

日本歯科医学会認定分科会

日本顎口腔機能学会
第 56 回学術大会

56th Scientific Meeting of the Japanese Society of
Stomatognathic Function

プログラム・事前抄録集

Program and Abstracts

平成 28 年 4 月 23 日 (土), 24 日 (日)

April 23-24, 2016

主管

明海大学歯学部 機能保存回復学講座歯科補綴学分野

大会長 藤澤 政紀

後援

埼玉県歯科医師会

川越市歯科医師会

明海大学歯学部同窓会

日本顎口腔機能学会第 56 回学術大会のご案内

日本顎口腔機能学会第 56 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 28 年 4 月 23 日(土)、24 日(日)

会 場：東洋大学川越キャンパス 7 号館

〒350-8585 埼玉県川越市鯨井 2100

大会長：藤澤 政紀

連絡先：〒350-0283 埼玉県坂戸市けやき台 1-1

明海大学歯学部 機能保存回復学講座歯科補綴学分野

準備委員長：渡邊 明

E-mail : jssf56@dent.meikai.ac.jp

TEL : 049-285-5511 内) 605 FAX : 049-279-2751

なお、4 月 23 日 (土) 18:15 より学生ホール食堂棟「キャフェテリア」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】

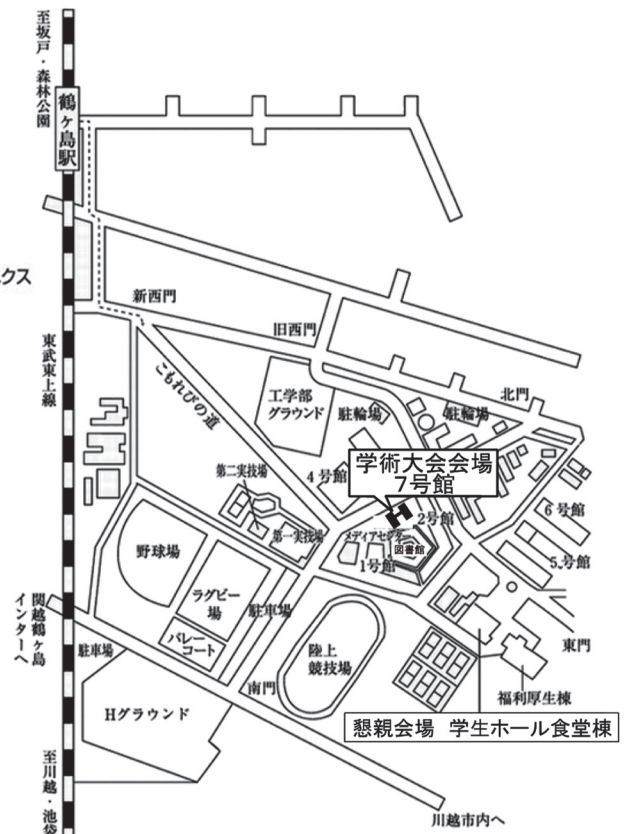
1. 発表形式は、液晶プロジェクターの単写です。
2. ご自身の PC をご持参ください。また、故障など予期せぬ事態に備え、必ずバックアップデータ (USB メモリ) をご持参ください。
3. プロジェクターとの接続端子は、MiniD-Sub15 ピン 3 列コネクタ (通常のモニター端子) となります。ご使用の PC に上記の映像出力端子がない場合、必ず変換コネクタをご用意ください。
4. お持ちいただいた PC は、口演発表 30 分前までに PC 受付にて受付を済ませてお預かり下さい。お預かりした PC は、口演終了後に PC 受付にて返却いたします。また、必ず AC アダプターをご持参ください。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



東武東上線 鶴ヶ島駅下車 東口から徒歩約10分(新西門まで)
 東武東上線 池袋駅→鶴ヶ島駅 急行約38分/準急約45分
 東武東上線 川越駅→鶴ヶ島駅 約8分

キャンパス案内図



日本顎口腔機能学会第56回学術大会プログラム

【1日目 平成28年4月23日(土)】 ミニシアター

9:25～9:30 開会の辞 大会長 藤澤 政紀

9:30～10:30 セッションⅠ 座長 田中 恭恵 先生 (東北大学)

1. シタロプラムはノンレム睡眠時の咬筋活動を変調させる

○望月 文子¹⁾, 井川 泰葉²⁾, 加藤 隆史³⁾, 片山 慶祐⁴⁾, 中村 史朗¹⁾, 中山 希世美¹⁾,
馬場 一美⁴⁾, 井上 富雄¹⁾

1) 昭和大学歯学部口腔生理学教室

2) 東京医科歯科大学大学院医歯薬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

3) 大阪大学大学院歯学研究科高次口腔機能学講座口腔解剖学第二教室

4) 昭和大学歯学部歯科補綴学講座

2. 末梢神経麻痺における重心動揺の噛み締め制御

○野原 倫久¹⁾, 園川隼人¹⁾, 佐藤 雅介²⁾, 大塚 英稔²⁾, 斉藤 小夏²⁾, 藤澤 政紀²⁾, 寺田 信幸¹⁾

1) 東洋大学大学院理工学研究科生体医工学専攻

2) 明海大学歯学部機能保存回復学講座歯科補綴学分野

10:30～11:30 セッションⅡ 座長 佐藤 雅介 先生 (明海大学)

3. 下顎遊離端欠損症例における部分床義歯の設計が咀嚼機能に及ぼす影響

-リンガルエプロンとリンガルバーとの比較-

○奥津 史子, 松井 藍有美, 松川 高明, 豊田 有美子, 遠藤 舞, 濱坂 弘毅, 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

4. 頸部屈曲が咀嚼運動に与える影響

○昆 はるか¹⁾, 五十嵐 直子¹⁾, 堀澤 貴行²⁾, 林 豊彦²⁾, 中島 努³⁾, 早崎 治明³⁾, 中村 太⁴⁾,
佐藤 拓実⁴⁾, 藤井 規孝⁴⁾, 堀 一浩¹⁾, 小野 高裕¹⁾

1) 新潟大学大学院医歯薬学総合研究科包括歯科補綴学分野

2) 新潟大学大学院自然科学研究科電気情報工学専攻

3) 新潟大学大学院医歯薬学総合研究科小児歯科学分野

4) 新潟大学大学院医歯薬学総合研究科歯顎教育研究開発学分野

11:40～13:20 理事会

理事会会場：7号館 ヘルスサイエンス実験室

13:20～14:20 総会

14:20～14:30 休憩

14:30～16:00 セッションⅢ 座長 佐々木 誠 先生（岩手大学）

5. モーションキャプチャーを用いた小動物6自由度顎運動解析システムの開発

○森内 絵美, 吉見 知子, 藤下 あゆみ, 中村 文, 濱中 僚, 古賀 義之, 吉田 教明
長崎大学大学院医歯薬学総合研究科歯科矯正学分野

6. 外耳道ひずみの記録による簡易顎関節診断の可能性

○祁君容¹⁾, 竹花快恵²⁾, 増田裕次¹⁾

1) 松本歯科大学大学院顎口腔機能制御学講座

2) 松本歯科大学歯科矯正学講座

7. 口腔内振動刺激の知覚特性に関する基礎検討

○渡辺 達也¹⁾, 佐々木 誠¹⁾, 中山 淳²⁾, 柴本 勇³⁾

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) 聖隷クリストファー大学リハビリテーション学部言語聴覚学科

16:00～17:00 特別講演 座長 藤澤 政紀 先生（明海大学）

「味とにおいの奏でる食のハーモニー：味わいの脳科学」

村本 和世 先生

明海大学歯学部形態機能生育学講座生理学分野

17:00～18:00 シンポジウム 座長 渡邊 明 先生（明海大学）

「顎口腔機能の低下予防に関する多分野アプローチによる挑戦」

大塚 英稔 先生（明海大学）

萬田 陽介 先生（岡山大学）

酒井 翔悟 先生（新潟大学）

18:15～ 懇親会

会場：学生ホール食堂棟「キャフェテリア」

【2日目平成28年4月24日(日)】 ミニシアター

9:00～10:30 セッションⅣ 座長 飯田 崇 先生 (日本大学松戸)

8. 知覚神経節における神経伝達物質による痛み情報伝達の可能性

○松香 芳三, 大本 勝弘, 岩浅 匠真, 井上 美穂, 福本 美緒, 上枝 麻友, 大倉 一夫
徳島大学大学院医歯薬学研究部顎機能咬合再建学分野

9. 健常者における舌神経ブロックおよびカプサイシン舌尖塗布が知覚の歪みに及ぼす影響

○本田 実加, 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

10. 炎症環境による歯髄細胞の幹細胞化—歯髄細胞分化に与える TNF- α の影響—

○上枝 麻友, 井上 美穂, 福本 美緒, 松香 芳三
徳島大学大学院医歯薬学研究部顎機能咬合再建学分野

10:30～10:40 休憩

10:40～12:10 セッションⅤ 座長 窪田 佳寛 先生 (東洋大学)

11. 口唇閉鎖不全者に対する口輪筋筋力トレーニングの有効性

○吉沢 早織¹⁾, 金子 知生^{1,2)}, 飯田 順一郎¹⁾
1) 北海道大学大学院歯学研究科口腔機能学講座歯科矯正学教室
2) 北海道大学病院高次口腔医療センター

12. 口すぼめ運動の方向別難易度—口唇トレーニングシステムの開発に向けて—

○竹花 快恵¹⁾, 山田 一尋¹⁾, 増田 裕次²⁾
1) 松本歯科大学歯科矯正学講座
2) 松本歯科大学大学院顎口腔機能制御学講座

13. 舌骨上筋群の表面筋電位を用いた舌尖の力ベクトル推定

○佐々木 将瑛¹⁾, 佐々木 誠¹⁾, 中山 淳²⁾, 柴本 勇³⁾
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) 聖隷クリストファー大学リハビリテーション学部言語聴覚学科

12:10～12:20 日本顎口腔機能学会学術大会優秀賞発表

12:20～12:30 閉会の辞 次期大会長 服部 佳功 先生 (東北大学)

特別講演

『味とにおいの奏でる食のハーモニー：味わいの脳科学』

明海大学 歯学部 形態機能成育学講座 生理学分野
教授 村本 和世

【概要】

我々は日々、食物を食べ味わっている。飽食の時代、グルメ情報が溢れ、食べることに関心のない国民は少ないであろう。今や人類は単に栄養素を得るために食べるのではなく、“美味しく”味わうために食物を選択するようになった。ところで、我々が“美味しい”と感じる時、食べ物からどのような情報を得、“どこで” “どのように” 情報処理されているのであろうか。“味”とは“味覚”で得られる情報と一般には考えるが、食物の味の決定要因は味よりも実は“ニオイ”の方が重要となる。鼻を摘まんで食物を食べる、あるいは風邪で鼻を詰まらせると“食べ物が美味しくない” “味がわからない”ことは多くの方が経験しているであろう。すなわち、食物の“味情報”は味覚だけでは成立しないのである。食の味を評価する場合、嗅覚、さらには喉越し・舌触りのような触覚、あるいは温度など口腔内で得られる情報を総動員して食べ物の味を認識している。これが“風味”である。風味形成の上で最も基本となるのが食物由来の化学物質情報、味とニオイであるが、両感覚の統合・認知機構の詳細はいまだに未解明なままである。本講演では味の認知（脳内）機構に関する知見について、我々のグループの研究成果を交えながら以下のお話について順に紹介していく。

- (1) 味覚と嗅覚を理解する基礎として、味とニオイの感覚受容機構、求心性経路、中枢機構などについての基本知識について概観する。特に、口腔内の食物の発するニオイが受容されるretronasalな受容機構について強調する。
- (2) 食物に由来する様々な感覚情報がどのように統合され、“美味しい”感覚が形成されるのかについて現状の知見について紹介する。味とニオイの相互作用は複雑である。例えば、“くさや”や“納豆”など異臭を放つ食べ物でも、口に含んでしまえば意外にも美味と感じる。また、プリンに醤油をかけて食べるとウニの味になるなど、単純にニオイが風味や美味しさを決定する全てでもない。このような話題にも触れながら、美味しさに影響する他の要因についても言及したい。
- (3) 我々のグループでは、化学感覚の統合機構解明を目標に研究を行っている。マウスやラットを用い、動物に味・ニオイをそれぞれ単独で提示した場合と、両刺激を同時に提示した場合の脳内応答領域を光学イメージング法で比較観察して、両感覚の統合の場や風味の形成、味覚学習の神経機構について解析している。我々の研究手法や成果について紹介しながら、風味が形成される脳内機構について考察したい。

食から得られる情報とその感度は、摂食行動を支配し、食事量や肥満度にも影響を及ぼしている。過食による肥満や精神疾患による拒食などが社会問題となっていることから、食を評価する感覚システムの理解は重要である。また、“風味”は咀嚼や嚥下、顎運動、唾液分泌など口腔諸機能全般に大きな影響を及ぼしている。口腔機能における風味の影響についても時間が許せば触れる予定である。



村本 和世 (むらもと かずよ)

明海大学 歯学部 形態機能成育学講座 生理学分野 教授

- 1989年 東京都立大学 (現 首都大学東京) 理学部 生物学科 卒業
1991年 上智大学大学院 理工学研究科 (生物科学専攻) 修了 理学修士
1995年 東京大学大学院医学系研究科 (第Ⅱ基礎医学専攻) 修了 博士 (医学)
同 年 日本学術振興会特別研究員
1997年 東京都神経科学総合研究所 (現 東京都医学総合研究所) 主事研究員
2002年 高知医科大学 (現 高知大学) 医学部 統合生理学講座 助教
2008年 明海大学 歯学部 形態機能成育学講座 生理学分野 准教授
2012年 明海大学 歯学部 同分野 教授 現在に至る

この間、主に従事した研究テーマは、「記憶の基礎となるニューロン間のシナプス形成機構についての研究」、「フェロモンによる同種個体間の情報伝達機構とフェロモンの記憶についての研究」。現在は、「味覚と嗅覚の情報統合機構」について研究中

所属学会

日本味と匂学会 (評議員、学会誌編集委員)、日本生理学会 (評議員)、歯科基礎医学会 (評議員)、日本神経化学会 (評議員)、日本生化学会、日本薬理学会、日本神経科学学会、Society for Neuroscience (北米神経科学学会)

その他

2007年度日本味と匂学会論文賞、日本味と匂学会研究奨励賞 受賞

専門

神経科学、感覚生理学 (嗅覚)

シンポジウム

第 56 回顎口腔機能学会学術大会 学術企画

シンポジウム「顎口腔機能の低下予防に関する多分野アプローチによる挑戦」

【企画趣旨】

本学会の前身である日本 ME 学会専門別研究会発足から 30 年余りが経過し、平成 5 年に日本顎口腔機能学会第 1 回学術大会が開催されてから、今回で 56 回目をむかえる。本学会の目的は顎口腔系の諸機能に関する基礎ならびに臨床の真理を探求し、その進歩発展を図ることであり、これまで様々な研究がなされてきた。

我が国は超高齢社会に突入し、内閣府の発表によると高齢化率は過去最高となっている。また、高齢者人口は 2060 年には 65 歳以上が 2.5 人に 1 人、75 歳以上が 4 人に 1 人の割合を占めると推計されている。高齢化に伴う顎口腔機能低下の予防は歯学研究に携わる私達に突き付けられた大きな課題といっても過言ではない。顎口腔機能には咀嚼・発語・嚥下といった多くの機能が含まれるが、本シンポジウムではほぼ全ての機能運動に関わる「筋」に焦点を置くこととした。また、第 55 回学術大会での若手企画シンポジウム「歯学と工学の新たな出会い～ロボティクスからの学び、共創する、歯科のブレイクスルー～」が、他分野との連携を再考する機会となった。そこで、今回テーマを「顎口腔機能の低下予防に関する多分野アプローチによる挑戦」と題し、シンポジウムを企画した。理工学・工学・神経科学といった多分野の先生方との対談を交えることにより、今後の機能研究に関するヒントを見つけることができるのではないかと期待する。

【講演内容】

「顎口腔機能低下予防を理工学分野から考察する」

大塚 英稔（明海大学） 共同演者：寺田 信幸 教授（東洋大学）

顎口腔機能の低下について機器開発を担う理工学の観点からアプローチを行う。介護などで応用されるロボットや機器開発など理工学分野との関わりは深く、超高齢社会を迎え今後その関わりはより重要になっていくことが考えられる。歯科と理工学の連携のあり方を寺田教授との対談を通じて今後の展望と課題について考察する。

「筋機能を捉える ～適正なりハビリテーションを目指して～」

萬田 陽介（岡山大学） 共同演者：楡田 大輔 先生（鳥取大学）

加齢に伴う筋肉の減弱(サルコペニア)が高齢者の心身機能を低下させ、虚弱を引き起こすことが取り沙汰されているが、その実態は未だ明らかではない。顎口腔領域における筋機能の低下を捉え、適正なりハビリテーションを行うために、楡田先生との対談を通して筋機能の定量的な評価方法について考察する。

「認知症予防から顎口腔機能低下の予防を考える」

酒井 翔悟（新潟大学） 共同演者：泰羅 雅登 教授（東京医科歯科大学）

近年高齢者人口は増加の一途をたどり、それに伴い認知症・高次脳機能障害を有する人口も増加している。高齢者の顎口腔における筋機能低下に寄与する因子は多岐にわたるが、背景となる神経科学的問題は特筆すべき事項であるといえる。認知機能・高次脳機能の研究に造詣が深い泰羅教授との対談を通じ、認知機能低下の予防に関する神経科学的な観点から顎口腔の機能低下予防について模索する。

一 般 口 演

第 1 日 演題 1～7

第 2 日 演題 8～13

シタロプラムはノンレム睡眠時の咬筋活動を変調させる The effects of Citalopram on the modulation of masseter muscle activity during Non-REM sleep

○望月文子¹⁾, 井川泰葉²⁾, 加藤隆史³⁾, 片山慶祐⁴⁾,
中村史朗¹⁾, 中山希世美¹⁾, 馬場一美⁴⁾, 井上富雄¹⁾

Ayako Mochizuki¹⁾, Yasuha Ikawa²⁾, Takafumi Kato³⁾, Keisuke Katayama⁴⁾,
Shiro Nakamura¹⁾, Kiyomi Nakayama¹⁾, Kazuyoshi Baba⁴⁾, Tomio Inoue¹⁾

¹⁾昭和大学歯学部口腔生理学講座、²⁾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、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⁾昭和大学歯学部歯科補綴学講座

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

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り、そのリスク因子として、遺伝的要因、ストレス、アルコールや薬物などの摂取などが挙げられる。近年、鬱病治療に用いられる選択的セロトニン再取り込み阻害薬 (SSRI) の一種であるシタロプラム (Citalopram; Cit) を服用するとブラキシズムが誘発される症例が報告されているが、その詳細は不明である。そこで、我々は、マウスにシタロプラムを投与したときの咬筋の活動性にどのような影響を及ぼすのか検討した。

II. 方法

実験には、C57BL/6 系統の雄性マウス (7~10 週齢) を用いた。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。

マウスにケタミン (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

に歯科用レジンで固定し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 3 回設け、馴化されたマウスを記録・解析に用いた。馴化終了後、1 日の休憩期間後、午後 8 時より 24 時間、コントロール記録として生体電気信号を記録した (0 日目)。0 日目の記録終了後、生理食塩水 (生食) 投与群 (n = 8)、Cit10 (Cit 10 mg/kg/day : n = 9) 投与群、Cit100 (Cit 100 mg/kg/day : n = 7) 投与群の 3 群を作製するため、麻酔下にて生食もしくは Cit を充填した浸透圧ポンプを背部皮下に埋入し 6 日間持続投与した。持続投与して 6 日目の午後 8 時より 24 時間記録を行った (6 日目)。また、0 日目の浸透圧ポンプの埋入手術後と 6 日目の記録終了後に体重を計測した。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、頸筋および咬筋筋電図、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) を用いて解析した。我々の以前の報告と同様に、得られた脳波、眼電図、頸筋筋電図の記録から覚醒 (Wake)、ノンレム睡眠 (NREM)、レム睡眠 (REM) に分類し、咬筋筋活動は 10 秒毎のス

コアリングエポックを作成し、10秒エポック毎の積分値を算出した¹⁾。筋活動を個体間で比較をするために、0日目の24時間のWakeの平均値を100%として正規化し、6日目のWake、NREM、REMの各ステージにおける、各エポックの筋活動量を%表示で求めた。また、咬筋EMGの基底レベルの波形に心電図波形が混入したため、閾値を15%として、15%以下は除外して検討した。すべてのデータは6日目の24時間のデータを6時間毎(20-02h, 02-08h, 08-14h, 14-20h)に分けて解析し、Wake、NREM、REMの各ステージの時間、Wake、NREM、REMにおいて咬筋活動が認められた時間(咬筋活動時間)とそのときの平均筋活動量を解析した。なお、各エポックの%表示で示した筋活動量から15%を引いて、6時間毎の各ステージでの総和を求めて総筋活動量とし、その総筋活動量を6時間毎の各ステージの時間で割って、平均筋活動量を算出した。

Ⅲ. 結果及び考察

まず、生食とCitを6日間投与したとき、体重が変化するかを検討した。その結果、生食投与群、Cit10投与群、Cit100投与群において、0日目に対する6日目の体重変化率は3群間で有意差は認められなかった。

6時間毎のWake、NREM、REMの各ステージの時間について検討した。生食、Cit10、Cit100投与群の全ての群において、暗期から明期に移行するに従い、Wakeの時間は有意に減少し、NREMおよびREMの時間は有意に増加した。また、12時間毎(暗期/明期)の各ステージの時間も同様に、3群ともに、Wakeは明期より暗期で有意に長く、NREMおよびREMは暗期より明期で有意に長かった。しかしながら、Cit投与によって睡眠覚醒時間に顕著な変化は認められなかった。

Citの持続投与によって咬筋の筋活動にどのような影響を与えるのか検討するために、まず、咬筋の平均筋活動量を検討した。Wakeの平均筋活動量は、生食投与群では暗期から明期に移行するに従い減少する傾向を示し、Cit10およびCit100投与群では暗期から明期に移行するに従い有意に減少した。NREMの平均筋活

動量は、生食およびCit10投与群において暗期から明期に移行するに従い有意に減少し、Cit100投与群でも減少する傾向を示した。また、REMでは3群ともほとんど変化しなかった。しかしながら、いずれの時間帯においてもWake、NREM、REMの各ステージでの平均筋活動量は、生食、Cit10、Cit100投与群のそれぞれの群間で顕著な変化は認められなかった。

次に、咬筋活動時間について検討した。Wakeの咬筋活動時間は、生食およびCit100投与群では暗期から明期に移行するに従い有意に減少し、Cit10投与群は減少する傾向を示した。一方、NREMの咬筋活動時間は、生食投与群では暗期から明期に移行するに従い有意に減少したが、Cit10投与群では時間推移に伴う変動がなく、さらにCit100投与群は、20-2hより2-8hで有意に増加して、明期に移行するに従い有意に減少した。そこで、NREMの咬筋活動時間を生食、Cit10、Cit100投与群の群間で比較すると、2-8hおよび8-14hの時間帯において、生食投与群と比較してCit100投与群で有意に増加していた。REMの咬筋活動時間は、Cit100投与群で暗期から明期へ移行するに従い有意に減少した。

以上の結果から、今回の実験条件では、Citを6日間持続投与しても睡眠覚醒状態の日内変動の基本的な制御機構にはほとんど影響しないが、睡眠覚醒状態に依存した顎運動の制御に何らかの影響を及ぼす可能性が示唆された。

Ⅳ. 文献

1. Katayama K, Mochizuki A, Kato T, et al. Dark/light transition and vigilance states modulate jaw-closing muscle activity level in mice. *Neurosci Res.* 2015; 101: 24-31.

末梢神経麻痺における重心動揺の噛み締め制御

Teeth clenching control of posture during the peripheral nerve palsy

○野原倫久¹⁾, 園川隼人¹⁾, 佐藤雅介²⁾, 大塚英稔²⁾,
齊藤小夏²⁾, 藤澤政紀²⁾, 寺田信幸¹⁾

○Tomohisa Nohara¹⁾, Hayato Sonokawa¹⁾, Masayuki Sato²⁾, Otsuka Hidetoshi²⁾, Konatsu Saito²⁾, Masanori Fujisawa²⁾, Nobuyuki Terada¹⁾

¹⁾東洋大学大学院理工学研究科生体医工学専攻

²⁾明海大学歯学部機能保存回復学講座歯科補綴学分野

¹⁾Toyo University Graduate School of Biomedical Engineering

²⁾Division of Fixed Prosthodontics, Department of Restorative & Biomaterials Sciences,
Meikai University School of Dentistry

I. 目的

人の身体の重心は、足底部から計測して身長約55～56%の高さ、骨盤内の第二仙骨のやや前方に位置している。このような比較的高い位置に重心があるにもかかわらず、それを支える支持基底面は極めて狭い。そのため、物理的に不安定な状態にある人の直立姿勢は、常に静止しているものではなく、絶えず僅かな動揺を繰り返しつつ動的平衡を保っている¹⁾。これを重心動揺といい、視覚系、前庭系、体性感覚系からの入力刺激が中枢神経系によって統合処理され、四肢骨格筋に出力されることで制御されている。これまで、姿勢制御機構は咬合と深く関係している²⁾ことや、噛み締めが重心動揺制御に関与しているという報告がなされている。しかし、その動揺を起こすタスクとして使われる刺激の多くは、視覚系および前庭系刺激である。

本実験では、足部に極度の寒冷刺激を与えることで、体性感覚情報を麻痺（感覚鈍麻）させ、末梢神経麻痺における重心動揺を噛み締めにより制御できるかを検討した。

II. 方法

実験器具としては Fig. 1 の重心動揺計 (GRAVICORDER G-5500: アニマ社) を用いて被験者の重心動揺を測定した。咬筋の筋電位の測定には Fig. 2 のマルチテレメーターシステム (WEB-9500: 日本光電工業株式会社) を使用した。

測定条件は、日本平衡神経学会の平衡機能検査法基準³⁾に基づき、静かで、明るさが均等で、音刺激による身体異変が生じない環境であることとした。

重心動揺測定足の位は両足を接し、足位規定版により一定の位置に閉足位で自然に直立した姿勢

“natural standing”にて測定を行った³⁾。腕は Fig.

2のように胸の前でクロスさせ、眼前には眼の高さと同じなる視標を設置し、視線を固定させた。寒冷刺激は、足首まで十分に入る容器に氷水を入れ、水面が腓腹筋最大膨隆部と同じ高さになるまで足部を浸透させた⁴⁾。水温は0～1℃の範囲を維持した。冷却時間は、各実験60秒とした。咬筋の筋電位の計測の際は最大随意噛み締めから、10%および50%噛み締め¹⁾を算出し、閾値設定をした。また、実験前に噛み締めの練習を行い噛み締めの感覚を覚えさせた。噛み締め時には、噛み合わせの差異や歯の破損を防ぐために簡易的なマウスピース Fig. 3 を使用した。被験者は健常な成人男性21名(22.4±1.1歳)を対象とした。検定にはSPSS ver.20.0を用い、ANOVAの後に、post-hoc testとしてtukey-testを使用した。

実験プロトコルは安静時開眼、閉眼→寒冷刺激時開眼、閉眼→寒冷刺激時開眼+10%噛み締め、閉眼+10%噛み締め→寒冷刺激時開眼+50%噛み締め、閉眼+50%噛み締めでの順で行った。重心動揺計のサンプリング周波数は20Hzとした。開眼検査は全て60秒間、閉眼検査においては初期閉眼効果¹⁾を避けるため、閉眼後約20秒後から60秒間の測定を行った。検査項目は、総軌跡長を検査時間で割った単位軌跡長 (cm/s)、総軌跡長の外側部分を囲んだ外周面積 (cm²)、左右方向への変位であるX方向動揺平均中心変位 (cm)、前後方向への変位であるY方向動揺平均中心変位 (cm) とした。

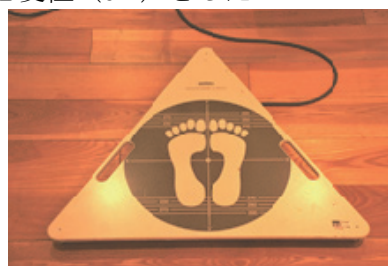


Fig. 1 重心動揺計



Fig. 2 測定風景

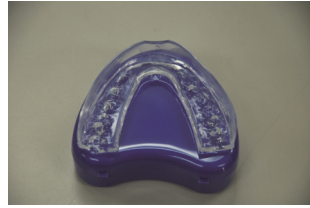


Fig. 3 マウスピース

III. 結果および考察

Fig. 4 に被験者すべての単位軌跡長の平均値を、Fig. 5 に外周面積の平均値を示した。XとY方向の動揺平均中心変位の平均値は Fig. 6, Fig. 7 に示した。開眼時の単位軌跡長、外周面積において、安静時と寒冷刺激時とで有意差が認められた。このことから、足部の冷却は動揺を起こす刺激として十分な効果があることが示された。開眼時 10%噛み締め時の単位軌跡長は、寒冷刺激から有意な減少を認めた。また、開眼時 10%噛み締め時の外周面積には、有意差は認められなかったものの、減少傾向がみられた。これらのことから、噛み締めによって抗重力筋に適度な緊張が生じ、頭位の安定がはかられたと推察できる。

一方、閉眼時では、すべての項目および群間で有意差が認められなかった。加えて、50%噛み締めにおいては寒冷刺激時より大きな動揺を示した。これは、閉眼による視覚情報の遮断と寒冷の二つの刺激に対して、噛み締めの効果が十分に発揮できなかったことが考えられる。さらに、50%噛み締めという比較的強い噛み締めが、筋の過緊張を引き起し、動揺が増加したことが推測できる。

X 方向動揺平均中心変位では、開・閉眼時ともに重心が中央へ移動する傾向が確認できた。本実験の被験者の利き足を右足に絞ると、安静時立位姿勢では僅かに利き足に重心が偏っているのに対し、感覚麻痺状態では重心が中央へ移動する傾向があることから、両足で姿勢を保持しようという反応が現れたと考えられる。そこに噛み締めの効果が加わり、左右の動揺が制御されたことが考えられる。

Y 方向動揺平均中心変位では、開・閉眼ともに寒冷刺激後に重心が後方へ移動する傾向がみられ、噛み締めを行うことで、より後方への重心移動が生じた。これは、感覚麻痺による足把持力と足底感覚の低下、および背側面の抗重力筋の強さが関係していると考えられる。ヒトは踵の感覚より足先の感覚の方が、寒冷暴露されやすいことから、踵側に重心が移動した可能性がある。さらに、ヒトは立位姿勢時に重心線がやや前方に存在し、背側面の抗重力筋が腹側面より強い。このことから、噛み締めによって

背側面の抗重力筋が過緊張を起し、重心を後方へ引き戻したと考えられる。

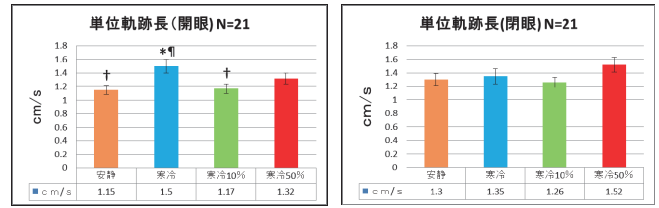


Fig. 4 単位軌跡長の平均値（開眼・閉眼）

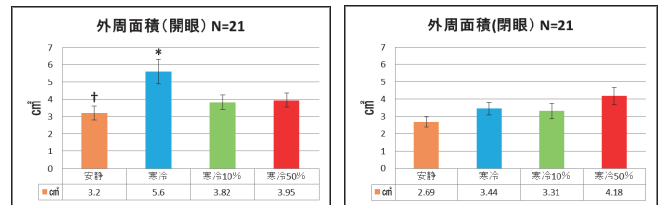


Fig. 5 外周面積の平均値（開眼・閉眼）

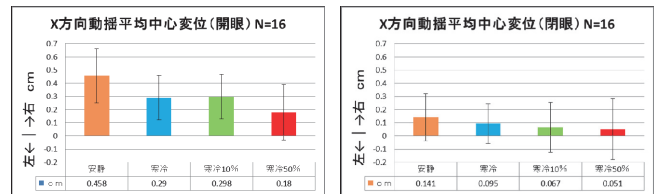


Fig. 6 X 方向動揺平均中心変位（開眼・閉眼）

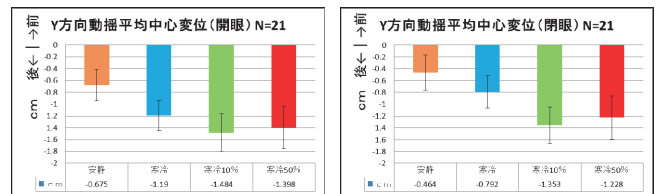


Fig. 7 Y 方向動揺平均中心変位（開眼・閉眼）

* p<0.05 安静との有意差
 † p<0.05 寒冷との有意差
 ‡ p<0.05 寒冷 10%との有意差

IV. 参考文献

- 1) 石亀勝, 三浦廣行, 佐藤和朗ほか. 噛みしめが重心動揺に及ぼす影響に関する研究. 顎機能誌 1997; 4: 133-134.
- 2) 飯塚知明, 岩瀬直樹, 岡本和彦ほか. 下顎位の違いが 3D バーチャル空間における重心動揺に与える影響. 2011; 40: 39-44.
- 3) 時田喬. 日本平衡神経学会“平衡機能検査の標準化検討委員会”. 重心動揺検査の基準 1987; 47: 224.
- 4) 崎田正博, 高柳清美, 中山彰一, 花田穂積, 熊谷秋三. 膝下冷却が動的立位姿勢制御に及ぼす影響; 理学療法科学 2005; 21: 17-23.

下顎遊離端欠損症例における部分床義歯の設計が 咀嚼機能に及ぼす影響

—リングアルエプロンとリングアルバーとの比較—

Influence of Partial Denture Design on Masticatory Function in Free-end Edentulous Patients

—A Comparison between Lingual Apron and Lingual Bar—

○奥津史子, 松井藍有美, 松川高明, 豊田有美子, 遠藤 舞, 濱坂弘毅,
大川 穰, 染川正多, 大川周治

Okutsu F, Matsui A, Matsukawa T, Toyota Y, Endo M, Hamasaka H,
Okawa 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

II. 方法

部分床義歯の設計は、補綴歯科治療の成否を左右する重要な臨床の 1 ステップであり、また、的確な大連結子の選択は義歯の安定性を確保するための重要な因子の 1 つである。一方、部分歯列欠損の中でも、遊離端欠損は被圧変位性の大きく異なる支台歯と欠損部顎堤の双方に支持を求めることから、義歯の動揺は部分床義歯の設計に大きく依存することになる。特に下顎遊離端欠損は、上顎と比較して義歯床面積の確保が難しく、義歯の維持安定が得にくい欠損形態とされている。したがって、下顎遊離端欠損症例に対する部分床義歯補綴において、義歯床同士あるいは義歯床と支台装置を連結する大連結子の相違が咀嚼機能に及ぼす影響を検討することは、設計と咀嚼機能との関連性の観点から歯科補綴治療を成功に導く上で重要である。

遊離端義歯に関する研究は多岐に渡って報告されている。しかし、下顎遊離端欠損を有する患者を対象として、大連結子の相違が部分床義歯装着時の咀嚼機能に及ぼす影響について検討した報告は見当たらない。

本研究の目的は、下顎遊離端欠損症例を対象に、リングアルエプロンないしリングアルバーを使用した 2 種類の部分床義歯を同一の被験者に対して製作、装着し、これら 2 種類の大連結子の相違が咀嚼機能に及ぼす影響を明らかにすることである。

上顎には第三大臼歯を除いて欠損を認めず、下顎歯列に Kennedy I 級（以下、I 級群）ないし II 級（以下、II 級群）の欠損形態を有する患者 9 名（男性 3 名、女性 6 名、平均年齢 68.9±9.4 歳）とした。なお、I 級群と II 級群を合わせた被験者のことを以下、全体群とする。各被験者に、リングアルエプロンを大連結子に使用した部分床義歯（以下、エプロンタイプ）およびリングアルバーを大連結子に使用した部分床義歯（バータイプ）の 2 種類の義歯を製作、装着し、最大咬合力および咀嚼値を測定した。

歯科用咬合力計にて 3 回測定を行い、3 回の平均値を最大咬合力とした。測定部位は、I 級群では習慣性咀嚼側の第一大臼歯部、II 級群では義歯咀嚼側の第一大臼歯部とした。

また咀嚼値は、Manly らによる篩分法に画像解析を応用して咀嚼値の算出を行う、Okutsu ら¹⁾が開発した咀嚼機能評価法を用いた。咀嚼試料はピーナッツを選択した。I 級群では習慣性咀嚼側、II 級群では義歯装着側を咀嚼側とし、咀嚼回数は 20 回とした。咀嚼、粉碎された試料を 10mesh の篩にて篩い分けを行い、咀嚼試料撮影装置にて篩上の試料の画像解析を行い、咀嚼値の算出を行った。1 回の測定につき 3 回ずつ行い、3 回の平均値を咀嚼値とした。

2 種類の義歯の装着順序はランダムとし、1

種類目の義歯を装着して1か月後に、2種類目の義歯に交換、装着した。計測時期は、義歯装着直後と装着1か月後の計4回の測定を行った。統計解析には、Wilcoxon符号順位和検定、二元配置分散分析、Tukey-Kramer法による多重比較検定を用い、有意水準は5%とした。

Ⅲ. 結果および考察

最大咬合力に関しては、装着直後および装着1か月後のいずれにおいても大連結子の相違に有意差は認められなかったが、Kennedy分類（欠損形態）の相違には有意差が認められた（表1）。最大咬合力は第一大臼歯部の人工歯を排列した部位に局限した箇所計測していることから、最大咬合力発揮時の主たる支持域はレスト部および欠損部顎堤粘膜となり、大連結子部分は有効な支持域として作用しなかったと考えられる。

咀嚼値に関しては、装着直後および装着1か月後のいずれにおいてもKennedy分類（欠損形態）の相違に有意差が認められた（表2）。また装着1か月後では、大連結子の相違に有意差が認められるとともに、全体群では、エプロンタイプの咀嚼値がパータイプの値よりも有意に大きい値を示した（図）。リングルエプロンは下顎前歯舌側面を被覆しているとともに、義歯床面積がリングルバーよりも広いことから、支持機能および把持機能においてはエプロンタイプがパータイプよりも優れていると考えられる。すなわち、義歯の安定性が咀嚼値に大きい影響を及ぼしていると推察される。また、装着直後ではなく装着1か月後において、両者の咀嚼値に有意差が認められたことから、義歯への馴化も影響を及ぼす因子の1つと考えられる。

以上より、下顎では両側性遊離端義歯が片側性遊離端義歯よりも、第一大臼歯（人工歯）部での最大咬合力が大きくなる可能性が示された。また、下顎遊離端欠損症例に対する部分床義歯の大連結子には、リングルバーよりもリングルエプロンが咀嚼値を改善する上で

は有効となる可能性が示された。

表1 Kennedy分類（欠損形態）および大連結子の相違が最大咬合力に及ぼす影響

	Factor	S.S.	D.F.	M.S.	F	p (%)
最大咬合力 (装着直後)	A×B	68820.031	17			
	A	53640.864	8	6705.108	3.850	3.7 *
	B	1244.451	1	1244.451	0.714	42.2
	e	13934.716	8	1741.840		
最大咬合力 (装着1か月後)	A×B	40857.167	17			
	A	35097.000	8	4387.125	6.404	0.8 *
	B	280.056	1	280.056	0.409	54
	e	5480.111	8	685.014		

A: Kennedy分類, B: 大連結子

*: p<0.05

表2 Kennedy分類（欠損形態）および大連結子の相違が咀嚼値に及ぼす影響

	Factor	S.S.	D.F.	M.S.	F	p (%)
咀嚼値 (装着直後)	A×B	5219.347	17			
	A	4348.325	8	543.541	5.239	1.5 *
	B	40.961	1	40.961	0.395	54.7
	e	830.061	8	103.758		
咀嚼値 (装着1か月後)	A×B	4425.704	17			
	A	3518.738	8	439.842	12.108	0.09 *
	B	616.343	1	616.343	16.966	0.3 *
	e	290.623	8	36.328		

A: Kennedy分類, B: 大連結子

*: p<0.05

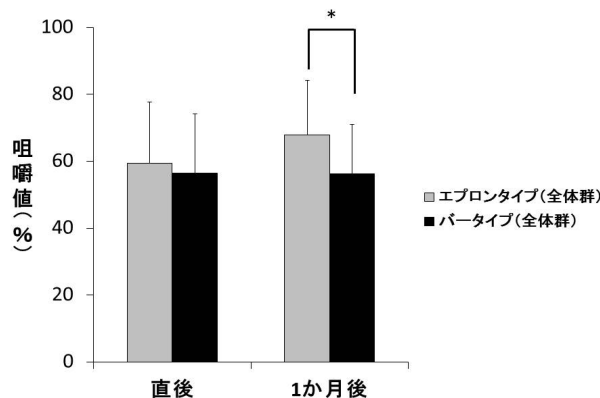


図 大連結子の相違が咀嚼値に及ぼす影響

Ⅳ. 文献

- 1) Okutsu F, Akimoto T et al. Construction of a Practical System Using the Sieve Method and Image Analysis for Evaluation of Masticatory performance - Development of a New Device for Scanning Masticatory Samples-. J Meikai Dent Med 2014; 43: 11-17.

頸部屈曲が咀嚼運動に与える影響

The influence of neck flexion on chewing movements.

○昆 はるか¹⁾, 五十嵐直子¹⁾, 堀澤貴行²⁾, 林 豊彦²⁾, 中島 努³⁾, 早崎治明³⁾,
中村 太⁴⁾, 佐藤拓実⁴⁾, 藤井規孝⁴⁾, 堀 一浩¹⁾, 小野高裕¹⁾
Kon H¹⁾, Igarashi N¹⁾, Horisawa T²⁾, Hayashi T²⁾, Nakajima T³⁾, Hayasaki H³⁾,
Nakamura F⁴⁾, Sato T⁴⁾, Fujii N⁴⁾, Hori K¹⁾, Ono T¹⁾.

新潟大学大学院医歯学総合研究科包括歯科補綴学分野¹⁾

新潟大学大学院自然科学研究科電気情報工学専攻²⁾

新潟大学大学院医歯学総合研究科小児歯科学分野³⁾

新潟大学大学院医歯学総合研究科歯学教育研究開発学分野⁴⁾

Division of Comprehensive Prosthodontics, Niigata University Graduate School of Medical and Dental Sciences¹⁾

Department of Electrical and Information Engineering, Niigata University Graduate School of Science and Technology²⁾

Division of Pediatric Dentistry, Niigata University Graduate School of Medical and Dental Sciences³⁾

Division of Dental Educational Research and Development, Niigata University Graduate School of Medical and Dental Sciences⁴⁾

I. 目的

嚥下障害のある患者に対し、食事中に、リクライニング位や頸部屈曲などを組み合わせた姿勢調整の指導が取り入れられている¹⁾。姿勢調整の主たる目的は、安全な嚥下を得ることである。しかし、食事をするという行為は、食物を取り込み、咀嚼し、嚥下するまでの一連の動作を含んでいるため、咀嚼の運動様相に姿勢調整が与える影響についても考慮されるべきである。しかし、過去には体幹傾斜と咀嚼運動の関連についての報告は散見されるが、頸部屈曲が咀嚼運動に与える影響についての報告はない。本研究は、体幹傾斜と頸部屈曲により「咀嚼時のオトガイと体幹との位置関係」がどのように変化するか、また頸部屈曲により咀嚼運動がどのように変化するかを明らかにすることを目的とする。第1報として被験者は若年健常者とした。

II. 方法

1. 被験者と頭部・頸部姿勢

被験者は、顎口腔機能に異常を認めない健常有歯顎である男性10名（平均年齢26.4歳，22～31歳）

とした。被験者には、歯科治療椅子に深く座り、背板に背中をつけ、ヘッドレストにて頭部を支える姿勢をとらせた。体幹傾斜角は80°（座位）と水平位から30°傾斜させる角度とした。頸部屈曲角は0°（中間位）と60°（前屈位）の2つとした。ここで前屈位は、ヘッドレストに取り付けた板から頭部を前屈方向に60°屈曲させた頭位とした。体幹傾斜角と頸部屈曲角のすべての組み合わせ（2体幹×2頸部姿勢）を姿勢条件とした（図1）。

2. 運動計測と被験運動

運動測定には、光学式3次元動作計測装置VICON（Vicon Motion Systems Ltd.）を用いた（サンプリング周波数100Hz）。上顎基準点は、ナジオン、左右外耳孔上縁、左右鼻翼下縁の5点とした。この5点上に半球状の赤外線反射マーカ（φ=9.5mm）を計測用眼鏡を用いて設置した。分析点は、オトガイ（Po）、胸骨上切痕（SC）とし、皮膚面上に赤外線反射マーカ（φ=6mm）を直接貼付した。下顎運動を記録するために、下顎歯列にシーネを介してマーカ（φ=7mm）を切歯点前方に固定した（以後、下顎代表点M）。シーネは即時重合レジン製で、歯列への接着には瞬間接着材を用いた。シーネとMの連結にはCo-Cr線（φ=0.8mm）を用い、口腔外への導出は下唇の運動をで

きるだけ妨げないようにした。

被験者には、運動開始時に咬頭嵌合位を指示し、験者の指示により、あらかじめ軟化したガム（ロッテ社製フリーズンガム，2.8g）を20秒間、自由咀嚼させた。4姿勢に対して1回ずつ被験運動を測定し、各姿勢間に休憩を2分間挟んだ。

3. 分析法

上顎座標系 $\Sigma_m=O-XYZ$ は、原点 O を左右外耳孔上縁を結ぶ線分の midpoint をとし、 X 軸をその線分方向（左方向+）とした。左右鼻翼下縁を結ぶ線分の midpoint から X 軸に下した垂線方向を Y 軸（後方+）とし、 Z 軸（上方+）は X 軸と Y 軸の外積で定義した。座標系 Σ_m を用いて、下顎代表点 M の軌道を算出した。

咀嚼開始後5秒から15秒までの測定データを分析した。その区間内の咀嚼ストロークを抽出し、各ストロークについて次の4つのパラメータを算出した（図2）：1）最大開口量 ROM，2）上下幅 V ，3）左右幅 L ，4）前後幅 S 。各パラメータに関する全ストロークの平均値を個人の代表値とした。各姿勢における体幹と下顎の近さを評価するために、閉口時におけるオトガイ Po と胸骨上切痕 Sc との距離を求めた。各分析パラメータの 0° と 60° における値を Wilcoxon の符号付順位和検定を用いて比較した（有意水準 $p < 0.05$ ）。

III. 結果及び考察

表1に示すように、体幹傾斜角度によらず、頸部屈曲 60° のとき、 0° のときよりもオトガイ Po は胸骨上切痕 Sc に有意に近づいていた。すなわち、頸部が屈曲すると、オトガイ胸骨間距離が有意に短縮した。開口量 ROM，上下幅 V ，前後幅 S の値は、頸部屈曲角による差を認めなかった。Po-Sc 間距離は、頸部屈曲 60° でも 30mm 程度残されているため、開口量 10~15mm 程度の咀嚼運動では、頸部屈曲が開口量に与える影響は少なかったと考えられる。

左右幅 L の値は、頸部屈曲 60° ， 0° 間で有意差が認められ、頸部を前屈すると、咀嚼ストロークの左右幅が減少することが判明した。このことが臼磨運動の抑制を反映している場合、咀嚼効率にも影響する可能性が考えられる。しかし、高齢者では、顎路傾斜の減少や歯の喪失など、解剖学的・生理学的条件が異なるため、必ずしも若年健常者と同じ結果

が得られるとは限らない。そこで次の実験では、前期高齢者を被験者にする予定である。

IV. 文献

- 1) 訓練法のまとめ（改訂 2010）. 藤島一郎，植田耕一郎，ほか. 日本摂食嚥下リハ会誌. 2010; 14: 659-662.

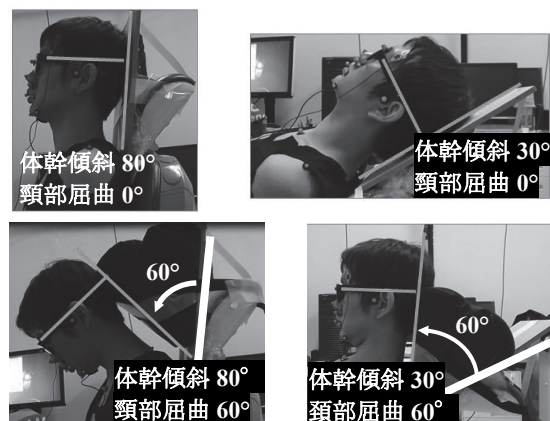


図1 体幹傾斜と頸部屈曲の4種類の組み合わせ

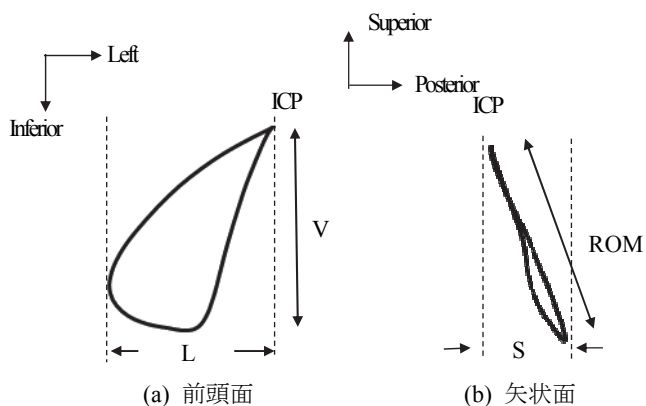


図2 咀嚼運動における下顎代表点 M の軌跡（1ストローク）

表1 4つの体幹・頸部姿勢における分析パラメータの平均値と標準偏差 [mm]

パラメータ [mm]	体幹 80°			体幹 30°		
	頸部 0°	頸部 60°		頸部 0°	頸部 60°	
Po-Sc	112.3±15.2	52.1±11.8	*	104.3±16.2	50.5±9.1	*
ROM	14.4 ± 5.5	12.8 ± 5.5	NS	14.1 ± 4.9	13.4 ± 5.5	NS
V	13.7 ± 5.6	12.3 ± 5.4	NS	13.4 ± 4.8	12.9 ± 5.6	NS
L	4.4 ± 1.5	3.7 ± 1.5	*	4.2 ± 1.6	3.7 ± 1.2	*
S	2.4 ± 1.2	2.1 ± 1.1	NS	2.3 ± 0.9	2.0 ± 1.0	NS

頸部 2 姿勢間の有意差* : $p < 0.05$

モーションキャプチャーを用いた 小動物 6 自由度顎運動解析システムの開発

Development of measuring system for jaw movement with six degrees of freedom motion in rodents

○ 森内 絵美、吉見 知子、藤下 あゆみ、中村 文
濱中 僚、古賀 義之、吉田 教明

Emi Moriuchi, Tomoko Yoshimi, Ayumi Fujishita, Aya Nakamura
Ryo Hamanaka, Yoshiyuki Koga, Noriaki Yoshida

長崎大学大学院医歯薬学総合研究科 歯科矯正学分野
Department of Orthodontics and Dentofacial Orthodontics,
Nagasaki University Graduate School of Biomedical Sciences

I. 目的

現在、咀嚼運動様式の解明に様々な計測および解析方法が用いられている。我々は磁気センサを用いた、小動物用 3 次元下顎運動計測装置による咀嚼運動解析システムを構築し、これをマウスモデルに用いることで、咀嚼運動調節機構の解明を目指してきた。これまでの研究において、マウス咀嚼運動が閉口相後期に前方滑走し、食塊を粉碎臼磨することを明らかにしたが、計測点がオトガイ部に装着された磁石 1 点のみであり、下顎骨総体の運動の把握、すなわち下顎骨上の任意点における運動の解明に至らなかった。そこで今回、モーションキャプチャーを用いた 6 自由度下顎運動解析システムの開発を行ったので報告する。

II. 方法

雄性の ICR マウス 15 週齢に対し、頭蓋骨に頭部固定コネクタ、下顎骨上オトガイ部に 3 つの計測点を持つ計測用標点を装着し、マウスを頭部固定装置にて拘束した状態で、ハイスピードカメラ (HAS-220、DITECT) 2 台にて 400 frame/sec で撮影を行い、直径 2 mm の固形ペレット (CE-2、日本クレア) 咀嚼時の運動を計測する (図 1)。計測

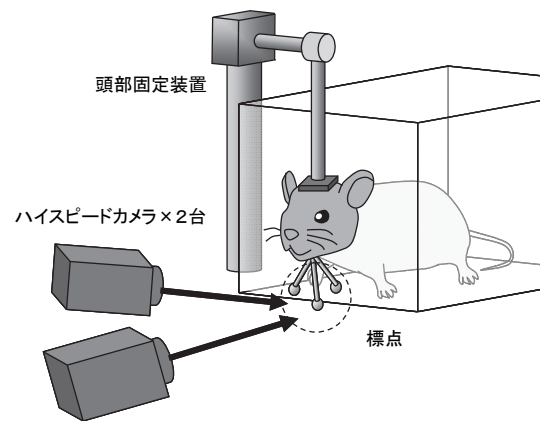


図 1 下顎運動及び筋活動測定装置

した動画データ上の咀嚼中の標点を撮影フレーム毎に追尾、所謂モーションキャプチャー (DippMotionPro、DITECT) を行い、その動きを座標に変換する。

また動画撮影後、標点を下顎骨に固定した状態でマウスを屠殺したのちに 4%パラホルムアルデヒドにて固定する。その頭部標本を実験動物用 3D マイクロ X 線 CT (リガク R_mCT、理学) (以下 mCT) 撮影する (スライス厚 0.05 mm)。撮影したマウス頭蓋の 3 次元形態データからイメージングソフト (i-view、モリタ) でマウス下顎骨上の各点 (右側下顎頭、右側第一臼歯咬頭、下顎切歯、オトガイ：標点基部) と計測用標点の座標を抽出する (図 2)。

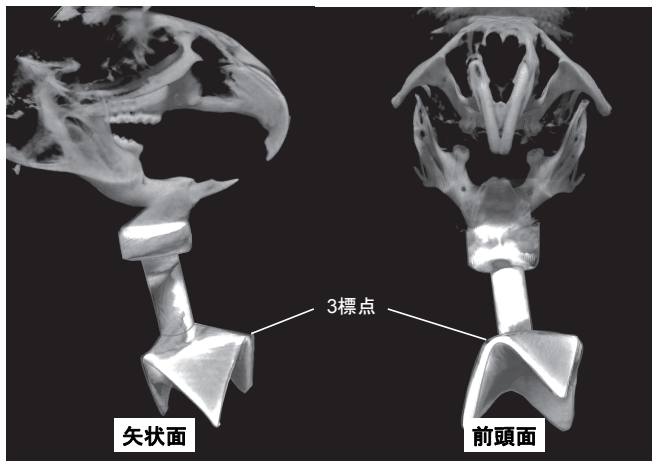


図2 マウス頭蓋骨3次元構築画像と3標点

咀嚼時の標点の座標データと mCT 撮影画像から得たマウスの3次元形態データより、以下のように下顎骨上の任意点の動きを算出する。2台のカメラによって撮影された3つの標点からなる三角形オブジェクトの3軸方向の並進運動および3軸方向の回転運動を算出する。この三角形(標点)と下顎骨上の任意点との位置関係を mCT 3次元構築画像データより決定する。下顎骨上の任意点を頂点、3標点からなる三角形を底面とする三角錐の動きを剛体と仮定し、座標変換式より3標点の3次元運動から三角錐の頂点である下顎骨上の任意点の運動を算出する(図3)。本研究では右側下顎頭、右側第一臼歯咬頭、下顎切歯、オトガイの各点の動きを観察した。

III. 結果および考察

上記方法にて計測した結果を示す(図4)。これまでの我々の研究では、閉口時に側頭筋により下顎が後方牽引され、その後咬筋により前方に牽引されることで、食塊の粉碎臼磨が前後運動により遂行されることがわかっているが、今回の解析では下顎頭が咀嚼運動時に大きく前後方向に運動をしていることが明らかとなった。解剖学的には、マウスは前後方向に長い顎関節窩を有するため下顎頭の前後方向の可動範囲はヒトよりも広く、下顎頭を含めた下顎骨総体が咀嚼運動時に前後運動し、粉碎臼磨を行うことで咀嚼効率を向上していることが推察された。

今回、モーションキャプチャーによる顎運動の計測と mCT を用いた顎骨形態計測を組み合わせることで、これまで計測できなかった下顎頭や臼歯など

下顎骨上の任意点における3次元顎運動計測が可能となった。また、磁気センサシステム(3自由度)で計測できなかった、下顎骨の回転運動も解析することができた。本システムを用いることにより、下顎骨上の計測点一点だけでなく、下顎骨総体の運動計測が可能となった。今後、咀嚼筋筋電図と組み合わせることで、顎運動時における咀嚼筋各筋のより詳細な働きを解明することが可能である。

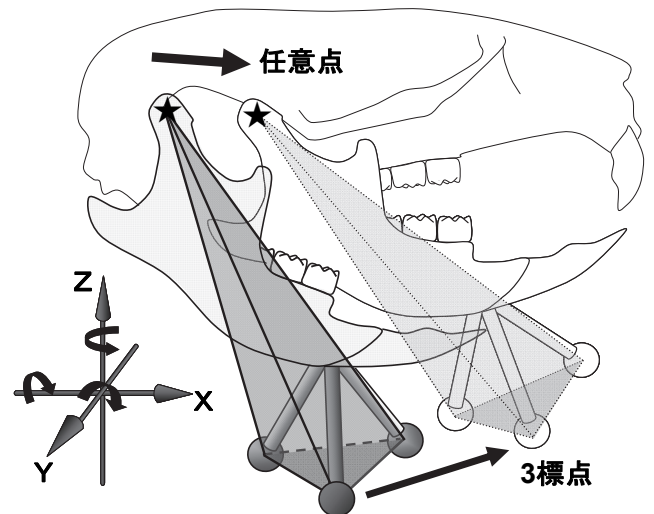


図3 3つの標点の動きから下顎骨上の任意点の動きへ幾何学的に変換する原理

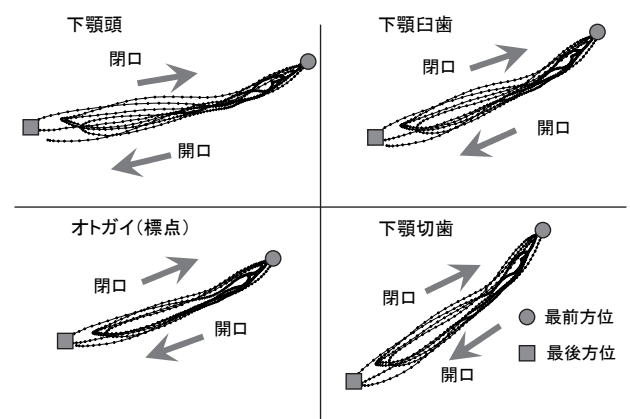


図4 下顎骨上の各点の運動軌跡

IV. 文献

- 1) D. Utsumi, A. Nakamura, K. Matsuo, J.L. Zeredo, Y. Koga, N. Yoshida: Motor coordination of masseter and temporalis muscle during mastication in mice. J Stomat Occ Med 2010;3: 187-194

外耳道ひずみの記録による簡易顎関節診断の可能性

Possibility of convenient temporomandibular joint diagnosis by recording of the external auditory meatus distortion

○祁君容¹⁾、竹花快恵²⁾、増田裕次¹⁾

○Junrong Qi¹⁾, Yoshie Takehana²⁾, Yuji Masuda¹⁾

1. 松本歯科大学大学院顎口腔機能制御学講座

2. 松本歯科大学歯科矯正学講座

1. Department of Oral-maxillofacial Biology, Graduate School of Oral Medicine, Matsumoto Dental University.

2. Department of Orthodontics, Matsumoto Dental University.

I. 目的

ヒトの日常的な行動において営まれる咀嚼や発音などの口腔機能に、顎関節は重要な役割を果たしている。下顎頭運動を含む顎関節の状態を知ることは、歯科臨床においても患者の症状の分析、診断、さらに治療方針の立案などにとって重要な参考要因となる。このようなことを考慮に入れると、下顎頭の運動の検査を日常的に行う必要がある。現在、下顎頭運動を調べる顎運動記録方法には、主に光学的な方式と磁気を用いた方式がある。しかし、いずれも煩雑で、短時間では測定できなく、簡便な方法とはいえない。

一方、解剖学的見地から見ると、下顎頭と外耳道の関係は非常に緊密で、顎運動時の下顎頭の動きは外耳道をわずかながら変形させる。顎運動時に起こる外耳道のひずみを記録することができれば、下顎頭の動きを推定できると考えられる。

古くは、板バネと接続した黄銅の半球体を外耳道前壁に装着して、顎運動時に外耳道のひずみの変化によって顎運動を記録する方法が報告された¹⁾。しかし、この方法でも、被験者の頭部を固定する上、大きな装置を頭部に装着するなど煩雑で、自然な顎運動を反映する性能も

低いと考えられる。

そこで、本研究は下顎頭運動時にみられる外耳道のひずみを測定する方法として、気圧計を利用して、変形を感知できるイヤホン型のセンサーを作製し、簡便に顎運動を記録できる方法を試みた。

本研究では、外耳道のひずみを記録した波形から顎運動を推定するために、まず単純な下顎運動中に、下顎頭運動と顎運動時に起こる外耳道のひずみとの間の相関関係を明らかにし、次に下顎頭運動の特徴を外耳道のひずみの波形から診断できるかどうかを調べることを目的とした。

本研究では 1. 顎運動時に起こる外耳道のひずみと同側下顎頭運動の前後方向成分、左右方向成分、上下方向成分との間のそれぞれの相互相関関係と、2. 外耳道のひずみから見た下顎頭運動の特徴の検討、の 2 つの実験を行った。

II. 方法

実験 1 : 被験者は男性 14 名、女性 2 名 (平均年齢 29.6 歳) から構成された。歯の欠損を持つ者、顎口腔領域に疼痛や機能障害を持つ者を除外した。すべての被験者は自覚的な顎関節症の症状は認めず、日常生活に障害となる咬合状

態を有していない。被験者に開閉口運動、側方運動およびガム咀嚼をおこなわせ、気圧計と耳栓・イヤーツップを組み合わせ、密封状態になる記録センサーと 6 自由度歯科用下顎運動測



図 1 外耳道のひずみと顎運動の同時記録

定器を用いて左外耳道のひずみと左側下顎頭運動を同時に記録した（図 1）。記録された左側外耳道のひずみと左側下顎頭運動の各方向成分のそれぞれをデジタル化し、波形分析ソフトウェアに取り込んだ。連続的に安定した顎運動 10 サイクル分を分析対象とした。開閉口運動、側方運動およびガム咀嚼運動において左側の外耳道のひずみの波形と左側下顎頭運動の各方向成分の波形との相同性を相互相関関数によって分析した。

実験 2：男性 12 人（平均年齢 29.8 歳）で、実験 1 と同じ記録装置で左右外耳道のひずみと下顎頭運動を同時に記録した。開閉口運動時に左右両側の下顎頭自身の前後方向成分の波形と上下方向成分の波形との間の相互相関関数値を調べ、その大きさによって被験者を滑走運動良好群と滑走運動不良群に分類した。下顎頭が前方に滑走する際に、前下方にスムーズ動くと 2 方向の運動の相互相関関数値が -1 に近くなる。両側下顎頭が、このように -1 に近い値となる場合に、滑走運動良好群とした。そして、これら 2 群の開閉口運動およびガム咀嚼運動時のそれぞれの左右外耳道ひずみの相互相関関数を検討した。

Ⅲ．結果及び考察

1. 結果

実験 1 の結果：

記録された外耳道のひずみと下顎頭運動の

各方向の変化は一致したサイクルを示した。

開閉口運動時に外耳道のひずみと同側下顎頭運動各方向成分との間の相互相関関数の絶対値はいずれにも高い相関が認められた。

側方運動時とガム咀嚼運動時に、いずれも下顎頭が作業側あるいは平衡側になった時の比較を行うと、外耳道のひずみと下顎頭の前後・上下方向の成分との間の相互相関関数は平衡側になった時の方が有意に大きかった。さらに平衡側になった時には、外耳道ひずみと前後、上下方向成分との間の相関関数が左右方向成分との相関関数より有意に大きかった。

実験 2 の結果：

ガム咀嚼時にはどちらが作業側になるかに関わらず、左右外耳道ひずみの間の相互相関関数値（絶対値）が、滑走運動良好群は滑走運動不良群に比べて有意に大きかった。

2. 考察

本研究の結果から外耳道のひずみの変化は下顎頭運動の各方向と一致したサイクルを示した。顎運動時に外耳道のひずみが下顎頭運動の前後および上下方向から強い影響を受けるということが分かった。さらに、左右の外耳道のひずみの相互相関関数値の絶対値が高ければ高いほど、良好な下顎頭運動を持つ可能性が高いと考えられる。

本研究で用いた外耳道ひずみの測定法は、いままでに存在する下顎頭運動の測定法と比べると非常に簡便である。歯科臨床の現場においても、チェアサイドで本装置を装着し、ガム咀嚼を行わせるだけで測定できる。今回の結果を用いれば、左右の外耳道のひずみの相互相関関数値が、下顎頭運動のスムーズさを調べるための簡便な診断方法として使える可能性がある。

Ⅳ．文献

1. 太田勝美（1975）口外記録法による顎関節顎頭運動の分析．口病誌 192 :118-27.

口腔内振動刺激の知覚特性に関する基礎検討

Fundamental study on perceptual characteristics of intraoral vibration stimulus

○渡辺 達也¹⁾, 佐々木 誠¹⁾, 中山 淳²⁾, 柴本 勇³⁾

Tatsuya Watanabe¹⁾, Makoto Sasaki¹⁾, Atsushi Nakayama²⁾, Isamu Shibamoto³⁾

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⁾ 聖隷クリストファー大学リハビリテーション学部言語聴覚学科

¹⁾ Graduate School of Engineering, Iwate University

²⁾ Department of Intelligent Systems Engineering, Ichinoseki National College of Technology

³⁾ Department of Speech-Language-Hearing Therapy, Seirei Christopher University

I. 目的

聴覚フィードバックが不十分な聴覚障害児にとって、音響分析したスペクトルグラフ等を目で確認しながら行う従来の発話訓練法は、その微妙な違いを理解することが難しく、一般の健常者が十分に聞き取れるほどの明瞭な構音の獲得に至らない場合が多い。最近では、訓練士が口腔内に直接接触して、口蓋に対する舌の適切な位置（構音点）を感覚的に教えた方が良いとの結論に至っているが、発音時に構音点に触れ続けることはできず、また、触れられた感覚が時間とともに消失するため、正確な発音に結びつかない場合もある。

そこで著者らは、薄型で柔軟なフィルム状の振動素子（ piezofilm ）を口蓋に設置し、構音点に直接振動刺激を加えることで、舌を正しい位置へと誘導する新しい構音訓練支援システムの開発を進めている。本研究では、口腔内振動刺激と知覚特性との関係を明らかにし、piezofilmによる最適な刺激パターンを導出することを目的とする。

II. 方法

1. 被験者

被験者は、口腔機能が正常な健常成人男性 4 名（年齢 22.2 ± 0.4 歳）とした。

2. 振動刺激装置

振動素子には、厚さ 0.33mm、幅 3mm、長さ 15mm の piezofilm を用いた¹⁾。また、先端には、3D プリントで作成した直径 1.5mm、高さ 1.5mm、質量 9.6mg の円柱を固定し、その突起が口蓋に触れることで、振動刺激を加える方式とした。なお、これらの振動刺激装置は、食品包装用ラップフィルムで密閉することで、電氣的に絶縁を行った。

piezofilm は、増幅率 40 倍のアンプ基板に $\pm 1V$ 、周波数 1~500Hz の正弦波信号を入力することで振動させる。本研究では、駆動周波数を f 、振動時間を τ 、振動周期を T 、 $D = \tau/T$ を Duty 比と定義し、これら振動刺激パラメータを変化させた場合の知覚特性について、以下の実験により検討を行った。

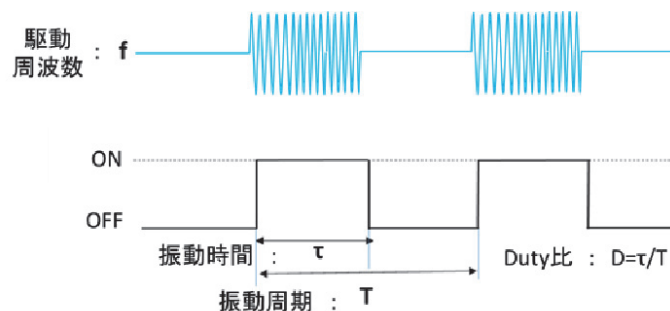


図 1. 振動刺激パラメータ

3. 駆動周波数 f の検討

口蓋にピエゾフィルムを1つ設置し、駆動周波数 f と知覚特性の関係を評価した。実験では、振動時間 τ を 2s、振動周期 T を 4s に設定し、駆動周波数 f を 20Hz から 150Hz まで 10Hz ずつ変化させた。そして、20Hz を基準とした一対比較評価法により、振動の知覚しやすさを数値化した。

4. 振動時間 τ と振動周期 T の検討

振動周波数 f を 100Hz、Duty 比を 60% に設定し、振動時間 τ と振動周期 T について検討した。

4.1 振動刺激の持続による順応特性

まず、1 回目の振動刺激を一定時間加えた後、ある一定の無振動時間を設け、その後 2 回目の振動刺激を加えた。被験者には、振動を感じた瞬間にストップウォッチをスタートさせ、振動が止まったと感じた瞬間にラップを押させた（知覚振動時間 τ' ）。さらに、振動刺激の再開を知覚した瞬間にストップウォッチを停止させ、知覚振動周期 T' を求めた。そして、実振動時間 τ と知覚振動時間 τ' 、実振動周期 T と知覚振動周期 T' をそれぞれ比較し、振動刺激の持続による順応特性を評価した。振動時間 τ は、3s から 12s まで 1s 刻みで増加させた。

4.2 知覚可能な最小振動時間

次に、振動時間 τ を 0.01s から 0.09s まで 0.01s 刻みで増加させ、振動を知覚できる最小時間を求めた。振動周期 T は 2s とした。

4.3 振動パターンの知覚特性

振動時間 τ を 2s とし、振動周期 T を 2.0s から 0.2s まで 0.2s 刻みで減少させた。このとき、提示した刺激を、連続的ではなく、断続的と正しく知覚できる振動周期 T を求めた。

5. Duty 比の検討

振動時間 τ を 2s に固定し、Duty 比を 20% から 80% まで 10% 刻みで増加させた。このとき、被験者が最も心地良く振動を知覚できる Duty 比を主観評価により求めた。

III. 結果および考察

駆動周波数 f は、70~110Hz において、全ての被験者が最も知覚しやすいと回答した。

順応特性については、振動時間 τ が 6s 以下であれば、実振動時間 τ と知覚振動時間 τ' がほぼ一致するが、6s 以上では、受容器が順応し²⁾、正しく振動時間を知覚できなくなることが示された（図 2）。一方、実振動周期については、振動時間 τ の値によらず、振動を正確に知覚できる結果となった。これらの結果より、振動刺激に対する順応によって、振動が持続した状態から停止した瞬間を捉えること（振動時間 τ の把握）は難しいが、無振動の状態から振動が開始する瞬間を捉えること（振動周期 T の把握）は容易であると考えられる。

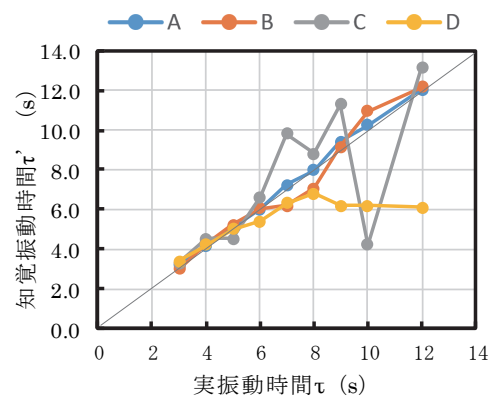


図 2 振動刺激の持続による順応特性

最小振動時間は、0.06s 以上で全ての被験者が振動刺激を知覚することがわかった。また、振動周期 T は、1.0s 以上で全ての被験者が正確に断続的な振動を認識できることが示された。Duty 比は、50%において、全ての被験者が最も知覚しやすいと回答した。

以上の結果より、口腔内振動刺激により構音点を教示するための最適パラメータは、駆動周波数 70~110Hz、振動時間 1~5s、振動周期 2~10s、Duty 比 50%と考えられる。

IV. 参考文献

- 1) 加藤, 佐々木, 渡辺, 菊池, 中山, 柴本, 構音訓練のための口腔内振動知覚に関する基礎的検討, 日本機械学会第 28 回バイオエンジニアリング講演会, 2016
- 2) 坂本, 清水, 水戸, 生体のふるえと振動知覚, 東京電機大学出版局, 2009

知覚神経節における神経伝達物質による痛み情報伝達の可能性

Possibility of pain transmission with neurotransmitters in sensory ganglia

○松香芳三, 大本勝弘, 岩浅匠真, 井上美穂, 福本美緒, 上枝麻友, 大倉一夫
Yoshizo Matsuka, Katsuhiko Omoto, Takuma Iwasa, Miho Inoue,
Mio Fukumoto, Mayu Ueda, Kazuo Okura

徳島大学大学院医歯薬学研究部顎機能咬合再建学分野

Department of Stomatognathic Function and Occlusal Reconstruction, Tokushima
University Graduate School

I. 目的

神経障害性疼痛は強度の痛みを誘発するため、患者の日常生活は極度に障害されており、痛みの伝達・制御の異常によるものと予想されているが、詳細な発症メカニズムは依然として未解明である。治療としては抗てんかん薬や抗うつ薬などの薬物療法が第一選択であるが、中枢性副作用が強く、継続服用が不可能である患者も少なくない。そのため、神経障害性疼痛のメカニズム解明および新規治療法の開発が求められている。神経障害性疼痛を誘発する末梢神経障害は末梢知覚神経節における興奮を惹起することが報告されており¹⁾、末梢知覚神経節にはシナプスは存在しないが、ニューロン間において情報伝達が生じることが報告されている²⁾。この末梢知覚神経節内での情報伝達に神経伝達物質が関与している可能性を我々は報告してきた^{3, 4)}。また、我々の先行研究では末梢皮膚への精製A型ボツリヌス毒素(BoNT/A)投与により知覚神経節での神経伝達物質遊離が抑制され、鎮痛効果が得られた^{5, 6)}。本研究では末梢神経障害性疼痛モデルラットの後根神経節にBoNT/Aを直接投与することにより神経伝達物質遊離を抑制した⁷⁾。その状態での疼痛行動や知覚神経節での組織所見を評価し、知覚神経節における神経伝達物質の情報伝達への関与を検証した。

II. 方法

徳島大学動物実験委員会(徳動物 13069)の承認を得た上で、Sprague-Dawley系雄性ラットの右側坐骨神経にタイゴンチューブを切り出したカフを装着し、神経障害性疼痛モデルを作製した。同時に右側後根神経節へのBoNT/A投与を行うため、L4神経節上にチューブを留置した。左側はコントロールとして、手術を行わなかった。

疼痛行動の評価は機械刺激閾値および熱刺激疼痛閾値を計測した。機械刺激閾値計測はvon Frey式鎮痛効果測定器(UGO BASILE社製)の測定針を足の裏に当て、力を加えていき、ラットが足を上げたときの力を記録した。熱刺激疼痛閾値計測は足底熱刺激測定装置(UGO BASILE社製 PLANTER TEST 37370)を用いて、熱刺激を足の裏に与えて、床から足を離すまでの時間を測定した。個体毎に左右の後ろ足の閾値を計測した。1個体に対する刺激間隔は1分以上と設定した。

また、疼痛行動が運動機能に関連していないことを明確にするため、運動機能も測定した。測定ではラットをロータロッド上に乗せ、ラットがロータロッド上で安定したことを確認した後、スタートした。ロータロッドは経時的に回転数が上昇するように設定し、計測開始からラットが落下するまでの時間を測定した。

自由行動下での疼痛行動と運動機能に関するベースライン計測を行った後、坐骨神経障害性疼痛モデ

ルを作製した。創傷治癒後、自由行動下での機械刺激、熱刺激に対する疼痛閾値と運動機能の計測を行い、手術より2週間後にBoNT/Aを投与し、閾値および運動機能の計測を行った。

BoNT/Aが神経細胞内に取り込まれていることを確認するため、Alexa FluorでラベリングしたBoNT/A重鎖を投与し、14日後に凍結組織切片を作製した。

III. 結果及び考察

解析は障害されている右側の測定値をコントロールである左側の測定値で除することでデータの比較検討を行った。疼痛行動に関しては、手術前は左右差を認めなかったが、坐骨神経へのカフ装着後には機械刺激閾値の低下が観察された。BoNT/A投与2時間後には閾値回復は認めなかったが、1日後では閾値の回復を認め、神経情報伝達を抑制する可能性が考えられた。

運動機能に関しては、坐骨神経へのカフ装着後は運動機能が障害され、測定値が低下する傾向が見られた。BoNT/A投与後は大きな測定値の変化は認められなかったことから、本実験においては末梢神経節へのBoNT/A投与による運動機能への影響は少ないと考えられた。

神経節に投与したBoNT/A重鎖は神経節細胞に取り込まれていることが確認された。

以上から、末梢知覚神経節での神経伝達物質遊離抑制により疼痛情報伝達を抑制すること、ならびにBoNT/Aの投与による運動機能への影響は低いことが理解できた。

IV. 文献

- 1) Ma C, Shu Y, Zheng Z et al. Similar electrophysiological changes in axotomized and neighboring intact dorsal root ganglion neurons. *J Neurophysiol.* 2003;89:1588-1602.
- 2) Devor M and Wall PD. Cross-excitation in

dorsal root ganglia of nerve-injured and intact rats. *J Neurophysiol.* 1990;64:1733-1746.

- 3) Matsuka Y, Edmonds B, Mitirattanakul S et al. Two types of neurotransmitter release patterns in IB4-positive and negative trigeminal ganglion neurons. *Neuroscience* 2007;144:665-674.
- 4) Matsuka Y, Ono T, Iwase H et al. Altered ATP release and metabolism in dorsal root ganglia of neuropathic rats. *Molecular Pain* 2008;4:66-78.
- 5) Kitamura Y, Matsuka Y, Spigelman I et al. Botulinum toxin type A (150 kDa) decreases exaggerated neurotransmitter release from trigeminal ganglion neurons and relieves neuropathy behaviors induced by infraorbital nerve constriction. *Neuroscience* 2009;159:1422-1429.
- 6) Kumada A, Matsuka Y, Spigelman I et al. Intradermal injection of Botulinum toxin type A alleviates infraorbital nerve constriction-induced thermal hyperalgesia in an operant assay. *Journal of Oral Rehabilitation* 2012;39:63-72.
- 7) Omoto K, Maruhama K, Terayama R et al. Cross-excitation in peripheral sensory ganglia is associated with pain transmission. *Toxins* 2015;7:2906-2917.

V. 謝辞

本研究遂行に関しまして、多大な協力を頂きました以下の先生方に感謝の意を表します。

(敬称略) 丸濱功太郎, 寺山隆司, 山本由弥子, 松下 治, 杉本朋貞, 小熊恵二

健常者における舌神経ブロックおよびカプサイシン 舌尖塗布が知覚の歪みに及ぼす影響

Influence of lingual nerve block and application of Capsaicin on tongue tip to perceptual distortion of tongue

○本田 実加, 小見山 道, 飯田 崇, 川良 美佐雄

Mika Honda, Osamu Komiyama, Takashi Iida, Misao Kawara

日本大学松戸歯学部 顎口腔機能治療学講座

Department of Oral Function and Rehabilitation, Nihon University School of Dentistry at Matsudo

I. 目 的

舌痛症患者における舌の疼痛に対する客観的評価方法の確立は舌痛症の病態の解明, 診断および治療方法の確立に向けて有用である.

慢性的な舌の疼痛を訴える患者において, 器質的病態を認めないが「違和感」を訴える場合があり, このような症例において「知覚の歪み」が生じている可能性が考えられる. 知覚の歪みに関する過去の報告では, 浸潤麻酔にて上唇と上顎前歯を麻痺させ, イラストを用いて知覚の歪みの検査を行い, 上唇および上顎前歯におけるその時に感じる大きさ(知覚サイズ)は麻酔初期(12分以内)で麻酔前と比較して有意な増加を認めたが, 拇指における知覚サイズは検査時間内において有意差を認めなかったと報告している¹⁾. Dagsdóttirらは, 頬神経, 舌神経, オトガイ神経, 眼窩下孔神経, 耳介側頭神経, 咬筋領域における局所麻酔を用いた実験的麻痺状態および生理食塩水を用いた実験的疼痛状態における知覚サイズを数値評価スケール(Numeric Rating Scale: NRS)を用いて検討し, 実験的麻痺状態におけるオトガイ部の知覚サイズは, 実験的疼痛状態と比較して有意に増加したと報告し, 知覚の歪みに関する検討は, 慢性口腔顔面痛を把握する重要な事象になることを示唆している²⁾. しかしながら, 舌における知覚の歪みについての検討はされていない. 舌における歪みの検討は, 舌痛症の病態の解明において有用な知見

になることが考えられる. そこで本実験では, 舌神経ブロック(求心路遮断)およびカプサイシンの舌尖塗布(侵害刺激)によって舌への知覚の歪みの発現を検討した.

II. 方 法

被験者は平均年齢 25.5±1.2 歳の健常女性 16 人とした. 被験者は本実験に 3 日間参加し, 各日の間隔は 3-5 日とした. 舌への薬物は 2% アドレナリン添加リドカイン 0.4 ml を用いた舌神経ブロック注射, 0.1%カプサイシンクリーム 0.2 ml を用いたカプサイシン塗布, ワセリン 0.2 ml 塗布(コントロール)の 3 種類とし, 各日において 1 つの塗布を用いて測定した. 各塗布条件において, 触覚閾値(Mechanical detection thresholds: MDT)を舌神経ブロックまたは薬剤塗布前, 舌神経ブロックまたは薬剤塗布 5 分後, 15 分後, 30 分後, 1 時間後に測定した. 知覚サイズは舌神経ブロックまたは薬剤塗布前, 舌神経ブロックまたは薬剤塗布 5 分後, 15 分後, 30 分後, 1 時間後, 3 時間後に測定した. 測定部位は, 舌, 下顎前歯, 下唇および右手拇指とした. 触覚閾値は舌, 下唇, 右手拇指では, von Frey フィラメントでの Methods of limits 法を用いて下降系および上昇系の施行をそれぞれ 3 回繰り返して行い, その平均値を触覚閾値とした. 下顎前歯の MDT は歯髄電気診を用いて各計測時間において 1 回計測した. 知覚の歪みは部位ごとに知覚するサイズの NRS (-100: 通常の 2 分の 1 の

サイズ, 0: 変化なし, 100: 通常の2倍のサイズ)を回答してもらう測定方法, 15種類のサイズの異なるイラストから一番適切な知覚サイズを選択する測定方法の2種類を用いた. 健康者における正常サイズを100%とし, それを基準に20%から300%まで20%ずつサイズの異なる15種類のイラストを作成した.

III. 結果および考察

舌神経ブロックにおける5分後, 15分後, 30分後および1時間後の舌のMDTはベースラインと比較して有意に高い値を示した($P < 0.001$) (図1). 舌神経ブロック5分後, 15分後, 30分後, 1時間後におけるイラストを用いた舌の知覚サイズは, ベースラインと比較して有意に高い値を示した($P < 0.05$) (図2). 舌神経ブロック5分後, 15分後, 30分後および1時間後における舌の知覚サイズはNRSにおいてもベースラインと比較し有意に高かった($P < 0.01$) (図3). 舌神経ブロックにおける下顎前歯, 口唇, 拇指のMDTおよび知覚サイズは測定時間内において有意差を認めなかった. カプサイシン塗布5分後におけるNRSを用いた下唇の知覚サイズは, ベースラインと比較して有意に高い値を示したが($P < 0.001$), 15分後, 30分後, 1時間後および3時間後はベースラインと比較して有意差を認めなかった. カプサイシン塗布における全測定部位のMDTおよび舌, 下顎前歯, 拇指のNRSおよびイラストにおける知覚サイズは測定時間内に有意差を認めなかった. ワセリン塗布における全測定部位のMDTおよびNRSおよびイラストにおける知覚サイズは測定時間内に有意差を認めなかった.

本研究において, 舌神経ブロックは舌の知覚の歪みを引き起こしたが, 舌のカプサイシン塗布による実験的疼痛状態では, 舌の知覚の歪みは引き起こさなかった. したがって, 舌における知覚の歪みは, 侵害刺激よりも求心路遮断による体性感覚の変化の影響を受けることが示唆された.

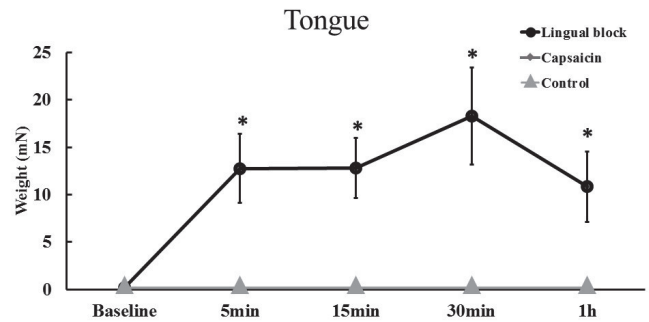


図1 舌における触覚閾値(MDT)の比較

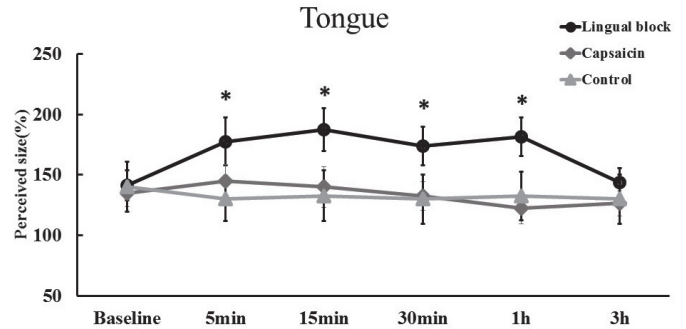


図2 舌のイラストによる知覚サイズの比較

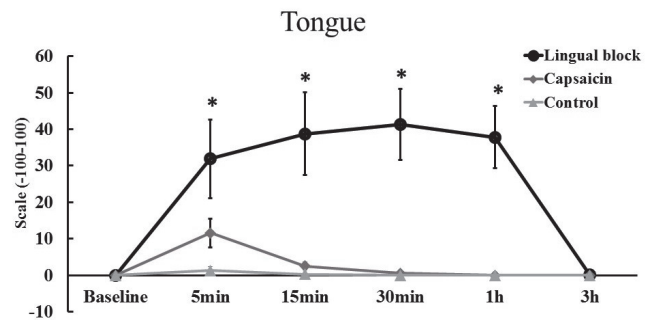


図3 舌のNRSによる知覚サイズの比較

IV. 文献

- 1) Dagsdóttir LK, Skyt I, Vase L, Baad-Hansen L, Castrillon E, Svensson P. Experimental orofacial pain and sensory deprivation lead to perceptual distortion of the face in healthy volunteers. *Exp Brain Res.* 2015, 233, 2597-606.
- 2) Türker KS, Yeo PL, Gandevia SC. Perceptual distortion of face deletion by local anaesthesia of the human lips and teeth. *Exp Brain Res.* 2005, 165, 37-43.

炎症環境による歯髄細胞の幹細胞化 —歯髄細胞分化に与える TNF- α の影響—

TNF- α Induced Reprogramming of Human Dental Pulp Cells

○上枝麻友, 井上美穂, 福本美緒, 松香芳三

Mayu Ueda, Miho Inoue, Mio Fukumoto, Yoshizo Matsuka

徳島大学大学院医歯薬学研究部顎機能咬合再建学分野

Department of Stomatognathic Function and Occlusal Reconstruction,
Tokushima University Graduate School

I. 目的

顎機能を構成する歯の健全保存は重要である。象牙質・歯髄複合体は自己修復能を持っており、齲蝕などの損傷時には歯髄保護のために、象牙芽細胞の活性化や前駆細胞や歯髄幹細胞の象牙芽細胞分化により象牙質の修復が生じることが推測されている¹⁾。

炎症性サイトカインに分類される腫瘍壊死因子 (TNF- α) は、炎症時に様々な細胞から産生され組織破壊に深く関与していることが知られている。一方、近年の研究では、組織損傷局所において初期の段階で TNF- α が発現し、様々な成長因子やサイトカインの発現を誘導したり、細胞遊走を促進したりして組織再生に関与する可能性が示唆されるようになった。

齲蝕に罹患した歯髄組織においても同様に、初期の段階で TNF- α の発現が確認されている。しかしながら、TNF- α が歯髄組織の再生にどのように関与しているかは未だ解明されていない。そこで本研究では、初期の炎症環境における歯髄細胞に対する TNF- α の作用を分子細胞生物学的に検討することを目的とした。

II. 方法

ヒト歯髄細胞はインフォームドコンセントの上、研究に同意が得られた患者の第三大臼歯抜去歯から Gronthos²⁾らの手法に準じて単離した (岡山大学大

学院医歯薬学総合研究科倫理委員会承認番号：418, 徳島大学病院臨床研究倫理審査委員会承認番号 2022)。まず、TNF- α が培養ヒト歯髄細胞の細胞増殖に与える影響について MTS 法で検討した。これまでの研究で、TNF- α は炎症の初期段階で増加し、その後徐々に減少していくことが報告されている³⁾。つまり歯髄炎において、歯髄細胞は TNF- α に継続的に長期間曝露されるのではなく、比較的短期間曝露されると考えられる。そこで、歯髄の炎症環境を *in vitro* において模倣するために、TNF- α で 2 日間刺激したのちに継代培養したヒト歯髄細胞を TNF- α 前処理群とした。

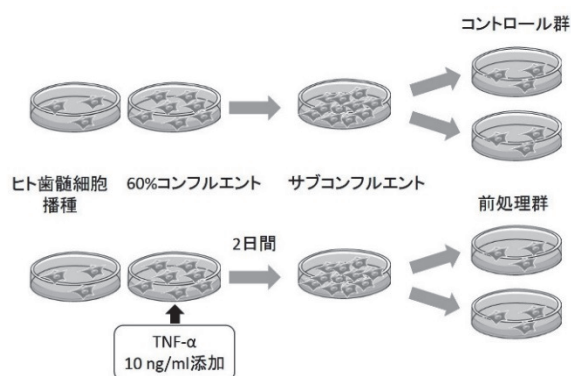


図 1. TNF- α 前処理方法

TNF- α による前処理が培養ヒト歯髄細胞の性質をどのように変化させるかについて、細胞表面抗原の変化を細胞免疫染色および FACS (fluorescence activated cell sorting) にて、幹細胞マーカー遺伝子の発現を reverse transcription polymerase

chain reaction (RT-PCR)法にて、そして幹細胞特性を表す指標としてコロニー形成能とテロメラーゼ活性をそれぞれ評価した。

III. 結果及び考察

培養ヒト歯髄細胞に対して0~160 ng/mlのTNF- α を添加して2日間培養し MTS 法にて生細胞数を検討したところ、この濃度領域において生細胞数の減少は認められなかった。つまり短期間のTNF- α 刺激は培養ヒト歯髄細胞の生死にはほとんど影響を及ぼさないことが明らかとなった。

細胞免疫染色において、TNF- α 前処理群はコントロール群と比較して間葉系幹細胞マーカーであるSTRO-1およびSSEA4陽性細胞数が増加した。FACS解析においても、TNF- α 前処理群において間葉系幹細胞マーカーのSSEA4およびCD146の陽性率が上昇した。続いて、幹細胞マーカーであるoct4, nanogの遺伝子発現量はTNF- α 前処理によりともにコントロール群と比較して、それぞれ1.6倍(p<0.001, t-test), 2.1倍(p<0.05, t-test)に上昇した。また、幹細胞の持つ特性でもあるコロニー形成能およびテロメラーゼ活性も、それぞれTNF- α 前処理により上昇した。

本実験で用いた培養ヒト歯髄細胞は純粋な歯髄幹細胞の集団ではなく、前象牙芽細胞や歯髄線維芽細胞を含む、分化度が異なる、あるいは分化の方向が異なるヘテロな細胞集団であると推測される。これら細胞集団にTNF- α を添加することで、生細胞数には変化がなく、幹細胞様の性質を持つ細胞の比率が増加したことは、TNF- α 刺激によりある種の細胞が脱分化することにより、自己複製能を有する幹細胞様細胞が増加した結果と推測された。

さらに前処理群の培養ヒト歯髄細胞は、各種分化誘導培地で培養することによりそれぞれの分化マーカー遺伝子の発現が亢進し、コントロール群と比較してより短期間で各系統の細胞に分化することが可能であった。このことから、TNF- α 前処理を施した培養ヒト歯髄細胞は一度分化した細胞、分化の方

向性の決定した細胞が再び多分化能を獲得したと考える。

これらの結果から、歯髄組織における炎症環境では、初期に放出されるTNF- α の作用により、創傷部位に存在するある種の細胞がより未分化な状態、いわゆる多分化能を有する幹細胞様細胞に脱分化され、再生に必要な細胞成分を供給する役割を担っている可能性が示唆された。

IV. 文献

- 1) Goldberg M, Smith AJ. CELLS AND EXTRACELLULAR MATRICES OF DENTIN AND PULP: A BIOLOGICAL BASIS FOR REPAIR AND TISSUE ENGINEERING. Crit Rev Oral Biol Med 2004; 15(1): 13-27.
- 2) Gronthos S et al. Postnatal human dental pulp stem cells (DPSCs) in vitro and in vivo. Proc Natl Acad Sci USA. 2000; 97(25): 13625-30.
- 3) Tani-Ishii N et al. Immunolocalization of bone-resorptive cytokines in rat pulp and periapical lesions following surgical pulp exposure. Oral Microbiol Immunol. 1995; 10(4), 213-9.
- 4) Ueda M, Fujisawa T, Kuboki T et al. A short-term treatment with tumor necrosis factor- α enhances stem cell phenotype of human dental pulp cells. Stem Cell Research & Therapy. 2014; 5(1): 31~40.

V. 謝辞

岡山大学大学院医歯薬学総合研究科インプラント再生補綴学分野窪木拓男教授、分子医化学分野大野充昭助教に深甚なる感謝の意を表します。

本研究はJSPS 科研費(24792084, 26861640)の助成を受けて行った。

口唇閉鎖不全者に対する口輪筋筋力トレーニングの有効性

Effectiveness of lip-strength training

for improving lip incompetence

○吉沢早織,¹⁾ 金子知生¹⁾²⁾, 飯田順一郎¹⁾

Saori Yoshizawa, Tomoo Kaneko, Junichiro Iida

¹⁾北海道大学大学院歯学研究科口腔機能学講座歯科矯正学教室

²⁾北海道大学病院高次口腔医療センター

¹⁾Hokkaido University School of Dental Medicine

Division of Oral Functional Science Department of Orthodontics

²⁾Center for Advanced Oral Medicine, Hokkaido University

I. 目的

口唇閉鎖不全は上顎前突や開咬などの不正咬合を誘発するという報告がある¹⁾。そのため、口唇閉鎖不全状態の改善が必要であると考えられる。これまでに我々は口輪筋のトレーニング法として、筋力と持久力の異なる2種類の増強法を明らかにした²⁾。

今回は、日常生活における口唇閉鎖不全者に対し、筋力増強を目的とした口輪筋筋力トレーニングが口唇閉鎖状態の獲得に有効であるかについて検討を行った。

II. 方法

1. 対象

対象は成人健常者20名(男性10名,女性10名)で、鼻咽腔機能の異常や矯正治療の既往、前歯部欠損、骨格的な顎関係の不調和がなく、上下顎前歯の被蓋関係が正常な者のうち、口唇閉鎖時間率の計測から口唇閉鎖不全を有する者とした。本研究は北海道大学大学院歯学研究科臨床・疫学研究倫理審査委員会(承認番号2015第9号平成27年8月20日)に承認を得ており、被験者には事前に十分な説明を行い、研究参加の同意を得た。

2. 口唇閉鎖時間率の評価

測定は防音室内で座位にて行い、被験者にヘッドフォンを装着した。当講座で開発した口唇閉鎖状態連続記録装置³⁾を下唇に装着し、安静時として音楽鑑賞、知的作業時としてPC上で計算ソフト(Excel版百栞計算)を10分ずつ行わせた。口唇閉鎖状態は連続的に測定し、安静時、作業時ともに開始5分後から5分間をデータとして抽出し、口唇閉鎖時間率を計算した。本研究では、先行研究の結果を基に、安静時口唇閉鎖時間率が30.1%かつ知的作業時口唇閉鎖時間率が13.2%の者を口唇閉鎖不全者と定義した⁴⁾。

3. 口輪筋の筋力計測(最大引っ張り力の計測)

被験者を座位にて頭部および頤部を固定させ、牽引用プレートを上下口腔前庭部に挿入し、紐に連結したプレートを万能試験機MH-1000N(イマダ社製)にて牽引速度45mm/minで牽引し、プレートが外れた時の値(g)を口輪筋の最大引っ張り力として測定した。測定は10分間の休憩において3回測定し、最大値を記録した。

4. 口輪筋の持久力計測(負荷に対する持続時間の計測)

筋力計測時と同様にプレートを挿入し、プレートに連結した紐におもりを吊るし、口でプレートを維持させ、外れた時までの時間(秒)を計測した。おもりの重さは実験開始時の最大引っ張り力の最大値の80%とした。

5. 口輪筋のトレーニング法

上下口腔前庭部に牽引用プレートを挿入し、プレートと連結した紐に指定したおもり(最大引っ張り力の最大値の80%の重さ)を吊るし、おもりを「5秒間手を放して口唇に加重させ、5秒間手で保持」の計10秒間で1セットを5セット繰り返し、4週間1セットのトレーニングを毎日施行させた。

6. 計測時期

トレーニング開始直前(T1)、トレーニング開始2週間後(T2)、および4週間後(T3)に口輪筋の筋力、持久力、口唇閉鎖時間率を測定した。

7. 統計

T1に対しT2、T3時点の、口輪筋筋力、持久力、口唇閉鎖時間率についてANOVA with post hoc Bonferroni testを行った。

III. 結果及び考察

口輪筋筋力では、T1とT3の間に有意な増加が認められた。口輪筋持久力では、T1とT3、T2とT3に有意な増加が認められた。安静時、知的作業時口唇閉鎖時間率ともに、T1とT2、T2とT3、T1とT3の間に有意な増加が認められた(図1, 2)。

口輪筋の筋組成は28.2%が遅筋で持久力に関与するI型筋線維、71.8%が速筋で筋力に関与するII型筋線維であるという報告⁵⁾があり、今回、口唇閉鎖時間が増えた理由が以下2つ考えられる。一つ目は、このトレーニングで筋力と持久力が増加したが、大塚らが行った持久力トレーニングの研究⁶⁾に比べ、筋力がより増強されており、口輪筋の大部分を占めるII型筋線維が強化されたことから口唇閉鎖時間が増えた可能性が考えられる。二つ目は、筋力強化トレーニングではあったが、持久力も同時に強化されたため、I型筋線維が強化され、口唇閉鎖時間の増加につながった可能性が考えられる。この点については今後の検討課題である。

以上の結果から、口輪筋筋力トレーニングは口唇閉鎖時間率の増加に効果をもたらす事が示唆された。

IV. 文献

1) Lione R, Buongiorno M, Franchi L, et al. Evaluation of maxillary arch dimensions and palatal morphology in mouth-breathing children by using digital dental casts. *Int J Pediatr Otorhinolaryngol* 2014; 78: 91-5.

2) 大矢和可, 金子知生, 半田薫 ほか. 口輪筋の筋力, 持久力の強化に対する有効なトレーニング法について. *顎機能誌* 2009; 15: 131-138.

3) 半田薫, 佐藤嘉晃, 金子知生 ほか. 日常生活における口唇閉鎖状態の新しい評価法と応用 第2報 睡眠時と覚醒時における口唇閉鎖状態について. *北海道歯誌* 2005; 26: 153-163.

4) Satimary LE, Sato Y, Kaneko T, et al. Differences in dento-facial morphology in lip competence and lip incompetence. *Orthodontic Waves* 2009; 68: 12-9.

5) Stål P, Eriksson PO, Eriksson A, et al. Enzyme-histochemical and morphological characteristics of muscle fibre types in the human buccinator and orbicularis oris. *Arch Oral Biol* 1990; 35(6): 449-58.

6) Mai O, Tomoo K, Junichiro I. Effectiveness of training methods to improving orbicularis oris muscle endurance in patients with incompetent lips. *Orthodontic Waves* 2015; 74: 99-104.

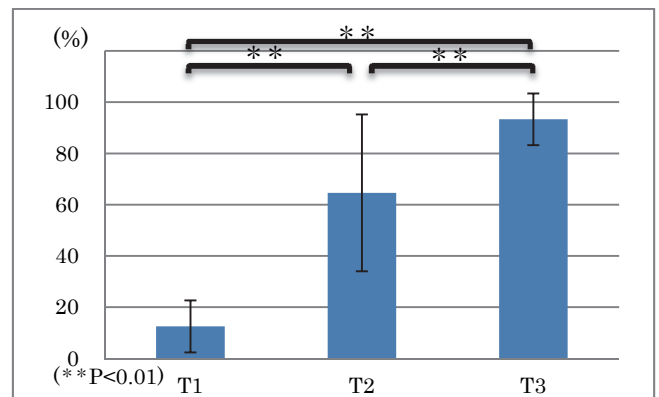


図1 安静時口唇閉鎖時間率の変化(%)

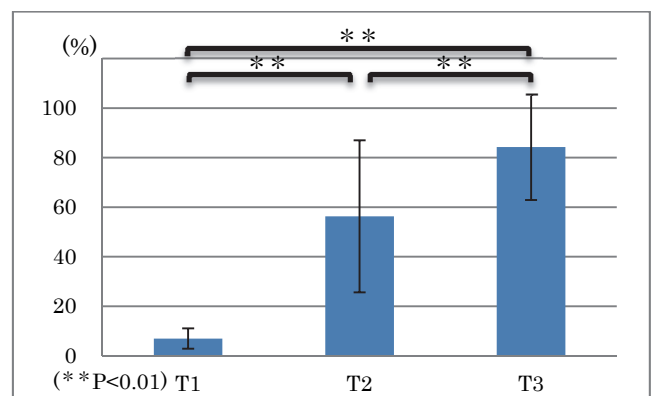


図2 知的作業時口唇閉鎖時間率の変化(%)

口すぼめ運動の方向別難易度 —口唇トレーニングシステムの開発に向けて— Directional difficulty of lip-pursing movement -For the development of lip-training system-

○竹花快恵¹⁾、山田一尋¹⁾、増田裕次²⁾

Yoshie Takehana¹⁾, Kazuhiro Yamada¹⁾, Yuji Masuda²⁾

1) 松本歯科大学歯科矯正学講座、2) 松本歯科大学大学院顎口腔機能制御学講座

1) Department of Orthodontics, Matsumoto Dental University, 2) Department of Oral & Maxillofacial Biology, Graduate School of Oral Medicine, Matsumoto Dental University

I. 目的

口唇機能は口腔機能を営む上で重要である。哺乳、捕食、咀嚼、嚥下、発音、表情による感情の表出などに、口唇の正常動作が不可欠であることから、その機能的な重要性については言うまでもない。加えて、口唇周囲の形態は、個人の形態的特徴を印象づけることから、口唇は形態的重要性も兼ね備えていると言える。矯正歯科臨床において、口唇圧は不正咬合の発現や治療後の安定性に重要であることが知られている。このような観点から口唇トレーニングをさまざまなところで活用しようとする試みがある。当研究室では、新しく開発した多方位口唇閉鎖力測定装置¹⁾を用いて、8方向からの方向別口唇閉鎖力を同時に測定し、顔面形態や歯軸^{2,3)}が口唇閉鎖力バランスに関連することを明らかにした。さらに、自らの発揮する力を可視化できるように装置を改良し、ビジュアルフィードバックを用いて行う口唇閉鎖調節能力を調べている。これらの研究で、口唇閉鎖力の調節能力には方向特異性があり、方向別口唇閉鎖力のうち上下方向の力の調節が容易であることを明らかにしてきた。

このようにビジュアルフィードバックを用いて口唇閉鎖力を調節するシステムは、口唇運動を単調に行うものとは異なるトレーニングシステムへと発展できる可能性がある。そこで本研究では、より複雑な課題である2方向の口唇閉鎖力を調節するという課題の難易度を調べ、トレーニングシステムの開発の一助とすることを目的とした。

II. 方法

1. 被験者

被験者は第9回顎口腔機能セミナーに参加した個性正常咬合を有する男性6名(平均年齢 33.7 ± 10.7 歳)とした。除外基準はoverbiteおよびoverjetがマイナスのもの、前歯部重度叢生を認めるもの、臼歯部に連続した歯の欠損のあるものとした。

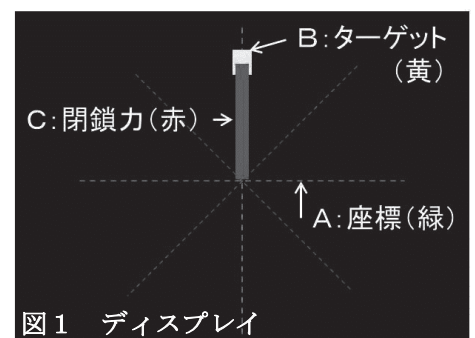
2. 記録・分析

1) 最大口唇閉鎖力の測定

方向別口唇閉鎖力の測定に、多方位口唇閉鎖力測定装置¹⁾を用いた。床に水平な装置プローブと、各被験者のカンペル平面が平行になるよう被験者の頭部を位置付けた。この状態から、口唇全体を使い約5秒間最大努力での口すぼめを指示した。この際の口唇閉鎖力を最大口唇閉鎖力とした。

2) 口唇閉鎖運動調節課題

上下2方向と斜め4方向(左上方向, 左下方向, 右上方向, 右下方向)の6方向それぞれの最大口唇閉鎖力の50%を目標にした口唇閉鎖調節能力を測定した。1方向課題遂行時のディスプレイを図1に示す。準備状態のシグナルとして、黒い画面上に緑色の線で放射状に座標が表示される(図1A)。その



準備状態のシグナルとして、黒い画面上に緑色の線で放射状に座標が表示される(図1A)。その

1 秒後にディスプレイ上のいずれかの方向に黄色の四角でターゲット（目標値±8%）が表示される（図1B）。このターゲットの点灯を口唇閉鎖開始シグナルとした。口唇閉鎖力は、リアルタイムで赤いバー（図1C）で示した。被験者には赤いバーの先端を、ターゲットの枠内に、6秒後のディスプレイのブラックアウトまで留めるように指示をした。表示される方向はランダムに表れる。本研究では、1方向を調節する場合と、2方向を同時に調節する場合での相違を調べるために、図2に示すプロトコルで計18回の試行を行わせた。

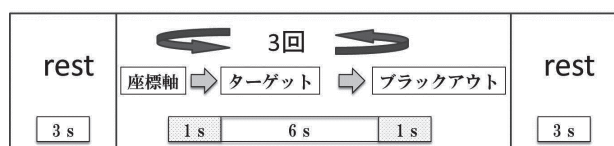


図2 課題プロトコル ×6回（計18試行）

3) 正確率の解析

ターゲットが点灯している6秒間に口唇閉鎖力が目標値±8%に到達していた時間の割合を正確率とした。1方向課題では各方向の正確率を、2方向課題では、2方向共に目標に到達していた時間の割合を正確率A (and)、少なくとも1方向で目標に到達していた時間を正確率O (and/or)とした。

III. 結果および考察

1. 1方向と2方向の難易度の相違について

いずれの課題においても、すべての試行での正確率の平均値を、各被験者の正確率の代表値とした。1方向課題の正確率の6人の平均は42.5%であった。2方向課題の正確率Aの平均と比較すると有意に大きい値を示した ($t=9.263$, $p<0.01$: paired t-test)。また、正確率Oの平均と比較すると、大きくなる傾向が認められた ($t=1.615$, $p=0.16$: paired t-test)。このことから、2方向を表示することで、難易度は高くなることが示唆された。

2. 難易度の方向特異性について

1方向課題では上下方向の正確率の平均は、斜め方向に対して大きくなる傾向があった。被験者数の関係で有意差は認められなかった ($t=1.821$, $p=0.12$: paired t-test) が、この結果は過去の結果

と一致し、正確率に方向特異性が存在することを示唆する。2方向課題では、すべてのターゲット (18×2) に対する正確率を上下方向と斜め方向で比較すると、1方向課題に比べて方向による相違は少ない傾向にあった。一方、2方向課題では、組み合わせの複雑さが影響する傾向が認められた。左右あるいは上下左右方向にわたる複雑な組み合わせの正確率Oは、対角線上に当たる組み合わせ、同側斜めの組み合わせおよび隣り合う方向の組み合わせなどの簡単な組み合わせに比べると小さい値を示す傾向にあった ($t=2.234$, $p=0.08$: paired t-test)。

また、上唇内、下唇内での組み合わせを比較して検討したところ、最大口唇閉鎖力の上方向からの力が強い被験者では上唇内の組み合わせでの正確率Oが大きかった。同様に下方向からの力が強い被験者では下唇内の組み合わせでの正確率Oが大きかった。

以上の結果から、方向別口唇閉鎖力の調節の難易度は、①1方向課題よりも2方向課題で難しい。②方向特異性が存在する。③2方向課題では組み合わせの複雑さにより相違する。④個人の方向別最大口唇閉鎖力の特徴によって、難易度が変化することが示唆された。口唇トレーニングシステムを構築する上、でこれらの結果は有益な示唆をもたらすと考えられる。

IV. 文献

- 1) Nakatsuka K, Adachi T, Kato T et al. Reliability of novel multidirectional lip-closing force measurement system. J Oral Rehabil 2011; 38: 18-26.
- 2) Murakami M, Kanazawa M, Mizuno R et al. Relationship between Balance of Upper and Lower Lip-Closing Forces during Pursing-like Lip-Closing and Lateral Craniofacial Morphology. J Res Prac Dent 2014; 2014: ID 171681 open access.
- 3) Mizuno R, Yamada K, Murakami M et al. Relationship between frontal craniofacial morphology and horizontal balance of lip-closing force during lip pursing. J Oral Rehabil 2014; 41: 659-666.

舌骨上筋群の表面筋電位を用いた舌尖のカベクトル推定

Tongue force estimation using surface EMG signals of suprahyoid muscles

○佐々木 将瑛¹⁾, 佐々木 誠¹⁾, 中山 淳²⁾, 柴本 勇³⁾
Shoei Sasaki¹⁾, Makoto Sasaki¹⁾, Atsushi Nakayama²⁾, Isamu Shibamoto³⁾

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⁾ 聖隷クリストファー大学リハビリテーション学部言語聴覚学科

¹⁾ Graduate School of Engineering, Iwate University

²⁾ Department of Intelligent Systems Engineering, Ichinoseki National College of Technology

³⁾ Department of Speech-Language-Hearing Therapy, Seirei Christopher University

I. 目的

摂食嚥下機能の評価やリハビリテーションにおいて、口腔内における舌の運動や力の状態を可視化することは重要である。著者らはこれまでに、顎下部で計測した舌骨上筋群の表面筋電位 (EMG) から、舌の随意運動や嚥下を 95% 以上の精度で識別する知的計算手法を開発した¹⁾。本手法は、舌骨上筋群が、舌運動に応じて協調的に活動する点に着目したものである。

一方、舌と口蓋の間の圧力については、Swallow scan system (ニッタ株式会社) や舌圧測定器 (株式会社ジェイ・エム・エス) などを用いて可視化することができる。ただし、圧力は単位面積当たりの垂直荷重であり、せん断力を含めた 3 次元ベクトルについては、十分に定量化が進んでいない現状がある。

そこで本研究では、挺舌時ならびに舌挙上時に随意的に変化させた舌尖のカベクトルを、舌骨上筋群の EMG から推定できるかどうか、その可能性を探ることを目的とする。舌尖位置が固定された等尺性収縮の状態では、カベクトルの方向が内舌筋の働きによって調整されるため、舌骨上筋群の EMG に、内舌筋と協調した信号成分がどの程度含まれているかが、カベクトル推定の重要なポイントとなる。

II. 方法

1. 被験者

被験者は、舌機能が正常な健康成人男 3 名 (年齢 22.6±0.6 歳, 身長 166.3±3.1cm, 体重 59.5±3.0kg, mean±SD) とした。

2. 計測装置

舌尖のカベクトルは、ステンレス製の舌圧子に固定した小型 3 軸力覚センサを用いて計測した。舌尖が接するプレートのセンシングエリアは、φ20mm とした。舌骨上筋群の EMG は、フレキシブル基板を用いて作成した 22 チャンネル表面電極を用いて計測した¹⁾。カベクトルと EMG は、AD 変換器 (USB-6218, ナショナルインスツルメンツ) を使い、サンプリング周波数 2,000Hz で PC に取り込んだ。

3. 実験方法

計測実験は、座位で行い、頸部運動の影響を除去するために頭部の位置を固定した。3 軸力覚センサを固定した舌圧子は、口元前方および口蓋に設置し、挺舌と舌挙上をそれぞれ行った (図 1)。被験者は、舌尖の位置を固定した状態で、時計の針の動きのように、1 週 4 秒のペースでカベクトルの方向を変化させた。1 セットの計測時間は 16 秒とし、時計回りおよび反時計回りに各 2 セットの計測を行った。なお、



(a) 挺舌 (b) 舌挙上
図 1 計測位置

力の座標系は、3時の方向を x 軸、12時の方向を y 軸、押付方向を z 軸と定義した。

4. 推定方法

舌尖の力ベクトル推定には、入力層、中間層、出力層からなる 3 層の階層型ニューラルネットワークを用いた。まず、22 チャンネルの各 EMG に対して、時間領域の特徴量 Root mean square (RMS) と、周波数領域の特徴量 Cepstrum coefficient (CC) を計算し、これを入力層への入力信号とした。次に力ベクトルの各軸成分 F_x , F_y , F_z を出力層の教師信号 (正解値) とし、入力信号から正しい力ベクトルが出力されるよう、誤差逆伝播法 (バックプロパゲーション) によりネットワークの学習を行った。なお、学習回数は 5,000 とし、中間層のユニット数は 25~200 の中から最適な値を探索した。ニューラルネットワークは、MATLAB (Math Works, Neural Network Toolbox) を用いて構築した。

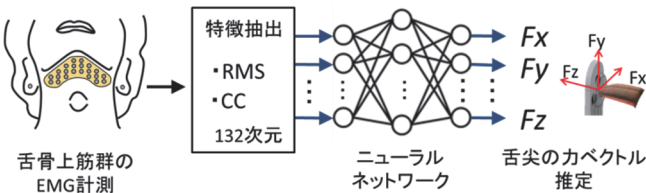


図 2 舌尖の力ベクトル推定法

5. 推定精度の評価方法

計測データ 2 セットのうち、最初の 1 セットをニューラルネットワークの学習、残り 1 セットを本提案手法の検証に用いた。舌尖の力ベクトルの推定精度は、実測値と推定値の相関係数として評価した。

III. 結果および考察

力ベクトルの推定結果を図 3 に示した。舌尖を押し付ける方向の力成分 F_z は、挺舌の相関

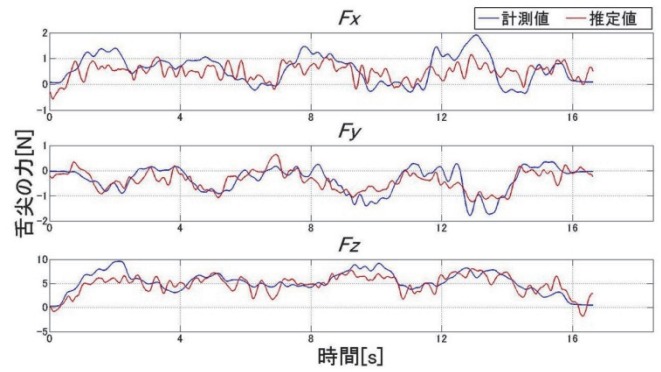


図 3 力ベクトルの推定結果

係数が 0.68~0.91、舌挙上が 0.68~0.77 の範囲に分布し、どの条件においても比較的精度良く推定できることが示された。これに対して、力ベクトルの方向を変化させるせん断方向成分 F_x , F_y は、挺舌が 0.07~0.62、舌挙上が 0.16~0.77 と大きくばらつく結果となった。

舌尖の力ベクトルの方向調整に必要な F_x , F_y は、最大で 2N 程度であり、10N 程度の力を発揮した押し付け力 F_z と比較しても 5 分の 1 程度と弱い力であった。加えて、これら F_x , F_y は、舌筋の筋機能より、内舌筋の運動が強く関与していると考えられる²⁾。これらのことから、顎下部で計測した舌骨上筋群の EMG を用いて、舌尖の力ベクトルを推定することは、原理的に厳しいアプローチであったといえる。しかしながら、本研究の結果は、個人差が大きく現れたものの、押し付け力 F_z だけでなく、せん断方向の F_x , F_y を推定できる可能性を示唆するものであり、舌骨上筋群の EMG への更なる可能性が期待される。今後は、舌尖の力ベクトルをより高い精度で推定できるよう、計算手法の高度化を図る予定である。

IV. 文献

- 1) Makoto Sasaki, Kohei Onishi, Dimitar Stefanov et al., Tongue Interface Based on Surface EMG Signals of Suprahyoid Muscles, ROBOMECH Journal, 2016
- 2) 井出吉信, 小出馨, チェアサイドで行う顎機能診査のための基本機能解剖, 医歯薬出版, 2004

協賛企業

朝日レントゲン工業株式会社

ヴェガ・システムズ株式会社

株式会社エムズツアー&コンベンション

株式会社 KOGA ORTHODONTIC LABORATORY

株式会社松風

株式会社ミュキ技研

株式会社モリタ

株式会社ヨシダ

カボデンタルシステムズジャパン株式会社

グラクソ・スミスクライン・コンシューマー・ヘルスケア・ジャパン株式会社

フィリップス・レスピロニクス合同会社

(50音順)

日本顎口腔機能学会第56回学術大会開催に際しまして、上記企業から多大なるご支援を頂戴しております。ここにお名前を揚げさせていただき、厚く御礼申し上げます。

日本顎口腔機能学会第56回学術大会
大会長 藤澤 政紀