

平成 21 年 5 月 7 日現在

研究種目：基盤研究（C）
 研究期間：2005～2008
 課題番号：17592021
 研究課題名（和文）摂食嚥下障害と音声言語障害に対するパラタルリフトによる同時治療法の開発
 研究課題名（英文） Study to develop new therapeutic concept to treat both dysphagia and speech disorders using palatal lift prosthesis.
 研究代表者 館村 卓（TACHIMURA TAKASHI）
 大阪大学・大学院歯学研究科・准教授
 研究者番号：60188266

研究成果の概要：

パラタルリフトpalatal lift prosthesis (PLP) は、軟口蓋を挙上して鼻咽腔閉鎖機能を改善する装置であるが、PLPによって音声言語障害が改善できても、嚥下時の鼻咽腔閉鎖不全症による嚥下障害が改善されていないことにより、「食べて、話す」日常生活機能の改善ができていない例も認められる。このようなPLPによる機能改善効果の乖離は、嚥下時と音声言語活動時での鼻咽腔閉鎖機能の調節様相の相違が考えられる。本研究では、PLPによる治療法の開発の先行研究として、嚥下時の鼻咽腔閉鎖機能の調節に、どのような因子が関与するかについて、とくに摂取食物の量、物性に焦点を当てて検討した。

その結果、嚥下時の軟口蓋運動の調節様相は、嚥下された食物の摂取量と物性（とくに粘性）の影響を受け、その影響の発現の様相はニュートン性の有無によって大きく異なることが示された。このことから、PLP装置による嚥下機能の補完治療を行なうためには、まず食品の持つ種々の因子による口蓋帆咽頭閉鎖機能への影響を明らかにすることが必要であることが明らかとなり、今回の研究結果は嚥下補助食やトロミ食品の開発に大きく貢献することが示された。

交付額

(金額単位：円)

	直接経費	間接経費	合計
2005年度	800,000	0	800,000
2006年度	900,000	0	900,000
2007年度	900,000	270,000	1,170,000
2008年度	700,000	210,000	910,000
総計	3,300,000	480,000	3,780,000

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：(1)筋電図, (2)口蓋帆挙筋, (3)至適嚥下量, (4)口腔相, (5)咽頭相, (6)食品物性

1. 研究開始当初の背景

脳卒中等の脳血管障害の救命率は向上しつつあるが、救命されたものの嚥下機能と音声機能の障害により社会参加が障害されている人は増加しており、これらの障害への対応

は社会的要請となっている。これらの患者での機能障害の主たる原因は鼻咽腔閉鎖不全症であり、音声活動と嚥下活動の両方での不全症に同時に対応することが必要である。口腔装置であるパラタルリフトpalatal lift prosthesis (PLP) は、軟口蓋を挙上して鼻

咽腔閉鎖機能を改善する装置であり、これまでは音声言語障害への装置として扱われてきたが、嚥下障害が改善されていないことにより、「食べて、話す」日常生活機能の改善ができていない例も多く、これら二つの機能が同時に満たされる治療法が求められている。本研究の背景は、このような臨床現場での要請に、PLPによる両障害の同時治療法を開発することにより応えることであった。

2. 研究の目的

パラタルリフト palatal lift prosthesis (PLP) は、軟口蓋を挙上して鼻咽腔閉鎖機能を改善する装置であるが、PLP によって音声言語障害が改善できても、嚥下時の鼻咽腔閉鎖不全症による嚥下障害が改善されていないことにより、「食べて、話す」日常生活機能の改善ができていない例も認められる。このような PLP による機能改善効果の乖離は、嚥下時と音声言語活動時での鼻咽腔閉鎖機能の調節様相の相違が考えられる。本研究では、PLP による治療法の開発の先行研究として、嚥下時の鼻咽腔閉鎖機能の調節に、どのような因子が関与するかについて、とくに摂取食物の量、物性に焦点を当てて検討した。

3. 研究方法

口蓋帆挙筋活動を指標として、低粘性液状食品のレオロジー特性が、嚥下時の口蓋帆咽頭閉鎖機能におよぼす影響を明らかにするために、以下の2部からなる研究を行なった。

研究 I：軟口蓋挙上から舌の挙上にいたるまでの嚥下移行段階での嚥下時における口蓋帆挙筋および口蓋舌筋の活動の調節に対するニュートン物性の影響を検討した。すなわち、低粘性液状食品における近似した粘度の相違と口蓋帆咽頭閉鎖機能の関係を、水、並びにニュートン特性に近い粘性を有する低粘度の液状食品である牛乳を試料として用いて口蓋帆挙筋活動を指標に検討した。

研究 II：軟口蓋の挙上運動が、食品物性（ニュートン性と非ニュートン性）の相違により、どのように変化するかを検討した。すなわち、多くの液状食品の特徴である、流動性を伴うと粘度が変化する非ニュートン特性を持つ試料を用いて、ずり速度に依存する定常ずり粘度の変化が、口蓋帆咽頭閉鎖機能にどのように影響するかを検討した。

3-1 被験者

それぞれの研究での被験者は以下のとおりである。

	男性	女性	計 (人)	年齢 (歳)
研究 I	1	9	10	24.0±2.9
研究 II	4	6	10	24.0±2.0

3-2 研究試料

各研究で用いた試料と調整は以下のとおりである。

研究 I

[試料]

粘弾性測定装置 (Physica MCR301, Anton Paar, Inc.) を用いて物性を測定し、ほぼニュートン特性を持つ牛乳 (おいしい牛乳, 明治乳業(株)) を選択し、コントロールを水 (1 mPa·s) とした。

[調整]

試料の温度を 17~21℃ に調整した。

研究 II

[試料]

用いるトロミ調整食品として、「キサントガム系」(トロメイク SP, 明治乳業(株)), 「グアガム系」(トロミアップ A, 日清サイエンス(株)), 「澱粉系」(トロメリン, (株)三和化学研究所) を用いた。これらを「緑茶」(おーいお茶, (株)伊藤園) に混和することで、ゾル食品試料 3 種を作成した。

[調整]

トロミ調整食品の添加量の決定、並びに実験試料の調製のいずれに際しても、高橋ら¹⁶⁾の報告を参考にして、以下のとおり行った。あらかじめ室温 (25±2℃) に調温した緑茶 100 ml に、規定量のトロミ調整食品をダマにならないように振り入れながら、葉さじを用い、手で 120 回/分の速さで 30 秒間攪拌し、60 分室温に放置した。

[基準粘度の決定方法]

低粘度で最も離水しやすい「トロメリン」で、長時間安定した性状を維持できる最低の粘度を確認した。すなわち、添加量を微調整し、60 分後に添加量ごとの粘度 (12 rpm) を B 型粘度計 (TVB-10 型, 東機産業(株)) で評価した。その結果、60 分後に経時的な粘度変化がほぼ生じなかった 400 mPa·s を基準粘度と

した。なお、300 mPa・s ではごくわずかに離水を認めたため、粘度の管理幅を 400 ± 50 mPa・s と設定した。

[トロミ調整食品の添加量決定方法]

決定した基準粘度を得るように、各トロミ調整食品の添加量を微調整し、添加量に対する粘度の数値を示す式を求め、これらの式から 400 ± 50 mPa・s に粘度を調整するための添加量および管理幅を決定した。なお、粘度は60分後の値を用いた。

[試料のレオロジー特性]

各試料における定常ずり粘度のずり速度依存性を粘弾性測定装置 (Physica MCR301, Anton Paar. Inc.) を用いて測定した。

3種の試料の曲線は、ずり速度 $2/s$ で交差し、ずり速度の数値に対応して固有の粘度を示した。すなわち、ずり速度が著しく $0/s$ に近いときには、試料Cの粘度が著しく高く、ついで試料A、Bの順に低くなっていた。 $2/s$ より大きいずり速度では、試料Bと試料Cは、試料Aと比較して、高い粘度をもち、ずり速度に依存する粘度の変化の様相がほぼ同じであった。さらに、B型粘度計の数値と、各試料の特性曲線が交差する点の粘度がほぼ一致しており、このことは、3種類の試料が、B型粘度計で同じ粘度であっても、各々が異なるレオロジー特性を有することを示している。

3-4. 筋活動採取方法

研究代表者らが開発した、口蓋帆挙筋ならびに口蓋舌筋の筋活動を採取する方法を用いた。すなわち、口蓋帆挙筋活動は、Tachimuraら、館村ら、Moonらの方法に準じて採取した。皮内注射針 (26G×1/2in., テルモ(株)) に直径 $90 \mu\text{m}$ のエナメル被覆ステンレス線 (BELDEN CTD, Inc.) を挿入し、先端が3mm針先より出るようにした。先端から2mmまでの範囲のエナメル被覆を除去してステンレス線を露出させて有鉤針金電極を作成した。

電極の刺入前に、疼痛軽減を目的に、ピーゾカイン・ゼリー (福地製薬(株)) にて表面麻酔を行った。筋活動に対する影響を考慮し、電極刺入部を中心に半径5mmの範囲のみに綿棒を用いて表面麻酔を行い、口腔内全体に麻酔薬が広がらないように行った。

/ a / 表出時に軟口蓋に生じる挙筋陥凹を刺入点として、電極を挿入した注射針を外、後、上方に向かって10mmの深さで左側口

蓋帆挙筋に刺入した後、注射針のみを抜き電極を留置した。電極の導線は、嚥下動作を障害しないように、上顎結節後方から頬粘膜に沿わせて口角より口腔外に導出し、頬骨弓上の皮膚に、抜去した注射針とともにテープで固定した。2本の電極の距離が7mmになるように刺入し、接地極は被験者の右耳朶に設置した。

双極誘導で導出した口蓋帆挙筋の筋電図信号は、入力箱 (JB-101J, 日本光電(株)) を介して生体電気用アンプ (AB-651J, 日本光電(株)) に、低域遮断周波数50Hz, 高域遮断周波数1kHz, 時定数30msec. で導出した。得られた筋電図原波形を多用途積分ユニット (EI-600G, 日本光電(株)) により時定数100msec. で平滑化し、その波形をモニター

(VC-680G, 日本光電(株)) にて監視するとともに、データレコーダ (KS-616, SONY(株)) に保存した。

データレコーダに保存した積分筋電図信号を、A/D変換器 (MacLab/8s, 有AD Instruments Japan) を用いてサンプリング周波数1kHzでA/D変換した後に、パーソナルコンピュータ (GX270, DELL(株)) に取り込み、積分筋電図を再現した。有鉤針電極が口蓋帆挙筋に留置されていることは、発音開始に先立ち、筋活動が認められることによって確認した。

[信号解析]

筋活動の測定は、パーソナルコンピュータ上で、波形分析ソフト (PowerlabBIORESEARCH CENTER(株)) を用いて行った。

口蓋帆挙筋活動の解析方法については、嚥下時の口峽の開大に必要な筋肉の作業量を検討するために、積分波形と基線の面積を測定する方法を用いた。すなわち、図3のように筋電図積分波形でのピークを含む波が立ち上がる変曲点 (I) から、立ち上がった波がピークを示した後、再び下降し、傾きが緩やかになる変曲点 (T) までの区間の包絡線と基線との間の面積をもって定義し、測定した。

4. 研究成果

これまでに口蓋帆挙筋と口蓋舌筋の嚥下時の活動について筋電図学的に検討し、以下の結果を得た。

(1) 粘度が高くなると至適嚥下量は有意に減少する。

(2) 口腔期から咽頭期の移行段階での口蓋帆挙筋活動は粘度と嚥下量で60%以上を説明

できる。

(3) 口蓋舌筋活動は重相関式で説明できるものの一貫性はない。

(4) 嚥下量と粘度を変化させても、移行段階の時間は個人固有の時間になる。

(5) 嚥下時の口蓋帆挙筋活動は、嚥下量と粘度を説明変数とする重相関式で説明できる。

(6) ニュートン性を有する液体では粘性の高い液体が低いものよりも筋活動量は小さい。

(7) 非ニュートン流体嚥下時には、B型粘度計での粘度の数値が同じであっても、2/sec以上のずり速度ではずり速度依存性粘度の高さの順に筋活動は小さくなる。

5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕(計11件)

1. 舘村 卓. 口腔・咽頭科診療における論点-鼻咽腔閉鎖不全はどう治療すべきか?-スピーチエイドの立場から-. *JOHNS*, 24(10):1601-1604, 2008.
2. Nohara K, Kotani Y, Ojima M, Sasao Y, Tachimura T, et al. Power spectra analysis of levator veli palatini muscle electromyogram during velopharyngeal closure for swallowing, speech, and blowing. *Dysphagia*, 22(2):135-139, 2007.
3. 畦西克己, 舘村 卓, 他. 簡易粘度計を用いた市販各種トロミ調整食品の粘性の比較. *大阪教育大学紀要*, 55(2):69-78, 2007.
4. 舘村 卓, 佐々生康宏. 食道癌手術患者への口腔ケアを通じた摂食嚥下リハビリテーション(歯科医科連携の観点から). *歯科臨床研究*, 4(1):40-48, 2007.
5. Nohara K, Tachimura T, et al. Levator veli palatini muscle fatigue during phonation in speakers with cleft palate with borderline velopharyngeal incompetence. *Cleft Palate-Craniofac J*, 43(1):103-107, 2006.
6. Nohara K, Tachimura T, et al. Prediction of deterioration of velopharyngeal function associated with maxillary advancement using electromyography of levator veli palatini muscle. *Cleft Palate-Craniofac J*, 43(2):174-178, 2006.
7. 佐々生康宏, 舘村 卓, 野原幹司, 他. 前歯部口腔前庭に装着するプレートの厚径が口唇閉鎖時の口輪筋活動におよぼす影響. *日摂食嚥下リハ学会誌*, 10(2):135-141, 2006.
8. 尾島麻希, 舘村 卓, 他. 水分嚥下量と口蓋舌筋活動-ガムシロップを用いて-. *日摂食*

嚥下リハ学会誌, 10(1):12-21, 2006.

9. 野原幹司, 舘村 卓, 他. スピーチエイドによる発音時口蓋帆挙筋の疲労軽減効果. *日口蓋誌*, 31(1):23-30, 2006.

10. Tachimura T, et al. Change in levator veli palatini muscle activity in relation to swallowing volume during the transition from the oral phase to pharyngeal phase. *Dysphagia*, 21(1):7-13, 2006.

11. Tachimura T, et al. Change in palatoglossus muscle activity in relation to swallowing volume during the transition from the oral phase to pharyngeal phase. *Dysphagia*, 20(1):32-39, 2005.

〔学会発表〕(計10件)

<2008年>

1. 舘村 卓. 食物の物性からみる咀嚼・嚥下機能の調節. 第35回日本食品科学工学会.
2. 舘村 卓. 口蓋帆咽頭運動の生理学から見る嚥下機能-どんなとろみでも誤嚥を防げるか?第14回日摂食嚥下リハ学会
3. 畦西克己, 舘村 卓, 他. 簡易粘度計を用いた市販各種トロミ調整食品の粘性の比較(2). 第14回日摂食嚥下リハ学会
4. 河合利彦, 舘村 卓, 他. 食品レオロジー特性が嚥下時の口蓋帆挙筋におよぼす影響~異なる非ニュートン特性を持つ試料を用いた試行-. 第14回日摂食嚥下リハ学会.

<2007年>

5. 河合利彦, 舘村 卓, 他. 食品レオロジー特性が嚥下時の口蓋帆挙筋におよぼす影響~牛乳と水を用いた試行~. 第13回日摂食嚥下リハ学会
6. 舘村 卓. 機能評価の基礎としての口蓋帆咽頭閉鎖機能. 第18回日本老年歯科医学会.

<2006年>

7. 奥野健太郎, 舘村 卓, 他. 嚥下時における舌, 軟口蓋協調運動の検討-口蓋帆挙筋, 口蓋舌筋活動とVF画像の同期解析-. 第12回日本摂食嚥下リハ学会.
8. 畦西克己, 舘村 卓, 他. 簡易粘度計を用いた市販各種トロミ調整食品の粘性の比較. 第12回日本摂食嚥下リハ学会.

<2005年>

9. 奥野健太郎, 舘村 卓, 他. 嚥下量と粘性の口蓋帆挙筋・口蓋舌筋活動に対する影響についての筋電図学的研究. 第50回日本音声言語医学会.

10. 奥野健太郎, 舘村 卓, 他. 至適嚥下量におよぼす粘性の影響. 第11回日本摂食嚥下リハビリ学会.

〔図書〕(計7件)

1. 神経科学-コミュニケーション障害理解のために-第三版. 舘村 卓訳, 医歯薬出版.
2. 口腔の生理からどうしてを解く. 森本俊文編集, デンタルダイヤモンド (共著).
3. 神経・筋疾患 摂食・嚥下障害とのおつきあい. 湯浅龍彦, 野崎園子編集. 全日本病院出版会 (共著)
4. ゼムリン言語聴覚学の解剖生理学. 舘村 卓監訳. 医歯薬出版 (共著)
5. 摂食嚥下リハビリテーション. 才藤栄一, 他監修, 医歯薬出版, (共著)
6. 歯科衛生士のための高齢者歯科学. 渡邊誠, 他監修, 永末書店, (共著)
7. 食感創造ハンドブック. 西成勝好, 他監修, サイエンスフォーラム, (共著)

6. 研究組織

(1) 研究代表者

舘村 卓 (TACHIMURA TAKASHI)
大阪大学・大学院歯学研究科・准教授
研究者番号: 60188266

(2) 研究分担者

平成17～平成18年
野原幹司 (NOHARA KANJI)
大阪大学・歯学部附属病院・助教
研究者番号: 20346167