

平成 10 年度（1998 年）

厚生科学研究費 長寿科学総合研究事業

「高齢者の嚥下に及ぼす影響とその障害に関する研究」

川崎医科大学リハビリテーション科

明 石 謙

高齢者の嚥下に及ぼす影響とその障害に関する研究

明石 謙 (川崎医科大学リハビリテーション科教授)

高齢者の嚥下障害の研究である。藤島の質問紙による予検法は信頼性、妥当性、特異性に優れている。山本は嚥下音の解析で嚥下物、嚥下音の低・高周波成分の特徴の診断法へ応用可能を示唆した。石井の咽頭部内視鏡検査は応用の幅く嚥下障害の診断に有用である。岡島の嚥下圧の分析は各種の応用が可能である。長屋は神経難病に誤嚥防止法を試み役立つことを報告した。

〔研究組織〕

- 明石 謙 (川崎医科大学
リハビリテーション科教授)
- 山本 尚武 (岡山大学工学部
電気電子工学科助教授)
- 岡島 康友 (慶應義塾大学月が瀬
リハビリテーションセンター助教授)
- 長屋 政博 (国立療養所中部病院
理学診療科医師)
- 藤島 一郎 (聖隷三方原病院
リハビリテーション診療科科長)

り、その対策は重要で急を要する。この研究班の目的はそれら顕在・潜在する嚥下障害のより効果的な診断法や治療法を見出すことである。本年度は診断法としてスクリーニング目的の質問紙法(藤島)、嚥下インピーダンス(IMP)法および嚥下音による研究(山本)、ビデオ内視鏡検査法(VVE)(石井・明石)、治療法としてバイオフィードバック(BF)パラメータとしての嚥下圧と味覚刺激の研究(岡島)、神経難病の誤嚥予防法(長屋)等を研究し、いずれも有意義な成果を得た。

A. 研究目的

嚥下はヒトが生命維持のためにエネルギーを取り入れる生物学的な意義の他に、咀嚼し味わった食物を飲み込み空腹感を満たす「美味しい」「満腹感」のいわゆる「幸福感」、会食により親しい仲間とその幸福感を共有する「安心感」も得る。つまりより良いQOLをもたらす重要な基本的行為でもある。嚥下障害はその原因となる諸疾患や諸障害が高齢者に多発し、しかも潜在的に嚥下障害を持つ「嚥下障害予備群」も存在することが知られてお

B. 研究方式

1. 藤島らは昨年度までに15項目の問診表を作成した。肺炎の既往、栄養状態、嚥下の各期、声門防御機構等が反映されるようになっている。今回はA:重い症状、B:軽い症状、C:症状なしの3段階で回答し、同一被験者86名について1週以上間隔を置き2回同じ質問紙に回答を求め、Cronbachの α 係数を求め信頼性の検討を、また特異度、敏感度の検討を嚥下障害のある脳血管障害(CVA)患者50名、嚥下障害のないCVA患者145名、健常者170名

について回答を求め因子分析を行い、妥当性を検討した。

2. 山本らは嚥下IMP波形と嚥下音を同時に記録し比較した。被験者には座位を取らせ、嚥下音用のマイクは先端に長さ3cmの筒を取付け咽頭部に密着させる。10mlの水の嚥下で、採取した音は30Hzのローパスフィルタとハイパスフィルタにより低周波成分とそれ以上のいわゆる高周波成分に分離しデジタルレコーダに記録した

3. 石井・明石らは軟性喉頭ファイバースコープ (OLYMPUS ENF TYPE P3) を使用し、嚥下障害が疑われる男性のCVA患者10名 (70 ± 5歳) について検査した。被験者が全て男性となったのは偶然である。座位で鼻腔・咽頭部をスプレーにより表面麻酔をし、画像はデジタルビデオに録画した。声帯、披裂喉頭蓋皺襞、梨状陥凹等について位置や分泌物貯留の有無等を観察した。

4. 岡島らは嚥下圧を直径1.5mmの心臓カテーター用センサ (Miller社製MPC-500) により測定、これをBFのパラメータとしての検討を行った。センサは経鼻的に挿入し口蓋帆下端、喉頭蓋谷、食道入口部の圧波形を測定し、さらに局所麻酔薬リドカイン40mgを咽頭に噴霧後に圧波形を記録した。嚥下物は空嚥下、水、5%クエン酸溶液さらに増粘剤を加えたそれらの嚥下により測定した。

5. 長屋らはパーキンソン病 (パ病) 患者25名、脊髄小脳変性症 (SCD) 患者23名についてビデオ嚥下レントゲン検査 (VF検査) を行い、造影剤量を3~15mlと増量し誤嚥が生じたときに検査を中止した。誤嚥例にはchin down postureとsupraglottic swallowを指導し誤嚥消失の有無を調査した。

C. 研究結果

1. 藤島らの質問紙の信頼性の検討ではCronbachの α 係数が0.8473で高い信頼性を示した。CVAで嚥下障害あり群となし群、健常群の3群について15項目に対する回答を各項について比較するとA回答はCVA嚥下障害あり群92.0%, CVAなし群15.2%, 健常群5.3%でかなり高率に嚥下障害の識別可能といえる。因子分析は第一因子：咽頭, 第二因子：口腔内処理, 第三因子：取り込み, 第四因子：残留感, 第五因子：肺炎で累積寄与率は64.0%であった。

2. 山本らの研究はまず嚥下音の解析で、正常人の水10mlの嚥下音は嚥下物がマイクを取付けている部分を通過する1秒弱の間に2~3群に分かれる振幅の大きい波形が見られる。周波数分析を行うと周波数約20Hz以下の低周波成分と約40Hz以上の高周波成分に分かれる。各々の成分波形の再現性があり、試行により高周波成分の大きさは空嚥下、米飯、ゼリー、水の順に大きくなり、低周波成分は空嚥下、水、ゼリー、米飯の順に波形が不鮮明になることがわかった。

3. 石井・明石らはVEEをCVA嚥下障害患者10名に施行した。結果は安静時の声帯の位置は全て正中位、発声時・呼吸時の声帯の動きの低下が5名に見られ、発声時の声帯の閉鎖状態は4名が不完全、梨状陥凹の開大4名、両側閉鎖は2名、麻痺側閉鎖4名等、また喉頭全体が麻痺側方向に回旋する傾向がある。10名中6名に喉頭内流入と咽頭内残留を認め、これらのうちVF検査で誤嚥は5名、そのうち「むせ」のない誤嚥は2名に観察された。

4. 岡島らの研究は嚥下訓練へのBFの応用で、パラメータとして嚥下圧に加えてクエン酸による味覚刺激を加えた。嚥下圧は口蓋帆

下端，喉頭蓋谷，食道入口部の3カ所で測定，それぞれ特徴のある波型曲線が得られた。しかし同時に3カ所は測定できない。口蓋帆では急峻なspike波形，喉頭蓋谷では漸増する小さなspike波形，食道入口部では中程度のspike波形と鈍な山状の波からなる。実験結果から麻酔により咽頭通過時間は延長するがクエン酸で味をつけると正常化する。

5. 長屋らの研究ではパ病25例，SCD23例のVF検査を行った。パ病の口腔期異常は造影剤口腔内停滞5例，造影剤口腔内保持不良14例，咽頭への少量ずつの嚥下20例等，咽頭期異常：造影剤の喉頭蓋谷貯留17例，造影剤の梨状窩貯留13例，誤嚥12例等を見た。誤嚥例は全てゼリーでは誤嚥が消失した。誤嚥防止法では1例にのみ誤嚥が消失した。SCD例は口腔期異常：造影剤口腔内停滞2例，造影剤の口腔内保持不良9名，咽頭への少量ずつの嚥下9例，咽頭期の異常：喉頭蓋谷貯留8例，梨状窩貯留5例，誤嚥7例等で頸部コントロール等のよいもの6例に誤嚥防止法を行い，chin down posture4例，supraepiglottic swallowで3例の誤嚥が消失した。

D. 考 察

1. 藤島の研究については昨年度の回答法が「はい，いいえ」のため特異性が低くなる欠点があったが，今回は3段階回答により嚥下障害患者がAと回答する率が極めて高く，その欠点はほぼ克服され実用段階に到ったと思われる。

2. 山本らの研究はこれらをIMP曲線と比較すると，低周波成分が食塊の通過に伴う咽頭部分の運動が反映されており，いわゆる高周波成分は食塊が咽頭を通過するときに発生する流動音が反映する。嚥下音の低周波成分と

高周波成分の形成する波形の再現性がよいことが分かり，嚥下物の種類と嚥下音の成分，IMP波形から嚥下障害診断の手掛りが得られることが期待できる。

3. 石井らの研究でVEEは咽頭・喉頭の状態を実際に見ると同時に記録も可能である。実際の嚥下状態は内視鏡で見えることは不可能だが，嚥下前後の状態，発声時等の声帯の動き，喉頭内部の誤嚥物も見ることができる。またデジタルビデオを用いることで記録した画像は鮮明で十分臨床役に立つ。しかし熟練を要し，熟練者には非常に有用な検査手段であり場合によってはベッドサイドでも行えるであろう。

4. 岡島らの嚥下圧の研究では曲線に認められる喉頭蓋谷部と食道入口部のspikeは，それぞれセンサと喉頭蓋谷との衝突，食道入口部での空気の混入によるものと思われる。健常者の嚥下で随意的に圧を変動できるのは口蓋帆下端のみである。球麻痺患者では増粘剤とクエン酸添加により正常に近いパターンとなった。味覚刺激の重要性を示唆するものである。

5. 長屋らの研究ではパ病，SCDでは誤嚥の頻度が高いことが知られており，防止法も実行が困難な症例が多いが食物形態を変えることや実行可能な場合では防止法も効果があることが分かった。

E. 結 論

ほぼ完成を見た質問紙はCVAに対するもので他の疾患への質問紙の完成が待たれる。嚥下音の研究は有望でこれからさらに発展が期待される。VEEは習熟すれば大きな可能性があり，多く症例研究が期待できる。嚥下圧の研究はさらに掘り下げるべきで各レベル一度

に測定できる圧測定の検査器具の開発が望まれる。神経難病は生命維持が困難な例も少なくない。疾患そのものの治療研究に加え嚥下障害の対策も追求されるべきである。

ビデオ内視鏡検査（VE検査）による嚥下障害評価

明石 謙（川崎医科大学リハビリテーション科教授）

石井 雅之（川崎医科大学リハビリテーション科大学院生）

椿原 彰夫（川崎医科大学リハビリテーション科助教授）

藤島 一郎（聖隷三方原病院リハビリテーション診療科科長）

嚥下障害が疑われた脳血管障害患者10名のうち、ビデオ内視鏡検査では、10名中6名に喉頭内流入（laryngeal penetration）と咽頭内残留が観察された。その6名の中でVF検査結果にて誤嚥（aspiration）を認めた症例は5名でありそのうちむせのない誤嚥（silent aspiration）であったものが2名いた。ビデオ内視鏡検査は脳血管障害患者のむせのない誤嚥に対し診断として利用価値がある。

キーワード：嚥下障害，むせのない誤嚥（silent aspiration），ビデオ内視鏡検査（VE検査）

A. 研究目的

嚥下障害の評価，特に誤嚥の有無・程度は，一般に嚥下造影検査（Videofluorography：以下VF検査）が現在最も有効な手段であるといわれている¹⁾。しかし，被曝があること，造影剤入りの検査用模擬食品を使用すること，場所と時間の制約があることなどの問題点があり²⁾，ほとんどの病院で実際にはまだ行われていない。

耳鼻咽喉科領域では軟性喉頭ファイバースコープによる咽頭・喉頭の観察が一般的に行われているが，腫瘍などの形態学的診断が主体である。最近，嚥下障害の評価として，咽頭・喉頭の運動および嚥下状態の変化を直視下で観察可能なビデオ内視鏡検査（Videoendoscopic examination of swallowing：以下VE検査）が取り入れられ，デジタルビデオの普及とともに注目されている。

今回われわれは嚥下障害が疑われた脳血管障害患者に対し，ビデオ内視鏡検査とVF検査を施行した。この研究の目的はビデオ内視

鏡検査所見とVF検査所見とを比較し，嚥下障害の評価，特に誤嚥の危険性についてビデオ内視鏡検査の有用性を検討することである。

B. 研究方式

1. 対象

対象は問診と診察結果にて嚥下障害が疑われた脳血管障害患者10名であった。性別は全例男性で，平均年齢は70±5歳（61歳～81歳）であった。脳血管障害の原因は脳梗塞が9名，脳出血が1名であった。本人または家族に検査の目的と内容について十分に説明を行い，承諾を得た。今回の研究では，くも膜下出血は対象から除外した。

2. 方法

①ビデオ内視鏡検査（VE検査）

内視鏡は軟性喉頭ファイバースコープ（OLYMPUS ENF TYPE P3）を使用し，得られた画像をデジタルビデオ（Panasonic NV-DV 10000）に録画した。8%塩酸リドカインスプレーを鼻腔内に噴霧して，粘膜の麻酔

を行った。検査の姿勢はリクライニング車椅子に座位とし、頸部は軽度前方突出位で施行した。

当科でのビデオ内視鏡検査の評価項目は表1に示すとおりである。

声帯は安静時、最大吸気時、発声時の状態について観察した。声帯の位置は正中位 (adducted)、副正中位 (paramedian: 正中位より1~2 mmの位置)、中間位 (intermediate: 正中位より3~4 mmの位置)、開大位 (abducted) の4つに分類した。声帯の閉鎖状態は発声時の両側声帯突起の位置で完全と不完全とに分けた。

披裂喉頭蓋皺襞をはじめとする披裂は、安静時と発声時の状態について観察し、位置は正常、前方突出 (tilted forwards)、内転位 (adducted)、側方外転位 (lateral abducted) に分類し評価した。

梨状陥凹は安静時の状態と唾液嚥下時の状態を観察し、開大と閉鎖に分類すると同時に唾液などの分泌物貯留の有無を評価した。

喉頭知覚は安静時にファイバースコープの先端を喉頭粘膜に接触させて調べ、正常、鈍麻、脱失に分類し評価した。

唾液、ヨーグルト、牛乳をそれぞれ嚥下させ、その時の喉頭内流入 (laryngeal penetration) の有無、咽頭内残留の有無について評価した。

②嚥下造影検査 (VF検査)

VF検査の姿勢は背臥位30°とし、頸部は軽度前屈位にて行った。非イオン性静注用造影剤入りの液体を嚥下させ、X線側面像を撮影した。VF検査では準備期から食道期までの嚥下運動を評価した。本研究では誤嚥 (aspiration) の有無のみをビデオ内視鏡検査所見と比較した。

C. 研究結果

結果は表2に示した。ビデオ内視鏡検査所見において、安静時の声帯の位置は全例中間位であった。発声時および呼吸時の声帯の動きは低下が10名中5名に観察され、麻痺側により顕著であった。発声時の声帯の閉鎖状態については、10中4名が不完全と評価された。安静時の披裂喉頭蓋皺襞の位置は、正常、前方突出、側方外転位 (麻痺側) それぞれ4名、2名、4名であった。披裂の動きの低下を認めた症例が10中5名おり、麻痺側に著明であった。喉頭全体として観察すると麻痺側方向に回旋している傾向を認めた。

梨状陥凹に関しては、両側共に開大の症例が4名、両側共に閉鎖の症例が2名、麻痺側のみ閉鎖の症例が4名であった。

喉頭知覚は正常の1名を除き低下を認め、鈍麻が9名であった。

嚥下評価の結果は、10名中6名に喉頭内流入と咽頭内残留が観察された。また、嚥下後の咽頭内残留のみ観察されたものは2名であった。喉頭内流入と咽頭内残留が観察された6名の中でVF検査結果にて誤嚥を認めた症例は5名であり、そのうちむせのない誤嚥であったものが2名いた。

D. 考察

嚥下障害の診断、特にむせのない誤嚥 (silent aspiration) にVF検査は有用である¹⁾。しかし、被曝があること、造影剤入りの検査用模擬食品を使用すること、場所と時間の制約があることなどの問題点があり²⁾、ほとんどの病院で実際にはまだ行われていない。特に、高率に嚥下障害が生じると報告されている³⁾急性期脳血管障害では、患者の全身状態が不安定であること、意識状態が悪いこと、

座位保持ができないこと、ベッドから移動できないことが理由でVF検査を施行できないことが多い。

そのため、ベッドサイドでも施行可能な嚥下障害評価方法が研究され報告されている。山田⁴⁾は、急性期脳血管障害159名に対して水のみテストを行い、嚥下障害の頻度は発症48時間以内が40%、1ヶ月後が10%であったと報告している。むせのない誤嚥 (silent aspiration) の頻度に関しては、Lindenら⁵⁾は内視鏡検査にて誤嚥のあった患者の35%、山田⁴⁾はVF検査にて誤嚥のあった患者の10%に認められたとしている。

ビデオ内視鏡検査は、咽頭・喉頭の運動および嚥下状態の変化を直視下で観察可能であること、ベッドサイドでも施行可能なこと、被爆がないことの利点があり²⁾、特に急性期脳血管障害患者のむせのない誤嚥に対し診断として利用価値がある。Lederら⁶⁾は、400名の脳血管障害患者に対してビデオ内視鏡検査を施行した結果、誤嚥なしが175名(43%)、むせがある誤嚥が115名(29%)、むせがない誤嚥が110名(28%)であったと報告している。

今回のわれわれの結果では、VE検査で対象症例10名中6名に喉頭内流入と咽頭内残留を認めた。その6名の中でVF検査結果にて誤嚥を認めた症例は5名であり、そのうちむせのない誤嚥であったものが2名いた。

また、VE検査で喉頭内流入はなく咽頭内残留のみ認めた症例は2名であった。

VE検査での喉頭内流入と咽頭・喉頭所見との関連性については、症例数が少ないために有意差を検討することはできない。しかし、誤嚥がない症例と比較して、誤嚥を認めた症例は声帯の動きの低下所見、声帯の閉鎖不完

全所見、披裂の発赤所見、披裂の動きの低下所見、喉頭知覚の低下所見が観察された。今後さらに症例数を増やし、VE検査での咽頭・喉頭所見と誤嚥との関連性を調査し、科学的に証明していかなければならない。

E. 結 論

嚥下障害が疑われた脳血管障害患者10名において、ビデオ内視鏡検査所見とVF検査所見とを比較検討した。ビデオ内視鏡検査では、対象症例10名中6名に喉頭内流入と咽頭内残留を認めた。その6名の中でVF検査結果にて誤嚥を認めた症例は5名であり、そのうちむせのない誤嚥であったものが2名いた。また、嚥下後の咽頭内残留のみ観察されたものは2名であった。ビデオ内視鏡検査は、嚥下機能の変化を直視下で評価でき、咽頭・喉頭所見の数量化を試みることによって、さらに嚥下障害患者の誤嚥の危険性特にむせのない誤嚥の評価に有用となると考える。

F. 引用文献

- 1) Logemann J.: Evaluation and treatment of swallowing disorders, College Hill, San Diego: 1998.
- 2) 藤島一郎: 脳卒中の摂食, 嚥下障害第2版: 74-79, 1998.
- 3) Barer DH: The natural history and functional consequences of dysphagia after hemispheric stroke, J Neurol Neurosurg Psychiatry 52: 236-241, 1989.
- 4) 山田 智: 急性期脳血管障害の嚥下障害—急性期からの治療の試み—, 長寿科学総合研究平成7年度研究報告: 117-120, 1997.
- 5) Linden P. et al: Dysphagia predicting

laryngeal penetration, Arch Phys Med Rehabil, 64 : 281 - 284, 1983.

6) Leder SB et al : Fiberoptic endoscopic evaluation of dysphagia to identify silent aspiration, Dysphagia, 13 (1) : 19-21, 1998.

表1 ビデオ内視鏡検査 (VE検査) 評価項目

①声帯	位置	正中位 中間位	副正中位 開大位
	可動性	正常	低下 固定
	閉鎖状態	完全	不完全
	緊張	正常	短縮
②披裂	色調	正常	発赤 蒼白
	位置	正常 内転位 (adducted) 前方突出 (tilted forwards) 側方外転位 (lateral abducted)	
	可動性	正常	低下 固定
③梨状陥凹		開大 閉鎖	分泌物貯留
④喉頭知覚		正常	鈍麻 脱失
⑤喉頭蓋	可動性	正常	低下 固定
⑥嚥下評価		喉頭内流入 咽頭内残留	
		1) 唾液嚥下 2) フグ汁嚥下 3) 牛乳嚥下	

表2 ビデオ内視鏡検査結果

	Case 1	Case 2	Case 3	Case 4	Case 5	Case 6	Case 7	Case 8	Case 9	Case 10
年齢 (歳)	69	66	74	81	66	67	61	68	76	74
①声帯										
位置	中間位	中間位	中間位	中間位	中間位	中間位	中間位	中間位	中間位	中間位
可動性	低下	正常	低下	低下	正常	正常	正常	低下	低下	正常
閉鎖状態	完全	完全	不完全	不完全	完全	完全	完全	不完全	不完全	完全
緊張	正常	正常	正常	短縮	正常	正常	短縮	短縮	正常	正常
②披裂										
色調	正常	正常	発赤	発赤	発赤	正常	正常	発赤	発赤	発赤
位置	前方突出	(L)正常 (R)側方外転位	正常	(L)正常 (R)側方外転位	正常	正常	(L)正常 (R)側方外転位	前方突出	(L)正常 (R)側方外転位	正常
可動性	低下	正常	低下	低下	正常	正常	正常	低下	低下	正常
③梨状陥凹	開大	(R)閉鎖 (L)開大	開大	(R)閉鎖 (L)開大	閉鎖	開大	(R)閉鎖 (L)開大	開大	(R)閉鎖 (L)開大	閉鎖
④喉頭知覚	鈍麻	正常	鈍麻	鈍麻	鈍麻	正常	鈍麻	鈍麻	鈍麻	正常
⑤喉頭蓋	低下	正常	正常	固定 (右回旋位)	低下	低下	固定 (右回旋位)	固定 (正中位)	固定 (正中位)	低下
ビデオ内視鏡検査 (VE検査)	喉頭内流入なし	喉頭内流入なし	喉頭内流入あり	喉頭内流入あり	喉頭内流入あり	喉頭内流入なし	喉頭内流入なし	喉頭内流入あり	喉頭内流入あり	喉頭内流入あり
-嚥下評価-	咽頭内残留あり (喉頭蓋)	咽頭内残留なし	咽頭内残留あり (両側梨状窩)	咽頭内残留あり (喉頭蓋) (右梨状窩)	咽頭内残留あり (喉頭蓋) (両側梨状窩)	咽頭内残留なし	咽頭内残留あり (喉頭蓋) (右梨状窩)	咽頭内残留あり (喉頭蓋) (両側梨状窩)	咽頭内残留あり (喉頭蓋) (両側梨状窩)	咽頭内残留あり (喉頭蓋) (両側梨状窩)
VF検査 -嚥下評価-	誤嚥なし	誤嚥なし	誤嚥あり (むせあり)	誤嚥なし	誤嚥あり (むせあり)	誤嚥なし	誤嚥なし	誤嚥あり (むせなし)	誤嚥あり (むせなし)	誤嚥あり (むせあり)

嚥下機能評価のための嚥下音の計測法に関する研究

山本尚武（岡山大学工学部助教授）
中村隆夫（岡山大学医学部助教授）
楠原俊昌（岡山大学工学研究科学生）
津川英範（岡山大学工学部学生）

近年、嚥下動作に支障を訴えるひが増えてきている。そこで手軽に適用することができる無侵襲的な嚥下障害を診断するための新しい方法として嚥下音を用いるものを提案し、その計測法について種々の観点から検討を行った。その結果、嚥下音は食塊の咽頭通過という嚥下活動の最も基本的な動作との対応が明確であることがわかった。手軽に測定できる点でも本法の臨床応用が期待できる。

キーワード：嚥下音、嚥下障害、嚥下機能評価、高齢者、インピーダンス咽頭図

A. 研究目的

高齢化社会を迎え嚥下動作に支障を訴えるひが増えてきている。嚥下障害の医学的な対処法はいくつかあるが、先ず初めに、患者の症例ごとの病的嚥下機構を解明する必要がある。今日、嚥下障害を診断する最も基本的な方法として位置づけられているX線透視検査は、診断価値が高いものであるが、測定システムが大型、かつ、高価であり、X線被曝の心配もあり手軽に適用できるものではない。そこで手軽に適用することができる無侵襲的な嚥下障害を診断するための新しい方法として嚥下音を用いるものを提案する。嚥下音は頸部外側面に高感度マイクロホンを接触させるだけで容易に測定可能である。測定装置は比較的簡単に構成することができ、得られたデータの生体情報解析には各種の既存の手法の適用が可能である。今回は嚥下音の計測法とその基本的な特性について種々の観点から検討を行った。

B. 研究方式

図1にインピーダンス咽頭図(IPG)・嚥下音同時測定システムを示す。被験者には自動車用のシートに腰掛けてもらい、背もたれの角度は水平面から75°に設定する。通常は被験者が10ccの液体(水)を飲み込む場合について測定する。

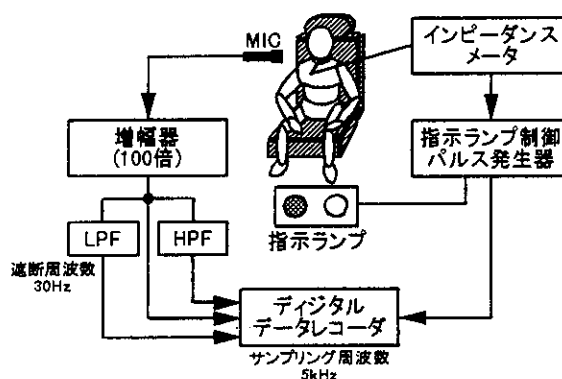


図1 測定システム

IPG測定に使用するインピーダンスメータは頸部電気インピーダンスに比例した電圧を出力する装置である。指示ランプ制御パルス発生器は、測定開始、嚥下活動開始、測定終了の合図

を指示ランプで被験者に知らせるほか、測定開始時および嚥下開始時には測定データにパルスを加算し、解析の際に必要なマークを与える。測定時間は測定開始の合図から嚥下運動開始までの安静時間を4秒間、嚥下運動時間および嚥下運動終了後の安静時間を8秒間、合計12秒間で行う。

また、嚥下音測定に使用するマイク(F-P5000、SONY)は、嚥下音の集音効果と周辺の雑音の影響を回避することを目的として、先端に3 cm程度の筒を装着している。このマイクをIPG測定のために装着される電位電極の鉛直下方に、電極装着に使用するカラーに重ならないように留意して表面に密着させる(図2)。この際、マイクを密着させる部位には、嚥下活動中の密着状態を保ち、嚥下音の反射を少なくするために超音波測定用媒質(Gelsonic、日本光電)を塗布しておく。測定された嚥下音は電圧信号に変換され、増幅器によって100倍に増幅される。その後カットオフ周波数が30 Hzのローパスフィルタとハイパスフィルタを用いて低周波成分と高周波成分とに分離し、元の信号と共にサンプリング周波数5 kHzで、デジタルデータレコーダに記録されるようになっている。

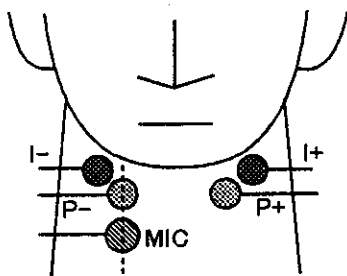


図2 マイクの配置

以上のように構築された測定システムを用いて、同一被験者の繰り返し測定による再現性の確認、被験者の違いによる再現性の確認、食塊の種類による嚥下音の違い、IPGと嚥下音の時間的対応などの嚥下音に関する基本的特性につ

いて検討を行った。

C. 研究結果

図3は健常者が水10 ccを飲み込む時に測定される嚥下音の例である。ただしこの波形はフィルタによる信号の分離は行っていない元の信号である。被験者には0秒の時点で嚥下開始の合図をしている。このように食塊がマイクを当てている部分を通過する1秒弱の間に2、3グループに分かれて振幅の大きい波形が観測される。

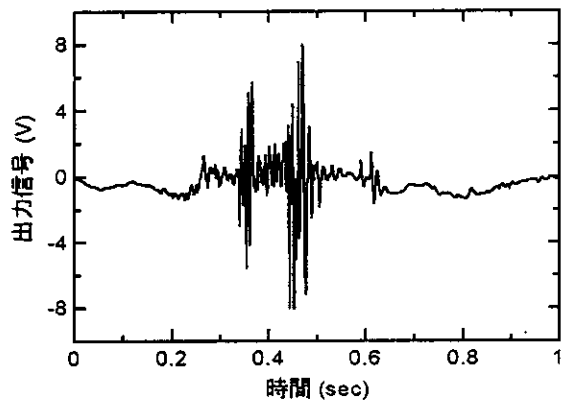


図3 嚥下音測定例

この波形をFFT解析した結果を図4に示す。同図から分かるように、嚥下音波形は約20 Hz以下の低周波成分と約40 Hz以上の高周波成分が混合されて生成しているといえる。元の信号波形からは分かりにくくなりがちな低周波成分についてもその特徴に注目していくために、前節で述べたようにカットオフ周波数を30 Hzに設定したローパスフィルタとハイパスフィルタにより低周波成分と高周波成分に分離して記録を行うこととした(図5)。また、2 kHz以上の周波数帯域に注目するとパワースペクトル密度は-60 dB以下と十分小さい値となっていることから、標本化定理を考慮すればデータレコーダのサンプリング周波数を5 kHzに設定することは妥当であるといえる。

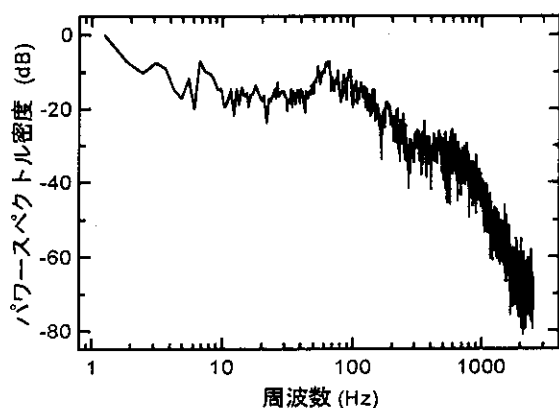
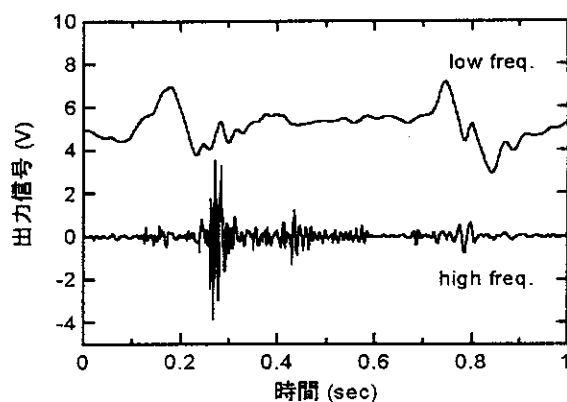


図4 嚥下音のFFT解析



(a) 試行1

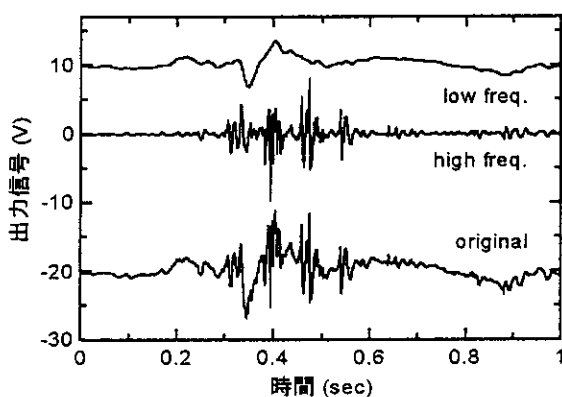
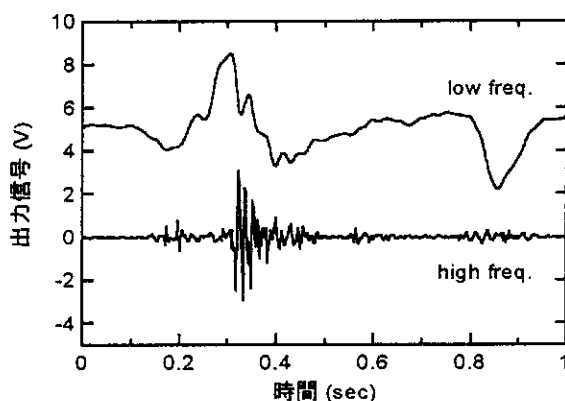
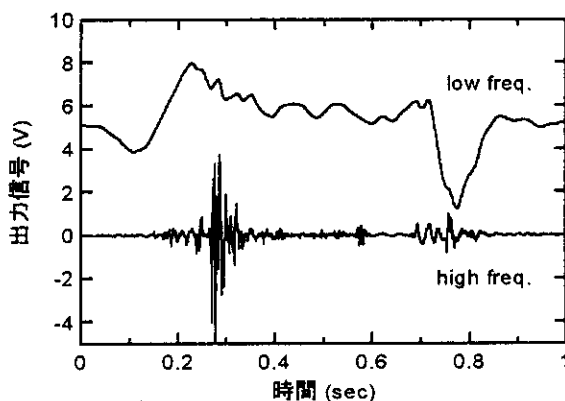


図5 嚥下音波形の分割



(b) 試行2

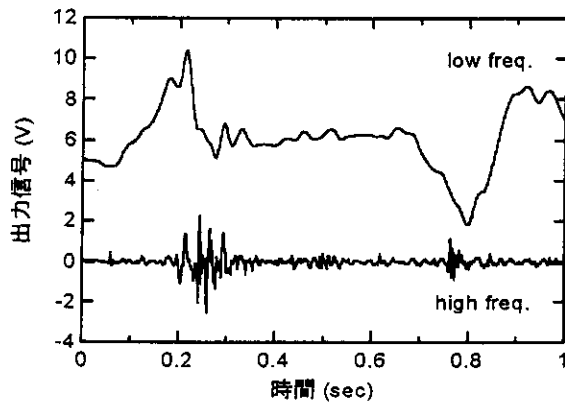


(c) 試行3

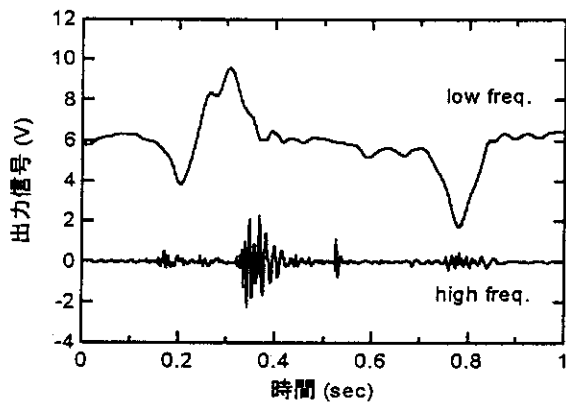
まず嚥下音測定を嚥下活動解析に役立てるには再現性について検討しておかなければならない。今回、同一被験者の繰り返し測定による再現性、被験者の違いによる再現性について検討を行った。同一被験者の繰り返し測定の結果を図6、異なる被験者に対する測定結果を図7に示す。各場合とも波形の特徴が測定回ごとに失われないことが確認できる。

次に食塊の種類による嚥下音の違いについて検討を行った。食塊は水10cc、ゼリー10cc、ご飯10cm³、そして空嚥下した場合の4つのケースに注目した。測定結果をそれぞれ図8に示す。いずれも0秒の時点で嚥下開始の合図をしている。

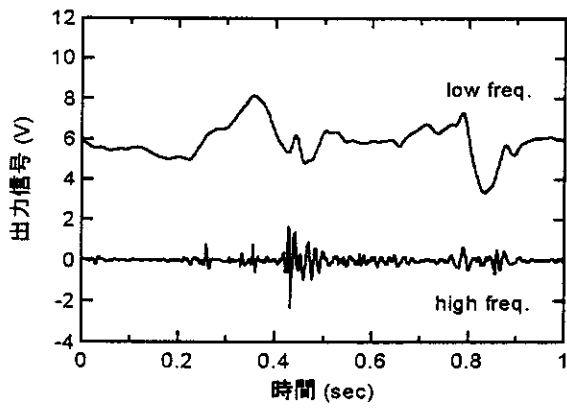
図6 同一被験者に対する再現性



(a) 被験者 1

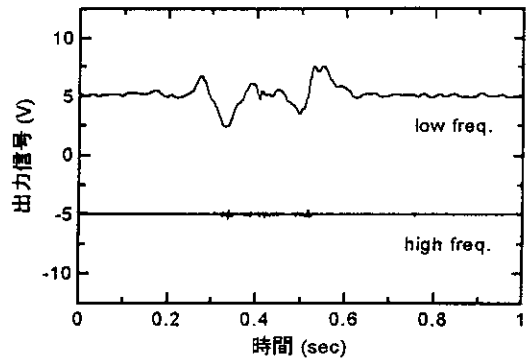


(b) 被験者 2

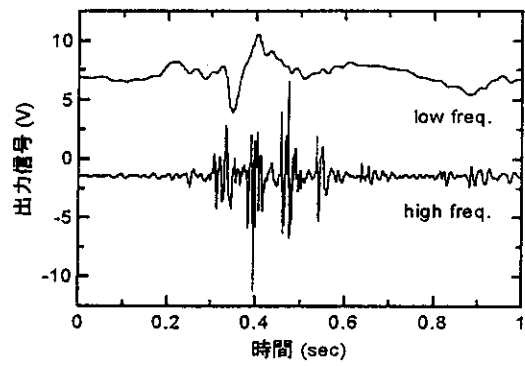


(c) 被験者 3

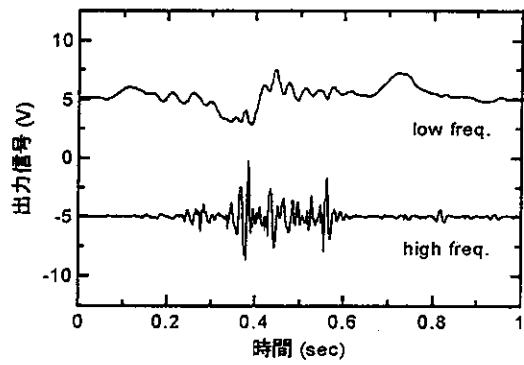
図7 異なる被験者に対する再現性



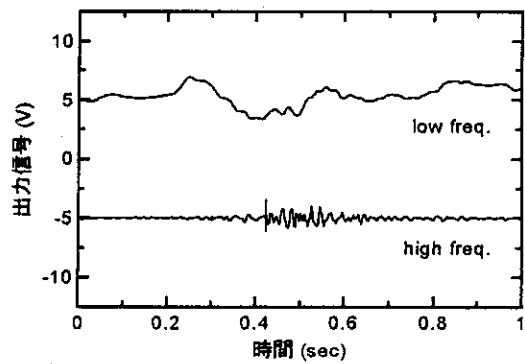
(a) 空嚥下



(b) 水



(c) ゼリー

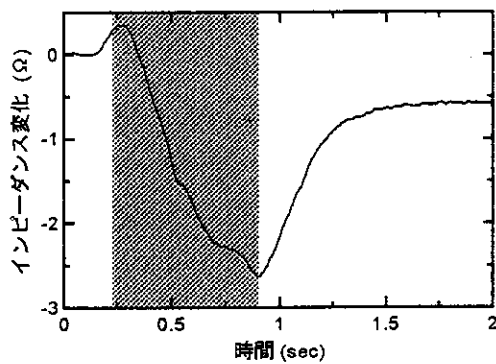


(d) ご飯

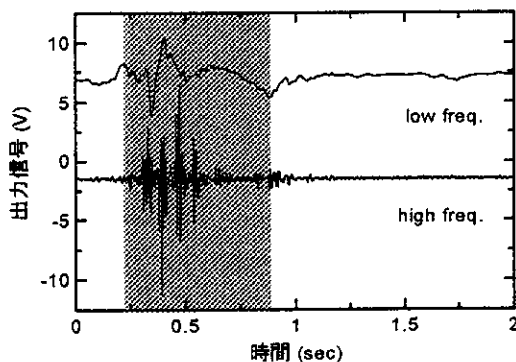
図8 食塊の種類による嚥下音の違い

空嚥下を行った場合の測定波形に注目すると、低周波成分については他のケース同様に嚥下活動の形跡が記録されているが、高周波成分については嚥下活動によるものといえる信号はほとんど確認できない。つまり、嚥下音の低周波成分には食塊の通過に伴う喉頭部分の運動が反映されており、高周波成分には食塊が咽頭通過時に発生する流動音が反映されているといえる。

さらに嚥下音と IPG との時間的対応について検討を行った。図 9 は IPG と嚥下音を同時に測定した結果である。食塊には水 10 cc を使用している。同図のメッシュをかけた区間は IPG の咽頭通過時間に相当する部分である。嚥下音測定のマイクを当てる位置は咽頭部に相当することから、IPG の咽頭通過時間はほぼ嚥下音波形の活発な部分に一致する様子が確認できる。



(a) IPG



(b) 嚥下音

図 9 IPG と嚥下音の時間的対応

D. 考察

同一被験者の繰り返し測定および異なる被験者に対する測定の結果より、測定回ごとに波形の特徴が変化することは無いことが確認され、再現性があるといえる。

また食塊の種類ごとの嚥下音の測定結果より、水、ゼリー、ご飯と食塊が硬くなるにつれて低周波成分は信号の変化が緩やかになり、高周波成分は信号の振幅が小さくなっていく傾向が確認できる。これは空嚥下の測定結果から得られた高低各周波数成分の測定対象を考慮すると、食塊が液体から固形へと硬くなるにつれて喉頭部分の動作が遅い、つまり嚥下しにくくなることや、液体と比べ固形物では食塊通過の音が小さくなっていく特徴を反映したものであるといえる。したがって、食塊の種類特有の嚥下音波形が存在すると結論付けられる。また、IPG 測定法では液体(水)を通常嚥下する食塊として採用しているが、水の嚥下音はゼリーやご飯などの嚥下音と比較すると信号が大きく、嚥下活動に対して分かりやすい波形であることから、嚥下音測定においても食塊に水を採用することが最も妥当であるといえる。

さらに、嚥下音と IPG の同時測定結果より、嚥下障害者に多く見られる多相化した IPG に対しても嚥下音波形の活発な時間帯を参照することで、咽頭通過時間の特定をより正確に行うことが可能になると考えられる。

E. 結論

嚥下時に発生する嚥下音を頸部にマイクを密着させて計測した。その結果、嚥下音の低周波成分には食塊の通過に伴う喉頭部分の運動が反映されており、高周波成分には食塊が咽頭通過時に発生する流動音が反映されているといえる。よって、嚥下音の計測とインピーダンス咽頭図とを併用することにより、簡便かつ精度のよい咽頭通過時間の判定が可能となる。さらに、診

断ばかりでなく嚥下機能の回復トレーニングに対する応用も期待できる。

F. 引用文献

- 1) T. Nakamura, Y. Yamamoto, T. Yamamoto and H. Tsuji : Fundamental characteristics of human limb electrical impedance for bio-dynamic analysis, *Medical & Biological Engineering & Computing*, Vol. 30, No. 5 : pp. 465-473, 1992.
- 2) 山本尚武, 中村隆夫, 関八州彦, 宇都山欣也, 明石謙, 軸屋和明 : 嚥下活動の計測のための頸部電気インピーダンス, *電気学会論文誌 A*, Vol. 118-A, No. 3 : pp. 210-217, 1998.
- 3) 山本尚武, 中村隆夫, 楠原俊昌 : インピーダンス咽頭図を用いた嚥下活動の解析法の検討, *長寿科学総合研究平成 9 年度研究報告*, Vol. 7 : pp. 77-83, 1998.

G. 研究発表

1. 論文発表

- ① Yoshitake Yamamoto, Takamitsu Kubota and Hiromi Isshiki : Emotional Measurement using fluctuation analysis of electrodermal activity, *Reports of Toyota Physical and Chemical Research Institute*, No. 51 : pp. 99-105, 1998.
 - ② Adli, Yoshitake Yamamoto, Comparative considerations of eliminating method for power line interference in electrocardiography, *Memoirs of the Faculty of Engineering, Okayama University*, Vol. 32-1・2, pp. 7-14, 1998.
- ### 2. 学会発表
- ③ 中村隆夫, 山本尚武, 楠原俊昌, 関八州彦, 宇都宮欣也, 軸屋和明, インピーダ

ンス咽頭図を用いた高齢者の嚥下活動の評価, 第 37 回日本 ME 学会大会論文集, 講演番号 1K4-5, pp. 425, 1998.

- ④ 一色弘三, 高山桂一, 山本尚武, 皮膚電気活動における皮膚インピーダンスと皮膚電位の同時計測による比較検討, 第 37 回日本 ME 学会大会論文集, 講演番号 1K4-6, pp. 426, 1998.
- ⑤ 楠原俊昌, 中村隆夫, 山本尚武, 関八州彦, 明石謙, 軸屋和明, IPG パラメータ解析による嚥下活動評価に関する研究, *電子情報通信学会 ME とバイオサイバネティクス研究会*, 信学技報, MBE98-44, pp. 15-21, 1998.
- ⑥ 一色信賢, 東原幸市, 山本尚武, 生体電気インピーダンスを用いた局所脂肪の無侵襲計測法に関する研究, 平成 10 年度電気・情報関連学会中国支部大会, 131502, pp. 379-380, 1998.
- ⑦ 楠原俊昌, 津川英範, 山本尚武, 中村隆夫, IPG パラメータ解析による嚥下活動評価法の検討, 平成 10 年度電気・情報関連学会中国支部大会, 131505, pp. 385-386, 1998.
- ⑧ Yoshitake Yamamoto, Takao Nakamura, Toshimasa Kusuvara, Adli, Consideration of conditions required for multi-channel simultaneous bioimpedance measurement, *Proceedings of IEEE Instrumentation & Measurement, Technology Conference*, Vol. 1, pp. 231-234, 1998.
- ⑨ Adli, Yoshitake Yamamoto, Takao Nakamura, Elimination of power line interference in ECG signal using inverse loop, *Proceedings of 20th Annual International Conference of IEEE Engineering in Medicine & Biology Society*, Vol. 20, part 6/6th, pp. 3313-3314, 1998.

嚥下障害に対する嚥下圧バイオフィード

バックの問題点-味覚刺激の重要性-

岡島康友（慶應義塾大学月が瀬リハビリテーションセンター助教授）

宇都山欣也，田中尚文，村岡慶裕，富田豊

嚥下バイオフィードバック訓練に用いるパラメータとして，前頸部インピーダンス，嚥下音，嚥下圧，舌骨上筋群筋電図の4つに注目し検討してきた。

今回は嚥下圧バイオフィードバックに焦点をあてて，波形の特徴と随意変容性について検討した。さらにバイオフィードバック訓練が困難な症例について嚥下誘発を惹起するためには味覚刺激が重要であることを嚥下圧の観察から証明した。

キーワード：嚥下障害，嚥下圧，クエン酸，咽頭麻酔

A. 研究目的

嚥下運動は意識下には捉えにくく，その動きを患者にバイオフィードバックして提示することは訓練上有用である。脳血管障害における仮性球麻痺や球麻痺による嚥下障害に対して，奥舌や上咽頭の冷刺激による嚥下反射誘発，空気嚥下，吸気後嚥下(supraglottic swallow)，Mendelsohn's maneuverなどが行われている⁸⁾，これらに際しても，バイオフィードバックは応用できる手法と考える。我々は，これまで前頸部インピーダンス，嚥下音，嚥下圧，舌骨上筋群筋電図をモニタできるバイオフィードバック機器を開発し³⁾⁴⁾，基礎的実験および嚥下障害患者への応用を試みてきた。しかし嚥下圧に関してはセンサの問題もあり，詳細な検討は出来ていなかった。そこで今回は心臓カテーテル用のセンサを用い嚥下圧バイオフィードバックの再検討を行った。また嚥下反射が誘発されない症例に対するバイオフィードバック訓練に際して味覚刺激が重要であることを検討した。

B. 研究方法

1. 味覚刺激の嚥下に与える影響。

クエン酸による味覚刺激がVFGで測定した咽頭通過時間に影響を及ぼすか否かを検討した。対象は健常者4名。VFG下に水嚥下，5%クエン酸溶液嚥下を記録した。ついで疑似的嚥下障害を局所麻酔薬で作り，同様に記録した。局所麻酔薬はリドカイン40mgを内視鏡検査の前処置に準じて，咽頭に噴霧した。咽頭通過時間の評価は，液体の先端が口蓋垂下端に到達した時点を開始0秒とし，頭蓋谷到達時間，食道入口部到達時間を測定した。

2. 健常者における嚥下圧の測定。

健常者1名(40才)を対象に嚥下圧波形の特徴と再現性を調べた。センサは直径約1.5mmの心臓カテーテル検査用のMiller社製MPC-500である。サンプリング周波数は100Hzで8秒間の圧変化を記録し，プリアンプとADコンバータを介して，パーソナルコンピュータでモニタおよび記録を行った。圧センサは経鼻的に挿入しカテーテル先端位置を口蓋垂下端，喉頭蓋谷圧，食道入口部とし波形を比較した。

次に側窓式である本センサの圧指向性を調べるために，口蓋垂下端にカテーテル先端を置き，カテーテルを90°ずつ回転させ嚥下圧を測定し，圧波形の再現性について検討した。なお測定に際し位置の変化が無いように注意した。

最後に嚥下圧の各部位での随意変容性を調べるために空嚥下と努力嚥下に際して上記3部位で圧波形を記録した。

3. クエン酸による嚥下圧の変化。

健常者1名(40才)において口蓋垂下端，喉頭蓋谷直下，食道入口部の3カ所の圧を水と5%クエン酸溶液を用いて嚥下圧を比較した。次に増粘剤が嚥下圧に及ぼす影響を同様に水と5%クエン酸溶液で比較した。このデータを対照として水分摂取に際し増粘剤が必要であった嚥下障害患者に対し(51才男性，左中大脳動脈領域と脳幹左側の梗塞，両片麻痺，球麻痺)同様に測定した。

C. 研究結果

1. 味覚刺激の嚥下に与える影響。

図1に水とクエン酸溶液の嚥下を咽頭麻酔前と後で比較した結果をまとめた。

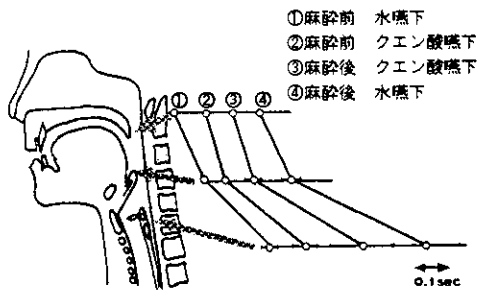


図1 VFG下における造影剤通過時間

麻酔前では水とクエン酸溶液の咽頭通過時間に変化はなかった。麻酔後の水嚥下では嚥下障害患者にみられるような咽頭通過時間の延長がみられた。麻酔後でもクエン酸を付加すると咽頭通過時間は正常嚥下に近づいた。

2. 健常者における嚥下圧の測定。

図2は圧センサを挿入部で90°回転させその都度の嚥下圧を口蓋垂下端で測定した結果を示したものである。側窓式の圧センサであるが嚥下圧の変化は見られなかった。

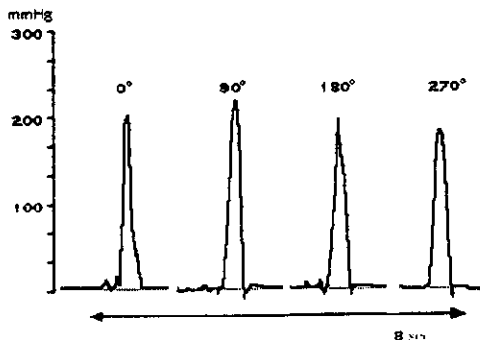


図2 カテーテル回転させたときの口蓋垂下端における嚥下圧波形

図3は健常者の空嚥下における圧波形である。口蓋垂下端での圧は単一ピークを示し、喉頭蓋谷では複数のピークからなる幅広の波形を呈す。食道入口部では喉頭挙上に伴うピークと、それに続くなだらかな波形が特徴的である。

図4は通常空嚥下と努力嚥下を比較したものである。上から順に口蓋垂下端、喉頭蓋谷、食道入口部における嚥下圧の結果を示す。嚥下圧の随意変容性は口蓋垂下端では明らかであったが喉頭蓋谷および食道入口部では明らかな変化は認められなかった。なお喉頭蓋谷位でのスパイクはセンサと喉頭蓋谷との衝突によるものあり、食道入口部の第2波の先鋭化は空気混入による変化で努力性嚥下とは無関係であった。

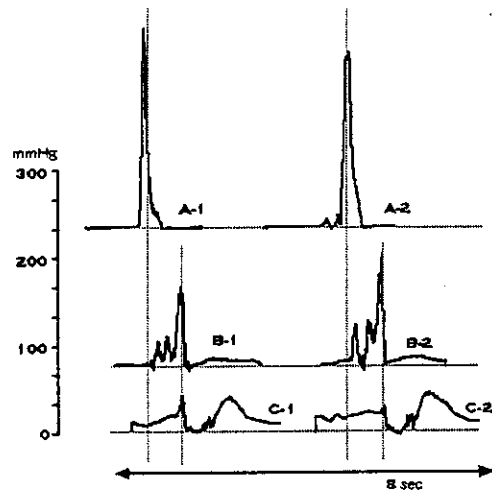


図3 健常者空嚥下圧波形 A-1,2 口蓋垂下端, B-1,2 喉頭蓋谷, C-1,2 食道入口部。

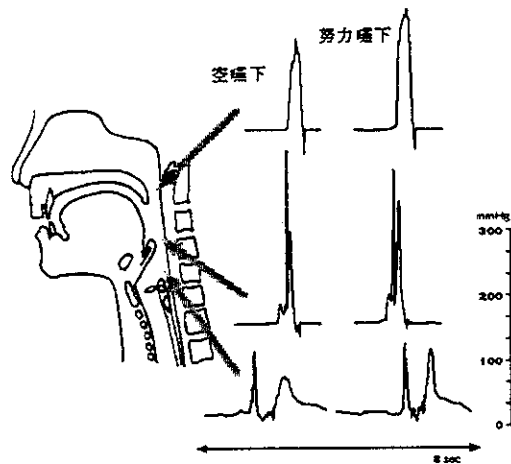


図4 空嚥下と努力嚥下の嚥下圧波形

3. クエン酸による嚥下圧の変化。

図5は水嚥下(3ml)における嚥下圧の結果である。図3で見られる喉頭蓋由来と思われる鋭波は消失した。これは水による衝撃緩衝に由来するものと考えられる。

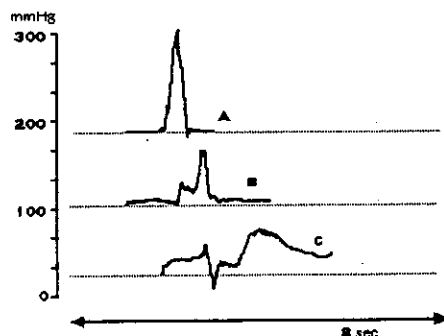


図5 健常者水嚥下圧波形 A 口蓋垂下端, B 喉頭蓋谷, C 食道入口部。

図6は5%クエン酸溶液3ml嚥下の圧波形である。それぞれ3回ずつの嚥下が記録されているが、最初の嚥下のみ溶液の通過を伴うものである。後の2回の嚥下は味覚刺激に誘発された空嚥下である。図5の水嚥下に比べ口蓋垂下端での圧は明らかに増加している。

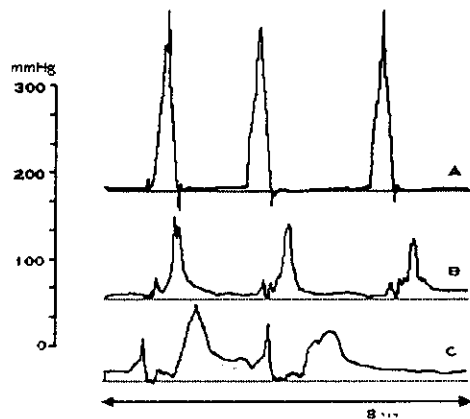


図6 健常者クエン酸溶液嚥下圧波形
A 口蓋垂下端, B 喉頭蓋谷, C 食道入口部。

図7は水に増粘剤を加えたものを嚥下したときの圧波形である。図5の水嚥下と比べ圧はやや増加している。

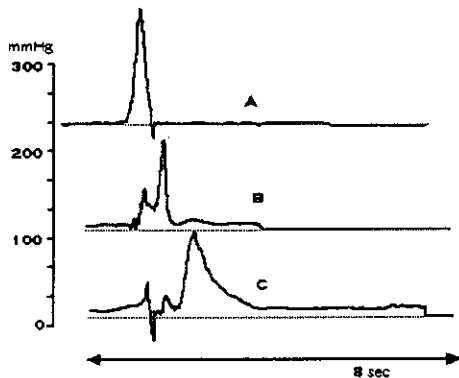


図7 健常者増粘剤水嚥下圧波形
A 口蓋垂下端, B 喉頭蓋谷, C 食道入口部。

図8は5%クエン酸溶液に増粘剤を加えたものの嚥下圧波形である。図6と同様クエン酸の味覚刺激によると思われる複数嚥下が観察された。

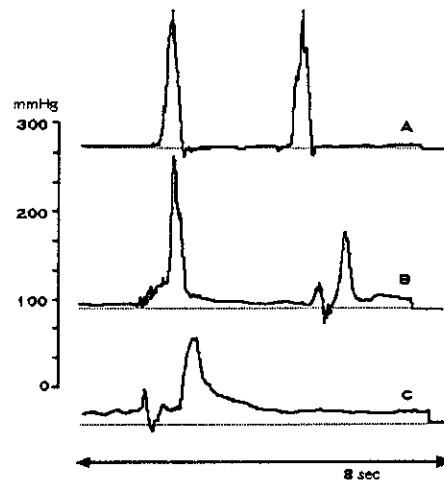


図8 健常者クエン酸増粘剤嚥下圧波形
A 口蓋垂下端, B 喉頭蓋谷, C 食道入口部。

図9から図11は嚥下障害患者に増粘剤入りの水およびクエン酸溶液を嚥下させたときの圧波形の結果である。図9は増粘剤入り水嚥下であるが、口蓋垂下端の嚥下圧は健常者に比べ著明に低い。喉頭蓋谷の嚥下圧波形に関しては健常者で見られるパターンと異なりピークに先行する波形部分は小さくなる。

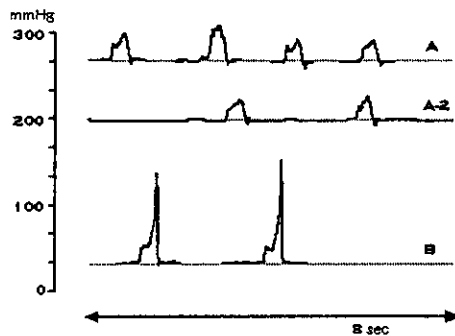


図9 症例, 増粘剤添加水嚥下圧波形(無味)
A, A-2 口蓋垂下端, B, 喉頭蓋谷。

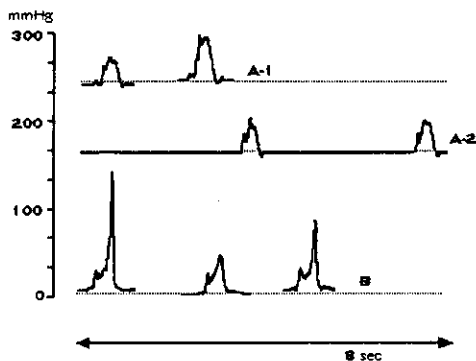


図10 症例, 増粘剤添加2.5%クエン酸溶液嚥下圧波形
A, A-2 口蓋垂下端, B 喉頭蓋谷

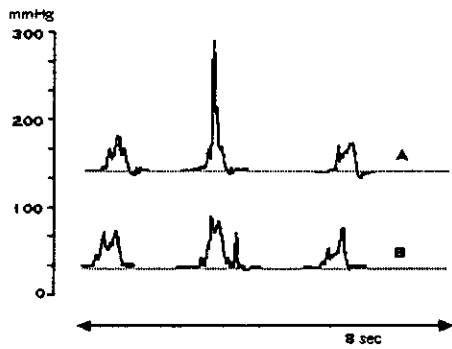


図11 症例，増粘剤添加5%クエン酸溶液
嚥下圧波形 A,A-2 口蓋垂下端，B 喉頭蓋谷。

図10と図11は増粘剤入りクエン酸溶液の嚥下であるが，口蓋垂下端の圧は図9の増粘剤入り水嚥下に比較してやや大きくなっている。なお5%クエン酸溶液の嚥下では喉頭蓋谷での圧センサの位置が移動しやすく，口蓋垂下端での圧ボタンに類似してしまっている。

D. 考察

1. 味覚刺激の嚥下に与える影響

健常者において，水嚥下を行わせたときの咽頭通過時間が咽頭麻酔下で延長することが観察された。同一咽頭麻酔下でクエン酸溶液を嚥下させると咽頭通過時間は正常もしくは軽度延長レベルに復する。

通常の咽頭麻酔は表面麻酔であり表在知覚のみ鈍麻し運動機能には影響を及ぼさない。従って味覚が無いことが咽頭通過時間の延長を起し，味覚を付加することでそれが正常化すると考えられる。嚥下障害の中には喉頭蓋谷に液体が落ち込んでから初めて，喉頭挙上が出現する嚥下の咽頭期の障害は実際の症例でも良く経験する。そしてそのような症例に対してはクエン酸の味覚刺激は嚥下反射に有用と思われ実際に，我々はクエン酸付加を臨床応用した¹⁰⁾。

我々は嚥下障害患者にバイオフィードバック訓練を試みてきたが，特に球麻痺等では嚥下反射が誘発されず，フィードバック訓練自体が成り立たない症例を経験した。そのような症例でも味覚のある実際の食事では嚥下がうまく成立していることもあり，バイオフィードバック訓練の限界を感じていた。そこで本研究では空嚥下ではなく味覚を伴った飲食物を用いてバイオフィードバック訓練を行うことを考えた。

2. 健常者の嚥下圧

通常の圧センサの感圧部は側窓式であることか

ら窓の位置によって圧が変化し再現性がないとの批判がある^{6),9)}。また我々がすでに報告したように圧センサ自体の感度や温度依存性の問題もある³⁾。今回用いた心臓カテーテル用のセンサでは陰圧も測定可能でまたカテーテルの回転による圧波形変化も少なかった。さらには本センサには軽い巻き癖がついており，それに逆らわないように挿入すれば抜き差しごとに方向が変わることは無いように思える。

健常者の嚥下において随意的に圧を大きく変容できるのは口蓋垂下端における圧のみであった。それより下位の喉頭蓋谷，食道入口部の圧に随意性は無かった。なお一見変容している様に見られる波形は偶発的な空気嚥下によるものであった。健常者の嚥下圧に関する知見を以下のようにまとめた。

①嚥下における嚥下圧の基本波形は，口蓋垂下端では一峰性の鋭いピークで変容性を持つ。

②喉頭蓋谷での圧波形は先行する複数の小ピーク群と，それに続く大きなピークからなり，小ピーク群は嚥下の内容物で修飾されやすく，カテーテルと喉頭蓋あるいは咽頭壁との擦れによるものと推察される。一方大きなピークは液体の通過を反映するものと考えられる。

③食道入口部での圧は液体の通過に伴う陽圧に先立って小さな陰圧を感知することがあり，また食道の蠕動を緩やかな陽圧として感知することも³⁾ある。

口蓋垂下端においてクエン酸による味刺激は圧を上昇させることがわかった。これはVFGで認められた咽頭通過時間短縮効果と関係する可能性がある。一方増粘剤を付加することによって，圧は全般にやや高くなる傾向が見られた。これは液体自体の粘性の増加を圧センサが捉えたことの結果と考える。

3. 嚥下障害症例

本球麻痺患者においてクエン酸の付加が口蓋垂下端での嚥下圧をやや高め連続複数回嚥下を誘発することがわかった。このことは二度嚥下の励行など嚥下障害の訓練に際して有利となる。また喉頭蓋谷の嚥下圧波形に関してもその幅とパターンがより正常に近いパターンとなっていることがわかる。なお嚥下障害患者では軟口蓋での嚥下圧の上昇が不良であることはすでに報告されている³⁾。

嚥下運動と味覚刺激との関係についての報告は少ないが，VFG下でレモンジュースの影響について検討した報告があり¹⁾，それによると咽頭通過時間の短縮が示されている。今回の我々の咽頭麻酔下での実験結果に一致するものと考えられる。しか

し嚥下圧と味覚刺激の関係に関する報告は皆無で、本研究が初めての報告と思われる。

嚥下障害者に対するバイオフィードバック訓練で、嚥下反射がうまく誘発されない例においては、味覚刺激を付加することが有用であると考えられる。嚥下圧フィードバックは反射起始部である上咽頭での嚥下運動の大きさを反映し、味覚がそれを随意による変容と同様に变化させることがわかった。一方すでに報告したように⁹⁾嚥下音は反射が起こったことを患者にフィードバックする為に用いることができ、これらを組み合わせることによってより実践的な嚥下バイオフィードバック訓練が可能になると考える。なおクエン酸溶液を用いることの欠点は誤嚥のリスクを負うことにあり今後電気あるいは機械的刺激による反射誘発⁷⁾など検討する必要がある。

E. 結論

嚥下バイオフィードバック機器を作製し、筋電図、インピーダンス、嚥下音、嚥下圧について検討し、嚥下障害患者を対象にその臨床応用を検討してきた。今回は嚥下圧について部位による随意変容性を検証した。また嚥下反射の誘発不良例に対して味覚刺激を付加することの重要性をVFG上の咽頭通過時間と嚥下圧の観点で示した。

F. 引用文献

- 1) Logemann JA, Pauloski BR, et al : Effect of a sour bolus on oropharyngeal swallowing measures in patients with neurogenic dysphagia. J Speech Hear Res 38: 556-563, 1995.
- 2) 森敏裕 : 嚥下第 1 期における嚥下動態の研究. 日耳鼻95 : 1022-1034, 1992.
- 3) 岡島康友, 田中尚文ら : 嚥下障害に対するバイオフィードバック機器の開発. 厚生省長寿科学総合研究班(第3分野). 平成8年度報告書(Vol. 7), 99-104, 1997.
- 4) 岡島康友, 田中尚文ら : 嚥下バイオフィードバックにおける変容成分の定量的検討. 厚生省長寿科学総合研究班(第3分野). 平成9年度報告書(Vol. 6), 84-89, 1998.
- 5) Olson R, Castell J, et al : Videomanometry of the pharynx in dysphagic patients with laryngeal barium penetration during swallowing. Acta Radiol 39: 405-409, 1998
- 6) Orsson R, Kjellin O, et al : Videomanometric aspects of pharyngeal constrictor activity. Dysphagia 11: 83-86,

1996.

- 7) Pommerenke WT : A study of the sensory areas eliciting the swallowing reflex. Am J physiology 84: 36-41, 1928.
- 8) Schultz JL, Perlman AL, et al : Laryngeal movement, oropharyngeal pressure, and submental muscle contraction during swallowing. Arch Phys Med Rehabil 75 : 183-188, 1994.
- 9) 柴本勇, 小島千枝子ら : 嚥下障害患者の嚥下圧測定-健常者との比較. 第8回日本嚥下障害臨床研究会(講演集p5), 1996.
- 10) 宇都山欣也, 明石謙ら : クエン酸溶液の嚥下刺激-健常者における影響-. 厚生省長寿科学総合研究班(第3分野). 平成9年度報告書 (Vol. 6), 73-76, 1998.

G. 研究発表

1. 学会発表

- ① 宇都山欣也, 田中尚文他, 咽頭麻酔の嚥下に与える影響, 第7回日本リハビリテーション医学会 関東地方会, 1998.
- ② 田中尚文, 岡島康友他, 食物形態による嚥下音の変化, 第4回日本摂食嚥下学会, 1998.