

Title	成人のチューインガム咀嚼時における下顎運動の円滑性について
Author(s)	山内, 多恵
Citation	大阪大学, 1999, 博士論文
Version Type	
URL	<a href="https://hdl.handle.net/11094/42987">https://hdl.handle.net/11094/42987</a>
rights	
Note	著者からインターネット公開の許諾が得られていないため、論文の要旨のみを公開しています。全文のご利用をご希望の場合は、 <a href="https://www.library.osaka-u.ac.jp/thesis/#closed">〈a href="https://www.library.osaka-u.ac.jp/thesis/#closed"〉</a> 大阪大学の博士論文について <a href="https://www.library.osaka-u.ac.jp/thesis/#closed">〈/a〉</a> をご参照ください。

***Osaka University Knowledge Archive : OUKA***

<https://ir.library.osaka-u.ac.jp/>

Osaka University

氏 名	山 内 多 恵
博士の専攻分野の名称	博 士 (歯 学)
学 位 記 番 号	第 1 4 9 8 6 号
学 位 授 与 年 月 日	平 成 1 1 年 1 1 月 2 2 日
学 位 授 与 の 要 件	学 位 規 則 第 4 条 第 2 項 該 当
学 位 論 文 名	成人のチューインガム咀嚼時における下顎運動の円滑性について
論 文 審 査 委 員	(主査) 教 授 高 田 健 治 (副査) 教 授 野 首 孝 祠 助 教 授 吉 田 篤 助 教 授 荘 村 泰 治

## 論 文 内 容 の 要 旨

### 【目的】

構音運動や歩行運動など、ヒトの随意運動の一般的特性を理解するには、それらの随意運動が「最も滑らかな動きとなるように、中枢神経系による最適制御が行われる」という仮説に基づいた数理モデルが、有効であることが知られている。身体運動の円滑性は、加速度の時間的变化率であるジャーク（躍度）の2乗を、時間で積分した値（ジャーク・コスト）を指標として、評価することができる。このジャーク・コストを最小にするモデルは“最小ジャークモデル”と呼ばれる。本研究の目的は、正常咬合を有する成人を対象として、咀嚼時の下顎運動の垂直成分に、最小ジャークモデルを適用し、(1)下顎運動の垂直成分はジャーク・コストを最小にするという原理に基づいて、制御されているか否かを明らかにすること、(2)開口相と閉口相との間で、下顎運動の円滑性を比較することにある。

### 【被検者並びに研究方法】

顎口腔機能に異常を認めない、正常咬合を有する成人7名(男子4名、女子3名、平均年齢25歳6カ月、標準偏差6カ月)を被検者とした。各被検者には、チューインガムを、右側臼歯部にて咀嚼するように指示し、下顎切歯点の運動軌跡を30サイクルずつ記録した。各咀嚼サイクルの時系列データを、開口相、閉口相および咬合相に分割し、開口相時間と閉口相時間を計測した。また、開口相と閉口相における、下顎位の垂直成分の時系列データを、Fourier級数 $z(t)$ を用いて近似した。 $z(t)$ を微分することにより、速度関数 $v(t)$ 、加速度関数 $a(t)$ およびジャーク関数 $j(t)$ を求めた。速度関数 $v(t)$ を用いて、速度の絶対値の最大値(ピーク速度)を、また、ジャーク関数 $j(t)$ より、ジャーク・コストを計算した(以下、 $z(t)$ をもとにして求めた値を測定値とよぶ)。さらに、加速度関数 $a(t)$ を用いて、開口相と閉口相の、開始時刻および終了時刻における加速度を計算し、得られた加速度をもとに、開口相および閉口相における下顎運動の垂直成分に関する、最小ジャークモデルを構築した。次に、得られたモデルより、ピーク速度およびジャーク・コストを予測した(以下、モデルより予測した値を予測値とよぶ)。モデルの妥当性を検討するために、ピーク速度については、その測定値と予測値との間のPearsonの相関係数を、ジャーク・コストについては、その測定値と予測値との間のSpearmanの相関係数を、それぞれ求めた。さらに、下顎位に関して、 $z(t)$ と予

測値との間の平均絶対誤差を求めた。また、開口相と閉口相との間で、下顎位の平均絶対誤差およびジャーク・コストの測定値について、それぞれ比較した。

#### 【研究成績】

下顎位の垂直成分の時系列データは、20次の Fourier 級数を用いて、平均絶対誤差0.002 mm 未満にて、最適に近似された。ピーク速度とジャーク・コストについては、Fourier 級数  $z(t)$  より求めた測定値と、最小ジャークモデルより求めた予測値との間に、それぞれ強い有意の相関が認められた ( $0.596 \leq r \leq 0.799$ ,  $P < 0.0001$ )。また、下顎位に関して、 $z(t)$  と予測値との間の平均絶対誤差は、開口相より閉口相において、有意に ( $P < 0.0001$ ) 小さかった (開口相: 1.19 mm、閉口相: 0.52 mm)。さらに、ジャーク関数  $j(t)$  より求めた閉口運動時のジャーク・コスト ( $1.69 \times 10^3$  [m<sup>2</sup>/s<sup>5</sup>]) は、開口運動時のジャーク・コスト ( $2.74 \times 10^3$  [m<sup>2</sup>/s<sup>5</sup>]) よりも、有意に ( $P < 0.0001$ ) 小さかった。

#### 【結論】

1. ピーク速度とジャーク・コストについて、Fourier 級数  $z(t)$  より求めた測定値と、最小ジャークモデルより求めた予測値との間に、それぞれ強い有意な相関が認められた。これより、チューインガム咀嚼時の下顎運動の垂直成分を表現する数理モデルとして、本研究で構築した最小ジャークモデルが、妥当であることが明らかとなった。したがって、下顎運動の垂直成分に関して、運動距離、時間、ピーク速度やジャーク・コストという、複数の運動パラメータの間に、最小ジャークモデルが決定する、最適なトレード・オフ関係が存在することが示唆された。
2. 下顎位の垂直成分に関して、 $z(t)$  と予測値との間の平均絶対誤差は、開口相より閉口相において、有意に小さかった。すなわち、最小ジャークモデルによる下顎位の垂直成分の予測は、開口相よりも閉口相について、より正確に行えることが明らかとなった。
3. 閉口運動時のジャーク・コストは、開口運動時のそれよりも小さかった。すなわち、下顎の垂直方向への動きは、開口相よりも閉口相において、より円滑であることが明らかとなった。

## 論文審査の結果の要旨

本研究は、チューインガム咀嚼時の下顎運動の垂直成分は、(1)ジャーク・コストを最小化する、すなわち、運動の円滑性を最大化する、という制御原理により、説明され得るのか、また(2)開口相と閉口相との間で、下顎運動の円滑性に差異があるか否かについて、正常咬合を有する成人を対象として検討したものである。その結果、下顎運動の垂直成分の制御原理は、最小ジャークモデルを用いて、説明できることが明らかとなった。このことから、下顎運動の垂直成分に関して、ピーク速度、ジャーク・コストなど、異なる運動目標を示す変量の間に、最小ジャークモデルが決める、最適なトレード・オフ関係が存在することが示唆された。また、下顎運動は、開口相よりも閉口相において、より円滑であることが明らかとなった。

以上の業績は、咀嚼時における下顎運動のサイバネティックな特性を理解する上で、重要な知見と考えられる。よって、博士（歯学）の学位請求に値するものと認める。