

日本歯科医学会認定分科会

日本顎口腔機能学会

第 53 回学術大会

**53th Scientific Meeting of the Japanese Society of
Stomatognathic Function**

プログラム・事前抄録集

Program and Abstracts

平成 26 年 10 月 4 日 (土), 5 日 (日)

October 4-5, 2014

主管

日本大学松戸歯学部 顎口腔機能治療学講座

大会長 川良 美佐雄

日本顎口腔機能学会第 53 回学術大会のご案内

日本顎口腔機能学会第 53 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 26 年 10 月 4 日(土)、5 日(日)

会 場：日本大学松戸歯学部 校舎棟 101 教室

〒271-8587 千葉県松戸市栄町西 2-870-1

大会長：川良 美佐雄

連絡先：〒271-8587 千葉県松戸市栄町西 2-870-1

日本大学松戸歯学部 顎口腔機能治療学講座

準備委員長：小見山 道

E-mail : komiyama.osamu@nihon-u.ac.jp

TEL : 047-360-9641 FAX : 047-360-9621

なお、10 月 4 日 (土) 18:00 より学生食堂にて懇親会 (会費：3,000 円、大学院生・研修医 1,000 円) を行いますので、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. 口演および特別講演中の写真・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。
2. ご自身の PC をご持参ください。また、故障など予期せぬ事態に備え、必ずバックアップデータ (USB メモリ) をご持参ください。
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 (通常のモニター端子) となります。ご使用の PC に上記の映像出力端子がない場合、必ず変換コネクタをご用意ください。
4. お持ちいただいた PC は、口演発表 30 分前までに PC 受付にて受付を済ませてお預かり下さい。お預かりした PC は、口演終了後に PC 受付にて返却いたします。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いただきますようお願いいたします。
5. 音声を含む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、事前にその旨を事務局までお知らせいただきますようお願いいたします。
6. 事後抄録 (CD-R 書き込み電子ファイル (事前抄録と同様の書式) と印刷物) を当日受付へご提出ください。
7. 口演は、発表 15 分、質疑応答 15 分です。発表終了 1 分前と終了時にアラームでお知らせします。
8. 次演者は所定の席でお待ちください。

【交通案内図】



※10月4日、5日は松戸駅にてイベント開催のため、9時30分～17時半は臨時バス停、臨時タクシー乗り場となります。

会場：日本大学松戸歯学部 校舎棟 101 教室

〒271-8587 千葉県松戸市栄町西 2-870-1

交通：

■松戸駅 (JR 常磐線快速・各駅停車 〈東京メトロ千代田線直通〉)

西口1番バス乗り場 (京成バス) 「日大歯科病院」行きバス終点下車 (乗車時間約 20 分) 料金 240 円

西口タクシー乗り場 「日大まで」 (乗車時間約 15 分) 料金 約 1,400 円

日本顎口腔機能学会第53回学術大会プログラム

【1日目 平成26年10月4日(土)】 101教室

9:25~9:30 開会の辞 大会長 川良 美佐雄

9:30~10:30 セッションI 座長 井上 誠 先生(新潟大学)

1. 継続した舌拳上運動が大脑皮質運動野の興奮性に及ぼす影響

○薦田 祥博, 小見山 道, 飯田 崇, 川良 美佐雄

日本大学松戸歯学部 顎口腔機能治療学講座

2. ゼリーの物性がスクイーミング時の舌圧に及ぼす影響

○徳田 佳嗣¹⁾, 小野 高裕¹⁾, 藤原 茂弘¹⁾, 皆木 祥伴¹⁾, 村上 和裕¹⁾, 堀 一浩²⁾, 磯野 舞³⁾,
中尾 理美³⁾, 船見 孝博³⁾, 前田 芳信¹⁾

1) 大阪大学大学院歯学研究科 有床義歯補綴学・高齢者歯科学分野

2) 新潟大学大学院医歯学総合研究科 摂食嚥下リハビリテーション学分野

3) 三栄源エフ・エフ・アイ株式会社 テクスチャーデザイン研究室

10:30~12:00 セッションII 座長 小野 高裕 先生(新潟大学)

3. 認知症高齢者における舐摂(しせつ)機能と嚥下動態との関係

○森 隆浩¹⁾, 平岡 綾¹⁾, 黒木 亜津沙¹⁾, 川野 弘道¹⁾, 丸山 真理子¹⁾, 高木 幸子²⁾, 吉川 峰加¹⁾,
津賀 一弘¹⁾

1) 広島大学大学院医歯薬保健学研究科

2) 医療法人 微風会 ビハーラ花の里病院

4. 舌骨上筋群の表面筋電位を用いた舌運動の識別とその可視化法

○佐々木 誠¹⁾, 大西 康平¹⁾, 中山 淳²⁾, 柴本 勇³⁾, 鎌田 勝裕⁴⁾

1) 岩手大学大学院工学研究科

2) 一関工業高等専門学校制御情報工学科

3) 国際医療福祉大学保健医療学部

4) 株式会社パターンアート研究所

5. 寒天咀嚼・嚥下時における気圧計による口腔内圧の測定

○小飯塚 仁美¹⁾, 小林 博¹⁾, 山田 好秋²⁾, 黒瀬 雅之³⁾

1) 新潟大学大学院医歯学総合研究科包括歯科補綴学分野

2) 東京歯科大学口腔科学研究センター

3) 新潟大学大学院医歯学総合研究科口腔生理学分野

12:00～12:05 54回学術大会アナウンス 兼松 恭子 先生 (鹿児島大学)

12:05～13:20 理事会

理事会会場：102 教室

13:20～13:30 休憩

13:30～14:30 セッションⅢ 座長 服部 佳功先生 (東北大学)

6. 垂直顎間距離決定の基準下顎位に関する研究

—咬合支持喪失状態が[n]持続発音位に及ぼす影響—

○遠藤 舞, 松川 高明, 豊田 有美子, 眞木 信太朗, 濱坂 弘毅, 松井 藍有美, 大川 穰,
染川 正多, 大川 周治

明海大学歯学部機能保存回復学講座歯科補綴学分野

7. 成人正常咬合者における下顎第一大臼歯の咀嚼運動経路の経時的変化

○北嶋 文哲, 友成 博, 國則 貴玄, 上原 沢子, 宮脇 正一

鹿児島大学大学院医歯学総合研究科 歯科矯正学分野

14:30～15:30 セッションⅣ 座長 藤澤 政紀先生 (明海大学)

8. 食品の硬さの違いによる咀嚼運動の変化

○小見野 真梨恵, 志賀 博, 中島邦久, 田中 彰, 横山 正起

日本歯科大学生命歯学部歯科補綴学第1講座

9. 切歯路と睡眠時ブラキシズムの分類との関係

○鈴木 善貴¹⁾, 大倉 一夫¹⁾, 重本 修伺^{1,4)}, 大本 勝弘¹⁾, 田島 登誉子¹⁾, 中野 雅徳²⁾,
坂東 永一³⁾, 松香 芳三¹⁾

1) 徳島大学大学院 HBS 研究部 顎機能咬合再建学分野

2) 徳島大学大学院 HBS 研究部 口腔保健学講座,

3) 徳島大学

4) 鶴見大学歯学部クラウンブリッジ補綴学講座

15:30～15:40 休憩

15:40～16:40 セッションV 座長 山口 泰彦 先生（北海道大学）

1 0. 睡眠・覚醒状態および身体活動状態が慢性疼痛に及ぼす影響

○宇野 浩一郎¹⁾, 石垣 尚一¹⁾, 新谷 歩²⁾, 矢谷 博文¹⁾

- 1) 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
- 2) 大阪大学大学院医学系研究科臨床統計疫学寄附講座

1 1. マウスにおける咬筋の活動に対する明暗および睡眠-覚醒サイクルの影響

○片山 慶祐^{1,2)}, 望月 文子²⁾, 加藤 隆史³⁾, 池田 美菜子¹⁾, 野川 泰葉⁴⁾, 中村 史朗²⁾,
中山 希世美²⁾, 若林 則幸⁴⁾, 馬場 一美¹⁾, 井上 富雄²⁾

- 1) 昭和大学歯学部歯科補綴学講座
- 2) 昭和大学歯学部口腔生理学講座
- 3) 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
- 4) 東京医科歯科大学大学院医歯学総合研究科口腔機能再構築学系専攻摂食機能回復学講座
部分床義歯補綴学分野

16:40～16:50 休憩

16:50～17:50 特別講演 座長 川良 美佐雄 先生（日本大学松戸）

「睡眠中の運動コントロールとその仕組み」

内山 真 先生

日本大学医学部 精神医学系精神医学分野

18:00～ 懇親会

会場：学生食堂

【2 日目平成 26 年 10 月 5 日（日）】 101 教室

9:00～10:00 セッションVI 座長 吉川 峰加 先生（広島大学）

1 2. 咽頭電気刺激による嚥下機能への驚くべき効果

○林 宏和, 竹石 龍右, 真柄 仁, 谷口 裕重, 辻村 恭憲, 堀 一浩, 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

1 3. 炭酸水がもたらす嚥下の変調

○神田 知佳¹⁾, 中村 由紀¹⁾, 林 宏和²⁾, 竹石 龍右¹⁾, 篠田 有希³⁾, 亀谷 典弘³⁾,
岡本 武久³⁾, 井上 誠¹⁾

1) 新潟大学大学院医歯学総合研究科 摂食嚥下リハビリテーション学分野

2) 新潟大学医歯学総合病院口腔リハビリテーション科

3) アサヒ飲料株式会社研究開発本部

10:00～11:30 セッションVII 座長 石垣 尚一 先生（大阪大学）

1 4. 視覚情報の変化がチューインガム咀嚼時の下顎運動におよぼす影響

○宗形 芳英, 北見 修一

奥羽大学歯学部口腔機能分子生物学講座口腔生理学分野

1 5. 苦味の程度が異なるグミゼリー咀嚼時の咀嚼運動

○岡田 大和, 志賀 博, 荒川 一郎, 渡邊 篤士

日本歯科大学生命歯学部歯科補綴学第 1 講座

1 6. 咬合支持状態の異なるクレンチングにおける全咀嚼筋の活動様相

～新たな咬合力計を応用した mfMRI による解析～

○高橋 実¹⁾, 山口 哲史¹⁾, 渡辺 誠²⁾, 服部 佳功¹⁾

1) 東北大学大学院歯学研究科加齢歯科学分野

2) 東北福祉大学

11:30～11:40 休憩

11:40～11:50 日本顎口腔機能学会学術大会優秀賞発表

11:50～12:00 閉会の辞 次期大会長 宮脇 正一 先生（鹿児島大学）

特別講演

睡眠中の運動コントロールとその仕組み

日本大学医学部精神医学系 内山 真

ヒトの睡眠中に、覚醒時に物を注視している時のような急速な眼球運動と入眠期に近い低振幅な脳波よりなる睡眠段階が一夜を通じて周期的に出現することが 1953 年に報告された。これがレム睡眠の発見である。その後の研究でレム睡眠と夢体験の関連、動物にも同様な睡眠段階が存在する事がわかり、1959 年には、ネコにおいてレム睡眠中に抗重力筋の緊張が消失することが見いだされ、これが睡眠中の運動制御に関する研究の端緒となった。これ以来、睡眠科学の分野においては、骨格筋制御に関わる神経伝達物質や神経回路網について多くの研究が行われてきている。睡眠医学においては、睡眠中の骨格筋制御と関連した病態についての研究が活発に行われている。

ナルコレプシー特徴的的症状である情動脱力発作は、情動的な変化により起こる急激な骨格筋緊張喪失であり、睡眠麻痺とは覚醒と睡眠の移行期に、意識はあるにもかかわらず骨格筋の随意運動が不能になる状態である。どちらも、本来はレム睡眠中にのみ働く骨格筋抑制機構が、覚醒期や覚醒睡眠移行期に働いてしまうために起こる現象と考えられている。レム睡眠行動障害では、レム睡眠中の寝言や寝ぼけ行動が見られるが、この睡眠段階における骨格筋抑制機構の機能不全のために夢に反応した行動が表出されてしまう。閉塞性睡眠時無呼吸症候群は、睡眠中の全般的筋緊張の低下により上気道が閉塞し、動脈血酸素飽和度の低下と覚醒反応による夜間の睡眠分断とをきたす病態である。レム睡眠期には、骨格筋緊張の中枢性抑制により上気道周囲の筋緊張が低下し閉塞が起こりやすくなる。特に、眼球運動の活発な時期にこれが著しい。周期性四肢運動障害では、周期的に反復する持続の短い四肢運動が睡眠中に起こるために睡眠の分断化が起こる。これは、ノンレム睡眠段階 1 および 2 で多くみられ、深くなると頻度が低下する。レム睡眠中には基本的に出現しない。レストレスレッグス症候群との関連から、病態にドーパミン神経系の関与が指摘されている。睡眠関連歯ぎしりでは、睡眠中に歯をこすりつけたり、食いしばったりする運動が見られ、これによる覚醒反応を伴う。この病態においても、ノンレム睡眠段階 1 および 2 に多くみられ、レム睡眠中の出現は非常に少ない。これら睡眠関連運動障害では筋抑制が起こるレム睡眠中には頻度が著しく低下するのが特徴である。

今回は、レム睡眠とノンレム睡眠における骨格筋制御メカニズムに関連する病態として、ナルコレプシーにおける情動脱力発作と睡眠麻痺のメカニズム、レム睡眠行動障害における行動異常、睡眠関連呼吸障害と舌筋や上気道筋の緊張制御、周期性四肢運動障害や睡眠関連歯ぎしりなどの睡眠関連運動障害についてとりあげ、睡眠中の病的現象が、睡眠段階に伴う運動制御の違いに大きく影響されることについて臨床的な側面からまとめたい。



内山 真 (うちやま まこと)

日本大学医学部精神医学系 主任教授

滋賀医科大学医学部睡眠学講座 客員教授

東京医科歯科大学医学部保健衛生学科 臨床教授

1980年 東北大学医学部卒業、東京医科歯科大学精神神経科

1986年 東京都多摩老人医療センター（現 多摩北部医療センター）精神科

1991年 国立精神・神経医療研究センター精神保健研究所精神生理部室長

2000年 同部長

2006年 日本大学医学部精神医学系 主任教授

研究テーマ：精神疾患と睡眠および生体リズムとの関連

学会：日本睡眠学会（理事）、日本時間生物学会（理事）、日本女性心身医学会（理事）、東京精神医学会（理事）、日本精神神経学会（代議員）、日本臨床神経生理学会（代議員）など

著書

『睡眠のはなし（中公新書 2014）』

『睡眠障害の対応と治療ガイドライン第2版（じほう 2012）』

『専門医のための精神科臨床リュミエール 8. 精神疾患における睡眠障害の対応と治療（中山書店 2011）』など。

一般口演

継続した舌挙上運動が大脳皮質運動野の興奮性に及ぼす影響

Influence of tongue task movement on corticomotor excitability

○薦田祥博, 小見山道, 飯田崇, 川良美佐雄

Komoda Y, Komiyama O, Iida T, Kawara M

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

顎口腔機能と大脳皮質運動野の活性状態と
の関係を検討することは、顎口腔機能の回復を
目的とした治療を確立するために有用である。
過去の報告では継続した舌突出運動や歯のク
レンチングをトレーニングとして行うことで
各運動に関与する大脳皮質運動野において可
塑性変化が生じると報告されている^{1, 2)}。しか
し、継続した顎口腔機能の運動が、解剖学的に
近接した他の運動に関与する大脳皮質運動野
へ及ぼす影響を検討した報告は認めない。そこ
で本研究は継続した舌挙上運動が舌機能に与
える影響および、経頭蓋磁気刺激法 (TMS) を
用いた大脳皮質運動野における運動誘発電位
(MEP) の測定による、舌運動および解剖学的
に近接した下顎運動に関与する大脳皮質運動
野に生じる可塑性変化について検討を行った。

II. 方法

被験者はインフォームド・コンセントのもと
に参加し、脳疾患の既往がなく、顎口腔領域に
異常を認めない成人 16 名(平均年齢 23.4±2.5
歳)を対象とした。実験は 5 日間連続で行った。
被験者は舌挙上を運動課題としたトレーニング
に参加し、TMS を用いた MEP の測定は、1
日目と 5 日目のトレーニング直前と直後の計 4
回行った。運動課題は 5kPa, 10kPa による舌
挙上の 2 種類とし、運動課題の順序はランダム

とした。トレーニング中の運動課題時の舌圧は
舌圧測定器 (JMS 舌圧測定器[®], GC, 東京) に
て測定した。舌挙上トレーニングは Iida らの報
告²⁾と同じ構成とし、合計 41 分間のトレーニ
ングを各日において行った。また、1 日目およ
び 5 日目のトレーニング前後に 5kPa, 10kPa,
100%舌挙上時の筋活動を、表面電極を用いた
筋電計 (EMG) にて測定した。左右舌筋および左
右咬筋から各運動課題にて 3 回ずつ 15 秒間測
定し、実効値および変動係数を算出した。

TMS は Magstim Bistim (Magstim, UK) を使用
した。表面電極を右側舌背部粘膜, 右側咬筋上
の皮膚および右側第一背側骨間筋 (FDI) 上の皮
膚に貼付し、各部位より MEP を導出した。安
静時運動閾値 (rMT) は舌筋で 5 μ V, 咬筋で 10 μ V,
FDI で 50 μ V の MEP が 10 回の刺激中 5 回以上
得られる最小の刺激強度とした。この rMT の
MEP を基に刺激時の MEP 潜時を舌筋, 咬筋お
よび FDI の波形から算出した。また, rMT を求
めた刺激部位にて 90%MT, 120%MT,
160%MT(最大出力範囲内)の強度で刺激し、各
刺激強度における舌筋, 咬筋および FDI の波形
から MEP 振幅を算出し、刺激 - 反応曲線を作
成した。

統計学的分析は実効値, rMT, MEP 潜時は
一元配置分散分析, 刺激 - 反応曲線および舌挙上
トレーニングの舌圧と変動係数については二
元配置分散分析を用いた。多重比較は
Tukey-Kramer 法を用いて行った。有意水準は
5%とした。

III. 結果及び考察

1. 左右舌筋および左右咬筋における筋活動の実効値は 5kPa, 10kPa, 100%舌挙上の運動課題において, 4 計測時点間で有意差を認めなかった. 5kPa, 10kPa 中の左右舌筋における筋活動は相対比率にてそれぞれ $21.9 \pm 0.9\%$, $36.3 \pm 0.8\%$ であった.

2. 5 日目のトレーニングにおける 10kPa での舌圧の変動係数は 1 日目のトレーニングと比較して有意に減少した ($P < 0.05$). 最大舌圧は 4 計測時点間で有意差を認めなかった.

3. 舌筋および咬筋において 5 日目のトレーニング直後の rMT は 1 日目のトレーニング直前の rMT に比べて有意な減少が認められた ($P < 0.05$). FDI の rMT は 4 計測時点間で有意差を認めなかった. 舌筋, 咬筋および FDI における MEP 潜時は 4 計測時点間で有意差を認めなかった.

4. 舌筋および咬筋の MEP 振幅は 4 計測時点間, 各刺激強度間にて有意差を認めた ($P < 0.005$). FDI の MEP 振幅は各刺激強度間にて有意差を認めたが ($P < 0.005$), 4 計測時点間にて有意差を認めなかった ($P = 0.879$). 多重比較にて, 舌筋 MEP 振幅は 120%MT の刺激強度において 1 日目のトレーニング直前と比較して 5 日目のトレーニング直後で有意な増加を認めた ($P < 0.01$). 160%MT の刺激強度において 1 日目のトレーニング直前と比較して 5 日目のトレーニング直前および直後で有意な増加を認め ($P < 0.01$), 1 日目のトレーニング直後と比較して 5 日目のトレーニング直後で有意な増加を認めた ($P < 0.01$). 咬筋 MEP 振幅は 160%MT の刺激強度においては 1 日目のトレーニング直前と比較して 5 日目のトレーニング直後で有意な増加を認めた ($P < 0.01$).

以上より, 健常者における継続した低強度の舌挙上運動は最大舌圧の向上を認めなかったが, 舌運動精度の向上を認めた. また, 連続した舌挙上運動により舌運動に関与する大脳皮質運動野において可塑性変化を生じると同時に, 解剖学的に近接した咬筋の大脳皮質運動野においても可塑性変化を生じることが示唆さ

れた. よって, 末梢においては最大舌圧の向上よりも中枢の運動学習による運動精度の向上, および中枢においては機能的, 構造的変化による口腔機能に関与する運動野の活性に寄与することが示唆された.

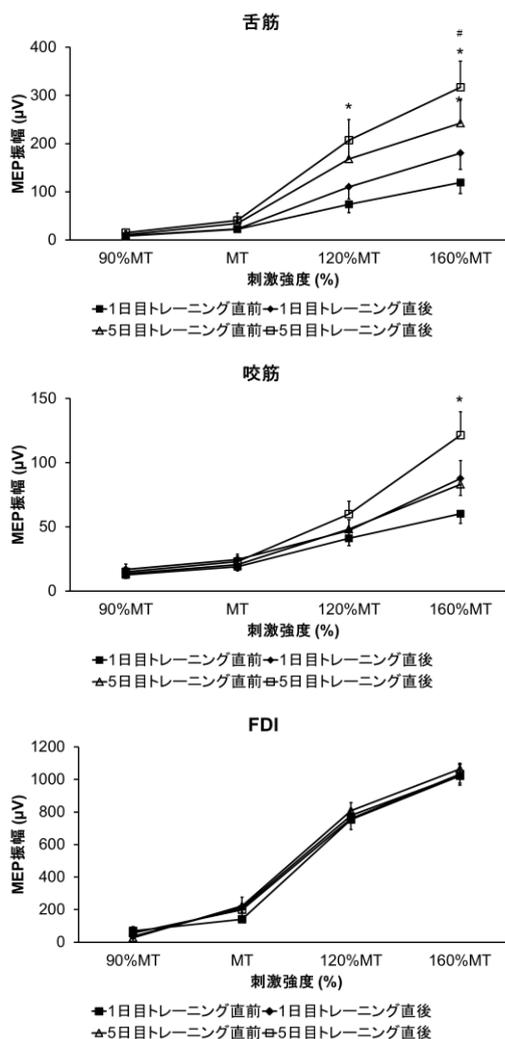


図. 各 TMS 刺激強度における各測定部位の MEP

IV. 文献

- 1) Svensson P, Romaniello A, Arendt-Nielsen L, Sessle BJ. Plasticity in corticomotor control of the human tongue musculature induced by tongue-task training. *Exp Brain Res* 2003; 152: 42-51.
- 2) Iida T, Komiyama O, Obara R, Baad-Hansen L, Kawara M, Svensson P. Repeated clenching causes plasticity in corticomotor control of jaw muscles. *Eur J Oral Sci* 2014; 122: 42-48.

ゼリーの物性がスクイーミング時の舌圧に及ぼす影響

Influence of jelly texture on tongue pressure in squeezing

○徳田佳嗣¹, 小野高裕¹, 藤原茂弘¹, 皆木祥伴¹, 村上和裕¹, 堀 一浩²,
磯野 舞³, 中尾理美³, 船見孝博³, 前田芳信¹

Yoshitsugu Tokuda, Takahiro Ono, Shigehiro Fujiwara, Yoshitomo Minagi,
Kazuhiro Murakami, Kazuhiro Hori, Mai Isono, Satomi Nakao,
Takahiro Funami, Yoshinobu Maeda

¹大阪大学大学院歯学研究科 有床義歯補綴学・高齢者歯科学分野,

²新潟大学大学院医歯学総合研究科 摂食嚥下リハビリテーション学分野

³三栄源エフ・エフ・アイ株式会社 テクスチャーデザイン研究室

¹Department of Prosthodontics, Gerodontology and Oral Rehabilitation, Osaka University Graduate School of Dentistry, ²Division of Dysphagia Rehabilitation, Niigata University Graduate School of Medical and Dental Sciences, ³Texture Design Laboratory, San-Ei Gen F.F.I., Inc.

I. 目的

摂食嚥下障害患者に提供される介護食のテクスチャーデザインにおいて、食品の力学特性と Food Oral Processing (FOP)との相互関係は非常に重要である¹⁾。演者らは、ゲルの初期硬さが FOP 時の舌と口蓋との接触様相(舌圧)に及ぼす影響は、スクイーミングと咀嚼の間で異なることを報告した²⁾。本研究では、FOP 時のバイオメカニクスについてさらに詳細に検討するために、粘弾性の異なる 9 種類のゼリーを試作し、スクイーミングして嚥下した場合の舌圧発現様相を比較した。

II. 方法

1. 被験者

摂食嚥下障害ならびに神経筋疾患を有さず、欠損補綴処置や顎関節疾患、矯正治療の既往のない健常歯顎者 9 名とした(男性 9 名、平均年齢 28.5 歳)。

2. 測定装置

舌圧測定には Swallow scan system および 5 箇所感圧点を有する舌圧センサシート(ニッタ、大阪、図 1)を用いた。嚥下時点を特定するために小型マイクロフォンを用いて嚥下音を記録した。

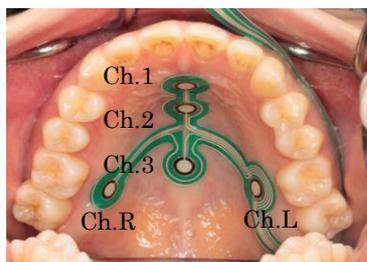


図 1. 口蓋に貼付した舌圧センサシート

3. 被験試料

破断荷重と破断歪をそれぞれ 3 段階に設定した計 9 種類のジェランガムを主成分とする三栄源エフエフアイ社製ゼリー試料を使用した(表 1)。

試料	破断荷重 (N)			破断歪 (%)		
	平均値	標準偏差	標準誤差	平均値	標準偏差	標準誤差
A10	9.71	± 0.13	0.13	43.31	± 0.34	0.34
A20	21.23	± 0.73	0.73	47.49	± 1.33	1.33
A30	28.7	± 1	1	46.16	± 1.08	1.08
B10	9.29	± 0.71	0.71	58.75	± 0.86	0.86
B20	19.38	± 0.48	0.48	62.41	± 0.44	0.44
B30	28.44	± 1.07	1.07	63.79	± 0.6	0.6
C10	9.73	± 0.94	0.94	74.34	± 1.67	1.67
C20	19.38	± 1.11	1.11	77.75	± 0.69	0.69
C30	29.4	± 0.99	0.99	78.71	± 1.19	1.19

表 1. ゼリー試料のテクスチャー

4. 測定方法

被験者は、座位にて 5ml の試料を一旦口腔内(口腔底)に含み、験者による指示の後、歯で咀嚼することなく舌で押しつぶした後嚥下した。測定はすべての試料で 3 回ずつ行い、摂取するゲルの順序はランダム化した。

5. 分析方法

得られた舌圧波形を、嚥下音を指標としてスクイーミングパートと嚥下パートの 2 区間に分け、各パートの舌圧最大値・舌圧持続時間・舌圧積分値、スクイーミング回数を算出した。各分析項目の測定タスク間の比較には、Friedman 検定の後、有意差が認められた場合は Bonferroni の不等式で有意水準を補正した Wilcoxon の符号付き順位和検定によって多重比較を行った。

Ⅲ. 結果および考察

1. スクイーミング時の舌圧

1) スクイーミング回数、舌圧持続時間

ゼリーA・B系列では破断荷重が増えればスクイーミング回数が増える傾向が見られた。一方、破断歪はスクイーミング回数にあまり影響を与えなかった(図2)。破断荷重が増えれば舌圧持続時間は長くなる傾向が見られ、特にCh.LとCh.Rで顕著であったが、破断歪の影響はほとんど見られなかった(図3)。

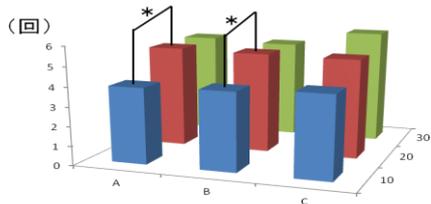


図2. Ch.Rのスクイーミング回数

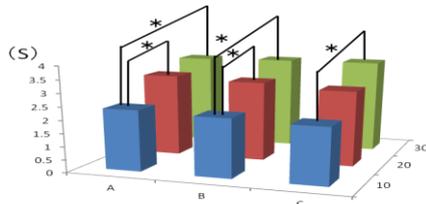


図3. Ch.Rの舌圧持続時間

2) 舌圧最大値

ゼリーの破断荷重の増加に従って舌圧最大値が増加し(図4)、破断歪増加によって舌圧最大値が減少する傾向が見られ、特にCh.2で顕著であった。(図5)

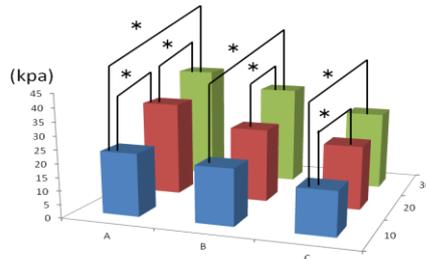


図4. Ch.2の舌圧最大値に対する破断荷重の影響

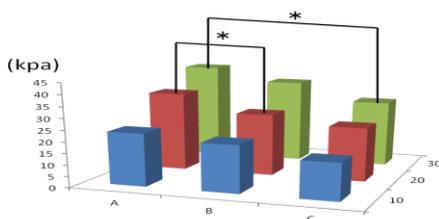


図5. Ch.2の舌圧最大値に対する破断歪みの影響

3) 舌圧積分値

破断荷重の増加により積分値が増加する傾向が特にCh.2,3において顕著に見られた(図6)。一方、破断歪みの影響により積分値が減少する傾向は、特にCh.3, R, Lにおいて見られた。

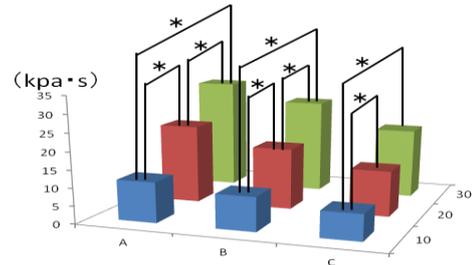


図6. Ch.2の舌圧積分値

2. 嚥下時の舌圧

1) 舌圧持続時間

破断荷重・破断歪による有意差は認められなかった。

2) 舌圧最大値

ゼリー20系列では、破断歪の増加により、Ch.1、Ch.2、Ch.L、Ch.Rにおいて舌圧最大値が減少した。ゼリーC系列では、破断荷重の増加により、Ch.3を除くChにおいて舌圧最大値も増加した。

3) 舌圧積分値

破断荷重・破断歪による有意差は認められなかった。

以上の結果より、ゼリーのテクスチャーの指標である破断荷重は、スクイーミング回数、舌圧持続時間、舌圧最大値、舌圧積分値に影響を与え、破断歪みは舌圧最大値と舌圧積分値に影響を与えることが明らかとなった。一方、スクイーミング後の嚥下時においては、舌圧最大値のみ影響を受け、テクスチャーの組み合わせが、FOP時の舌運動に複雑な影響を与えていることが示唆された。

Ⅳ. 文献

- 1) Ishihara S, Nakao S, Nakamura M, Funami T, Hori K, Ono T, Kohyama K, Nishinari K. Compression test of food gels on artificial tongue and its comparison with human test. J Tex Stud, 2013; 44:104-114
- 2) Yokoyama S, Hori K, Tamine K, Fujiwara S, Inoue M, Maeda Y, Funami T, Ishihara S, Ono T. Tongue pressure modulation for initial gel consistency in a different oral strategy. Plos One, 2014; 18: e91920.

認知症高齢者における舐摂（しせつ）機能と嚥下動態との関係 Relationship between sucking function and swallowing dynamics in elderly people with dementia

○森 隆浩¹⁾, 平岡 綾¹⁾, 黒木 亜津沙¹⁾, 川野 弘道¹⁾,
丸山 真理子¹⁾, 高木 幸子²⁾, 吉川 峰加¹⁾, 津賀 一弘¹⁾
Takahiro Mori¹⁾, Aya Hiraoka¹⁾, Azusa Kuroki¹⁾, Hiromichi Kawano¹⁾,
Mariko Maruyama¹⁾, Sachiko Takagi²⁾, Mineka Yoshikawa¹⁾, Kazuhiro Tsuga¹⁾

¹⁾ 広島大学大学院医歯薬保健学研究科

²⁾ 医療法人 微風会 ビハーラ花の里病院

¹⁾ Hiroshima University Graduate School of Biomedical & Health Sciences

²⁾ Mifukai Viha-ra Hananosato Hospital

I. 目的

近年増加している認知症高齢者において、嚥下障害は高頻度に認められる合併症で、その特徴の一つは口腔期の機能不全であるとされている。舐摂（しせつ）機能は、棒付きの飴を舐める際の1分あたりの減少量により測定する新しい口腔機能（検査）として提唱され¹⁾、既存の口腔機能検査と一部関連すること及び認知症高齢者でも簡便に検査できることが報告されている¹⁾。しかしながら、舐摂機能検査が摂食・嚥下の評価に果たす役割については十分に検討されていない。そこで本研究では、舐摂機能検査の評価する主な対象は舌運動であるという仮説を建てて、実験的な舌運動の有無による唾液量と飴の重量変化を定量的に分析し、さらに、認知症高齢者における嚥下の時間的パラメータとの関係を検討することで、舐摂機能検査の意義を明らかにすることを目的とした。

II. 方法

1. 舐摂機能検査への舌運動の影響の検討

対象者は65歳以上の健常高齢者275名（男性72名、女性203名、平均年齢：74.3 ± 5.4歳）とした。被験食品として試作棒付き飴（GC、東京）を用い、口腔内舌背上に飴を2分間静置した場合（安静時）及び2分間全力で舐め続け

た場合（労作時）の2つの条件下で、全唾液を嚥下せずに紙コップに吐出するよう指示し、唾液量及び飴の減少量を測定した。また、他の口腔機能検査として最大舌圧、オーラルディアドコキネシスの/pa/, /ta/, /ka/を測定した。Student's t検定を用いて性差を検討し、安静時と労作時の比較には二元配置分散分析後、対応のあるt検定を行った。相関関係の検討にはPearsonの積率相関係数(r)を用いた。有意水準は5%とした。

2. 舐摂機能と嚥下動態との関係の検討

対象者は経口摂取が可能な認知症高齢者19名（女性、平均年齢：90.1 ± 6.7歳）とし、Mini-Mental State Examination（MMSE）を用いて認知機能の評価した。嚥下造影検査（VF）の被験食品にはヨーグルト3gを用い、時間的パラメータとして口腔通過時間（OTT）、咽頭通過時間（PTT）、全嚥下時間（TST）を計測した。舐摂機能は被験食品としてチュッパチャプス™（ChupaChups, Barcelona）を用いて測定した。舐摂機能と各時間的パラメータの相関関係の検討にはSpearmanの順位相関係数(ρ)を用い、有意水準は5%とした。

III. 結果及び考察

1. 舐摂機能検査への舌運動の影響

対象者の年齢は男性が 75.8 ± 5.2 歳，女性が 73.8 ± 5.4 歳と性差を認めた ($P < 0.01$)。各口腔機能検査値に性差は認めなかった。舌運動を行うことで飴の重量は男女ともに有意に減少し (男性：安静時 0.4 ± 0.3 g，労作時 2.6 ± 0.6 g，女性：安静時 0.4 ± 0.2 g，労作時 2.4 ± 0.6 g， $P < 0.01$)，唾液量は有意に増加した (男性：安静時 2.1 ± 1.3 g，労作時 6.3 ± 2.4 g，女性：安静時 1.6 ± 0.9 g，労作時 5.2 ± 2.4 g， $P < 0.01$)。飴の減少量及び唾液量において舌運動の有無と性別の有意な交互作用は認めなかった。飴の減少量と唾液量の相関関係については，男性の安静時には強い相関 ($r = 0.76$ ， $P < 0.01$) を認め，労作時には弱い相関 ($r = 0.33$ ， $P < 0.01$) を認めた。女性の安静時 ($r = 0.54$ ， $P < 0.01$) 及び労作時 ($r = 0.61$ ， $P < 0.01$) にはともに中等度の相関を認めた。

安静時の飴の減少量と唾液量が男女ともに中等度以上の相関を認めたことより，口腔内の唾液量は飴の溶解に影響を及ぼす要因の一つであると考えられる。労作時には分泌された唾液を口腔内に貯留させたまま舌運動を行うことが困難で，多くの対象者が 2 分間の検査時間中に唾液を 1～数回口腔外に吐出した。このため労作時における唾液量が飴の減少量に影響を及ぼす因子であるかは検討できなかった。しかしながら，舌運動が飴の重量を減少させる効果は明らかであり，唾液の分泌促進や舌による飴表面の擦過などに関与する舌運動の多寡が舐摂機能に影響を及ぼしていることが示された。

2. 舐摂機能と嚥下動態との関係

MMSE の中央値は 12 (25 % 値：4.5，75 % 値：14.5)，舐摂機能値の中央値は 1.28 g/min (25 % 値：0.92 g/min，75 % 値：1.66 g/min) であり，MMSE と舐摂機能値は有意な相関を認めなかった。OTT の中央値は 2.24 s，PTT の中央値は 1.90 s，TST の中央値は 5.17 s であり (図 1)，舐摂機能値と OTT ($\rho = -0.62$ ， $P < 0.01$) (図 2) 及び TST ($\rho = -0.55$ ， $P < 0.01$) の間に中等度の相関を認めた。一方，舐摂機能値と PTT との間には有意な相関を認めなかった。

被験食品にヨーグルトを用いた本研究では，嚥下の口腔期における運動の主体は舌運動であったと考えられる。舐摂機能値と OTT が有意な相関を示したことより，認知症高齢者において舐摂機能は食塊の形成及び輸送に関わる舌機能と関連している可能性が示唆された。認知症患者においては嚥下に関わる皮質性の運動制御が嚥下障害の発症前に障害されている可能性が報告されており²⁾，口腔期の運動機能の変化を早期に定量評価することは嚥下障害の重症化予防に重要である。今後，認知症高齢者に対して行う嚥下訓練のツールやその評価方法としても，舐摂機能検査の有用性が期待される。

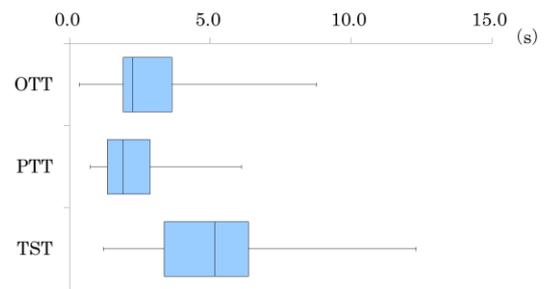


図 1. VF 時の時間的パラメータ

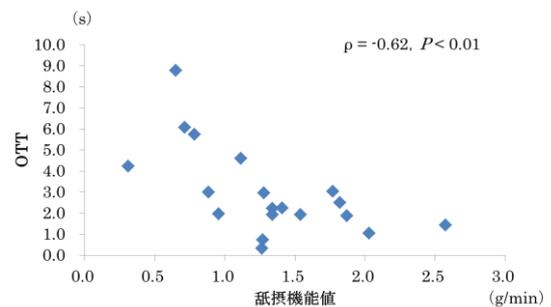


図 2. 舐摂機能値と OTT の相関関係

IV. 文献

- 1) 土岡寛和. 認知症高齢者のための舐摂機能検査法の開発. 広歯誌 2014 ; 46 : 23-35.
- 2) Humbert IA, McLaren DG, Kosmatka K, et al. Early deficits in cortical control of swallowing in Alzheimer's disease. J Alzheimers Dis 2010 ; 19 : 1185-97.

舌骨上筋群の表面筋電位を用いた舌運動の識別とその可視化法

Classification and visualization method of tongue motions using EMG signals of suprahyoid muscles

○佐々木誠¹⁾, 大西康平¹⁾, 中山淳²⁾, 柴本勇³⁾, 鎌田勝裕⁴⁾

Makoto Sasaki¹⁾, Kohei Onishi¹⁾, Atsuishi Nakayama²⁾,

Isamu Shibamoto³⁾, Katsuhiko Kamata⁴⁾

¹⁾ 岩手大学大学院工学研究科, ²⁾ 一関工業高等専門学校制御情報工学科

³⁾ 国際医療福祉大学保健医療学部, ⁴⁾ 株式会社パターンアート研究所

¹⁾ Iwate University, ²⁾ Ichinoseki National College of Technology

³⁾ International University of Health and Welfare, ⁴⁾ Pattern Art Laboratory Co., Ltd.

I. 目的

平成 23 年度に, 肺炎が我が国の死因第 3 位となった. 肺炎による死亡者のうち 9 割以上が高齢者で, その約半数は嚥下障害による誤嚥性肺炎が原因とされている. また, 75 歳以上の高齢者の 30% に嚥下障害があると言われており, 国内の患者数は少なくとも 70~80 万人が見積もられている. 高齢化社会に直面した我が国において, このように深刻化した嚥下障害への対応は急務である.

嚥下障害のリハビリテーションには, 食べ物を用いた直接的な訓練と, 食べ物を用いない間接的な訓練がある. このうち, 間接訓練の一つに, 舌を左右上下に突き出す, 口蓋に押し付けるなどの様々な舌運動によって, 舌の可動域, 筋力, 協調性, 食べ物の移送機能などの改善を図る舌運動訓練がある¹⁾. しかしながら, 舌運動訓練は単調であるうえ, 訓練効果を定量化し, 本人へ提示することが難しいため, 本人のやる気を維持しつつ継続的に訓練を実施することは困難である. そこで著者らは, 舌の訓練動作で PC 上のゲームを操作し, 楽しく遊びながら嚥下機能の改善と, 訓練効果の定量化を行う新しい訓練支援システムの開発を進めている²⁾.

本研究では, 舌骨上筋群の EMG 信号から舌の訓練動作や嚥下動作を識別し, リアルタイムにその状態を可視化する手法を提案する.

II. 方法

1. 舌運動の識別法

1-1. 被験者

被験者は, 舌の運動機能が正常な健康成人男性 5 名 (22.2 ± 1.3 歳, 169.7 ± 7.4 cm, 61.0 ± 11.3 kg, mean \pm SD) とした.

1-2. EMG 計測

舌骨上筋群の EMG 信号を計測するために, フレキシブル基板を用いて開発した 22 チャンネルアクティブ電極を, 各被験者の顎下部に貼り付けた. また, アース電極とアクティブコモン電極を, 耳クリップを用いて左右の耳朶に取り付けた. そして, 22 チャンネルアクティブ電極を構成する各電極とアクティブコモン電極との電極間電位差を, 差動増幅器を用いて 2,052 倍に増幅した後, サンプリング周波数 2,000Hz で PC に取り込んだ.

計測した舌の訓練動作は, 口を開いた状態で舌先を右, 左, 上, 下へと口腔外に突き出す 4 動作, ならびに唾液嚥下の合計 5 動作とした. 舌の動作時間は約 2 秒とし, 各動作の間に 2 秒の安静時間を設けた. 計測回数は 5 動作 \times 14 セットとした.

1-3. 識別方法

22 チャンネルの EMG 信号から, 振幅に関する特徴量 Root mean square (RMS) と, パワースペクトルの包絡形状に関する特徴量 Cepstrum coefficient (CC) をそれぞれ抽出し,

特徴ベクトルを構成した。その後、パターン分類器の一つであるサポートベクターマシン (SVM) を用いて、EMG 信号の特徴ベクトルから各動作を分類する識別関数を、被験者ごとに作成した。識別関数の作成には、14 セットの EMG 計測データのうち、最初の 4 セットを用い、残りの 10 セットは本手法による識別精度の評価に用いた。

2. 舌運動の可視化法

舌運動を可視化するために、3次元 CG ソフトウェア (Poser 9, Smith Micro Software Inc.) を用いて、舌モデルを作成した。さらに、Visual Studio 2008 Professional Edition (Microsoft Co., Ltd.) を用いて、舌モデルをマウス操作によってリアルタイムに制御するためのソフトウェアを作成した。

実験では、舌運動の識別実験と同様に、舌尖を右、左、上、下へと突き出す 4 動作、ならびに唾液嚥下の合計 5 動作を 4 セット計測し、SVM による個人データの学習を行った。その後、舌骨上筋群の EMG 信号から識別した舌尖の向きを、DAQ ユニット (USB-6218, National Instruments Co.) と入力支援装置 (らくらくマウス II Wireless, KoKoTo STEP) を用いて、左右上下方向に対するマウスポインタの移動に対応付けた。また、嚥下動作は、約 1~3 分に一度の頻度で無意識に行われるため、ノイズキャンセルという位置付けで、マウス操作との対応付けは行わなかった。このような条件のもと、被験者の舌の動作に応じて、舌モデルをリアルタイムに制御できるかどうか、実験により検証を行った。

III. 結果及び考察

1. 舌運動の識別結果

被験者 5 名に対する全 5 動作の識別精度の平均値と標準偏差を図 1 に示した。いずれの動作も 92% 以上の識別精度を示し、5 動作の平均では $95.3 \pm 2.6\%$ となった。舌骨上筋群は、舌の形状や位置を直接的に制御する筋ではなく、舌運動に応じて舌骨の位置を適切に制御する筋であるが、本結果より、舌骨上筋群の EMG 信号から、95% 以上の精度で舌の訓練動作や唾液嚥下を識別できることが示された。

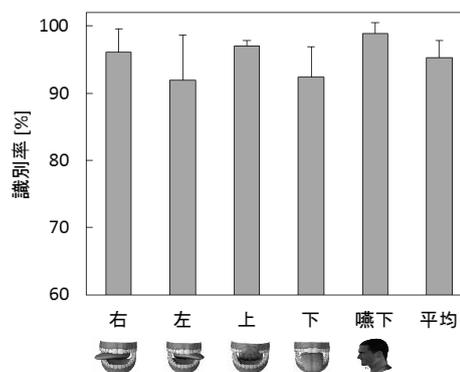


図 1 EMG 信号を用いた舌運動の識別精度

2. 舌運動の可視化結果

舌骨上筋群の EMG 信号から舌の訓練動作を識別し、その状態を可視化した結果を図 2 に示した。図中の左側が実際の舌運動、右側が舌のアニメーションの様子である。この結果、内舌筋により制御される複雑な舌の形態までは詳細に再現することはできなかったが、被験者が行った舌の訓練動作を舌骨上筋群の EMG 信号からリアルタイムにアニメーション表示できることは示された。今後は、本手法を利用したリハビリテーション支援や訓練効果の評価法について更なる検討を行う予定である。

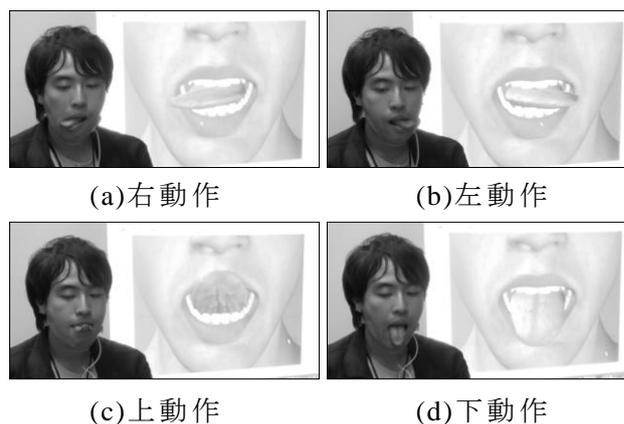


図 2 EMG 信号を用いた舌運動の可視化

IV. 参考文献

- 1) J.A. Logemann. Evaluation and treatment of swallowing disorders. 2nd ed., Pro-Ed, Austin, TX, 1998.
- 2) Sasaki M, et al. Tongue Motor Training Support System. Proc of IEEE EMBC'14 2014; 3582-3585.

寒天咀嚼・嚥下時における気圧計による口腔内圧の測定 The measurement of atmospheric pressure in oral cavity by barometer during agar chewing and swallowing

○小飯塚仁美¹⁾, 小林博¹⁾, 山田好秋²⁾, 黒瀬雅之³⁾

○Hitomi Koizuka¹⁾, Hiroshi Kobayashi¹⁾, Yoshiaki Yamada²⁾, Masayuki Kurose³⁾

1) 新潟大学大学院医歯学総合研究科包括歯科補綴学分野

2) 東京歯科大学口腔科学研究センター

3) 新潟大学大学院医歯学総合研究科口腔生理学分野

1)Comprehensive Prosthodontics, Graduate School of Medical and Dental Sciences,
Niigata University

2)Oral Health ScienceCenter, Tokyo Dental College

3)Divison of Oral Physiology, Graduate School of Medical and Dental Sciences,
Niigata University

I. 諸言と目的

咀嚼や嚥下の機能評価として、口唇圧・舌圧・咬合圧・嚥下圧などの圧力が測定され利用されている。これまで測定されてきた口腔に関連した圧力は、接触圧や、バルーンやチューブを介して間接的に測定した気圧が主なるものだった。直接口腔内に気圧センサーを設置し測定を行った報告^{1) 2)}は少ない。また嚥下運動時の気圧変化についての報告はあるが、食品の咀嚼運動から嚥下運動への一連の動作を直接測定した報告はない。

接触圧を利用した測定では対象の観察にとどまるが、気圧を応用することで陽圧に加え陰圧も測定することが可能となる。顎口腔機能の欠損や機能障害に対して義歯や塞栓子などの補綴装置を用いる際、封鎖性の付与が重要となる。気圧の応用により咀嚼嚥下時の装置の動的圧保持機能の必要条件を明らかにする事が期待できる。

今回、本研究は小型の気圧センサーを直接口腔内に設置し、食品の咀嚼から嚥下に至る動作時の口腔内気圧を測定し圧力変化を検索した。

II. 方法

1. 被験者

顎口腔に異常のない健常成人5名(男性1名, 女性4名, 平均年齢 36±6)とした。

2. 口腔内装置

被験者の上顎最後方臼歯にワイヤークラスプを設置し、大白歯の頬側歯面に即時重合レジン(UNIFAST III, GC)にてセンサーの感圧部を歯肉頬移行部に向けて設置した(図1)。レジンを歯槽部まで延長し、口腔内にて粘着型義歯安定様糊剤(タッチコレクトII, 塩野義製薬)にて取り付けた。センサーを設置する左右の選択は臼歯部咬合を妨げない側を選択した。

被験者は頭部を固定せず座位をとらせた。センサーと記録装置を結ぶ導線は口角から導出し頬部にテープで固定した。口角には空気の漏れを防ぐためワセリンを塗布した。

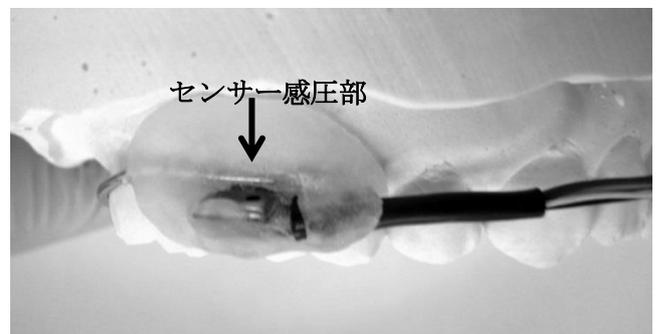


図1 口腔内装置

上顎臼歯部頬側にセンサーを設置した。センサー感圧部は歯肉頬移行部に向けて固定した。

3. センサーとシステム

超小型II C デジタル大気圧センサーIC(5×3×1.2mm, MPL115A1, freescale)を使用した。センサーから出力した気圧データはDA コンバータにてアナログ信号に変換し、LabJack U3にてサンプリング速度1000HzでPCに取り込み画面に表示すると同時にファイルに保存した。

比較対照として被験者の肩にセンサーを置いた。嚥下のタイミングを被験者にスイッチで申告させた。

4. 被験食品

臼歯での咬断粉碎が行える硬さである1.0wt%寒天ゼリー(ショ糖5.0wt%添加)を選択した。

5. 被験運動

始めに口腔内圧を大気圧と同じ状態にするため開口させた。次に、舌上に寒天ゼリーを置き歯牙で咬合するように指示し閉口させた。寒天ゼリーを咀嚼し嚥下するように指示し、嚥下のタイミングで被験

者自身に記録スイッチを押させた。嚥下修了後は、暫く閉口を維持させ、開口で口腔内圧を大気圧と同じ状態にして修了とした。

III. 結果

咀嚼前の閉口状態では2つのパターンがみられた。5名中3名で陰圧を記録し、最大で -4hPa と大気圧との差は小さかった(図2)。2名は閉口後も気圧の変化はなかった。

咀嚼時は小刻みな陽圧と陰圧への圧力変動が観察され、平均 $-13.0\sim+7.0\text{hPa}$ で最大 $-30.0\sim+24.0\text{hPa}$ だった(表1)。3名は寒天ゼリーの咀嚼が進行するに従い気圧の変化量が増大し、2名はほぼ一定だった。気圧の変化量は幅があり個人間で異なる結果だった。

嚥下直前に観察された波形は気圧の変化量が小さく、陰圧のピークで平均 -6.3hPa だった($-21.0\sim 0\text{hPa}$)。咀嚼時の波形に似るものやフラットになるもの、陰圧のピークを示すものなど変化にばらつきがみられた。

嚥下時は陽圧への気圧の上昇が観察された。陽圧のピークは平均 $+5.6\text{hPa}$ ($+1.0\sim+24.0\text{hPa}$)で、咀嚼時の変化量と比較すると圧力のピーク変化量は少なかった。

表1 平均気圧変化量

各運動時の気圧変化量の平均を示す。咀嚼時は陰圧と陽圧の両方のピークの平均を記述した。大気圧変化量と開口時変化量は開始時と終了時の基線の差から平均を算出した。

	平均(hPa)
咀嚼時の気圧変化量(陰圧ピーク/陽圧ピーク)	$-13.0/+7.0$
嚥下直前の陰圧ピークの気圧変化量	-6.3
嚥下時の陽圧ピークの気圧変化量	$+5.6$
大気圧変化量(口腔外センサー)	$+0.04$
開口時(基線)変化量	-0.27

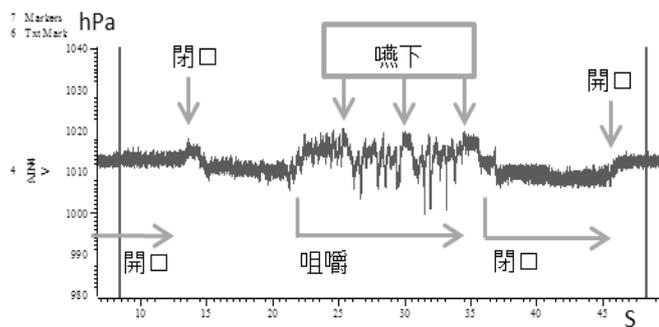


図2 気圧記録例

記録開始と終了時に calibration900-1100hPa を入れた。測定は開口状態から開始、閉口、咀嚼、嚥下を行ってもらい、開口状態で終了とした。嚥下は被検者にスイッチで申告させた。

IV. 考察および結論

1. センサーの設置位置

口腔内に設置する際にケーブルの口腔外への導出とセンサー本体が正常な嚥下を妨げないことを優先事項とした。固有口腔である口蓋部では舌の運動時に違和感が生ずると考えられたため、今回の測定では口腔前庭部の上顎臼歯部頰側に装置を設置した。

2. 基線の評価

口腔外の大気圧の変化は平均 $+0.04\text{hPa}$ と小さく測定時の大気圧の変化による補正は行わなかった。口腔内のセンサーによる開口時の測定値は開始時と終了時の変化量が平均 -0.27hPa と小さく、センサーの感圧部の汚染や粘膜の接触等による基線のずれは無いと考えられた。

3. 安静状態

安静状態での口腔内気圧について、分山¹⁾は口腔前庭部(下顎側切歯部)で $-17.46\sim-2.65\text{hPa}$ (換算値)と報告している。本研究では舌上に食塊を保持した状態の閉口だったが、同様に陰圧の出現が観察された。

4. 嚥下直前時

嚥下直前では咀嚼により、食塊が舌上で保持し安い形態になっていたため圧力はいずれも小さくなったと考察される。

5. 嚥下時

嚥下時は陽圧のピークを記録した。これは口蓋と舌背の間隔が狭まることにより気圧が上昇したためと考えられた。また、口蓋部と歯列が舌の接触によりシールされた状態にあると考えられ、そのため嚥下により口蓋部で生じた圧力は口腔前庭部(頰側)への影響が少なく、圧力の出現に差を生じると考察された。

上顎臼歯部頰側での気圧の測定は、咀嚼嚥下運動時の圧変化を観察することが可能であることが示された。予測では嚥下時に陰圧になると考えられたが、結果は陽圧となり気圧変化は小さいものだった。

V. 文献

- 1) 分山英次. 歯列に加わる口唇圧, 舌圧と口腔内陰圧との関係. 九州歯会誌 1978; 32(1): 50-64
- 2) 丸山陽市. 舌圧と口腔内気圧による嚥下時の舌運動の解析. 九州歯会誌 1984; 38(1): 192-214

垂直顎間距離決定の基準下顎位に関する研究
 —咬合支持喪失状態が[n]持続発音位に及ぼす影響—
 Studies on Mandibular Reference Position for Determining
 Occulusal Vertical Demention

- Influence of Condition of Loss of Occlusal Support on Mandibular
 Position during Continuous [n] Phonation -

○遠藤 舞, 松川高明, 豊田有美子, 眞木信太郎, 濱坂弘毅,
 松井藍有美, 大川 穰, 染川正多, 大川周治

Endo M, Matsukawa T, Toyota Y, Maki S, Hamasaka H,
 Matsui A, Ohkawa Y, Somekawa S, 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

補綴歯科治療において垂直顎間距離を決定することは、顎口腔領域における機能を正常に保つ上で、極めて重要である。従来の発音位を利用した方法は調音時間が短く、臨床応用上難点を有していた。これに対して、持続発音時の下顎位を応用した方法は調音時間が長く、安定した下顎位を示すことから、当分野は垂直顎間距離決定法の基準下顎位として持続発音時の下顎位が有用であり、特に[n]持続発音時の下顎位(以下、[n]持続発音位)が臨床上有用となる可能性が高いことを報告してきた¹⁾。また、松川ら²⁾は、口蓋床の厚さが5.0mm以下であれば[n]持続発音位に影響を及ぼさないことに加え、[n]持続発音位を応用した垂直的顎間関係の記録法についても併せて報告した。しかし、[n]持続発音位に関しては不明な点が残されており、特に咬合支持の喪失が[n]持続発音位に及ぼす影響、および[n]持続発音位の経時的な安定性については明らかにされていない。

本研究では、部分歯列欠損患者(Eichner分類; B3, B4, C1, C2)を対象として、咬合支持喪失状態が[n]持続発音位に及ぼす影響を明らかにするとともに、[n]持続発音位を応用して新製した有床義歯装着者における[n]持続発音位の経時変化について検討した。

II. 方法

以下の2種類の実験を行った。

実験1: 被験者として、部分床義歯ないし全部床義歯装着後6か月以上が経過し、臨床的に予後良好と判定された有床義歯装着者22名(B3群-4名, B4群-6名, C1群-5名, C2群-7名)、顎口腔機能系に異常を認めない健常有歯顎者20名(コントロール群)を選択した。被検音は[n]持続発音とした。発音を開始する下顎位(以下、発音開始位)は咬頭嵌合位ないし下顎安静位の2下顎位とし、日常会話を想定し、1m離れたところで明確に聞き取れる程度の音量として各4回、約4秒間持続発音させた。発音時の下顎位は下顎運動測定装置(K7 エバリュエーションシステム, モリタ, 大阪)を用いて記録した。下顎位が発音開始位から変化し始めた時点 Starting point とし、Starting point から1秒間隔で4秒後までの4ポイント(I~IV)を下顎位の計測ポイントとした。計測で得られた垂直的開口距離の平均値を被験者ごとに算出した後、各群における値を算出した。なお、安静空隙の計測も併せて行った。各発音開始位の、[n]持続発音時の垂直的開口距離(以下、[n]空隙)への影響を各群間において比較するために、二元配置分散分析と多重比較(Scheffé検定)を用いた。また被験者の各群における、[n]空隙と安静空隙との間の統計解析には、一元配置分散分析と多重比較(Dunnnett検定)を用いた。

実験 2：被験者は咬合支持を喪失した部分歯列欠損患者 (C2) 3 名とし，通法に従って，上下顎に全部床義歯ないし部分床義歯を各被験者に対して製作・装着した．ただし，垂直顎間距離の決定については，松川ら²⁾の方法に準じ，[n]持続発音位を応用して [n]空隙が約 1 mm の値を示した場合に採得すべき適正な垂直顎間距離である，として咬合記録を採得した．[n]空隙の経時的変化を明らかにするため，咬合採得時 (以下，BT)，新義歯装着時 (以下，IA)，義歯装着 1 か月後 (以下，1M)，義歯装着 2 か月後 (以下，2M)，義歯装着 3 か月後 (以下，3M)，および義歯装着 6 か月後 (以下，6M) において [n]空隙を計測した．発音開始位は下顎安静位とした．統計解析については，一元配置分散分析と多重比較 (Dunnett 検定) を用いた．

Ⅲ. 結果・考察

1. 実験 1

咬頭嵌合位ないし下顎安静位を発音開始位とした場合の [n]空隙は，コントロール群，B3 群，B4 群，C1 群，C2 群のいずれの群間においても，有意差は認められなかった．また，各群における，2 種類の発音開始位間での有意差も認められなかった．

B3 群においてのみ，下顎安静位を発音開始位とした [n]空隙と安静空隙との間に有意差が認められなかったが，他の群においては，コントロール群を含め [n]空隙は安静空隙と比較して有意に小さい値を示した．咬頭嵌合位を発音開始位とした場合には，いずれの群においても [n]空隙は安静空隙と比較して有意に小さい値を示した．(図 1)

2. 実験 2

すべての被験者における [n]空隙は，いずれの計測時期においても，1 mm 以下の値を示すとともに，計測時期 (BT, IA, 1M, 2M, 3M, 6M) 間に有意差は認められず，全測定期間を通じて安定した値を示した．(図 2)

以上の結果から，咬合支持域の喪失状態が [n]空隙に影響を及ぼす可能性は低く，また [n]

空隙の経時的変化も極めて少ないことから，[n]持続発音位は垂直顎間距離決定における基準下顎位として有用であることが示された．

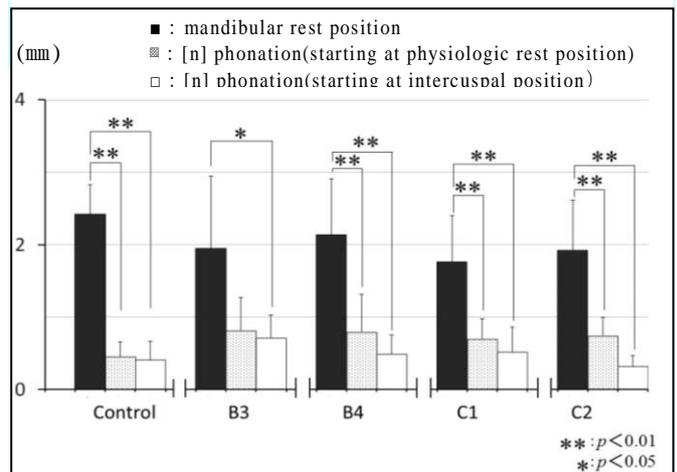


図 1 安静空隙と咬頭嵌合位ないし下顎安静位を発音開始位とした場合の [n]空隙

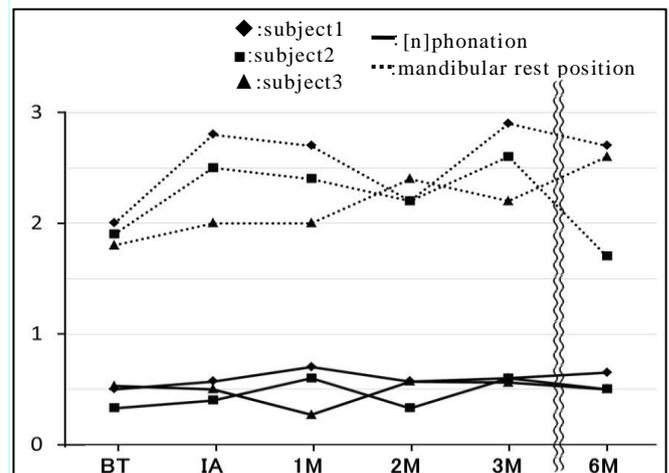


図 2. 下顎安静位と [n]空隙の経時的変化

Ⅳ. 文献

- 1) 山本裕信，大森香都良，栗原美詠ほか．顎間垂直距離決定の基準下顎位に関する研究－持続発音時における下顎位の安定性－．明海歯学，2008;37:8-19.
- 2) 松川高明，草野寿之，奥津史子ほか．垂直顎間距離決定の基準下顎位に関する研究－口蓋床の厚さが [n]持続発音位に及ぼす影響－．顎機能誌，2012;19:28-38.

成人正常咬合者における 下顎第一大臼歯の咀嚼運動経路の経時的変化

Changes in the masticatory path at the mandibular first molar throughout the masticatory sequence in adults with good occlusion

○北嶋 文哲, 友成 博, 國則 貴玄, 上原 沢子, 宮脇 正一

○F. Kitashima, H. Tomonari, T. Kuninori, S. Uehara, S. Miyawaki

鹿児島大学大学院医歯学総合研究科 歯科矯正学分野

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

I. 目的

咀嚼運動は、脳幹に存在する咀嚼中枢によって基本的な運動パターンが形成される。また、咀嚼過程において食物の大きさや硬さなどの物理的特性は、口腔や顎顔面領域の感覚受容器によって受容され、様々な末梢情報を中枢で統合することで、適切な運動調節が行われる¹⁾。咀嚼中の運動経路は、上下歯列の咬合関係など個々の顎顔面形態により規定される安定した運動経路と食物の物性により変化する運動経路に分けられる。しかし、これらの咀嚼運動経路がどのように関連しているのかまだ十分な検討はなされていない。本研究の目的は、グミゼリー咀嚼中の作業側下顎第一大臼歯の運動経路を解析することで、咀嚼運動における食物の物理的性質の変化に対応して変化する下顎運動を明らかにすることである。

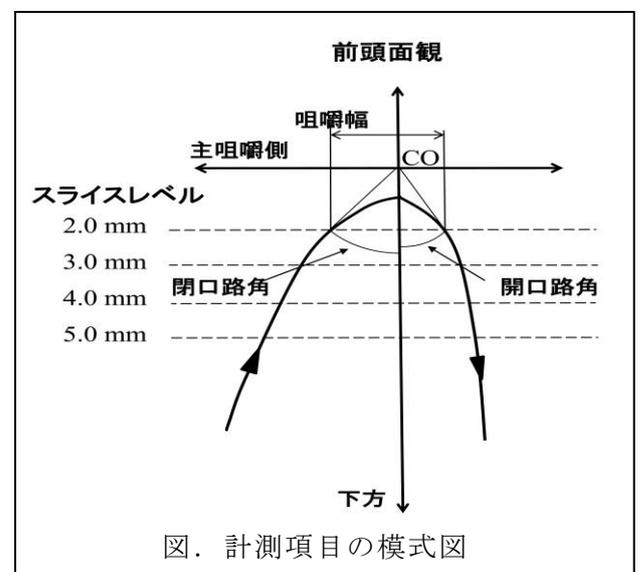
II. 方法

1. 対象

正常な前歯部被蓋関係と Angle I 級の臼歯関係を有し、正常な顎顔面形態と顎関節症の既往のない成人 17 名（男 14 名、女性 3 名、平均年齢 21.6 歳）とした。

2. データ計測

下顎運動の記録は、3次元6自由度の下顎運動記録装置（ナソヘキサグラフ II GC 社）を用いて作業側下顎第一大臼歯の運動経路を記録した。各被験者に嚙下可能な検査用グミゼリー（重さ 5.0 g、高さ 11.0 mm、直径 22.0 mm）を主咀嚼側で咀嚼させ、最初の咀嚼サイクルから嚙下までの一連の咀嚼過程を記録した。そして、咀嚼サイクルの総数から、前期、中期、後期に 3 等分割し、各期の最初の 10 サイクルの平均経路を解析した。分析項目は、前頭面観において咬頭嵌合位から下方にスライスレベル 2.0、3.0、4.0、5.0 mm を設定し、各レベルの閉口路角、開口路角、咀嚼幅を算出した(図)。



3. 統計解析

3 群間の計測値の有意差の検定には、一元配置分散分析を用いた。その後、結果に基づき、多重比較を用いて各群間の計測値を検定した。

III. 結果及び考察

スライスレベル 2.0 mm において、前期、中期、後期の閉口路角、開口路角、咀嚼幅に有意な差は認められなかった。しかし、スライスレベル 3.0、4.0、5.0 mm では、前期に比べ、後期の閉口路角、開口路角、咀嚼幅は、有意に小さかった ($P < 0.05$) (表)。

表. 各計測項目の群間比較

咀嚼経路	前期	中期	後期	群間比較 (P-value)		
				前期 vs. 中期	前期 vs. 後期	中期 vs. 後期
閉口路 (°)						
2.0 mm	42.4 ± 11.5	41.2 ± 9.2	40.7 ± 9.6	-	-	-
3.0 mm	42.0 ± 9.5	39.7 ± 8.0	36.8 ± 7.2	-	-	*
4.0 mm	40.8 ± 7.9	36.7 ± 6.8	35.3 ± 6.5	*	-	*
5.0 mm	37.9 ± 6.8	34.4 ± 6.6	32.3 ± 6.5	*	*	*
開口路 (°)						
2.0 mm	21.7 ± 19.3	17.7 ± 23.0	13.8 ± 24.0	-	-	-
3.0 mm	21.6 ± 18.3	13.8 ± 19.4	9.4 ± 19.6	*	*	*
4.0 mm	19.3 ± 17.1	9.9 ± 17.2	6.1 ± 17.6	*	*	*
5.0 mm	16.7 ± 15.5	7.5 ± 15.2	1.9 ± 15.5	*	*	*
咀嚼幅 (mm)						
2.0 mm	2.8 ± 1.3	2.6 ± 1.3	2.4 ± 1.4	-	-	-
3.0 mm	4.2 ± 1.6	3.4 ± 1.4	3.0 ± 1.4	*	*	*
4.0 mm	5.2 ± 1.7	3.9 ± 1.5	3.3 ± 1.5	*	*	*
5.0 mm	5.5 ± 1.6	4.2 ± 1.5	3.5 ± 1.6	*	*	*

これまでの報告では、咀嚼中の運動経路は、中心咬合位付近ではオクルーザルガイダンスによる安定した運動経路が示されているが、しかし、食物の物理的性状により運動経路が変化することも報告されている²⁾。本研究では、スライスレベル 2.0 mm において、開口路角と閉口路角は共に咀嚼シークエンスを通して安定していたが、スライスレベル 3.0mm 以上では、咀嚼が進行するにつれて徐々に減少した。過去の報告では、下顎切歯点のオクルーザルガイダンスは 0.79~1.59 mm であることが示されており、スライスレベル 2.0 mm における咀嚼経路には、咬合によるガイダンスは存在しないと推測される。この領域では、咀嚼中に変化する食物の物理的性状に関係なく、常に同じ下顎位で

食物を粉砕できるよう正確に制御されていると考えられた。

一方、本研究の結果、スライスレベル 3.0 mm 以上において、下顎第一大臼歯の咀嚼経路は、前期の咀嚼幅の広い運動経路から、咀嚼が進行するにつれて、咀嚼幅の狭い運動経路に変化した。これまでの報告では、広い咬合接触面積は、咬合力の安定した支持と高い閉口筋活動と関連することが示されている。また、咬合力の荷重方向は、上下顎臼歯部の機能咬頭内斜面に対して垂直方向に伝わることを示されている。本研究に用いたグミゼリーは、咀嚼が進行するにつれて小さくかつ軟らかく物理的性状は変化する。よって、咀嚼の前期では、大きく硬いグミゼリーに対して、下顎第一大臼歯の機能咬頭内斜面を上顎第一大臼歯の機能咬頭内斜面に対して垂直方向に閉口することで、広い咬合接触面積でしっかりと食物をとらえ、力強く安定した咀嚼運動を行えるよう運動経路を調節していると考えられた。

本研究の結果、前頭面観のスライスレベル 3.0 mm 以上では、作業側下顎第一大臼歯の咀嚼経路は、咀嚼中に変動する食物の物理的性状に対応して変化することが示唆された³⁾。

IV. 文献

- 1) Kuninori T, Tomonari H, Uehara S, et al. Influence of maximum bite force on jaw movement during gummy jelly mastication. *J Oral Rehabil.* 2014;41(5):338-45.
- 2) Takada K, Miyawaki S, Tatsuta M. The effects of food consistency on jaw movement and posterior temporalis and inferior orbicularis oris muscle activities during chewing in children. *Arch Oral Biol.* 1994;39(9):793-805.
- 3) Kitashima F, Tomonari H, Kuninori T, et al. Modulation of the masticatory path at the mandibular first molar throughout the masticatory sequence of a hard gummy jelly in normal occlusion. *Cranio.* in press

食品の硬さの違いによる咀嚼運動の変化

Change of Masticatory Movement during Chewing as Seen from the Different Hardness of Food

○小見野真梨恵, 志賀 博, 中島邦久, 田中 彰, 横山正起

Marie Komino, Hiroshi Shiga, Kunihisa Nakajima, Akira Tanaka, Masaoki Yokoyama

日本歯科大学生命歯学部歯科補綴学第1講座

Department of Partial and Complete Denture, The Nippon Dental University School of Life Dentistry at Tokyo

I. 目的

本研究は、食品の硬さの違いが咀嚼運動に及ぼす影響を明らかにする目的で、健常者に硬さの程度の異なるグミゼリーを咀嚼させた時の下顎運動と咬筋筋活動について分析した。

II. 方法

1. 被験者

被験者は、日本歯科大学生命歯学部の学生と職員の中から、研究の主旨の説明に同意が得られた全身と咀嚼系に臨床的な異常が認められない健常者 20 名（男性 10 名、女性 10 名、21~38 歳、平均年齢 25.3 歳）を選択した。なお、被験者は主咀嚼測を認識できることを条件とした。

2. 被験食品

被験食品は、直径約 14 mm、高さ約 10 mm の円柱状で、重量約 2 g のグミゼリー1個を用い、ゼラチン量を 6%、8%、10% の3段階に変化させ、3種類の硬さにした（表 1）。

3. 記録方法及び装置

被験者に3種類のグミゼリーを主咀嚼側で20秒間咀嚼させた時の下顎切歯点の運動と咬筋筋活動を記録した。下顎切歯点の運動は、マイオトロニクス社製 Mandibular Kinesiograph (K-7[®]) を用いて、また咬筋筋活動は、日本光電社製多用途計測記録装置 (RM-6000[®]) を用いて、それぞれ

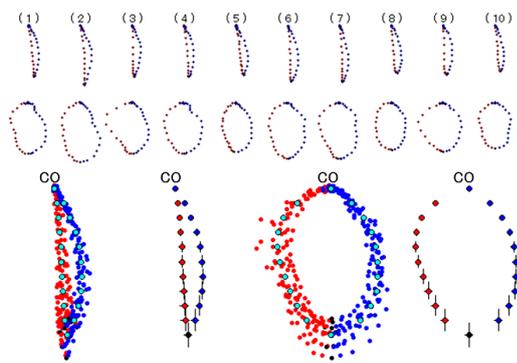
表1 グミゼリーの成分

	(%)		
ゼラチン	6	8	10
麦芽糖	40	40	40
ソルビトール	10	10	10
グルコース	5	5	5
その他	39	37	35

TEAC 社製データレコーダ (XR-5000[®]) に同時記録した。なお、記録は、ランダムに行い、各グミゼリー咀嚼間に5分間のインターバルをとった。

4. 分析方法

下顎切歯点の運動は、データレコーダからの再生信号を sample 数 2000, sampling time 10 msec でデジタル信号に変換後、咀嚼運動自動分析システム¹⁾を用いて、咀嚼開始後の第5サイクルからの10サイクルについて、運動経路、運動リズム、運動速度を表す指標を求めた。運動経路の指標は、各サイクルの中心咬合位を基準にして、前頭面に投影した開閉口路を上下的に10分割し、各分割点の座標値、さらに各座標値から平均経路を求め、この平均経路から算出した開口量、また中心咬合位を 0 level, 開口位を 10 level とした時の第1から第9までの各 level での開口路と閉口路から、開閉口路の幅を求め、それらの平均から算出した咀嚼幅とした。運動リズムの指標は、10サイクルにおけるサイクルタイムの平均とした。運動速度の指標は、咀嚼開始後第5サイクルからの10サイクルについて、各サイクルの中心咬合位を基準にして、前頭面に投影した開閉口速度路を上下



開口量:16.3 mm, 咀嚼幅:1.6 mm, サイクルタイム:491 msec
 開口時最大速度:141.1 mm/sec, 閉口時最大速度:177.7 mm/sec

図 1 咀嚼開始後第 5 サイクルからの 10 サイクルと
 その重ね合わせ表示ならびに平均経路

的に 10 分割し、これらの座標値から、平均経路と標準偏差を算出した。この平均経路上の開口時と閉口時の最大速度をそれぞれ開口時最大速度、閉口時最大速度とした (図 1)。咬筋筋活動は、データレコーダからの再生信号を sample 数 20000, sampling time 1 msec でデジタル信号に変換後、咀嚼運動時の筋活動分析システム²⁾を用いて、咀嚼開始後の第 5 サイクルからの 10 サイクルの咬筋筋活動の積分値を算出し、それらの平均値を指標とした。次いで、各被験者の 3 種類のグミゼリー咀嚼時の各指標値をそれらの総和で除算することにより、標準化した。これらの各指標について、3 種類のグミゼリー間で分散分析後、Bonferroni の多重比較を行った。

III. 結果及び考察

ゼラチン含有量 6%, 8%, 10% 時の咀嚼運動の経路と速度 (被験者 1 の例) を図 2 に示す。

開口量と咀嚼幅は、ゼラチン含有量が 6% で最も小さく、8%, 10% の順に大きくなる傾向を示し、開口量では、6% と 8% の間、6% と 10% との間、咀嚼幅では、6% と 10% との間、8% と 10% との間にそれぞれ有意差が認められた。これらは、食品の硬さが増すに従って、垂直的・側方的運動量が増大すること、すなわち硬さの違いに対し、運動量を変化させていることを示しているものと考えられる。

サイクルタイムは、ゼラチン含有量が 6% で最も短く、8%, 10% の順に延長する傾向を示し、

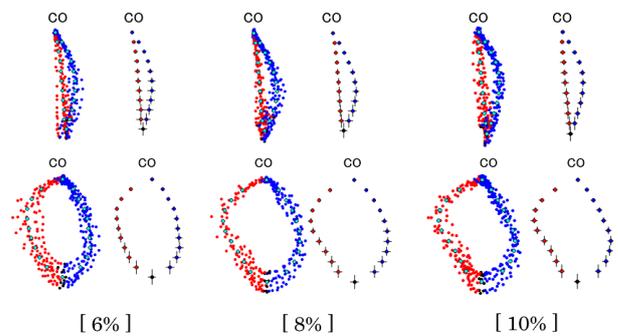


図 2 ゼラチン含有量 6%, 8%, 10% 時の咀嚼運動の経路と速度 (被験者 1 の例)

6% と 10% との間に有意差が認められた。これは、食品の硬さが増すに従って、サイクルタイムが延長することを示しているが、他の指標と異なり、6% と 8% の間、8% と 10% との間にはそれぞれ有意差が認められなかった。咀嚼運動が脳幹のパターンジェネレータによって基本的な咀嚼リズムが形成されているので、それを維持するために、サイクルタイムの変化量が少なかったのかもしれない。

開口時最大速度と閉口時最大速度は、ゼラチン含有量が 6% で最も遅く、8%, 10% の順に速くなる傾向を示し、すべての 2 食品間にそれぞれ有意差が認められた。咬筋筋活動の積分値は、ゼラチン含有量が 6% で最も小さく、8%, 10% の順に大きくなる傾向を示し、すべての 2 食品間にそれぞれ有意差が認められた。これらは、食品の硬さが増すに従って、運動を速め、強い力で咀嚼していることを示しているものと考えられる。

これらのことから、食品の硬さの違いは、咀嚼運動における経路、リズム、速度、ならびに咬筋筋活動を変化させることが明らかになり、咀嚼運動に影響を及ぼすことが示唆された。

IV. 文献

- 1) 志賀 博, 小林義典. 咀嚼運動の分析による咀嚼機能の客観的評価に関する研究. 補綴誌 1990 ; 34 : 1112-1126.
- 2) 志賀 博, 田中 彰, 林 仁美ほか. 各種食品咀嚼時の下顎運動と咀嚼筋筋活動. 顎機能誌 1993 ; 11 : 31-38

切歯路と睡眠時ブラキシズムの分類との関係

Association between Angle of Incisal Trajectories and Classification of Sleep Bruxism

○鈴木 善貴¹⁾, 大倉 一夫¹⁾, 重本 修伺^{1,4)}, 大本 勝弘¹⁾, 田島登誉子¹⁾,
中野 雅徳²⁾, 坂東 永一³⁾, 松香 芳三¹⁾

○Suzuki Y.¹⁾, Okura K.¹⁾, Shigemoto S.^{1,4)}, Omoto K.¹⁾, Tajima T.¹⁾,
Nakano M.²⁾, Bando E.³⁾ and Matsuka Y.¹⁾

徳島大学大学院 HBS 研究部 1) 顎機能咬合再建学分野, 2) 口腔保健学講座, 3) 徳島大学
4) 鶴見大学歯学部クラウンブリッジ補綴学講座

1) Department of Stomatognathic Function and Occlusal Reconstruction, 2) Subdivision of Oral Health and Welfare, Tokushima University Graduate School, 3) Tokushima University
4) Department of Fixed Prosthodontics, Turumi University School of Dental Medicine

I. 目的

睡眠時ブラキシズム (以下, SB) は、何らかのトリガーにより中枢性に発現される咀嚼筋活動であると考えられている。無意識下で末梢からのフィードバックを受けない咀嚼筋活動であるため、その強さや協調性は制御されていない。また、咀嚼筋群を作動源とする顎運動に関しては、歯や顎関節によって下顎が受動的に誘導されているものと推測される。このため、SB では覚醒時とは異なり下顎偏心位で過大な咬筋活動が生じることで、顎機能障害の発症・増悪因子となる可能性がある。本研究では、SB の分類 (咬筋活動様式および顎運動様式) と顎運動の特性を表すひとつである切歯路との関係について検討することを目的とした。

II. 方法

被験者は徳島大学に所属する教職員・学生の中から顎口腔系や睡眠状態に障害がなく個性正常咬合を有する健常有歯顎者 10 名 (男性 5 名, 女性 5 名, 平均年齢 25.9 ± 5.8 歳) を対象とした (徳島大学病院臨床研究倫理審査委員会第 576 号承認)。睡眠時の生体信号, 顎運動および画像情報の同期記録には睡眠時 6 自由度顎運動測定システム¹⁾ (図 1) を用いた。測定は 2 夜連続で行い、第一夜効果に配慮して 2 夜目のデータを解析対象とした。また、就寝前後に下顎限界運動や最大随意噛みしめなどの

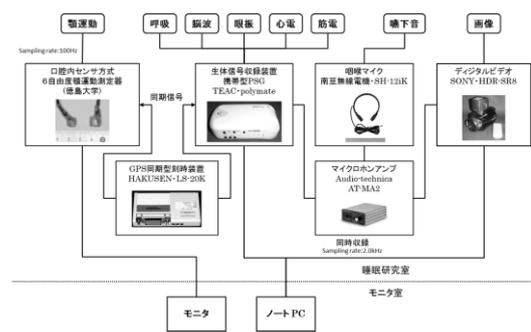


図 1. 睡眠時 6 自由度顎運動測定システム

測定を行った。

睡眠判定は、Rechtshaffen & Kales の睡眠判定国際基準に準じて行った。SB の判定は Okura の手法²⁾に準じて咬筋活動量 (>5%MVC) を基準に行った。咬筋活動様式による分類は ICSD-2³⁾に基づき、Phasic, Tonic, Mixed に分類した。顎運動様式による分類は、緩徐な開閉口運動の Chopping (以下, CHP), 滑走運動を伴う Excursion (以下, EXC), 咬頭嵌合位でのクレンチング (以下, IPC), 咬頭嵌合位から 1mm 以上偏心位でのクレンチング (以下, EPC) とそれぞれが混在した Mix movement (以下, Mix) とした (図 2)。切歯路については、就寝前に測定した限界運動路から、3mm 前方・側方移動時の顎位から矢状切歯路角, 左右側方切歯路の前頭面投影角の和および水平面投影角の和を算出した⁴⁾ (図 3)。SB の各分類間の発現回数・頻度の群間比較は Wilcoxon signed rank test (Bonferroni 補正) を各分類と切歯路との関連を Spearman の相関係数を用いて検討した

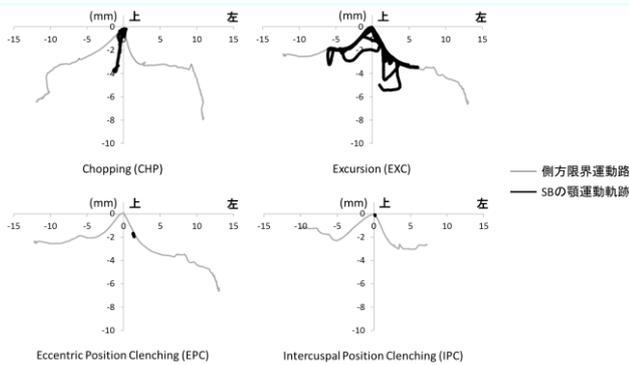


図 2. 顎運動による分類法 (前頭面投影図)

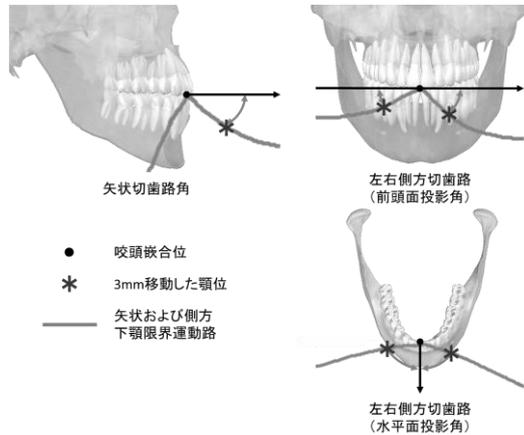


図 3. 切歯路角の算出法

Ⅲ. 結果及び考察

総睡眠時間 6.5 ± 0.3 時間, 睡眠潜時 3.7 ± 3.8 分, 睡眠効率 $97.0 \pm 2.6\%$ で睡眠状態は良好であった。時間当たりの SB 回数は 3.3 ± 1.3 回/h であった。SB の分類別発現回数・頻度を比較したものを図 4 に示す。CHP、EPC に比べ EXC 型が有意に多いことが明らかとなった。SB の分類と切歯路の相関係数を表に示す。SB の総数や咬筋活動による分類では差が認められなかったが、顎運動様式による分類に関しては有意な相関が認められるものがあった。

以上より、咬筋活動様式に関しては末梢因子である切歯路の影響を受けず、主として中枢性に咀嚼筋活動が制御されている可能性があることが示唆された。一方、顎運動様式の発現回数や頻度と切歯路には有意な関連あり、切歯路を変化させることで SB の発現様式を制御できる可能性が示された。プリントに付与するアンテリアガイダンスの指標となるなど治療に活用することが可能であると考えられる。

本研究の一部は文科省科研費【基盤 (C) 23592852】【基盤 (C) 25463001】【若手 (B) 25861850】に依った。

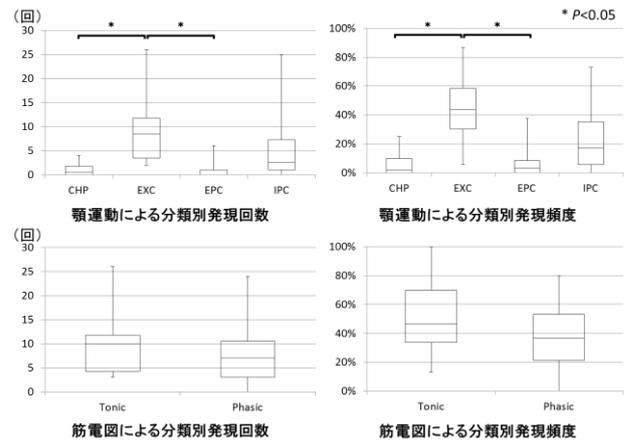


図 4. SB の分類別発現回数・頻度の比較表. SB の分類と各切歯路角の相関係数

回数	総数	矢状切歯路角	前頭面投影角	水平面投影角
		ns	ns	ns
〔咬筋活動様式〕				
	Tonic	ns	ns	ns
	Phasic	ns	ns	ns
	Mix	ns	ns	ns
〔顎運動様式〕				
	CHP	ns	0.840	ns
	EXC	ns	ns	0.636
	EPC	ns	0.647	ns
	IPC	ns	ns	ns
	Mix	ns	ns	ns
頻度				
〔咬筋活動様式〕				
	Tonic	ns	ns	ns
	Phasic	ns	ns	ns
	Mix	ns	ns	ns
〔顎運動様式〕				
	CHP	ns	0.847	ns
	EXC	ns	ns	ns
	EPC	0.638	0.650	ns
	IPC	ns	ns	-0.673
	Mix	ns	ns	ns

有意水準: $P < 0.05$

Ⅳ. 文献

- 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); 1-14: 2009.
- Okura K. et al. The relationship between jaw movement and masseter muscle EMG during sleep associated bruxism. Dentistry in Japan. 35, 53-56, 1999.
- Lavigne G. J. et al. Sleep bruxism: Validity of clinical research diagnostic criteria in a controlled polysomnographic study. J Dent Res. 75, 546-552, 1996.
- 上田龍太郎ほか. 顎口腔機能検査のための 6 自由度顎運動パラメータの検討. 補綴誌 37 (4); 761-768: 1993.

睡眠・覚醒状態および身体活動状態が 慢性疼痛に及ぼす影響

Influence of Sleep/Arousal State and Activity on Chronic Pain

○宇野浩一郎¹, 石垣尚一¹, 新谷 歩², 矢谷博文¹

Uno K, Ishigaki S, Shintani A, Yatani H

1 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
Osaka University Graduate School of Dentistry, Department of Fixed Prosthodontics

2 大阪大学大学院医学系研究科臨床統計疫学寄附講座

Osaka University Graduate School of Medicine, Department of Clinical Epidemiology
and Biostatistics

I. 目的

Yunus により提唱された中枢性過敏症候群 (central sensitivity syndrome) は、中枢性過敏を原因として発症すると推測される疾患群を総称するものである¹⁾。

治療に反応しにくい咀嚼筋の慢性筋痛もこの疾患概念に包含されることが考えられる。従来は痛みが睡眠の質を低下させるとも考えられてきたが、現在では睡眠障害が疼痛閾値を低下させる原因となり、疼痛の慢性化や重篤化を招いているという仮説も支持されている²⁾。

しかし、このような疼痛強度の変動を睡眠状態、身体活動状態という観点から行った研究はあまり認められない。

本研究では、慢性筋痛を有する顎関節症患者を対象とし、日常の環境下で 14 日間にわたり、睡眠状態、身体活動数が慢性筋痛における疼痛強度の変動や増大にどのように影響を及ぼすのかを調査することを目的とした。

II. 方法

被験者として成人女性 14 名 (顎関節症患者群 6 名, 非顎関節症患者群 8 名) を選択した。顎関節症患者群の包含基準は: 大阪大学歯学部附属病院口腔補綴科の顎関節症専門外来診断医により、RDC/TMD の診断基準に従い顎関節症と診断された外来患者のうち、1) 3 か

月以上持続する咀嚼筋痛を有するもの; 2) 20 歳から 60 歳までの女性; 3) 一人で睡眠できる環境が居宅にあるもの; 4) 2 週間の昼夜連続測定が可能なもの、とした。非顎関節症患者群の包含基準は: 1) 口腔顔面部に疼痛を認めないもの; 2) 20 歳から 60 歳までの女性; 3) 一人で睡眠できる環境が居宅にあるもの; 4) 2 週間の昼夜連続測定が可能なもの、とし、除外基準は両群とも: 1) 睡眠に影響を及ぼす可能性のある薬剤を服用中のもの; 2) 一人で睡眠できる環境が居宅にないもの; 3) 妊娠中の女性および乳幼児のいる女性、とした。

睡眠および身体活動数の測定には腕時計型の Micro motion logger Actigraph (Ambulatory Monitoring Inc. 米国) を用いた。本装置を非利腕に装着し、入浴時を除いて昼夜を通して 14 日間の連続測定を行った。Actigraph による睡眠状態の評価項目には、総睡眠時間 (Sleep Minutes) を用いた。覚醒時運動量の評価項目には、身体活動数の中央値 (Median Activity Score) を用いた。以上の解析は専用ソフトウェア (AW2) を用いて行った。

患者の主観的な疼痛強度の記録には Visual Analogue Scale を用いた。患者の主観的な顎の疼痛は、起床後から 3 時間毎に記録させた。今回の解析では、起床後 6 時間の顎の疼痛の最大値を Jaw Pain (First Period, 以下 FP)、起床後 6 時間から就寝前の顎の疼痛の最大値を Jaw Pain (Second Period, 以下 SP) とし

た。身体の他部位（首・肩・腰・手・足）の疼痛（Body Pain）については就寝前に記録させた。前日の熟睡度について就寝前と起床時に Visual Analogue Scale を用いて記録させた。

本研究は大阪大学大学院歯学研究科倫理委員会の承認を受けた上で実施し、すべての被験者から文書により研究参加への同意を得た。本研究は、科学研究費補助金（課題番号 252933920）の補助を受けて遂行中である。本研究内容に関し、申告すべき利益相反はない。

IV. 統計

統計には混合効果モデル（Mixed Effect Model）を用いた。従属変数には Jaw Pain（FP）、Jaw Pain（SP）、Body Pain を使用した。共変量には前夜の総睡眠時間、前日の身体活動数、当日の身体活動数、前日の Jaw Pain（FP）、当日の Jaw Pain（FP）、前日の Jaw Pain（SP）、当日の Jaw Pain（SP）、前日の Body Pain、当日の Body Pain を用いた。以上の共変量のうち従属変数と時系列的に矛盾の生じるものは除外した。すべての分析で生理と年齢による影響を補正した。

III. 結果及び考察

1. Jaw Pain（FP）

前日の身体活動数および熟睡度が高いほど、Jaw Pain（FP）が小さくなることが示された（表 1）。

2. Jaw Pain（SP）

前日の熟睡度が高いほど、Jaw Pain（SP）が小さくなることが示された。また、当日の Body Pain、Jaw Pain（FP）が大きいくほど、Jaw Pain（SP）が大きくなることが示された（表 2）。

3. Body Pain

前日の総睡眠時間が長いほど、また、当日の身体活動数、および前日の熟睡度が高いほど、Body Pain が小さくなることが示された。また、Jaw Pain（FP）および Jaw Pain（SP）が大きいくほど Body Pain が大きいくことが示さ

れた（表 3）。

表 1 Jaw Pain（FP）に影響する共変量

	Odds Ratio	P 値	95%信頼区間	
			下限	上限
前日の身体活動数	.997	.038	-.0050	-.0001
前日の熟睡度	.992	.000	-.0110	-.0040

表 2 Jaw Pain（SP）に影響する共変量

	Odds Ratio	P 値	95%信頼区間	
			下限	上限
前日の熟睡度	.993	.001	-.0099	-.0026
当日の Body Pain	1.006	.022	.0009	.0120
Jaw Pain（FP）	1.032	.000	.0245	.0403

表 3 Body Pain に影響する共変量

	Odds Ratio	P 値	95%信頼区間	
			下限	上限
総睡眠時間	-.001	.034	-.0025	-.0001
当日の身体活動数	.996	.006	.0010	.0064
前日の熟睡度	.994	.010	-.0094	-.0013
Jaw Pain（FP）	1.012	.012	.0028	.0228
Jaw Pain（SP）	1.010	.019	.0016	.0183

IV. 文献

- 1) Yunus MB. Role of central sensitization in symptoms beyond muscle pain, and the evaluation of a patient with widespread pain. Best Pract Res Clin Rheumatol. 2007; 21: 481-97.
- 2) Ong JC, Stepanski EJ, Gramling SE. Pain Coping Strategies for Tension-Type Headache: Possible Implications for Insomnia? J Clin Sleep Med. 2009; 5: 52-6.

マウスにおける咬筋の活動に対する
明暗および睡眠—覚醒サイクルの影響

The effects of masseter activity level by circadian and ultradian rhythm in mice

○片山慶祐^{1,2}, 望月文子², 加藤隆史³, 池田美菜子¹, 野川泰葉⁴, 中村史朗²,
中山希世美², 若林則幸⁴, 馬場一美¹, 井上富雄²

Keisuke Katayama^{1,2}, Ayako Mochizuki², Takafumi Kato³, Minako Ikeda¹, Yasuha Nogawa⁴,
Shiro Nakamura¹, Kiyomi Nakayama², Noriyuki Wakabayashi⁴, Kazuyoshi Baba¹, Tomio Inoue²

昭和大学歯学部¹ 歯科補綴学講座、² 口腔生理学講座、³ 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、⁴ 東京医科歯科大学大学院医歯学総合研究科口腔機能再構築学系専攻摂食機能回復
学講座部分床義歯補綴学分野

Departments of ¹Oral Physiology, ²Prosthodontics, Showa University School of Dentistry, ³Department of Oral
Anatomy and Neurobiology, Osaka University Graduate School of Dentistry, ⁴Department of Removable Partial
Denture Prosthodontics, Tokyo Medical and Dental University

I. 目的

睡眠時ブラキシズムは、歯の摩耗や破折、顎関節症等重篤な障害を引き起こす可能性がある。しかしそのメカニズムは未だ解明されていない。一方で、頭部を支える骨格筋などの筋緊張の調節は、姿勢を維持したり運動を行うための基本的な働きで、覚醒時には、姿勢を維持する筋は運動を誘発できるように適切なレベルに維持されている。そして睡眠状態に移行した際、ノンレム睡眠では、その深度が進むに従い骨格筋の筋緊張は低下し、レム睡眠ではさらに低下することが知られている^{1, 2)}。しかしながら、咀嚼筋が睡眠相の違いによってどのような筋活動レベルに変化するのか、詳細は不明である。そこで我々は、睡眠時ブラキシズムの発生メカニズムを調べる上でまず、コントロールの状態を理解するため、実験対象として野生型マウスを用い、骨格筋である頸筋の筋活動と比較して、咀嚼筋の一つである咬筋の筋活動が覚醒時と睡眠時（レムおよびノンレム睡眠）でどのような違いがあるのか検討した。

II. 方法

実験には、C57BL/6 系統の雄性マウス（10～20 週齢）を 19 匹用いた。マウスは個別に飼育ケージに入れ、12 時間の明暗サイクル

（点灯〔明期〕：午前 8 時～午後 8 時、消灯〔暗期〕午後 8 時～午前 8 時）の環境下で飼育し、餌と水は自由摂取とした。

マウスの生体電位記録用の電極を設置するため、まず、ケタミン（100 mg/kg）塩酸キシラジン（10 mg/kg）を腹腔内投与し、麻酔をした。脳波の記録用ビス電極を頭蓋骨に埋入し、眼電図、頸筋および咬筋の筋電図の記録用ワイヤー電極をそれぞれの筋に刺入した。これらの電極からの接続ケーブルを頭頂部に誘導し、頭蓋骨に歯科用レジンで取り付けられたコネクタに接続した。電極留置後、1 週間は手術後の回復期として個別に飼育ケージに入れて水と餌は自由に摂取できるようにした。回復期を経過したマウスは、記録環境に順応させるため、記録解析システムには接続しないで生体信号記録用のケーブルだけを頭頂部のコネクタに接続し、24 時間飼育し、トレーニング期間とした。トレーニング期間は 2 ないし 3 回設け、馴化されたマウスを実際の記録に用いた。睡眠・覚醒の記録は、動物実験施設内の飼育室で、頭部に記録ケーブルを接続し、摂食と飲水は自由に摂取できる状態で記録を行った。記録された生体電気信号は、増幅器を用いて増幅した後、アナログ / デジタル変換器（PowerLab®, ADInstruments 社）を用いてデジタル信号に変換し、パーソナルコンピュータ（Dynabook® T552/58FB, TOSHIBA 社）のハードディスクに保存した。脳波の振幅、頸筋筋電図、眼電図活動を睡眠覚醒記録解析システム（SleepSign®, キッセイコムテック社）を用い、10 秒毎のス

コアリングエポックを作製して、覚醒、ノンレム睡眠、レム睡眠の状態を判定した。24時間計測した咬筋および頸筋の筋活動量は10秒毎の積分値を求め、覚醒時の平均値を100%として、正規化し評価した。

III. 結果及び考察

過去の報告と同様に、マウスの暗期の覚醒時の時間は、明期と比較して有意に長く、暗期のノンレム睡眠・レム睡眠時の時間は明期と比較して有意に短く、実験に用いたマウスにおいて暗期が活動期であることが確認された。

咬筋および頸筋の24時間での筋活動量の推移を4時間毎の平均値で比較した。その結果、覚醒時とノンレム睡眠時の咬筋および頸筋の平均筋活動量は、暗期もしくは明期の時間内ではほとんど変動がなかったが、暗期から明期での切り替え時に、平均筋活動量が有意に低下した。また、覚醒時の咬筋および頸筋の平均筋活動量はノンレム睡眠・レム睡眠時と比較して4倍以上高く、ノンレム睡眠時の両筋の平均筋活動量はレム睡眠時と比較して有意に高いことがわかった。

暗期・明期における咬筋および頸筋の筋活動の時間的経過が同様の傾向を示したので、次に覚醒時、ノンレム睡眠・レム睡眠時における咬筋および頸筋の筋活動量の相関関係を検討した。その結果、暗期も明期も同様に、ノンレム睡眠時では咬筋の筋活動と頸筋の筋活動は正の相関関係が認められ、19匹中、暗期では12匹、明期では13匹が相関係数0.5以上であった。一方、暗期や明期に関わらず、覚醒時やレム睡眠時の両筋には相関関係は認められなかった。また、咬筋と頸筋の筋活動は、暗期も明期も同様に、ノンレム睡眠・レム睡眠時では、咬筋は頸筋と比較してより大きな変動を示したが、覚醒時では両筋の筋活動量の変動に違いは認められなかった。

一方、咬筋と頸筋の筋活動量の散布図において、覚醒時に咬筋の筋活動量が高いクラスターと低いクラスターの2つに分かれる傾向が認められた。さらに対数表示にして散布図を作成すると、ノンレム睡眠時において、分布が2つのクラスターに分かれる傾向が認められた。そ

こで、覚醒時、ノンレム睡眠・レム睡眠時における、咬筋と頸筋の筋活動量の分布をそれぞれのヒストグラムを用いて検討した。その結果、覚醒時において、咬筋の筋活動量は2峰性を示したが、頸筋は1峰性の分布を示し(19匹中、暗期で17匹、明期で12匹)、両筋の累積確率分布が明らかに異なることがわかった。またノンレム睡眠でも、咬筋の筋活動量が2峰性を示したのに対して、頸筋は1峰性であった(19匹中、暗期で13匹、明期で16匹)。

以上の結果から、マウスの咬筋および頸筋の筋活動量は、明期・暗期の24時間で変動するリズム、いわゆるサーカディアンリズムと睡眠-覚醒リズムの制御機構からの影響を受けるが、睡眠-覚醒リズムの制御機構の影響をより強く受けていることが考えられる。また、咬筋の筋活動は、覚醒時だけでなく、ノンレム睡眠時にも2峰性の分布を示すことから、覚醒時の下顎の維持や咀嚼運動などの多様な運動に関与するだけでなく、ノンレム睡眠中に少なくとも2種類の入力を受けていることが示唆された。

IV. 文献

1. Kato T, Masuda Y, Kanayama H, et al. Muscle activities are differently modulated between masseter and neck muscle during sleep-wake cycles in guinea pigs. *Neurosci Res.* 2007; 58: 265-271.
2. Peever J. Control of motoneuron function and muscle tone during REM sleep, REM sleep behavior disorder and cataplexy/narcolepsy. *Arch Ital Biol.* 2011; 149: 454-466.

咽頭電気刺激による嚥下機能への驚くべき効果

Significant Effect of Pharyngeal Electrical Stimulation on Swallowing Function

○林 宏和, 竹石 龍右, 真柄 仁, 谷口 裕重, 辻村 恭憲, 堀 一浩, 井上 誠
○Hirokazu Hayashi, Ryosuke Takeishi, Jin Magara, Hiroshige Taniguchi,
Takanori Tsujimura, Kazuhiro Hori, 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

ヒト咽頭粘膜への表面電気刺激が随意性嚥下を促進することが明らかとなっている¹⁾。また、嚥下障害患者への持続的な咽頭粘膜への電気刺激によって、その機能回復が期待できるとしている²⁾。

我々は、前回の本学会にて持続的な咽頭粘膜への電気刺激が、上位脳を含む嚥下関連機能にどのような変化をもたらすかについて検討し、刺激後 60 分後に随意性嚥下機能への促進効果をもたらすことを報告した。

今回、被験者数をさらに増加して定量的な評価を行い、さらに本刺激がもたらす経日的な変化について検討した。

II. 方法

1. 被験者

摂食機能に臨床的な問題をもたない健常若年男性 11 名 (平均年齢 26±6 歳) を選択した。

2. 咽頭粘膜表面刺激

下咽頭電気刺激を目的としたカテーテル型電極を経鼻的に挿入後、電気刺激強度を以下の方法で決定した; 0.1 mA, 1 ms の矩形波刺激を 5 Hz で与え、5 秒ごとに 0.1 mA ずつ増加させながら被験者の認知閾値、限界閾値を求めた後、実際に用いる刺激強さは限界閾値と認知閾値の差の 75% を認知閾値に合わせた値とした。

3. 実験プロトコール

嚥下機能評価を反復唾液嚥下テスト (repetitive saliva swallowing test, RSST) と嚥下反応時間

(swallowing response time, SRT) とした。前者は 30 秒間の随意嚥下の回数をカウントするものであり、後者は 0.1 ml/sec の流速にて咽頭内に注入した蒸留水刺激に対して嚥下反射を誘発するまでの潜時を計測したものである。

はじめに、コントロールとして、SRT、咽頭電気刺激なしの RSST、決定された刺激様式での咽頭電気刺激を行いながらの RSST (刺激時 RSST) を記録した。次に、10 分間の咽頭電気刺激を同様の刺激様式で行った (刺激群)。この間、被験者には安静にするよう指示したが、自発嚥下などについては自由に行ってもよいものとした。この時、コントロール群 (非刺激群) では、10 分間電極を留置したまま刺激を行わなかった。

10 分間の咽頭刺激終了直後、10, 20, 30, 40, 50, 60 分後の SRT ならびに RSST をそれぞれ計測した。最後に刺激時 RSST を記録した。

さらに、連日の刺激効果の経日変化を追うために、刺激群 5 名では、5 日間にわたり同様の刺激を継続してそれぞれの値の変化を追った。

4. 解析

コントロール時の RSST と刺激時 RSST の比較を paired t-test, SRT ならびに RSST の 60 分間経過の比較を repeated measures one way ANOVA, コントロール時の刺激時 RSST と 10 分間刺激後 60 分経過した後の刺激時 RSST の比較を paired t-test にて行った。

III. 結果及び考察

1. 10 分間刺激後の効果 (刺激群)

60 分間の継続した SRT の計測では、刺激終了直後の値が大きくなる傾向が認められたが有意な差は認められなかったのに対して、RSST ではコントロールと比較して刺激終了直後に一旦低下した後、徐々に増加する傾向が認められた (図 1)。

コントロールの刺激時 RSST と 60 分経過後の刺激時 RSST を比較したところ、有意な増加が認められた (図 1)。

2. 10 分間刺激後の効果 (非刺激群)

非刺激群では、SRT, RSST, 刺激時 RSST とともに有意な変化は認められなかったが、ことに刺激時 RSST では 60 分経過後に減少する傾向が認められた (図 2)。

3. 経日変化

5 日間の刺激を継続したところ、SRT には有意な変化が認められなかったのに対して、RSST の刺激前と刺激後 60 分後の値の変化を調べたところ、いずれも日を追うごとに増加する傾向が認められた (図 3)。刺激時 RSST の経日的変化を、刺激前、刺激後、それぞれで比較したところ、刺激前の値は初日と 5 日目の間で有意差が認められた (図 3)。

本研究の結果は、咽頭電気刺激が随意嚥下の回数を増やすという即時効果をもたらすだけでなく、10 分間の刺激後 60 分を経過した後にその回数を増させ、さらに嚥下反射に関わる回路には明らかな変化をもたらさなかったというものであった。刺激効果は即時的には脳幹におよぶものの、10 分間の刺激によって随意嚥下運動誘発に関わる上位脳が何らかの活動変化を示し、それが持続することを期待させるものである。さらに、連日の刺激によって、随意性嚥下能力を経日的に増加させたことから、今後嚥下機能の神経可塑性変化を応用した嚥下障害患者に対する臨床応用を目指したい。

IV. 参考文献

1) Tsukano H, Taniguchi H, Hori K, Tsujimura T, Nakamura Y, Inoue M: Individual-dependent effects of pharyngeal electrical stimulation on swallowing in healthy humans. *Physiol Behav.* 106(2):218-23, 2012.

2) Fraser C, Rothwell J, Power M, Hobson A, Thompson D, Hamdy S: Differential changes in human pharyngo-esophageal motor excitability induced by swallowing, pharyngeal stimulation, and anesthesia. *Am J Physiol Gastrointest Liver Physiol.* 285(1):G137-44, 2003.

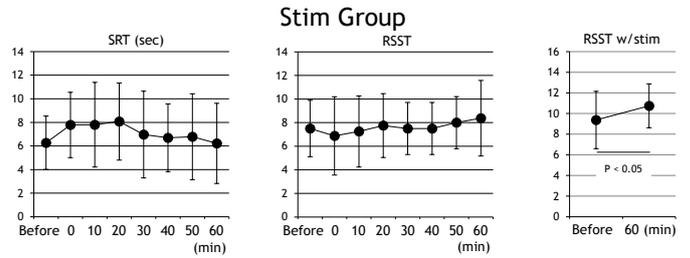


図 1. 刺激群における初日のデータの平均値
SRT は 10 分間の刺激直後に若干上昇後、コントロールレベルに戻った (左). RSST は 10 分間の刺激直後に若干減少した後徐々に増加した (中). RSST w/stim は Before に比べて 60 分後に有意に増加した。

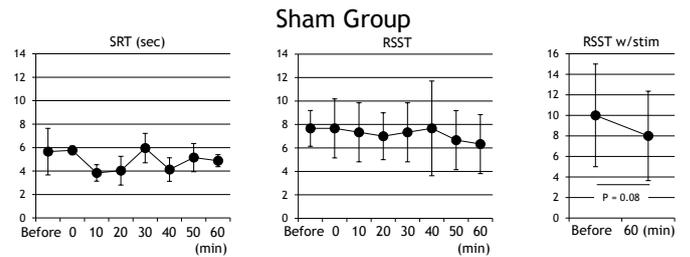


図 2. 非刺激群における初日のデータの平均値
SRT には明らかな傾向が認められなかった (左). RSST, RSST w/stim とともに時間が経過することによって減少する傾向が認められた (中, 右)。

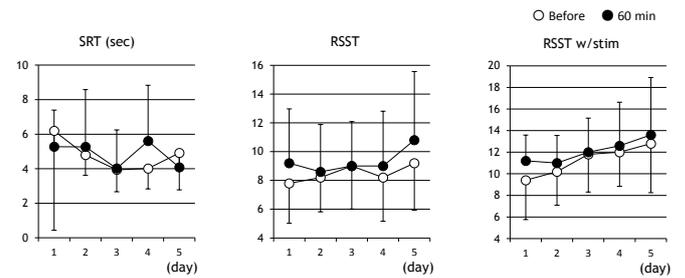


図 3. 刺激群における経日変化
SRT には明らかな傾向が認められなかった (左). RSST は経日的に増加する傾向が認められたが、有意差は認められなかった (中). RSST w/stim は経日的に増加する傾向が認められ、ことに Before では初日と 5 日目の間で有意差が認められた (右)。

炭酸水がもたらす嚥下の変調

The Effect of carbonated Water on Swallowing in Young Healthy Adults

○神田知佳¹⁾, 中村由紀¹⁾, 林 宏和²⁾, 竹石龍右¹⁾, 篠田有希³⁾, 亀谷典弘³⁾,
岡本武久³⁾, 井上 誠¹⁾

○Chika Kanda, Yuki Nakamura, Hirokazu Hayashi, Ryosuke Takeishi, Yuki Shinoda, Norihiro Kametani,
Takehisa Okamoto, Makoto Inoue

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)新潟大学医歯学総合病院口腔リハビリテーション科 3)アサヒ飲料株式会社研究開発本部

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

2)Niigata University Medical and Dental Hospital, Oral Rehabilitation.

3)Asahi Soft Drinks Co.,Ltd. Research and Development Headquarters

I. 目的

嚥下は随意性及び反射性に誘発することができ、大脳皮質からの皮質下行性入力、あるいは咽喉頭領域からの感覚入力、またこれら双方の入力が、脳幹部に位置する嚥下中枢 (Central Pattern Generator, CPG) へ加わることで誘発される。

炭酸水が嚥下反射誘発を促進することから、これを嚥下障害の臨床に用いた報告が散見されている。Michouら (2012) は、健常若年者において、炭酸水と水を決められた時間枠内で嚥下させる課題を行わせたところ、成功率は炭酸水が水に比べ、有意に高かったと報告した。Sdravouら (2012) は、嚥下障害患者において炭酸入バリウム水が、炭酸無バリウム水に比し、誤嚥と喉頭侵入を有意に減少させたと報告した。このように、炭酸水がもたらす即時的な嚥下変調効果は報告されているものの、そのメカニズムや長期的な効果についてはよく知られていない。本研究では、随意性及び反射性嚥下に対する炭酸水刺激の経時的効果と、刺激部位による嚥下変調効果の違いを検証することを目的とした。

II. 方法

口腔咽喉頭領域への水ならびに炭酸水刺激として「嚥下実験」、口腔領域に限定した炭酸水刺激として「吐出実験」を実施した。

1. 被験者

嚥下実験では健常若年者 12 名 (男性 7 名、女性 5 名、平均年齢 29.7 歳) とした。吐出実験は、溶液嚥下実験に参加した 10 名 (男性 6 名、女性 4 名、平均年齢 29.8 歳) とした。

2. 溶液摂取

嚥下実験では、炭酸水または水を 10 秒ごとに 5 ml ずつ 10 分間、計 300 ml 摂取させた。吐出実験では炭酸水のみを使用し、嚥下実験と同様のペースで口に含ませ、10 秒ごとに吐出させた。それぞれの試行は日を変えて同じ時間帯で行った。

3. 計測

嚥下機能評価として反復唾液嚥下テスト (RSST) ならびに嚥下誘発時間 (SRT) を用いた。前者は 30 秒間の随意嚥下回数を計測し、後者は咽頭への水微量注入 (0.1 ml/秒) から嚥下反射誘発までの時間を計測した。10 分間の溶液摂取前をコントロールとし、10 分間の溶液摂取 (嚥下実験または吐出実験) の後、摂取直後から 60 分後までの RSST と SRT の値を経時的に計測した。

4. 記録

顎下部に貼付した EMG、喉頭部に位置させた EGG、及び嚥下毎に被験者自身が押したボタン信号を嚥下の同定に用いた。AD コンバータを介してこれらデータを PC に取り込み、専用ソフトウェアを使用し て解析を行った。

III. 結果

1. 嚥下実験

水ではコントロールと比較して刺激直後に有意に SRT が延長し、RSST が減少した。炭酸水では、刺激直後の SRT に延長傾向を認めたが、RSST は著明な変化を認めなかった。また、炭酸水では、刺激 60 分後に有意に SRT が短縮した (図 1)。この傾向はコントロール SRT 値が大きい被験者ほど大きな短縮がみられた。

2. 吐出実験

SRT 及び RSST いずれも、コントロールと比較して有意な経時変化は認められなかった。一方、刺激直後の SRT は有意ではないものの、コントロールと比較し延長する傾向にあった (図 2)。

IV. 考察

1. 刺激直後の SRT 変調

嚥下実験における SRT 延長は、頻回な嚥下を繰り返したことによる神経や嚥下関連筋群の一過性の疲労が原因と考えられた。しかし吐出実験での刺激直後の SRT 延長傾向から、三叉神経領域への炭酸水刺激のみでも、咽頭刺激による嚥下反射誘発に関わる神経回路の変調が示唆されたことは興味深い。

2. 刺激直後の SRT と RSST の変調

嚥下実験において、刺激直後の水においては SRT、RSST 共に嚥下応答性が低下したことから、これらの変化は共通する神経回路の関与が考えられた。一方、炭酸水では RSST が減少しなかったことから、炭酸刺激が水刺激にはない神経活動の興奮性上昇を皮質、皮質下、または下位脳幹に生じさせた可能性が示された。

3. 刺激後 60 分の SRT と RSST の変調

吐出実験や水の嚥下実験ではコントロールに比べ刺激後 60 分の SRT 及び RSST に変化がみられなかったのに対し、炭酸水の嚥下実験では 60 分後の SRT が有意に短縮したことから、咽頭領域への炭酸水刺激が嚥下反射に関わる神経回路に何らかの増強効果を生じさせた可能性が示された。一方で炭酸水の嚥下実験において RSST に影響を及ぼさなかったことは、炭酸水がもたらした効果が反射性嚥下誘発とは共通の回路ではない部位での変化なのか、もしくは

は随意性嚥下の促進に至るほどの活動上昇ではなかったことによるのかは不明である。

V. 参考文献

- 1) Sdravou et al: Effects of carbonated liquids on oropharyngeal swallowing measures in people with neurogenic dysphagia. *Dysphagia* 2012; 27: 240-250
- 2) Michou et al: Examining the role of carbonation and temperature on water swallowing performance: a swallowing reaction-time study. *Chem. Senses* 2012; 37: 799-807

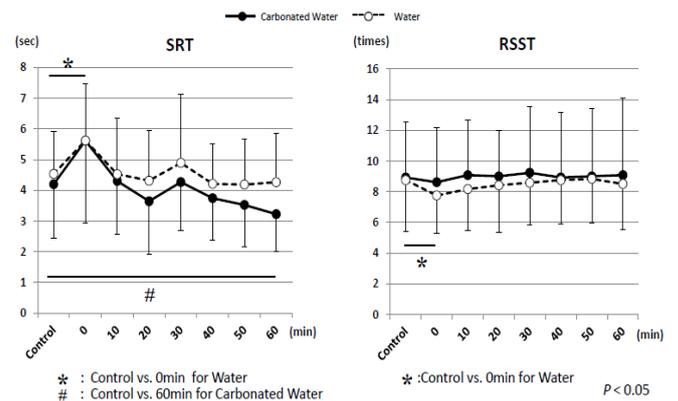


図 1 嚥下実験における SRT と RSST 経時変化
水刺激直後は有意に SRT が延長し RSST が減少した。炭酸水刺激直後は SRT が延長する傾向にあった他、60 分後はコントロールよりも有意に SRT が短縮した。

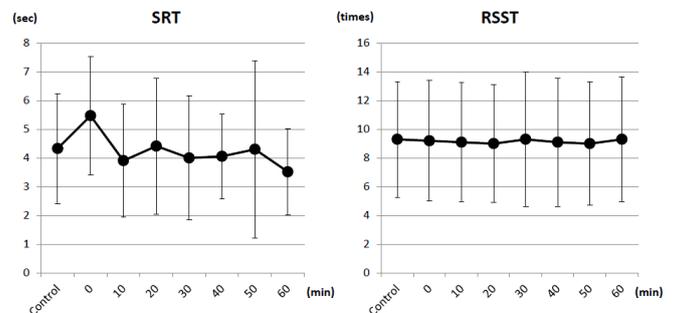


図 2 溶液吐出実験における SRT と RSST 経時変化
刺激直後に SRT は延長傾向にあった。

視覚情報の変化がチューインガム咀嚼時の下顎運動におよぼす影響

Effect of changes in visual sensory inputs on jaw movements during chewing gum

○宗形芳英, 北見修一
Yoshiei Munakata, Shuichi Kitami

奥羽大学歯学部口腔機能分子生物学講座口腔生理学分野
Division of Oral Physiology, Department of Oral Function and Molecular Biology,
Ohu University School of Dentistry

I. 目的

仰臥位での咀嚼が困難な理由の一つとして、下顎が後退し上下の歯が噛み合わせにくくなる¹⁾ことが考えられる。我々は、これまでに仰臥位であっても座位時の光景を人為的に目の前に再現させることで、下顎が無意識のうちに前進し座位での噛み合わせに近づくことを報告してきた²⁾。

本研究では、噛みにくさを伴う仰臥位での咀嚼が、人為的に座位時の視覚情報を与えるだけで、多くの被験者で噛みやすくなることを期待し、ヘッドマウントディスプレイ (HMD) の利用により、視覚情報が咀嚼運動におよぼす影響について検討した。

II. 方法

1. 被験者

視覚および頭頸・顎運動機能に自覚的ならびに他覚的な異常を認めず、本実験の意義を十分理解して協力を得ることができた健常成人8名 (男性7名, 女性1名 平均年齢23.1歳) を対象とした。本研究は奥羽大学倫理委員会の承認を得て遂行した。

2. HMDによる視覚情報操作

HMD (Oculus rift, Oculus VR, Inc.) 前部に取り付けたカメラの向きの操作で、頭位を変えず

に視線方向だけを上下に変化させた (図A)。

3. 咀嚼運動の記録

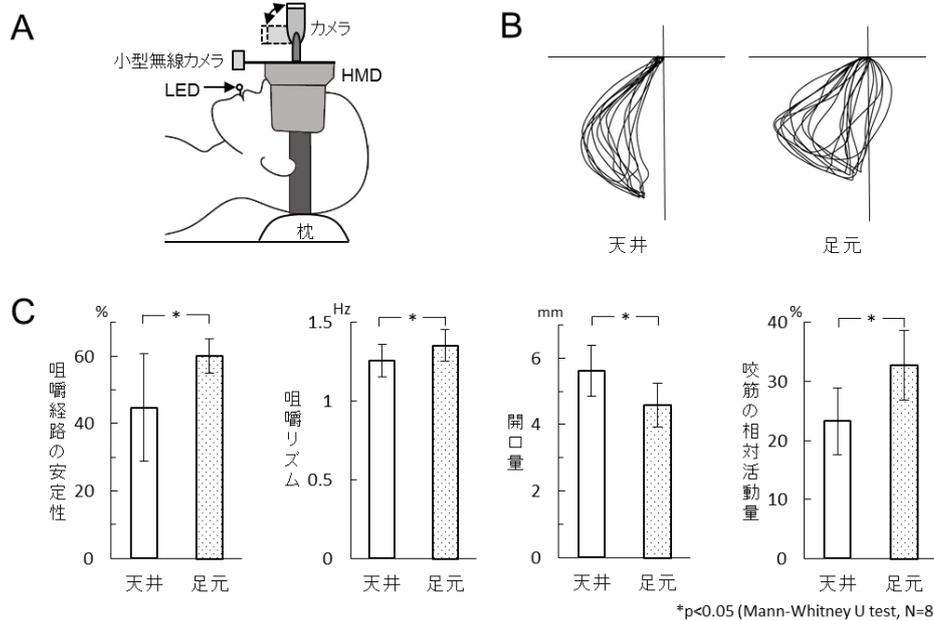
小型無線カメラ (RC-12, RF System) をHMDに固定し (図A), 下顎切歯部に取り付けたLEDの撮影から、前頭面における下顎切歯部の咀嚼運動を記録した。

4. 咀嚼筋活動の記録

左側の咬筋, 側頭筋前腹から表面電極 (NM-31, 日本光電) により双極導出した。接地電極は前額中央部に設置した。導出した筋活動をポリグラフ (360 システム, NEC 三栄) の生体電気増幅ユニットにより high cut freq. 1 kHz, 時定数 0.03 秒の条件で増幅した。サンプリング速度 1000Hz で AD コンバータ (PowerLab, ADI 社) を介し, Chart4 & QuickTime Capture (ADI 社) によって咀嚼運動の動画とともに PC に取り込み, 実験終了後に解析した。

4. 実験手順

被験者を仰臥位にさせ視線方向が顔の正面になる (天井が見える) 条件で行った。カメラ付き HMD 装着により実像に近い像が目の前の画面上に現れる設定から実験を開始した。チューインガムを被験者の口腔内に入れ, 10 回程度の咀嚼で均一な軟らかさになってから記録を開始し, 20 回の咀嚼サイクルを記録した。次に, 頭位や眼球の位置はそのままで, HMD



につけたカメラの向きを被験者の足元方向に向け、座位時とほぼ同じ像が目の前の画面上に現れる設定で同様の記録を行った。

Ⅲ. 結果および考察

チューインガム咀嚼時の咀嚼運動経路の代表例を図 B に示した。左は HMD 装着前の実像に近い像が HMD 画面上に再現される設定で行った結果（天井）で、被験者は通常の座位時の咀嚼に比べ噛みにくいと感じ、運動経路が縦に長いチョッパー型様を示した。同時測定した咀嚼筋活動では、側頭筋活動量に比べ咬筋活動量が小さかった。さらに、咀嚼リズムは約 1 Hz で通常より遅延した。右は HMD に取り付けたカメラの向きを被験者の足元方向に向け、座位時に見られる光景とほぼ同じ像が HMD 画面上に再現される設定での結果（足元）で、被験者は天井が見える時に比べ噛みやすくなったと感じ、咀嚼運動経路は咀嚼側に膨らんだグラインダー型様を示した。また、咬筋活動が大きくなり、咀嚼リズムも早く (1.4 Hz) になった。

8 名の被験者から得られた測定結果を平均値と標準偏差でグラフ表示した (図 C)。咀嚼経路の安定性は連続する運動経路の重なり程度から算出した。座位時に見られる光景とほぼ同じ像が HMD 画面上に再現される設定(足元)

で、咀嚼経路が安定し、咀嚼リズムが早まり、開口量が減少した。その際、咬筋の相対活動量が大きくなった。

以上の結果は、被験者が噛みやすいと感じる咀嚼運動がグラインダー型であり、咬筋優位の咀嚼筋活動パターンであることを示している。ヒトの成長発育の過程では、乳児時に母乳吸啜のために側頭筋活動が優位であり、咀嚼機能の獲得に伴って咬筋活動優位に変化する^{3, 4)}。さらに、仰臥位で後退した下顎位が咬筋活動の増加により座位・直立時の下顎位に戻ることも噛みやすくなる一因と考えられる。

Ⅳ. 文献

- 1) 船越正也. 咀嚼筋の緊張亢進と顎関節症. 歯界展望 1983 ; 42 : 286-295.
- 2) 宗形芳英, 北見修一, 視覚情報の変化がタッピング時の下顎位に及ぼす影響, 顎機能誌 2011 ; 18(1) : 66-67.
- 3) 田村康夫, 吸啜から咀嚼運動への移行 1. 咀嚼への発達のための吸啜運動の特徴, the Quintessence 15, 260-264, 1996
- 4) 吉田教明, 成長期における咀嚼機能の発達と学習のメカニズム解明に向けた実験的アプローチについて, 顎機能誌 13(1), 2-10, 2006.

苦味の程度が異なるグミゼリー咀嚼時の咀嚼運動

Masticatory Movement of Chewing Gummy-jelly with Different Bitterness

○岡田大和, 志賀 博, 荒川一郎, 渡邊篤士

Yamato Okada, Hiroshi Shiga, Ichiro Arakawa, Atsushi Watanabe

日本歯科大学生命歯学部歯科補綴学第1講座

Department of Partial and Complete Denture, The Nippon Dental University School of Life Dentistry at Tokyo

I. 目的

本研究は、食品の性状における味、特に苦味の違いが咀嚼運動に及ぼす影響を明らかにする目的で、健常者に苦味の異なるグミゼリーを咀嚼させた時の咬筋筋活動と下顎切歯点の運動について分析した。

II. 方法

本研究は、日本歯科大学生命歯学部の倫理委員会の承認のもとに行った。

1. 被験者

被験者は、健常男性 12 名 (22~28 歳, 平均年齢 25.3 歳) を選択した。なお、いずれも主咀嚼側を認識できることに加え、第3大臼歯以外の天然歯列を有し、広範囲な歯冠修復、歯科矯正治療、咬合に関する不満がそれぞれないことを条件とした。

2. 被験食品

被験食品は、田中ら¹⁾が開発したグミゼリー (苦くない) を基準に、キニーネを 0.032 % 添加した苦いグミゼリーを試作し、これらの2種類とした。苦みは、グミゼリーの成分を変化させない味として極微量のキニーネを選択した。

3. 記録と分析方法

実験は、被験者に2種類のグミゼリーをそれぞれ主咀嚼側で嚥下させずに 20 秒間咀嚼させた時の咬筋筋活動を日本光電社製多用途計測記録装置 (RM6000®)、下顎切歯点の運動を MKG K7 を用いて同時記録した。分析は、はじめに各被験者のグミゼリー咀嚼時の咬筋筋活動を観察した。次いで、咀嚼開始後の第1サイクルを除く全サイクルについて、咬筋筋活動と下顎切歯点の運動の定量的指標を算出後、両グミゼリー咀嚼間で比較した。

咬筋筋活動に関しては、全サイクルの積分値と 1 サイクル当りの積分値、運動経路に関しては、垂直的・側方的運動量を表す開口量と咀嚼幅、運動経路の安定性を表す開口時側方成分、閉口時側方成分、垂直成分の各 SD/OD (標準偏差/開口量)、運動リズムに関しては、運動リズムを表す開口相時間、閉口相時間、咬合相時間、サイクルタイムの各平均、運動リズムの安定性を表す開口相時間、閉口相時間、咬合相時間、サイクルタイムの各変動係数をそれぞれ定量的指標とした。

III. 結果及び考察

1. 咬筋筋活動

各被験者の2種類のグミゼリー咀嚼時の咬筋筋活動は、いずれもリズムカルであり、咀嚼が苦味により中断されないことが確認された。咬筋筋活動の総積分値は、苦いグミゼリーの方が苦くないグミゼリー咀嚼時よりもわずかに小さく、両咀嚼間に有意差が認められた。また、1サイクル当りの咬筋筋活動の積分値は、一定の傾向を示さず、両咀嚼間に有意差が認められなかった。1サイクル当りの咬筋筋活動は、食品の硬さが増すに従って増大すること、すなわち食品の硬さに応じて変化することが報告されている²⁴⁾。本研究で用いた2種類のグミゼリーは、性状がほとんど同一であり、硬さの変化がないため、1サイクル当りの咬筋筋活動の積分値に変化が生じなかったものと考えられる。

2. 運動経路と運動リズム

垂直的・側方的運動量を表す開口量と咀嚼幅は、どちらも一定の傾向を示さず、両咀嚼間に有意差が認められなかった。運動経路の安定性を表す開口時側方成分、閉口時側方成分、垂直成分の各SD/ODは、垂直的・側方的運動量と同様にいずれも一定の傾向を示さず、両咀嚼間に有意差が認められなかった。開口相時間、閉口相時間、咬合相時間、サイクルタイムの各平均は、いずれも苦いグミゼリー咀嚼時の方が苦くないグミゼリー咀嚼時よりも延長する傾向を示し、それぞれ苦味の有無による有意差が認められた。また、開口相時間、閉口相時間、咬合相時間、サイクルタイムの各変動係数は、いずれも一定の傾向を示さず、それぞれ苦味の有無による有意差が認められなかった。

運動経路と運動リズムの安定性については、運動経路、運動リズムのどちらも苦味の影響を受けないこと、また垂直的・側方的運動量も苦味の影響を受けないことを示しているものと考えられる。しかしながら、運動リズムは、いずれの指標においても延長する傾向を示し、苦味刺激によりリズムが緩徐化することを示していると考えられる。

これらのことから、食品の味、特に苦味の違いは、1サイクル当りの咬筋筋活動量、咀嚼時の運動量、経路とリズムの安定性に影響を及ぼさないが、咀嚼リズムには影響を及ぼすことが示唆された。

IV. 文献

- 1) 田中 彰, 志賀 博, 小林義典. グミゼリー咀嚼時のグルコースの溶出量の分析による運動機能および咀嚼筋筋活動の定量的評価. 補綴誌 1994 ; 38 : 1281-1294.
- 2) Plesh O, Bishop B, McCall W. Effect of gum hardness on chewing pattern. Exp Neurol 1986 ; 92 : 502-512.
- 3) Peyron MA, Lassauzay C, Woda A. Effects of increased hardness on jaw movement and muscle activity during chewing of visco-elastic model foods. Exp Brain Res 2002 ; 142 : 41-51.
- 4) Foxter KD, Woda A, Peyron MA. Effect of texture of plastic and elastic model foods on the parameters of mastication. J Neuro physiol 2006 ; 95 : 3469-3479.

咬合支持状態の異なるクレンチングにおける全咀嚼筋の活動様相 ～新たな咬合力計を応用した mfMRI による解析～

Activation patterns of all masticatory muscles during clenching in various conditions of occlusal support

～An analysis using mfMRI with novel bite force transducer～

○高橋 実、山口 哲史、渡辺 誠、服部 佳功

M. Takahashi¹⁾, S. Yamaguchi¹⁾, M. Watanabe²⁾, Y. Hattori¹⁾

1)東北大学大学院歯学研究科加齢歯科学分野 2)東北福祉大学

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

2) Tohoku Fukushi University

I. 目的

磁気共鳴画像 (magnetic resonance imaging; MRI) における筋線維束の横緩和時間 (T2) は、筋活動量依存性に延長する。このことを利用して、筋活動量を T2 の変化に基づいて定量評価する方法が骨格筋機能的磁気共鳴画像法 (muscle functional MRI; mfMRI) であり、当分野では比較的小容積の筋が複雑に配置された咀嚼筋全筋の活動の同時解析に本法を応用してきた¹⁾。噛みしめ時の筋活動を本法によって評価するには、噛みしめタスク終了後の安静時における MRI 撮影を、タスク終了後、可及的速やかにを行い、タスク前の安静時の MRI と比較する必要があり、MRI 装置ガントリー内にて利用可能な咬合力計の開発が求められていた。

本研究の目的は、第 1 に、口腔内に装着する咬合力センサ部分に金属や電子機器を含まず、センサを駆動するコンディショナは MRI 撮影室外に設置可能な、新規の咬合力計を開発することであり、第 2 に、全歯列および片側大臼歯欠損歯列での噛みしめの際の咀嚼筋活動を mfMRI にて評価することである。後者の噛みしめ強度の規定には、新規開発の咬合力計を用いた。

II. 方法

健康有歯顎者 10 名 (平均 28.6 歳) を被験者とした。

咬合力計は、水を封入した樹脂製バッグに光ファイバ小型圧センサ (FISO Technology, FOP-M-BA) を組み込んだ配管部分を接合したもので、咬合力を

水圧の変化として測定する。樹脂製バッグは、各被験者の歯列形態に合わせて成形した樹脂製シート (PET:12 μ m/ONY:15 μ m/LLDPE:180 μ m、カウパック社、DP16-TN1000) の辺縁をヒートシーラーで溶着し、製作した。白色光干渉計の原理を応用した圧センサ²⁾は、センサ部とコンディショナを任意長の光ファイバで結合でき、本研究では長さ 25m の光ファイバを用いることで、ガントリー内の被験者の咬合力を測定室外のコンディショナにて記録可能とした。

本研究では、全歯列ならびに片側大臼歯欠損の咬合支持条件での噛みしめを想定し、被験者毎に両側第 2 大臼歯間、右側第 2 大臼歯と左側第 2 小臼歯間、および右側第 2 小臼歯と左側第 2 大臼歯間のそれぞれを覆う熱可塑性樹脂 (厚さ 0.5mm、山八歯材工業株式会社) 製のスプリント様装置を製作し、樹脂バッグを上顎型装置に固定して口腔内に定位させた。装置毎に、咬合力に相当する外力を負荷し、水圧と咬合力の校正線を得た。

個々の被験者で、3 種の咬合支持状態を模した咬合力計を用いて最大噛みしめ時の咬合力を測定し、その 40% の強度 (40% MVC) で持続時間 1 分間の噛みしめをタスクとした。安静時の MRI 撮影を行った後、ガントリー内でタスクを行わせ、終了直後に再び MRI 撮影を行った (GE Signa HDxt 1.5 T)。撮影条件は、Spin echo, TR=2500 ms, TE=20/80 ms, pixel size=0.78*0.78 mm, slice thickness=3 mm とした。同日にタスクを複数行う場合、タスク終了から次のタスク前の撮影までに 45 分以上の休息を設けた。

Image J1.45I (National Institutes of Health) で T2 画像を構成し、Avizo 6.1 (Mercury Computer Systems) にて TE=20 ms の MR 画像の全スライス上で各咀嚼筋 (咬筋浅層・深層、側頭筋、内側翼突

筋、外側翼突筋上・下頭)の外形をトレースして関心体積(volume of interest; VOI)を設定した。この VOI を T2 画像に適用し、含まれる voxel の平均 T2 を算出した。さらに、タスク前後の平均 T2 の差を Δ T2として求め、筋の活動レベルの指標とした。またこの値と筋 voxel 数の積を、この筋の活動量の指標とした。

咬合支持状態毎に、タスク前後の平均 T2 を多重比較(Friedman)し、さらに各筋の活動レベルを咬合支持状態間で多重比較した。また各筋の活動量と咬合力の相関分析(spearman)を行った。統計解析には SPSS Statistics 17.0.1 (SPSS Japan Inc.)を用い、有意水準は 5%とした。

Ⅲ. 結果及び考察

開発した咬合力計は、最大 1000N の外力に対し、ほぼ直線的な水圧の変化を示し(図 1)、開発した咬合力計が、本研究の条件における咬合力測定に適切な性能を備えることが示された。

全歯列、ならびに片側大白歯欠損の咬合支持条件における最大咬合力は、それぞれ 250~1250N および 120~1000 N に分布した。

タスク前後で、全ての筋の平均 T2 は有意に上昇した。

すべての被験者の各筋の活動量と咬合力との相関分析の結果を表 1 に、相関係数が 0.930 と最も高い値を示した右側咬筋浅層における筋活動量と咬合力の散布図を図 2 に示す。

すべての筋の活動量の合計値は、すべての咬合支持状態に関して、咬合力と有意に相関した。右側大白歯欠損では両側咬筋浅層、左側大白歯欠損では左側咬筋浅層、全歯列では両側咬筋浅層、両側咬筋深層、両側側頭筋において相関係数が 0.7 以上であり、これらの筋が各咬合支持条件における咬合力の発揮に、主動的な働きをしていると考えられた。内側翼突筋や外側翼突筋でも活動レベルの有意な上昇を認めたが、咬合力との相関は有意ではなく、噛みしめ時の下顎位の維持などの補助的な寄与を果たしていると考えられた。咬筋浅層は、咬合支持状態に関わらず、常に咬合力との有意な相関を認めたが、咬筋深層や側頭筋では全歯列咬合支持条件と比較して片側大白歯欠損時に咬合力との相関が低く、咬筋深層や側頭筋が片側大白歯欠損時に内・外側翼突筋と同様の補助的寄与を果たす可能性が伺われた。

一般にmfMRI 法では、本研究と同様に、筋に設

けた VOI 内の voxel の平均 Δ T2 を筋活動レベルの指標に用いる。この方法は、大きさの異なる筋間で活動レベルを比較するのに適するが、個々の筋が発揮する筋力とよりよく関連するのは、VOI 内の voxel すべての T2 変化量であると考えられる。今回の結果は、後者を筋活動量の指標とする本研究の方法の妥当性を示すものと考えられた。

咬合支持状態間では、右側側頭筋の活動レベルが左側大白歯欠損時に右側欠損時と比較して有意に大きいことを除いて有意な変化を認めず、咬合支持条件の変化に対する各被験者の筋活動パターンの変化の多様性を示唆するものと推察された。

咬合部位	左側咬筋浅層	左側咬筋深層	左側側頭筋	右側咬筋浅層	右側咬筋深層	右側側頭筋	合計
右側大白歯欠損	.717*	.596	.480	.711*	.486	.578	.729*
	.020	.069	.160	.021	.154	.080	.017
左側大白歯欠損	.707*	.451	.555	.834*	.889*	.567	.840*
	.022	.191	.096	.049	.028	.087	.046
全歯列	.790**	.717*	.766**	.930**	.839**	.723*	.912**
	.007	.020	.010	.000	.002	.018	.000

表 1 咬合支持条件別の筋活動量と咬合力の相関上段相関係数、下段有意確率

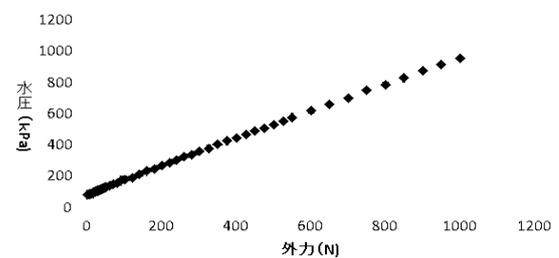


図 1 咬合力計の特性

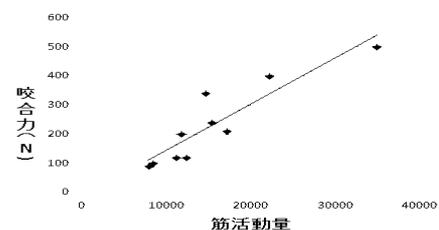


図 2 全歯列咬合支持条件における右側咬筋浅層の筋活動量と咬合力の関係

Ⅳ. 文献

- 1) S Yamaguchi *et al.* Quantitative analysis of masticatory activity during unilateral mastication using muscle fMRI. *Oral Diseases*, 2011; 17: 407-413.
- 2) Y. Zhu *et al.* Miniature fiber-optic pressure sensor. *IEEE photonics technology letters*, 2005; 17: 447-449.

