

令和 元年 6 月 3 日現在

機関番号：34408

研究種目：若手研究(B)

研究期間：2016～2018

課題番号：16K20525

研究課題名（和文）咀嚼時舌運動と食塊咽頭移送の関係の解明

研究課題名（英文）Elucidation of the relationship between tongue movement and pharyngeal movement of the food bolus

研究代表者

覚道 昌樹（KAKUDO, Masaki）

大阪歯科大学・歯学部・助教

研究者番号：80758061

交付決定額（研究期間全体）：（直接経費） 2,900,000 円

研究成果の概要（和文）：舌運動動態は摂食嚥下運動において重要です。本研究は健康成人における咀嚼時舌運動の観察を行いました。方法として超音波画像検査を用いて咀嚼時舌運動の観察と、嚥下内視鏡を用いて咽頭部の食べ物の動態観察を同時に行いました。その結果、舌運動の観察において超音波画像検査の信頼性と実用性が示され、舌の僅かな下降運動が嚥下時において先行して発現し、続いて咽頭部の収縮、舌の挙上される一連の順序が明らかとなりました。

研究成果の学術的意義や社会的意義

超高齢社会である日本において、摂食嚥下障害の予防や治療、検査法の開発は大変重要な課題となっています。特に誤嚥性肺炎の予防のためにも、口腔衛生の専門家としての歯科の担う役割は重要です。舌はヒトの摂食嚥下運動において欠かせない器官の一つでありながら、舌自体が筋組織で構成され、形態も変化し、口腔内であることから、その動態を客観的に観察することは困難でした。超音波画像検査は産婦人科や内科などの医科で広く普及しており、侵襲がなく、簡易で有用な検査法です。本研究で示された成果は歯科における超音波画像検査の普及の根拠となるもので、摂食嚥下運動の評価法、検査法としての今後の可能性を示すものです。

研究成果の概要（英文）：A dynamics of tongue movement is important for understanding the chewing and swallowing movement. In this study, tongue movement during chewing in healthy adults was observed. An ultrasonography was used as a method to observe the tongue movement during chewing. Furthermore, the movement of food bolus in the pharynx using a videonendoscopic evaluation of swallowing was observed. The two observations were done simultaneously. As a result, the practicability and reliability by intraclass correlation coefficients of the ultrasonography was shown in the observation of tongue movement. A sequence of the tongue movement that slight downward movement of the tongue is appeared at first in swallowing after chewing, then pharyngeal contraction is occurred, and tongue raising at last is clarified.

研究分野：歯科補綴学

キーワード：舌運動 超音波 咀嚼 嚥下 内視鏡 舌 咽頭 摂食嚥下

様式 C-19, F-19-1, Z-19, CK-19 (共通)

1. 研究開始当初の背景

舌運動の動態を知ることが摂食嚥下運動を理解する上で重要である。摂食嚥下時の舌運動に関する研究としては、オーラルディアドコキネシスや舌圧測定などの間接的に測定する方法と、嚥下造影法や嚥下内視鏡を用いた直接的に測定する方法が数多く報告されている。中でも、超音波診断装置は、生体に対して非侵襲的にリアルタイムで舌運動の様相を直接的に観察することが可能であり、操作も容易なことから、嚥下運動における舌運動の診査に用いられてきた。また、被曝のリスクもなく、医科では内科、耳鼻咽喉科、外科および産婦人科など多分野において活用されている。これまでに嚥下時の一連の舌運動を前後的に捉えることができる矢状断面での観察を報告してきた。しかし、矢状断面での観察では、咀嚼時において舌が食塊を咬合面上に移送する舌運動様相を捉えることは困難である。そこで、義歯による歯および欠損部顎堤の補綴修復後における舌運動の評価法は確立されていないことから、従来の矢状断面では困難な咀嚼時における食塊の咬合面への移送を伴う舌運動様相を観察可能とする前額断面を用いた観察研究を行ってきた。これまで、既存の超音波診断装置を用いて健常有歯顎者と無歯顎者における咀嚼時の舌の前額断面画像を観察し、左右側の高低差を比較することで、咀嚼時舌運動の順応程度の評価が可能であることを報告してきた。さらに、可撤性義歯使用者の舌運動動態を検討し、義歯の装着は咀嚼時舌運動に影響を与え、より有歯顎者の咀嚼時舌運動に近似させる働きがあることを明らかにした^{①②}。しかし、実際の咀嚼運動では絶えず咽頭へ咀嚼された食塊が流れ込む、いわゆる第2期移送が発生し、単純な口腔における舌運動の観察のみでは本来の咀嚼時舌運動を捕えたことにはならず、食塊移送との関係も不明である。そこで、咽頭部への食塊移送が直接観察可能な嚥下内視鏡を併用することで、超音波診断装置によって観察される口腔内における咀嚼時舌運動と食塊移送がリアルタイムでその関係性を観察することが可能であると考え、本研究を着想するに至った。

2. 研究の目的

超音波画像検査と嚥下内視鏡を用いた咀嚼時舌運動の評価基準を確立することが本研究の目的である。

3. 研究の方法

(1) 超音波画像検査の検査としての信頼性の確認

本研究の目的は超音波画像検査を用いて摂食中の舌動態をリアルタイムに観察を行い、観察可能な解剖学的所見とその計測の検者間信頼性を調べることであった。被験者は健常有歯顎者の男性 8 名、平均年齢は 27.8 歳であった。舌の観察は超音波診断装置 (LOGIQ BOOK XP Enhanced Basic) およびマイクロリニア型プローブ I739-RS (GE Healthcare Japan) を用いた。被験食品は咀嚼開始食品 (プロセスリード (黒ごまミルク味)、約 8 g、大塚製薬工場) を用いた。舌の観察は座位にて下顎安静位における下顎第一大臼歯相当部の前額断面を超音波画像として得られるように自製した固定装置を用いて顎下部にプローブを設置した。その後、食べ始めから嚥下完了に至るまでの舌運動を記録した。得られた超音波画像の構造解析は、舌の超音波画像診断に熟練した 3 名の歯科医師が行った。検討項目は咀嚼時と嚥下時における、顎下部皮膚表面から舌背までの距離、オトガイ舌筋の高径、オトガイ舌骨筋の高径とした。また、各測定において検者間信頼性の級内相関係数 Intraclass correlation coefficients (以下 ICC) (2, 3) を求めた。

(2) 健常有歯顎者における咀嚼から嚥下に至る食塊咽頭移送の観察

本研究の目的は、咀嚼時から嚥下に至るまでの舌運動と食塊咽頭移送の関係を明らかにすることであった。被験者は健常有歯顎者 10 名（男性 9 名、女性 1 名、平均年齢 28.3 歳）であった。舌の観察は超音波診断装置（LOGIQ BOOK XP Enhanced Basic およびマイクロリニア型プローブ I739-RS, GE ヘルスケアジャパン）を用いた。また咽頭部における食塊の移送状況を嚥下内視鏡（ENF-P4, オリンパス）を用いて観察した。これらの観察は 2 つのビデオタイマーを接続することにより画像上で同期させた。被験食品は咀嚼開始食品であるプロセスリード（大塚製菓工場）の黒ごまミルク味と抹茶味を各約 4.0 g を 2 つ合わせた約 8.0 g を 1 回分とした。これは色調の違いを内視鏡視野下で観察することで食塊の咀嚼の程度を判断できる目的で行った。被験運動は自由咀嚼と自由嚥下とした。初回嚥下までの咀嚼時間、咽頭流入時間、ホワイトアウト時間、舌と口蓋の接触時間およびすべての総咀嚼時間を解析対象とした。また嚥下中の舌運動の機序とホワイトアウトが観察される順序を比較検討した。

4. 研究成果

(1) 超音波画像検査の検査としての信頼性

顎下部正中にプローブを設置した際の超音波画像検査において、舌背、オトガイ舌筋およびオトガイ舌骨筋の観察が可能であった。咀嚼時と嚥下時における検者間信頼性（一致性）と検者内信頼性（信頼性）における各計測項目の平均値、点推定値および 95 %信頼区間をそれぞれ表 1 および表 2 に示す。

表 1 ICC(2, 1) 検者間信頼性（一致性）

ICC(2, 1) 一致性		平均値 (mm)	点推定値	95%信頼区間
舌 背	咀嚼時	56.8±2.50	0.881	0.618<ICC<0.973
	嚥下時	65.9±5.28	0.926	0.784<ICC<0.983
オトガイ舌筋	咀嚼時	38.4±3.28	0.646	0.260<ICC<0.904
	嚥下時	43.9±4.13	0.734	0.362<ICC<0.933
オトガイ舌骨筋	咀嚼時	9.8±1.27	0.908	0.732<ICC<0.979
	嚥下時	12.2±2.65	0.942	0.725<ICC<0.988

表 2 ICC(2, 3) 検者内信頼性（信頼性）

ICC(2, 3) 信頼性		平均値 (mm)	点推定値	95%信頼区間
舌 背	咀嚼時	56.8±2.50	0.957	0.829<ICC<0.991
	嚥下時	65.9±5.28	0.974	0.916<ICC<0.994
オトガイ舌筋	咀嚼時	38.4±3.28	0.846	0.514<ICC<0.966
	嚥下時	43.9±4.13	0.892	0.630<ICC<0.977
オトガイ舌骨筋	咀嚼時	9.8±1.27	0.967	0.891<ICC<0.993
	嚥下時	12.2±2.65	0.980	0.888<ICC<0.996

これらの結果は Landis らの報告している ICC の判定基準に準拠すると③, 「substantial」または「almost perfect」となり, 超音波画像検査を用いた摂食中の舌の観察により, 舌背, オトガイ舌筋およびオトガイ舌骨筋を観察できた. 舌背とオトガイ舌骨筋における検査としての信頼性は高いことが示された.

(2) 健常有歯顎者における咀嚼から嚥下に至る食塊咽頭移送の観察

各検査項目の計測結果を表 3 に示す.

表 3 計測結果

subject	sex	mastication time to first swallowing	white- out time	pharynx inflow time	contacting time of tongue and palate	all mastication time	swallowing frequency
A	M	6.92	0.46	1.09	1.27	14.60	2
B	M	7.55	0.71	3.91	1.49	13.06	2
C	M	11.52	0.80	5.37	0.80	16.80	3
D	M	19.61	0.58	3.41	1.00	30.50	3
E	F	9.54	0.45	3.75	0.78	31.94	3
F	M	10.84	0.32	1.27	0.51	15.11	2
G	M	10.73	0.52	3.35	0.67	29.57	4
H	M	17.05	0.23	1.34	0.52	43.99	3
I	M	9.76	0.47	3.84	0.59	25.78	2
J	M	7.82	0.49	3.12	1.34	21.57	2

初回の嚥下までの咀嚼時間と全咀嚼時間との間には正の相関を認めた ($p = 0.038$, $R^2 = .435$). また, 咽頭流入時間とホワイトアウト時間との間に正の相関を認めた ($p = 0.004$, $R^2 = 0.671$). すべての被験者において, 嚥下においては舌運動の僅かな下降運動が発生した. また, 1 人の被験者を除いて, 舌が口蓋と接触がホワイトアウトより先行して行われることが明らかとなった. 舌が口蓋から離れるタイミングは, すべての被験者においてホワイトアウトの終了より遅かった. これらの結果は, 咀嚼から嚥下にかけての舌運動と咽頭収縮の一連の動態において, 最初に舌運動が発生し, 鼻咽頭閉鎖後に舌の上昇, 咽頭部の収縮が行われることを示唆している.

<引用文献>

- ① 覺道昌樹, 向井憲夫, 田中順子, 田中昌博. 可撤性部分床義歯装着前後に超音波診断装置を用いて舌運動を観察した症例. 日本補綴歯科学会雑誌 2015 ; 7(1) : 55-60.
- ② Masaki Kakudo, Norio Mukai, Junko Tanaka and Masahiro Tanaka. Ultrasonographic examination of how occlusal support is established by tongue movements during mastication. Journal of Osaka Dental University 2015; 49(1): 1-10.
- ③ Landis JR, Koch GG. The measurement of observer agreement for categorical data. Biometrics 1977; 33: 159-174.

5. 主な発表論文等

〔学会発表〕(計 3 件)

- ① 覺道昌樹, 松尾信至, 今井敦子, 大塚佳代子, 田中順子, 田中昌博. 超音波画像検査を用いた咀嚼開始食品摂取時の舌の観察とその検者間信頼性
第 24 回日本摂食嚥下リハビリテーション学会学術大会

2018 年 9 月 9 日, 仙台市, 仙台国際センター

- ② Masaki Kakudo, Shinji Matsuo, Masaki Sato, Junko Tanaka, Masahiro Tanaka. Real-time anatomical tongue observation during swallowing in ultrasound coronal view
96th General Session & Exhibition of the IADR
2018, July 25, The ExCeL London Convention Center, London, England
- ③ Masaki Kakudo, Atsuko Imai, Junko Tanaka, Masahiro Tanaka. Simultaneous Measurement of Tongue Movement and Pharynx Transport during Mastication
95th General Session & Exhibition of the IADR
2017, March 24th, San Francisco, Calif., USA

※科研費による研究は、研究者の自覚と責任において実施するものです。そのため、研究の実施や研究成果の公表等については、国の要請等に基づくものではなく、その研究成果に関する見解や責任は、研究者個人に帰属されます。