

学位研究紹介
--------

## 健常者における押しつぶしと嚥下の生体力学的評価

### Biomechanical evaluation of squeezing and swallowing in healthy humans

新潟大学大学院医歯学総合研究科 口腔生命科学専攻  
摂食環境制御学講座 摂食・嚥下リハビリテーション学分野

林 宏和

Division of Dysphagia Rehabilitation  
Niigata University Graduate School of Medical and Dental  
Sciences

Hirokazu Hayashi

#### 【目 的】

舌は、咀嚼や嚥下などの摂食、呼吸、発話時を含めた顎口腔運動時に重要な役割を果たしている。ことに摂食時において、食品の取り込み、食塊形成とその送り込み、嚥下時における咽頭から食道への食塊移送などには環境に適応した舌運動が遂行される必要がある。しかしこれまでのところ、その運動や舌筋活動に関する定量化は十分に行われているとは言えない。その要因として、舌そのものが多くの筋から構成されており、それぞれの筋の活動パターンをとらえるのが難しいこと、舌筋の多くが骨の付着をもたないために動きの自由度が高いことで被験者間のばらつきが大きいことなどがあげられる。

近年、舌機能の評価に、口蓋に対する舌圧計測を用いる例が増えてきた。その中でも、我々は薄いセンサーシートを用いて運動への障害を最小限に抑えることのできる舌圧計測システムを開発した。これにより、口蓋に対する舌圧を計5か所でとらえることが可能となった。

超高齢社会の今日、多くの高齢者が抱える問題のひとつに摂食・嚥下障害がある。中でも舌運動の障害は、咀嚼のみならず嚥下時の食塊の送り込みに深く関わることから、障害をもった患者さんに対しては、食塊形成や移送の負担軽減、喉頭侵入や誤嚥の危険回避を目的としてゼリー状の食品が提供される場合が多い。しかし、これらの食品が実際にどのように摂取されているのかについてはほとんど検証されていない。そこで本研究では、ことに口腔から咽頭にかけての舌運動機能と食塊移送に注目し、物性の異なるゼリーや液体を摂取したときの舌圧

および嚥下内視鏡記録を通して、摂食運動に関与する舌運動の生体力学的評価を行うことを目的とした。

#### 【対象および方法】

##### 1. 対象

被験者として、顎口腔形態・機能において問題を認めない8名の健常成人男性(平均年齢 28.0±3.0 歳)とした。

##### 2. 計測装置

舌圧の測定には、ニッタ株式会社製タクトイルセンサシステム Swallow scan system および舌圧センサーシートを用いた。さらに、咽頭移送の状況を嚥下内視鏡にて同時計測した。また、Swallow scan system システムの同時記録用信号と嚥下内視鏡の画像を AD Instrument 社製 PowerLab ML880 を用いて記録した。

##### 3. 被験試料

被験試料として、液体および3種類の濃度に調整したゲル化剤(三栄源エフ・エフ・アイ社製サンサポート G-1014, soft:1.0%, medium:1.8%, hard:2.8%)を使用した。それぞれの試料について1・3・5・10mlを用意し、計16種類のサンプルを用意した。

##### 4. 測定

測定姿勢は座位とし、被験者は試料を一旦口腔内(口腔底)に含み、験者による指示の後、歯で咀嚼することなく舌で押しつぶして摂取した。測定はすべての試料につき2回ずつ行い、順序はランダム化した。

##### 5. 分析

舌圧については押しつぶし時と嚥下時に分けて、それぞれの舌圧のピーク値、活動時間、積分値を計測した後に、食塊性状と食塊量の2要因をもとに2元配置分散分析を行った。また、部位ごとの違いを1元配置分散分析にて評価した。また、摂食時に押しつぶしを伴う嚥下(squeeze-swallow)と伴わない嚥下(single-swallow)が両方みられた soft gel の摂取時については、それぞれの値を分けて比較した。嚥下内視鏡から得られたデータについては、咽頭流入時間と嚥下反射惹起時の咽頭収縮時間を上記の2要因をもとに2元配置分散分析を行った。

#### 【結果および考察】

##### 1. 押しつぶし回数・嚥下回数について

液体嚥下時に押しつぶしが認められなかったのに対して、舌圧波形より1回目の嚥下までの押しつぶし回数を計測した結果、ゲル化剤濃度が高いと押しつぶし回数が

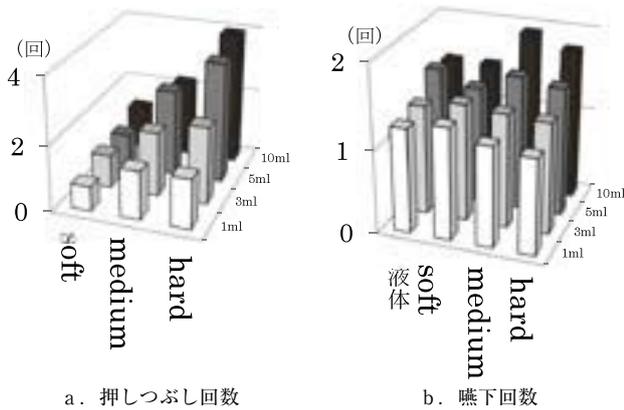


図1. 押しつぶし回数と嚥下回数

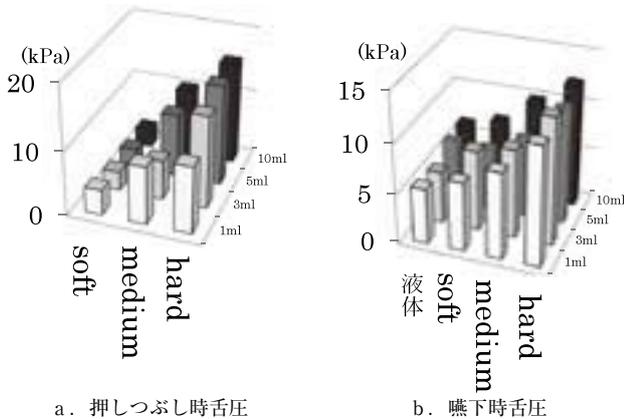


図2. 押しつぶし時舌圧と嚥下時舌圧

増加した。また、1 ml ゲル摂取時には押しつぶし回数は少なかった (図1)。

## 2. 押しつぶし時舌圧・嚥下時舌圧について

押しつぶし時舌圧については、ピーク値、持続時間、積分値ともに物性が硬くなると増加したが、量の変化については一定の傾向が認められなかった。嚥下時舌圧に

ついて、押しつぶし時舌圧同様にピーク値、持続時間、積分値とともに物性が硬くなると増加したが、量の変化が与える影響については一定の傾向が認められなかった (図2)。さらに押しつぶしを伴う嚥下 (squeeze-swallow) と伴わない嚥下 (single-swallow) を比較したところ、試料の量の変化に対して、異なる変調を示し、ことに押しつぶしを伴わない嚥下では量の増加と共にむしろ舌圧が減少する傾向が認められた。試料の物性や量に伴い舌圧が一定の変化を示すのではなく、どのような摂取の方法をとるかによってその変調が異なることが示されたことは大変興味深い。

## 3. 咽頭流入時間と咽頭収縮時間について

押しつぶし時の咽頭流入については物性が硬くなると流入の頻度が上昇したものの、押しつぶし回数との間には関連が認められなかった。これは押しつぶしが必ずしも咽頭への送り込みに関連したものではなく、食塊の粉碎という咀嚼に似た機能として考えられることを示唆していた。また、硬い試料 (hard) 摂取時には嚥下前の咽頭流入時間が長くなるのに対して、物性が軟らかい時には試料の量と咽頭流入時間との間には関連は認められなかった。食塊の押しつぶしにより、咽頭への流れ込みが認められるが、嚥下のタイミングは口腔内の食塊形成との間で協調を図っているようであった。これに対して咽頭収縮時間は液体摂取時に量依存性に長くなった。液体は、流れのよさから食塊の前後径が長くなり、これが咽頭通過を長くさせたことが考えられるが、今回の嚥下内視鏡所見は二次元画像であり、さらなる検討が必要かと思われる。以上の結果のすべては被験者間でのばらつきが大きかったが、被験者内の傾向は明らかであった。

食品物性が、嚥下動態、ことに舌運動、食塊の口腔から咽頭・食道への移送に与える影響が大きいことが明らかになり、摂取方法によっても変調の仕方が異なることが示唆された。