

**科学研究費助成事業 研究成果報告書**

平成 27 年 5 月 27 日現在

機関番号：16101

研究種目：基盤研究(C)

研究期間：2012～2014

課題番号：24592920

研究課題名(和文)咀嚼・嚥下機能を最適化する全部床義歯形態のイノベーション

研究課題名(英文)Study on the design of complete denture for mastication and swallowing

研究代表者

永尾 寛 (NAGAO, Kan)

徳島大学・ヘルスバイオサイエンス研究部・准教授

研究者番号：30227988

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 4,100,000円

研究成果の概要(和文)：かみ合わせの高さを標準よりも前歯で4mm高くすることによって、食物を咀嚼して柔らかくする機能が低下し、また、舌が上顎にあたる圧力が低下し、唾液や水を喉の奥に送り込む力が低下した。一方、上の奥歯を標準より3mm狭くすることによって、唾液を喉の奥に送り込む力が低下したが、咀嚼には影響がなかった。

以上のことから、義歯の形は咀嚼や嚥下に影響を与え、特に舌の機能が低下した後期高齢者では不適切な義歯によって食物を喉に送り込む力が低下し、誤嚥性肺炎のリスクが大きくなると考えられる。義歯を作成する時には、見た目や咀嚼だけでなく嚥下も考慮して義歯を設計することが重要である。

研究成果の概要(英文)：Function of processing the bolus and transportation the water to the pharynx were declining as tongue pressure to palate was decreased by 4 mm increasing of occlusal vertical dimension. On the other hand, function of transportation the saliva to the pharynx were declining, but no significant different was found in processing the bolus by 3 mm narrowing of the width of dental arch.

From the above, mastication and swallowing are affected by the denture form. Inappropriate form of denture disturbs a transportation the bolus to the pharynx and risk of aspiration pneumonia may be increased as the function of the tongue is declines in extreme aged people. It is very important to consider not only the mastication and esthetics but also swallowing in denture fabrication.

研究分野：医歯薬学

キーワード：無歯顎高齢者 摂食嚥下 咬合高径 白歯人工歯排列 口蓋形態

### 1. 研究開始当初の背景

舌の機能は加齢と共に低下し、それに伴い嚥下機能も低下する。超高齢社会の我が国では嚥下障害を持つ高齢者が急増し、肺炎は死因の3位である。また、自覚症状はないものの、専門的な検査では嚥下に障害がある患者やその予備軍は少なくない。

咬合高径の決定法には形態的な方法と機能的な方法がある。機能的決定法の中に嚥下運動を利用する方法があるが、決定法が曖昧で上下咬合床の固定が困難であるため、臨床では下顎位決定後の確認のために患者に嚥下を行わせる程度である。全部床義歯作製においても、咬合高径を決定する際には、嚥下機能はさほど重要視されず、咀嚼機能や審美性に重点を置いているのが現状である。他の研究を見ても、嚥下機能や食塊形成能を評価した報告や、脳血管障害患者や口腔咽頭領域の外科処置後の患者の治療やリハビリテーションに関する報告は多数あるが、義歯製作時の咬合高径の指標となるものは見あたらない。

一方、食物は咀嚼された後、舌によって口蓋に押しつけられ食塊となり、咽頭に輸送される。つまり、口蓋の形態は嚥下の準備期や口腔期にとって非常に重要である。

歯が喪失するとそれを支えていた歯槽骨も吸収される。義歯は喪失した歯と歯槽骨を補綴する装置であるが、口蓋部の研磨面形態は、咬合高径、人工歯の排列位置、歯科医師、技工士の経験等によって大きく変わる。

このように、全部床義歯装着者の口蓋形態は術者側が決定するものであり、その形態は嚥下に大きく関与している。口蓋形態の決定にはパラトグラムを用いることが多いが、嚥下機能から口蓋形態を決定する方法は確立されていない。また、PAPの製作においても口蓋形成材料に関する報告はあるものの、臨床では術者の経験に頼るところが大きいのが現状である。

以上のことから、患者の舌機能に適応した咬合高径、口蓋部研磨面形態を形成する指標を確立し、超高齢社会に順応するように咀嚼・嚥下機能を重視した義歯製作法を開発する必要がある。

### 2. 研究の目的

超高齢社会の我が国では嚥下障害を持つ高齢者が急増しているにもかかわらず、義歯製作においては咀嚼機能や審美性を優先するあまり、嚥下機能は軽視されがちである。装着時に問題がないようでも加齢とともに嚥下機能は低下する。義歯を長期間使用することで、義歯が不潔になるうえに嚥下機能が低下すると、誤嚥性肺炎のリスクが大きくなる。

咀嚼・嚥下機能を考慮した義歯形態の指標を得ることを目的として、咬合高径と臼歯人工歯の頬舌の排列位置が食塊形成能、口腔期・咽頭期の嚥下動態に与える影響を調査し、

患者の舌機能に調和し、咀嚼・嚥下に最適な義歯の口蓋形態について検討する。

### 3. 研究の方法

#### (1) 嚥下動態の評価

##### 口腔期の嚥下評価

嚥下の口腔期における舌の口蓋に対する最大接触圧を舌接触圧測定装置(スワロースキャン)を用いて測定した。計測点は、切歯乳頭より5mm後方の口蓋正中部(Ch1)、切歯乳頭と口蓋小窩を結んだ線上の前方から1/3(Ch2)と2/3(Ch3)、Ch3から口蓋側方に向かい左右の第1大臼歯と第2大臼歯の間で歯頸部からやや口蓋よりの2点(Ch4, ch5)とした(図1)。

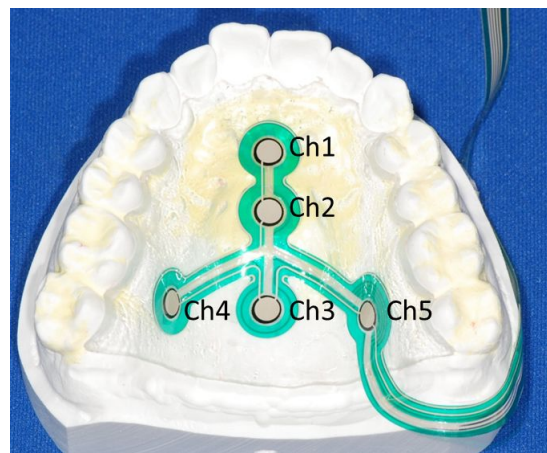


図1 口蓋への舌接触圧測定装置と測定点(スワロースキャン)

##### 咽頭期の嚥下評価

磁気センサを応用した自作の嚥下運動記録・分析システム<sup>1,2)</sup>を用いて嚥下動態を測定した。甲状軟骨付近の皮膚に棒状の専用磁石を貼り付け、嚥下運動に伴う磁石の動きを磁気センサで測定し、嚥下開始時間、喉頭閉鎖持続時間、1回あたりの嚥下時間を計測した。

##### 嚥下タスク

測定中は被験者をイスに座らせ、フランクフルト平面が床と平行になるようにし、床に両足を付けた状態とした。

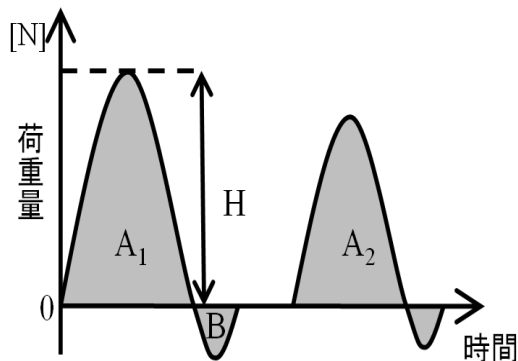
嚥下タスクは、空嚥下(唾液嚥下)と2ml水嚥下とし、それぞれ5回の嚥下を行い、その平均を個人の値とした。

#### (2) 食塊形成能の評価

##### テクスチャープロファイル分析

クリープメーター(RE2-3305B, 山電, 東京)を用いたテクスチャープロファイル分析によって、嚥下直前の食塊の硬さ、凝集性、

付着性を計測し、食塊形成能の評価を行った<sup>3,4)</sup>(図2)。



硬さ [Pa]:  $H/(\text{プランジャー断面積})$   
 凝集性:  $(A_2 \text{ の面積}) / (A_1 \text{ の面積})$   
 付着性 [J/m<sup>2</sup>]:  $(B \text{ の面積})$

図2 食塊のテクスチャー分析

#### 測定方法

米飯(5g)の嚥下までの咀嚼回数を3回測定し、その平均を個人の嚥下までの咀嚼回数とした。

各実験用口蓋床を装着した状態で嚥下までの咀嚼回数まで咀嚼させ、専用シャーレにはき出し、テクスチャーメーターで測定した。これを各条件につき3回行い、平均したものを個人の硬さ、凝集性、付着性とした。

#### (3) 摂食嚥下動態の評価

##### 被験者

本研究の主旨を説明し、同意の得られた咀嚼、嚥下、唾液分泌機能に障害のない健康成人有歯顎者5名(男性:3名 女性:2名 平均年齢 27.6±1.7歳)とした。実験に先立ち、嚥下スクリーニング検査(RSST、改訂水飲みテスト)で異常がないこと、刺激時唾液分泌量(サクソン法)で異常がないことを確認した。

##### 実験用口蓋床

咬合高径と臼歯口蓋側部の厚みを変えた以下の口蓋床を作製した。

口蓋床1(コントロール): 上顎模型に厚さ1mmの義歯床用熱可塑性レジン(エルコジュール, エルコデント)を通常に従って圧接した。床後縁は全部床義歯に準じ、歯の口蓋側は歯冠の1/2までとした(図1)。

口蓋床2(口蓋幅の調整): 口蓋床1に臼歯口蓋側部に厚さ3mmのパラフィンワックスを貼付し、口蓋形態を変えた(咬合高径は変化なし)(図3)。

口蓋床3(咬合高径の調整): 厚さ1mmの

義歯床用熱可塑性レジンを圧接し、床縁は咬合面を越えて頬側の最大豊隆部までとした。咬合器上で切歯指導釘を4mm挙上し、口蓋床の咬合面に常温重合レジンを追加し、咬合を挙上した(図4)。



図3 口蓋幅を小さくするための口蓋床(口蓋床2)



図4 咬合高径を大きくするための口蓋床(口蓋床3)

#### 4. 研究成果

##### (1) 口蓋形態が嚥下機能に及ぼす影響

##### 口蓋幅が最大舌接触圧に及ぼす影響

空嚥下時に口蓋正中前方部(Ch1)において、口蓋幅を小さくするとコントロールと比較して最大舌接触圧が有意に小さくなった(図5)。

口蓋幅が小さくなると舌の動きが口蓋側方に障害され、口蓋正中に対する接触圧が小さくなったと考えられる。嚥下時の口蓋前方部の舌接触圧の低下は嚥下圧の低下を引き起こし、嚥下の口腔期における食塊の移送

を阻害する。予備力の小さい高齢者では誤嚥の危険が増加すると思われる。

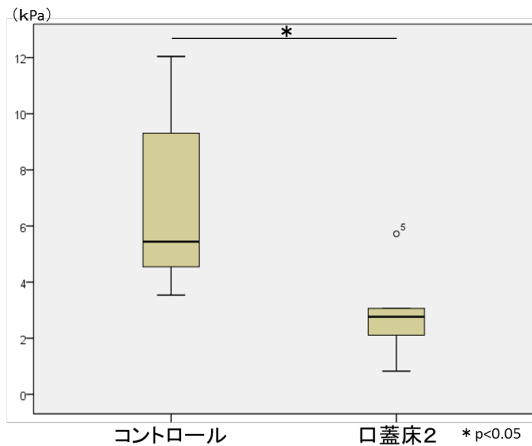


図5 口蓋幅が最大舌接触圧に及ぼす影響  
空嚥下 口蓋正中前方部 (Ch1)

咬合高径が最大舌接触圧に及ぼす影響  
空嚥下時に口蓋左側後部 (Ch5) において、咬合高径を大きくするとコントロールと比較して最大舌接触圧が有意に小さくなった (図6)。また、水嚥下時には、口蓋後部 (Ch4、5) において、咬合高径を大きくすると最大舌接触圧が有意に小さくなった (図7、8)。

咬合高径を大きくすることにより、嚥下時に舌から口蓋までの距離が長くなりため、嚥下時には口蓋中央部の舌接触圧が小さくなることが予想された。しかし、正中部の舌接触圧には変化がなく、口蓋側方部の舌接触圧が低下した。距離が長くなった口蓋正中部との接触圧を低下させないように舌が働いた代償として、側方部の舌接触圧が小さくなったと考えられるが、詳細な検討が必要である。

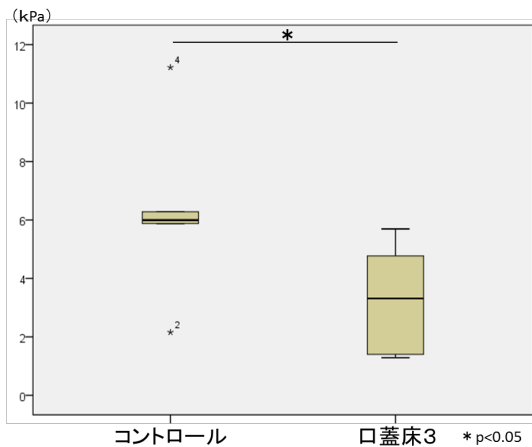


図6 咬合高径が最大舌接触圧に及ぼす影響  
空嚥下 口蓋左側後部 (Ch5)

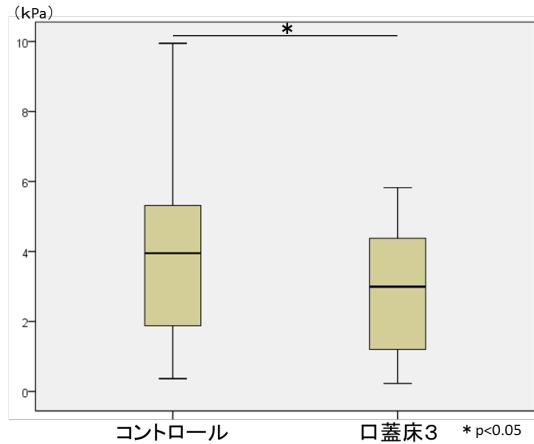


図7 咬合高径が最大舌接触圧に及ぼす影響  
水嚥下 口蓋右側後部 (Ch4)

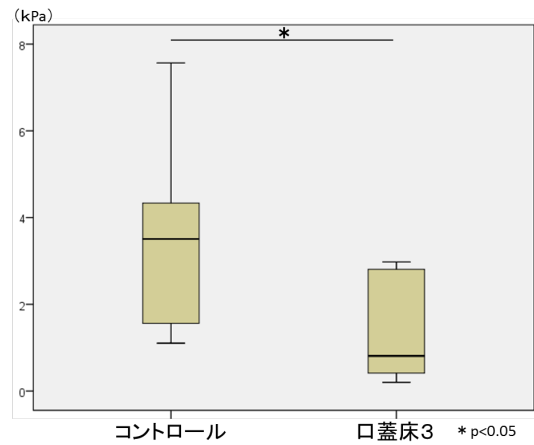


図8 咬合高径が最大舌接触圧に及ぼす影響  
水嚥下 口蓋左側後部 (Ch5)

口蓋幅と咬合高径が咽頭期嚥下に及ぼす影響

空嚥下、水嚥下時ともに、口蓋幅と咬合高径の変化が喉頭閉鎖持続時間、1回あたりの嚥下時間等に与える影響はなかった。

本研究では、皮膚上で喉頭運動を計測していること、また、若年者では予備力が大きいため、口腔内環境が変化し嚥下時の舌接触圧が変化したとしても、咽頭期嚥下動態には有意な差が出なかったと思われる。

## (2) 食塊形成能の評価

口蓋幅が食塊形成に及ぼす影響

口蓋幅を小さくすることによって、食塊の硬さ、凝集性、付着性に有意な変化は見られなかった。

口蓋幅が小さくなれば食塊形成時における舌の運動が阻害され、嚥下直前の食塊の硬さ、凝集性、付着性に影響が出ることが予想



された。しかし、若年者は口腔内環境の変化に対する適応能力が大きいため、食塊形成に有意な変化が現れなかったと考えられる。

#### 咬合高径が食塊形成に及ぼす影響

コントロールと比較して咬合高径を大きくすると、嚥下直前の食塊の硬さが有意に大きくなった(図9)。

咀嚼によって食塊のテクスチャーが変化し、嚥下可能な状態になったときに嚥下が開始される。一般的に、咀嚼の進行とともに硬さは減少、凝集性は上昇、付着性は減少することが報告されている。今回は、予備力の高い健常者の米飯咀嚼で測定したため、唾液の分泌量も多く、凝集性、付着性には変化がなかったと考えられる。

咬合高径が大きくなることによって、咀嚼の様相に変化が起こることが考えられる。口蓋床は、実験前に咬合調整を行っているが、前歯部で約4mm、大臼歯部では約2mmの挙上量は咀嚼能力に大きな影響を与え、咀嚼回数と同じであれば、食塊の硬さが大きくなったと考えられる。義歯作製時には、旧義歯と比べ咬合高径を大きくすることは珍しいことではない。嚥下力の低下した高齢者では、義歯調整時の嚥下機能の確認が必須であり、また、装着時には良く噛んで食べることを指導する必要がある。

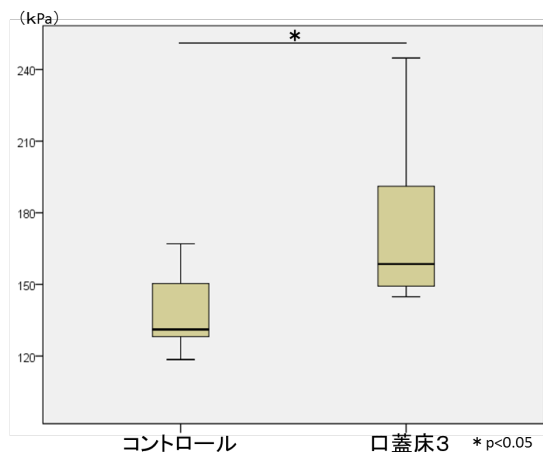


図9 咬合高径が食塊形成に及ぼす影響  
嚥下直前の食塊の硬さ

加齢により筋力が低下(サルコペニア)すると、嚥下障害がなくても予備力が小さくなるため、誤嚥のリスクが高まる。

このような口腔周囲筋の運動が低下し、咀嚼、嚥下機能に対する予備力が小さくなっている、いわゆる摂食嚥下障害予備群を早期に発見し早めに対応することが肝要であり、高齢者の健康長寿に寄与すると思われる。

#### <引用文献>

- 1) Seiko Hongama, Kan Nagao, Sachie Toko, Kyuma Tanida, Masatake Akutagawa, Yousuke Kinouchi, Tetsuo Ichikawa, MI sensor-aided screening system for assessing swallowing dysfunction: Application to the repetitive saliva-swallowing test, Journal of Prosthodontic Research, 56(1), 2012, 53-57
- 2) 本釜聖子、永尾 寛、市川哲雄、簡易型嚥下障害スクリーニングシステム法の開発：磁気センサを用いた測定方法の概要、補綴誌、51・116回特別号、2007、144
- 3) 東岡紗知江、咀嚼過程における摂取食品のテクスチャー変化と下顎運動の変化、四国歯誌、27巻、2014、1-13
- 4) Bourne MC., Texture profile analysis, Food Technol, July, 1978, 62-72

#### 5. 主な発表論文等

- [雑誌論文](計0件)
  - [学会発表](計0件)
  - [図書](計0件)
  - [産業財産権]
  - 出願状況(計0件)
  - 取得状況(計0件)
  - [その他]
- ホームページ等なし

#### 6. 研究組織

##### (1)研究代表者

永尾 寛 (NAGAO, Kan)  
徳島大学・大学院ヘルスバイオサイエンス研究部・准教授  
研究者番号：30227988

##### (2)研究分担者

本釜 聖子 (HONGAMA, Seiko)  
徳島大学・病院・診療支援医師  
研究者番号：60380078  
(H24年度)

##### (3)連携研究者

##### (4)研究協力者

東岡 紗知江 (TOUKO, Sachie)  
本田 剛 (HONDA, Tsuyoshi)  
馬場 拓郎 (BABA, Takurou)  
藤本 けい子 (FUJIMOTO, Keiko)