

科学研究費助成事業（科学研究費補助金）研究成果報告書

平成24年 5月28日現在

機関番号：32404

研究種目：基盤研究(C)

研究期間：2009～2011

課題番号：21592467

研究課題名（和文） 運動エネルギーを指標とした新しい咀嚼機能評価システムの構築

研究課題名（英文） Construction of a New System Using Kinetic Energy for Evaluation Masticatory Function

研究代表者

大川 周治 (OHKAWA SHUJI)

明海大学・歯学部・教授

研究者番号：90144865

研究成果の概要（和文）：本研究の目的は、運動エネルギーを指標とした新しい咀嚼機能評価システムを構築することである。まず、ヒトの歯とブタの下顎を用いて、CT画像からヒトの下顎の重さ(m)を算出する方法を考案した。そして、5種類の食品を咀嚼する時の速度(v)を計測し、咀嚼している時の運動エネルギー($1/2m v^2$)の分析を試みた。その結果、本法が咀嚼機能の客観的評価法として有用となる可能性が示唆された。

研究成果の概要（英文）：The purpose of this study was to establish a new masticatory (chewing) function evaluation method that uses kinetic energy ($1/2m v^2$). We developed a gravimetric (weighing) method of measuring the mandibular movement complex (m) based on CT image, using human teeth and pig mandibular (lower jaw) blocks. And, kinetic energy of chewing each test foods was evaluated by calculating (m) and measuring the chewing velocity (v). These results suggest that this new evaluation method using kinetic energy could be useful for objectively evaluating masticatory function.

交付決定額

(金額単位：円)

	直接経費	間接経費	合計
2009年度	1,300,000	390,000	1,690,000
2010年度	1,100,000	330,000	1,430,000
2011年度	1,100,000	330,000	1,430,000
年度			
年度			
総計	3,500,000	1,050,000	4,550,000

研究分野：医歯薬学

科研費の分科・細目：歯学・補綴系歯学

キーワード：咀嚼機能評価 運動エネルギー 咀嚼運動 CT 画像解析 食品

科学研究費助成事業（科学研究費補助金）研究成果報告書

1. 研究開始当初の背景

咀嚼機能の客観的評価法の確立は歯科医学上極めて重要である。客観的咀嚼機能評価法として篩分法、グミゼリー咀嚼時のグルコース溶出量の分析法などが挙げられるが、これらの方法は咀嚼後の試料分析であって、機能動態として咀嚼運動を評価しているとはいえない。機能動態として咀嚼運動を評価する場合に有効となりうる指標の1つが運動エネルギーである。すなわち、咀嚼とは下顎という特定の質量(m)を有する物体がある速度(v)で上顎に対して衝突を繰り返す運動であると考えられる。運動エネルギーは $\frac{1}{2}mv^2$ で表される。下顎の質量(m)は歯の喪失や加齢により減少し、補綴装置の装着により増加する。咀嚼運動速度(v)は、個人により異なるとともに、加齢や食品により変化する。したがって、下顎の質量および咀嚼運動速度を測定すれば、咀嚼時に消費される運動エネルギー（以下、咀嚼運動エネルギーと略す）が算出され、この咀嚼運動エネルギーを指標とすることにより咀嚼機能を客観的かつ定量的に評価することが可能になると考えた。

2. 研究の目的

本研究の目的は、運動エネルギーを指標とすることにより、種々の食品を対象とした場合の咀嚼機能を定量的に評価する新しいシステムを構築することである。

3. 研究の方法

(1) 下顎の運動体要素（以下、下顎運動体）の重量測定

CT画像からヒトの下顎運動体の重量(M)を計測するために、豚顎を応用してCT値・密度換算式を求めることとした。

①試料は、ヒトの抜去歯およびブタの下顎ブロックとし、各試料のCT撮影を行い、各試料の体積・重量からCT値・密度に関する一次近似式 $[\alpha]$ を求めた。

②ブタの下顎ブロックのCT画像と式 $[\alpha]$ を応用して、ブタの下顎ブロックの重量を分析・算出（以下、予測重量）するとともに、ブタの下顎ブロックの重量を実測（以下、実測重量）し、ブタの下顎ブロックの予測重量と実測重量との相関分析および一次近似式 $[\beta]$ を求めた。

③①および②で得られた式 $[\alpha]$ と $[\beta]$ を応用して、ヒトの下顎運動体の重量(M)を計測した。

下顎運動体とは、下顎骨、下顎の全歯列および上下的には咬合平面と下顎下縁平面との間、前后的にはオトガイと下顎枝後縁との間に存在する軟組織（ただし咬筋を除く）とした（図1）。

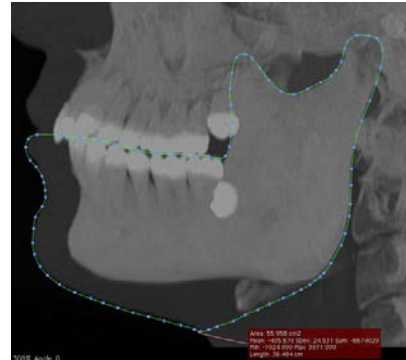


図1 下顎の運動体要素

(2) 咀嚼運動速度の測定

下顎運動計測装置(K7エバリュエーションシステム、モリタ)を用いて、咀嚼運動時の速度(v)を測定した。被検食品は、チューインガム（1枚；フリーゾーンガム、ロツテ）、ようかん(10×15×10mm)、かまぼこ(10×15×10mm)、ピーナッツ(1.00±0.10g；木村ピーナッツ)、グミゼリー(20×10×10mm；ゴールドベア、ハリボー)とした。

(3) 咀嚼運動エネルギーの分析

咀嚼運動速度波形の閉口相における時間速度積分値(F)を応用して、咀嚼運動エネルギー（以下、W）の基準化を行った。すなわち、チューインガムの咀嚼開始後の第5サイクルから第14サイクルまでのFの平均値(F_G)、およびチューインガム以外の被検食品の第nサイクルにおけるFの値(F_n)を算出し、 $\frac{F_n}{F_G}$ により基準化することとした。咀嚼開始から第10サイクルまでを分析対象(図2)とし、以下の式 $[\gamma]$ によりW_T [J]を求めた。

$$W_T = \sum_{n=1}^{10} \frac{1}{2} M V_n^2 \cdot \frac{F_n}{F_G}$$

$$\frac{F_n}{F_G}$$

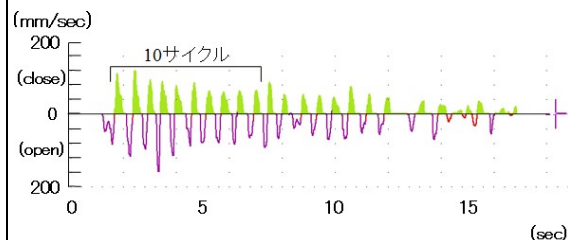


図2 かまぼこ咀嚼時の時間速度積分分析

4. 研究成果

試料の体積・重量から CT 値—密度に関する一次近似式 $[\alpha] y=0.0095x+1.05729$ (x : CT 値 y : 密度) と相関係数 ($r=0.97803$, $p<0.0005$) が得られた。

ブタの下顎ブロックの予測重量と実測重量との相関分析の結果, 一次近似式 $[\beta] y=0.95908x$ (x : 予測重量 y : 実測重量) と相関係数 ($r=0.97803$, $p<0.0005$) が得られた。

一次近似式 $[\alpha]$ および $[\beta]$ を応用することにより, CT 画像からヒトの下顎運動体の重量(M)を計測し, 咀嚼運動速度の分析から, 各被検食品における咀嚼運動エネルギーを式 $[\gamma]$ から求めた。

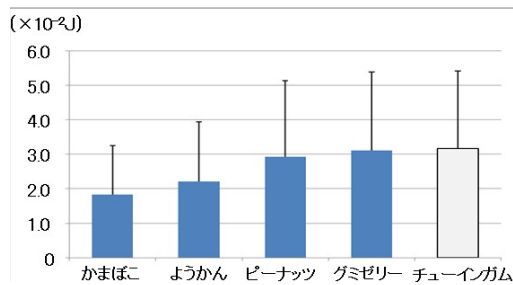


図 3 各被検食品における咀嚼運動エネルギー (W_T)

かまぼこ, ようかん, ピーナッツ, グミゼリーの順で W_T は大きくなる傾向を示したが, 有意差は認められなかった (図 3)。

各被検食品は咀嚼の進行に伴い, W が咀嚼 1 回ごとに増減しつつもわずかに減少する傾向を示す α 群と, W がわずかに増減するも, 徐々に減少する傾向を示す β 群とに二分することができた (two-way factorial ANOVA, Tukey-Kramer, $p<0.01$)。特にかまぼこの W は, 咀嚼の進行とともに減少し, 咀嚼開始から 10 回目まで有意に減少した (Wilcoxon signed-ranks test, $p<0.05$) (図 4)。

したがって, かまぼこは咀嚼運動エネルギーを指標として咀嚼機能を評価する上において, 有用な食品となる可能性が高いと考えられる。

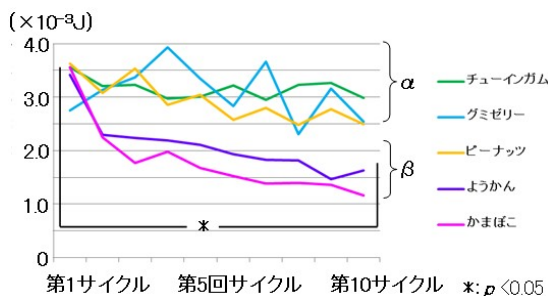


図 4 咀嚼の進行に伴う咀嚼運動エネルギーの変化

以上より, 各被検食品の咀嚼運動エネルギーを分析しうることを示され, 本法が咀嚼機能の客観的評価法として有用となる可能性が示唆された。

5. 主な発表論文等

(研究代表者, 研究分担者及び連携研究者には下線)

[雑誌論文] (計 1 件)

① 頼近繁, 奥津史子, 草野寿之, 松川高明, 豊田有美子, 根来理沙, 眞木信太郎, 濱坂弘毅, 内田寿乃, 篠原勇輝, 奥村泰彦, 大川周治, 運動エネルギーを指標とした新しい咀嚼機能評価について—下顎運動体の重量測定法の検討—, 明海歯学, 査読有, 40 巻, 2011, 194—198

<http://www.dent.meikai.ac.jp/media/>

[学会発表] (計 1 件)

① 頼近繁, 運動エネルギーを指標とした新しい咀嚼機能評価について—咀嚼運動エネルギー分析の試み—, (社) 日本補綴歯科学会, 2012 年 5 月 26 日, 横浜市 (神奈川県民ホール)

[図書] (計 0 件)

[産業財産権]

○出願状況 (計 0 件)

○取得状況 (計 0 件)

[その他]

無し

6. 研究組織

(1) 研究代表者

大川 周治 (OHKAWA SHUJI)

明海大学・歯学部・教授

研究者番号: 90144865

(2) 研究分担者

山本 裕信 (YAMAMOTO HIRONOBU)

明海大学・歯学部・講師

研究者番号: 60383204

(3) 連携研究者

無し