

学位論文内容の要旨

愛知学院大学

論文提出者

山田康平

論文題目

咽頭口部の感覚と嚥下反射の関係について

I. 緒 言

固形物の咀嚼の際に生じる嚥下の VF 所見から提唱された Process model で、「咀嚼された食物は、嚥下の咽頭期が始まる数秒前に咽頭口部に送られ、そこで食塊形成される」ことが明示された。これによって、それまで、この分野での基本理念として信じられてきた「嚥下反射開始前に食塊が咽頭に到達することは異常である」との認識は覆された。さらに Aviv らは、摂食・嚥下障害のリスク判定として、咽頭・喉頭感覚の評価は有用であると述べている。しかし、我々が日常の食生活で、Stage II transport の存在を自覚することがほとんどないことから明らかなように、健常成人が咽頭で、食塊をどのように知覚しているのかの詳細は明らかでない。

また、咽頭・喉頭領域を水で刺激すると嚥下反射（咽頭嚥下）が誘発されることが、過去の研究によって明らかとなっている。咽頭嚥下は、生体の気道防御機能と考えられているが、そのメカニズムも未だ明らかでない。

そこで本研究では、実験 1 として、Stage II transport による食塊到達時の喉頭蓋知覚を、実際の食品を使用して詳細な検討を行うとともに、実験 2 として、検査溶液を咽頭に滴下することで、水が咽頭嚥下を誘発する機序と、味覚刺激が咽頭嚥下へ与える影響を観察した。

II. 対象および方法

1. 実験 1 : Stage II transport による食塊到達時の喉頭蓋知覚の検討

1) 対象

被験者は、健常成人 20 名（男性 9 名、女性 11 名、平均年齢 32.9 ± 9.8 歳）とした。

2) 被験食品

イーエヌ大塚製薬(株)製の、酵素均質浸透法で物性を 3 段階に調整した鶏肉を使用した。

3) 使用機器

咽頭の観察を行うために、嚥下内視鏡 [VISERA-OFFICE、オリンパス(株)] を使用した。

4) 咽頭知覚習得のためのトレーニング

被験者に Stage II transport の説明を行った後、被験者本人にも内視鏡画像を見せながら、食塊が喉頭蓋に到達する感覚を習得させた。

5) 咽頭知覚の評価

トレーニング終了後、モニターを被験者から見えない位置に移動し、被験食品を咀嚼させた。被験者には、食塊が喉頭蓋に到達したと感じた瞬間をブザーで合図させた。「咀嚼開始から合図までの時間」「咀嚼開始から実際に食塊先端が喉頭蓋に到達するまでの時間」および「その時間の差」を評価項目として計測し、対応ありの一元配置分散分析と Bonferroni の方法による多重比較を実施した。

さらに、合図時における実際の食塊先端の位置を、「内視鏡画像の視野外」

「喉頭蓋より手前」「喉頭蓋に接している」「喉頭蓋を越えている」の4段階に分類した。

2. 実験2：咽頭口部へ滴下した液体の知覚と咽頭嚥下との関係の検討

1) 対象

被験者は、健常成人 25 名（男性 17 名、女性 8 名、平均年齢 31.4 ± 13.0 歳）とした。

2) 使用機器と検査溶液

直径 1.5mm の送液用チャンネルを有する内視鏡 [OLYMPUS MAF TYPE GM、オリンパス(株)] と、3 種類の検査溶液を使用した。検査溶液は、蒸留水（以下「水」とする）、L(+)-酒石酸 [L(+)-酒石酸、和光純薬工業(株)]、L-グルタミン酸ナトリウムと 5'-リボヌクレオチドナトリウムの混合物 [味の素、味の素(株)] をそれぞれ 4 wt%、10wt% の濃度で蒸留水に溶解した水溶液（以下それぞれ、「酸味水」「うま味水」とする）を使用した。

3) 実験手技

被験者の鼻腔から内視鏡を挿入し、先端を咽頭口部の前壁に沿って奥舌（舌根部のうち咽頭に接する表層部位）の上方 1cm まで進め、送液用チャンネルから検査溶液を、奥舌から喉頭蓋谷の範囲に、機械的刺激を与えないようにゆっくりと、嚥下反射が誘発されるまで滴下した。被験者には滴下中、咽頭で溶液の存在を知覚したら合図をするように指示し、被験者が合図をした時および嚥下反射誘発時の検査溶液の滴下量を記録した。

4) 統計解析

被験者が咽頭で溶液の存在を知覚した時の滴下量と、嚥下反射が誘発された時の滴下量について、検査溶液間で統計学的有意差があるかどうか調査するため、対応ありの一元配置分散分析と Bonferroni の方法を用いて多重比較を実施した。

Ⅲ. 結 果

1. 実験 1 : Stage II transport による食塊到達時の喉頭蓋知覚の検討

1) 咀嚼開始から合図までの時間、咀嚼開始から実際に食塊先端が喉頭蓋に到達するまでの時間、およびその差

「咀嚼開始から合図までの時間」「咀嚼開始から実際に食塊先端が喉頭蓋に到達するまでの時間」は、被験食品の硬さの増加に伴って延長し、食品（軟）を咀嚼した場合の時間は、食品（中）（硬）を咀嚼した時と比べて有意に短かった ($p < 0.05$)。

「咀嚼開始から合図までの時間と咀嚼開始から実際に食塊先端が喉頭蓋に到達するまでの時間の差」は、いずれの被験食品も中央値が 0.00 秒前後となる分布を示し、食品間で統計学的有意差は認めなかった ($p > 0.05$)。値の分布範囲は、食品（軟）では -21.27 秒～+21.57 秒、食品（中）では -52.20 秒～+21.21 秒、食品（硬）では -74.46 秒～+32.43 秒であった。

2) 合図時における実際の食塊先端の位置

食品(軟)では、喉頭蓋より手前であった者9名(47.4%)が最も多く、喉頭蓋に接していた者6名(31.6%)がそれに続いた。食品(中)(硬)では、どちらも喉頭蓋に接していた者が8名(42.1%)と最多であり、喉頭蓋より手前の6名(31.6%)が2番目に多い結果となった。また、3被験食品とも喉頭蓋を越えた者は1名(5.3%)のみであった。

2. 実験2：咽頭口部へ滴下した液体の知覚と咽頭嚥下との関係の検討

被験者が咽頭で液体の存在を知覚できた時点での各検査溶液の滴下量(平均値 \pm 2 S.E.)は、水、酸味水、うま味水、それぞれ $0.32\pm 0.08\text{ml}$ 、 $0.26\pm 0.05\text{ml}$ 、 $0.29\pm 0.06\text{ml}$ であり、検査溶液の違いによって、咽頭で液体の存在を知覚するのに必要であった溶液量に有意な差は認めなかった($p > 0.05$)。

咽頭嚥下が誘発された時の検査溶液の滴下量(平均値 \pm 2 S.E.)は、水、酸味水、うま味水、それぞれ $0.61\pm 0.13\text{ml}$ 、 $0.45\pm 0.08\text{ml}$ 、 $0.60\pm 0.10\text{ml}$ であった。統計学的検討の結果、酸味水を滴下した時の咽頭嚥下は、他の2溶液を滴下した時よりも少量の滴下量で誘発されていたことが明らかとなった($p < 0.05$)。

IV. 考 察

1. 実験1：Stage II transportによる食塊到達時の喉頭蓋知覚の検討

1) Stage II transportによって咽頭口部へと移送された食塊の知覚

Palmer らは、嚥下反射開始の約 10 秒前に、咀嚼された食物が Stage II transport によって咽頭へと移送されると報告している。しかし、本実験で得られた「咀嚼開始から合図までの時間と咀嚼開始から実際に食塊先端が喉頭蓋に到達するまでの時間の差」は、広範囲に分布していた。このことから、健常成人であっても、Stage II transport によって移送された食塊を喉頭蓋で正確に知覚することは容易ではないことが示唆される。

一方、すべての被験食品で、94.7%の被験者が、食塊が喉頭蓋を越える前に、喉頭蓋で食塊を知覚したと合図していた。これは、固形物の咀嚼嚥下において、嚥下反射開始前に食塊が喉頭蓋谷を越え梨状窩まで達した者が、全体の2%であったとする Dua らの報告に近似した結果である。以上のことから、Stage II transport によって移送された食塊は、喉頭蓋そのものよりは咽頭口部の広い範囲（奥舌から喉頭蓋谷にわたる領域）で知覚されていると推測できる。

2) 摂取食品のテクスチャーが Stage II transport によって移送された食塊の知覚に与える影響

「咀嚼開始から合図までの時間と咀嚼開始から実際に食塊先端が喉頭蓋に到達するまでの時間の差」に、被験食品間での有意差は認められなかった。この理由として、「咀嚼開始から合図までの時間」「咀嚼開始から実際に食塊先端が喉頭蓋に到達するまでの時間」は、いずれも被験食品の硬さの増加に伴って延長しており、摂取食品のテクスチャーに応じて咀嚼時間

を変化させることで、咽頭に到達した食塊は摂取前の物性に関係なく、類似したテクスチャーに調整されているためではないかと考えられる。

2. 実験2：咽頭口部へ滴下した液体の知覚と咽頭嚥下との関係の検討

1) 奥舌から喉頭蓋谷の領域に滴下した溶液の存在の知覚と咽頭嚥下の関係

すべての被験者が、嚥下反射前に、滴下した溶液の存在を知覚できていた。この結果は、喉頭蓋谷での液体の存在の知覚と嚥下反射とは関連がなかったと報告している Poudroux らの研究結果と一致する。従って、奥舌から喉頭蓋谷領域での液体の存在の知覚のみでは、咽頭嚥下を誘発するために十分な知覚入力とはならないものと判断できる。

2) 検査溶液が咽頭嚥下を誘発したメカニズム

Poudroux らの報告によると、喉頭蓋谷に溜めることのできる水の量は 0.77 ± 0.09 ml であり、咽頭口部に滴下した水は、それらが喉頭蓋谷から溢れ、梨状窩や喉頭前庭に到達することで咽頭嚥下を誘発すると述べられている。本研究で、水とうま味水を滴下した時の咽頭嚥下は、上記の様に Poudroux らが述べるメカニズムに準じたものと判断できる。

それに対して、咽頭嚥下を誘発するのに必要であった酸味水の量は、他の検査溶液に比べて有意に少量であった。この結果は、Kajii らが行った動物実験の結果と一致する。彼らは、酸味水が咽頭嚥下を促進する理由を、嚥下中枢への知覚入力が増加するためであろうと結論づけている。

V. 結 論

1. Stage II transport によって咽頭へと移送された食塊を、喉頭蓋で正確に知覚することは健常成人であっても容易ではなく、食塊は、咽頭口部の広い範囲で、大まかに知覚されているものと推測された。
2. 摂取食品のテクスチャーが、Stage II transport によって移送された食塊の知覚に影響を与えることはなかった。その理由として、健常成人では、摂取食品のテクスチャーに応じて咀嚼時間を変化させることで、咽頭に到達した食塊は摂取前の物性に関係なく、咀嚼されることによって、類似したテクスチャーに調整されているためと考えられた。
3. 液体による咽頭嚥下の誘発は、咽頭口部での液体の存在の知覚ではなく、液体が喉頭蓋を越え咽頭喉頭部に到達することで引き起こされていると考えられた。ただし、酸味水のように強い化学的刺激を有する液体を咽頭口部に滴下した場合は、この誘発機序には従わず、液体が喉頭蓋を越える前に咽頭嚥下が誘発されることが明らかとなった。