

論文の内容の要旨

氏名:樽川 禪

博士の専攻分野の名称:博士(歯学)

論文題名:A study on the physical properties and reproducibility of marketed foods used to measure continuous masticatory and deglutition functions and the reproducibility and validity of the generated chewing sounds.

(咀嚼音および嚥下音の連続記録に使用する市販食品の物性再現性と発生する咀嚼音の再現性と妥当性に関する研究)

急速な高齢化が進み超高齢社会になった日本において歯の減少に伴う口腔機能の低下に伴う咀嚼障害は高齢者の食摂取に負の影響を与える可能性がある高齢者の健康寿命延伸には健康的な食生活の維持が不可欠であり、口腔機能の治療と回復を目的として補綴歯科治療介入を個別医療として行うことは重要である。補綴歯科治療が十分な効果を得るには、患者個々の咀嚼機能および嚥下機能を適正な検査で評価し、適切な診断と治療計画の立案が不可欠である。従来の咀嚼機能の評価は、ピーナッツ、チューインガムおよびグミゼリー等の試験食品が用いられてきたが、これらの食品は咀嚼の途中で口腔外に取り出し評価を行うため、嚥下までの連続した過程を包括的に評価しているとは言えない。そこで、捕食から嚥下までの過程を検査できる新たな方法の開発が望まれている。本研究は捕食から咀嚼と嚥下までの連続した過程で発生する音に着目し、試験食品に市販食品を用いた連続的に咀嚼・嚥下機能を評価する新たな検査法を開発することを目的に以下の2つの研究を実施した。

研究1は、新たな検査法に用いる試験食品の選定を行う目的で13種類の市販食品(アーモンド、リンゴ、バナナ、人参、チーズ、チョコレート、クラッカー、きゅうり、ハム、かまぼこ、蒟蒻、ピーナッツ、ラッキョウ)及びグミゼリー(UHA味覚糖、大阪)の物理的特性である最大圧縮力の再現性について検討を行った。成型可能な市販食品を金型にて14mm×14mm×10mmに成型したのち、小型卓上試験機(EZ-SX、島津製作所、京都)を用いて成人咀嚼時の咬合力と閉口速度を参考に500N、9.88mm/sにて最大圧縮力を測定した。測定は各食品10回行われ、最小値と最大値を除外した8回の測定値の平均値と標準偏差を算出後、各食品の変動係数(CV値)を算出した。続いて最大圧縮力に基づき、食品の類似度を推定するため、階層クラスター分析を行い類似食品ごとに樹形図(デンドログラム)を描出した。その結果、従来から咀嚼能力検査に用いられているグミゼリー(271.1±32.0N)およびピーナッツ(177.4±37.1N)は13種類の市販食品と比較して有意に高い最大圧縮力を示した。デンドログラムからクラスター1は従来の試験食品であるグミゼリーおよびピーナッツ、クラスター2はラッキョウおよびアーモンド、クラスター3はバナナ、チーズ、蒟蒻、クラスター4はリンゴ、人参、チョコレート、クラッカー、きゅうりにそれぞれ類型された。得られたCV値が既存試験食品であるグミゼリー(11.8%)より低かった食品は、チョコレート(3.6%)、かまぼこ(4.2%)、人参(8.7%)および、蒟蒻(10.5%)であった。クラスター内でCV値が低い食品は、クラスター1ではグミゼリー、クラスター2ではアーモンド(14.7%)、クラスター3ではかまぼこ(4.2%)、クラスター4ではチョコレート(3.6%)となった。このことから市販食品のなかでは、アーモンド、かまぼこおよびチョコレートは新たな検査法に用いる試験食品として使用が可能であることが示唆された。

続いて、研究2は、健常歯列を有し、顎機能障害を認めない11名(男性7名と女性4名、28.3±2.4歳)の被験者に、研究1の結果を踏まえて集音が容易と考えられるアーモンドを試験食品として、咀嚼から嚥下まで毎秒1回のリズムで行い、発生する音の集音と記録を行なった。集音は高機能騒音計(LA-7000、小野測器、神奈川)にて経時連続的に集音し、得られた記録をWAVEファイル形式で保存し、時系列解析ツール

(Oscope2、小野測器、神奈川)にサンプリング周波数 64000Hz で書き出した。書き出された集音記録の咀嚼開始から嚥下を含まない 10 秒間を抽出し、dB-時間表記に変換した後、CSV ファイルを表計算ソフト (Microsoft Excel、マイクロソフト、米国)で保存し、dB 平方値とその和(以下、dB 平方和)を算出した。集音は日内で 3 回、2 日間行った。得られた集音記録の信頼性について日内変動は級内相関係数 (ICC: 1,3)、日間変動は対応のある paired-t 検定にて検証した結果、1 日目の日内変動は級内相関係数が 0.97(95 % 信頼区間 0.92~0.99)、2 日目の日内変動は 0.91(95 % 信頼区間 0.78~0.97)といずれも高い信頼性を示した。また、日間変動も 1 日目および 2 日目の間に有意の差を認めなかった($p = 0.18$)。集音記録の収束の妥当性を、咬合力検査を咬合力測定システム用フィルム(デンタルプレスケール II、ジーシー、東京)および咀嚼能率検査をグルコース分析装置(グルコセンサー GS-IIN、ジーシー、東京)で行い、集音記録と関係性について dB 平方和を従属変数(y)、咬合力と咀嚼能率をそれぞれ独立変数(x)とする単回帰分析を行った結果、dB 平方和と咬合力の間に有意な負の線形関係を認めた(調整済み決定係数: 0.44 $p = 0.02$)一方、咀嚼機能との間には有意な線形関係を認めなかった(調整済み決定係数: 0.04 $p = 0.56$)。

以上の 2 つの研究から以下の結論を得た。

1. 従来の咀嚼能力検査の試験食品に用いられてきたグミゼリーおよびピーナッツは、市販食品と比較し有意に高い最大圧縮力を示した。
2. 最大圧縮力に基づく階層クラスター分析から、従来の試験食品と市販食品が 4 つのクラスターに類型されたことから、試験食品と市販食品は物理的特性が異なること示された。
3. 3 つのクラスターに類型された市販食品の各クラスターにおいてアーモンド、かまぼこ、チョコレートが新たな検査法の試験食品として用いることが可能であることが示された。
4. アーモンドを試験食品として記録した咀嚼音の dB 平方和の日内および日間変動の検証から、咀嚼音の集音と記録方法に関する信頼性が示された。
5. dB 平方和と咬合力の間に有意な負の線形関係を認め、咬合力との間で収束の妥当性を有することが認められた。

今後、咀嚼から嚥下までの過程で発生する音を用いた咀嚼・嚥下機能を連続的に評価する新たな検査法の開発を目指し、試験食品に用いることが可能な市販食品の検討を行い、さらに咀嚼開始から嚥下を含まない 10 秒間の集音と記録が検査としての信頼性と妥当性を確認できた。