

氏名	細坪 充裕		
授与した学位	博士		
専攻分野の名称	歯学		
学位授与番号	博甲第5506号		
学位授与の日付	平成29年3月24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 (学位規則第4条第1項該当)		
学位論文の題目	Fabrication of artificial food bolus for evaluation of swallowing (嚥下機能評価のための人工食塊の作製)		
論文審査委員	皆木 省吾 教授	川邊 紀章 准教授	松本 卓也 教授

学位論文内容の要旨

摂食・嚥下リハビリテーションの増加などから摂食・嚥下機能の簡便な評価のニーズが高まっている。嚥下評価のために用いる試験食品は違う食材を用いることで異なる物性を作り出している。食品物性として軟らかいこと、粘りけがないこと、まとまりやすいこと、一部では性状が均一であることなどが条件として挙げられており、これらを踏まえた食品物性の指標として堅さ、凝集性、付着性、粘性などの一定の数値が提供されている。またこれらの食品を実際の嚥下評価の被験食品としても扱われている。しかし食品の加工方法や一口量が異なると本来規格化されている検査食を用いても検査結果が異なることがある。また、咀嚼が必要な試験食品では嚥下そのものの評価は困難である。そういったことから評価の再現性を高めるうえでも、同じ食材で違う物性を再現すること、また嚥下直前の食品物性を再現したものが嚥下評価試験食品としては望ましい。そこで、本研究では新しい嚥下評価システムに利用できる人工食塊の作製を目的に研究を行った。

【方法】

嚥下障害がない30名（男性18名、女性12名）の健康成人に4種類の食材（餅、ピーナッツ、ゴボウ、グミ）を任意回数咀嚼後、食塊を形成させ、口腔外に吐き出させた。吐き出させた食塊から咀嚼回数増加にともなう食塊ヤング率と体積の変化ならびに嚥下直前でのこれらの値を測定した。また被験者の唾液粘度、唾液含有割合を測定した。食塊の物性と唾液粘性のそれぞれの値を参考に、弾性成分としてアルギン酸カルシウムゲル（人工食片）、粘性成分としてゼラチン溶液（人工唾液）を使用した。各食材の唾液含有割合の平均値を元に今回は人工食片と人工唾液を7：3の重量比（wt%）で混和し、粘弾性の特性を有する人工食塊を作製した。ヤング率・体積を変えた人工食塊を準備して、同じ被験者に嚥下させ、人工食塊物性と嚥下時間との関係を測定した。

【結果】

咀嚼回数に伴い、食塊のヤング率・体積の低下がみられた。この際、食塊ヤング率は「急激に変化する期間」の後に「緩やかに変化する期間」に移行し、「緩やかに変化する期間」に入ってから嚥下することが認められた。嚥下時のヤング率は150 kPa以下、体積は400 mm³以下であった。また、回収した各嚥下前食塊の唾液含有割合は平均で30 wt%、唾液粘度は15 mPa・sであった。これら結果を元に、種々の物性を示す人工食塊を作製した。

人工食塊を用いた嚥下が実際の嚥下を反映しているかを確認するため、同じ被験者による嚥下時間を測定した。被験者に人工食塊を口に含ませ、咬まずに人工食塊を嚥下するよう指示した（開始点）。喉頭挙上が見られた時間を終了点として、嚥下時間を測定した。

ヤング率を固定した（各食材の平均値である47.3 kPa）場合では、人工食塊の体積が増加するにしたがって嚥下にかかる時間の増加が認められた。嚥下時間は100～400 mm³の範囲では食塊の大きさに比例して延長しており、600 mm³以上では極端な嚥下時間の増加が認められた（ $p<0.01$ ）。

体積を固定した（100mm³、200 mm³、400 mm³）場合では、人工食塊のヤング率の値が大きくなるほど嚥下時間の比例的な増加が認められた。また200 kPa以上のヤング率では、咀嚼なしに嚥下できないことが

認められた。さらに興味深いことに、いずれの体積においても23.8 kPa以下のヤング率を有する人工食塊において嚥下時間の有意な短縮が認められた。

【考察】

本研究では弾性体であるハイドロゲルと粘性体であるタンパク質溶液をそれぞれ作製し、混和させて粘弾性を有する人工食塊の作製という試みを行った。被験者を用いた実験により作製した人工食塊が実際の食塊嚥下の物性を反映していることが認められた。

新しく作製した人工食塊は、嚥下に特化して評価できることが大きな特徴であり、咀嚼による影響を受けない点で新しい。今後の新しい嚥下評価システムの構築に有望であると期待できる。

論文審査結果の要旨

摂食・嚥下リハビリテーションの増加から、摂食・嚥下機能の簡便な評価のニーズが高まっている。現在、これら評価のために用いられる試験食品は、異なる物性を作り出すため違う食材を用いている。また、多くの試験食品が評価過程で咀嚼を必要としており、嚥下そのものの評価は困難である。評価の再現性を高める点から、同じ食材で違う物性を再現すること、また咀嚼に関係なく嚥下のみを評価できる試験食品の開発は重要である。本研究では嚥下評価に特化した材料として「人工食塊」の作製を目的に研究を行っている。

まず、嚥下障害がない30名の健康成人の嚥下時の食塊物性を計測するため、4種類の食材（餅、ピーナッツ、ゴボウ、グミ）を任意回数咀嚼してもらい、その後、形成された食塊のヤング率と体積を計測した。また食塊の唾液含有割合、被験者の唾液粘度を計測した。その結果、健康成人の場合、嚥下時の食塊はヤング率が150 kPa以下、体積が400 mm³以下であることが分かった。また、食塊の唾液含有割合の平均値は約30wt%、被験者の唾液粘性の平均値は約10 mPa・sであった。そこで、これらの値を参考に、弾性成分としてアルギン酸カルシウムゲル（人工食片）、粘性成分としてゼラチン溶液（人工唾液）を使用し人工食塊を作製した。最後に、作製した人工食塊を用いた嚥下が実際の嚥下を反映しているかを確認するため、同じ被験者による人工食塊の嚥下時間を計測した。その結果、作製した異なる大きさ、異なるヤング率を有する人工食塊の嚥下は実際の食片を用いた嚥下を反映していることが認められた。

本研究では嚥下評価の再現性を高めることを目的に、食片ではなく人工食塊を作製した。この作製にあたり、弾性体であるハイドロゲルと粘性体であるゼラチンを混和させて粘弾性を有する人工食塊を作製した。この人工食塊は、嚥下に特化して評価できることが大きな特徴であり、咀嚼による影響を受けない点も新しい。この人工食塊は、新しい嚥下評価システムとして有望であることから、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。