

氏名	ほんま みわ こ
学位	本間美和子
学位記番号	博士(歯学)
学位授与の日付	新大院博(歯)第27号
学位授与の要件	平成17年3月23日
博士論文名	学位規則第3条第3項該当
	Relations between the bolus size and hyoid movement seen during natural ingestive behaviors in humans (ヒトの自由な摂食嚥下動作の間に見られる食塊量と舌骨動態との関係)
論文審査委員	主査 教授 山田好秋
	副査 教授 野村修一
	教授 林孝文

### 博士論文の要旨

〔目的〕嚥下は随意的要素、反射的要素のいずれも伴った機能的な運動である。口腔内に取り込んだ食塊を、切歯から臼歯へ運ぶ過程を stage I transport といい、口腔から口狭を通過して、咽頭にまで運ぶ過程を stage II transport という。ここでは舌が重要であるが、その形態および運動は口蓋との接触状態に左右される。硬口蓋に相対的な舌の動きは、舌と外舌筋の活動の差によって作り出される舌骨の位置の変化によっておこる。舌骨は非常に良く動く器官である。舌骨の動きと嚥下関連器官との協調は、嚥下を理解する上で重要である。しかし、嚥下時のヒトにおける舌骨動態は命令嚥下では研究されているが、自由嚥下では研究されていない。本研究は自由嚥下を観察し、舌骨動態を検討した。

〔実験方法〕顎口腔系に異常が認められない5名の健常成人(平均年齢 $21 \pm 2$ 歳)を被験者として記録した。被験食品には、すし飯50gを用いバリウム粉8gを混ぜたものを使用した。被験者に座位をとらせ、頭位を自然に保つように指示した。被験者が自由咀嚼している間、口腔、咽頭領域の運動、及び舌骨動態を Videofluorography (MULTISKOP, Siemens) で矢状面から撮影し(25 frames/sec)、1コマごと、computer上で計測した。鉛玉を中切歯歯間乳頭に付与し、上下開閉口運動計測のマーカースとした。最大開口位から次の最大開口位までを1咀嚼周期とした。各被験者において食塊量、食道入口部開大量、食道入口部通過時間及び舌骨の垂直的、水平的最大移動距離を計測した。舌骨は頭部と体幹に直接固定されず遊離した状態にあるので、舌骨運動は脊椎に対して相対的な運動として捉えた。第2頸椎の錐体と錐弓の交点と上顎中切歯歯間乳頭に付与した鉛玉を結びX軸とし、先の交点から垂線を下ろしY軸とした。舌骨の小角先端をP点としX-Y座標軸で計測した。

〔結果および考察〕個人の摂取する1口量はほぼ一定であり、全量を嚥下するまでに2~3回の嚥下が観察された。これら複数回おこる嚥下を次のように分類した。1つは、咀嚼周期の途中におこる interposed swallow (以下:IS) であり、もう1つは咀嚼の最後におこる terminal swallow (以下:TS) である。各被験者3回試行の平均を算出し次に5人の平均値の平均 $\pm$ SEMを求めた。食塊量はISで $609 \pm 108 \text{ mm}^2$  (means' mean  $\pm$  SEM, n=5)、TSで $67 \pm 27 \text{ mm}^2$  であり有意差が認められた。食道入口部開大量はISで $13 \pm 1.6 \text{ mm}$ 、TSで $3.7 \pm 0.8 \text{ mm}$  であり、食道入口部通過時間はISで $326 \pm 62 \text{ ms}$ 、TSで $182 \pm 45 \text{ ms}$  であり、共に有意差が認められた。一方、咀嚼時舌骨は下顎と共に小さな範囲で動くが、嚥下時は大きく動き、特に垂直方向より水平方向に大きく動いた。嚥下時の舌骨運動は、下顎運動の咬合相または閉口相で開始し、垂直的的最大時間は水平的最大時間に先行していた。舌骨が嚥下のために大きく動いた時点においては、下顎の開閉口運動は小さかった。嚥下時、矢状面から見ると舌骨運動は周期的で起始点と終了点は、ほぼ同一であった。ISでは全ての記録において起始点に戻っていたが、TSでは戻らない例もあった。喉頭が再び元に戻るまでに、垂直、水平のどちらにおいても、舌骨の移動量は最大値に到達していた。最大移動距離は垂直的にはISで $12.0 \pm 2.5 \text{ mm}$ 、TSで $10.8 \pm 2.0 \text{ mm}$  であり、水平的にはISで $19.7 \pm 3.7 \text{ mm}$ 、TSで $18.2 \pm 3.3 \text{ mm}$  であり、いずれの場合もISとTSにおいても、有意差は認められなかった。また、嚥下時の舌骨移動時間はISで $1164 \pm 170 \text{ ms}$  で、TSで $1107 \pm 210 \text{ ms}$  であり、有意差は認められなかった。また、移動時間の中で食塊の

最後尾が食道入口部を通過した時点から、舌骨が元の位置に戻るまでの時間は IS で  $400 \pm 117$  ms で、TS で  $400 \pm 204$  ms であり、有意差は認められなかった。本研究および実験は摂食嚥下時におこる各器官の複雑な動きを切り離して、一定量の食塊を口腔内に入れ被験食品とする従来の命令嚥下でなく、自然嚥下を研究している点で他の研究と違っている。IS と TS での食塊量の相違は舌骨の動きに影響することはなかった。食塊量の相違は舌骨上筋群と下筋群のタイミングに影響せず、食塊の最後尾が咽頭および食道入口部を通る際の舌骨運動のタイミングにも影響しないことが推測された。本研究の結果は嚥下時、下咽頭および食道入口部の前後的なスペースの確保が食塊量には関係なく行われることを明確に示している。舌骨の動態は、多くの点で異なる特徴を示す 2 種類の嚥下でも同一であることが示された。

### 審査結果の要旨

嚥下は食物認知に始まり、食物が咀嚼過程を経て口腔から食道に移送される際、複雑な形態を乗り越えるための気道防御機構として位置づけられる重要な運動である。これまで嚥下は咀嚼運動から切り離して研究され、臨床的にも単独の運動として取り扱われてきたが、咀嚼中にも食塊はその一部が咽頭に送り込まれ、特殊な機器を使わなければ咀嚼周期と嚥下の区別が困難な場面も多々あることが近年明らかとなってきた。咀嚼・嚥下に関する新しい概念では、口腔内に取り込まれた食物は硬いと認知されると切歯から臼歯へ移送され咀嚼されるが、咀嚼された食物は選別され十分粉碎された部分は順次咽頭に移送される。そして嚥下関に達すると口腔内に摂取された食物の一部は嚥下されるが、一部は口腔内に残り、さらに粉碎処理を受ける。すなわち口腔内の食物は一度にすべてが嚥下されるのではなく、数回の嚥下を経た後すべての食物が食道に移送される。この過程の中で口腔内の食塊が少なくなるに従い、嚥下に先立つ食塊形成の時間は延長する。食物の口腔内移送や食塊形成には舌が重要である。また、嚥下時には喉頭挙上が気道防御の面から重要な因子であることは明白である。申請者は嚥下時の舌運動および喉頭挙上を可能にしている舌骨の動きに注目し本研究を計画している。被験者には顎口腔系に異常が認められない 5 名の健常成人（平均年齢  $21 \pm 2$  歳）を選択している。自然な嚥下を研究する目的から被験者には測定時、座位をとらせ頭部を固定せず自由に姿勢をとらせた上で、すし飯 50 g にバリュウムの粉 8 g を混ぜた試験食品一口量を自由摂取・咀嚼・嚥下させている。この間、口腔・咽頭領域の運動、食塊の動態、及び舌骨動態を Videofluorography (MULTISKOP, Siemens) で矢状面から 25 frames/sec の時間分解能で撮影し、1 コマごとに computer 上で計測している。開閉口運動計測のマーカ―として鉛玉を上下の中切歯間乳頭に付与し、最大開口位から次の最大開口位までを 1 咀嚼周期として解析し、計測方法の利点を最大限利用して、食塊量、食道入口部開大量、食道入口部通過時間及び舌骨の垂直的、水平的最大移動距離を経時的に計測している。舌骨は頭部または体幹に直接固定されず遊離した状態にあるので、その運動は脊椎に対して相対的な運動として捉えている。その結果、まず個人の摂取する 1 口量はほぼ一定であり、自由摂取した一口量を嚥下するまでに 2 または 3 回の嚥下が必要であることを見いだしている。そして複数回おこる嚥下を咀嚼周期の途中におこる *interposed swallow* と咀嚼の最後におこる *terminal swallow* に分類し解析を進めている。この二種の嚥下で観察された嚥下食塊量、食塊通過に伴う食道入口部開大量、食道入口部通過時間はそれぞれ群間で有意差が認められている。舌骨の動態に関しては、咀嚼時には下顎の開閉運動に伴い小さな範囲で運動するが、嚥下時には大きく動き、特に垂直方向と比較して水平方向に大きく動くことを報告している。嚥下時の舌骨運動の特徴として、1.咀嚼の咬合相または閉口相で運動を開始し、垂直的な最大移動は水平的な最大移動に先行する、2.舌骨が嚥下のために大きく動いた時点においては、下顎の開閉口運動は小さい、3.嚥下時、矢状面内での舌骨運動は周期的で起始点と終了点は、ほぼ同一である、4.喉頭が再び元に戻るまでに、垂直、水平のどちらにおいても、舌骨の移動量は最大値に到達している、などの新しい事実も明らかにしている。注目すべきは舌骨の最大移動距離は垂直的にも水平的にも、さらには舌骨移動時間においても二種の嚥下で差はなく、有意差は認められていない。これらのことから申請者は嚥下時、下咽頭および食道入口部の前後的なスペースの確保が嚥下食塊量に関係なく行われると結論づけている。本論文は命令嚥下でなく自然嚥下を観察し、舌骨の動態を食塊の動態と関連づけて研究した点が優れており、ここに学位論文としての価値を認める。