

論 文 要 旨

Simultaneous evaluation of three-dimensional lip kinetics and tongue pressure during swallowing

〔 嚥下時における口唇の三次元動態と舌圧の同時評価に関する研究 〕

森園 健

【 序論および目的 】

嚥下動作は、頭頸部の様々な関連器官の複合的な協調運動によって営まれており、嚥下時の舌、咽頭、喉頭の動きを体表面軟組織から解析することは容易ではない。そのため、過去の嚥下動作に関する研究では、単なる観察を通して評価した報告が多い。また、嚥下動作の主体をなす舌や喉頭の機能を舌圧や喉頭挙上の加速度、嚥下音周波数解析により客観的に定量評価した報告も見られたが、これらはいずれも単独器官の分析にとどまっている。そこで、嚥下時の複数の関連器官を同時に定量評価し、その協調動態を解明することは、より効果的な評価法であると考えられた。近年は超音波画像診断や嚥下内視鏡検査、嚥下造影検査を用いて協調動態を観察しており有用であるが、一方では被験者の被曝や侵襲の問題もあり、さらに嚥下困難者の多くは低年齢児や高齢者、障害者であるため、誤嚥性肺炎のリスクが高く、これらの検査が難しい場合もある。

このため、複数の嚥下関連器官の協調動態を簡便かつ客観的に評価できる手法が求められている。

口唇の動態は表情、会話、呼吸、食事に密接に関与しており、その機能は全身状態に影響を及ぼすこともあるため、口唇に関する研究は重要視されている。障害や加齢に伴う口唇機能の低下は誤嚥性肺炎のリスクを増加させると言われており、嚥下時の生理的な口唇機能の評価法の確立が望まれる。口唇圧や口唇閉鎖力によって嚥下時の口唇機能を分析した報告も散見されるが、使用する機器が自然な口唇の動きを妨げる場合があると推察される。また、嚥下時の口唇周囲筋の作用について、一連の嚥下動作に重要な役割を担う口輪筋を含む、様々な顔面筋の集合部であるモダイオラスは、その解剖学的な位置関係より、嚥下時に口角を外側へ引き、その動きは多くの被験者に観察されたと報告されている。よって、様々な筋の作用によって生じる口角の動きを定量評価することは、嚥下時の生理的な口唇機能の効果的な評価法につながると考えられた。

以上より、本研究の目的は、簡便かつ非侵襲的に体表面軟組織の三次元動態解析ができる方法を用いて嚥下時の口唇の動きを定量分析し、さらに正常な嚥下動作のために重要な舌の動態を舌圧として、同時評価することにより、嚥下動作時の口唇と舌の協調動態を解明することである。

【 被験者および方法 】

被験者は、智歯以外に喪失歯がなく、咬合や嚥下機能に異常を認めない健常成人男性 9 名（平均年齢 25.4 ± 2.1 歳）とした。

計測には、6 台の高精度カメラから構成されるモーションキャプチャシステム VICON（インターリハ、東京）を用いた。本装置は被験者にマーカーを貼付するのみで、その三次元動態計測が可能となる。また、口唇運動を計測するために左右口角部に 1 点ずつマーカーを貼付し、嚥下時舌圧の

の計測には、予め各被験者から採得した上顎歯列模型を基に作成したシーネの切歯乳頭部に小型圧力センサ（共和電業，東京）を付与し、被験者に装着させた。口唇運動と舌圧を同期して計測した。

まず、嚥下時と安静時の口角間距離の差を求めるために、被験者には自然な頭位になるように椅子に座らせ、口唇を閉じた安静状態を5秒間計測した。その後、同じ姿勢で5 mLと20 mLの水を口腔内に保持させて自分のタイミングにて一口で嚥下させ、各々3回計測した。

算出データとして、嚥下時の最大舌圧値、嚥下時の最大口角間距離と安静時口角間距離の差（口角間距離変化量）、嚥下に伴い口唇が運動してから、舌が機能するまでのタイミングを調べるために、舌圧が最大となる時間と口角間距離変化量が最大となる時間の差（口唇－舌 時間）を求めた。解析には、上記3項目における水量の相違による差について、Wilcoxon 検定を行い、さらに3項目の個体間変動と個体内変動を求めた。

【 結果 】

1) 水量の相違における最大舌圧値、口角間距離変化量、口唇－舌 時間の変化について

一口量の増加に伴う最大舌圧値の差はなかったが、口角間距離変化量は有意に大きく、口唇－舌時間は短くなった。

2) 個体間変動、個体内変動について

嚥下時の最大舌圧値、口角間距離変化量、口唇－舌 時間における個体内変動は個体間変動よりも小さな値となった。また、一口量の増加により口角間距離変化量と口唇－舌 時間の個体間変動、個体内変動の値は小さくなった。

【 考察および結論 】

舌圧を用いた過去の報告の結果と同様に、一口量の相違において最大舌圧値に差は認めなかったことから、一口量に関わらず舌は安定して作用していると考えられた。また、様々な筋の集合部であるモダイオラスは、嚥下時の左右口角部の伸展に関与していると報告されている。よって、一口量の増加により口角間距離変化量が有意に増加したのは、嚥下時の口唇周囲の筋活動が必要となったものと考えられた。以上より、一口量の増加に伴い、舌は安定して作用するが、口唇を大きく動かして補助しながら嚥下したものと推察された。また、口唇－舌 時間の結果から、口唇の動きが舌の挙上よりも先行して生じる傾向が認められた。これらは、嚥下時の口唇の動きと舌の挙上の同時評価により得られた知見であり、一口量が増加すると嚥下動作のタイミングを調整するために口唇の動きが順応して口唇－舌 時間が短くなったものと推察された。

最大舌圧値と口角間距離変化量の個体内変動が個体間変動よりも小さな値を示したことより、各被験者は安定して舌の挙上と口唇の動きを行っていた。また、口角間距離変化量と口唇－舌 時間は、一口量の増加により個体間変動、個体内変動とも小さくなったことから、多量の水を一口で嚥下するには、舌と口唇のより密接な協調性が求められるため、嚥下動作のばらつきが減少したものと推察された。

以上より、嚥下時の口唇周囲軟組織の三次元動態解析により求めた口角間距離変化量は、嚥下時の生理的な口唇機能の客観的評価の手段として有効であることが示唆された。本法を通して舌圧との協調動態がグラフに可視化されるため、一口量の相違における機能の変化を理解しやすくなった。

本研究により、健常成人には一貫した個々の嚥下様式が存在することが示唆され、複数の嚥下関連器官の協調動態を評価することは、さらなる嚥下動作の解明へとつながるものと考えられた。

本法の有効性と簡便性を活かして、今後は小児期における嚥下時の口唇と舌の協調動態を解明し、さらには嚥下障害を有する低年齢児や高齢者、障害者への臨床応用を図りたい。

