

**日本顎口腔機能学会
第35回学術大会**

**35th Scientific Meeting of
the Japanese Society of Stomatognathic Function**

**プログラム・事前抄録集
Program and Abstracts**

平成17年11月12日(土)

November 12, 2005

**北海道大学大学院歯学研究科
Hokkaido University Graduate School of Dentistry**

■日本顎口腔機能学会第 35 回学術大会のご案内

日本顎口腔機能学会第 35 回学術大会を下記の通り開催致します。

多数の皆様のご参加をお待ちしております。

日時 平成 17 年 11 月 12 日 (土) 9:00~17:35
会場 北海道大学医学部臨床講義棟大講堂 (札幌市北区北 15 条西 7 丁目)
大会長 山口泰彦
連絡先 〒060-8586 札幌市北区北 13 条西 7 丁目
北海道大学病院高次口腔医療センター顎関節治療部門
準備委員長 小松孝雪 e-mail : komatsu@den.hokudai.ac.jp
TEL : 011-706-4856 FAX : 011-706-4856

なお、学術大会終了後 18:00 より、はるにれ食堂にて懇親会 (会費 2,000 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、2,000 円 (大学院生 1,000 円) です。参加費をお支払いの上、参加章をお受け取り下さい。
2. 口演および講演中の写真・ビデオ等の撮影は、著作権保護のため禁止しております。
3. 本学術大会は日本歯科医師会生涯研修認定となっておりますので、生涯研修カードをご持参の上、受付の専用ポストに投函して下さい。

■演者の皆様へ

1. 発表形式は、液晶プロジェクタの単写です。パソコンをご持参下さい。スクリーンセーバや節電機能は無効にしておいて下さい。
2. 事後抄録 (電子ファイルと印刷物) を当日受付へご提出下さい。
3. 口演は、発表 15 分、質疑応答 15 分です。発表終了 3 分前に青ランプ、終了時に赤ランプでお知らせします。次演者は所定の席でお待ち下さい。
4. 試写を次の時間帯に口演会場で行います。下記時間帯に進行席までパソコンを持参し、映像をご確認下さい。

演題 1~6 : 8 時 30 分~8 時 50 分

演題 7~11 : 12 時 25 分~12 時 40 分

日本顎口腔機能学会第 35 回学術大会プログラム

9:00~9:05 開会の辞 大会長 山口泰彦

9:05~10:05 一般口演Ⅰ 座長 三浦宏之(東医歯大院医歯 摂食機能保存学)

1. 部分床義歯の咬合接触の有無が咀嚼・嚥下に及ぼす影響

○土岐直子¹⁾, 坪井明人²⁾, 渡邊 誠²⁾, 佐々木啓一¹⁾

東北大学大学院歯学研究科 口腔システム補綴学分野¹⁾, 加齢歯科学分野²⁾

2. 食物物性および姿勢が嚥下運動に与える影響

○谷口裕重¹⁾, 井上 誠¹⁾, 山田好秋^{1,2)}

新潟大学大学院医歯学総合研究科 摂食・嚥下障害学分野¹⁾, 口腔生理学分野²⁾

休憩 10分

10:15~11:15 一般口演Ⅱ 座長 井上 誠(新潟大院医歯 摂食・嚥下障害学)

3. 上顎義歯の口蓋形態の違いが発語機能に及ぼす影響

○安藤智宏, 秀島雅之, 犬飼周佑, 佐藤雅之, 西山 暁, 酒井哲史, 松浦 博*

東京医科歯科大学大学院医歯学総合研究科摂食機能構築学分野,

株式会社東芝研究開発センター*

4. 歯列上咬合力と顎顔面形態の関連について

○遠藤 豊, 佐藤智昭, 服部佳功, 久松弘幸, 渡邊 誠

東北大学大学院歯学研究科加齢歯科学分野

休憩 10分

11:25~12:25 一般口演Ⅲ 座長 山崎要一(鹿児島大院医歯 口腔小児発達学)

5. 歯牙滑走運動経路の機能印象を用いた咬合器シミュレータの自動調整

○丸山智章*, 中村康雄**, 林 豊彦***, 風間龍之輔***, 加藤一誠***

新潟大学大学院自然科学研究科*, 新潟大学工学部福祉人間工学科**,

松本歯科大学総合歯科医学研究所***

6. 自律顎運動シミュレータ JSN/2B における咬頭嵌合位の自動設定

○小島正樹¹⁾, 林 豊彦^{1,2)}, 中村康雄²⁾, 中嶋新一³⁾, 小林 博⁴⁾, 山田好秋⁴⁾

新潟大学大学院自然科学研究科¹⁾, 新潟大学工学部福祉人間工学科²⁾

新潟工科大学機械制御工学科³⁾, 新潟大学大学院医歯学総合研究科⁴⁾

12:25~13:40 理事会 (1F 第3講堂)・昼休み

13:40~14:40 特別講演 座長 山口泰彦 (北大病・高次顎関節)

「近赤外分光法を用いた筋組織酸素動態の計測」
山本克之先生 (北海道大学大学院情報科学研究科 生命人間情報科学専攻 教授)

休憩 10分

14:50~15:50 一般口演Ⅳ 座長 宮脇正一 (鹿児島大院医歯 顎顔面育成学)

7. 運動経路のパターンと側方咬合位の咬合接触部位の発現率との関係
○志賀 博, 小林義典, 大内真吾, 水内一恵, 荒川一郎, 横山正起
日本歯科大学歯学部歯科補綴学第1講座

8. 咀嚼運動経路の変動に関する研究
○村上任尚, 服部佳功, 岩松正明, 渡邊 誠
東北大学大学院歯学研究科口腔機能形態学講座加齢歯科学分野

休憩 10分

16:00~17:30 一般口演Ⅴ 座長 服部佳功 (東北大院歯 加齢歯科学)

9. 運動点と中耳機能の関係からみた耳鳴併発顎関節症の特徴
佐藤 扇, ○松本敏彦, 小林久純, 竹村雅宏
日本大学松戸歯学部顎咬合機能治療学講座

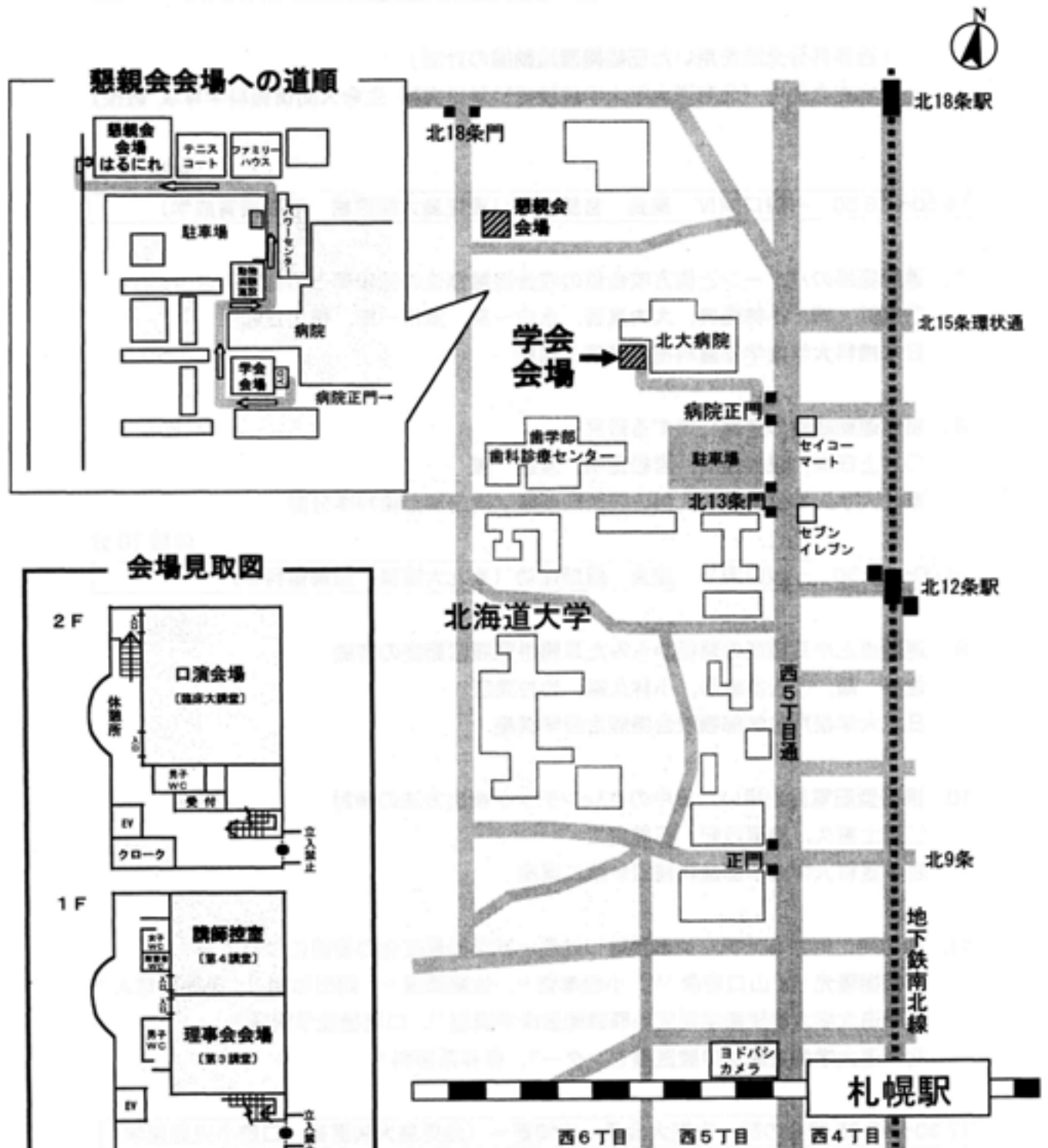
10. 携帯型筋電計を用いた日中のクレンチング検出方法の検討
○郷土恵久, 藤澤政紀, 石橋寛二
岩手医科大学歯学部歯科補綴学第二講座

11. 咀嚼筋に対するスプリント装着の効果—筋活動量変化の要因について—
○松樹隆光¹⁾, 山口泰彦^{1,3)}, 小松孝雪²⁾, 佐藤華織⁴⁾, 岡田和樹³⁾, 後藤田章人¹⁾
北海道大学大学院歯学研究科顎機能医療学講座¹⁾, 口腔機能学講座²⁾
北海道大学病院高次口腔医療センター³⁾, 保存系歯科⁴⁾

17:30~17:35 閉会の辞 次期大会長 山崎要一 (鹿児島大院医歯 口腔小児発達学)

18:00~ 懇親会 はるにれ食堂

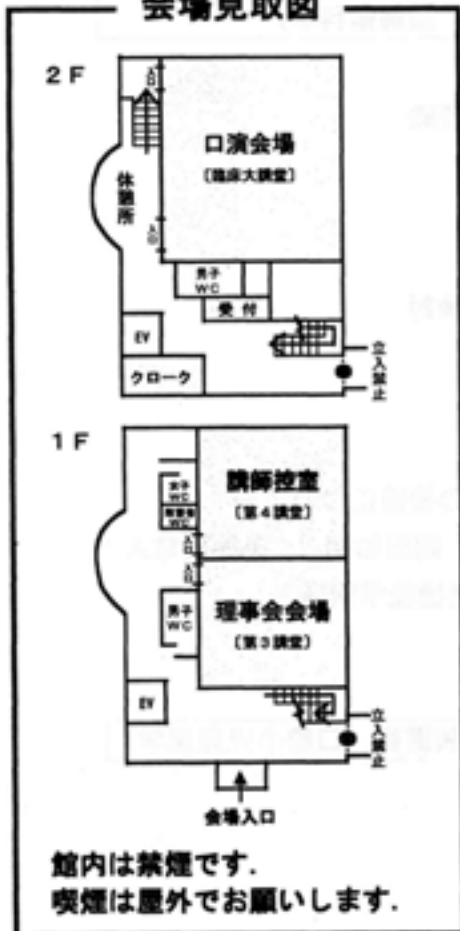
会場のご案内



懇親会会場への道順



会場見取図



札幌駅から学会会場までの交通

- ・地下鉄南北線北12条駅で下車。徒歩約8分
- ・タクシー（所要時間約5分）

近赤外分光法を用いた筋組織酸素動態の計測

Measurement of Dynamic Change in Muscle Oxygenation Using Near

Infrared Spectroscopy

山本 克之

Katsuyuki Yamamoto

Department of Information Science, Faculty of Science, Hokkaido University

1-7, Honcho, Sapporo, Hokkaido, Japan. E-mail: yamamoto@ipc.hokudai.ac.jp

特別講演

近赤外分光法を用いた 筋組織酸素動態の計測

山本 克之 教授

(北海道大学大学院情報科学研究科 生命人間情報科学専攻)

近赤外分光法を用いた筋組織酸素動態の計測

Measurement of Dynamic Change in Muscle Oxygenation Using Near-infrared Spectroscopy

山本 克之

Katsuyuki Yamamoto

北海道大学大学院情報科学研究科 生命人間情報科学専攻

Division of Bioengineering and Bioinformatics, Graduate School of Information Science and Technology, Hokkaido University

I. はじめに

1977年に Jöbsis が近赤外光を用いた筋組織酸素濃度計測の可能性を Science に報告したのを契機に、近赤外分光法(near-infrared spectroscopy, NIRS)による組織酸素濃度計測の研究が急速に進展した。

NIRS は、実時間性、簡便性に優れるため、脳活動のモニタリング、リハビリテーションにおける筋力回復診断、スポーツ科学や運動生理学への活用など、広範な応用が試みられている。しかし、理想的な均質系では原理的に計測可能なものの、実際には体表からの計測であるため、測定対象に至るまでの皮下組織の影響など、定量計測の観点からは問題も多い。

本講演では、NIRS の原理と問題点およびその解決法の一部を述べ、応用として筋代謝動態の計測、筋組織酸素濃度のイメージングについて、我々の研究を中心に紹介する。

II. NIRS の定量性と問題点

波長 600~1000 nm 程度の近赤外光は生体組織を比較的よく浸透する。NIRS では、体表の 1 点から近赤外光を入射し、数 cm 離れたところで組織からの後方散乱光(反射光)を検出し、分光学的手法で組織中の吸光物質(主に酸素化・脱酸素化ヘモグロビン)の濃度を推定する。反射法を使えるのは生体組織の光散乱が吸収に比べて顕著であることによる。光が透過困難な厚い組

織を対象に、後方散乱光を利用して深さ数 cm までの領域を測定可能になったことは大きな進展である。反面、散乱のため単純な分光法(Beer-Lambert 則に基づく)を適用できず、定量性を損なう大きな危険性もはらんでいる。

NIRS には、大別して 4 種の方法がある。いずれも複数波長で吸収係数 μ_a を測定し、分光法で濃度を決定する。連続光法(定常光を 1 点で検出)では吸収係数 μ_a の変化分のみを、空間分解法(定常光を複数点で検出し空間微分を利用)では μ_a の絶対値を、強度変調法(光強度を高速変調し受光強度を解析)と時間分解法(極短光パルスを照射し時間応答を解析)では μ_a と等価散乱係数 μ'_s の両者を同時に決定できる。しかし、いずれの方法も、均質な半無限媒質を仮定した場合の光拡散方程式(多重散乱系では、光の伝搬を拡散現象として扱える)の解に基づいており、方法により程度の差はあるものの、実組織の不均一構造(脳では頭蓋、筋では皮下脂肪層)に起因する誤差を避けられない。特に連続光法では、その影響が大である。

定量性を求める場合は何らかの補正が必須であり、我々は、連続光法を用いた筋組織計測を対象に、実測、ファントム実験、モンテカルロ・シミュレーションにより、皮下脂肪層の影響とその補正法について検討してきた¹⁾。

構造のみならず、何を測っているかという本質的疑問も避けて通ることはできない問題点である。組織中にはヘモグロビン、メラニン、シトクロムなどの吸光物質がある。その濃度分布

と NIRS での使用波長域から、脳などでは主にヘモグロビン (Hb) のみを捉えているとしてよいが、筋ではミオグロビン (Mb) がある。従来、Mb の影響は少ないとされてきたが、最近の MR-spectroscopy との比較研究から、Mb の飽和度低下が NIRS 測定値に強く反映されているとの説が支配的である³⁾。Hb と Mb の吸光スペクトルが酷似するため両者の分離は困難であり、また両者の O₂ 解離曲線から、酸素分圧の増減により両者の NIRS 測定値への寄与率は大きく変わるものと推測される。さらに、実際には動脈から静脈へ、また血管床からミトコンドリアへと Hb、Mb 飽和度が次第に低下しながら空間的に分布しているはずである。これらをまるごと測定しているのが NIRS である。

このように、NIRS では何を測っているか判然としない点はあるものの、Hb、Mb ともにミトコンドリアへの酸素供給源である。両者の酸素化の程度を総量として捉えており、組織の酸素需給動態を評価するには最適な指標ともいえる。Hb と Mb のヘムタンパク数に違い (4:1) があるが、分子吸光係数とヘム数は厳密に対応しており、ヘムの総量 (Hb 換算) を測定している時点で定量性は原理的に何ら損なわれない。

III. 筋組織酸素動態の計測

1. 運動負荷と筋組織酸素濃度変化

NIRS は、簡便性、実時間性、連続測定の点で、PET、f-MRI も追跡不可能な優れた手法といえる。高強度の運動では酸素濃度は収縮と同時に急速に低下し、15~20 秒程度で嫌気性代謝に至るなど、筋収縮に伴う酸素濃度変化を時々刻々測定できる。また、負荷後の酸素濃度回復速度は酸素供給能のひとつの指標となる。

応用として、筋への酸素供給能力をノルディック複合の一流選手と一般成人で比較したところ、運動終了後の酸素濃度回復速度は、一流選手では一般成人より 1.8 倍も速い結果となった³⁾。また、高地トレーニング (標高約 3000 m) では、負荷終了時の回復速度がトレーニング開始後 6 日で 16%、11 日で 20% 増加した。

2. 局所筋酸素消費量と血流量

NIRS では、カフを用いて動脈あるいは静脈阻血を行い、四肢の筋酸素消費量や組織血流量を測定できる。しかも、局所的な測定が可能である。負荷が 70%MVC 以上なら筋収縮のみで阻血が生じ、収縮時の酸素消費量 (安静時より 1 桁大) をカフなしでほぼ瞬時に測定することも可能である。

3. イメージングによる時空間解析

運動時の筋組織酸素濃度の時空間解析を目的として、光プローブを大腿部に多数配置した画像化も試みている⁴⁾。空間分解法に基づく画像化装置も試作しており、この装置では μ_a の絶対値から、組織酸素飽和度を算出することができる。プローブのサイズが大きくなり、画像は粗いが、飽和度分布の画像化は筋代謝を評価する上で有用な手法と考えている。

IV. おわりに

NIRS 測定には多くの要素が絡んでおり、原理と誤差要因を十分理解した上で用いることが肝要である。実時間性、非侵襲性、簡便性と三拍子そろった代謝モニタは他に存在せず、測定・評価法の標準化を図ることで、基礎、臨床の多くの分野に、さらなる活用を期待したい。

V. 文献

- 1) Niwayama M, Lin L, Shao J, Kudo N, and Yamamoto K: Quantitative measurement of muscle hemoglobin oxygenation using near-infrared spectroscopy with correction for the influence of a subcutaneous fat layer. *Rev Sci Instr* 71: 4571-4575, 2000
- 2) Tran T-K, Sailasuta N, Kreutzer U, Hurd R, Chung Y, Mole P, Kuno S, and Jue T: Comparative analysis of NMR and NIRS measurements of intracellular Po₂ in human skeletal muscle. *Am J Physiol* 276: R1682-R1690, 1999
- 3) 山本克之: 皮下脂肪層を考慮した近赤外分光法の利用と今後の展開. *体育の科学* 51: 518-521, 2001
- 4) Niwayama M, Yamamoto K, Kohata D, Hirai K, Kudo N, Hamaoka T, Kime R, Katsumura T: A 200-channel imaging system of muscle oxygenation using CW near-infrared spectroscopy. *IEICE Trans* E85-D: 115-123, 2002.

前が味気なく、吹合装束の仕度や髪型・着方に気をつけよう。

The effects of occlusal contact on temporomandibular joint

muscle activity efficiency and swallowing threshold

佐藤 隆夫、佐藤 隆夫、佐藤 隆夫

Journal of Dental Research, 70(10): 1998-2002, 1991

Journal of Dental Research, 70(10): 1998-2002, 1991

Journal of Dental Research, 70(10): 1998-2002, 1991

Journal of Dental Research, 70(10): 1998-2002, 1991

一般口演

一般口演は、大会の重要な部分であり、多くの研究者が参加して発表を行う。発表の内容は、最新の研究成果や臨床経験に基づいており、聴衆に最新の知見を提供する機会となる。発表者は、自分の研究内容を簡潔かつ明確に説明し、質疑応答にも積極的に参加することが求められる。

発表の準備は、発表内容の整理とスライドの作成から始まる。発表時間は限られているため、重要なポイントだけを簡潔に伝えることが大切である。また、発表当日は、会場での挨拶や聴衆との交流も重要な要素となる。発表後は、他の研究者と交流し、今後の研究の方向性について話し合う機会もある。

発表の成功には、事前の練習が不可欠である。練習を通じて、発表の流れを確認し、緊張を和らげることが出来る。また、発表当日は、会場での雰囲気や聴衆の反応にも注意を払う必要がある。発表後は、他の研究者と交流し、今後の研究の方向性について話し合う機会もある。

発表の成功には、事前の練習が不可欠である。練習を通じて、発表の流れを確認し、緊張を和らげることが出来る。また、発表当日は、会場での雰囲気や聴衆の反応にも注意を払う必要がある。発表後は、他の研究者と交流し、今後の研究の方向性について話し合う機会もある。

発表の成功には、事前の練習が不可欠である。練習を通じて、発表の流れを確認し、緊張を和らげることが出来る。また、発表当日は、会場での雰囲気や聴衆の反応にも注意を払う必要がある。発表後は、他の研究者と交流し、今後の研究の方向性について話し合う機会もある。

発表の成功には、事前の練習が不可欠である。練習を通じて、発表の流れを確認し、緊張を和らげることが出来る。また、発表当日は、会場での雰囲気や聴衆の反応にも注意を払う必要がある。発表後は、他の研究者と交流し、今後の研究の方向性について話し合う機会もある。

発表の成功には、事前の練習が不可欠である。練習を通じて、発表の流れを確認し、緊張を和らげることが出来る。また、発表当日は、会場での雰囲気や聴衆の反応にも注意を払う必要がある。発表後は、他の研究者と交流し、今後の研究の方向性について話し合う機会もある。

発表の成功には、事前の練習が不可欠である。練習を通じて、発表の流れを確認し、緊張を和らげることが出来る。また、発表当日は、会場での雰囲気や聴衆の反応にも注意を払う必要がある。発表後は、他の研究者と交流し、今後の研究の方向性について話し合う機会もある。

部分床義歯の咬合接触の有無が咀嚼・嚥下に及ぼす影響

The effects of occlusal contact on removable partial denture on masticatory efficiency and swallowing thresholds

○土岐直子¹⁾, 坪井明人²⁾, 渡邊誠²⁾, 佐々木啓一¹⁾

○Toki Naoko¹⁾, Tsuboi Akito²⁾, Watanabe Makoto²⁾, Sasaki Keiichi¹⁾

東北大学大学院歯学研究科¹⁾ 口腔システム補綴学分野, ²⁾ 加齢歯科学分野

Tohoku University Graduate School of Dentistry¹⁾ Division of Advanced Prosthetic Dentistry,

²⁾ Division of Aging and Geriatric Dentistry

I. 目的

これまでの遊離端欠損者における可撤性部分床義歯 (RPD) の治療効果に関する報告は, 食物の咬断・粉碎に主眼をおいた咀嚼能率に関係するものが多くを占めている。しかし RPD の装着は, 人工歯咬合面上で行われる粉碎に加え, 義歯床が欠損部のスペースを補填し, 咀嚼・嚥下機能を円滑に遂行できるよう補助している可能性が考えられる。そのような RPD の装着効果を適切に評価するためには, 粉碎・咀嚼のみでなく, その後に続く混和や食塊形成, 咽頭への送り込みの過程をも反映できる指標を用いることが望まれる。

食物の粉碎が人工歯咬合面上で行われるのは自明であり, 仮に RPD が食物の粉碎のみに寄与しているのであれば, 人工歯の咬合接触を削除した RPD は咀嚼・嚥下機能において有用ではないということになる。しかし前述したように RPD に粉碎以外の役割があるとすれば, 咬合接触がなくともその装着は咀嚼・嚥下を補助すると考えられる。

そこで本研究は, 人工歯を有する通常使用されている形態の義歯と, それと同一形態で人工歯の咬合面のみを削除し, 対合歯との間に垂直的間隙を有する義歯 (実験用 RPD) の二つを用いて比較検討することで, 部分床義歯における人工歯咬合接触の役割と, それ以外の義歯床などの RPD 構成要素が咀嚼・嚥下機能にどのような影響を及ぼすのかを明らかにすることを目的とする。

II. 方法

健常有歯顎者 15 名 (24-30 歳, 平均年齢 26.4 歳) と下顎片側臼歯部遊離端欠損者 6 名 (55-71 歳, 平均年齢 62.3 歳, 6 7 欠損者 4 名, 5 6 7 欠損者 2 名) にビーナッツ 3g を以下の規定回数でランダムに, 片側ずつ咀嚼させた。①5 回咀嚼, ②10 回咀嚼, ③20 回咀嚼, ④自発的嚥下が起きる直前まで咀嚼, ⑤食品摂取から自発的な嚥下が終了するまで。

①から④の吐き出した粒子の粒度分布を 4 種類 (5.5, 10, 20, 40mesh) の篩を用いて篩分法にて分析した。同時に, 両側咬筋と右側顎二腹筋の表面筋電図を導出し, その EMG 記録から, 咀嚼開始から初回嚥下にいたるまでの咀嚼時間と咀嚼回数, サイクル時間, 嚥下回数ならびにクリーニング時間¹⁾ (咀嚼終了から最終嚥下終了までの期間) を測定した。遊離端欠損者では通常使用している RPD 装着時とそれと同形態で咬合面を削除し, 対合歯との垂直的間隙を 2 mm に調整した実験用 RPD の装着時, RPD 非装着時の 3 条件について測定した。

統計解析には, 健常有歯顎者と遊離端欠損者との比較には one-way ANOVA を用い, 多重比較には Turkey's test を, 遊離端欠損者間の比較には one-way Repeated measures ANOVA, 多重比較には Bonferroni を用いた。粒度分布の比較には χ^2 乗検定を用いた。すべての検定において有意水準は $p=0.05$ とした。

III. 結果及び考察

1. 健常有歯顎者と遊離端欠損者との比較

咀嚼時間は、遊離端欠損者の3条件各咀嚼側で各々健常有歯顎者よりも時間の延長が認められた。咀嚼回数は遊離端欠損者の3条件各欠損側で健常有歯顎者と比較し、有意に増加した。クリーニング時間は、遊離端欠損者のRPD非装着欠損側で健常有歯顎者に比べ有意に延長した。サイクル時間と嚥下回数は、健常有歯顎者と遊離端欠損者で有意な差は認められなかった。

咀嚼回数に伴う咀嚼粒子の累積篩上%の変化を健常有歯顎者と遊離端欠損者の各条件咀嚼側ごとに求めた。図1に健常有歯顎者の、図2に遊離端欠損者の3条件各咀嚼側での嚥下までの咀嚼回数と累積篩上%の関係を示す。嚥下直前の咀嚼粒子の40mesh累積篩上%はいずれも40%前後で一定しており、粒度分布も健常有歯顎者と遊離端欠損者の3条件各咀嚼側とも有意な差は認められなかった。

2. 遊離端欠損者間の比較

咀嚼時間と咀嚼回数は、欠損側咀嚼においてRPD非装着時と比べ、咬合接触の有無に関わらずRPDの装着により有意に減少した。RPD装着時欠損側のサイクル時間は非装着時欠損側と比較し、有意に延長した。また、クリーニング時間と嚥下回数にはRPDの装着による有意差は認められなかった。

以上より、口腔内の欠損状態に関わらず、咀嚼粒子の嚥下時の粒度分布はほぼ一定であることが明らかとなった。遊離端欠損が存在すると咀嚼効率は低下し、嚥下に適した粒度分布にいたるまで、咀嚼時間ならびに咀嚼回数を増加させることで、咀嚼の進行の遅れを代償することが推察される。

人工歯を有するRPDの装着は、サイクル時間を延長させることから、人工歯の存在により、咬合面上での咀嚼が遂行されるため、舌や頬粘膜による咬合面上への食塊移送や、粉碎・混和のための時間が増加しているものと推察される。一方、咬合接触の有無に関わらず、RPDの装着によって咀嚼時間と咀嚼回数は有意に減少することから、RPDの装着は粉碎のみでなく、失われた歯槽弓、歯槽形態を回復することにより、食塊移送や混和などが効率的に行うことができるようになるかと推察される。すなわち、RPDにおける義歯床も咀嚼・嚥下機能の回復に重要な役割を果たしている可能性が示唆された。

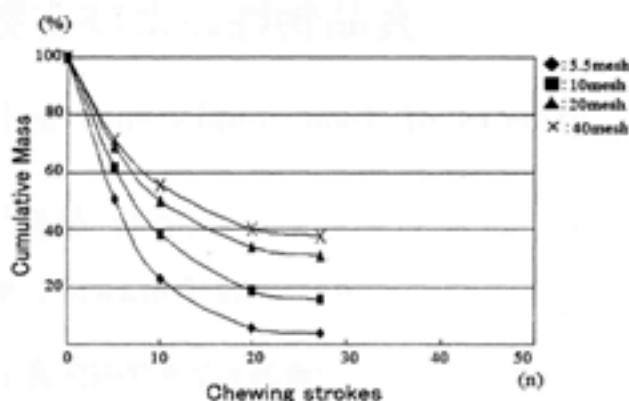


図1 健常有歯顎者における嚥下までの咀嚼回数と累積篩上%との関係

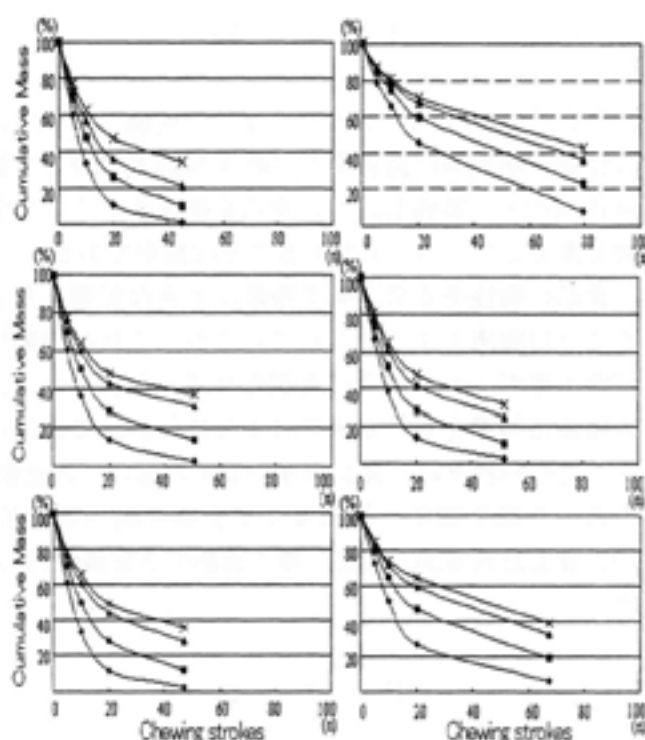


図2 遊離端欠損者における嚥下までの咀嚼回数と累積篩上%との関係 (左:健側, 右:欠損側)
 上段: RPD非装着時
 中段: RPD装着時
 下段: 実験用RPD装着時

IV. 文献

- 1) Tang, L., Lund, J.P., Tache, R., Clokie, C.M.L., Feine, J.S.: Within-Subject comparisons of mandibular long-bar and hybrid implant-supported prosthesis: evaluation of masticatory function. *J Dent Res.* 78: 1544-1553, 1999

食品物性および姿勢が嚥下運動に与える影響

Effects of food consistency and posture on swallowing function in man

○谷口 裕重¹, 井上 誠¹, 山田 好秋^{1,2}

Hiroshige Taniguchi¹, Makoto Inoue¹, Yoshiaki Yamada^{1,2}

¹新潟大学大学院医歯学総合研究科・摂食・嚥下障害学分野

²新潟大学大学院医歯学総合研究科・口腔生理学分野

¹Div. Dysphagia Rehabil. and ²Div. Oral Physiol., Niigata Univ. Grad. Sch. Med. Dent. Scis.

I. 目 的

摂食・嚥下リハビリテーションの現場において、口腔期や咽頭期に障害をもつ嚥下困難者に対して飲み込みやすく誤嚥しにくい食品を提供することや姿勢を変えるなどの工夫をすることは重要である。

食品の物性や姿勢が嚥下機能に大きな影響を与えることは临床上よく知られているが、これらの違いが嚥下機能にどのように変調を及ぼすかについて、舌機能に照準を当てた研究は十分に行われていない。そこで今回我々は、食品物性や姿勢の違いが舌運動を含めた嚥下機能全体に与える影響を調べる目的で舌骨上筋筋電図、舌圧、嚥下造影の各記録を行った。

II. 方 法

1. 被験者

被験者には、全身と咀嚼系に臨床的な異常を認めない健康成人11人（男性8人、女性3人；24±3.6歳）を選択した。本研究は新潟大学歯学部倫理委員会の承認の得た上で行われた。研究内容については、予め被験者に研究の主旨および内容の説明を行い、同意が得られた場合にのみ施行した。

2. 試験試料

試験試料として水、シロップ（Knott's blueberry syrup）、寒天（0.8%wt/vol, 1.5%wt/vol）を用意し、それぞれに造影剤として硫酸バリウム（40%wt/vol）を添加した。

3. 記録

生体信号として、舌骨上筋筋電図（EMG）、口蓋に対する舌前方接触圧（AT）と舌後方接触圧（PT）、ならびに嚥下に伴う甲状軟骨の運動を記録した。EMG用表面電極は、左側顎二腹筋前腹相当部に電極間距離20mmとなるよう貼付された。AT、PT用センサは、それぞれ口蓋の切歯乳頭部、口蓋小窩を結ぶ線と口蓋縫線の交点に貼付された。甲状軟骨の運動記録のためのパルストランスデューサは、ゴムバンドを使って甲状軟骨部に取り付けられた。

また、これと並行して、嚥下造影検査を行った。

4. 記録方法

被験者には90度座位をとらせ、指示嚥下を行わせた。4種類の各試験試料について、2回ずつランダムに行い、各試料ごとに1分間のインターバルを挟み計8回行った。

次に、30度仰臥位となるように座椅子を倒し、頭部前屈にてFH平面の角度を床と平行になるようにし、同様の手技により0.8%寒天を2回嚥下してもらった。

5. 解析

条件の違いによる嚥下動態の変化を調べるために、EMG、AT、PTの最大値および積分値、EMG開始時を基準点とした時の、開始時、最大値時、終了時の時刻を計測した。また、VFにより嚥下の口腔相、咽頭相を決定した後、嚥下時間（嚥下開始から咽頭相終了まで）、口腔移送時間、咽頭移送時間、クリアランスタイム、口蓋垂通過時間、食道入口部通過時間などの食塊通過時間を計測した。

III. 結果および考察

1. EMG, AT, PT記録

1) 最大値, 積分値

食物の硬さや付着性が増すにつれEMG, AT, PT共に増加した。また、粘性が高くなると、とくにPT最大値の著大な増加が見られた。

被験者の体位30度時の各値を90度時と比べたところ、EMGでは差が認められなかったが、AT, PTでは共に90度に比べて減少する傾向がみられた。

2) 活動パターンおよび活動持続時間

EMG開始時を基準点とした時のAT, PTの開始時、ピーク時は食物の硬さや付着性が増すにつれ遅延し、活動時間は延長する傾向がみられた。

体位90度時では、EMG開始時を基準点とした時のPT開始時、ピーク時が30度時と比べて遅延する傾向がみられた。

過去の報告¹⁾では、食物の量が増すと舌による食塊の送り込みにかかる負荷が増大すると言われている。今回は、それに加えて食物の硬さ、付着性、粘性が増すと、舌による食塊の送り込みにかかる負荷が増大すること、被験者の姿勢30度では90度と比較して口腔内での重力を利用した食塊の移送が加えられることによる舌運動への負荷の減少が見られることが示唆された。

2. VF記録

食物の硬さや付着性の違いが嚥下時間、ことに随意相である口腔相時間に大きな影響を与えた。食物の硬さや付着性が増すと、舌運動を主とした食塊の咽頭部への送り込みにかかる負荷の増大に起因すると考えられる。

食塊移送時間の比較では、クリアランスタイム、口蓋垂通過時間、食道入口部通過時間は、試料の硬さや付着性が増すにつれ減少する傾向がみられた。しかしながら、シロップと水を比較した時、咽頭通過時間(先端)、クリアランスタイム、口蓋垂通過時間、食道入口部通過時間の延長がみられた。食塊がもつ粘性が食塊の移送時間に影響を与えることが強く示唆されたこれらの結果は、過去の報告²⁾と一致した。

被験者の姿勢30度では、90度と比較して口腔移送時間を除いた他の嚥下時間全てで、増加する傾向がみられた。EMGや舌圧などの結果からは、姿勢を倒すことにより、舌機能に対する負担の軽減が示唆され

たが、一方で食塊の通過時間が延長することによる喉頭侵入や誤嚥の危険性についての検討は、慎重に行う必要があると思われる。

3. EMG, AT, PTに対するVF記録の対比

水、0.8%寒天、シロップにおいてはEMG, AT, PT記録とVF記録との間で、1) PT開始時と食塊先端口蓋垂通過時、2) PT最大値時と食塊後端口蓋垂通過時、3) EMG終了時と食塊後端食道入口部通過時の時刻が同期していた。しかしながら、1.5%寒天では被験者間でのばらつきがあった。さらに1.5%寒天嚥下に困難感を訴える被験者が見られた。同期する嚥下パターンをとらなかったことは、食塊を送り込むための生体の運動機能に反した食塊の流れが生じていることを示唆しており、同期が得られないことのエラーが食塊の予期しない流れ(喉頭侵入や誤嚥など)を生む可能性がある。

IV. 結 論

試験試料の硬さ、付着性、粘性および姿勢の違いに応じて舌圧、筋電図、食塊の移送時間に変化がみられたが、その変調様式は互いに異なるものであった。食品物性および姿勢が円滑な嚥下の遂行に深く関与することが示唆された。

V. 参考文献

- 1) Dantas RO, Lang IM et al: Effect of swallowed bolus variables on oral pharyngeal phases of swallowing. *Am. J. Physiol.* 258: G675-G681, 1990.
- 2) Cook IJ, Hogan WJ et al: Timing of videofluoroscopic, manometric events, and bolus transit during the oral and pharyngeal phases of swallowing. *Dysphagia.* 4: 8-15, 1989.

上顎義歯の口蓋形態の違いが発語機能に及ぼす影響

Influence of palatal forms on phonetic function

○安藤智宏, 秀島雅之, 犬飼周佑, 佐藤雅之, 西山 暁, 酒井哲史, 松浦 博*
Tomohiro Ando, Masayuki Hideshima, Syusuke Inukai, Masayuki Sato,
Akira Nishiyama, Tetsushi Sakai, Hiroshi Matsuura*

東京医科歯科大学大学院医歯学総合研究科摂食機能構築学分野

*株式会社東芝研究開発センター

Removable Prosthodontics, Department of Masticatory Function Rehabilitation, Division of
Oral Health Sciences, Graduate School, Tokyo Medical and Dental University

*Corporate Research & Development Center, TOSHIBA Corporation

I. 目的

発音は重要な口腔機能の1つで、義歯の装着により調音などの影響を受けやすいことが知られている。特に上顎義歯の口蓋前方部の形態はS状隆起とも呼ばれ、発音との関係が深いとされている¹⁾。

そこで、S状隆起の形態と発音との関係を知るために演者らの開発したチェアサイドで評価可能な音声認識システム^{2,3)}を用いて、上顎義歯の口蓋前方部の形態を変化させた際のS音の音声認識結果の違いについて分析した。

II. 方法

1. 被験者

被験者として本学歯学部付属病院義歯外来にて上顎全部床義歯を製作し、顎口腔系に特に異常を認めず、自覚的および他覚的に発音障害を認めない5名(男性1名, 女性4名, 年齢49~72歳, 平均63.6歳)を選択した。

2. 実験用義歯

実験用義歯は被験者が使用中の上顎全部床義歯の複製とし、S状隆起部のみ可撤式にしてマグネットで固定を図った。S状隆起部は中切歯口蓋側歯頸部からの棚状部分の距離が0, 2, 4, 6mmの4種類の口蓋板を即時重合レジンにて作製した(図1)。

3. 被験語と発音条件

被験音として口蓋前方部を調音点とする[シ]を選択し、この被験音を第二音節に有する“石川(イシカワ)”を被験語に設定した。測定時には、被験者に日常会話と同じ声の速さと大きさで、第二音節にアクセントがくるように指示した。

4. 測定および分析方法

口蓋板の装着順序はランダムとし、各口蓋板ごとに“イシカワ”を5回ずつ発音させた。測定は発音時の音声を音声認識プログラム(東芝メディカル社製)にて音響分析し、幾何学的なパターン認識法を用いて音声セグメントと呼ばれる2文字の符号に変換されるため、その出力結果を分析、評価した³⁾。音声認識プログラムより[シ]と正しく認識された音声セグメントラベル\$\$, SS, \$Iを適正ラベル、それ以外を不適正ラベルとして、S状隆起部を変化させた時の各ラベル出現率の違いを比較検討した(図2)。統計には繰り返しのある一元分散分析を用い、Tukey法による多重比較を行った。

III. 結果および考察

各口蓋板装着時の適正ラベル出現率を図3に示す。2, 4mmの口蓋板では、適正ラベル出現率は80%を越えたのに対し、0, 6mmの口蓋板では50%前後となり、0, 6mmに比べ有意に大きな値を示した。このことよ

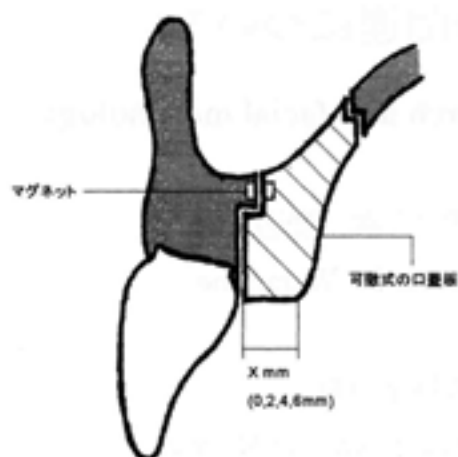


図1 実験用義歯横断面

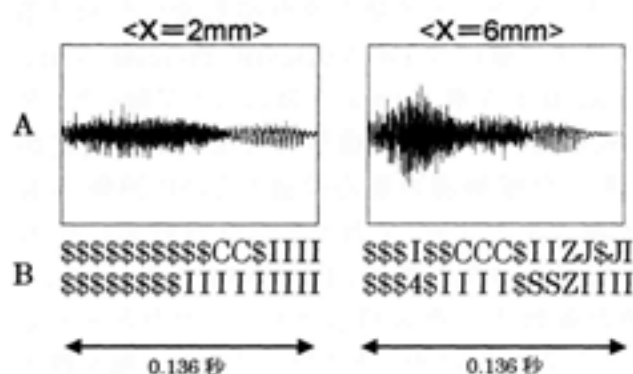


図2 [シ] 発音時の音声波形とその認識結果の一例

(A: 音声の原波形,
B: 縦に表記した音声セグメントラベル)

り口蓋の中切歯歯頭部からの棚状部分には適正な距離が存在し、ある範囲内の距離では[シ]音を正しく発音できると推察された。

次に各口蓋板の不適正ラベルの個々の出現率を調べ、何の音に認識されたかを比較した(図4)。0mmでは[ヒ]のラベルの出現率が高く、6mmでは[チ]、[ジ]のラベルの出現率が高かった。これは口蓋の中切歯歯頭部付近の棚の距離が短いと[シ]発音時に必要な声道の狭めが十分行えず、息漏れが生じて[ヒ]と認識されたためと推察された。一方、距離が長いと舌が口蓋部に接触しやすく、十分呼気が抜けずに[チ]、[ジ]に認識されたと推察された。

以上より上顎前歯部欠損における有床義歯の製作

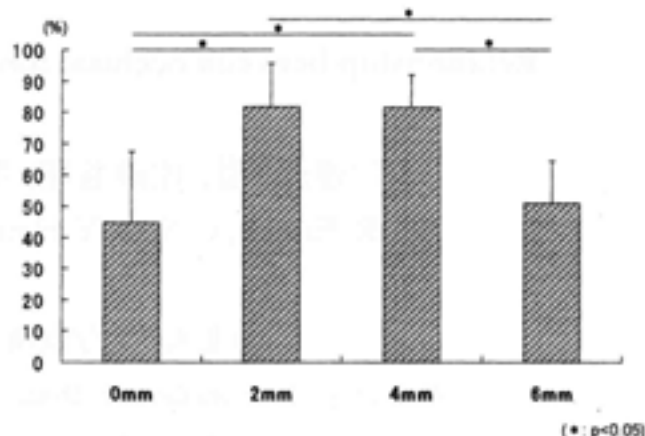


図3 適正ラベル出現率

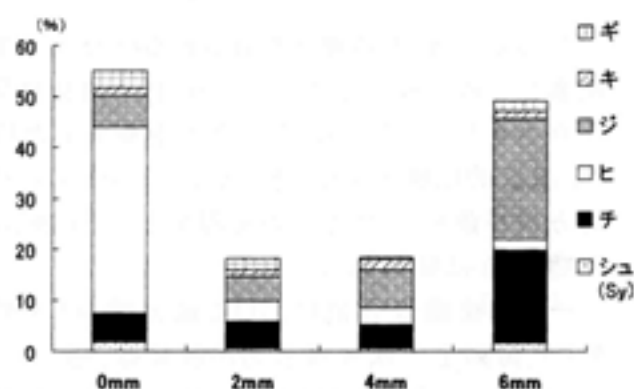


図4 不適正ラベルの出現率内訳

に際しては、発音機能時に支障の少ない適正なS状隆起の形態を付与する必要性のあることが示唆された。

IV. 参考文献

- 1) 杉木 進, 山縣健佑, 樋口貴大ほか: 無歯顎者の「サ」, 「シ」発音時のパラトグラムの画像解析, 補綴誌, 45: 257-270, 2001.
- 2) 秀島雅之, 大山喬史, 松浦 博ほか: チェアサイドで補綴治療時の発語機能評価が可能な音声認識装置の開発, 補綴誌, 47・第110回特別号: 56, 2003.
- 3) 松浦 博, 秀島雅之, 安藤智宏ほか: チェアサイドで使用可能な発語評価のための音声認識の開発, 情報処理学会論文誌, 46: 1165-1175, 2005.

歯列上咬合力と顎顔面形態の関連について

Relationship between occlusal force in dental arch and facial morphology.

○遠藤 豊, 佐藤智昭, 服部佳功, 久松弘幸, 渡辺 誠
R. Endoh, C. Sato, Y. Hattori, H. Hisamatsu, M. Watanabe

東北大学大学院歯学研究科加齢歯科学分野

*Division of Aging and Geriatric Dentistry, Department of Oral Function & Morphology,
Tohoku University Graduate School of Dentistry*

I. 目的

顎顔面形態の特徴と発揮される咬合力の間に関連を認めた報告は多い。しかし上下顎歯列間に介在させたロードセルで咬合力を測定した研究で、恣意的に規定されてきた咬合力の作用点や作用方向が歯列上咬合力の実際を正しく反映したものであるかは疑わしい。

一方、咬頭嵌合位における最大噛みしめ時に生じた歯列上三次元咬合力の解析は、感圧フィルムを応用した咬合力測定法と、歯列模型の形状測定を併用することで、既に実現されている¹⁾。さらにレンチの方法の応用により、歯列上咬合力の合力が算出可能である²⁾。

そこで本研究では、これらを正常有歯顎者に応用し、随意的最大噛みしめ時の咬合力の合力を測定するとともに、側方頭部 X 線規格写真に基づいて顎顔面形態の特徴を解析し、咬合力合力の大きさ、作用部位、作用方向と顎顔面形態の関連を検討した。

II. 方法

被験者には、顎口腔系に機能異常とその既往がないこと、矯正治療の経験がないこと、第三大臼歯以外に歯の欠損がないこと、咬合面や切縁に修復・充填物がないこと、叢生や歯の転位・捻転等が存在しないか、きわめて軽度であることを基準に選択した男性 30 名 (19.2±0.8 歳) を用いた。

被験者に随意的最大噛みしめを行わせ、下顎

歯列上に分布する多数の咬合接触面に作用する咬合力を、感圧フィルム (Dental Prescale 50H、type R、富士写真フィルム社製) により記録した。次に、被験者の下顎歯列模型の三次元形状測定から、各咬合接触面の重心位置ならびに回帰平面の法線方向を求め、それぞれ咬合接触面に作用する咬合力の作用部位、作用方向とした¹⁾。こうして得た歯列上三次元咬合力にレンチの方法を応用し、合力の作用線である咬合力レンチ軸を得た²⁾。

さらに、被験者の側方頭部 X 線規格写真の透写図上に算出した咬合力レンチ軸と歯科矯正学的計測点を設定し、合力の大きさ、作用方向と各種計測値の相関を求めた。また咬合力レンチ軸と種々の基準平面 (SN 平面、FH 平面、口蓋平面、下顎下縁平面) のなす角度や、各基準平面と咬合力レンチ軸の交点と計測点 (N、Or、ANS、Me) との距離を計測した。なお、本研究における咬合平面は下顎切歯点 (L1) と下顎第二大臼歯遠心頰側咬頭頂 (L7) を結んだ補綴学的咬合平面を用いた。

III. 結果および考察

1. 咬合力合力の大きさと顎顔面形態

咬合力合力の大きさは平均 690.7 ± 235.8 N で、Pog'-Go ($r=0.519$)、Ramus plane to SN ($r=0.421$)、L1-L7 ($r=0.378$) と有意な正の相関を、また gonial angle ($r=-0.512$) とは有意な負の相関を示した。

2. 咬合力合力の作用方向と顎顔面形態

咬合力レンチ軸は咬合平面に対して平均 83.1 ± 7.2 度の傾きをもち、Mandibular plane to SN ($r=0.473$)、FH to SN ($r=0.439$)、Prosthetic occlusal plane to SN ($r=0.418$)と有意な正の相関を、また A'-Ptm' ($r=-0.531$)、N-Pog to SN ($r=-0.485$)、SNA ($r=-0.467$)、N-ANS ($r=-0.438$)、SNB ($r=-0.425$)、Gn-Cd ($r=-0.380$)、Pog'-Go ($r=-0.366$)と有意な負の相関を示した。以上は、顎顔面前方部の計測点がより前方に位置し、FH平面、咬合平面、下顎下縁平面が水平に近づくほど、咬合力合力が後下方から前上方への傾斜をもって作用することを示すものであった。

一方、咬合力レンチ軸と各基準平面のなす角は、下顎下縁平面、補綴学的咬合平面、口蓋平面、FH平面、SN平面の順に、つまり平面が上方に位置するほど、小さくなることが示された(表)。

3. 咬合力合力の作用部位と顎顔面形態

歯列上の咬合力レンチ軸は、切歯点より平均 30.9 ± 3.6mm 後方で咬合平面と交差し、その位置はおおむね下顎第一大臼歯遠心付近であった。

また咬合力レンチ軸は、Me点より平均 32.8 ± 8.1 mm 後方で下顎下縁平面と、ANS点より平均 30.1 ± 5.3 mm 後方で口蓋平面と、Or点より平均 3.3 ± 9.3 mm 後方で FH平面と、N点より平均 6.2 ± 13.7 mm 後方で SN平面と交差した。

透写図上の咬合力レンチ軸は、上下顎第一大臼歯間から頬骨歯槽隆線方向に向かって走行していると推察された。この部は、上顎洞や鼻腔など中空部分に富む上顎骨にあって、骨質がとりわけ厚いことが知られている。咬合力の合力がこの部を通過するという本研究の知見は、咬合力負担に関わる顎顔面形態の合目的性を示すものと推察された。

IV. 文献

- 1) 荻野友紀: 三次元咬合力の負担様式に関する研究, 東北大歯誌, 21:1-13, 2002.
- 2) 国枝武靖, 遠藤翠, 渡辺誠ほか: Wrenchを用いた歯列上咬合力の評価, 顎機能誌, 10: 92-93, 2003.

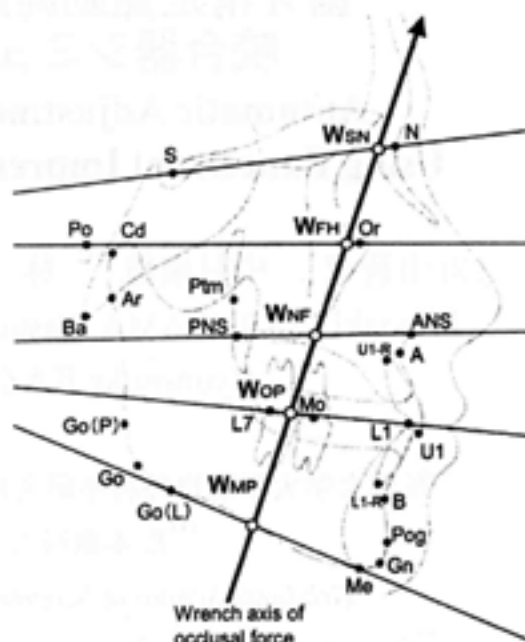


図. 本研究で用いた計測点

矢印は矢状面に投影した咬合力合力の作用線(咬合力レンチ軸)を示す。本研究で新たに設定した計測点である W_{SN}、W_{FH}、W_{NF}、W_{OP}、W_{MP} は、それぞれ咬合力レンチ軸と SN平面、FH平面、口蓋平面、咬合平面ならびに下顎下縁平面との交点を示す。

Angular Measurements (°)	Male, n=30	
	Mean	SD
Wrench to SN	65.6	6.8
Wrench to FH	73.6	7.5
Wrench to Nasal floor	74.9	6.5
Wrench to Mandibular plane	98.0	8.6
Liner Measurements (mm)		
N-WSN	6.20	13.72
Or-WFH	3.26	9.32
ANS-WNF	30.14	5.31
Me-WMP	32.79	8.09

表. 顎顔面頭蓋の基準平面に対する咬合力合力の作用方向と作用部位

歯牙滑走運動経路の機能印象を用いた 咬合器シミュレータの自動調整

Automatic Adjustment of a Virtual Articulator Using Functional Impression of Tooth-Glide Trajectory

○丸山智章*, 中村康雄**, 林 豊彦*[†], 風間龍之輔^{†††}, 加藤一誠^{†††}
Tomoaki MARUYAMA, Yasuo NAKAMURA, Toyohiko HAYASHI,
Ryunosuke KAZAMA, Kazumasa KATO

*新潟大学大学院自然科学研究科, **新潟大学工学部福祉人間工学科,

^{†††}松本歯科大学総合歯科医学研究所

^{*}Graduate School of Science and Technology, Niigata University,

^{**}Department of Biocybernetics, Faculty of Engineering, Niigata University,

^{†††}Institute of Oral Science, Matsumoto Dental University

I. 目 的

歯科補綴物の製作工程の単純化と製造品質の均一化を目的として、その設計・製作のCAD/CAM化が進められている。しかし、市販の歯科用CADシステムは、必ずしも詳細には咬合面設計ができないという問題が残っている。その解決のために我々は、簡単な操作でかつ咬合面の詳細設計ができる歯科用3次元CADシステム“Vocs-1B”の開発を進めている。そのために先行研究では、咬合器の数値シミュレーション(土田, 1999)¹⁾や上下歯列間の離開量を用いた咬合接触点の設計支援(丸山, 2004)²⁾などに取り組んできた。残る重要課題のひとつに、患者個人に合わせた咬合器の調整がある。

咬合面の設計には、咬頭嵌合位だけでなく、患者固有の歯牙滑走運動を考慮しなければならない。そこでVocs-1Bには、まず咬合器の数値シミュレーションで滑走運動を再現する機能を与えた¹⁾。しかし、咬合器の調節機構は平均値に設定されていた。残る課題は、患者固有の顎運動に合わせた調整機構の設定である。そこで本研究では、咬合器の調節機構を、前方滑走運動の機能印象を使って自動調節するVocs-1Bのサブシステムの開発を目的とする。

II. 方 法

Vocs-1B内蔵の咬合器シミュレータを用いれば、対合歯列の歯牙滑走運動を算出できる。この運動中

に歯列が存在した空間の3次元形状、すなわち運動経路の外形は、歯列形状と咬合器パラメータ(矢状切歯路角 I 、矢状顎路角 C)によって決まる。これらのパラメータの値を最適化するためには、患者の前方滑走運動経路形状を印象採得し、その形状とシミュレートされた運動経路形状ができるだけ一致するように、 I と C の値を決定すればよい。そこでVocs-1Bでは、患者から採得した運動経路形状を入力し、上記の方法で咬合器を自動調整するサブシステムを試作した。

運動経路形状の重ね合わせには、長谷川らの方法を用いた³⁾。このような3次元形状マッチングは一般に最適化問題となり、その評価関数はいくつかの局所最適解をもつことが多い。それを避けるために長谷川らは、確率的最適化手法を用いた。

最適化の評価関数について述べる前に、2つの運動経路形状の“近接度”と“食い込み度”の2指標を定義する。まず近接度について述べる。患者より採得した経路形状を S_m 、顎運動シミュレーションにより作成した経路形状を $S_c(I, C)$ とする。 S_m 上の任意の点 $P \in S_m$ に対して、その点 P と $S_c(I, C)$ との最短距離を対応付ける距離写像を $D(P)$ とする。その $D(P)$ が $\alpha \geq D(P) \geq 0$ を満たす点 P の集合、すなわち S_m の部分集合を考える(α は閾値パラメータ)。この部分集合は一般に閉領域を含むため、その面積を $s^*(\alpha)$ とし、“近接度”と呼ぶ。次に食い込み度について述

べる。両形状を接近すると一部が互いに食い込むようになる。 $S_m(I, C)$ の内部に存在する点 $P \in S_m$ の集合、すなわち S_m の食い込み部分を $A \subseteq S_m$ とする。その領域内で $D(P)/\beta$ を二乗積分し、

$$s(\beta) \equiv \int_A (D(P)/\beta)^2 dP \quad (1)$$

とする。ここで β は $D(P)$ の規格化パラメータである。この $s(\beta)$ の値を“食い込み度”と呼ぶ。最後に最適化のための評価関数 $J[I, C | \alpha, \beta]$ について述べる。2つの経路形状が最大面積で重なり合うとき、 $s^*(\alpha)$ は最大となり、 $s(\beta)$ は最小となる。そこで、重ね合わせの程度を s^* と s の差：

$$J[I, C | \alpha, \beta] = s^*(\alpha) - s(\beta) \quad (2)$$

で評価する。

提案したサブシステムの有効性を確認するために、シミュレーション実験を行った。実験データは、上顎右側臼歯部（第2小白歯、第1大白歯）のサーフェスモデル（Bezier パッチ表現）とした。Bezier 曲面の次数は、大白歯で 4×8 次、小白歯で 4×4 次、曲面パッチの枚数は、上顎第一大臼歯で6枚、それ以外の大臼歯および小白歯で4枚とした。咬合器と歯列との位置関係は、実際に歯列模型を咬合器に装着して計測した。

まず、咬合器シミュレータの調節機構を $I = 38.0$ [$^\circ$], $C = 38.0$ [$^\circ$]に設定し、4mm 前方滑走運動をさせ、運動経路形状 S_m を作成した（図1）。ノイズの影響を調べるために、 S_m のすべての点 P にガウシアン・ノイズ（SD = 0.1 mm）を加えたモデルも作成した。この2つの S_m をサブシステムに入力し、咬合器パラメータを決定した。評価関数 J を最大にする (I, C) の探索にはシンプレックス法を用いた。 I と C の初期値はともに 38.0 [$^\circ$]とし、評価関数のパラメータは、 $\alpha = 0.2$ [mm], $\beta = \alpha/3$ [mm]とした。

III. 結果および考察

ノイズを加えない場合、咬合器の調節機構の値は矢状切歯路角 $I = 38.00$ [$^\circ$], 矢状顎路角 $C = 38.00$ [$^\circ$]となり ($J = 800.7$ [mm^2]), 加えた場合は、 $I = 38.65$ [$^\circ$], $C = 38.18$ [$^\circ$]となった ($J = 473.6$ [mm^2])。探索時間はともに20秒であった。ノイズを加えたときの評価関数 J の2次元分布を図2に示す (I と C の分解能は 0.1 [$^\circ$], 等高線間隔は 10.0 [mm^2])。

評価関数 J は、今回加えたノイズレベル程度では最適解以外に局所最適解をもたず（図2）、単峰性の分布を維持した。そのためパラメータの真値からの

誤差は $\Delta I = 0.65$ [$^\circ$], $\Delta C = 0.18$ [$^\circ$]に過ぎなかった。従って、最適解は加法性ノイズによる影響は少ないものと考えられる。以上より、提案した方法を用いれば、運動経路の機能印象データから咬合器パラメータを自動調整できる可能性が示唆された。今後の課題は、実際に採得した歯牙の運動経路形状を用いて実験することである。

IV. 文 献

- 1) 土田淳, 林豊彦, 加藤一誠: 咬合器シミュレーションを用いた咬合面設計支援システム, 信学技報, MBE99-109, pp.45-52, 1999.
- 2) 丸山智章, 中村康雄, 林豊彦, 加藤一誠: 歯科CADシステムにおける咬合接触点の最適化支援, 第25回バイオメカニズム学術講演会 SOBIM2004 講演予稿集, pp.81-84, 2004.
- 3) 長谷川英司, 林豊彦, 藤村哲也, 宮川道夫: 確率的最適化手法を用いた上下顎歯列形状データのかみ合わせアルゴリズム, 信学技報, MBE95-120, pp.69-74, 1995.

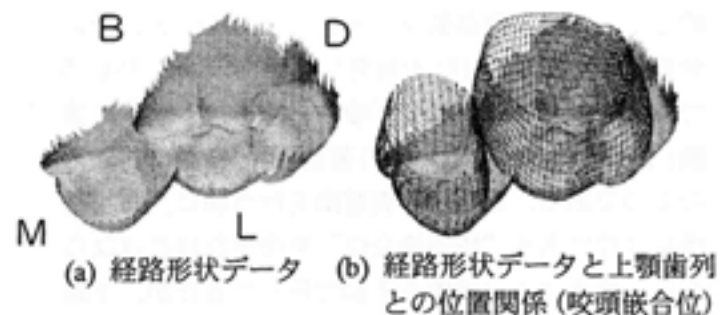


図1 前方滑走運動時の経路形状（ノイズなし）

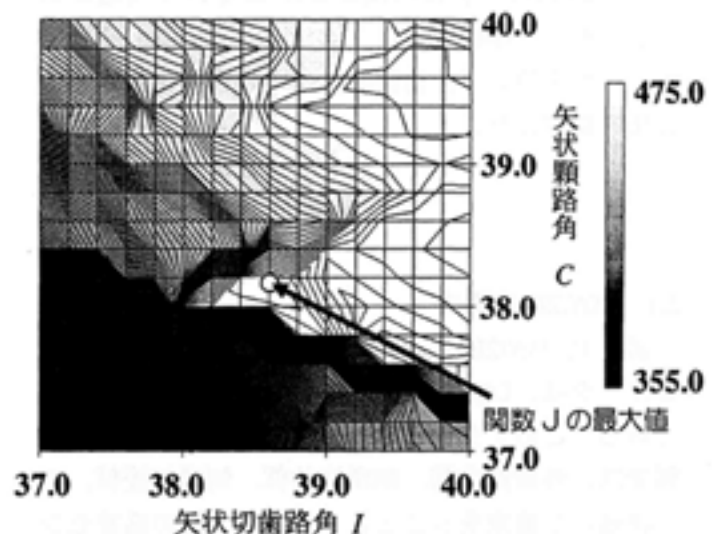


図2 評価関数 J の分布（ノイズあり）

自律顎運動シミュレータ JSN/2B における咬頭嵌合位の自動設定

Automatic Positioning of Intercuspal Position in Autonomous Jaw-Movement Simulator JSN/2B

○小島正樹¹⁾, 林豊彦^{1),2)}, 中村康雄²⁾, 中嶋新一³⁾, 小林博⁴⁾, 山田好秋⁴⁾
○Masaki KOJIMA¹⁾, Toyohiko HAYASHI^{1),2)}, Yasuo NAKAMURA²⁾, Shinichi NAKAJIMA³⁾, Hiroshi KOBAYASHI⁴⁾, Yoshiaki YAMADA⁴⁾

1)新潟大学大学院自然科学研究科, 2)新潟大学工学部福祉人間工学科
3)新潟工科大学機械制御工学科, 4)新潟大学大学院医歯学総合研究科

1)Graduate School of Science and Technology, Niigata University
2)Department of Biocybernetics, Faculty of Engineering, Niigata University
3)Department of Mechanical and Control, Engineering, Niigata Institute of Technology
4)Graduate School of Medical and Dental Science, Niigata University

I. 目的

我々はヒトの顎運動の制御メカニズム解明を目的として、自律顎運動シミュレータ JSN/1 と、その発展系である JSN/2B¹⁾を開発してきた。現在、JSN/2B で再現できる下顎運動は「噛みしめを伴う開閉口運動」と「咀嚼運動に近い空口運動(咀嚼様空口運動)」の2つである。これらの顎運動を行う前に、まず基準咬合位である“咬頭嵌合位”を決めなければならない。従来はこの操作を手動で行ってきたが、主観的に設定された咬頭嵌合位は再現性が低く、そのため下顎運動の学習に時間がかかるという問題があった。そこで本研究では3次元咬合力センサ²⁾と接触センサを用いて、自動的に咬頭嵌合位に設定する方法を開発した。

II. 方法

2.1 JSN/2B の構成

図1に JSN/2B のシステム構成を示す。筋アクチュエータは、DC サーボモータで駆動するワイヤ型である。このアクチュエータを用いて、咬筋、内側翼突筋、外側翼突筋、側頭筋前部、側頭筋後部、顎二腹筋の6筋束をシミュレートした。筋の感覚センサには、ロータリーエンコーダとワイヤ張力センサの2つがあり、それぞれヒトの筋紡錘とゴルジ腱器

官の機能をシミュレートする。歯の歯根膜センサには、上顎左右犬歯に設置した接触センサと、上顎左右第一大臼歯に設置した3次元咬合力センサ²⁾の2種類がある。

2.2 咬頭嵌合位の設定

従来、JSN/2B における咬頭嵌合位の設定は次の手順で行っていた：1) 開口の確認；2) 各筋アクチュエータに目標張力を指定；3) 指定した目標張力に達するまでワイヤの巻き取り；4) 目視で噛みしめ状態を確認し終了。それに対して、今回提案する設定法では、接触センサと3次元咬合力センサの2つのデータを用いて“自動設定”する。

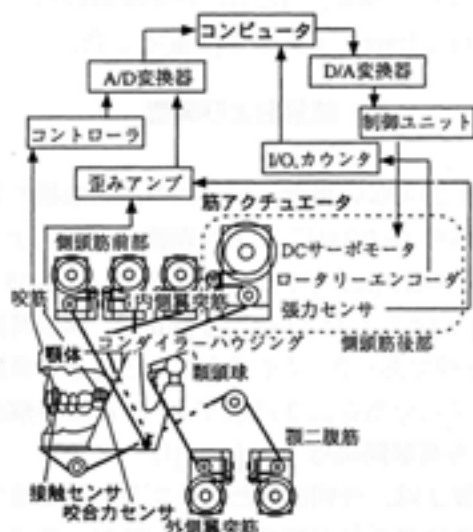


図1 顎運動シミュレータ JSN/2B の構成

図2に自動設定法のフローチャートを示す。まずJSN/2Bを開口状態にする。各筋アクチュエータのワイヤ張力が目標値に達するまでモータを駆動し、歯列接触を判定する。接触センサがひとつでも反応しなければ、最初からやり直す。歯列接触が正常ならば、咬合力の判定に移る。ここで咬合力ベクトルの各パラメータがすべて適正範囲内の値をとれば、咬頭嵌合位の設定を終了する。適正範囲外ならば、全てのワイヤ張力を目標値の半分まで減らし、再度目標値まで増加させる。これを繰り返しても咬合力ベクトルが適正範囲内に入らなければ、もう一度開口してから噛み直す。それでも条件を満たさなければ、エラー終了する。

2.3 実験方法

再現する下顎運動は「噛みしめを伴う開閉口運動」とし、咬頭嵌合位の決定には、従来の主観的方法と提案した自動設定法の2つを用いた。運動周期は3秒、下顎運動は30ストロークとした。実験は各方法に対し5回ずつ行った。咬合力ベクトルの適正範囲は、従来法で10回設定ときの平均値を参考にして表1のように設定した。

III. 結果と考察

図3に30ストロークまでの歯軸方向の咬合力左右差 ΔF を示す。その値は、従来法では20~25ストロークで一定の値に収束し、自動設定法では10~15ストロークで収束した。また、自動設定法では、1ストローク目から ΔF の平均値も標準偏差も従来法より小さかった。

以上の結果より、開閉口運動の収束は、提案法が従来法よりも平均的に10ストローク早かった。また、初期の咬合力左右差も26%少なかった。この違いは、自動設定法により咬頭嵌合位設定の再現性が改善されたことによるものと考えられる。このように、従来手動で主観的に行っていた作業を完全に自動化でき、シミュレータの操作性を大きく改善できた。それに加えて、問題であった「咬頭嵌合位の再現性」と「開閉口運動の学習効率」をともに改善することができた。

今後の課題は、咀嚼様の空口運動ではなく、本当の咀嚼運動をJSN/2B上で再現することである。

IV. 文献

- 1) 林豊彦ほか：自律顎運動シミュレータ JSN/2B における開閉口及び咀嚼様空口運動の制御, バイオメカニズム 16, pp.167-181, 東京大学出版会, 2002.
- 2) 宮嶋晃子ほか：自律顎運動シミュレータ JSN/2B における咀嚼力制御のための咬合力センサの改良, 信学技報, MBE2003-2, pp.5-10, 2003.

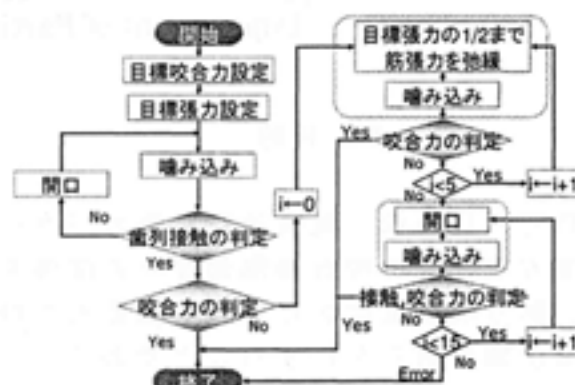


図2 咬頭嵌合位設定のフローチャート

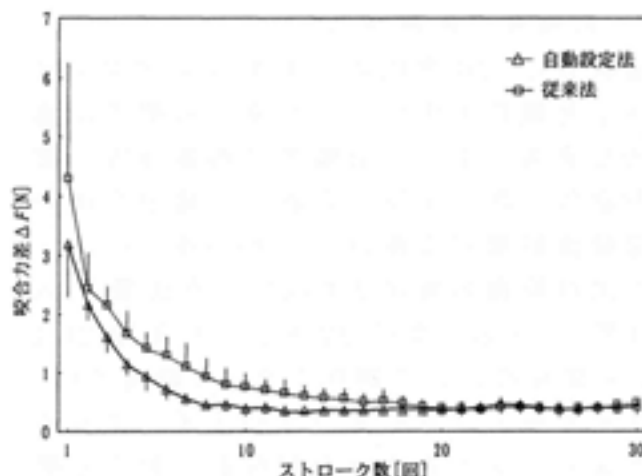


図3 咬合力（歯軸方向成分）の左右差のストロークごとの変化

表1 3次元咬合力ベクトルの適正範囲：方向は極座標で表し、 θ は歯軸となす角度、 ϕ は水平面投影成分の方向角（後方 0° 、内側方向を+）を表す。

	右側	左側
絶対値 R[N]	0.76~1.42	0.80~1.44
θ [°]	6.3~36.1	4.6~34.4
ϕ [°]	28.7~58.4	49.3~79.1

運動経路のパターンと側方咬合位の咬合接触部位の発現率との関係 Relationship between masticatory path pattern and frequency of occlusal contacts during lateral excursion

○志賀博, 小林義典, 大内真吾, 水内一恵, 荒川一郎, 横山正起
Hiroshi SHIGA, Yoshinori KOBAYASHI, Shingo OUCHI, Kazue MIZUUCHI,
Ichiro ARAKAWA, and Masaoki YOKOYAMA

日本歯科大学歯学部歯科補綴学第1講座
The Nippon Dental University, School of Dentistry at Tokyo,
Department of Partial and Complete Denture

I. 目的

本研究の目的は、咀嚼運動経路のパターンと側方咬合位の咬合接触部位との関係を調べ、側方咬合位における最も機能的な咬合接触状態を明らかにすることである。

II. 方法

1. 被験者と被験食品

被験者は、20歳代の日本歯科大学歯学部の学生と職員の中から、全身と咀嚼系に臨床的な異常、また、咀嚼系に機能障害の徴候や症状の既往が認められず、歯冠全体の補綴修復処置が1歯以内でかつ咬合面の一部の保存修復処置が2歯以内の有歯顎者60名（男性38名、女性22名、平均年齢26.2歳）を健常者として選択した。被験食品は、ファイザー・コンシューマー・インク社製のチューインガム1枚を記録前に約1分間咀嚼させ、軟化したものを用いた。

2. 記録方法

咀嚼運動は、片側ごとに20秒間行わせたチューインガム咀嚼時の下顎切歯点の運動をMKG K6Iを用いて記録した。また、咬合接触状態は、下顎切歯点を中心咬合位から側方へ2mm滑走させた側方咬合位における作業側と平衡側について、厚さ12.7 μ mのアルタス社製オクルーザルレジストレーションストリップスによる引き抜

き試験で調べた。

3. 分析方法

分析は、はじめに全被験者の左右側の合計120側における咀嚼開始後の第5から第14までの10サイクルについて、咀嚼運動自動分析システムを用いて下顎切歯点の運動経路の重ね合わせと平均経路の表示を行い、運動経路のパターンを下記の8種類に分類した。次いで、各パターン群ごとに側方咬合位における作業側と平衡側の咬合接触部位の発現率を求め、その分布をMann-Whitney検定により、各2パターン群間で比較した。なお、咬合接触部位は、切歯部（中切歯と側切歯）、犬歯部（犬歯）、小白歯部（第1小白歯と第2小白歯）、大白歯部（第1大白歯と第2大白歯）、切歯・犬歯部（切歯部と犬歯部）、切歯・小白歯部（切歯部と小白歯部）、切歯・大白歯部（切歯部と大白歯部）、犬歯・小白歯部（犬歯部と小白歯部）、犬歯・大白歯部（犬歯部と大白歯部）、小白歯・大白歯部（小白歯部と大白歯部）、切歯・犬歯・小白歯部（切歯部と犬歯部と小白歯部）、切歯・犬歯・大白歯部（切歯部と犬歯部と大白歯部）、切歯・小白歯・大白歯部（切歯部と小白歯部と大白歯部）、犬歯・小白歯・大白歯部（犬歯部と小白歯部と大白歯部）、切歯・犬歯・小白歯・大白歯部（切歯部と犬歯部と小白歯部と大白歯部）の15部位とした。パターンI：中心咬合位から作業側に向

かってスムーズに開口し、その後中心咬合位へ閉口するが、中心咬合位付近の閉口路が convex を呈するもの。パターンⅡ：Ⅰと同様な経路を有するが、中心咬合位付近の閉口路が concave を呈するもの。パターンⅢ：中心咬合位から非作業側に向かって開口後作業側へ向かい、その後中心咬合位へ閉口するが、中心咬合位付近の閉口路が convex を呈するもの。パターンⅣ：Ⅲと同様な経路を有するが、中心咬合位付近の閉口路が concave を呈するもの。パターンⅤ：中心咬合位から作業側へ convex を呈して開口し、その後閉口路に準じて閉口するもの。パターンⅥ：閉口路の方が閉口路よりも作業側にあり、通常とは逆のもの。パターンⅦ：開閉口路が交叉するもの。パターンⅧ：開閉口路が線状であるもの。

Ⅲ. 結果とまとめ

1. 作業側における咬合接触部位の発現率
作業側における咬合接触部位の発現率は、パターンⅠ群では、犬歯部が最も高く、以下犬歯・小白歯部、小白歯部の順、パターンⅡ群では、犬歯・小白歯部が最も高く、以下犬歯部、小白歯部と切歯・犬歯部と犬歯・大白歯部の順、パターンⅢ群では、犬歯・小白歯・大白歯部が最も高く、以下犬歯・小白歯部と小白歯・大白歯部、小白歯部、犬歯・大白歯部、切歯・犬歯・小白歯部と切歯・犬歯・小白歯・大白歯部の順、パターンⅣ群では、小白歯・大白歯部が最も高く、以下小白歯部と犬歯・小白歯部、犬歯・小白歯・大白歯部の順、パターンⅤ群では、小白歯・大白歯部が最も高く、以下小白歯部と犬歯・小白歯・大白歯部の順、パターンⅥ群では、小白歯部が最も高く、次いで犬歯部の順、パターンⅦ群では、小白歯部が最も高く、以下犬歯・小白歯部と小白歯・大白歯部、犬歯・小白歯・大白歯部の順にそれぞれ低くなった。なお、咬合接触は、パターンⅠ群、Ⅱ群、Ⅵ群では、犬歯部、小白歯部、パターンⅢ群、Ⅳ群、

Ⅴ群では、小白歯部、大白歯部で多い傾向を示したが、パターンⅦ群では、いかなる傾向も示さなかった。また、パターン群間の比較では、パターンⅠ群とパターンⅢ群、Ⅳ群、Ⅴ群、Ⅶ群との間、パターンⅡ群とパターンⅢ群、Ⅳ群、Ⅴ群との間、パターンⅢ群とパターンⅥ群、Ⅶ群との間、パターンⅣ群とパターンⅥ群との間、パターンⅤ群とパターンⅥ群との間にそれぞれ有意差が認められたが、パターンⅠ群、Ⅱ群、Ⅵ群の各2群間、パターンⅢ群、Ⅳ群、Ⅴ群の各2群間にそれぞれ有意差が認められなかった。

2. 平衡側における咬合接触部位の発現率
平衡側における咬合接触部位の発現率は、パターンⅠ群では、接触部位なしが98%で著明に高く、次いで大白歯部が2%、パターンⅡ群では、大白歯部が100%、パターンⅢ群では、大白歯部が70%、接触部位なしと小白歯・大白歯部が15%、パターンⅣ群では、大白歯部が83%、小白歯・大白歯部が17%、パターンⅤ群では、大白歯部が60%、接触部位なしが40%、パターンⅥ群では、大白歯部と小白歯・大白歯部が40%、犬歯・大白歯部が20%、パターンⅦ群では、大白歯部が83%、接触部位なしが17%であり、パターンⅠ群以外では、大白歯部に咬合接触が認められた。パターン群間の比較では、パターンⅠ群と他のすべてのパターン群との間にそれぞれ有意差が認められたが、パターンⅡ群～Ⅶ群の各2群間には、それぞれ有意差が認められなかった。

3. これらのことから、作業側における側方咬合位の咬合接触部位は、パターン間で異なるものの、運動経路の概形が近似するパターンⅠ群とⅡ群、パターンⅢ群とⅣ群では、それぞれ近似すること、パターンⅥ群ではパターンⅠ群とⅡ群、パターンⅤ群では、パターンⅢ群とⅣ群に近似すること、また平衡側における側方咬合位の咬合接触部位は、パターンⅠ群ではみられず、パターンⅡ群～Ⅶ群では、大白歯部であることが示唆された。

咀嚼運動経路の変動に関する研究

Study on variability of mandibular movement during chewing

○村上任尚, 服部佳功, 岩松正明, 渡邊誠

Murakami.T, Hattori.Y, Iwamatsu.M, Watanabe.M

東北大学大学院歯学研究科口腔機能形態学講座加齢歯科学分野

Division of Aging and Geriatric Dentistry, Department of Oral Function and Morphology,
Tohoku University Graduate School of Dentistry

I. 目的

咀嚼の運動制御の解明にあたり, 咀嚼経路の変動を解析対象にすることは有用であると考えられる。しかし, 咀嚼経路には咬頭嵌合位と最大開口位を除いて標識点と呼ぶべき特徴点がないことから, 経路の変動がつぶさに解析されることは稀であった。著者らは, 特徴点を前提とせず形状の記述が可能な楕円フーリエ記述子を咀嚼経路の前頭面投影図に応用し, 経路の外形の変動の主成分分析による解析を試みた。この検討から, 咀嚼経路の変動の90%以上が3つの主成分によって説明できることが判明した。

咀嚼の運動制御に互いに独立な複数の制御因子が関与するとすれば, 経路の変動はこれら要因がもたらす互いに独立な変動の重畳として捉えられるであろう。つまり, 経路の変動を説明する主成分が少数であるとの知見は, それを惹起する制御因子がやはり少数であることを示唆するものと推察される。

しかしながら, 楕円フーリエ記述子で記述された咀嚼経路は, 経路の大きさ, 向きに関わる情報を標準化によって失っているのみならず, 速度やリズムなど時間軸に沿った情報も含まれず, これら要素に関与する因子の抽出は困難と予想される。そこで本研究では, 咀嚼経路の外形の詳細を失うことなく, 経路の大きさ, 向きや時間軸上の情報をも可及的に保存する記述方法を採用した場合に, 記述される咀嚼経路の変動がどのように捉えられるかを検討することを目的とした。

II. 方法

被験者は正常有歯顎者2名である。被験者にはチューイングガム(ロッテ社製, クールミントガム, 1枚), グミ(カンロ社製, ビュレ・レモン, 1個), ピーナッツ(3個)それぞれを習慣性咀嚼側で片側咀嚼するよう指示し, その際の咀嚼開始から嚥下完了までの下顎運動軌跡を, 下顎運動測定装置(k7/CMS, 米国, Myotronics-Noromed社製)を用いて記録した。なお, ガムは嚥下させずに咀嚼開始から30秒間記録した。各試験食品とも5回ずつ試行し, 計15回試行した。

実験終了後, 一連の咀嚼運動経路を, 志賀らの方法²⁾を参考にして咀嚼サイクルごとに分割した。次に, 得られた各咀嚼サイクルを, 最大開口位を境として開口相, 閉口相に分け, それぞれを所要時間で20等分することにより, 咀嚼経路上に最大開口位を含めて計41点の標識点を定めた。さらに, 標識点の平面座標(X_i, Y_i)から得られる82個の変数($X_{1\sim 41}, Y_{1\sim 41}$)に対して主成分分析を行うことにより, 咀嚼運動経路の変動要素を統計学的に検討した。

III. 結果及び考察

2名の被験者の咀嚼経路の変動は, 各々寄与率1.5%以上の5, 6個の主成分で表現され, いずれの被験者でも第6主成分までで95%以上の累積寄与率を示した。このことは, 咀嚼運動経路の変動が, 互いに独立な少数の変動によって記述でき

る可能性があるという従来の報告を追認するものであった。

次に、各主成分の意味を解析するために、各主成分ごとに求められる主成分得点を指標として、得点の上位 25% の平均経路と下位 25% の平均経路を比較した。図に前頭面から解析した結果の一例を示す。各グラフとも、主成分得点の増減に伴い、咀嚼運動経路が変動する様子がうかがえた。すなわち、上下 25% の平均経路を比較することにより、主成分として抽出された経路変動を視覚的に解釈することが可能となった。

さらに、可視化された各主成分を検討したところ、第 1 主成分の増減に伴い、咀嚼運動経路の大きさが変化した。すなわち、第 1 主成分は咀嚼運動の大きさに関わる因子であることが明らかとなった。同様に第 2 主成分は咀嚼経路の向きに関わる因子、第 3 主成分以降は幅に関わる因子であると考えられた。これらの結果は、以前の楕円フーリエ記述子による解析からは見られなかった結果であり、本研究で用いた方法により、咀嚼運動経路の変動における大きさおよび向き

の影響を解析することが可能であることが分かった。

本研究において、開口量・開口方向がそれぞれ独立の主成分として抽出されたことは、本研究で得られた主成分数が前法に比べて多数であることに関係するものと推察された。

IV. 文献

- 1) 清水功之, 服部佳功, 渡邊誠: 楕円フーリエ記述子を用いた咀嚼運動経路の解析, 顎機能誌, 11: 144-145, 2005
- 2) 志賀博: 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, 34: 1120-1126, 1990

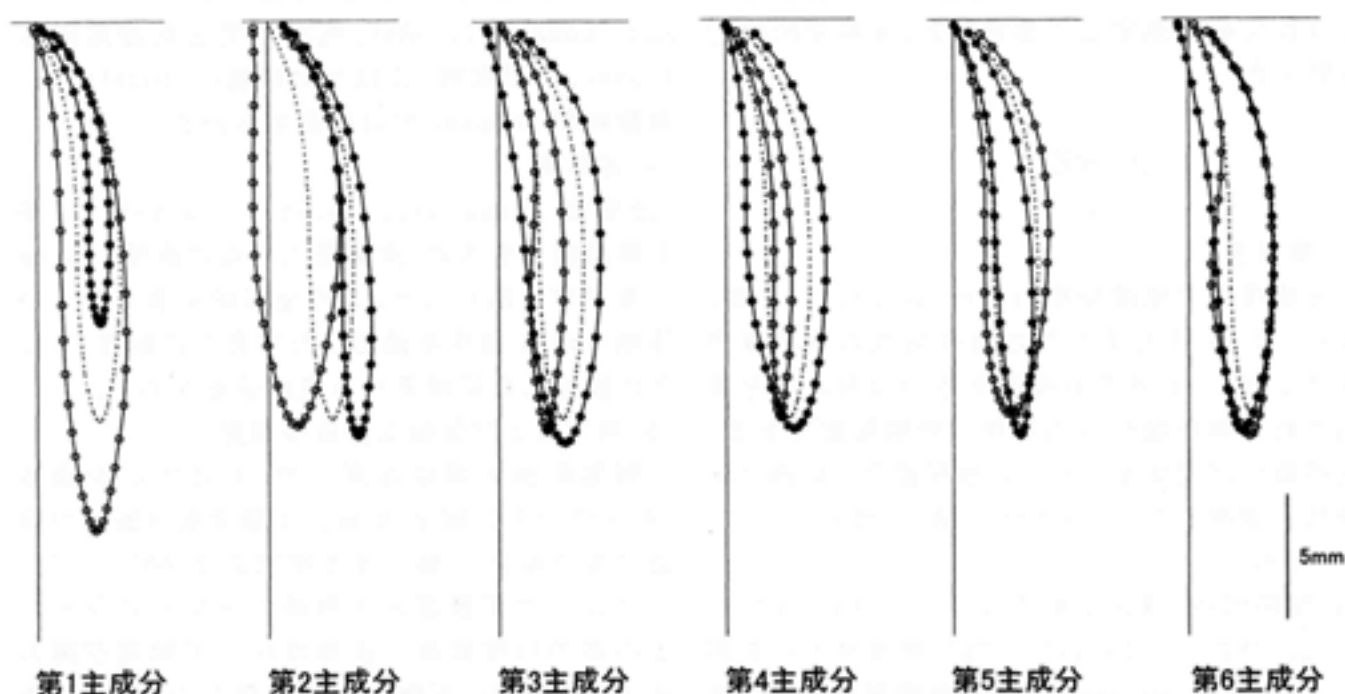


図 主成分がもたらす咀嚼経路変動の一例

点線の示す全咀嚼サイクルの平均経路に対して、主成分得点上位 25% および下位 25% に含まれる咀嚼サイクルの平均経路を、それぞれ (●), (○) で示した。

運動点と中耳機能の関係からみた 耳鳴併発顎関節症の特徴

Typical Phase of Temporomandibular Disorders accompanied by Non-otologic Tinnitus from View Point of Connection Between Kinematic Axis and Middle Ear Function

佐藤 扇, ○松本 敏彦, 小林久純, 竹村 雅宏

Ougi Sato, Toshihiko Matsumoto, Hisazumi Kobayash, Masahiro Takemura

日本大学松戸歯学部 顎咬合機能治療学講座

Department of Stomatognathic Science & Occlusion, Nihon University School of Dentistry at Matsudo

I. 目的

耳科学的検査による顎機能評価によって、脳幹反射弓を介した中耳筋の関与^{1,2)}や蝸牛基底回転外有毛細胞の可逆的活動と下顎頭位の関連が示唆される^{2,3)}一方、基礎医学では蝸牛および前庭膨大部稜血管系の三叉神経節支配や上オリーブ核との神経接続⁴⁾、体性感覚神経核から蝸牛神経核への投射⁵⁾が検証されている。本研究では、非耳性耳鳴を伴う顎関節症を対象として、蝸牛神経を求心路とする音響性耳小骨筋反射を測定して歯科学的、耳科学的検討を試みた。

II. 方法

1) 被検者

耳鳴併発の顎関節症 17 例(36.2±14.4 歳, 女性)は、医科大学または総合病院の耳科専門医により、いわゆる耳鳴症あるいは非耳性と診断された無難聴性耳鳴を伴う顎関節症である。対照群の耳症状を伴わない顎関節症 10 例は同世代を選択した(35.4±15.8 歳, 女性)。

2) 方法

(1) 関節円板の転位, 変形, joint effusion (JE)
FLEXART(0.5 Tesla)に TMJ 専用コイルを用いた fast spin echo 法矢状断撮影によりプロトン強調画像(TR/TE=1500/25)および T2 強調画像(TR/TE=2000/100)で体軸横断像を抽出し、下顎頭長軸の直交矢状面画像にて転位, 変形, JE の出現様相を検討した。

(2) 中耳機能検査

Impedance meter(MA-4000)にて、高度先進医療に準じた治療²⁾前後の鼓膜インピーダンスとピーク圧を加減圧 200daPa~-200daPa の範囲で測定した。

(3) 音響性耳小骨筋反射(SR)

SR の臨界帯域である蝸牛の感覚受容の相違は、Middle ear analyzer GSI-33 にて治療前後の両耳アブミ骨筋の反射閾値および波形潜時 L_1 を測定した。反射閾値は刺激音圧 1.0 kHz, 70dBHL~110dBHL, 刺激時間と刺激間隔は 1.5sec, 波形潜時 L_1 は反射閾値の 10dBHL 強, 刺激時間 500msec で自動測定される。

(4) 運動軸

治療後 hinge axis locator(Almore)にて終末蝶番軸点を求め、皮膚面上の点に直径 1.0 mm の金属球を貼付した。この金属球を側方および体軸方向 X 線規格撮影した写真上に転写し、以下に設定した座標系から座標値を求めた。

(5) 側方および体軸 X 線規格撮影

顎関節側方規格写真上で、耳孔中心を通る FH 平面の平行線を X 軸、下顎窩前後距離の垂直二等分線を Y 軸とする座標系で 60°, 120° に区切った下顎窩と下顎頭のトレースライン上の点の治療前後の座標値から下顎窩空隙の変化量を求め、下顎頭位を評価した。体軸方向撮影では左右 ear rod 間線を X 軸、その垂直二等分線を Y 軸とする座標系で、下顎頭の外側棘, 内側棘, 最後方点の治療前後の座標値から変化量を求めた。

統計処理は χ^2 検定, Mann-Whitney-U検定にて行い, 危険率5%をもって有意と判断した。

III. 結果と考察

耳鳴併発の有無による顎関節症2群間の統計的差違は, (1)MR画像上の患側顎関節円板変形の出現分布, (2)顎関節側方X線規格写真上の前上方下顎窩空隙と転写した運動軸点の位置および(3)SRにおける対側耳の術前の反射閾値, 両耳の波形潜時 L_1 の治療前後の変化量に認めた。

これらから, 耳鳴併発顎関節症は, 長期に及ぶ顎関節への機械的負荷の持続が推測される。治療後測定した運動軸点の位置的相違は, 関節円板変形との関連性を推測すると, 2群間の機械的圧力の支点の相違が円板萎縮や変形をもたらした可能性がある³⁾一方, 関節包や周囲靭帯の弛緩により運動点が変わっているとも考えられ, 因果関係についてはさらに検討が必要である。

音響性耳小骨筋反射(SR)の反射閾値の差違は術前の対側耳に認めた。SRの臨界帯域は蝸牛レベルで, 求心路は蝸牛神経である。鼓膜インピーダンスや中耳腔圧に差違がみられないので耳管機能, 耳小骨連鎖との関連性は希薄と推察され, 鼓膜張筋の関与は考えられるものの, 直接の関連性はみられない。したがって蝸牛由来と考えられるが, その差違が患側耳ではなく対側耳でみられたことは, 一側耳刺激により両耳の反射が出現するアブミ骨筋の特異性によると考えられる。この環境要因として対側耳が常態にあるため, 対側耳で相違が認められる¹⁾機序が考えられた。

波形潜時 L_1 では2群間の変化量に差違がみられたことは, 下顎位と耳鳴の自覚や消失が自律神経機能と関連性をもつ⁶⁾可能性を示唆する。以上のことから, 顎関節症の耳鳴は三叉神経異常が蝸牛に投射する^{4,5)}複雑な機序が窺われるが, 耳鳴併発の有無による顎関節症の相違の一端はSRにより把握可能と考えられた。

IV. 文献

- 1) 中庭敏博, 松本敏彦, 岸高生: 顎関節症の耳痛発症の機序, 耳鼻臨床, 96:219-224, 2003.
- 2) 松本敏彦: 高度先進医療「耳鼻咽喉領域の機能障害を伴った顎関節症に対する中耳伝音系を指標とした顎位決定法」, 歯科評論, 63:111-119, 2003.
- 3) 廣瀬倫子, 小林久純, 井上正安, 他: 耳症状併発顎関節症の顎関節MR画像と耳科学的評価, 全身咬合, 10:6-13, 2004.
- 4) Shore SE, Vass Z, Wys NL, et al: Trigeminal ganglion innervates the auditory brainstem, Corp Neurol, 419:271-285, 2000.
- 5) Levine RA: Somatic (Cranio-cervical) tinnitus and the dorsal cochlear nucleus hypothesis, Am J Otolaryngol, 20:351-362, 1999.
- 6) Sobhy OA, Koutb AR, Abdel-Baki FA, et al: Evaluation of aural manifestations in Temporomandibular joint dysfunction, Clin Otolaryngol, 29:382-385, 2004.

携帯型筋電計を用いた日中のクレンチング検出方法の検討

Detection of daily clenching events utilizing portable EMG systems

○郷土 恵久, 藤澤 政紀, 石橋 寛二

Yoshihisa Gohdo, Masanori Fujisawa, Kanji Ishibashi

岩手医科大学歯科補綴学第二講座

Department of Fixed Prosthodontics, School of Dentistry, Iwate Medical University

I. 目的

持続的な咀嚼筋の収縮を伴う筋活動により筋疲労や筋痛が惹起されることが報告されている^{1,2)}。このような筋活動の原因としてブラキシズムが挙げられる。ブラキシズムには夜間に出現することが多いグライディングなどの他に、昼夜問わず生じるクレンチングがある。

現在までに夜間に出現するブラキシズムについては、様々な筋電図学的解析がおこなわれおり^{3,4)}、最近では携帯型の筋電計を用い、拘束のない自然環境下で測定した報告がなされている⁵⁾。しかしながら夜間のブラキシズムの研究に比較し日中のクレンチングの様相については不明のままである。

我々は日中の機能運動とクレンチングなどの非機能運動を識別する方法を検討してきた⁶⁻⁸⁾。本実験ではクレンチング習癖者を対象とした自然環境下での非機能運動と機能運動それぞれの筋活動の特徴および相違点について分析し、クレンチングの検出方法について検討した。

II. 方法

クレンチング習癖者 18 人 (男性 7 人, 女性 11 人, 平均年齢; 36.2 ± 14.8 歳) を被験者として、自然環境下における連続 5 時間の筋電図を測定した。

測定装置は当講座にて開発した携帯型筋電計⁷⁾を用いヴォイスレコーダーと照合することにより機能運動と非機能運動時の筋活動を識別した。

この計測結果に対し最大咬みしめ時筋活動量を 100 %MVC とし、10, 20, 30 %MVC の 3 段階の筋活動量と 1~9 秒までの筋活動持続時間をパラメーターとして組み合わせ、それぞれの設定を超えてカウントされるイベントを調べることにより、機能運動と非機能運動の特徴を比較した。

非機能運動時にカウントされたイベントはクレンチングによるものと考えられることから、検出されたイベントの数、筋活動持続時間、筋活動量について分析した。この結果から日中のクレンチングと機能運動についてそれぞれの筋活動の出現状況を分析し、比較検討した。

III. 結果と考察

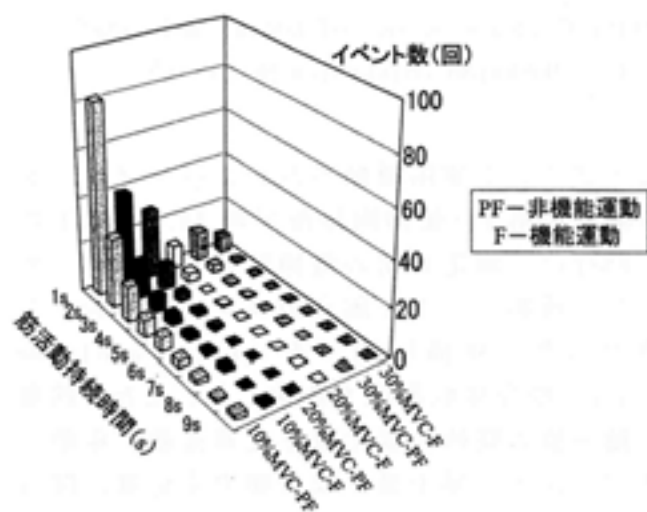
筋電計測結果をヴォイスレコーダーの記録を参考に非機能運動と機能運動に識別した。日中のクレンチングは、弱い持続的な筋活動が予想されることから、本実験では特に軽度から中等度の筋活動量と考えられる 10, 20, 30 % MVC の 3 段階と 1~9 秒までの筋活動持続時間を組合せてイベントを検出した。筋活動の強さ、持続時間の異なる 27 通りの組合せによるイベントの検出結果を図に示す。

5 時間中のイベント数は非機能運動時で

208.1回、機能運動時で95.1回と非機能運動が機能運動を大きく上回った。各筋活動量(10・20・30%MVC)の出現頻度を比較すると機能運動、非機能運動ともに10%MVCが最大であった。

また、筋活動量の実効値は機能運動時で3.8 μ V、非機能運動時で34.6 μ Vとなり、機能運動が非機能運動を上回った。

さらに、10、20、30%MVC各筋活動量を超えて出現したイベント数からその時間を換算した結果、10%MVCでは平均351.3 \pm 557.0s、20%MVCでは平均85.1 \pm 160.6s、30%MVCでは平均25.1 \pm 41.2sとなった。



(図) イベントの検出結果

次に機能運動と非機能運動を筋活動持続時間の出現頻度について比較した結果、10%MVCでは両運動ともに1~9秒までイベントが検出された。一方で20、30%MVCでは6秒以上持続する機能運動時のイベントは認められず、非機能運動時についてのみカウントされた。また非機能運動時において10s以上の筋活動が観察された被験者は10%MVCでは18名中9名(50%)、20・30%MVCではともに5名(28%)であった。一方の機能運動時では10%MVCにおける2名のみであった。このことから持続時間の長い中等度の筋活動は非機能運動時のみ出現すると考えられる。

以上のことから本実験のシステムを用いることにより、日中自然環境下での機能運動と非

機能運動の筋活動の相違点を明らかにすることが可能となり、クレンチングの客観的評価方法ならびに診断基準の一手段として有効であると考える。

IV. 文献

- 1) Jensen R, Olesen J. Initiating mechanism of experimentally induced tension-type headache. *Cephalalgia* 16: 175-182, 1996.
- 2) Clark GT, Carter MC. Electromyographic study of human jaw-closing muscle endurance, fatigue and recovery at various isometric force levels. *Arch Oral Biol* 30: 563-569, 1985.
- 3) Rugh JD, Johnson RW. Temporal analysis of nocturnal bruxism during EMG feedback. *J Periodontol* 52: 263-265, 1981.
- 4) Gallo LM, Palla S. Activity recognition in long-term electromyograms. *J Oral Rehabil* 22: 456-462, 1995.
- 5) Gallo LM, Gross SS, Palla S. Nocturnal masseter EMG activity of healthy subject in a natural environment. *J Dent Res* 78: 1436-1442, 1999.
- 6) 小川 有, 藤澤政紀, 石橋寛二. 携帯型 EMG バイオフィードバック装置の開発. *日歯心身* 16: 31-35, 2001.
- 7) 小川 有. クレンチングに関する筋電図バイオフィードバックの閾値設定に関する検討. *補綴誌* 47: 316-325, 2003.
- 8) Gohdo Y, Fujisawa M. Determination of electromyogram biofeedback threshold for patients with clenching behavior. *Prosthodont Res Pract* 3: 46-54, 2004.

咀嚼筋に対するスプリント装着の効果 —筋活動量変化の要因について—

Effects of occlusal splints on masticatory muscles

- Causal factors of muscle activity changes -

○松樹隆光¹⁾, 山口泰彦^{1, 3)}, 小松孝雪²⁾, 佐藤華織⁴⁾, 岡田和樹³⁾, 後藤田章人¹⁾

Takamitsu Matsuki¹⁾, Taihiko Yamaguchi^{1) 2)}, Kosetsu Komatsu³⁾,

Kaoru Sato⁴⁾, Kazuki Okada²⁾, Akihito Gotouda¹⁾

北海道大学大学院歯学研究科顎機能医療学講座¹⁾

北海道大学病院高次口腔医療センター²⁾

北海道大学大学院歯学研究科口腔機能学講座³⁾

北海道大学病院保存系歯科⁴⁾

Dept. of Gnathofunctional Medicine, Hokkaido University Graduate School of Dental Medicine¹⁾

Center for Advanced Oral Medicine, Hokkaido University Hospital²⁾

Dept. of Oral Functional Science, Hokkaido University Graduate School of Dental Medicine³⁾

Division of Comprehensive Conservative Dentistry, Hokkaido University Hospital⁴⁾

I. 目的

スプリントに期待される効果の一つに最大咬みしめ時の筋活動量の抑制効果があり、この抑制効果に関するスプリントの作用機序解明の目的で数多くの筋電図学的研究が行われてきた。しかし、スプリントの最大咬みしめ時の筋活動量の抑制効果の有無についての経時的变化は十分に解明されていない。そこで、顎関節症患者におけるスプリントの継続使用が最大咬みしめ時の咀嚼筋活動に与える影響とその要因を明らかにするために、電極貼付位置の再現性に工夫を加え、筋電図学的にスプリント装着時と非装着時の咀嚼筋活動の経時的变化を検討した。

II. 方法

被験者は当科にてスプリント療法を行い、研究への協力の同意が得られた顎関節症患者24名である。スプリントは常温重合レジンを用いた間接法による上顎型スタビリゼーションスプリントとした。筋電図は両側咬筋中央、両側側頭筋前部から表面双極誘導で導出し、咬頭嵌合位、スプリント装着時における最大咬みしめ時の筋電図積分値を算出した。測定

はスプリント使用開始当日およびスプリントの継続使用中（使用開始後平均38.7日後）の2回行い、測定日間の電極貼付位置を統一するため透明シートと固定用フレームのジグを使用した。疼痛に関する visual analogue scale, 咬合接触歯数も測定した。また、筋電図積分値の経時的变化量を従属変数、年齢、スプリントの挙上量、咬合痛の変化量、開口時痛の変化量、咬合接触歯数の変化量、筋症状の有無、クリックの有無、使用期間を独立変数とし筋電図積分値の変化に関する要因を重回帰分析により検討した。

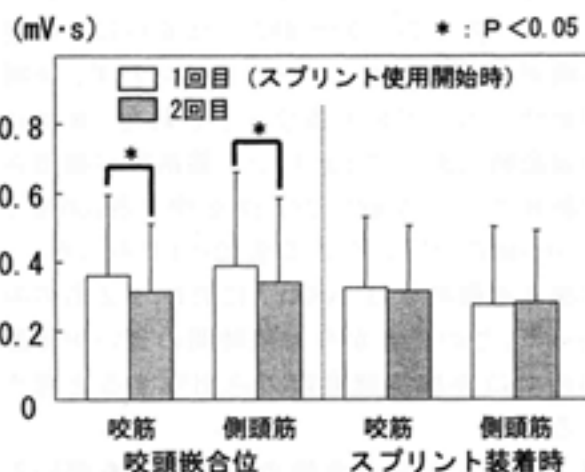


図1 筋電図積分値の経時的变化

表1 咬筋 重相関係数: 0.660 寄与率=0.435

独立変数	偏回帰係数	標準回帰係数	P値
挙上量	0.62	0.601	0.002
咬合痛	-0.02	-0.389	0.041
筋症状	0.65	0.364	0.055

表2 咬筋 分散分析表

	自由度	平方和	平均平方	F値	P値
回帰分析	3	0.083	0.028	5.134	0.009
残差	20	0.108	0.005		
合計	23	0.191			

表3 側頭筋 重相関係数: 0.592 寄与率=0.351

独立変数	偏回帰係数	標準回帰係数	P値
挙上量	0.57	0.534	0.007
開口時痛	-0.02	-0.331	0.076

表4 側頭筋 分散分析表

	自由度	平方和	平均平方	F値	P値
回帰分析	2	0.071	0.036	5.678	0.011
残差	21	0.131	0.006		
合計	23	0.203			

III. 結果

スプリント使用開始日と2回目測定日の両測定日において、咬筋ではスプリント装着により筋電図積分値に変化は認められなかったが、側頭筋では筋電図積分値の減少が認められた。測定日間の比較では、咬頭嵌合位で、咬筋、側頭筋いずれにおいても使用開始日より2回目測定日の方が減少していた。一方、スプリント装着時の筋電図積分値は、咬筋、側頭筋とも経時的な変化はなかった(図1)。咬頭嵌合位における筋電図積分値の経時的変化量に関する重回帰分析(ステップワイズ法)の結果、咬筋ではスプリントの挙上量、咬合痛の変化量、筋症状の有無が選択され、スプリントの挙上量が標準回帰係数0.601と最も大きな影響力を示した(表1, 2)。側頭筋ではスプリントの挙上量、開口時痛の変化量が選択され、スプリントの挙上量が標準回帰係数0.534と最も大きな影響力を示した(表3, 4)。

IV. 考察

顎関節症患者の咬頭嵌合位の最大咬みしめについて、Shiら¹⁾は、スプリント使用開始時と治療後(3か月後)の比較で、側頭筋の筋活動量が増加したことを、一方、Canayら²⁾は6週間後の比較で変化がなかったことを報告している。さらに今回の研究では咬筋、側頭筋ともに筋活動量の減少が認められており、これまでの研究結果のパターンは一定ではない。その理由の1つとして、一般的に筋

活動量は疼痛、咬合接触歯数のほか複数の要因の影響を受けることが考えられる。特に実際の患者では、それらの要因は時間経過とともに多様に変化する。そのため、患者における経時的な筋電図学的研究の解釈には多変量解析を行う必要がある。重回帰分析による検討を行った。咬頭嵌合位の筋電図積分値の経時的変化は、咬筋、側頭筋ともに疼痛の変化による影響を受けてはいるものの、挙上量による影響が強く、挙上量が大きいと経時的な減少量が大きいたことが示された。以上より、スプリントの継続使用は、スプリント装着時だけでなく、スプリント非装着時においても関節への緩圧、筋緊張の緩和の効果をもたらし得るが、咬合力が低下し、咀嚼能率の低下や咬合力を十分に発揮できない感覚の発現につながり得る可能性も示唆された。

V. 文献

- 1) Shi, C. S. and Wang, H. Y.: Postural and maximum activity in elevators during mandible pre-and post-occlusal splint treatment of temporomandibular joint disturbance syndrome, *J Oral Rehabil*, 16: 155-161, 1989.
- 2) Canay, S., Cindas, A., Uzun, G., et al.: Effect of muscle relaxation splint therapy on the electromyographic activities of masseter and anterior temporalis muscles, *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod*, 85: 674-679, 1998.