

氏名	田中 祐貴
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5713号
学位授与の日付	平成30年3月23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	Stage II transport で移送された粒子と咀嚼食塊中の粒子の粒度特性に関する研究
論文審査委員	松本 卓也 教授      江草 正彦 教授      小橋 基 准教授

## 学位論文内容の要旨

### 目的

近年、日本に於いては高齢化が急速に進んでおり、高齢者の多くが、摂食・嚥下障害を有している。咀嚼能力評価法としては、過去に多くの方法が報告されているが、実際の嚥下を前提とした咀嚼食塊はその物性などが異なる可能性があると考えられる。Palmer らによって、固形物の咀嚼から嚥下までのプロセスを説明するためのプロセスモデルが提唱されており、咀嚼中に食塊の一部が中咽頭に移送されていることが知られているが、Stage II transport によって咽頭に移送されている食物粒子の特性についてはいまだ明らかにされていない。

本研究は、Stage II transport で咽頭に移送された食物粒子の粒度特性を明らかにすること、および日常的な咀嚼を反映させ得る実用的な咀嚼食塊の回収方法を検討することを目的とした。

### 方法

被験者は健常成人12人(男性8名女性4名)(平均27.2歳)とした。なお、本研究は岡山大学病院倫理審査専門委員会の承認(研1610-024)を得て行い、全ての被験者から同意書を取得した。

粒度分析のための食塊は、咀嚼条件1:自由咀嚼を行わせ、その途中で嚥下運動が1回発生したと自覚した時に口腔内に存在している食材を全てカップに吐出させて粒子を回収した。咀嚼条件2:自由咀嚼を行わせ、途中嚥下を許可し、最後の一口を嚥下しようと思った時点で口腔内に存在している食材を全てカップに吐出させて回収した。咀嚼条件3:咀嚼途中の嚥下を禁止して咀嚼させ、嚥下しようとした時に口腔内に存在している食材を全てカップに吐出させて回収した。咀嚼条件4:自由咀嚼を行わせ、咽頭への食塊の送り込みを感じた際に挙手をさせ、中咽頭に存在する粒子を下記の方法を用いて回収した。いずれの咀嚼条件においても、被験食は被験者の手によって一度に口腔内に入れ、その直後に咀嚼を開始させた。

被験食品は、咀嚼条件3についてのみ一般的な一口量を目安として①生ニンジン4g、②魚肉ソーセージ4g、③ピーナッツ4g、④リンゴ7gをそれぞれ被験食とした。他の咀嚼条件については、咀嚼途中の嚥下およびStage II transport を誘発するためにいずれも倍量を被験食とした。回収した食材の粒度解析には松風製咀嚼能力評価装置(SME-003, 松風)を用いた。評価には、Sugimoto らが提示した粒子

の直径換算の大きさを反映する粒子径係数(SI), および粒子の大きさのばらつきを示す粒子均一性係数(HI)を用いた。統計解析には反復測定による一元配置分散分析を用いた。その後、多重比較検定のために Bonferroni 法を用いた。有意水準は  $P < 0.05$  とした。

## 結果

ニンジンに関しては、HI および SI のいずれにおいても咀嚼条件 1 は、咀嚼条件 2, 咀嚼条件 3 および咀嚼条件 4 よりも有意に高い値を示した。( $p < 0.05$ ) また、HI に関して咀嚼条件 3 と咀嚼条件 4 との間にも有意差が認められた。( $p < 0.05$ )

ソーセージに関しては、HI および SI のいずれも咀嚼条件 1 は他の 3 条件すなわち咀嚼条件 2, 咀嚼条件 3, 咀嚼条件 4 よりも有意に高い値を示した。( $p < 0.05$ )

ピーナッツに関しては、HI, SI のいずれの係数も他の食材と比較して小さな値を示し、他の食材よりも粉砕が進みやすいことがうかがわれた。ピーナッツに関しては HI および SI のいずれにおいても、咀嚼条件 1 と咀嚼条件 4 との間に有意差が認められた。( $p < 0.05$ )

リンゴに関する HI に関しては、咀嚼条件 1 と他の 3 条件との間に有意差が認められた。( $p < 0.05$ ) さらに咀嚼条件 4 に関しては咀嚼条件 2 および 3 よりも有意に小さな値を示した。また、SI に関しては咀嚼条件 1 と咀嚼条件 3 の間には有意差は認められなかったものの、咀嚼条件 4 では咀嚼条件 2 および 3 よりも有意に小さな値を示した。( $p < 0.05$ )

## 考察

本研究の結果から、いずれの食材においても **Stage II transport** で移送される粒子の大きさは口腔内から回収される食塊粒子よりも小さく、均一である傾向を認めた。また、本研究において回収した **Stage II transport** で移送された粒子は、いずれも健常者における正常咀嚼域に含まれる範囲の粒子特性を示していることから、咀嚼が十分に進行した粒子のみが口腔機能によって選別されたと考えられる。このことから、口腔内に残されて咀嚼の対象となっている粒子をもって咀嚼能率の評価を行うことについては一定の妥当性があると考えられるが、嚥下を抑制して唾液を過剰に含んだ食塊は通常の生理的摂食嚥下の対象となっている食塊とは多分に異なっていることは否定できない。この点を解決するために本研究においては、被験者に通常の咀嚼嚥下と同様に途中嚥下も許容した咀嚼を行わせて、最後の一口を飲み込もうとしたときの食塊を回収する方法を新たに考案した。このサンプリング法を用いることによって、過剰な唾液などは最後の一口よりも前に発現する嚥下運動によって随時嚥下されるため、最後の一口に相当する食塊は日常的に行われている咀嚼嚥下運動における食塊と同一の物性を有するものと考えられる。

## 結論

- 1) **Stage II transport** 粒子について、健常者という条件においては、中咽頭に移送されている粒子は小さく均等であり、咀嚼の完了した粒子が選別されて送り込まれていることが示唆された。
- 2) 口腔内の咀嚼食塊を粒度解析する際は咀嚼条件 2 でサンプリングすることによって、各個人の自然な咀嚼条件における咀嚼能力の評価が可能であることが示された。
- 3) 咀嚼条件 2 および咀嚼条件 3 において、口腔内の咀嚼食塊は同様の粒度分布を示すことが示唆された。

## 論文審査結果の要旨

摂食嚥下のプロセスについては、5期モデルが知られており咀嚼中にもStage II transportにより食塊の一部は中咽頭に移送されている。この現象は咀嚼能力評価を行う際に考慮すべき機能運動だが、Stage II transportにより中咽頭に移送された食塊粒子の粒度分布については明らかにされていない。また、過去の報告における咀嚼能力評価の咀嚼食塊のサンプリングは嚥下抑制下で行われており、Stage II transportを考慮すると摂食嚥下のプロセスを含む評価はその適用に限界が存在すると考えられる。本研究はStage II transportにより中咽頭に移送された粒子と咀嚼食塊サンプリングによる粒子の粒度特性について咀嚼食塊の粒度分布を解析することによって、粒度特性を検討したものである。

研究成果として以下の成果が得られた。

- 1) 所属分野で開発した咀嚼能力評価装置を用いて、Stage II transportにより移送された咀嚼食塊の粒度分布を解析することが可能であることが示された。
- 2) いずれの被験食においても口腔内から回収される咀嚼食塊と比較するとStage II transportで移送される粒子の大きさは小さく、均一である傾向を認めた( $p < 0.05$ )。
- 3) Stage II transportで移送された粒子は、いずれも健常者における正常咀嚼域に含まれる範囲の粒子特性を示していることから、咀嚼が十分に進行した粒子のみが口腔機能によって選別されたうえでStage II transportによって中咽頭に移送されていると考えられた。

上記の結果から、Stage II transport粒子について健常者という条件においては中咽頭に移送されている粒子は小さく均等であり、咀嚼の完了した粒子が選別されて送りこまれていることが示唆された。これら知見は新規の知見であり、結果は今後の嚥下評価や新しい嚥下訓練の開発において重要である。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。