

平成 21 年 6 月 26 日現在

研究種目：若手研究（B）

研究期間：2007～2008

課題番号：19791372

研究課題名（和文） 咀嚼時の三次元的舌動態の解析

研究課題名（英文） The Analysis of Three-dimensional Tongue Movement during Mastication

研究代表者

村田 尚道（MURATA NAOMICHI）

昭和大学・歯学部・講師

研究者番号：10407546

研究成果の概要：咀嚼運動は、顎と舌、頬などの諸器官が協調してなされる複雑な運動である。本研究は、咀嚼時における舌動態を明らかにすることを目的に、超音波画像診断装置ならびに圧力センサーシートを用いて咀嚼時の舌形態ならびに口蓋への圧力測定を行った。

描出された超音波画像より舌形態を比較したところ、咀嚼前期のほうが咀嚼後期に比べて舌側縁の隆起部の位置は、水平方向に大きく、垂直方向に小さい距離の移動が認められた。舌圧計測は、作業側と平衡側との舌圧を比較すると、作業側のほうが大きい値を示した。

以上の結果より咀嚼時の舌動態は、捕食した後、舌は食物を臼歯部に移送するために垂直方向より左右方向に大きく動き、咀嚼後期では粉碎された食物をまとめるため、垂直方向の動きが大きくなることが推察された。

交付額

（金額単位：円）

	直接経費	間接経費	合計
2007 年度	2,200,000	0	2,200,000
2008 年度	700,000	210,000	910,000
年度			
年度			
年度			
総計	2,900,000	210,000	3,110,000

研究分野：

科研費の分科・細目：

キーワード：三次元超音波，咀嚼運動，舌形態，摂食機能療法，

1. 研究開始当初の背景

(1) 摂食・嚥下機能の重要性

摂食・嚥下機能は、日常生活の中で大きな役割を占めており、その機能の低下や破綻は健康な生活を送る上で大きな障害となり得る。摂食・嚥下機能障害によって引き起こされる問題は、低栄養、気道感染症、窒息事故が挙げられ、これら疾病の予防に対する摂食・嚥下リハビリテーションの必要性は高い

と考えられる。近年では、高齢者において、平成 18 年 4 月より「口腔機能の向上」が介護予防の新予防給付や地域支援事業として実施されており、その重要性は今後も増していくと考えられる。

(2) 摂食・嚥下機能における咀嚼機能

咀嚼を伴う摂食・嚥下の一連の動作中に、舌は取り込まれた食物を臼歯部へと運び、頬と共に食物を歯列上に保持し、粉碎された食

物を唾液と混合して食塊を形成し、食塊を咽頭部へと移送する役割を担っている。また、摂食時における舌の機能発達、初めに顎運動と連動した舌の前後運動が行われていたものが、顎と舌の分離動作、協調運動へと変化し、舌と口蓋で食物をつぶす舌の上下運動から臼歯部へ食物を移送・保持する左右運動へと、左右対称な運動から左右非対称な運動へと変化している¹⁾。そのため、咀嚼機能の解析は、顎運動だけでなく、協調運動を行っている舌や頬の運動解析と共に行われている^{2・9)}。

2. 研究の目的

咀嚼時の舌や頬運動は、複雑な動きをしており、これまでの研究では平面上の動きを捉えたものに過ぎない。そこで、三次元超音波画像診断装置を用い、咀嚼時における舌の形態を描出することによって、咀嚼時舌形態が描出可能であると考えられる。また、咀嚼時における舌や頬運動のリハビリテーションを行うためには、咀嚼時に必要となる力を目標値が必要である。

本研究は、超音波画像診断装置と圧センサーを用いて咀嚼機能の解析を行うことにより、食物を歯列上に保持するために、顎運動と協調運動を行っている舌の形態や咀嚼・食塊形成時に要する口蓋に対する圧力を明らかにし、治療時の到達目標とすることで、効果的なりハビリ手法の開発へとつなげることを目的とする。

3. 研究の方法

(1) 対象

顎口腔系に異常を認めない者3名(男性1名、女性2名、平均年齢26.3歳)である。

(2) 咀嚼運動について

被験食品として、グミキャンディ(果汁グミ、明治製菓社製)を用い、一口量として一粒(約3g)とした。

咀嚼運動は、習慣性咀嚼側で行うように指示し、1回で自由嚥下させたものを1試行とした。咀嚼開始後の安定した8ストロークを咀嚼前期、嚥下前の8ストロークを咀嚼後期とした。

(3) 超音波画像描出方法

超音波装置ならびに舌圧計測の同期システム構築

3-D超音波装置(Power Vision 6000, 東芝メディカル社製, 東京)およびコンベックスタイププローブ(周波数6.0MHz, PVM-370AT, 同社製)を用いて歯列上に食物を保持した状態での超音波画像描出および舌圧測定を試みた。

咀嚼運動時の超音波画像描出について

咀嚼中の三次元超音波画像描出には、4-D超音波システム(VOLSON0730 GE Medical Systems社製, アメリカ)および4-Dプローブ(周波数5.0Hz, 同社製)を用いた。

舌形態の描出は、対象者にフランクフルト平面が床と水平となるように垂直座位をとらせ頭部をヘッドレストにて固定した。超音波探触子は、正中矢状断面が描出される方向に顎下部の正中に当て画像描出を行った。

(図1)

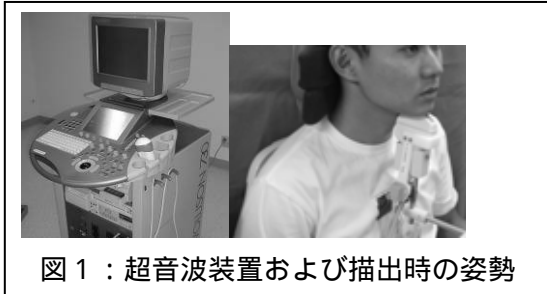


図1: 超音波装置および描出時の姿勢

(3) 舌圧測定方法

舌圧測定には、舌圧測定システム(スワローズキャン, ニッタ社製, 大阪)を用いた。

舌圧センサーシートは、左右上顎第一大臼歯口蓋側歯肉部および口蓋正中部に貼付した。(図2)咀嚼時の作業側および平衡側の測定値は、咀嚼の各ストローク中の最大値の平均とした。

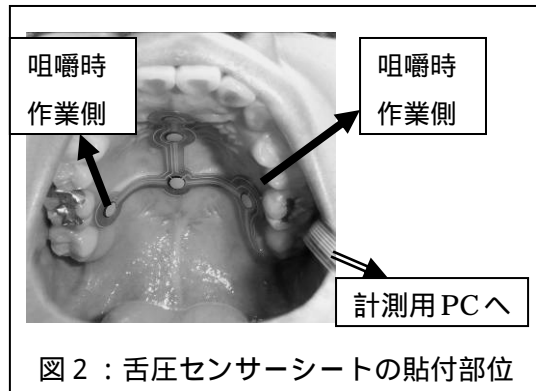


図2: 舌圧センサーシートの貼付部位

咀嚼前期と後期の比較には、student t-testを行い $p < 0.05$ を有意差ありとした。統計学的検定には、SPSS16.0J for Windows (SPSS Japan, 東京)を使用した。

なお本研究は、昭和大学歯学部医の倫理委員会の承認を受けて実施した。(承認番号第2007-17号)

4. 研究成果

(1) 超音波画像描出について

4-D超音波画像で描出された画像を図3に示す。3次元画像の各断面(矢状断, 前顎断面)より、舌背面の前後方向, 左右方向の舌

背面形態を観察した。(図3)

前額断面からの観察について

咀嚼時の舌側縁の上方への動きを画像中央のポイントより観察した。咀嚼初期は、舌側縁の動きが大きく、平衡側では小さい様子が観察された。咀嚼後期では、作業側・平衡側ともに舌側縁の動きが大きく動く様子が認められた。(図4)

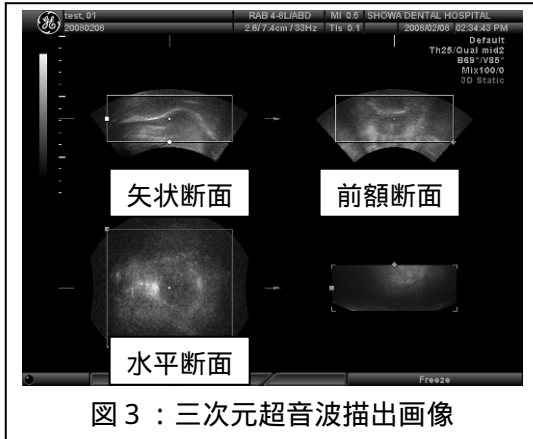


図3：三次元超音波描出画像

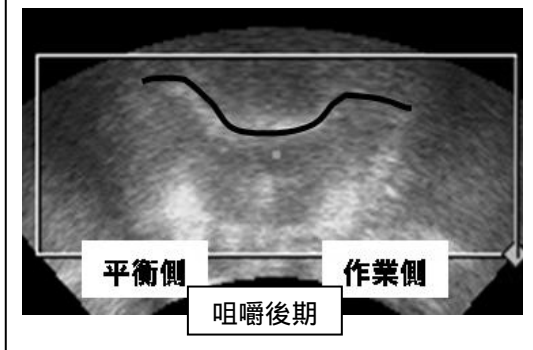
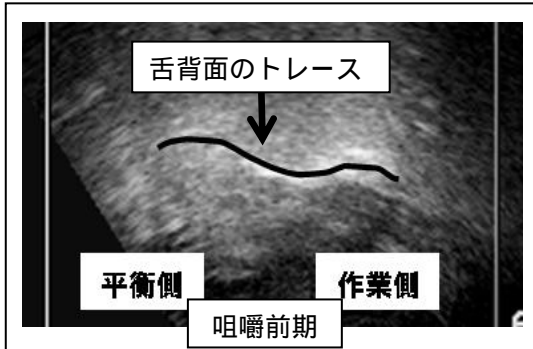


図4：咀嚼時の舌背面（水平断面）
（上：咀嚼前期、下：咀嚼後期）

矢状断面からの観察について

咀嚼時の舌尖部や舌後方部の動きを画像中央のポイントより観察した。咀嚼初期には舌尖部が大きく動き、咀嚼後期では舌中央から後方部にかけての動きが大きく観察された。(図5)

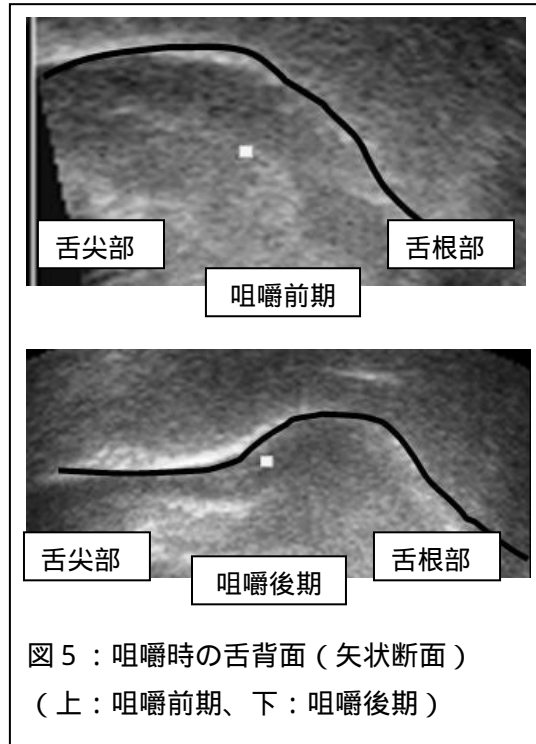


図5：咀嚼時の舌背面（矢状断面）
（上：咀嚼前期、下：咀嚼後期）

(2) 舌圧測定について

舌圧測定の結果は、すべての対象者で作業側の方が平衡側に比べて大きい値を示した。咀嚼前期と後期ともに作業側と平衡側の差を認めた対象者は1名であり、前期のみ・後期のみに差を認めた者が各1名ずつであった。(図6)

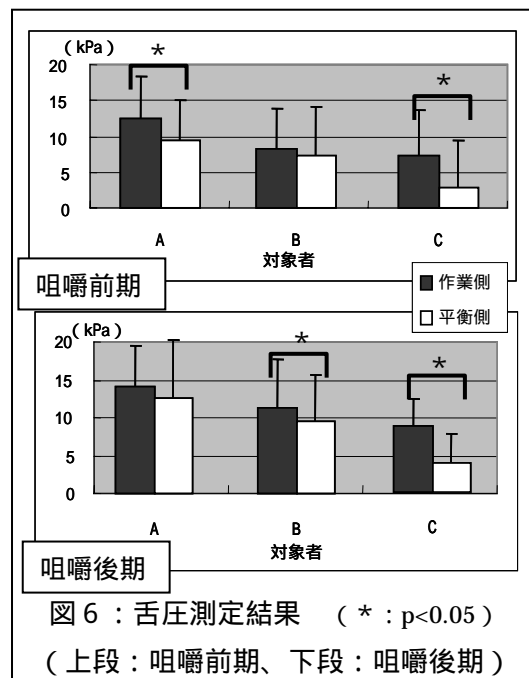


図6：舌圧測定結果 (* : p<0.05)
（上段：咀嚼前期、下段：咀嚼後期）

各対象者における咀嚼前・後期での舌圧の変化は、前期より後期のほうが大きな値を示したが有意差は認められなかった。(図7)

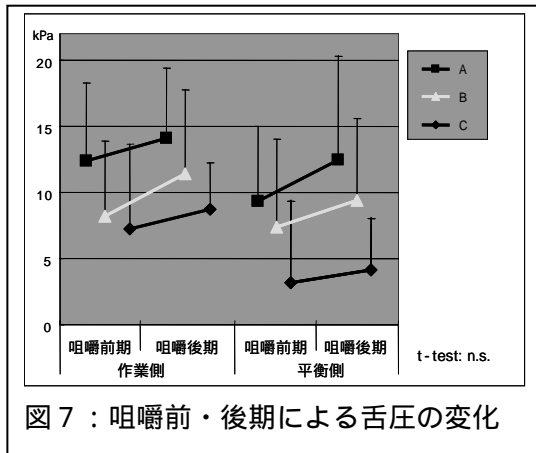


図7：咀嚼前・後期による舌圧の変化

考察

咀嚼時の舌運動は、歯列上に保持するために舌と頬で内・外より食物を押ししている⁶⁾。また、咀嚼前半と後半では顎と舌の協調運動パターンが変化することも報告されている⁷⁾。これまで、咀嚼時の舌運動や舌圧測定など報告されているが、両者を組み合わせた報告は認められない。そこで、超音波装置と舌圧センサーを組み合わせたシステムを用いた同時計測によって、舌運動と舌圧の変化を測定、咀嚼時舌動態の解析を試みた。

(1) 超音波画像描出について

超音波装置ならびに舌圧計測の同期システム構築について

超音波装置と舌圧測定システムを同期させることで、食塊保持時の舌形態の描出は可能であったが、咀嚼中における舌動態の描出は、当初予定していた超音波装置 (Power Vision 6000) では困難であった。そこで、当施設に新たに設置された超音波装置 (VOLSON0730) にて、咀嚼運動中の舌をリアルタイムで観察することが可能であった。

咀嚼運動時の超音波画像描出について

舌の前額面断から舌運動を観察することで、舌側縁の動きが観察可能であった。咀嚼前・後期では、作業側と平衡側の動きに左右差が認められた。過去の報告でも咀嚼前半では歯列上への食物保持が行われるため、舌の左右差が見られ、後半では食塊を保持するために同じような動きをすると報告されている^{2,3,7)}。本研究で観察された舌運動も同様な結果であり、咀嚼運動を描出できていたと推察された。

矢状断面からの舌運動の観察では、舌の前後的な観察が可能であった。Palmerらは、咀

嚼中に食塊が咽頭へと送り込まれている (Stage transport) と報告している⁶⁾。本研究で観察された動きは、咀嚼後期の方が舌後方の動きが大きくなっており、咀嚼されたグミの小片が咽頭部へ移送される Stage transport の様子が見られたと推察された。

超音波装置による舌運動観察は、嚥下時や咀嚼時、食塊形成時など報告されている¹⁰⁻²⁰⁾。過去の報告では2次元の観察が多かったが、機器の進歩によってリアルタイムな3次元画像の描出が可能となってきた。今後は舌運動の定量的な解析方法を検討する必要性が考えられた。

(2) 舌圧測定について

舌圧測定は、摂食・嚥下時の舌運動解析の際、口蓋部に設置された圧センサーの測定値や接触順序を解析することによって、舌の動態評価として用いられている²¹⁻²³⁾。

本研究結果より、作業側と平衡側の測定値に差が認められたが、咀嚼前・後期においてその差が明確な者とそうでない者が示されていた。また、咀嚼後期のほうが作業側・平衡側ともに大きな値を示していたが、有意差が認められなかった。今後は、対象者を増やしてパターン分類をする必要が考えられた。

まとめ

咀嚼時の舌動態は、超音波画像より咀嚼前期では水平方向に、咀嚼後期では垂直方向に運動していることが示唆された。また、口蓋に対する舌圧変化から咀嚼後期に垂直方向の力が大きくなることが推察された。

摂食・嚥下時の舌動態は、咀嚼前期と後期で変化していることが示唆された。咀嚼前期では、捕食した後に食物を臼歯部に移送するために水平方向に大きく動いていることが推察された。咀嚼後期では粉碎された食物をまとめるため、垂直方向の動きが大きくなること、また一部の食塊を咽頭部へ移送していることが推察された。

謝辞

稿を終えるにあたり、研究にご協力いただきましたボランティアの皆様ならびに昭和大学歯学部口腔衛生学教室の教室員の先生方に心から感謝いたします。

参考文献

- 1) 向井美恵：正常摂食機能の発達・食べる機能の障害，医歯薬出版，東京，1987，9-42．
- 2) 大森明彦：X線テレビ映画法による頬粘膜の運動変化について．歯科学報，79：1757-1813，1979．

- 3) 戸村善明: X線テレビ映画法による咀嚼時の舌運動について1. 矢状方向からの観察. 歯科学報, 79: 2271-2303, 1979.
- 4) Palmer JB, Hiiemae KM, Liu J: Tongue-Jaw linkages in human feeding: a preliminary videofluorographic study. Arch Oral Biol, 42(6): 429-441, 1997.
- 5) Palmer JB: Integration of oral and pharyngeal bolus propulsion: A new model for the physiology of swallowing. 日摂食嚥下リハ誌, 1: 15-30, 1997.
- 6) Mioche L, Hiiemae KM, Palmer JB: Intraoral food management during mastication of foods of different textures. JDR, 79: 153, 2000.
- 7) 大久保真衣ほか: 咀嚼時の顎と舌の協調運動に関する動作解析. 日摂食嚥下リハ誌, 6: 27-37, 2002.
- 8) 山本啓司, 原澤陽二, 長谷川麻衣子ほか: 顎口腔顔面運動時のオトガイ舌筋の筋電図記録. 日顎口腔機能会誌, 11: 51-53, 2004.
- 9) 織田展輔: 咀嚼時における筋圧の発現様相. 上顎第一大臼歯部の頬舌側圧. 日補綴歯会誌, 48: 261-270, 2004.
- 10) 秋山弘道: 超音波診断装置による舌切除患者の舌運動の観察. 日本口腔外科学会雑誌, 37: 24-29, 1991.
- 11) 西村亮介: X線テレビ映画による嚥下時の舌背の位置変化に関する研究2. 前額平面上の舌背粘膜の各点の位置変化. 歯科学報, 77: 628-629, 1997.
- 12) 大塚義顕: 超音波による矢状断描出法の検討. 障歯誌, 15: 3-12, 1994.
- 13) 越野寿: 舌運動機能が咀嚼に及ぼす影響. 超音波診断装置による舌運動能力の評価と篩分法による咀嚼能力の評価. 補綴誌, 38: 799-810, 1994.
- 14) 渡辺聡、綾野理加、大塚義顕他: 超音波断層法による舌の動態解析. Mモード法前額断面における検討. 障歯誌, 16: 24-37, 1995.
- 15) 雨宮泰子、渡辺聡、大塚義顕ほか: 発音時における超音波前額断面描出法による舌の動態解析. 昭和歯誌, 17: 55-67, 1997.
- 16) 桔梗知明、齊藤美紀、石川雅章ほか: 超音波断層法による舌の動態解析. 口病誌, 67: 92, 2000.
- 17) Maureen Stone, Andrew Lundberg: Three-dimensional tongue surface shapes of English consonants and vowels. Journal of Acoustical Society of America 99:3728-3737, 1996.
- 18) Kenneth L. Watkin: Ultrasound and Swallowing. Folia Phoniatr Logop 51: 183-198, 1999.
- 19) Dana M. Hartl, Marcella Albiter, Frederic Kolb, et al.: Morphologic Parameters of Normal Swallowing Events Using Single-Shot Fast Spin Echo Dynamic MRI. Dysphagia 18:255-262, 2003.
- 20) 村田尚道、薮島弘之、向井美恵: 三次元超音波画像診断装置を用いた食塊保持時における舌形態の観察. 描出方法の検討および食塊量の変化に伴う舌形態における対応. 日摂食嚥下リハ会誌, 8(1): 26-38, 2004.
- 21) 萬屋陽、田村文誉、向井美恵: 口蓋部舌圧測定による舌運動評価. 口蓋の厚みが嚥下時舌運動に与える影響. 日摂食嚥下リハ会誌, 6: 93-103, 2002.
- 22) 小野高裕、堀一浩、野首孝祠ほか: Digital Subtraction Angiographyを用いたグミゼリーの咀嚼・嚥下動態評価. 補綴誌, 47: 107-116, 2003.
- 23) 小野高裕、堀一浩、岩田久之ほか: 咀嚼・嚥下における舌圧測定法とその臨床応用. 日摂食嚥下リハ会誌, 10: 207-219, 2006.

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 1 件)

村田尚道、渡辺賢礼、大塚義顕ほか：超音波（US）装置を用いた接触・嚙下機能評価法．
歯界展望，21th JADS:229，2009．

[学会発表](計 1 件)

村田尚道ほか：超音波（US）装置を用いた摂食・嚙下機能評価法、日本歯科医学会、2008年11月15日、横浜

6. 研究組織

(1)研究代表者

村田 尚道 (MURATA NAOMICHI)

昭和大学・歯学部口腔衛生学教室・講師