

氏名	杉本 恭子
学位	博士
専門分野の名称	歯学
学位授与番号	博甲第4935号
学位授与の日付	平成26年3月25日
学位授与の要件	医歯薬学総合研究科機能再生・再建科学専攻 (学位規則(文部省令)第4条第1項該当)
学位論文題目	New image analysis of large food particles can discriminate experimentally suppressed mastication (新たな画像解析法による制限咀嚼の判別分析)
学位論文審査委員	松尾 龍二 教授 宮脇 卓也 教授 皆木 省吾 教授

学位論文内容の要旨

緒言

世界的に高齢者の人口は増加しており、加齢やそれに伴って増加する病気の影響により栄養状態の悪化とともに咀嚼および嚥下機能の低下も見られるようになる。嚥下障害患者の割合は増加しており、嚥下障害による食生活の変化が生活の質の低下につながることもある。一口大食あるいはミキサー食等の食形態診断基準の決定は高齢者が十分に咀嚼し、円滑な嚥下を行う上で大変重要なことであるが、従来行われてきた咀嚼能力評価法では客観的な診断が困難であった。そこで、本研究では新たな画像撮影および画像分析の方法を確立し、天然食品を用いて客観的な咀嚼能力評価を行うことを目的とした。

方法

被験者は顎口腔系に異常のない成人女性20名(平均年齢 23.4 ± 4.3 歳)とし、研究の主旨を十分に説明の上、同意の得られた者を対象とした。被験食は生ニンジン(1×1×2cm)、ピーナッツ4つ、およびビーフステーキ(1×1×2cm)の4種類とし、それぞれの被験食を4回、通常通りに咀嚼・嚥下させ、平均咀嚼回数を算出した。また、作業側咬筋の表面筋電図(EMG)を用いて咀嚼時の最大EMG積分値を記録した。嚥下直前までの咀嚼を通常回数咀嚼とし、咀嚼条件としては1)通常回数咀嚼、2)咀嚼回数の制限条件として、通常咀嚼回数の1/2回数、1/4回数、3)咬合力制限条件としてVisual Feedback下での20%EMG積分値以下での咀嚼を設定した。また、各被験食品の咀嚼はランダムな順序で行い、サンプルを5つ採取した。

咀嚼後の各食塊からサンプル0.8cm³を撮影用に3つ採取し、食塊処理にはアルキルエーテル硫酸エステルナトリウムおよび脂肪酸アルカノールアミド配合の界面活性剤およびベンザルコニウム塩化物配合の界面活性剤の希釈液を用いて洗浄を行った。

食塊粒子の撮影は新たに考案した暗視野二重照明による撮影装置を用い、画像処理ソフト(WinRoof、三谷商事)を用いて粒度解析を行った。各食塊から採得したサンプルは、界面活性剤処理の後にφ8cmのシャーレ内に拡散させて、単一撮影条件下で画像撮影を行った。また全て

の画像処理には単一の閾値を用いた。

食塊粒子撮影後は回収した食塊全量を用いて篩分法による解析も行った。

本研究では高齢者の咀嚼という観点から直径2mm以上の大径粒子に着目して粒度分析を行った。2mm以上の粒子径順に配列した粒度分布に対して最小二乗法による回帰直線を決定し、回帰直線の傾きのメディアン値およびその切片値を得た。統計解析には Friedman検定を用いた。

尚、本研究は岡山大学倫理委員会の承認を得た上で実施した（承認番号：915）。

結果

篩分法による重量計測と画像解析による粒度計測の結果から、ピーナッツを被験食とした場合に高い相関が見られた ($r = 0.833$, $p < 0.05$)。ニンジン、ビーフステーキについては、篩分法での食塊の乾燥により食塊の重量測定が不正確となり、篩分法による評価は不適切であると考えられた。

通常回数咀嚼と回数制限咀嚼の咀嚼条件について、回帰直線の傾きおよび切片値は咀嚼条件によって有意に異なる ($p < 0.01$) ことが示された。また、これらの2変数について閾値を設定した結果、個々の食品内のみでなく全3種の食品を合わせたデータからも総合的に通常回数咀嚼を特異度 (specificity) 0.90、感度 (sensitivity) 0.86と高い精度で判別できることが示された。

さらに、上記3) の咀嚼力低下条件の結果については、この閾値設定によって全ての被験食品について咀嚼力が低下していると判定することができた。

考察

咀嚼能力評価にはさまざまな天然食品や人工材料が用いられており、色変わりチューインガムによる混合能力テストと2種類の人工材料を用いた粉碎能力テストを比較すると、粉碎能力テストの方がより良い咀嚼能力の識別が可能であったとの報告もある。人工材料を用いる方が物性を標準化しやすいが、咀嚼の過程がこの物性に影響されることもある。また、高齢者を対象とした咀嚼評価という観点では、日常の食事で口にする天然食品の方が望ましいと考えられる。しかし、篩分法においては乾燥の過程を必要とするため、水分を多く含む天然食品を用いるのは限界がある。したがって、咀嚼能力評価を行うためには食塊粒子の大きさを計測する方法を用いることが望ましい。

光学法による食塊粒子計測では、計測の閾値設定が計測面積に影響し、ニンジンのように光透過性の高い食材については計測が難しい。また、レーザーを用いた粒度計測法では現状では2mm以下の粒子しか計測できないという問題がある。

今回考案した暗視野二重照明法による食塊粒子の撮影では、上記の問題は解決され、食品種に関わらず同一閾値で撮影が可能である。

また、本研究で用いた方法では粒度分布の回帰直線の傾きおよび切片値について、一定の閾値により咀嚼回数および咬合力を制限した咀嚼を高い精度で通常回数咀嚼と判別できることから、咀嚼障害をもつ患者の食レベル診断を客観的かつ簡便に評価することが可能になると示唆された。

学位論文審査結果の要旨

世界的に高齢者の人口が増加する中、臨床現場における食形態の決定は高齢者が十分に咀嚼し、円滑な嚥下を行う上で大変重要なことであるが、従来行われてきた咀嚼能力評価法では客観的な診断が困難であった。そこで、本研究では独自に開発した暗視野二重照明法と食塊粒子の新たな界面活性処理を用いた画像分析の方法を確立し、天然食品を用いて、客観的な咀嚼能力評価を行うことを目的としている。

咀嚼能力評価のための被験食品として、生ニンジン、ピーナッツおよびビーフステーキが用いられ、顎口腔系に異常のない成人女性20名を対象として、通常咀嚼ならびに制限咀嚼を行わせて得られた食塊について粒度解析が行われた。

研究結果として以下の成果が得られた。

- 1) 独自に開発した暗視野二重照明法と食塊粒子の新たな界面活性処理により、食塊粒子一つ一つの識別および解析が可能となった。
- 2) 粒子径2mm以上の粒子について、径順に配列した粒度分布に対して最小二乗法による回帰直線を決定し、回帰直線の傾きのメディアン値およびその切片値をもとに各被験食品の咀嚼能率について分析を行った。その結果、通常回数咀嚼と回数制限咀嚼の咀嚼条件について、回帰直線の傾きおよび切片値は咀嚼条件によって有意に異なる ($p < 0.01$) が示された。また、これらの2変数について通常回数咀嚼を判別するための閾値を設定した結果、個々の食品内のみでなく全3種の食品を合わせたデータからも総合的に通常回数咀嚼を特異度 (specificity) 0.90、感度 (sensitivity) 0.86と高い精度で判別できることが示された。
- 3) ピーナッツを用いた篩分法による重量計測と本画像解析法による粒度計測の結果から、両者の間に高い相関が認められた ($r = 0.833$, $p < 0.05$)。
- 4) 咬合力を制限した条件における咀嚼食塊については、得られた切片値と回帰直線の傾きを上記の閾値と対比することによって、咀嚼力が低下していると判定できることが示された。

上記の結果は、高齢者の食形態決定を行う際に有効な咀嚼能力評価法の確立につながる知見と考えられる。また、この方法では日常的に口にする天然食品を被験食として用いており、口腔内の状態と日常の食生活を反映した咀嚼能力評価法であると考えられる。

よって、審査委員会は本論文に博士（歯学）の学位論文としての価値を認める。