

## 科学研究費助成事業 研究成果報告書

平成 26 年 6 月 9 日現在

機関番号：31201

研究種目：若手研究(B)

研究期間：2011～2013

課題番号：23792243

研究課題名(和文)咀嚼障害に対する補綴歯科治療が咽頭の嚥下機能に与える影響

研究課題名(英文) Impact of prosthetic dentistry for oral masticatory dysfunction on pharyngeal swallowing function.

研究代表者

古屋 純一 (Furuya, Junichi)

岩手医科大学・歯学部・准教授

研究者番号：10419715

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 3,200,000円、(間接経費) 960,000円

研究成果の概要(和文)：本研究では、自由摂食時のビデオ造影検査による咀嚼・嚥下機能評価法を検討し、自由摂食時には、咀嚼意識を強化することで、口腔から咽頭への食物搬送を変化させ、飲み込みやすさを向上させることが明らかになった。また、補綴治療における義歯床による口蓋の被覆は、咀嚼機能を低下させるが、嚥下機能によって代償されること、また慣れとともに嚥下のために咀嚼回数が増加し、飲み込みやすくなることを明らかにした。さらに、補綴治療による全部床義歯の装着が、摂食時の食物の口腔から咽頭への搬送、食塊の形成にとって重要であり、義歯装着による口腔機能の回復が、咽頭における誤嚥や咽頭残留のリスクを低下させることが明らかとなった。

研究成果の概要(英文)：Present study suggested the following results; evaluation of masticatory and swallowing function using videofluorography was established, and eating with a conscious effort differed bolus transport from the oral cavity to the pharynx and improved swallowing easiness. Full palatal coverage by a denture base declined masticatory function, but swallowing function could compensate declined bolus formation. Additionally, the number of masticatory strokes until swallowing increased significantly after seven days adaptation. As a result, duration of swallowing and swallowing easiness were recovered. Furthermore, it was clarified that wearing complete dentures was important for the bolus formation and the bolus transport during eating, suggesting that oral rehabilitation recovered declined swallowing reserve and might improve pharyngeal residue and aspiration.

研究分野：医歯薬学

科研費の分科・細目：歯学・補綴・理工系歯学

キーワード：嚥下 咀嚼 義歯 高齢者 リハビリテーション 補綴

### 1. 研究開始当初の背景

近年の超高齢社会においては、口から食べる機能に障害を持つ高齢者の増加が著しく、摂食・嚥下障害への学際的対応が求められている。これまで、摂食・嚥下の5期(認知期、準備期、口腔期、咽頭期、食道期)のうち、摂食・嚥下リハビリテーションの分野では、咽頭期の嚥下機能に焦点をあてて、評価や対応に関する研究が進められてきた。しかし、近年、液体の命令嚥下と固体の咀嚼嚥下のメカニズムが異なること、また、咀嚼された食塊は口腔だけでなく中咽頭に侵入すること等、咀嚼が嚥下に大きな影響を及ぼすことが明らかになっている。これらの咀嚼と嚥下の関連性からは、不十分な咀嚼が誤嚥のリスクを高める可能性などが考えられ、咀嚼の重要性が円滑な嚥下の遂行という側面から再認識され始めている。このような背景から、準備期の咀嚼機能に対する評価や対応に関する研究が、学際的な観点からも求められていると考えられる。

これまで歯科補綴学の分野においては、篩分法を初めとした様々な検査法を用いて、咀嚼機能に関する研究が行われてきた。しかし、それらのほとんどは、咀嚼機能と嚥下機能を包括的に評価することはできず、また、評価の際に食塊を口腔外に取り出す必要があった。研究代表者は、咀嚼と嚥下の包括的評価を目的に、これまで嚥下機能評価のみに用いられていた嚥下内視鏡検査および嚥下造影検査に着目し、ビデオ内視鏡によって摂食中の食塊を直接観察することで、咀嚼機能評価へ応用することを考え、研究を行ってきた。まず、液体の命令嚥下時における口腔と咽頭の統合的機能評価法を検討し、その後、自由咀嚼時の咀嚼機能と嚥下機能を包括的また定量的に評価する方法を検討した。その上で、従来の咀嚼機能評価法との比較を行い、定量的な咀嚼・嚥下機能評価法としての有用性を明らかにしてきた。そこで、これらの手法を用いて、補綴歯科治療による咀嚼機能の回復が、嚥下機能にどのような影響を与えるかを解明できると着想した。

### 2. 研究の目的

ビデオ内視鏡検査およびビデオ造影検査を用いた咀嚼・嚥下機能評価を行い、口腔内の要因が嚥下機能に与える影響を定量的に明らかにする。また、補綴歯科治療が嚥下機能に与える影響を明らかにする。

- (1) 口腔内の要因が嚥下機能に与える影響の解明：咬合支持の喪失、口蓋の被覆、咀嚼意識の強化等の口腔内の要因が食塊形成、食物搬送、咽頭期嚥下などの咽頭の嚥下機能に与える影響を定量的に評価し、明らかにする。
- (2) 補綴歯科治療が嚥下機能に与える影響の解明：義歯装着などの補綴歯科治療による咀嚼機能の改善が、食塊形成、食物搬送、咽頭期嚥下などの咽頭の嚥下機能に与える影響を、定量的に評価し、解明する。

### 3. 研究の方法

本研究は岩手医科大学歯学部倫理委員会による承認を受け、全ての被験者に、文章および口頭で実験の目的、方法および危険性を十分に説明し、文章による同意を得た上で実施した。なお、有意水準は5%とした。

(1) 口蓋の被覆による咀嚼時の舌機能低下が嚥下機能に与える影響：被験者は有歯顎者ボランティア18名(男性11名、女性7名、平均年齢28.2歳)とした。各被験者の上顎模型より、口蓋をすべて被覆する厚さ1.5mmの口蓋床を、通法どおり製作した(図1)。被験食品は緑色と白色の2色米飯とし、咀嚼回数と嚥下のタイミングは規定せず、自由に摂食させ、摂食中の中咽頭における食塊形成と食塊搬送を、経鼻的に挿入したビデオ内視鏡によって直接観察し、嚥下直前の食塊画像から食塊形成度(Bolus Formation Index: BFI)を算出した(図2)。同時に、咬筋の表面筋電図から、咀嚼開始から嚥下開始までの咀嚼回数を計測した。また、嚥下の容易さに関する主観的評価を、100mmのVisual Analogue Scale(以下VAS)によって行った。なお、左端を「最も飲み込みにくい」(0)、右端を「最も飲み込みやすい」(100)とした。さらに、咀嚼回数を規定した場合の咀嚼機能評価として、咀嚼力判定用キシリトールガムによる咀嚼能力評価を行い、色彩色差計を用いて、咀嚼前の試料との色差Eを算出した。以上の測定を、口蓋床装着前、装着直後、装着7日後に行った。



図1 口蓋床の装着

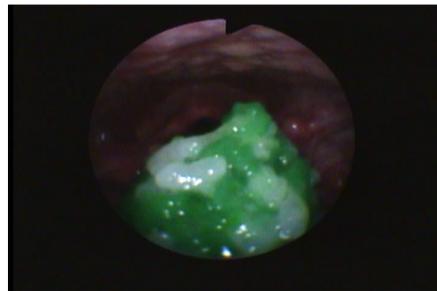


図2 食塊形成度の測定

- (2) 咀嚼意識の強化が摂食時の食塊搬送と嚥下機能に与える影響：被験者は、有歯顎者ボランティア25名(男性17名、女性8名、平均年齢27歳)とした。硫酸バリウム含有寒天ブロックを被験食品として、摂食時の嚥下造影検査を行った。被験者には「いつも通り

食べてください」(以下,通常摂食条件),「よく噛んで食べてください」(以下,咀嚼強化条件)の2種類の摂食条件下で自由に摂食させた。嚥下のタイミングについては規制しなかった。次いで,嚥下造影検査のデータ上で,口腔・咽頭を Oral cavity area(OC:人工歯または,上顎唇側歯槽部より硬口蓋と軟口蓋の境界まで), Upper oropharynx area(UOP:硬口蓋と軟口蓋の境界より下顎下縁と舌背が交わるところまで), Valleculae area(VAl:下顎下縁と舌背が交わるところより喉頭蓋谷まで), Hypopharynx(HYP:喉頭蓋谷より食道入口部に達した所まで)の4領域に区分し,解析を行った(図3)。解析項目は,嚥下反射開始までの咀嚼時間, Stage II transport(StII)惹起前後の咀嚼時間, St II 発生から嚥下反射開始までの時間, 嚥下反射開始時の各領域における食塊量, 嚥下反射開始から各領域における食塊通過までの時間とした。また, 嚥下の容易さに関する主観的評価を, 前述の VAS によって行った。

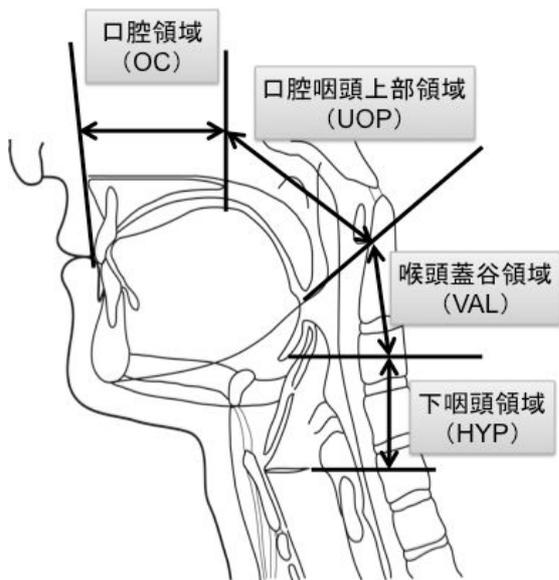


図3 口腔・咽頭領域の区分

(3)全部床義歯の装着が摂食時の食塊搬送と嚥下機能に与える影響: 被験者は, 無歯顎者ボランティア 15名(男性4名, 女性11名, 平均年齢78.0歳)とした。被験食品は, 無歯顎状態でも摂食可能で, かつ義歯装着時にも咀嚼可能な, 4.0 - 5.6mm 径 40%硫酸バリウム含有の刻み寒天 10g とした。寒天の粒度を統一するために, 寒天を可及的均一に刻んだ後に, 5.6mm 径と 4.0mm 径の篩いにかけて, 4.0mm 径の篩い上に残ったものを使用した。上下顎全部床義歯装着時および上下顎全部床義歯除去時の2条件において, 被験者のもっとも食べやすい方法で摂食させ, 嚥下造影検査にて記録した。次いで, 嚥下造影検査のデータ上で, 口腔・咽頭を前述した OC, UOP, VAL, HYP の4領域に区分し, 解析を行った。測定項目は, 嚥下反射開始時の食塊先端の位置, 嚥下反射開始時の各領域における食塊量,

各領域における食塊通過時間とした。食塊通過時間は, OC を通過する時間(Processing), UOP を通過する時間 ( Postfaucial aggregation time: PFAT), VAL を通過する時間(Valleculae aggregation time: VAT), HYP 領域を通過する時間: (Hypopharyngeal transit time: HTT)を測定した。上部食道入口部開大時の下顎位置とした(図4)。

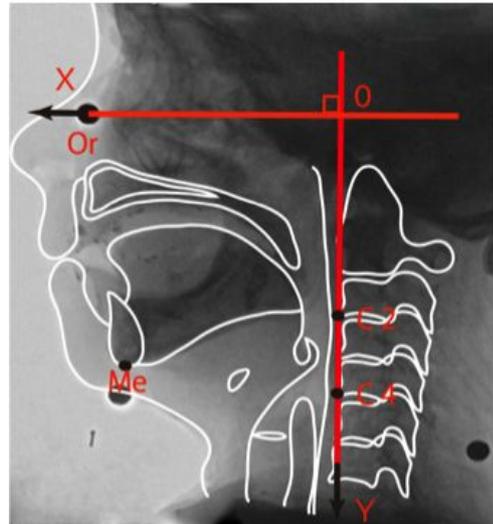


図4 上部食道入口部開大時の下顎位置

#### 4. 研究成果

(1)口蓋の被覆による咀嚼時の舌機能低下が嚥下機能に与える影響: BFI は, 口蓋床装着前と比較して, 装着直後には有意に減少した(図5)。その後, 装着7日後においては, 装着前の水準まで有意に回復した。嚥下までの咀嚼回数は, 口蓋床装着直後には有意な変化は認められなかったが, 装着7日後には装着前及び装着直後と比較して, 有意な回数の増加を認めた(図6)。嚥下の容易さに関するVAS は, 口蓋床装着前と比較して, 装着直後には有意に減少した。その後, 装着7日後においては, 装着前の水準まで有意に回復した(図7)。咀嚼能力を示す色差 E は, 口蓋床装着前と比較して, 装着直後には有意に減少した。装着7日後においては, 装着前と比較して有意に減少したが, 装着直後との比較では, 有意な変化は認められなかった。

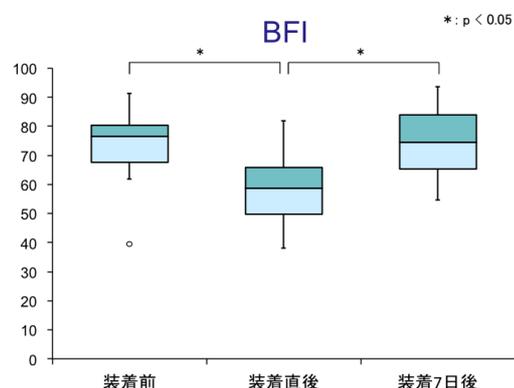


図5 食塊形成度(BFI)の変化

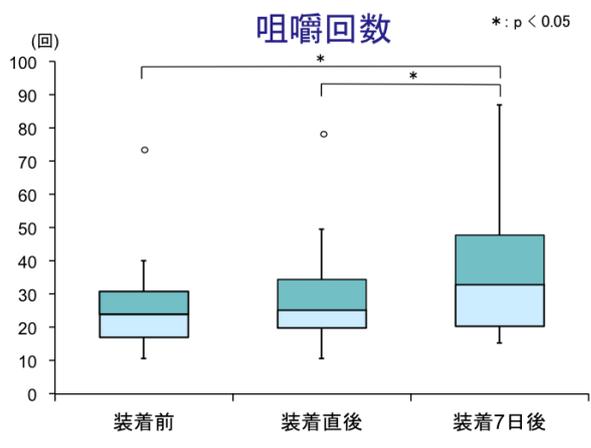


図6 咀嚼回数の変化

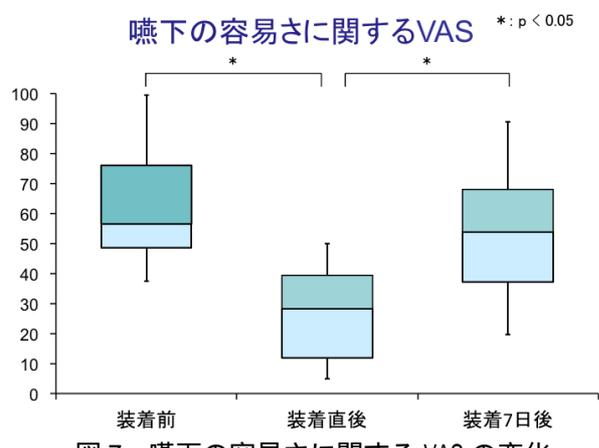


図7 嚥下の容易さに関するVASの変化

(2)咀嚼意識の強化が摂食時の食塊搬送と嚥下機能に与える影響：嚥下反射開始までの咀嚼時間，Stage II transport (StII) 惹起前後の咀嚼時間，St II 発生から嚥下反射開始までの時間は，通常摂食条件と比較して，咀嚼強化条件にて有意に延長した(図8)．嚥下反射開始時の各領域における食塊量は，通常摂食条件と比較して，咀嚼強化条件にて，OCでは有意に減少し，VAL，HYPでは有意に増加した．嚥下反射開始から各領域における食塊通過までの時間は，咀嚼強化条件において，OC，UOP，HYPにて有意な短縮を認めた．嚥下の容易さに関するVASは，咀嚼強化条件において有意に上昇した(図9)．

(3)全部床義歯の装着が摂食時の食塊搬送と嚥下機能に与える影響：嚥下反射開始時の食塊先端の位置は，義歯装着時と比較して，義歯撤去時に有意に下咽頭方向に低下していた．嚥下反射開始時の各領域における食塊量は，義歯撤去時において，OC，HYPで有意な増加が認められ，UOP，VALで有意な減少が認められた．食塊通過時間は，義歯撤去時において，Processing，VAT，HTTが有意に延長した(図10-12)．上部食道入口部開大時の下顎の位置は，義歯撤去時において，有意に前方へと偏位した．

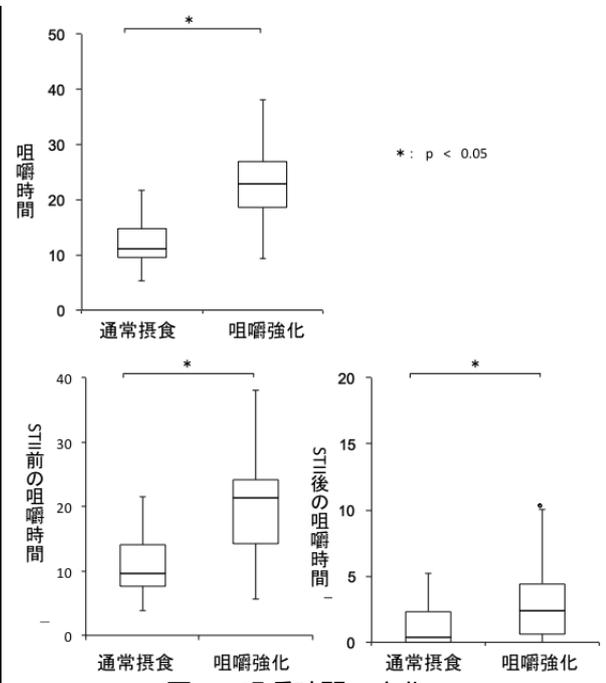


図8 咀嚼時間の変化

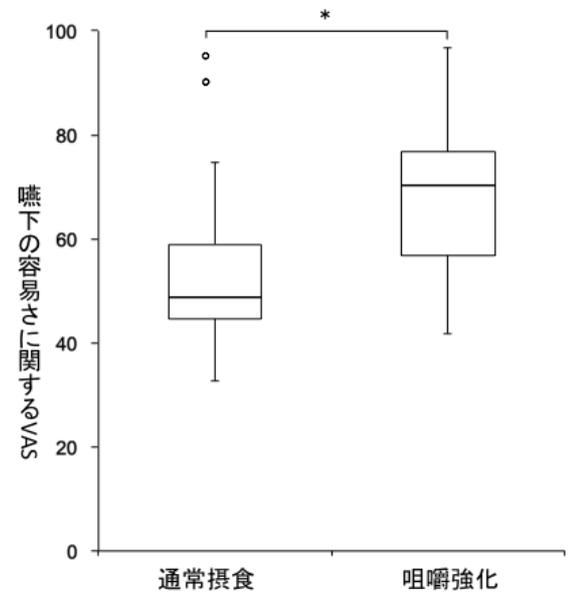


図9 嚥下の容易さに関するVAS

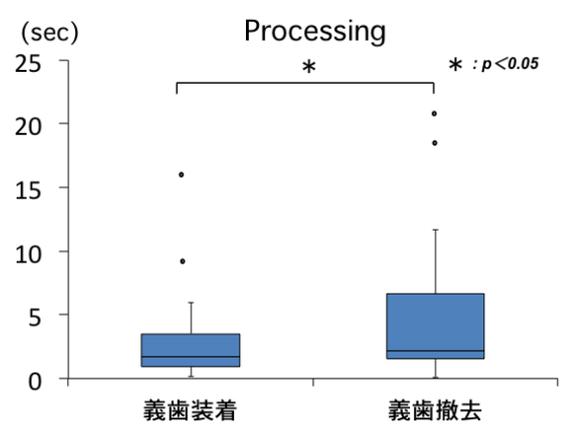


図10 Processingの変化

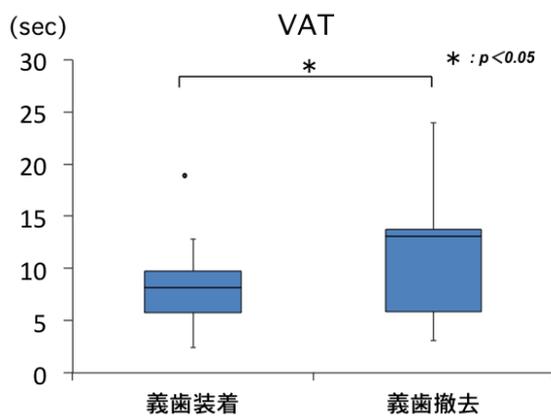


図 11 VAT の変化

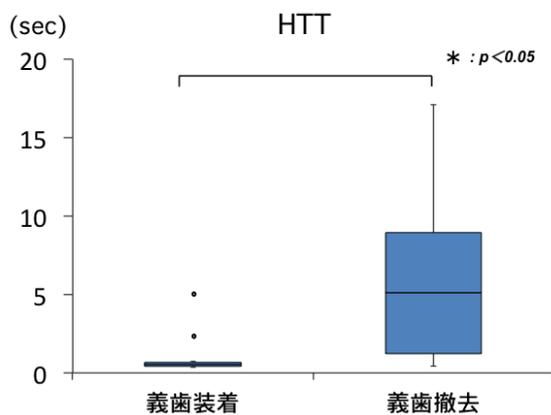


図 12 HTT の変化

高齢者が装着する義歯は口蓋を被覆する大型の義歯であることが多い。口蓋の被覆直後には、咀嚼時の舌機能低下を惹起するが、嚥下までの咀嚼回数は変化しないため、円滑な嚥下に必要な食塊形成が低下することが明らかとなった。しかし、口蓋の被覆に対して生体が適応すると、食塊形成は円滑な嚥下のために装着前のレベルまで回復する。この変化は、義歯床による口蓋の被覆を生体が学習し、円滑な嚥下のために、咀嚼が調整された結果であると考えられた。

補綴歯科治療の目的の1つは咀嚼機能の回復である。咀嚼機能の回復によって咀嚼意識は自ずと強化されると考えられるが、摂食時の咀嚼意識の強化は、咀嚼時間を変化させるだけでなく、咀嚼嚥下時の食物搬送を変化させ、円滑な嚥下のために食塊をより効率的に搬送することができることが明らかとなった。

さらに、高齢者に多い全部床義歯の撤去は、口腔における食塊保持を低下させ、摂食時の食物搬送を変化させた結果、食物の長時間の咽頭貯留を惹起することが明らかとなった。特に、食塊の下咽頭への侵入は、誤嚥のリスクを高めるものと考えられた。また、食塊が食道に搬送される上食道入口部開大時の下顎の位置は前上方に偏位しており、全部床義歯の装着は嚥下時の下顎固定に役立っていることが明らかとなった。

本研究では、口腔における義歯装着や咀嚼など、口腔の要因の変化が、食塊搬送など咽頭の嚥下機能に影響を及ぼすことを明らかにした。特に、これまでほとんど明らかにされていなかった、口腔の変化が、咀嚼嚥下時の咽頭の嚥下機能に与える影響を本研究では明らかにすることができた。加齢によって嚥下の予備力は高齢者では低下すると考えられており、義歯撤去など口腔機能の低下は、加齢による嚥下の予備力低下を増悪すると考えられる。よって、適切な補綴歯科治療によって咀嚼機能を回復することが、嚥下の予備力低下防止にも通ずることが示唆された。しかし、本研究の被験者は、ある程度の嚥下の予備力を有しており、また、咀嚼機能についてもある程度の能力を有する者を選択していた。そこで今後は、義歯の質や口腔内環境の良否を検討し、補綴歯科治療による介入の効果や、機能低下を有する高齢者に対する補綴歯科治療の在り方についてさらなる検討を行っていく必要があると考えられた。

#### 5. 主な発表論文等

(研究代表者、研究分担者及び連携研究者には下線)

[雑誌論文](計3件)

Furuya J, Hara A, Nomura T, Kondo H. Volitional chewing with a conscious effort alters and facilitates swallowing during feeding sequence. *J Oral Rehabil*, 41, 191-198, 2014. 査読有り.

DOI: 10.1111/joor.12140

Yamamoto H, Furuya J, Tamada Y, Kondo H. Impacts of wearing complete dentures on bolus transport during feeding in elderly edentulous. *J Oral Rehabil*, 40, 923-931, 2013. 査読有り.

DOI: 10.1111/joor.12107

Sato T, Furuya J, Tamada Y, Kondo H. Impacts of palatal coverage on bolus formation during mastication and swallowing and subsequent adaptive changes. *J Oral Rehabil*, 40, 751-757, 2013. 査読有り.

DOI: 10.1111/joor.12089

[学会発表](計15件)

佐藤友秀, 古屋純一, 玉田泰嗣, 山本尚徳, 野原幹司, 近藤尚知. 口蓋の被覆が食塊形成能力に与える影響. 第19回日本摂食嚥下リハビリテーション学会学術大会, 2013/9/22, 岡山.

山本尚徳, 古屋純一, 玉田泰嗣, 佐藤友秀, 安藝紗織, 近藤尚知. 全部床義歯装着が食物移送動態に与える影響. 第19回日本摂食嚥下リハビリテーション学会学術大会, 2013/9/22, 岡山.

佐藤友秀,古屋純一,中村俊介,松木康一,石塚華奈,佐々木健,米澤悠,野村太郎,近藤尚知. 口蓋の被覆が自由摂食時の食物移送動態に与える時間的影響とその順化. 第122回日本補綴歯科学会学術大会, 2013/5/18, 博多.

山本尚徳,古屋純一,玉田泰嗣,安藝紗織,原 淳,伊藤文子,道又俊,織田展輔,近藤尚知. 全部床義歯の装着が自由摂食時の口腔・咽頭運動に与える影響. 第122回日本補綴歯科学会学術大会, 2013/5/18, 博多.

原淳,古屋純一,山本尚徳,佐藤友秀,近藤尚知. 咀嚼意識が咀嚼・嚥下時の食物移送動態に与える影響. 第23回日本咀嚼学会学術大会, 2012/10/14, 札幌.

山本尚徳,古屋純一,玉田泰嗣,佐藤友秀,原淳,安藝紗織,織田展輔,近藤尚知. 全部床義歯装着が咀嚼・嚥下機能に与える影響. 第17回・第18回共催日本摂食・嚥下リハビリテーション学会学術大会, 2012/8/31, 札幌.

原淳,古屋純一,山本尚徳,玉田泰嗣,安藝紗織,中村俊介,近藤尚知. Videofluorographyによる咀嚼機能評価の試み 自由摂食時における定性的・定量的評価. 第17回・第18回共催日本摂食・嚥下リハビリテーション学会学術大会, 2012/8/31, 札幌.

佐藤友秀,山本尚徳,古屋純一,阿部里紗子,織田展輔,安藝紗織,中村俊介,野村太郎,加藤浩. ビデオ内視鏡による食塊形成能力評価と従来型咀嚼機能評価との関連. 第121回日本補綴歯科学会学術大会, 2012/5/26, 横浜.

Tamada Y, Furuya J, Yamamoto H, Hara A, Sato T. Effects of wearing complete dentures on the morphology of the oropharynx. Dysphagia Research Society 2012 annual meeting. 2012/3/8, Toronto.

阿部里紗子,古屋純一,鈴木哲也. 嚥下内視鏡を用いた定性的および定量的咀嚼機能評価の関連. 第22回日本咀嚼学会学術大会, 2011/10/30, 名古屋.

## 6. 研究組織

### (1)研究代表者

古屋純一 (FURUYA, JUNICHI)

岩手医科大学歯学部・准教授

研究者番号: 10419715

### (2)研究分担者

なし

### (3)連携研究者

なし