

論文の内容の要旨

氏名：岡 田 猛 司

博士の専攻分野の名称：博士（歯学）

論文題名：健常者および嚥下障害患者における嚥下反射中の舌骨周囲筋群の筋長変化が舌骨軌跡に及ぼす影響

ヒトの嚥下反射は嚥下関連筋群の協調運動によって起こり、その機序は複雑である。それらを解明する為には嚥下反射時の筋活動のパターンを解明することが必要不可欠である。嚥下反射の筋活動の測定には主にEMGが用いられている。嚥下反射に関連する多くの筋は体表より深部に存在するため、EMGによる筋活動の測定には針またはワイヤー電極が主に用いられる。このため、ヒトでの嚥下反射の筋活動の測定は困難であり、研究には限界があるとされている。VFを用いた研究にて嚥下時の舌骨の上方および前方方向の運動が検証、定量化されているが、舌骨上筋と舌骨下筋の役割について明確かつ直接的な解明はまだ行われていない。

今回の研究で用いる320列面検出器型コンピュータ断層撮影(320-ADCT)は優れた空間分解能と時間分解能を有する新しく開発された装置である。320-ADCTを用いれば通常の嚥下反射で起こる筋収縮の動的変化を推察することが可能になる。本研究では、嚥下反射において個々の舌骨周囲筋が舌骨を上方、前方に動かすための特定の役割を持っていると仮説を立て、それを検証するために我々は最初に6種類の舌骨周囲筋の筋長の連続的变化を測定した。そして舌骨の軌跡を上下、前後方向に分け計測を行った。最後に筋長の変化と舌骨の上方と前方の移動距離との相関を分析した。さらに、本研究では臨床応用として嚥下障害患者に対して320-ADCTによる嚥下運動の健側、病側の比較を行った。

対象は20歳以上の健康成人26名及び嚥下障害患者2名とした。健康成人において嚥下機能は言語聴覚士および医師によって正常と判断された。平均年齢は46±16歳(±標準偏差)である。撮影には320-ADCTを使用した。被験者は45度で傾斜したリクライニングチェアに着座した。CTテーブルとCTスキャン面が22度傾斜した状態でCTテーブルの反対側からリクライニングチェアを挿入した。撮影範囲は頭蓋底から食道上部まで160mmとした。試料はとろみを付与したバリウム10mlを使用した。撮影は1施行あたり9回転行い、合計3.15秒間撮影した。1回転0.175秒で記録されたデータの再構成を行った。撮影で得た多断面再構成像(MPR)と三次元CT画像は、スキャナ付属のソフトウェアを用いて解析を行った。3D画像は1施行あたり0.10秒間隔で計29枚を計測した。茎突舌骨筋、顎二腹筋前腹、後腹、顎舌骨筋、オトガイ舌骨、甲状舌骨筋の起始停止部は3D座標を用いて同定した。筋の起始停止部をMPR画像から1枚ごとに同定し、計29フレームの起始停止部間の距離の変化を計算した。筋の収縮率は最大筋長から最小筋長の差分と定義した。収縮率は以下のように定義した。

収縮率(%) = [最小筋長(mm) / 最大筋長(mm)] × 100

筋の収縮率が95%未満であった場合において、積極的な筋収縮が発生したと定義した。水平方向の基準線は前鼻棘、後鼻棘を通る線を水平線として定義した。舌骨の前方方向は水平線に平行な方向と定義し、上方方向は水平線に対して垂直な方向と定義した。舌骨の上方移動の開始は安静時からの上方移動距離が舌骨の上方総移動距離の5%を超えたタイミングと定義した。舌骨の前方移動の開始も同様に安静時からの前方移動距離が舌骨の前方総移動距離の5%を超えたタイミングと定義した。

測定の結果、多くの被験者では最大筋長は嚥下直前または嚥下前の早い段階で観察され、最小筋長は嚥下中に観察された。何例かの甲状舌骨筋と顎二腹筋の前腹で、最大筋長は舌骨の挙上開始時や挙上時に観察された。舌骨周囲筋のうち筋長が最も長いものは顎二腹筋後腹で最大筋長は85.2 ± 8.2 mmであった。次は茎突舌骨筋の59.3 ± 12.3 mmであった。収縮長(8.2~12.8 mm)は比較的一定であったが、収縮率(14~32%)は舌骨周囲筋群の間で異なっていた。最大筋長と収縮率との間に有意な相関関係($P < 0.001$, $r = -0.380$)が認められた。筋長が短い筋ほどより高い収縮率を示した。舌骨の上方移動のタイミング0.0秒と茎突舌骨筋、顎二腹筋後腹、および顎舌骨筋の収縮開始のタイミングは他の筋の収縮開始のタイミングより類似していた。舌の前方移動開始のタイミング0.34秒はオトガイ舌骨筋、甲状舌骨筋、および顎二腹筋前腹の収縮開始のタイミングに近似していた。茎突舌骨筋、顎二腹筋後腹および顎舌骨筋は舌骨の上方

移動距離との間に有意な相関を示した($r = 0.652, 0.452, 0.625$)。オトガイ舌骨と舌骨の前方移動距離との間に有意な相関を示した($r = 0.611$)。有意差はないものの、顎二腹筋前腹と甲状舌骨筋と舌骨の前方移動距離との間も弱い相関を示した($r = 0.304, 0.333$)。嚥下障害患者においては一例では病側の茎突舌骨筋、顎二腹筋後腹の収縮率の低下および舌骨の上方移動距離の減少が観察された。もう一例においては病側の茎突舌骨筋、顎二腹筋後腹、顎舌骨筋の収縮が健側よりやや緩慢であり舌骨の上方移動においては健常例の平均値と近似した値となった。

以上の事から茎突舌骨筋、顎二腹筋後腹、顎舌骨筋と舌骨の上方への移動を引き起こす第一のグループである。オトガイ舌骨と顎二腹筋前腹は上記の筋の後に収縮を開始し舌骨を前方に移動させる第二のグループである。甲状舌骨筋の収縮が舌骨の前方移動と同時期に発生したことから、甲状舌骨筋の主な機能は舌骨と喉頭を近接させる事であると推察される。このように320-ADCTは対象物を複数の方向から立体的に観察することが可能である。3D画像は0.1秒間隔で29枚の画像に分けて再構成することができ、嚥下の運動解析を可能にした。連続的な多断面観察による画像は形態学的検査をより単純にしており運動学的分析が可能となった。将来的な研究として上部食道括約筋、咽頭腔、咽頭収縮筋などの観察が期待される。嚥下障害患者においては、茎突舌骨筋、顎二腹筋後腹の収縮率の低下や収縮の遅延など観察でき、臨床において嚥下障害の観察に有用である事を示した。