

博士論文の要旨及び審査結果の要旨

氏名 兒玉 匠平
学位 博士(歯学)
学位記番号 新大院博(歯)第460号
学位授与の日付 令和2年3月23日
学位授与の要件 学位規則第4条第1項該当
博士論文名 食塊量の違いが液体嚥下時の舌運動と舌圧発現様相に及ぼす影響

論文審査委員 主査 教授 山村 健介
副査 教授 井上 誠
副査 教授 小野 高裕

博士論文の要旨

【緒言】

舌の咀嚼・嚥下・構音において重要な役割を担っているが、口腔内にあるため直接運動の様子を観察することはできない。摂食嚥下リハビリテーションの臨床において、しばしば食事指導や訓練の際に食塊量の調整が行われているが、異なる量の水嚥下時の舌運動と舌圧について、それぞれ単独での計測も行われている。しかしながら、食塊量が舌運動と舌圧発現の関係にどのような影響を及ぼしているのかは不明である。我々は舌運動モーションキャプチャシステム(電磁アーティキュログラフ、以下EMAとする)と舌圧の同時測定により、嚥下口腔期のバイオメカニクスを定量的に解析するためのシステムを構築し舌運動と舌圧の関係性について研究を行ってきた。本研究の目的は、水嚥下時における食塊量の変化が嚥下時舌運動に及ぼす影響について、舌運動と舌圧発現の同時測定を行うことによって包括的に評価することである。

【方法】

被験者は健康若年成人16名(平均年齢 29.5 ± 3.8 歳、男性12名女性4名)とした。舌圧測定には5カ所の感圧点を有する舌圧センサシートとSwallow Scan System(ニッタ社)を用い、まず口蓋に義歯用安定剤を用いて舌圧センサシートを貼付した。舌圧センサシートは硬口蓋正中前方部(Ch.1)、正中中央部(Ch.2)、正中後方部(Ch.3)、左右の周縁部(Ch.4およびCh.5)の5つの感圧点を有する。舌運動測定にはEMA(AG-501、カールステン社)を用いた。舌圧センサシートのCh.1とCh.3に相当する部位から5mm側方に離れた舌背上の部位をEMAの標点であるマーカ一の貼付位置とし、前方をAnt、後方をPostとした。舌圧センサシートは125Hz、EMAは250Hzのサンプリング周波数として同時計測を行った。被験者には水3mlと10mlとした。被験者の口腔底に被験者用材料を注入し保持させ、その後嚥下を指示した。それぞれ3mlを7回、10mlを3回ずつ計測し、矢状面上における舌運動軌跡を描記し、さらに運動軌跡から垂直成分のみを抽出した波形と舌圧の測定波形を同一時系列上に描記した同期波形図を作成した。この舌運動の垂直波形図に各被験者に共通してみられる変化点をプロットし7種のタイムイベント、S(嚥下動作開始点)、B1(最降下点①)、P(最上昇点)、B2(最降下点②)、CS(口蓋接触開始点)、CE(口蓋接触終了点)、R(安静位復位点)を設定した。解析項目としては、食塊量の変化による、1.舌運動の定性的評価、2.舌運動の定量的評価、3.舌圧の定量的評価、4.舌運動と舌圧との時間的関連性についてそれぞれ行った。本研究は、新潟大学歯学部倫理委員会にて承認を得た(28-R49-11-15)

【結果】

矢状面上の舌運動軌跡の観察から、口蓋接触する直前に回転する運動が確認された。舌後方部(Post)では、水3ml・10mlではそれぞれ81%・50%に回転運動が見られたものの、舌前方部(Ant)では回転運動の発生率は16.7%・17.8%と頻度は有意に低かった。さらに、回転運動は①反時計回り、②8の字回転、③逆8の字回転、④時計回りの4つに比較すると、水3mlよりも水10mlの方が有意に最大速度・上下移動距離ともに大きかった。舌圧センサシートの

各 Ch.における舌圧最大値と舌圧持続時間を比較すると、食塊量による有意差は見られなかった。舌運動と舌圧との時間的関連性については、タイムイベント B2, CS と舌圧 Onset の比較をすると水 3ml では CS よりも Chs.1,2,4,5 の Onset が有意に先行した。水 10ml では CS よりも Ch.1 の Onset のみが有意に先行した。

【考察】

Hori らは、ビデオ嚥下透視検査と舌圧の同時記録を行い、舌圧発現は嚥下困難期と関連すると報告していることから、今回観察された舌圧の Onset に先行する運動である舌の回転運動は口腔から咽頭空への食塊輸送に寄与していると推測され、特に舌後方の回転運動がその主体となっている可能性が示唆された。さらに、食塊の増加に伴う舌の移動距離の延長と移動速度の上昇は、円滑に食塊を咽頭へ送り込むための舌運動の変調と考えられた。舌は B2 (最降下点②) を経て CS (口蓋接触点) に至る間に後方が陥凹し、舌前方部と舌周縁部が口蓋と接触することにより食塊を封鎖し、その後舌正中後方が口蓋へ接触し食塊が輸送される一連の動作がタイムイベント上に反映されていると考えられた。一方で水 10ml 嚥下では、舌前方部がアンカーとしての役割を担うものの、舌中央部や後方部、周縁部の挙動としては、3ml のような複雑な動きや形状変化が起きていない可能性も推察された。

【結論】

嚥下時舌運動は、食塊量の変化に伴って舌の移動距離や速度を変化させることで舌圧発現を変調させていることが明らかとなった。

審査結果の要旨

舌は嚥下に必要不可欠な役割を担っているが、複雑な舌運動の運動解析は困難とされており、食塊量の違いなどによる嚥下時舌運動の変化に関する研究は少なかつた。本研究においては、水嚥下時の舌運動と舌圧を同時に測定し、食塊量の違いが、舌圧発現および舌運動に及ぼす影響を評価することを目的に、舌運動と舌圧を同時測定することで包括的な舌運動機能評価が可能な実験系が構築されている。

被験者は健康成人であり、舌圧測定には 5 か所の感圧点 (Ch.) を持つ舌圧センサシートシステムを使用し、硬口蓋にセンサシートが使用された。舌運動の記録には電磁アーティキュログラフが使用され、舌前方部と後方部に貼付したマーカーの軌跡をターゲットとした。嚥下タスクは 3ml および 10ml の水を口腔底に注入して指示のもとに嚥下させる、いわゆる Dipper 指示嚥下である。申請者は、舌運動軌跡と舌圧の同期波形図を製作し、その上で①舌運動の定性的評価、②舌運動の定量的評価、③舌圧の定量的評価、④舌運動と舌圧との時間的関連性の解析を行った。

得られた結果として、まず嚥下時舌の回転運動が、前方よりも後方において高い頻度で、10ml よりも 3ml で高い頻度で認められたことが興味深い。一方で、舌マーカーの上下移動距離と最大速度はともに 10ml で有意に上昇したことから、食塊量が多いと舌の運動が活発になることが示唆された。さらに、舌運動と舌圧との時間的協調性については、3ml では舌正中前方部、舌正中中央部と舌周縁部の舌圧 Onset に対して舌後方の口蓋接触開始時間が有意に遅延し、10ml では舌正中前方部の舌圧 Onset に対してのみ口蓋接触が有意に遅延したという結果を得た。これらの解析結果より、食塊量によって舌運動と舌圧発現の順序が調整されている様子が示されたと申請者は述べている。

本論文で用いられた手法 (舌運動モーションキャプチャリングと舌圧測定) は、従来の舌運動研究の限界を超えて、舌の動きを定量的・定性的に評価し、しかも舌運動の生物力学的効果である舌圧現との関係を解析したと言う点で、学術的価値を有していることが認められた。健康者を対象とした実験であり、嚥下方法や食塊量が限定されたものであるため、結果を臨床に応用するにはまだ多くのステップを必要とするが、正常な嚥下時舌運動評価基準の可能性を提示したものである。最終試験 (口頭試問) の結果も勘案し、博士号の授与に値するものと判定した。