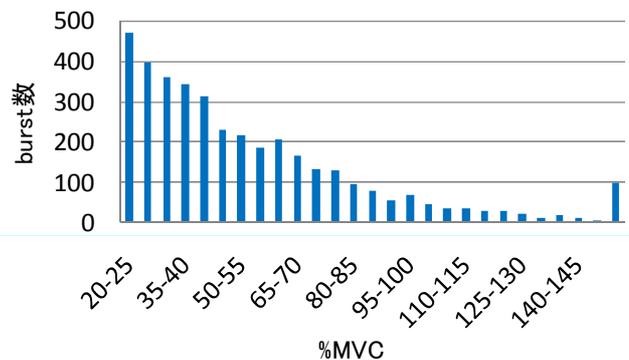


図4 20%MVC以上の全 phasic burst の%MVCの分布

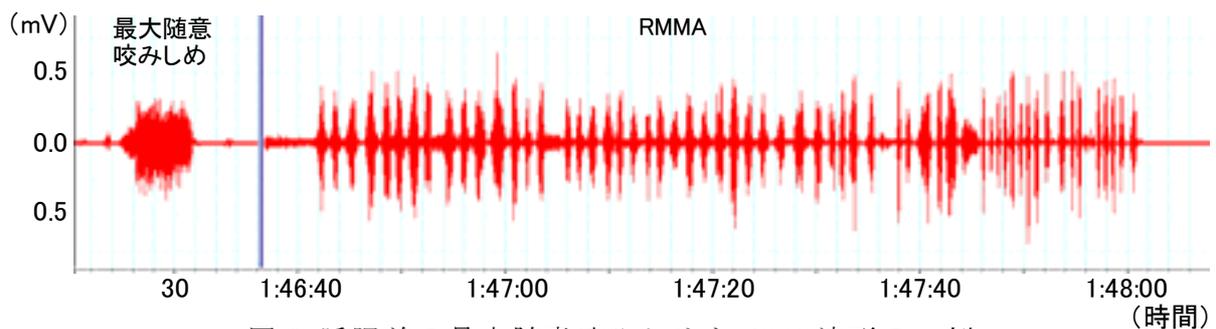


図2 睡眠前の最大随意咬みしめと RMMA 波形の一例

# 睡眠時ブラキシズム中の最大咬筋筋活動時の顎位の検討

## Investigation of Jaw Position with Maximal Activity of Masseter during Sleep Bruxism

○鈴木善貴<sup>1)</sup>, 大倉一夫<sup>1)</sup>, 重本修伺<sup>1)</sup>, 薩摩登誉子<sup>3)</sup>, 野口直人<sup>1)</sup>, 福井真弓<sup>1)</sup>  
中野雅徳<sup>2)</sup>, 郡元治<sup>1)</sup>, 竹内久裕<sup>3)</sup>, 西川啓介<sup>3)</sup>, 久保吉廣<sup>3)</sup>, 坂東永一<sup>4)</sup>

Suzuki Y.<sup>1)</sup>, Okura K.<sup>1)</sup>, Shigemoto S.<sup>1)</sup>, Satsuma T.<sup>3)</sup>, Noguchi N.<sup>1)</sup>, Fukui M.<sup>1)</sup>  
Nakano M.<sup>2)</sup>, Kori M.<sup>1)</sup>, Takeuchi H.<sup>3)</sup>, Nishigawa K.<sup>3)</sup>, Kubo Y.<sup>3)</sup>, Bando E.<sup>4)</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>口腔保健福祉学分野  
徳島大学医学部・歯学部附属病院<sup>3)</sup>歯科, <sup>4)</sup>徳島大学

<sup>1)</sup>Department of Fixed Prosthodontics, <sup>2)</sup>Department of Functional Oral Care and Welfare,  
Institute of Health Biosciences, The University of Tokushima Graduate School  
Tokushima University Hospital<sup>3)</sup>General Dentistry, <sup>4)</sup>The University of Tokushima

### I. 目的

咬頭嵌合位にて咬合力が発揮される場合, その負荷は歯列全体に均等に分散される. しかし, 睡眠時ブラキシズム中に偏心位で咬合力の発現が観察されることがあり, 特定の歯やその歯周組織および咀嚼筋, 顎関節部に破壊的に作用することがある.

本研究は睡眠時ブラキシズム中の最大咬筋筋活動時の顎位について検討を行い, また正常者と Bruxer について比較を行った.

### II. 方法

#### 1. 被験者

被験者は, 顎口腔系の機能異常およびその既往のない個性正常咬合を有する成人有歯顎者 12 名 (男性 7 名, 女性 5 名; 平均年齢  $25.5 \pm 5.7$  歳) を対象とした. なお, 本学臨床研究倫理審査委員会の承認を得て, 事前に研究の趣旨を被験者に十分に説明し, 同意を得た上で測定を行った.

#### 2. 方法

睡眠時 6 自由度顎運動測定システム<sup>1)</sup>を用いて, 顎運動および脳波 4 ch (C3-A2, C4-A1, O1-A2, O2-A1), 眼振 2 ch, 表面筋電 7 ch (両側咬筋, 側頭筋, 顎二腹筋前腹, オトガイ筋) の測定を行った.

被験者は, 第一夜効果の発現に配慮し, 2 夜

連続測定を行った. 睡眠測定は睡眠研究室において行い, 自然覚醒に至るまでを映像とともに記録, 測定した.

睡眠時ブラキシズムは, 咬筋筋電図の RMS 処理を行い, 左右どちらかの咬筋筋活動が 5% MVC を, かつ最大咬筋筋活動が 10% MVC を超える区間を睡眠時ブラキシズム発現区間とした<sup>2)</sup>. なお, 就寝前の最大噛みしめ時の最大咬筋筋活動量を 100% MVC とした.

この測定結果より睡眠時ブラキシズムイベント (4 回/h) を基準として, 正常者群と Bruxer 群に分けた. また睡眠時ブラキシズムイベントを, 最大筋活動時の筋活動量 (60%) と咬頭嵌合位からの距離 (1 mm) を基準に区分けし, 正常者群と Bruxer 群の間で比較, 検討を行った (Mann-Whitney U test).

### III. 結果及び考察

測定結果から, 正常者群 6 名, Bruxer 群 6 名であった. 詳細を表 1 に示す. 両群ともに比較的良好な睡眠状態であり, 装置の影響は最小限であったと考えられる. また, 両群間で睡眠状態に有意な差は認められなかった.

睡眠時ブラキシズムに関しては, 時間当たりの回数および最大咬筋筋活動量に有意な差を認めたが, 最大咬筋筋活動時の顎位と咬頭嵌合位までの平均距離に有意な差は認められなかった (表 2).

次に各睡眠時ブラキシズムイベントの最大筋活動時の筋活動量と顎位(咬頭嵌合位からの距離)について比較したものを図1に示す。これより最大筋活動量が10~60%MVCである睡眠時ブラキシズムイベントは正常者群で有意に多く、60%MVC以上の睡眠時ブラキシズムイベントはBruxer群で有意に多いことがわかった。一方で、最大筋活動時の顎位については有意な差が認められなかった。

さらに最大咬筋筋活動と顎位について詳細な検討を行ったところ、図2に示すようにBruxer群では咬頭嵌合位から1mm以上離れた顎位で最大筋活動量60%MVC以上を發揮するイベントが有意に多いことがわかった。

以上のことから、従来報告されているように睡眠時ブラキシズムは睡眠状態に影響を及ぼさないことが認められた<sup>3)</sup>。また、Bruxer群は正常者群に比べ、睡眠時ブラキシズムイベントの最大筋活動が大きく、またその際に咬頭嵌合位から離れた顎位に位置する割合が高いことが示された。このことから、Bruxer群では偏心位における強い咬合力負荷が発現されやすく、顎口腔系への悪影響や起床時の不快症状を誘発するリスクが高いと考えられる。

今後は、睡眠時ブラキシズムにおける顎運動の更なる詳細な検討を行い、どのような運動が顎口腔系に影響するのか明らかにしたい。

本研究の一部は平成19年度知的クラスター創成事業に依った。

#### IV. 文献

- 1) 野口直人, 重本修伺, 大倉一夫, 坂東永一: 睡眠時ブラキシズム発現に伴う顎運動の測定解析方法の検討, 顎機能誌, 16: 1-14, 2009
- 2) 大倉一夫: マルチテレメータシステムを用いた睡眠時ブラキシズムの測定と解析, 補綴誌, 41: 292-301, 1997
- 3) Lavigne G.J., Kato T., Kolta A., Sessle B.J.: Neurobiological mechanisms involved in sleep bruxism, Crit. Rev. Oral Biol. Med., 14: 30-46, 2003

表1. 睡眠状態

	正常者群	Bruxer群
男女(人)	3/3	4/2
年齢(歳)	27.3 ± 7.6	23.7 ± 2.3
睡眠時間(h)	6.6 ± 0.4	6.6 ± 0.3
睡眠効率(%)	97.8 ± 1.3	95.0 ± 3.8
睡眠潜時(min)	42 ± 5.2	48 ± 4.4
	Mean ± SD	

表2. 睡眠時ブラキシズムの状態

	正常者群	Bruxer群
時間当たり回数(回/h)*	2.4 ± 0.8	5.3 ± 1.2
平均持続時間(sec)	6.0 ± 2.0	7.8 ± 2.2
平均最大咬筋筋活動量(%MVC)**	29.4 ± 18.2	52.0 ± 19.0
最大咬筋筋活動時の顎位と咬頭嵌合位までの平均距離(mm)	1.6 ± 1.2	1.0 ± 0.5
	*P<0.01, **P<0.05 Mean ± SD	

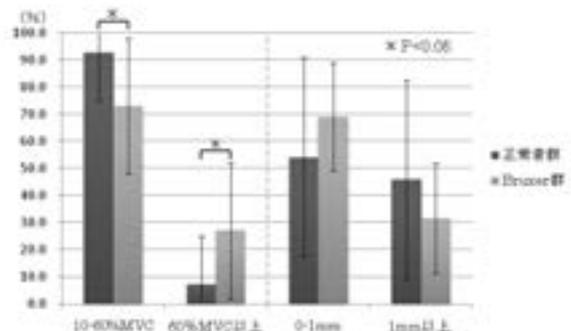


図1. 最大筋活動量および顎位(咬頭嵌合位からの距離)の違いによる発現頻度

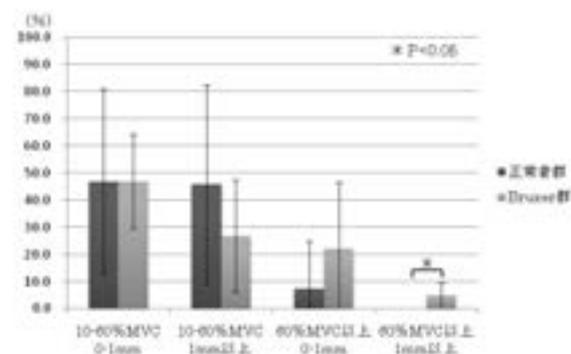


図2. 最大筋活動量に対する顎位の検討

# 咬合挙上を伴わない歯牙支持型咬合力計の試作 -咀嚼運動解析のために-

## Trial Manufacture of a Measuring Device of Bite Force without Bite-up

○島田明子, 笠井隆浩, 多田浩晃, 田中美保子, 鳥巢哲朗, 村田比呂司

○Shimada A, Kasai T, Tada H, Tanaka M, Torisu T, Murata H.

長崎大学大学院医歯薬学総合研究科歯科補綴学分野

Department of Prosthetic Dentistry, Graduate School of Biomedical Sciences,  
Nagasaki university

### I. 目的

咀嚼運動の解析に関連する重要なパラメータとして、咬合力、筋活動、下顎運動曲線がある。

このうち、咬合力は、ヒトの咀嚼運動において、咀嚼する食品の大きさや硬さの変化に応じて、制御されているが、その調節メカニズムについては不明な点が多い。しかし、筋活動と下顎運動が咬合力の発揮にどのように関係しているかを解析することは、顎口腔系の不調和を訴える患者に対する治療、あるいはリハビリテーションの方法の確立に有用である。

また、咬合力は最大咬合力や咬合圧分布に代表される静的な咬合力に関するものと、1 サイクルごとに時々刻々と変化する動的な咬合力に関するものに分けられる。

これまでに行われてきた咬合力制御に関する研究において、咬合力の測定は様々な方法で行われているが、動的な咬合力を測定するためには口腔内に咬合力計を設置しなければならず、装着することで咬合高径が非装着時と比較して、挙上されるものがほとんどであった。咬合挙上のない咬合力計内蔵型クラウンを用いて測定を行った報告があるが、生活歯では応用できないという制限がある。一方で、咬合高径の変化が下顎運動に与える影響も報告されており、咀嚼時における咬合力調節機構解析のためには、咬合挙上を伴わない咬合力の測定方法

の確立が必要である。

本研究の目的は、咀嚼中の筋活動、下顎運動および咬合力の経時的同時記録を行い、筋活動、下顎運動が咬合力制御に及ぼす影響を解析するための方法を検討することである。

### II. 方法

#### 1) 咬合力計の設置

被験者の上下顎に第二小臼歯、第一大臼歯を支台とする Co-Cr 合金製双歯鉤型のシーネを作製した (図 1)。このとき、シーネは上下顎の歯牙の空隙を通し、咬合が挙上しないように設計した。

上顎シーネ頬側には  $\phi 2.0$  mm のステンレス製のピンを設置し、中心咬合位で下顎シーネ頬側にある金属板 (10 mm  $\times$  5 mm  $\times$  1.5 mm) に垂直に接するように調整を行った。

下顎シーネの金属板に、ストレインゲージ (KFR-02-C1-16, 共和電業社製) を貼付して、歪み増幅器 (DMP-611A, 共和電業社製) で増幅し、咬合力を導出した。

#### 2) 装置の試用

本研究の趣旨を説明し、インフォームドコンセントが得られている、天然歯列を有し、顎口腔系に自覚的、他覚的に機能異常を認めない健康成人 18 名 (男性 9 名, 女性 9 名, 平均年齢 27.0 歳) で装置を試用した。

#### 3) 運動課題

性状の異なる 5 種類の被験食品 (クッキー



図1 歯牙支持型咬合力計

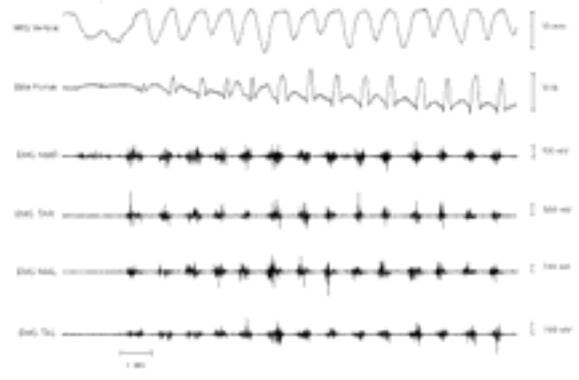


図2 記録波形の一例

[オレオビッツサンド, ヤマザキナビスコ社製], クラッカー [リッツビッツサンド, ヤマザキナビスコ社製], 生ニンジン, チーズ [クラフト切れてるチーズ, 森永乳業社製], チューイングガム [フリーズンガム, ロッテ社製]) を自由咀嚼すること. ガム以外の被験食品のサイズは,  $\phi$  25 mm, 厚さ 5 mm の円柱状とした. また, 試行後はミネラルウォーターにて洗口を行い, 各試行間には 2 分以上の休憩を設けた.

#### 4) 運動の記録

各課題運動時には, MKG (K6, Myotronics 社製) を用いて, 下顎運動曲線を記録した. 同時に,  $\phi$  8 mm, 15 mm 間隔の Ag-C1 双極表面電極を用いて, 左右側頭筋および左右咬筋浅部中央の筋電図の記録を行った.

#### 5) データの観察

得られたデータを sampling rate 500 Hz にて, AD 変換し (MP100, BIOPAC System 社製), ハードディスク (PowerBook G4, Apple 社製) に保存した. 波形解析ソフト (Acqknowledge, BIOPAC System 社製) を用い, 観察を行った.

### III. 結果及び考察

本実験において考案, 試作したクラスプタイプの歯牙支持型咬合力計を用いて, 計測した咬合力, EMG, MKG の波形の一例を図 2 に示す.

本測定法により, ヒトにおいて, 咬合挙上を行わず, 咀嚼運動時の咬合力, 筋活動, 下顎運動曲線の経時的同時記録ができることが確認された.

今後, 本測定法を用いて, 咀嚼運動時に食品の性状に応じた咬合力調節機構の解析が可能であることが示された.

### IV. 文献

- 1) Shimada A, Tanaka M, Yamashita R et al. Automatic regulation of occlusal force because of hardness-change of the bite object. J Oral Rehabil 2008; 35(1): 12-19.
- 2) Tanaka M, Torisu T, Noguchi K et al. Modulation of jaw tapping force in response to unexpected changes in vertical jaw position. Chinese J of Dentistry 2006; 6: 21-28.

# 噛みしめに伴う歯列変形の計測

## Measurement of the dental arch deformation during clenching

○田中恭恵<sup>1)</sup>, 服部佳功<sup>1)</sup>, 佐藤智昭<sup>1)</sup>, 猪狩洋平<sup>1)</sup>, 蒲原敬<sup>2)</sup>, 渡邊誠<sup>3)</sup>  
Tanaka.Y<sup>1)</sup>, Hattori.Y<sup>1)</sup>, Satoh.C<sup>1)</sup>, Igari.Y<sup>1)</sup>, Kamohara.H<sup>2)</sup>, Watanabe.M<sup>3)</sup>

<sup>1)</sup>東北大学大学院歯学研究科加齢歯科学分野, <sup>2)</sup>株式会社ジーシー研究所,  
<sup>3)</sup>東北大学国際高等研究教育機構

<sup>1)</sup>Division of Aging and Geriatric Dentistry, Tohoku University Graduate School of Dentistry,  
<sup>2)</sup>Research & Development Dept., GC Corporation, <sup>3)</sup>Tohoku University International Advanced  
Research and Education Organization

### I. 目的

歯列の変形は、顎骨の変形がもたらす大域的な変形と、骨に対して個々の歯が変位する局所的な変形が重畳して生じる。歯列形状の変化を精確に捉えることは、その結果生じる咬合の変化の把握とともに、歯科臨床の重要な課題である。これまで咬合力発揮時の下顎骨や歯列の形状変化について有限要素解析に基づく推定<sup>1)</sup>が試みられる一方で、個々の歯が噛みしめや咀嚼時に示す変位が、精密な測定方法を駆使して捉えられてきた<sup>2, 3)</sup>。しかし実測に基づく研究は少ないし数歯の変位を対象とし、歯列全体の変形を捉えてはいない。そこで本研究は、静的な状態での歯列形状を再現する方法を開発し、噛みしめによって生じる歯列形状の変化を実測により把握することを目的とする。

### II. 方法

上下顎歯列の咬合面間空隙のレプリカを、咬合採得用シリコン印象材(試作品, GC社)を用いて記録した。歯列の舌側に近接してレプリカの変形を防ぐトレーは口蓋床と一体型とし、口腔内での定位を床の維持力に求めた。トレーを装着した状態で歯列上に印象材を流し、所定の下顎位におけるレプリカを得た。

別に、精密印象を経て上下顎歯列の石膏模型を調製し、1歯毎に分割した各歯模型を得た。

レプリカと各歯模型の形状を非接触型三次元デジタイザ(COMET VZ, Steinbichler社)で計測した。各歯模型の歯冠形状データに、予め所要の標識点を設置した上で、レプリカの咬合面形状と適合させ、レプリカ採取時点での歯列形状データを得た(図1)。これら処理には点群処理ソフトウェア(PolyWorks, InnovMETRIC社)を用いた。

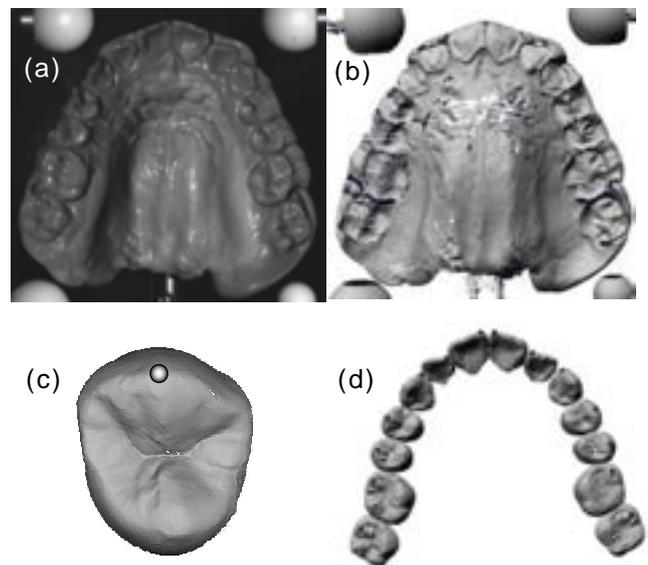


図1. 歯列形状データの再現

- (a) 記録された咬合面間空隙のレプリカ,
- (b) レプリカの形状データ,
- (c) 各歯模型の歯冠形状データと標識点,
- (d) 再現された歯列形状データ

歯列形状データは、中切歯から第2大臼歯上に設置された14個の標識点を含む。これらの重心を原点、左右同名歯上標識点の midpoint の回帰直線をX軸(前方を正)、回帰平面をXY平面、それに垂直な軸をZ軸(上方を正)とする右手座標系を設定した。

被験者は、顎口腔系に異常を認めず、第3大臼歯以外に欠損歯がない健常有歯顎者5名(男性3名, 女性2名, 平均年齢26.2±0.8歳)とした。①閉口時の初期接触, ②咬頭嵌合位での噛みしめ, ③2mm厚のレジブロックを介した左側第1大臼歯での噛みしめ, の3条件で各6回レプリカを記録した。噛みしめ強度は、印象材が初期硬化に至る90秒間継続可能な任意の強さとした。

左右側同名臼歯間の幅径と座標系内での個々の歯の姿勢を、被験者ごとに、条件①②間、①③間で比較し、2種の噛みしめに伴う歯列形状の変化を検討した。統計解析には Kruskal-Wallis 検定 ( $p < 0.05$ ) の後、Bonferroni 補正法による Mann-Whitney U 検定を行った。

### Ⅲ. 結果及び考察

咬頭嵌合位での噛みしめ(図 2)では、5 名中 3 名において上顎の全ての左右側同名臼歯間で幅径の有意な減少が認められた。残る 2 名でも、第 1 小臼歯間以外で幅径は有意に減少した。一方、下顎では、上顎に比べて幅径の変化は一般に小さく、4 名の被験者では 1 から 3 部位で幅径の減少を認めたが、1 名では第 2 大臼歯間の幅径が有意に増大した。既に知られるように、上下顎の顎骨・歯周組織の解剖学的相違を反映して、同一の咬合力作用時に上顎歯の変位は下顎骨に比べて大きい。今回の結果はこれら上下顎臼歯の被圧変位特性の相違によると推察される。

左側第 1 大臼歯間の噛みしめ(図 3)では、上下顎を問わず、噛みしめ部位である第 1 大臼歯間を除く同名臼歯間で、有意な減少を認める箇所があった。3 名において下顎の幅径の減少は、咬頭嵌合位での噛みしめよりも大きかった。また、3 名では、平衡側臼歯の舌側傾斜が認められた。咬合力の作用しない臼歯に生じたこれらの変位は、咬合力作用歯周囲の骨の局所変形に加えて、顎骨の大域的変形に由来し、後者の影響は、骨体のさまざまな部位に筋が付着し、それゆえ筋力による骨の変形にさらされやすい下顎においてより著しいと推察される。非噛みしめ側臼歯の傾斜は、同様の噛みしめ条件について推定された下顎骨の変形と基本的に一致し、この歯列変形が顎骨の大域的変形に由来するさまが伺われた。

### Ⅳ. 文献

- 1) Koriouth TWP, Hannam AG. Deformation of the human mandible during simulated tooth clenching. J Dent Res 1994;73(1):56-66
- 2) 三浦宏之, 長谷川成男, 加藤均ほか. 歯牙の変位経路の三次元測定法について. 顎機能誌 1995;2:1-10
- 3) 坂東永一, 薩摩登誉子, 重本修伺. 高分解能 6 自由度運動測定器の開発. 補綴誌 1999;43:149-159

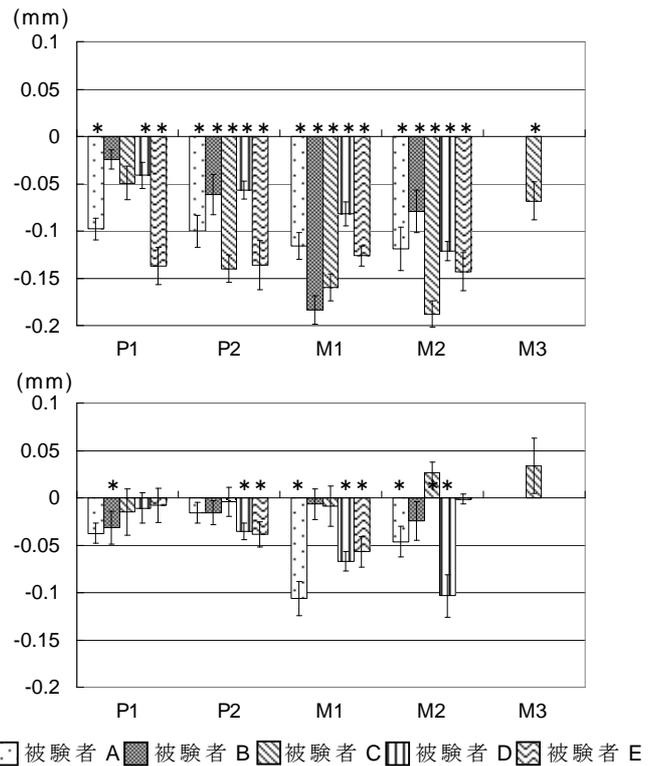


図 2. 幅径の変化  
(咬頭嵌合位での噛みしめ)  
上段;上顎 下段;下顎

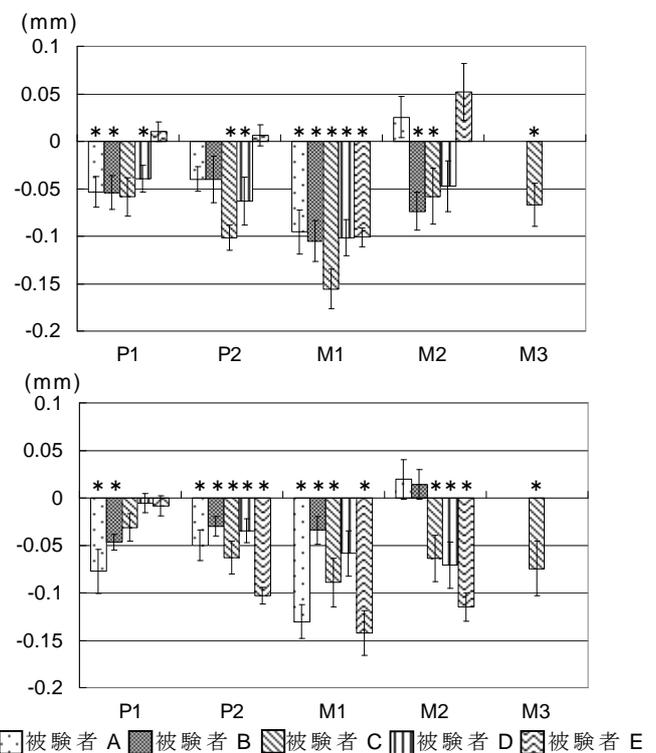


図 3. 幅径の変化  
(左側第 1 大臼歯での噛みしめ)  
上段;上顎 下段;下顎

# インプラントおよび歯に加わる荷重の生体内三次元解析

## In Vivo Analysis of the 3-D Load on Implants and Teeth

○郡司良律, 依田信裕, 小針啓司, 川田哲男, 佐藤奈央子, 塙総司, 厨川常元\*, 佐々木啓一  
Gunji Y, Yoda N, Kobari H, Kawata T, Naoko S, Hanawa S, Kuriyagawa 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, \*東北大学大学院工学研究科ナノメカニクス専攻  
Division of Advanced Prosthetic Dentistry, Tohoku University Graduate School of Dentistry,  
\*Department of Nanomechanics, Tohoku University Graduate School of Engineering

### I. 目的

歯科インプラント治療においては, 補綴装置に加わる荷重, または補綴装置を介して顎骨あるいは残存歯に加わる荷重の制御が, 治療の成否ならびに長期安定性に大きく関与する. インプラント上部構造の設計, 咬合は, インプラントに加わる荷重制御に大きな影響を及ぼすと考えられるが, これまでは経験則に基づく臨床的指針が提唱されているに留まる. これらは, 機能時にインプラントに加わる荷重データ, 特に生体内で測定された空間的・時間的な荷重動態データが欠如していることに起因しており, 上部構造の設計, 咬合に関する明確なエビデンスは存在しないのが現状である.

本研究では, 口腔内にて荷重測定が可能な三次元小型水晶圧電式センサを用いて, インプラントおよび歯に加わる荷重を生体内にて三次元的, 経時的に測定し, 解析するシステムを用いて, 機能時にインプラントおよび歯に加わる荷重に与える補綴学的因子の影響について検討することを目的とした.

### II. 方法

#### (1) 荷重センサ

インプラントおよび歯に加わる荷重測定には三次元小型水晶圧電式センサ<sup>1-3)</sup> (Type Z18400, Kistler Instruments) (以下, センサ) (図1)を用いた.

#### (2) 三次元荷重測定装置

インプラントに加わる荷重測定の場合, センサを, 実験用上部構造と共にチタン製スクリューを用いて, 約 15~20 Ncm のトルクにて口腔内フィクチャー上に固定した (図2).

また, 歯に加わる荷重測定の場合, センサ固定用メタルコア様ジグ, センサおよび実験用クラウンをスクリューにて一体固定し, 仮着セメントを用いて被験歯に装着した.

#### (3) 口腔内測定

被験者は部分欠損を有し, 同部にインプラントが埋入されている有歯顎者とした. また, 歯に加わる荷重測定の被験歯は, 根管充填が施されており, 臨床症状が無く, 形態的にセンサ設置が可能である歯を選択した. 被験者に行わせたタスクは, 各実験条件において, 随意的最大咬みしめ (以下, MVC) およびパラフィンワックス片 (5 mm<sup>3</sup>) 咬みしめ (以下, WAX), グラインディング (以下, GR) とした.

各被験者には, 研究への参加に先立ち実験の主旨を説明し, インフォームドコンセントを得た. また本研究は東北大学大学院歯学研究科倫理委員会の承認を受けて行った.

### III. 結果及び考察

今回, 荷重測定を行った3名の被験者についての結果を示す.

#### (1) 被験者 I

被験部位: 下顎右側 5, 6 (インプラント)

実験条件: 上部構造を2歯連結した場合で測定し, その後上部構造を切断し非連結 (単冠) の場合で測定した.

MVCにおいて, 非連結の場合に下顎右側6部インプラントに加わる荷重の大きさ ( $180.2 \pm 15.4$  N) は, 下顎右側5部 ( $34.3 \pm 16.3$  N) よりも有意に大きかった ( $p < 0.01$ ). 連結した場合には, 両インプラント間での有意差は認められず, 荷重量は各インプラントに分散する傾向であった. WAXにおいて, 各インプラントに加

わる荷重の大きさ、方向は、上部構造の連結、非連結間で有意差は認められなかった。

インプラントに加わる三次元的荷重は、固定性上部構造の連結、非連結により影響を受けることが示された。

## (2) 被験者Ⅱ

被験部位：下顎左側 5 (インプラント)

実験条件：上部構造は、グループファンクションに参加する側方ガイドを付与したもの (Lat+)、側方ガイドを付与しないもの、すなわちディスクルージョンとしたもの (Lat-) の 2 種類を製作し測定を行った。

MVC, WAX において、インプラントに加わる荷重量は、Lat+ (MVC; 49.2±6.6 N, WAX; 103.2±32.8 N) と Lat- (MVC; 48.3±2.4 N, WAX; 99.2±14.2 N) の 2 群間で有意差は認められなかった。一方、荷重の側方成分の大きさは GR の場合、Lat- と比較して Lat+ で有意に大きくなった ( $p<0.01$ )。また、インプラントに加わる荷重方向の変化量 (角度) を荷重量最大値の 10% 時から 100% 時の範囲において比較すると、GR の場合、左右 (頬舌) 方向の変化量が Lat- (49.7±5.8°) と比較して Lat+ (78.7±17.9°) で有意に大きくなった ( $p<0.01$ )。

上部構造に付与した側方ガイドはインプラントに加わる荷重に影響を与え、側方運動時に水平方向の荷重が増大することが定量的に示された。

## (3) 被験者Ⅲ

被験部位：上顎左側 7 (歯)、下顎左側 6 (インプラント)

咬合関係が 1 歯対 2 歯 (上顎左側 6, 7 に対し下顎左側 6) であるため、下顎左側 6 加わる荷重量 (MVC; 91.6 N, WAX; 148.4 N) は、上顎左側 7 (MVC; 75.3 N, WAX; 101.3 N) に比較して有意に大きかった ( $p<0.01$ )。被験者Ⅱと同様の方法にてインプラントに加わる荷重方向の変化量 (角度) を比較すると、MVC ではインプラントに比較して歯の方が有意に大きくなった ( $P<0.01$ ) が、GR 時における荷重方向変化範囲はインプラントの方が大きかった ( $P<0.01$ )。

歯における機能時の荷重方向の経時的変化には歯根膜機能の影響が含まれていると考えられるが、インプラントにおいても経時的な荷重方向の変化が認められた。このことから、荷重方向に影響を与える因子としては顎筋の収縮力発現方向や、顎顔面形態等の生体力学的因子の関与が示唆された。

これまでインプラントおよび歯の周囲骨に生ずる応力・歪みに関しては、主に有限要素法等のシミュレーションにより検討されてきたが、これらの研究における荷重入力値には仮想値が用いられてきた。そのため、例え高精度の有限要素モデルを構築したとしても、その解析結果は生体での力学的状況を再現しているとは言いがたかった。従って、補綴歯科治療における生体力学的な荷重制御に係わる検討を、より有効性、妥当性の高いものにするためにも、生体内での機能時における荷重動態を把握することが必要であり、本研究手法によって生体内データを解析、蓄積していくことは極めて重要である。

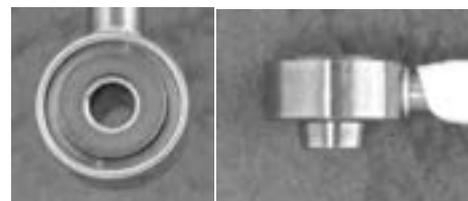


図 1. 小型水晶圧電式センサ

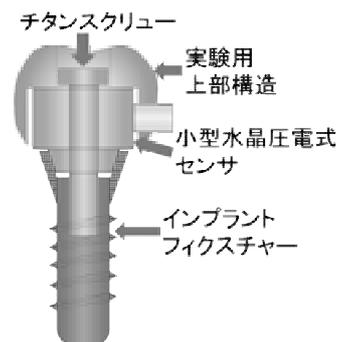


図 2. 荷重測定装置の模式図

## IV. 文献

- 1) T. Kawaguchi, T. Kawata, T. Kuriyagawa et al. (2007) In vivo 3-dimensional measurement of the force exerted on a tooth during clenching. *Journal of Biomechanics* 40 244-251
- 2) Kawata T., Yoda, N. Kawaguchi., T et al. (2007) Behavior of 3-dimensional compressive and tensile forces exerted on a tooth during function. *Journal of Oral Rehabilitation*; 34: 259-266.
- 3) N Yoda, T Ogawa, Y Gunji et al. (2008) The analysis of the load exerted on the implants supporting an overdenture based on in vivo measurement. *Prosthodont Res Pract*: 7(2), 258-260.

# NaF-PET/CT による義歯床下の骨代謝の計測

## Bone metabolic activity under denture base observed using NaF-PET/CT *in vivo*

○末永華子, 横山政宣, 山口慶一郎, 佐々木啓一

Hanako Suenaga<sup>1)</sup>, M Yokoyama<sup>1)</sup>, K Yamaguchi<sup>2)</sup>, K Sasaki<sup>1)</sup>

<sup>1)</sup>東北大学大学院歯学研究科口腔システム補綴学分野, <sup>2)</sup>仙台厚生病院放射線科

<sup>1)</sup>Division of Advanced Prosthetic Dentistry, Tohoku University Graduate School of Dentistry <sup>2)</sup>Department of Radiology, Sendai Kousei Hospital

### I. 目的

過度の義歯床下圧によって, 床下顎堤の骨吸収が促進されることは, 多数の臨床研究から示唆されている<sup>1)</sup>. そのため有床義歯補綴治療の遂行には, 力によって惹起されるメカノバイオリジカルな生体反応を把握し, コントロールすることが重要である. 当教室では, ラット抜歯後顎堤に実験義歯を装着し, 床下顎堤の経時的な骨リモデリングの様相を骨シンチグラフィーにより検討してきた. その結果, 義歯装着後, 義歯床下骨組織の代謝回転が亢進し, リモデリングが積極的に進むことを証明した<sup>2)</sup>. しかしながら, 臨床における有床義歯装着者の義歯床下骨組織に惹起されるメカノバイオリジカルな変化については明らかにされていない.

従来, 骨疾患の診断等には骨シンチグラフィーが用いられてきたが, 当研究グループでは, 既存の薬剤と比べて極めて鮮明な画像が得られる新たな検査薬剤 Fluorine-18 NaF (フッ化ナトリウム)を用いたポジトロンエミッション断層撮影 (PET) による臨床試験を行ってきた<sup>3)</sup>. NaF-PET は, 形態変化より前に起こる機能的変化を捉えられる為, 時間反応性が高いという利点があり, 生体における骨代謝の経時的な変化を観察するのに有効な手段である.

そこで本研究の目的は, 義歯装着後の義歯床下骨組織の経時的な骨代謝回転の様相

を PET/コンピュータ断層撮影 (CT) を用いて明らかにすることである.

### II. 方法

#### 1. 被験者

被験者は, 下顎に Kennedy I 級の遊離端欠損 (7|6 7 欠損) を有し, 同部に義歯の使用経験が無い 66 歳・女性 1 名である. 東北大学大学院歯学研究科研究倫理専門委員会の承認を得て, 事前に研究の趣旨を被験者に十分に説明し, 同意を得て実験を行った.

#### 2. 義歯の装着

7|6 7 欠損部にのみ, 片側性遊離端義歯を適用した. 白金加金製の金属床義歯を通法通りに製作し, 装着した.

#### 3. PET/CT 装置

PET/CT 撮像には, Discovery ST Elite (GEヘルスケア社製) を用いた. PET および CT を同時撮像することにより, PET 代謝情報と X 線 CT 画像の解剖学的情報を容易にかつ正確に重ね合わせて表示 (fusion imaging) 出来た.

#### 4. 骨代謝の経時的測定

義歯装着 0 日, 1 週間, 6 週間後に, 顎骨部の PET/CT 撮像を行った. PET 撮像には, RI (ラジオアイソトープ) トレーサーとして, Fluorine-18 NaF 1.0 mCi を静注し, 1 時間後に撮像した.

## 5. 分析

得られた画像データは、医用画像ビューワ (EV Insite R, PSP 社製) で解析処理を行った。6 7 欠損部床下骨 (試験側) と、7 欠損部顎提骨 (コントロール側) それぞれについて、関心体積 Volume of Interest (以下 VOI) を設定し (図 1), PET standardized uptake value (SUV 平均) および CT 値 (平均) の経時的变化を検討した。

## III. 結果および考察

### 1. 撮像条件の検討

通常の全身 PET 撮像は NaF 5.0 mCi を用い 20~30 分の撮像時間を要するが、顎骨部のみで撮像時間を 20 分にまで延長することにより、NaF 1.0 mCi の投与で、鮮明な画像を得た。この方法により 1 回の撮像における被曝量を抑え、同一被験者において経時的に複数回観察することが可能となった。また、PET/CT 装置を用いることにより、部位の同定、および複数回に渡って得られた画像の比較を正確に行うことができた。

### 2. 骨代謝の経時的变化

6 週間の実験期間を通して、試験側・コントロール側共に、CT 画像より明らかな形態変化は認められず、CT 値にも変化はみられなかった (図 2)。一方、試験側の SUV は、0 日 (3.5), 1 週間後 (4.2), 6 週間後 (5.3) と、義歯装着後経時的に上昇した (図 3)。

これらの結果から、義歯装着により義歯床下骨組織の代謝回転が亢進し、リモデリングが積極的に進むことが示唆された。また、義歯装着後の経過は良好であり、実験全期間を通して床下粘膜に腫脹・疼痛・発赤・潰瘍等が認められなかったことから、これらの反応は、床下骨の義歯への適応過程であると推察される。

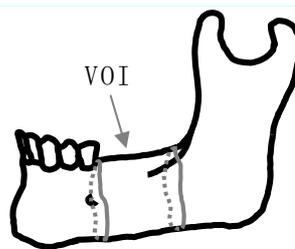


図 1 VOI の設定

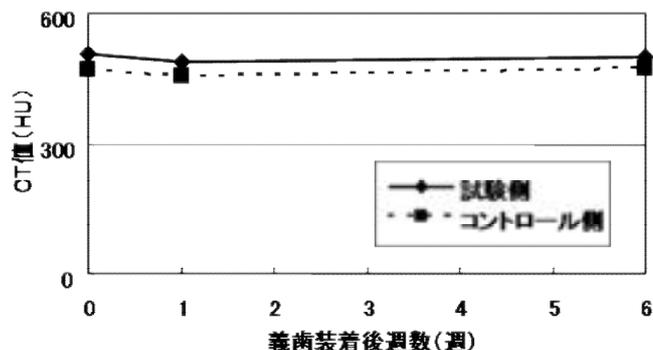


図 2 CT 値の経時的变化

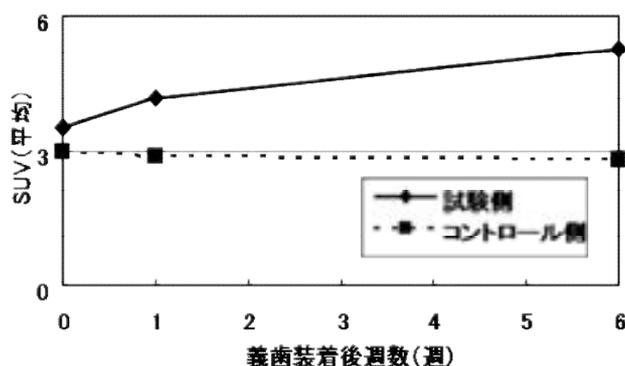


図 3 SUV の経時的变化

## IV. 文献

- 1) CE Carlsson:  
Responses of jawbone to pressure,  
Geodontology 2004; 21: 65-70
- 2) 横山政宣:  
骨シンチグラフィを用いた義歯床下骨  
組織の代謝回転に関する研究,  
東北大学歯学雑誌 Vol. 23, No. 1, 2004
- 3) 宇野公一, 井上登美夫, 山口慶一郎 他:  
各種骨病変検出における臨床的有用性と医  
療経済効果に関する骨シンチグラフィと  
18-fluoride PET の比較検討,  
Radioisotopes 2009; 58: 461-468

