

平成15年度厚生労働科学研究費補助金 (長寿科学総合研究事業)

摂食・嚥下障害患者の「食べる」機能に関する 評価と対応

H14-長寿-019

平成15年度
厚生労働科学研究費補助金 研究報告書

平成16年4月4日

藤田保健衛生大学医学部リハビリテーション医学講座

主任研究者：

才藤 栄一

分担研究者：

馬場 尊 武田 斉子 鈴木 美保

研究協力者：

小野木啓子 藤井 航 横山 通夫 岡田 澄子
岡本さやか 長江 恩 元橋 靖友 尾関 保則
服部 史子 内宮洋一郎 三串 伸哉 松尾浩一郎
九里 葉子 Palmer JB (Johns Hopkins University)

平成15年度厚生労働科学研究
「摂食・嚥下障害患者の「食べる」機能に関する評価と対応」総括研究報告書

目次

1. 本年度研究の総括	1
<u>A. 咀嚼の嚥下反射に及ぼす影響の定量的解明</u>	
2. 研究課題1「高齢健常者における咀嚼嚥下の検討」	11
3. 研究課題2「咀嚼嚥下の個人差要因に関する形態学的検討」	27
4. 研究課題3「複数の嚥下様式の検討」	41
<u>B. 咀嚼負荷嚥下の評価法の開発</u>	
5. 研究課題4「ビデオ内視鏡検査による嚥下前咽頭進行の評価」	49
6. 研究課題5「ビデオ内視鏡検査所見による誤嚥要因の再考」	61
7. 研究課題6「ビデオ内視鏡検査による咀嚼負荷嚥下法 - 摂食・嚥下障害患者例への応用 -」	83
8. 研究課題7「咀嚼負荷嚥下法における被検食物の検討」	97
<u>C. 安全な咀嚼訓練方法の開発</u>	
9. 研究課題8「Supraglottic Swallow (SGS) の副作用の検討」	105
10. 研究課題9「咀嚼嚥下におけるSupraglottic Swallow (SGS) の有効性の検討」	117
11. 研究課題10「咀嚼時間・回数と嚥下前咽頭進行の関連の検討」	125
12. 研究課題11「咀嚼嚥下における体位効果の検討」	135
<u>D. Palmer教授の来日に伴う共同研究</u>	
13. 長寿科学振興財団外国人研究者招へい事業による招へい外国人研究者との検討について	145
14. Palmer教授のリポート The Process Model of Feeding and its Clinical Implications	151
<u>E. その他の関連文献</u>	159

平成15年度厚生労働科学研究
「摂食・嚥下障害患者の「食べる」機能に関する評価と対応」

研究項目

「摂食・嚥下障害患者の「食べる」機能に関する評価と対応（H14-長寿-019）
の総括」研究報告書

主任研究者 才藤栄一 藤田保健衛生大学医学部リハビリテーション医学講座
分担研究者 馬場 尊 藤田保健衛生大学医学部リハビリテーション医学講座
武田斉子 藤田保健衛生大学医学部リハビリテーション医学講座
鈴木美保 藤田保健衛生大学医学部リハビリテーション医学講座

研究要旨

近年になって「咀嚼を伴う嚥下（食べる）は咀嚼を伴わない嚥下（飲む）とは別様式である」という極めて重要な概念が生まれた。臨床上、嚥下造影で誤嚥を認めなくても、実際の食事ではむせ込んで誤嚥の存在が疑われる患者をしばしば経験するが、この嚥下様式の区別が明確でなかったため、その病態が理解できなかった。また、多くの嚥下障害食といわれる食品が開発されるようになってきたが、これらは全て「丸飲み食」であり咀嚼の概念に欠けている。一方、患者の「噛みたい」という要望は大きい。以上より、摂食・嚥下障害の評価・対応の精緻化には、咀嚼を含んだ嚥下、すなわち「食べる」機能の解明とその臨床応用が不可欠である。本研究では、3年度計画で以下の検討を行い、摂食・嚥下障害患者における「咀嚼を有する嚥下」への標準的対処法を体系化する。(A) 嚥下反射に及ぼす咀嚼の影響の定量的解明、(B) 咀嚼負荷嚥下評価法の開発、(C) 安全な咀嚼訓練方法の開発、(D) 中咽頭での安全な食塊形成が可能な食品特性の同定、を行う。対象は、健常者および摂食・嚥下障害患者とし、方法は、嚥下造影、ビデオ内視鏡検査による検討を中心とする。2年目の本年度は、高齢健常者における咀嚼嚥下の検討／咀嚼嚥下の個人差要因に関する形態学的検討／複数の嚥下様式の検討／ビデオ内視鏡検査による嚥下前咽頭進行の評価／ビデオ内視鏡検査所見による誤嚥要因の再考／ビデオ内視鏡検査による咀嚼負荷嚥下法／咀嚼負荷嚥下法における被検食物の検討／Supraglottic Swallowの副作用の検討／咀嚼嚥下におけるSupraglottic Swallowの有効性の検討／咀嚼時間・回数と嚥下前咽頭進行の関連の検討／咀嚼嚥下における体位効果の検討を行った。また、長寿科学振興財団外国人研究者招へい事業により咀嚼嚥下の提唱者Palmer教授を招へいし、実験系全般について議論し追加実験を行った。なお、一連の研究から作成した「武田斉子、才藤

栄一，他：食物形態が咀嚼-嚥下連関に及ぼす影響。リハ医学39，2002」が平成15年度日本リハビリテーション医学会最優秀論文賞を受賞した。

研究協力者 小野木啓子 藤田保健衛生大学医学部リハビリテーション医学講座
藤井 航 藤田保健衛生大学医学部リハビリテーション医学講座
横山通夫 藤田保健衛生大学医学部リハビリテーション医学講座
岡田澄子 藤田保健衛生大学リハビリテーション専門学校
岡本さやか 藤田保健衛生大学医学部リハビリテーション医学講座
長江 恩 藤田保健衛生大学医学部リハビリテーション医学講座
元橋靖友 藤田保健衛生大学医学部リハビリテーション医学講座
尾関保則 藤田保健衛生大学医学部リハビリテーション医学講座
服部史子 藤田保健衛生大学医学部リハビリテーション医学講座
内宮洋一郎 藤田保健衛生大学医学部リハビリテーション医学講座
三串伸哉 藤田保健衛生大学医学部リハビリテーション医学講座
松尾浩一郎 藤田保健衛生大学医学部リハビリテーション医学講座
九里葉子 藤田保健衛生大学七栗サナトリウム
Palmer JB Dept Phys Med & Rehabil, Johns Hopkins University

A. 研究目的

「食事の問題」つまり摂食・嚥下障害を抱えた患者は、「食事をすると溺れてしまう」あるいは「食物を目の前にしながら飢えていく」という想像を絶する苦しみを抱えながら生きなければならない。彼らに接する介護者の苦悩もまた極めて大きい。摂食・嚥下障害患者への対応は、長寿社会において患者や家族のQOLを保証するために最も重要な医療的課題である。申請者らは、日本摂食・嚥下リハビリテーション学会（現会員数3,600名）の創設や継続的な臨床、研究、啓蒙活動

を通してこの課題の解決に努力してきた。

近年になって「咀嚼を伴う嚥下（食べる）は咀嚼を伴わない嚥下（飲む）とは別様式である」という極めて重要な概念が米国ジョーンズ・ホプキンス大学とわれわれとの共同研究によって解ってきた。臨床上、嚥下造影で誤嚥を認めなくても、実際の食事ではむせ込んで誤嚥の存在が疑われる患者をしばしば経験するが、この嚥下様式の区別が明確でなかったため、その病態が理解できなかった。また、多くの嚥下障害食といわれる食品が開発されるようになってきたが、これらは全て「丸飲み食」であり咀嚼の概念に欠けている。一方、

患者の「噛みたい」という要望は大きい。以上より、摂食・嚥下障害の評価・対応の精緻化には、咀嚼を含んだ嚥下、すなわち「食べる」機能の解明とその臨床応用が不可欠である。

本研究では、3年度計画で摂食・嚥下障害患者における「咀嚼を有する嚥下」への標準的対処法を体系化する。具体的には次の項目について研究を行う。(A) 嚥下反射に及ぼす咀嚼の影響の定量的解明、(B) 咀嚼負荷嚥下評価法の開発、(C) 安全な咀嚼訓練方法の開発、(D) 中咽頭での安全な食塊形成が可能な食品特性の同定。対象は、健常者および摂食・嚥下障害患者とし、方法は、嚥下造影、嚥下内視鏡による検討を中心とする。

これまで主に、咀嚼は歯科、嚥下は耳鼻咽喉科、と別個に研究されてきた。「食べる」行動を対象とした統合的研究は、生理学的・運動学的知見を利用して咀嚼・嚥下連関という新しい概念を生み出すという学問的意義はもちろん、摂食・嚥下障害患者の評価・対応の精緻化という臨床的成果に直結する。

Dysphagiaを、嚥下の問題を中心としながらも臓器レベルを超えて「摂食行為全体の問題（摂食・嚥下障害）」と捉えるようになったのはこの十数年のことである。以後、多面的な研究が行われるようになってきたが、咀嚼と嚥下はこれまで専ら別個に研究されてきた。

1997年Palmerらはヒトの嚥下におけるProcess Model（咀嚼嚥下モデル）という概念を提唱した。これは、液体の一口飲み嚥下と固形物の咀嚼嚥下とは様式が全く異なり、

液体嚥下時の食塊は口腔で形成される一方、固形物の咀嚼嚥下時の食塊は中咽頭で形成されるという概念であった。この報告後、われわれはPalmerらと共に負荷法を工夫し、液体の咀嚼動態の観察により食物物性ではなく咀嚼運動自体が中咽頭での食塊形成の主要因であることを見いだした。また、液体と固形の混合物の咀嚼の際には、食塊が嚥下反射前に下咽頭にまで到達してしまうことを見だし、誤嚥発生機序、臨床的対応法に大きな示唆を与えた（Saitohら2001）。

咀嚼は、これまで専ら歯科領域でのみ研究され、嚥下に対しては過剰的に有用な因子と捉えられてきた。しかし、この咀嚼嚥下の概念から再考すると、咀嚼は嚥下反射惹起に関して抑制的に働いている可能性を考慮すべきであり、特に咽頭期障害を有する摂食・嚥下障害患者にとっては咀嚼が直接的に誤嚥を誘発する危険性も危惧される。一方、患者の咀嚼への希望は強く、さらに、咀嚼嚥下における咽頭内での食塊形成が個人差のある現象であることも確認しており、その差の解析から適正な咀嚼のあり方を模索できるかも知れない。

つまり、従来の嚥下評価・対応が基本的には咽頭にのみ注目し「飲むこと：drinking」に対し行われてきたのに対し、本研究は、真の意味で「食べること：eating」へと視点を変換したもので、その臨床的意義は大きい。学術的には、咀嚼の生理と嚥下の生理を統合するという意味において極めてユニークであり、また、咀嚼負荷嚥下評価法、そして、その訓練法や治療食などの概念は、これまで存

在しない。

B. 本年度の研究課題

本年度は以下の課題を検討した。なお、研究課題については、藤田保健衛生大学医学部倫理委員会の承認（咀嚼嚥下と咀嚼負荷法：平成14年6月19日，訓練の副作用：平成14年9月9日，急性期の観察：平成14年11月18日，嚥下食品の実験：平成15年5月20日）を得て，被検者には文章と口頭にて十分な説明を行いインフォームド・コンセントを得て行った。また，データは連結可能匿名化を行いそのプライバシー保護に努めた。

(A) 咀嚼の嚥下反射に及ぼす影響の定量的解明

・「高齢健常者における咀嚼嚥下の検討」では嚥下造影（Videofluorography:VF）を用いて咀嚼嚥下の加齢による変化の検証を健常若年群と健常高齢者群とを比較検討した。対象は健常高齢者で60歳から69歳群12人（平均年齢 64.8 ± 3.1 歳，60代），70歳以上群13人（平均年齢 79.2 ± 5.9 歳，70以上）と，健常若年群15人（平均年齢 30.3 ± 5.2 歳，若年）とした。VFを用いて咀嚼嚥下時の食塊深達度について解析を行った。高齢者の嚥下は，若年者と異なっており，特に70歳以上では顕著な相違点があった。命令嚥下において，嚥下反射開始時に喉頭蓋谷領域以降へ食塊が進行した例は，若年と60代は有意な差がなかったものの，70以上で

は有意に高率であった。これより，加齢が命令嚥下に大きな変化を及ぼしている可能性が示唆された。咀嚼を伴う嚥下では高率に下咽頭に食塊が進行することを観察した。これらは誤嚥の危険性を増加するものと考えられた。しかし，固体と液体の混合物については，各年代間でその食塊深達度に有意な差を認めなかった。このことは，食塊深達度は単純に嚥下反射惹起性の変化のみでは説明できないことを示している可能性が示唆された。また，嚥下反射開始と下顎運動停止を比較すると高齢者は下顎運動停止より前に嚥下反射が開始されるなどの特徴が観察された。

・「咀嚼嚥下の個人差要因に関する形態学的検討」では，個人差のある現象である咀嚼嚥下での食塊の嚥下前咽頭進行について，喉頭蓋の形態の個人差との関係性を検討した。咀嚼嚥下の様式はほ乳類共通の嚥下様式と考えられるが，ヒトでは，二足立位と豊かな発声機能の獲得のために生じた口腔・咽頭・喉頭の構造変化（喉頭の下降と舌根部の咽頭化）により，咀嚼嚥下に伴う嚥下前咽頭進行は気道防御という観点から極めて危険な出来事となったため，ヒトではこの変化に対し何らかの適応を行っていると考えられる。嚥下前咽頭進行の個人差の存在はその適応を考察する上で興味深い。本研究では，嚥下前咽頭進行の個人差と関連する形態学的個人差が無いか否かを検討するため，まず，気道防御に役立つと思われ，また，個人差として目立つ喉頭蓋の形態の差異（接触型，非接触花卉型，非接触筒型）に注目して比較検討した。喉頭蓋

の形態分類についてのVFとビデオ内視鏡検査 (Videoendoscopy:VE) による評価間一
致性は十分高いレベルにあった
(Kappa=0.73)。年齢との関係では、若年
者で接触型・非接触花弁型がやや多く高齢者
では筒型が多くなる傾向があった。形態と深
達度との関係は、全体として接触型で深達度
がやや浅く筒型でやや深い傾向を認めたが、
統計的に有意であったのは混合物の咀嚼のみ
であった。混合物咀嚼では、食塊の進行が下
咽頭まで急速に生じる。混合物咀嚼は最も危
険であり、このような場合に形態と深達度の
間に関係があることは機能上合理的と考えら
れ興味深かった。

・「複数の嚥下様式の検討」では この報告
を基礎にこれまでの液体の命令嚥下と固形物
や混合物の咀嚼嚥下に、我々が日常的に行う
液体のコップ飲み、ストロー飲みの嚥下様式
を加え、これらの複数の嚥下様式について嚥
下前咽頭進行を基準に検討し、コップ飲み、
ストロー飲みの特徴や難易度について検討し
た。液体の命令嚥下は口腔領域に留まる率
が高く、口腔咽頭上部領域にあったものはな
かった。クッキーやコンビーフは下咽頭領域
に達することはほとんどなかった。コップ
飲み、ストロー飲みは、口腔領域に留まりに
く、口腔咽頭上部領域から下咽頭領域の割
合はそれぞれ 30%前後で、深達率の分布
は混合物の咀嚼嚥下に近かった。咽頭への
深達度を基準に各嚥下様式の難易度を考
えてみると、難易度の低いものはクッキー
あるいはコンビーフの咀嚼嚥下、難易度
の高いものは混合物の

嚥下でほぼ同等の難易度として、液体の
コップ飲みとストロー飲みが考えられる。
液体の命令嚥下は中間的と考えられた。

(B) 咀嚼負荷嚥下の評価法の開発

・「ビデオ内視鏡検査による嚥下前咽頭
進行の評価」では VF と VE とを同時
施行しその同期画像を用いて高齢者の嚥
下時における whiteout 開始時点と舌骨
運動開始時点の時間差の検討、VE と VF
における食塊先端位置の同定のされ方の
違いについて検討した。Whiteout の開
始と舌骨運動開始の時間差には被験物間
による有意差は認めなかった。嚥下前咽
頭進行は VE で評価することが可能であ
るが、VF と比較すると深く判定される傾
向がみられた。咀嚼嚥下による嚥下前咽
頭進行は whiteout を嚥下反射開始の基
準として評価を行うことは可能と判断で
きた。命令嚥下では whiteout と舌骨
拳上開始の時間差はばらつきが大きく観
察には注意が必要と考えられた。摂食・
嚥下障害者例に応用する場合、軟口蓋
麻痺が存在すると whiteout は大きく
変化する可能性があり臨床応用する場
合には注意が必要と思われた。また、
VE は VF で観察できない少量の食塊
を同定可能で、食塊の咽頭進行の同定
についてはより感度の高い検査法であ
ると考えられた。VE は、嚥下前咽頭
進行を十分に評価できる手法であると考
えられた。

・「ビデオ内視鏡検査見による誤嚥要因の再
考」では若年健常群の咀嚼嚥下を含めた嚥

運動の所見から誤嚥要因を考察した。VE を使用し咀嚼嚥下を含めたいくつかの嚥下様式を観察し whiteout, 喉頭蓋の翻転と復位, 披裂間切痕の閉鎖の同定と食塊進行の観察を行った。咀嚼嚥下では嚥下反射開始直前に披裂間切痕が閉鎖していなかった例が多かった。一連の反射運動の中で披裂間切痕の閉鎖のみが遅延することは考えにくいので、咀嚼中に行われる呼吸の影響が考えられた。咀嚼による stage II transport により中咽頭から下咽頭に食塊が進行したときに披裂間切痕の閉鎖が遅れることは、喉頭内侵入や誤嚥などの確率を高める可能性が示唆された。逆に嚥下前に故意に呼吸を止めるなどの手法は誤嚥防止に合目的であると考えられた。

・「ビデオ内視鏡検査による咀嚼負荷嚥下法 - 摂食・嚥下障害患者例への応用 -」では本年度の研究課題 4・5 で行われた VE の手法を踏まえて、摂食・嚥下障害例に VE による咀嚼負荷嚥下法を試行した。被験物と嚥下様式は難易度の高いバリウム液 5ml とコンビーフ 4g の混合物の咀嚼嚥下とした。喉頭蓋谷や披裂の運動は食塊の影響で観察が困難であったが、嚥下反射前 (whiteout 前) の食塊咽頭進行や、誤嚥、喉頭侵入の観察は可能であった。但し、誤嚥などの判定は嚥下終了後の視野回復などの影響で数十秒の時間を要することもあった。結果はこれまでの研究や報告と合致するものであり VE による咀嚼負荷嚥下法は摂食・嚥下障害例にも臨床上有用であると考えられた。

・「咀嚼負荷嚥下法における被験食物の検討」では咀嚼負荷嚥下法の精緻化の目的で、高齢者を含めた健常成人を対象に被験食物の検討を行った。混合物の嚥下反射前の中咽頭以降への進行は高率であり、年代間に有意な差がみられなかった。クッキーでは下咽頭に進行する割合が年代ごとに増加しており、かつ全ての領域が認められたこと、また、位相時間については 喉頭蓋谷集積時間や下咽頭通過時間の年代間の差がより明確であることなど特徴があり、嚥下動態の変化をとらえやすいと考えられた。従って、咀嚼負荷法を施行する場合は、混合物とクッキーが合目的であると考えられ、混合物は高い難易度の負荷として、クッキーは嚥下前咽頭進行を検討する負荷として適当と考えられた。混合物の咀嚼嚥下は固形物単体の咀嚼嚥下とは別様式である可能性も考えられた。

(C) 安全な咀嚼訓練方法の開発

・「咀嚼嚥下における Supraglottic Swallow (SGS) の有効性の検討」では、広く嚥下障害患者に使用されている訓練法である SGS をその他の嚥下法 (Mendelsohn's maneuver : MM, Effortful swallow : ES) に比べ、気道防御に重点をおいており、理論的には咀嚼嚥下時の気道防御に応用可能である。しかし、SGS の咀嚼嚥下時の効果は確認されていない。本研究では、咀嚼嚥下時に用いる嚥下法を探求すると共に、特に、咀嚼嚥下時の SGS と Super-supraglottic swallow (SSGS) の嚥下動態を予備的検討

として内視鏡的に観察し、その応用可能性を探った。1) 嚥下法について知識のある健康若年者3名に3種類の嚥下法 (SGS, MM, ES) を行わせ、喉頭挙上などを中心に視診にて嚥下の遂行を観察した。条件として命令嚥下と咀嚼嚥下を用いた。命令嚥下では3手法とも遂行可能であったが、咀嚼嚥下では、自覚的にも他覚的にも難易度が増し、SGS以外は遂行困難であった。1名における咀嚼嚥下SGS時の嚥下内視鏡観察では、SGSなしに比べSGSありの咀嚼時に披裂の内転が観察された。2) SSGSを修得している脳梗塞例において、咀嚼嚥下時のSSGSを試みたが、遂行には不安定性があり修得のためには特別な訓練を要すると思われた。

・「咀嚼時間・回数と嚥下前咽頭進行の関連の検討」では咀嚼運動と食塊の咽頭進行の関連を明らかにする目的で、咀嚼時間、回数と嚥下前咽頭進行の関連について検討した。食塊が下咽頭に達したものの群が、他の群よりも咀嚼時間が長く、咀嚼回数が多かった。咀嚼を伴う嚥下の嚥下前咽頭進行は、咀嚼時間、回数の影響を受け、高齢者の場合、嚥下反射惹起性の変化や形態学的変化に加え、義歯の使用や咀嚼効率も影響すると思われた。したがって、咀嚼を伴う嚥下への対応は、下咽頭へ食塊を進行させないということを第一の命題とすれば、咀嚼効率を増すような手段の応用が一法と考えられる。適合の良い義歯の使用、咀嚼筋群や舌筋の筋力訓練は有用で、食物形態では咀嚼時間、回数を減少させかつ離水しない食物形態が有用と考えられた。

・「咀嚼嚥下における体位効果の検討」では、嚥下法と並んで広く嚥下障害患者に使用されている対応法である体位調整について、特に、chin downと呼ばれる「顎を引く」姿勢の咀嚼嚥下での利用を考え検討を行った。理論上、stage II transportに伴う嚥下前咽頭進行に対し喉頭蓋谷部に食塊を確実に保持可能な姿勢を作ることができれば、その安全性を向上できると考えられる。そのため、喉頭蓋谷部の拡大をもたらす頭頸部肢位について、chin down位とその類似肢位を対象に検討した。すなわち、1) chin downと呼ばれる体位が複数の類似肢位を有することをレントゲン像で実証した。2) 喉頭蓋谷を広げるにはいわゆるchin down位ではなく頸部屈曲位が適していることをレントゲン像から確認した。3) 頭部伸展頸部屈曲位を使用している患者で、実際の食物咀嚼時に同法遂行困難であった症例を検討し、訓練時の指示の与え方について考察した。嚥下法、体位調整は、専ら命令嚥下 (丸飲み嚥下) を想定して検討されてきた。これらを食事場面で有効に使用するためには、咀嚼嚥下での使用を想定した嚥下法、体位調整の検討が必要である。今後、さらに症例を増やして検討する。

(D) Palmer教授の来日に伴う共同研究

・「財団法人長寿科学振興財団長寿科学総合研究推進事業外国人研究者招へい事業による招へい外国人研究者との検討について」では、長寿科学振興財団外国人研究者招へい事業によりPalmer教授を招へいた結果について

報告した。すなわち、1) 彼の提唱した Process Modelと咀嚼嚥下複合体について、その特徴が咀嚼に存在することを確認し理解の共通の基盤を形成できた。2) さらに、咀嚼の嚥下に対する影響について、われわれの実験結果を共同で解釈し、実験を追加することで、命令嚥下の嚥下反射惹起、咀嚼嚥下の喉頭蓋谷での嚥下反射惹起、咀嚼嚥下の下咽頭で生じる嚥下反射惹起の三者がそれぞれ異なる機構で実行されている可能性を検討した。3) また、咀嚼中の呼吸運動、咽頭・喉頭構造の変化、訓練法について、それぞれの実験結果を照合し、今後の研究方向について方向付けができた。

・「Palmer教授のリポート：The Process Model of Feeding and its Clinical Implications」を長寿科学振興財団に提出した（当報告書に再掲）。

C. 来年度の展開

3年計画の最終年度に当たるH16年度は上記のうちC. 安全な咀嚼訓練方法の開発、D. 中咽頭での安全な食塊形成が可能な食品特性の同定について検討し、さらに全研究を総括し、評価・対応体系を整備する予定である。

C. 安全な咀嚼訓練方法の開発

1) 声門閉鎖機能強化法の差による効果の差異に関する検討：健常者5例および嚥下障害者若干例において、Supraglottic Swallow,

Super-SGS, Mendelsonの3手技実行時の内視鏡所見を比較し、披裂内転の程度差、喉頭蓋谷の広がり、喉頭挙上位置など動的構造の差異を検討し、咀嚼嚥下における有用性を考察する。H15年に行った予備実験では、披裂内転の程度差の他に喉頭挙上位置に個人差を認め、それが手技の効果差異に影響を与えている可能性があった。

2) 内視鏡バイオフィードバックの有用性の検討：Supraglottic Swallow, Super-SGS, Mendelson手技指導の際の内視鏡バイオフィードバックの有用性を健常者3例および嚥下障害者若干例で検討する。

3) 体位と咽頭内食塊通過部位の関係の検討：健常者3例および嚥下障害者若干例において、頭頸部体位の変化が喉頭蓋谷の形態に及ぼす影響を嚥下造影所見および内視鏡所見をもとに検討する。予備的検討では、頭部屈曲が喉頭蓋谷を広げ咀嚼嚥下時に有利な姿勢になりうる可能性があった。

D. 中咽頭での安全な食塊形成が可能な食品特性の同定

1) 食塊の性状が中咽頭停留に及ぼす影響：健常者5例および嚥下障害患者若干名の咀嚼嚥下の内視鏡所見をもとに、食塊の性状で中咽頭停留に及ぼす (a) 付着性・凝集性、咀嚼回数に影響する (b) 硬度、時間経過による (c) 液化性のもたらす効果について、下咽頭進行の様式、咽頭残留所見と比較し検討する。食品としては、硬度の異なるゼラチンゼリー数種、コンビーフ、クッキーを用いる。

2) 食塊の性状と体位の相互作用の検討：1)

の所見に加え、健常者5例および嚥下降害患者若干名において、体位変化との相乗作用を検討する。

以上の検討を3年度を通した文脈の中でまとめ、咀嚼嚥下の概念から生まれた評価・対応法を臨床場面で応用出来る形で具体的に提示したい。

平成 15 年度厚生労働科学研究
「摂食・嚥下障害患者の「食べる」機能に関する評価と対応」

分担研究項目

「高齢健常者における咀嚼嚥下の検討」研究報告書

分担研究者 才藤栄一 藤田保健衛生大学医学部リハビリテーション医学講座
馬場 尊 藤田保健衛生大学医学部リハビリテーション医学講座
武田斉子 藤田保健衛生大学医学部リハビリテーション医学講座

研究要旨

嚥下造影（VF）を用いて健常高齢者群と健常若年者群の咀嚼嚥下の比較検討を行った。対象は健常高齢者で 60 歳から 69 歳群 12 人（平均年齢 64.8 ± 3.1 歳, 60 代）、70 歳以上群 13 人（平均年齢 79.2 ± 5.9 歳, 70 以上）と、健常若年群 15 人（平均年齢 30.3 ± 5.2 歳, 若年）とした。VF を用いて咀嚼嚥下時の食塊深達度について解析を行った。結果：高齢者の嚥下は、若年者と異なっており、特に 70 歳以上では顕著な相違点があった。命令嚥下において嚥下反射開始前に喉頭蓋谷領域以降へ食塊が進行した例は、若年と 60 代は有意な差がなかったものの、70 以上では有意に高率であった。これより、加齢が命令嚥下に大きな変化を及ぼしている可能性が示唆された。咀嚼を伴う嚥下では高率に下咽頭に食塊が進行することを観察した。これらは誤嚥の危険性を増加するものと考えられた。しかし、固体と液体の混合物については、各年代間でその食塊深達度に有意な差を認めなかった。このことにより、食塊深達度は単純に嚥下反射惹起性の変化のみでは説明できない可能性が示唆された。また、嚥下反射開始と下顎運動停止を比較すると高齢者は下顎運動停止より前に嚥下反射が開始されるなどの特徴が観察された。

研究協力者 藤井 航 藤田保健衛生大学医学部リハビリテーション医学講座
横山通夫 藤田保健衛生大学医学部リハビリテーション医学講座
元橋靖友 藤田保健衛生大学医学部リハビリテーション医学講座
内宮洋一郎 藤田保健衛生大学医学部リハビリテーション医学講座
小野木啓子 藤田保健衛生大学医学部リハビリテーション医学講座
長江 恩 藤田保健衛生大学医学部リハビリテーション医学講座
尾関保則 藤田保健衛生大学医学部リハビリテーション医学講座
Jeffrey B. Palmer ジョーンズ・ホプキンス大学リハビリテーション科教授

A. 研究目的

1997年にPalmerらにより示されたProcess modelは、咀嚼を要する固形物の嚥下、いわゆる咀嚼嚥下の動態では咀嚼により粉碎された食物が舌による能動輸送により中咽頭に送り込まれ(Stage II transport)、そこで食塊としてまとめられることが特徴であるとしている¹⁻³⁾。(図1)武田ら⁴⁾は健常成人(若年)10人を対象に、咀嚼運動における嚥下反射前の食塊位置および嚥下時間経過につき詳細に検討した。そして咀嚼条件下では嚥下反射開始前に食塊が中咽頭から下咽頭に到達し、特に日常の食事場面でよくみられる液体と固形物の混合物の嚥下ではきわめて高率に下咽頭まで達していることを報告した。また、松尾ら⁵⁾は健常成人(若年)10人を対象に嚥下反射開始前におこる食塊の咽頭への輸送は、舌による能動輸送と重力による受動輸送の両者の関与があり、特に下咽頭への輸送は受動輸送が重要であると報告した。しかし、これらの報告は若年者を検討しており、高齢者は含まれていない。嚥下と加齢との関係はいくつか報告があり、加齢によりその機能は低下するといわれている⁶⁻¹⁰⁾。咀嚼嚥下に関しても若年者と同様に考えることは不適切である。本研究では経口摂取が安定している高齢者を対象に咀嚼嚥下について若年者と比較しその嚥下前咽頭進行について検討した。

B. 対象と方法

1. 対象

摂食・嚥下障害をひきおこすような神経疾患や咽頭・喉頭疾患がなく、通常の食事形態

にて食事を摂取している高齢健常者25人(男性17人、女性8人、平均年齢 72.2 ± 8.6 歳)を対象とした。より加齢の影響を明らかにする目的で高齢健常者を60歳から69歳群(60代)12人(男性10人、女性2人、平均年齢 64.8 ± 3.1 歳)、70歳以上群(70以上)13人(男性7人、女性6人、平均年齢 79.2 ± 5.9 歳)と細分化した。また、同様に疾患がなく、食事を摂取している健常成人15人(男性9人、女性6人、平均年齢 30.3 ± 5.2 歳)を若年群(若年)とした。また、義歯の使用については、若年が全員義歯使用なし、60代は部分床義歯使用者が1人、義歯使用なしが11人、70以上では上下総義歯使用者は5人、総義歯と部分床義歯の使用者が3人、部分床義歯使用者が4人、義歯使用なしが1人であった。

2. 被験物

嚥下様式は50% w/vバリウム液10mlの命令嚥下(Command Swallow; COM)と、バリウム含有コンビーフ8gを咀嚼させた嚥下(Corned Beef; CB)、バリウム塗布クッキー8gを咀嚼させた嚥下(Cookie; CK)、50% w/vバリウム液5mlとバリウム含有コンビーフ4gの混合物(Mixture; MIX)の4種を設定した。

3. 方法

VFシステムはX線透視撮影台(PBW-30A、東芝)、ビデオタイマー(VTG-33、朋栄)、デジタルビデオ(WV-D9000、SONY)、カラービデオモニター(OEV-143、OLYMPUS)、マイクロホンミキサー(MX-50、SONY)、マイクロホン(ECM-R100、

SONY), VF 検査用椅子 (VF-MT-1, 東名ブレース) の構成であった。

被験者の体位は VF 検査用椅子上での自然な座位とし、頭部の固定は行わなかった。

嚥下の指示は口頭で与え、COM は「飲んでください」と指示し、CB, CK および MIX については「味わうようによく咬んで食べてください」と指示した。この場合、咀嚼は自由に行わせ嚥下終了まで指示は与えなかった。

施行回数はそれぞれの嚥下様式につき各 2 施行ずつ、1 被験者で計 8 施行、70 以上と 60 代で計 200 施行、若年が計 120 施行、技術的な理由から 70 以上と 60 代が計 4 施行、若年が計 3 施行を除外したため総計 313 施行であった。

30 フレーム毎秒で録画された VF 動画を、パーソナルコンピュータ (iMac DV model, Apple) を用いビデオ編集ソフトウェア (iMovie, Apple) を応用して繰り返しスロー再生、静止再生、リバース再生などを行い解析した。

測定項目は、武田らあるいは Palmer の報告に準じた^{1,4)}。

嚥下反射開始時点は嚥下に先立って舌骨が上前方へ急速な挙上を開始した時点 (Initiation of hyoid movement; IHM) と定義した。また、嚥下のための下顎運動が停止した時点を下顎運動停止時 (End of jaw movement; EJM) とした。

食塊先端位置は IHM 直前の画像フレームにより、口腔内 (Oral cavity area; OC)、口腔咽頭上部領域 (Upper oropharynx area; UOP) : VF 側面像で硬・軟口蓋境を越え下

顎下縁の線に達するまで、喉頭蓋谷領域 (Valleculae area; VAL) : 下顎下縁を越え喉頭蓋谷まで、下咽頭領域 (Hypopharynx area; HYP) : 喉頭蓋谷を越え食道入口部までとして同定した。また咽頭への深達度を口腔咽頭上部領域以降: UOP+VAL+HTT (UOP 以降)、喉頭蓋谷領域以降: VAL+HYP (VAL 以降)、HYP の 3 段階に分けて検討した。(図 2, 3)

統計学的検定は、Fisher の検定を用い有意水準を 5% とした。

C. 研究結果

1. 食塊先端位置の深達度の検討

1.1 被験物別の各群間比較

食塊先端位置の各割合を表 1, 図 4 に示す。これらを深達度で比較すると表 2, 3 のようになる。すなわち、若年と 60 代とを比較するとすべての条件において深達度に有意差を認めなかった。若年と 70 以上とを比較すると COM では 3 段階すべての深達度で有意差を認めた。CB あるいは CK では HYP の深達度で若年がそれぞれ 0%, 10.0%, 70 以上がそれぞれ 15.4%, 36.0% と有意差を認めた。60 代と 70 以上を比較すると COM の UOP 以降では 60 代が 78.3%, 70 以上が 96.0%, VAL 以降では 60 代が 39.1%, 70 以上が 80.0%, CK の VAL 以降では 60 代が 66.7%, 70 以上が 92.0% と有意差を認めた。MIX では各年代間で深達度に有意な差を認めなかった。

1.2 各群の被験物間比較

若年では UOP 以降で COM 58.6% に対して、CB 86.7%, CK 96.7%, MIX 100% と

COM と CB, CK, MIX 間に有意な差を認めた。VAL 以降では CB と CK 間を除く全被験物間において有意差を認めた。HYP では MIX 64.3%に対して、COM 3.4%, CB 0%, CK 10.0%と、MIX と COM, CB, CK 間に有意差を認めた。

60 代では VAL 以降で COM 39.1%と CB 70.8%, MIX 91.7%と有意差を認めた。HYP では COM 21.7%, CB 0.0%, CK 16.7%, MIX 62.5%と MIX と COM, CB, CK 間、COM と CB 間に有意差を認めた。

70 以上では HYP で COM 40.0%, CB 15.4%, CK 36.0%, MIX 68.0%であり、MIX と CB, CK 間に有意な差を認めた。

3. EMJ と IHM について

EMJ から IHM までの時間は、CB で若年が 0.05 ± 0.27 秒、60 代が -0.20 ± 0.19 秒、70 以上が -0.17 ± 0.21 秒と、CK で若年が 0.03 ± 0.12 秒、60 代が -0.07 ± 0.10 秒、70 以上が -0.08 ± 0.14 秒であり、年代間で有意差を認めた。MIX では若年が -0.01 ± 0.15 秒、60 代が -0.06 ± 0.24 秒、70 以上が -0.12 ± 0.30 秒と年代間で有意差を認めなかった。

D. 考察

人の摂食・嚥下機能は、その他の様々な機能と同様に加齢により低下すると考えられる。しかし、その嚥下機能の加齢による生理的な変化については、個体差が大きいこと、脳血管障害や神経変性疾患、慢性呼吸不全などの疾患やそれに対する投薬、全身的な機能低下などが複雑に摂食・嚥下機能に影響を及ぼすことから十分に解明されているとは言い難い、

さらに口腔・咽頭・喉頭の感覚低下、唾液分泌量の低下、咳反射の低下、う蝕や歯周病による歯牙の喪失などの修飾因子もあり、高齢者の嚥下動態の解釈を困難にしている。しかし、高齢者の肺炎の 1/3 が誤嚥性肺炎であるということから考えても、加齢に伴う摂食・嚥下機能の生理的な変化を把握することは高齢者における摂食・嚥下障害の病態を理解し治療指針を確立するうえで非常に有意義である。本研究では経口摂取が自立している高齢者を対象に、差異を観察し、影響を考察した。

命令嚥下について

今までの摂食・嚥下の加齢変化については、嚥下反射の惹起遅延、喉頭低位に由来する喉頭運動の追従の遅れ、食道入口部の開大能の低下などいくつかの報告^{7,8)}がみられ、それらは液体の命令嚥下による検討が中心である。Tracy ら¹¹⁾は食塊の先端が下顎下縁と舌根部の交差する部分を通過した時点と喉頭挙上運動が開始した時点との時間的ずれを pharyngeal delay time : PDT として測定し、高齢者群では PDT が延長し嚥下反射の惹起が遅延したと報告している。これは本研究とは、嚥下反射開始の指標が喉頭挙上と舌骨運動開始という若干の違いはあるものの、下顎下縁と舌根部の交差する部分を通過した時点については、本研究での VAL の上端と同一である。本研究においても嚥下反射開始時前に VAL 以降へ食塊が進行した (VAL 以降) 例は、COM では若年と 60 代は有意な差がなかったものの、70 以上では有意に高率であった。今回の結果はこの報告を裏付けるも

のであり、加齢が命令嚥下に大きな変化を及ぼしている可能性が示唆された。

咀嚼嚥下について

咀嚼嚥下において嚥下反射前の食塊の深達度について考えると、若年と 60 代ではどの被験物においても深達度の割合に有意な差を認めなかったのに対し、若年と 70 以上の比較では CB あるいは CK の HYP で、60 代と 70 以上との比較では CK の VAL 以降で有意差を認めた。この加齢による食塊深達度の変化の要因の 1 つに嚥下反射の惹起遅延を考慮することができるかもしれない。加齢により嚥下反射惹起に関与する感覚神経の閾値が上昇しているとする報告がいくつかある^{12,13)}。嚥下反射惹起の遅延があれば、咽頭に食塊が進行してから嚥下反射開始までの時間が長くなり、食塊はより深く咽頭内に進行すると考えられる。しかし、MIX については各年代において、その深達度に有意差を認めなかった。MIX は武田らの報告²⁾において咀嚼嚥下を評価する場合の 1 条件として設定され、固形物と液体をともに口腔内に投与したもので、実際の食事場面を想定した形態である。この MIX では若年においても高率に HYP にまで食塊が深達していた。この結果は MIX の液体成分が Stage II transport の能動的移送よりも重力による受動的移送の影響で移送されるからと考えられる。液体は UOP に進行した時点で重力による移送が中心になり容易に下咽頭に達すると思われる。もしここで加齢による嚥下反射惹起の遅延が食塊の深達度に影響をしていると仮定しても、深達度に関しては天井効果があり各年代で有意差を認めな

くても不合理ではない。このことは食塊の深達度は単純に嚥下反射惹起性の変化のみでは説明できないことを表していると考えられる。

ところで、古川⁷⁾は加齢による嚥下機能の変化を喉頭運動という面から報告している。それによると加齢に従い喉頭は下方へ位置するようになり、70 歳以上になると急激な喉頭の位置の低下に喉頭運動が追従できなくなり、その結果として気道の閉鎖不全、前方移動の減少がおり、誤嚥のリスクが高まる可能性を示唆している。前述のような、食塊の深達度の増加に加え、喉頭位置の低下などの解剖学的変化により高齢者は若年者と比較してそのリスクは非常に高くなっているものと推察される。

咀嚼運動との関連について

下顎運動停止時間と舌骨挙上開始時間は「咀嚼運動から嚥下運動へと運動が切り替わる過程を反映している」といわれている⁴⁾。本研究の CB、CK をみると若年が EJM 後に IHM がおこり、60 代、70 以上ともに EJM より先に IHM がおこるという結果であった。咀嚼運動の停止が嚥下反射惹起の要因の一つと仮定すると、この結果は不合理である。これまでに報告された加齢の嚥下反射惹起の遅延を考慮すると、咀嚼停止後から嚥下反射開始の時間が加齢により延長するということが考えやすいが、逆の結果であった。詳しく考察することはできないが、嚥下反射惹起が咀嚼運動の停止に影響しているのかもしれない。また、MIX では若年でも EJM より先に IHM がおこる傾向であった。これらは現象的には加齢によって咀嚼から嚥下への移行が円滑に

行われなくなった結果と捉えることができる
かもしれない。

E. 参考文献

- 1) Palmer, J.B. : Integration of oral and pharyngeal bolus propulsion: a new model for the physiology of swallowing. 日摂食嚥下リハ誌 1 : 15-30, 1997.
- 2) Palmer, J.B. : Bolus aggregation in the oropharynx does not depend on gravity. Arch. Phys. Med. Rehabil. 79 : 691-696, 1998.
- 3) Hiemae, K.M., Palmer, J.B. : Food transport and bolus formation during complete feeding sequences on foods of different initial consistency. Dysphagia 14 : 31-42, 1999.
- 4) 武田育子, 才藤栄一, 松尾浩一郎, 馬場 尊, 藤井 航, Palmer, J.B. : 食物形態が咀嚼-嚥下連関に及ぼす影響. リハ医学 39 : 322-330, 2002.
- 5) 松尾浩一郎, 才藤栄一, 武田育子, 馬場 尊, 藤井 航, 小野木啓子, 奥井美枝, 植松 宏, Palmer, J.B. : 咀嚼および重力が嚥下反射開始時の食塊の位置に及ぼす影響. 日摂食嚥下リハ誌 6 : 65-72, 2002.
- 6) 小林武夫 : 老人の喉頭・声道の病態. 設楽哲也編「老年者と耳鼻咽喉科 耳鼻咽喉科・頭頸部外科 MOOK12」 pp128-135, 金原出版, 東京, 1989.
- 7) 古川浩三 : 老人の嚥下. 設楽哲也編「老年者と耳鼻咽喉科 耳鼻咽喉科・頭頸部外科 MOOK12」 pp145-150, 金原出版, 東京, 1989.
- 8) 進 武幹 : 老人の嚥下障害. 設楽哲也編「老年者と耳鼻咽喉科 耳鼻咽喉科・頭頸部外科 MOOK12」 pp211-216, 金原出版, 東京, 1989.
- 9) 丘村 熙, 稲木匠子, 森 敏裕, 福井康二, 相原隆一 : 高齢者の嚥下機能-咽頭食道透視よりの観察-. 日気食会報 42 : 116-120, 1991.
- 10) 大前由紀雄, 杉浦むつみ, 茂木立学 : 超高齢者の嚥下機能の変化. 日気食会報 54 : 1-7, 2003.
- 11) Tracy, J.F., Logemann, J.A., Kahrilas, P.J., Jacob, P., Kobara, M., Krugler, C. : Preliminary observations on the effects of age on oropharyngeal deglutition. Dysphagia. 4. : 90-94, 1989.
- 12) Aviv, J.E., Martin, J.H., Jones, M.E., Wee, T.A., Diamond, B., Keen, M.S., Blitzer, A. : Age-related changes in pharyngeal and supraglottic sensation. Ann Otol Rhinol. Laryngol. 103 : 749-752, 1994.
- 13) Shaker, R., Ren, J., Zamir, Z., Sarna, A., Liu, J., Sui, Z. : Effect of aging, position, and temperature on the threshold volume triggering pharyngeal swallows. Gastroenterology. 107 : 396-402, 1994.

表1 嚥下反射直前における食塊先端位置の深達度

若年	COM		CB		CK		MIX	
	N	%	N	%	N	%	N	%
総数	29		30		30		28	
OC	12	41.4	4	13.3	1	3.3	0	0.0
UOP	12	41.4	8	26.7	7	23.3	0	0.0
VAL	4	13.8	18	60.0	19	63.3	10	35.7
HYP	1	3.4	0	0.0	3	10.0	18	64.3
UOP以降	17	58.6	26	86.7	29	96.7	28	100.0
VAL以降	5	17.2	18	60.0	22	73.3	28	100.0
HYP	1	3.4	0	0.0	3	10.0	18	64.3

60代	COM		CB		CK		MIX	
	N	%	N	%	N	%	N	%
総数	23		24		24		24	
OC	5	21.7	2	8.3	3	12.5	1	4.2
UOP	9	39.1	5	20.8	5	20.8	1	4.2
VAL	4	17.4	17	70.8	12	50.0	7	29.2
HYP	5	21.7	0	0.0	4	16.7	15	62.5
UOP以降	18	78.3	22	91.7	21	87.5	23	95.8
VAL以降	9	39.1	17	70.8	16	66.7	22	91.7
HYP	5	21.7	0	0.0	4	16.7	15	62.5

70以上	COM		CB		CK		MIX	
	N	%	N	%	N	%	N	%
総数	25		26		25		25	
OC	1	4.0	1	3.8	0	0.0	1	4.0
UOP	4	16.0	5	19.2	2	8.0	0	0.0
VAL	10	40.0	16	61.5	14	56.0	7	28.0
HYP	10	40.0	4	15.4	9	36.0	17	68.0
UOP以降	24	96.0	25	96.2	25	100.0	24	96.0
VAL以降	20	80.0	20	76.9	23	92.0	24	96.0
HYP	10	40.0	4	15.4	9	36.0	17	68.0

OC : Oral cavity area (口腔内) , UOP : Upper oropharyngeal area (口腔咽頭上部領域) ,
 VAL : Valleculae area (喉頭蓋谷領域) , HYP : Hypopharyngeal area (下咽頭領域)
 COM : 液体10ml命令嚥下, CB : コンビーフ8g, CK : クッキー8g, MIX : 液体5ml+CB4g
 N : 施行数

表2 嚥下反射直前における食塊先端位置の年代別による深達度の比較

COM	若年-60代	若年-70以上	60代-70以上
UOP以降	0.254	0.001*	0.049*
VAL以降	0.124	<0.001*	0.004*
HYP	0.080	0.001*	0.217

CB	若年-60代	若年-70以上	60代-70以上
UOP以降	0.682	0.358	0.602
VAL以降	0.567	0.253	0.751
HYP	-	0.040*	0.111

CK	若年-60代	若年-70以上	60代-70以上
UOP以降	0.312	0.117	0.110
VAL以降	0.765	0.092	0.037*
HYP	0.686	0.026*	0.196

MIX	若年-60代	若年-70以上	60代-70以上
UOP以降	0.462	0.462	1.000
VAL以降	0.208	0.462	1.000
HYP	1.000	1.000	1.000

Fisher検定による, *:p<0.05

年代の違いによる、嚥下反射開始直前の食塊到達率の差を検定した。
表中はFisher検定のp値を記した。

COM : 液体10ml命令嚥下, CB : コンビーフ8g,

CK : クッキー8g, MIX : 液体5ml+CB4g

UOP以降 : UOP+VAL+HYP

VAL以降 : VAL+HYP

HYP : Hypopharyngeal area (下咽頭領域)

表3 嚥下反射直前における食塊先端位置の被験物による深達度の比較

若年	COM-CB	COM-CK	COM-MIX	CB-CK	CB-MIX	CK-MIX
UOP以降	0.020*	<0.001*	<0.001*	0.353	0.113	1.000
VAL以降	0.001*	<0.001*	<0.001*	0.412	<0.001*	0.005*
HYP	0.492	0.612	<0.001*	0.237	<0.001*	<0.001*
60代	COM-CB	COM-CK	COM-MIX	CB-CK	CB-MIX	CK-MIX
UOP以降	0.245	0.461	0.097	1.000	1.000	0.609
VAL以降	0.025*	0.082	<0.001*	1.000	0.080	0.072
HYP	0.047*	1.000	0.008*	0.109	<0.001*	0.003*
70以上	COM-CB	COM-CK	COM-MIX	CB-CK	CB-MIX	CK-MIX
UOP以降	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	0.490
VAL以降	1.000	0.417	0.190	0.249	0.100	1.000
HYP	0.064	1.000	0.088	0.116	<0.001*	0.047*

Fisher検定による, *:p<0.05

被験物の違いによる、嚥下反射開始直前の食塊到達率の差を検定した。
表中はFisher検定のp値を記した。

COM : 液体10ml命令嚥下, CB : コンビーフ8g,

CK : クッキー8g, MIX : 液体5ml+CB4g

UOP以降 : UOP+VAL+HYP

VAL以降 : VAL+HYP

HYP : Hypopharyngeal area (下咽頭領域)