

嚔下誘発テストの開発とその  
臨床的意義に関する研究

指導教官名 折原 進 教授

平成元年4月

東京大学大学院歯学部歯科学科

口腔内科学専攻 (歯学)

第1臨床歯学専攻 入学

氏名 須藤 英一

①

嚔下誘発テストの開発とその  
臨床的意義に関する研究

指導教官名 折茂 肇 教授

平成元年4月

東京大学大学院医学系研究科

第3種博士課程（医学）

第1臨床医学専攻 入学

氏名 須藤 英一

# 目次

緒言	1
1. 嚔下誘発テストの臨床導入のための基礎的検討	3
(1) 嚔下誘発テスト装置の設定と測定法	3
(2) 嚔下誘発テストの注入液の決定と再現性に関する検討	8
(3) 嚔下誘発テストの体位に関する検討	11
(4) 嚔下誘発テストの性差に関する検討	13
2. 嚔下誘発テストに及ぼす老化の影響	14
3. 嚔下性肺炎例における臨床的検討	18
4. 嚔下誘発テストにおける嚔下閾値上昇と吸気無抑制の検討	23
5. 嚔下機能リハビリテーションへの嚔下誘発テストの応用	25
6. 嚔下誘発テストによる嚔下性肺炎発症の危険度（リスク）の 多重ロジスティック分析による検討	31
7. 嚔下誘発テスト全般に関する考察	34

## 【緒言】

老化に伴い呼吸器疾患の頻度は増加し、老年者の肺炎は最も重要な直接死因の一つとなっている<sup>1)3)</sup>。しかしその早期診断は必ずしも容易ではなく、至適治療法の確立には多くの問題が山積しているのが現状である。

老年者の肺炎の特徴としては、臨床症状や血液学的検査所見が非定型的であることや嚥下性肺炎の頻度が高く、その予後が不良であることが挙げられる<sup>4)5)</sup>。したがって、嚥下性肺炎の予防と対策は今後の老年医学の重要な課題である。

老年者の嚥下性肺疾患を、我々は誤嚥物の性状、量、分布などによりメンドルソン症候群、嚥下性肺炎、びまん性嚥下性細気管支炎の3つに分類している<sup>6)8)</sup>。特に老年者においては、脳血管障害や神経疾患など種々の基礎疾患を有し寝たきりとなりやすいこと、鎮静薬、睡眠薬の投与による意識低下及び日常生活能低下がみられることに加えて、義歯の咬合不全や食事後の口腔内不潔による細菌繁殖が生じ、誤嚥や嘔吐の明かな既往がとらえられなくとも、口腔咽頭粘膜に繁殖した細菌の微量吸引が重複した形で嚥下性肺炎が発症する頻度が高い。そして一度罹患すると重篤となりやすく、臨床上重要な問題である<sup>3)7)9)11)</sup>。しかし、嚥下性肺炎を引き起こすハイリスクグループの患者を、あらかじめ予知するような容易に施行可能で特異性も高い検査方法は現在のところ確立されていない。

嚥下動態に関する報告は多く、古くは嚥下動態をX線学的に解析した報告<sup>12)14)</sup>や、X線映画と筋電図を組み合わせ嚥下動態の解析をした報告<sup>15)</sup><sup>19)</sup>はある。しかしこれらの研究においては嚥下障害の定量的評価法や老化による影響は検討されていない。最近では稲木ら<sup>20)21)</sup>が嚥下機能の定



量的評価法として咽頭クリアランス能の測定値を試みている。老化による嚥下機能の評価に関しては、古川<sup>22)</sup>が嚥下時の喉頭運動を、X線映画撮影により甲状軟骨の運動から解析したものをはじめ、硫酸バリウムを嚥下させ咽頭食道透視より評価しようとする試み<sup>23)24)</sup>や、舌骨運動のX線学的解析からの評価による試み<sup>25)</sup>もされている。しかしながら、このような方法ではいずれも食道透視や嚥下圧測定を行うため、患者に多大の負担がかかる。また木村ら<sup>26)28)</sup>は、脳血管障害の患者を中心に嚥下障害の定量的評価法を、やはりX線透視を利用するビデオフルオログラフィー検査や表面電極を用いたエレクトログロトグラフィー検査などで分析している。しかしこれらの方法によっても、老年者においては、X線透視やガストログラフィン希釈液の嚥下に耐えられない場合が多い。

これらの点を考慮して我々は嚥下に伴う喉頭機能を、定量的にしかも最小限の侵襲で分析することを目的に、嚥下誘発テスト (Swallowing-Provocation Test: SPT) を開発した。本論文ではそのSPTの臨床導入にあたって必要であった基礎的な検討事項をまず述べる。次に老化がSPTに及ぼす影響について検討した。さらにSPTが、老年者の呼吸器疾患の中で重要な位置を占める嚥下性肺疾患のリスク評価に有用であることを明らかにした。ついでSPTを用いたプロスペクティブな経時的検査により老年者の嚥下機能の評価を行い、その臨床的有用性を検討した。これらのSPTによる総合的な嚥下機能評価をまとめて誤嚥リスクスコアを設定して、その臨床的意義を明らかにした。

最終的に、ロジスティックモデルに基づいて、SPTから得られる指標を導入した嚥下性肺炎の判別式を得て、SPTにより本症を高い特異性を以て予知し得ることを示した。

## 1. 嚥下誘発テストの臨床導入のための基礎的検討

### (1) 嚥下誘発テスト装置の設定と測定法

今回我々が開発したSPTの装置の回路図は図1に示すようなものである。この方法は西野ら<sup>29)</sup>が意識を様々にコントロールした麻酔患者を対象として比較的侵襲の少ない方法で嚥下を誘発し、刺激量と嚥下運動との関係を半定量的に評価して、嚥下反射を検討した報告を参考にして設定したものである。我々は老年者を含む内科患者全般に、覚醒時にも最小の侵襲で容易に施行することを可能にし、一定の再現性と精度を得られるようにすることに重点をおいて、比較的に大幅な改変を加えた。その主要な点は、(1) 口にテーピングをするという人為的な高度に侵襲度の高い方法のかわりに通常の呼吸状態を維持して検査するようにしたこと、(2) 刺激時点を正確に測定するために注入路の側副路として圧回路を並列に設定したこと、(3) 喉頭刺激のタイミングを正確にコントロールするために、測定にあたっては被検者の換気運動がほぼ一定の換気リズムに達した時点で呼気終末を確認後直ちに注入を行ったことである。注入は0.4, 0.6, 0.8, 1.0mlの少量の注入液を細管から一気にボラスとして、投与の順列に関しては無作為的に注入した。ボラスとして注入に要した時間は圧波形の持続時間として現れるが、その時間は一定であり注入刺激に再現性があることを確認した。また気管音を記録し誤嚥に伴う吸引物の有無を確実に把握することに努めた。

SPTの施行にあたっては、まず顎下筋電図の表面電極をオトガイ舌骨筋部に装着し、同筋の筋電図を記録した。また気管音を採取するためマイクروفोन (TA-501T; 日本光電工業 (株)) を胸骨上切痕部に装着した。

### Blockdiagram of Swallowing Provocation Test

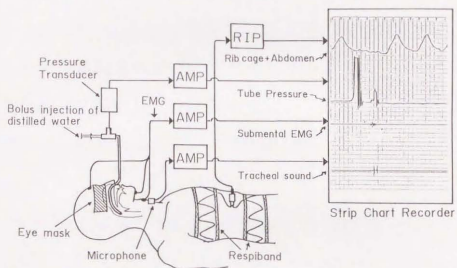


図1 嚥下誘発テスト (Swallowing-Provocation Test:SPT) 装置回路図

さらに呼吸インダクタンスプレチスモグラフィ（RIP: Resptrace; Ambulatory Monitoring Inc, NY）の測定用バンドを被検者の胸部中央部分と腹部の臍部の高さで装着し、一回換気量を仰臥位にて連続記録した。測定にあたっては、直径1.2ミリの細いビニールチューブを鼻から挿入し、中咽頭（口蓋垂の下方約1cm）に留置した。この注入細管に並列的に差圧計（日本光電工業（株））を連結し、注入時の細管内圧変動を記録した。注入操作を被検者から直接眼にふれないようにするために、眼帯を使用したり被検者の頭囲に工夫を凝らした。これらの測定器具からの信号をポリグラフに連結入力した。測定時はベークスピード10ミリ/秒で記録した。

注入時に得られる記録の代表的な例は図2-Aに示すようなものである。最上段から注入チューブ内圧、呼吸曲線、顎下筋電図、気管音の記録を示している。この症例では0.4mlの注入後に明らかに嚥下反応が生じている。健常人では0.8mlの注入量で全例に嚥下反応が見られた。この場合注入時点をチューブ内圧変動の中間点とし、この点から顎下筋電図が最初に発射する嚥下運動初発までの時間を、潜時（Latent Time; LT）とした。潜時は各注入量で3回測定し、その平均値を採用した。さらに嚥下反応時、通常には吸気開始が嚥下終了まで遅れる吸気抑制が観察されるので、潜時の他に、この吸気抑制の有無を観察し、注入刺激を示すチューブ内圧変動の中間点から吸気開始までの時間を吸気抑制時間（Inspiratory Supression Time; IST）とした。吸気抑制時間も同様に各注入量で3回測定し、その平均値を採用した。そして嚥下運動時以外に気管音を聴取した例、吸気抑制を認めずに気管音を聴取した例など気管音の有無にも着目

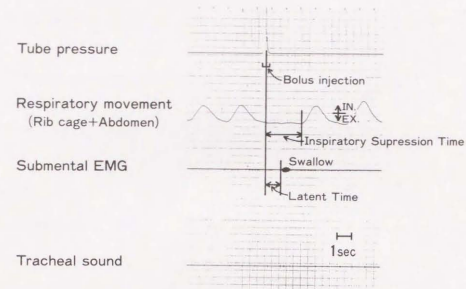


図2-A 正常反応例

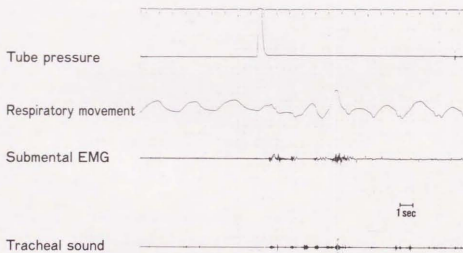


図2-B 咳を認めた症例



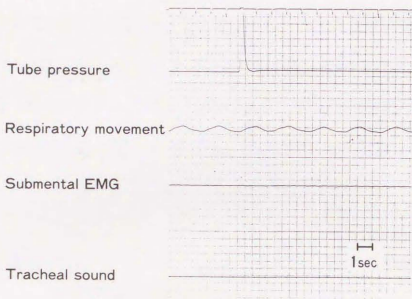


図2-C 嚥下反応を認めない症例

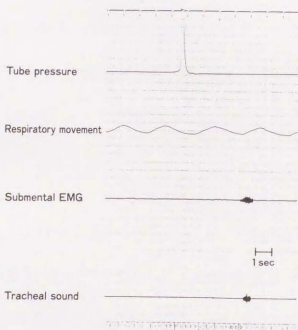


図2-D 嚥下運動時、吸気抑制を認めない症例

した。また図2-Bのように検査中むせや咳を認めたものも記録した。

図2-Cにおいては嚥下反応が生じていない。注入量を0.8mlを越えて増量しても嚥下が見られないこのような例は閾値上昇例とした。さらにまた図2-Dの如く0.4mlの注入で吸気抑制がおきずに嚥下が開始されている例もあり、吸気抑制時間の著しい短縮は、誤嚥のリスクが高いことが予測される。

## (2) 嚥下誘発テストの注入液の決定と再現性に関する検討

### 《対象》

22例の心肺疾患、中枢疾患を持たない男性健常若年者（平均年齢 $25.3 \pm 1.1$ 歳）を対象にして、注入液の性状と注入量に関する予備的検討を行った。注入液として、蒸留水（Distilled Water）、生理食塩水（Saline）、10%食塩水、5%ブドウ糖液、50%ブドウ糖液の5種類を用いた。各液の注入液の注入量は0.4, 0.6, 0.8, 1.0mlとし、無作為的順列で注入した。注入は90秒以上の間隔をおき、ボーラスとして出来る限り素早く注入した。

### 《結果及び考察》

SPT施行に伴い被検者に認められた反応の成績を表1に示した。喉頭部に灼熱感等の異常知覚を訴えた例は、10%食塩水では16例中7例（43.8%）、50%ブドウ糖液では20例中6例（30.0%）、5%ブドウ糖液では17例中2例（11.8%）に認められた。これらの異常知覚のため検査を中断した例は9例認められ、5例が10%食塩水、3例が50%ブドウ糖液、1例が5%ブドウ糖液によるものであった。

表1 SPT施行に伴い被検者に認められた反応

反応	蒸留水	生理食塩水	10% 食塩水	5% ブドウ糖液	50% ブドウ糖液
検査中断例	0/22 (0%)	0/17 (0%)	5/16 (31.3%)	1/17 (5.9%)	3/20 (15.0%)
異常知覚を訴えた例	0/22 (0%)	0/17 (0%)	7/16 (43.8%)	2/17 (11.8%)	6/20 (30.0%)

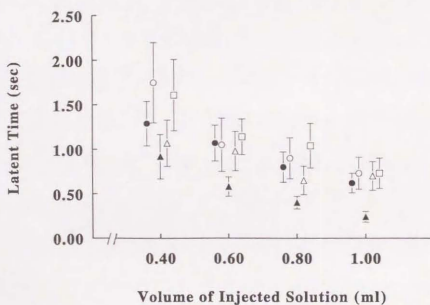


図3 健常若年者全員 (平均年齢 $25.3 \pm 1.1$ 歳) における、注入溶液別の各注入量と潜時との関係を示す。横軸を注入量、縦軸を潜時とした。注入溶液5種類別にプロットした。●は蒸留水 (n=22)、○は生理食塩水 (n=17)、▲は10%食塩水 (n=11)、△は5%ブドウ糖液 (n=16)、□は50%ブドウ糖液 (n=18) である。注入量と潜時の間には、注入溶液量の増大に伴って潜時が短縮するという負の用量反応関係が認められた。(Mean  $\pm$  SE)

図3は、健常若年者全員における、注入溶液別の注入量と各々の潜時との関係をグラフにしたものである。注入量と潜時の間には、注入溶液量の増大に伴って潜時が短縮するという負の用量反応関係が見られた。

0.4mlと1.0mlの潜時の間に、5%ブドウ糖液以外のすべての注入溶液で統計的に有意差が認められた。この用量反応関係を観察する限りでは各溶液間の差は少ないように思われ、特に蒸留水、10%食塩水、生理食塩水はほぼ同等の用量反応関係を示した。また、10%食塩水と、50%ブドウ糖液は、灼熱感を訴える例が高率であるという点で侵襲性が大きいことが判明した。このためこの両者は、臨床的には実用性が劣るものと判定した。

以上より注入液としては検査時の副作用が最も少なく、一定の用量反応関係が得られた蒸留水と、生理食塩水が適当であると考えられた。さらに易便性を考慮すると蒸留水が臨床テスト用には最適であると考えられ、以後のSPTは蒸留水を用いることにした。また注入量は嚥下反射を確実に誘発する注入量のうちで、最も侵襲性の少ない最小の0.4mlに設定した。したがってこれ以降の検討にあたっては、蒸留水、0.4ml注入時のSPTによるものとした。

さらにこのような注入溶液と注入容量を用いた場合のSPTの再現性を確認するために、前述の健常若年者の中の任意に選出した5例に、日を変えてSPTを施行した。その結果、蒸留水、0.4ml注入時点における潜時のC.V. (Coefficient of Variance) 値は、10.6%から12.8% (平均11.4%)、吸気抑制時間のC.V.値は9.8%から12.9% (同11.2%)であり、臨床的な生理学的検査として、再現性は良好と考えられた。

### (3) 嚥下誘発テストの体位に関する検討

一定の嚥下運動の際、固形物は当然重力方向への移動が容易である。臨床で経口摂取を行う場合、経験的に臥位より座位の姿勢が摂取しやすく、誤嚥も少ないとされている。したがって嚥下反射の起こり方が座位と臥位では異なることが予測される。この点を考慮してSPT施行時にどのような体位が適当であるかを検討するために背臥位から座位に体位を交換させてSPTを施行し、嚥下機能に及ぼす体位の影響を検討した。

#### 《対象》

東大病院老人科入院中の患者で、脳血管障害等の神経性疾患や嚥下性肺炎、膠原病、その他器質的に嚥下機能に影響を及ぼすと考えられる患者をすべて除外し、通常の日常生活能を保持している患者を比較的健常な老年者群とした。このような老年健常者群12例（平均年齢 68.4±2.9歳）について検討を加えた。

#### 《方法》

SPTを、背臥位、20°、40°、60° 頭部挙上位の各体位で施行した。蒸留水 0.4ml注入後の潜時と吸気抑制時間を指標として、体位変換による嚥下機能の変化を検索した。

#### 《結果及び考察》

図4は、老年健常者群の体位変換による潜時の変化を示したものである。背臥位では 1.8±0.6秒、20° 頭部挙上位で 2.8±0.9秒、40° 頭部挙上位 1.6±1.2秒、60° 頭部挙上位 0.5±0.3秒であった。潜時は20° 頭部挙上位で最長、60° 頭部挙上位で最短となっており、背臥位と60° 頭部挙上位の間には統計学的に有意差を認めた。

図5は、老年健常者群の体位変換による吸気抑制時間の変化を示したも



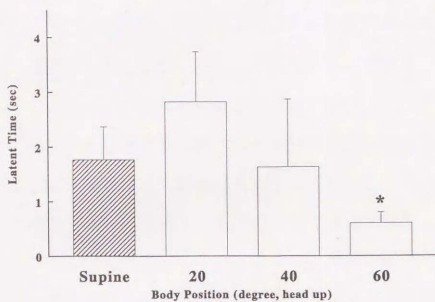


図4 比較的健常な老年者群 (n=12) の体位変換による潜時の変化を表している。蒸留水を注入し注入量は0.4mlである。背臥位では1.8±0.6秒、20° 頭部挙上位で2.8±0.9秒、40° 頭部挙上位1.6±1.2秒、60° 頭部挙上位0.5±0.3秒であった。20° 頭部挙上位で最長、60° 頭部挙上位で最短となっており、背臥位と60° 頭部挙上位との間には統計学的に有意差を認めた。(数値はMean±SE,\*p<0.05)

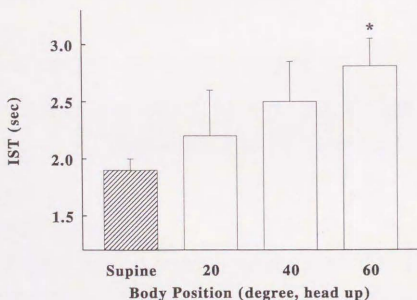


図5 比較的健常な老年者群 (n=12) の体位変換による吸気抑制時間の変化を表している。蒸留水を注入し注入量は0.4mlである。背臥位では1.9±0.1秒、20° 頭部挙上位で2.2±0.4秒、40° 頭部挙上位2.5±0.4秒、60° 頭部挙上位2.8±0.2秒であった。60° 頭部挙上位で最長、背臥位で最短となっており、背臥位と60° 頭部挙上位との間には統計学的に有意差を認めた。(数値はMean±SE,\*p<0.05)

のである。背臥位では  $1.9 \pm 0.1$  秒、 $20^\circ$  頭部挙上位で  $2.2 \pm 0.4$  秒、 $40^\circ$  頭部挙上位  $2.5 \pm 0.4$  秒、 $60^\circ$  頭部挙上位  $2.8 \pm 0.2$  秒であった。吸気抑制時間は  $60^\circ$  頭部挙上位で最長、背臥位で最短となっており、背臥位と  $60^\circ$  頭部挙上位との間には統計学的に有意差を認めた。

老年者に多発する骨運動器疾患、脳血管障害、呼吸器感染症などにおいては、長期臥床を余儀なくされることが少なくない。そのような状態で経口摂取を開始すると、誤嚥を生じやすいことは臨床的に古くから観察されている。この検討で座位において臥位より潜時が有意に短縮していることは、嚥下反射がより健常に保持されていることを示唆するものである。また座位において吸気抑制時間が臥位より有意に延長していることは、嚥下が吸気中に生じる危険性がより少ないことを示唆している。この結果からは、経口摂取に伴う誤嚥を最小にするためには、座位での摂食が最も誤嚥のリスクが小さいことを示唆するものである。

#### (4) 嚥下誘発テストの性差に関する検討

換気運動はじめ呼吸機能においては、男女間の性差が存在することが知られている。したがってSPTにおいても性差が見られるか否か検討を加えた。

##### 《対象》

東大病院老人科入院中の患者で、通常の日常生活能を保持している患者を比較的健常な老年者群とし、このような老年健常者群22例について検討した。男性は10例、平均年齢  $68.9 \pm 2.2$  歳、女性は12例、平均年齢は  $71.5 \pm 2.8$  歳であった。

##### 《方法》

SPTを、背臥位にて蒸留水、0.4ml注入時に潜時と吸気抑制時間を測定した。

### 《結果》

男性の潜時は  $1.9 \pm 0.3$  秒、女性は  $1.7 \pm 0.2$  秒、吸気抑制時間は男性は  $1.8 \pm 0.3$  秒、女性は  $1.9 \pm 0.2$  秒であった。潜時、吸気抑制時間のおおのについて、男女間には統計学的にも差は認められなかった。

### 〈小括〉

以上の検討より、嚥下機能を正確に良好な再現性をもって、しかも侵襲を最小限にして評価することが、蒸留水を注入液とし、0.4mlの注入量で背臥位の姿勢でSPTを施行することにより可能であることが判明した。以後SPTの標準手技は0.4mlの蒸留水を注入液とし、背臥位で施行することとした。それは背臥位が異常を感知する上で最も優れた体位であること、さらに老年者では立位の姿勢を維持することが困難な患者も多く背臥位の状態が姿勢のコントロールをとりやすいことより、背臥位にて検討を加えることとした。またその評価にあたっては性差を考慮する必要がないことも明らかになった。

## 2. 嚥下誘発テストに及ぼす老化の影響

一般に老化に伴って呼吸機能は低下する<sup>30)31)</sup>。骨格筋では筋線維が萎縮し数も減少し運動能力は低下する。呼吸筋でも同様の変化が見られる<sup>32)</sup>。嚥下に関与する筋も例外ではないと考えられる。また神経伝達機構の老化による機能低下が存在することを考えると、嚥下反射の遅延、嚥下機能の予備能力の低下が生じる可能性が小さくない。このため老化に伴う嚥下機能の変化を検討することを目的として比較的健常な若年者及

び老年者群を対象に、老化が嚥下機能に及ぼす影響について検討した。

#### 《対象》

年齢22歳から87歳までの志願者及び既に述べた規準に合致した老年健康者計40例（男性29例、女性11例）を対象とした。

#### 《方法》

SPTは既に述べた方法で施行し、背臥位にて蒸留水0.4mlを3回注入し、潜時、吸気抑制時間はその平均値をとった。

#### 《結果及び考察》

年齢と潜時の相関を検討すると図6のようになる。潜時は老化に伴って延長し、潜時と年齢の間には有意の直線的相関（ $Y=0.014X+0.778$   $r=0.42$ ）が成立した。

年齢と吸気抑制時間の相関を検討すると図7のようになる。吸気抑制時間は老化に伴って短縮し、吸気抑制時間と年齢の間には有意の負の直線的相関（ $Y=-0.0138X+2.84$   $r=0.51$ ）が成立した。

次にこの対象について潜時と吸気抑制時間の関係を検討すると図8のようであった。両群の間には吸気抑制時間（Y）と潜時（X）との間に  $Y=-0.34X+2.68$   $r=0.43$  で示されるような有意の負の一次相関関係が観察された。即ち潜時が延長すると吸気抑制時間は短縮するという関係が得られた。

吸気抑制時間の高度の短縮は、嚥下が吸気中に生じる危険性を伴うものであり、潜時の著しい延長は誤嚥の危険性に関与することが示唆された。

#### 〈小括〉

SPTにより測定される潜時と吸気抑制時間は共に年齢の影響を有意に受

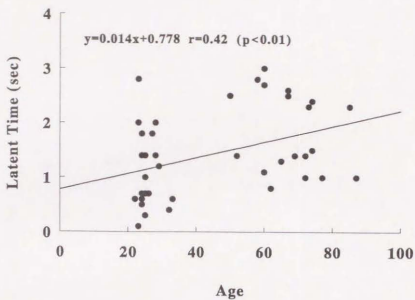


図6 潜時と年齢の相関関係を示す。(n=40) 潜時と年齢の間には、有意の直線的相関 ( $Y=0.014X+0.778$   $r=0.42$ ) が認められた。

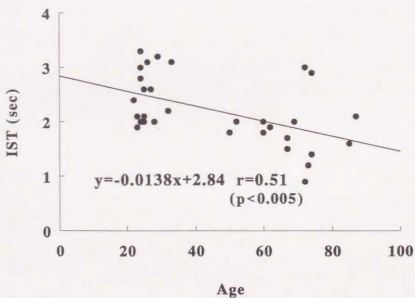


図7 吸気抑制時間と年齢の相関関係を示す。(n=31) 吸気抑制時間と年齢の間には、有意の負の直線的相関 ( $Y=-0.0138X+2.84$   $r=0.51$ ) が認められた。



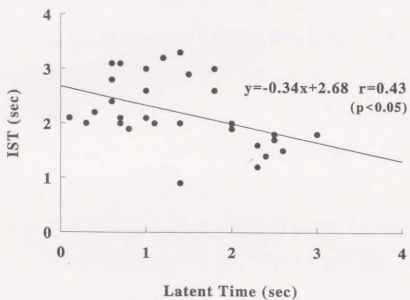


図8 吸気抑制時間と潜時の相関関係を示す。(n=31) 吸気抑制時間と潜時の間には、有意の負の直線的相関 ( $Y = -0.34X + 2.68$   $r = 0.43$ ) が認められた。

けることが判明した。老化と共に潜時は延長し、吸気抑制時間は短縮した。両者の間には有意の負の一次相関が認められた。

### 3. 嚥下性肺炎例における臨床的検討

老年者では老化に伴い各種臓器機能が低下する。呼吸機能も例外ではない。ことに感染防御能の低下も加わり呼吸器疾患の頻度は増加し、老年者の肺炎は最も重要な直接死因の一つとなっている。しかしその早期診断は必ずしも容易ではない。ことに老年者の肺炎の特徴として、臨床像が非特異的であることと、嚥下性肺炎の頻度が高く、高度の治療を施しても予後が不良であることが重大な意義を有する<sup>45)</sup>。したがって嚥下性肺炎についてはその発症リスクの高い老年者を検知し、嚥下性肺炎の予防対策を講じることが重要な課題である。SPTは嚥下機能を定量的に良好な再現性で評価できるので、誤嚥のリスクの高い老年者の早期発見に有用であると推測される。このような見地から老年病患者を対象とし、嚥下障害機能の早期検出と客観的評価における本法の有用性を検討した。

#### 《対象》

対象は、脳血管障害や変性疾患などの基礎疾患のために長期臥床中に嚥下性肺炎を呈した患者や、明らかな誤嚥病歴と共に気管支肺炎症状を起こした患者、胃全摘後で食道内逆流が著明であり嚥下性肺炎を生じた患者を対象とした。嚥下性肺炎の診断規準は、臨床的に白血球増多、CRPの上昇があり、胸部X線所見にて気管支肺炎を認めた症例で上記の疾患背景を有する症例とした。このような規準を満たした嚥下性肺炎の中から対照群とエイジ・マッチさせた23例(62歳~78歳, 平均年齢 71.6±3.3歳)を老年者嚥下性肺炎群とした。健常対照群としては、既に述べた老年健常

者の規準を満たす22例（60歳～79歳，同  $69.0 \pm 2.5$ 歳）を対照とした。

#### 〈方法〉

SPTは既に述べた方法で施行し、背臥位にて蒸留水0.4mlを3回注入し、潜時、吸気抑制時間はその平均値をとった。なお各例とも臨床症状が軽快し全身状態が安定した段階で経口摂取が可能となった時点で行った。潜時と吸気抑制時間の比較対象は0.4mlで嚥下運動が生じた例をあて、閾値の検討には0.4mlから1.0mlまで漸次注入量を増やしてSPTを行った症例を対象にした。

#### 〈結果及び考察〉

図9は、背臥位、0.4ml注入時に潜時測定可能であった嚥下性肺炎群19例（平均年齢  $71.4 \pm 2.5$ 歳）、老年健常者群19例（同  $69.1 \pm 2.7$ 歳）の潜時を比較したものである。嚥下性肺炎群の潜時は2.1秒から7.7秒で、その平均値は  $4.5 \pm 0.5$ 秒、老年健常者群の潜時は0.8秒から3.0秒で、その平均値は  $1.8 \pm 0.2$ 秒であった。嚥下性肺炎群では有意に潜時が老年健常者群に比べて延長していた。

老年健常者の潜時の正常域を  $\text{Mean} \pm 2\text{SD}$  と考えると、その範囲は図9の網線の部分である。SPTの潜時がこの正常範囲内より延長した場合に嚥下性肺炎であるとしたときの診断の特異性は94%であり、その感度は78%であった。

吸気抑制時間は嚥下性肺炎群では  $1.5 \pm 0.2$ 秒と、老年健常者群の  $1.9 \pm 0.1$ 秒と比較し短縮していたが、統計学的には有意差はなかった。

図10は嚥下誘発の閾値を示した。老年健常者では0.8mlの注入にて全例嚥下の誘発が生じているが、嚥下性肺炎群では4例誘発されず、そのうち

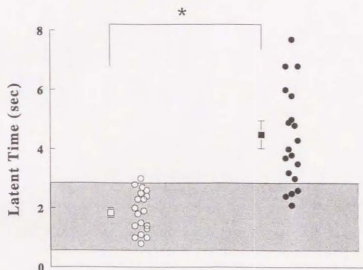


図9 背臥位0.4ml注入時、潜時測定可能であった嚥下性肺炎群（平均年齢68.0±2.2歳）と老年健常者群（平均年齢67.2±2.4歳）の潜時の比較である。●は嚥下性肺炎群（n=19）、○は老年健常者群（n=19）である。嚥下性肺炎群の潜時は2.1秒から7.7秒で、平均値は4.5±0.5秒、老年健常者の潜時は0.8秒から3.0秒で、平均値は1.8±0.2秒であった。嚥下性肺炎群では老年健常者群に比べて有意に潜時が延長していた。（数値はMean±SE,\*p<0.05）

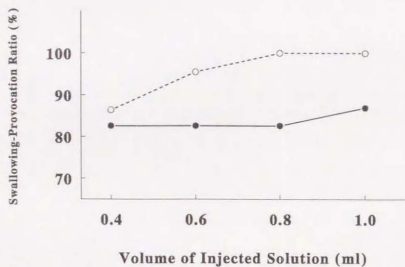


図10 嚥下誘発の閾値を表した図である。横軸が蒸留水の注入量、縦軸が嚥下運動を生じた症例数の率、即ち嚥下誘発率を示している。●は嚥下性肺炎群（n=23）、○は老年健常者群（n=22）である。老年健常者群では0.8mlの注入にて全例嚥下の誘発が生じているが、嚥下性肺炎群では4例誘発されず、そのうち3例は1.0mlの注入にても嚥下は誘発されなかった。

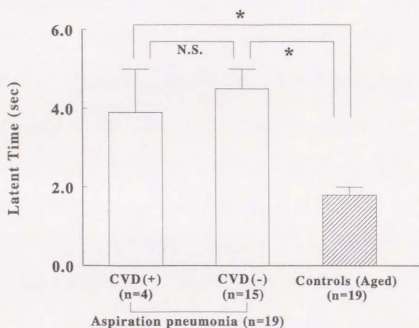


図11 0.4ml注入時、潜時が測定可能であった嚥下性肺炎群 (n=19) の中で脳血管障害の合併の有無により症例を分けて潜時を比較したものである。脳血管障害合併群 (n=4) の潜時は $3.9 \pm 1.1$ 秒、脳血管障害を合併しない群 (n=15) の潜時は $4.5 \pm 0.5$ 秒と両群とも老年健常者群と比べ有意に延長していたが、両群に有意差はなかった。(Mean $\pm$ SE) (CVD:Cerebrovascular disease)



3例は1.0mlの注入にても嚥下は誘発されなかった。即ち、嚥下性肺炎群の中には嚥下誘発の閾値が上昇している例があり、咽頭部の触圧刺激に対する感受性の低下が窺われた。

ここで嚥下性肺炎群の個々の症例の合併症を検索し、潜時延長に及ぼす因子を検討した。基礎疾患に合併症を持つ症例は9例あり、その内訳は脳血管障害5例、糖尿病2例、胃全摘後の逆流性食道炎2例であった。他の10例はメンデルソン症候群のような誤嚥による急激な症状に乏しく、断続的な咳、痰が主症状で漸増性、持続性の呼吸困難の増悪、寛解や微熱を繰り返す微量誤嚥を生じているものと考えられた。そこで脳血管障害合併の有無により症例を分け潜時を測定した。ここで脳血管障害合併の判断規準は、臨床上の既往歴や片麻痺等理学的身体所見、CTスキャンより神経学的疾患を伴う症例とした。そしてその診断は全例大脳半球性の脳梗塞で、SPTは臨床上新急性期を脱し座位を保持できる段階で施行した。脳血管障害合併群で0.4ml注入時に潜時が測定できた症例は4例で、その潜時は  $3.9 \pm 1.1$  秒、脳血管障害を合併しない群は15例でその潜時は  $4.5 \pm 0.5$  秒と両群とも老年健常者群より有意に延長していたが、両群に有意差はなかった。(図11) 嚥下性肺炎例における潜時の延長に及ぼす脳血管障害の有無の影響は、有意ではないと考えられた。

#### 〈小括〉

SPTで測定される潜時の延長を指標として、嚥下性肺炎例を高い特異性と感受性を以て健常者と識別できた。吸気抑制時間の短縮や嚥下誘発閾値の上昇も嚥下性肺炎で著明であったが、潜時延長程の健常者との差異は認めなかった。

#### 4. 嚥下誘発テストにおける嚥下閾値上昇と吸気無抑制の検討

これまでSPTにより嚥下動態を定量的に評価する目的で潜時、吸気抑制時間に関して検討してきた。これらの指標は嚥下誘発が0.4mlの蒸留水でみられた症例でのみ測定できる。しかしながら、SPTにて嚥下の誘発を惹起させても嚥下運動を生じない閾値上昇を示す症例や、嚥下運動時吸気の抑制が生じない症例が認められる。以下の検討は、このようなSPT施行時の嚥下誘発閾値上昇や吸気の無抑制が誤嚥のリスクにどのように影響するかを評価するために行った。

##### 《対象》

東大病院老人科入院中の患者で、既述の老年健常者群22例（平均年齢 $69.0 \pm 2.5$ 歳）、嚥下性肺炎群23例（同 $71.6 \pm 3.3$ 歳）、糖尿病群20例（同 $71.7 \pm 4.5$ 歳）、脳血管障害群24例（同 $73.4 \pm 1.7$ 歳）、変性疾患群5例（同 $66.8 \pm 7.4$ 歳）、細菌性肺炎群11例（同 $65.2 \pm 5.3$ 歳）を対象とした。

##### 《方法》

既に述べた方法でSPTを施行し、背臥位にて蒸留水0.4mlを3回注入した。閾値の検討には0.4mlから1.0mlまで漸次注入量を増やしてSPTを行った症例を対象にした。なお脳血管障害群は臨床上急性期を脱し座位を保持できる段階で施行した。

##### 《結果及び考察》

0.8mlの注入にても嚥下の誘発が起きない、いわゆる嚥下誘発の閾値上昇例は10例認めた。（図12）内訳は半数近くの4例が嚥下性肺炎例で、3例がパーキンソン病、3例が神経障害を合併した糖尿病の症例であった。そして嚥下性肺炎4例の中で2例は脳血管障害、1例はパーキンソン病、1例

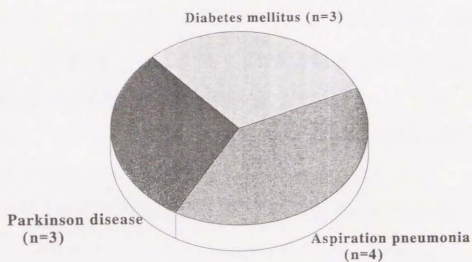


图12 嚥下誘発閾値上昇例 (n=10)

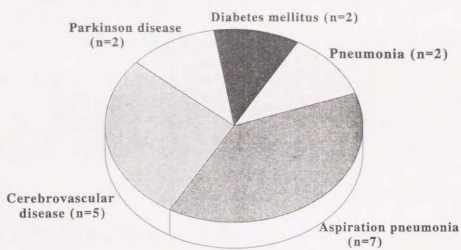


图13 吸気無抑制例 (n=18)

に神経障害を伴う糖尿病をそれぞれ合併していた。

嚥下閾値の上昇例の40%に嚥下性肺炎がみられたことは、閾値上昇が誤嚥リスクとして無視できないことを示唆するものと考えられた。そのメカニズムは、口腔咽頭内の触圧刺激に対する感受性の低下が、粘膜面の局所的な炎症、浮腫などによって生じる可能性の他、神経伝導路や嚥下中枢などの何れかのレベルで障害を生じているものと思われる。

0.4mlの注入時点で2回以上の嚥下が観察されたにもかかわらず、吸気抑制がみられず嚥下運動を生じた症例は18例認めた。(図13) その中の7例が嚥下性肺炎例で、うち3例に脳血管障害の合併を認めた。残りは5例が脳血管障害、2例はパーキンソン病、2例は神経障害を合併した糖尿病、2例は細菌性肺炎例であった。

吸気無抑制は嚥下時に気道への誤嚥が生じる危険性が大きいことは明かであるが、実際に約40%の症例で嚥下性肺炎が観察された。したがって嚥下時の吸気無抑制は、嚥下閾値の上昇と同様に誤嚥リスク要因として位置づけられるものと考えられる。

#### 5. 嚥下機能リハビリテーションへの嚥下誘発テストの応用

老年者の入院例には心疾患や肺炎の他に脳血管障害などの神経疾患、またパーキンソン病や筋萎縮性側索硬化症、アルツハイマー病などの変性疾患による嚥下障害により嚥下性肺炎を繰り返している患者など、長期にわたり絶食臥床している患者が多い。そのため、摂食という喜びの喪失と鼻腔経管栄養による不快なイメージにより患者や家族にも負担を増幅させているケースが多い。飲食は生命維持のみならず楽しむものであり、絶食により患者のストレスを増し、例えば痴呆症を併発する場合もある。

その反面、適正な嚥下機能の評価無しに経口摂取の再開をすることは誤嚥のリスクを増し臨床的に危険を伴うと考えられる。

このような観点から我々は、経口摂取開始へ向けてリハビリテーションを始めた入院患者に対して嚥下誘発テストを施行し、本法が経口摂取可能の成否を予測するパラメーターを供し得るかどうかについて、プロスペクティブに検討した。

#### 《対象》

対象は東大老人科入院中の患者で経口摂取開始に向けてリハビリテーション中の患者10名である。その臨床診断は、嚥下性肺炎5例（平均年齢75.3±3.4歳、男性3例、女性2例）、脳血管障害3例（同 81.2±2.6歳、男性2例、女性1例）、細菌性肺炎1例（男性72歳）、特発性間質性肺炎1例（男性70歳）であった。

#### 《方法》

SPTは既述の様に背臥位、蒸留水の0.4ml注入から施行した。その施行時点は、嚥下訓練の開始前と嚥下訓練を終了した後、経口摂取が可能になったと判定した時点の2点であった。嚥下訓練の内容は、臨床症状が落ち着き座位を保持することが可能となった状態で、嚥下誘発、疑似嚥下、固形物や液体の摂取までの約2週間から4週間にわたるリハビリテーションである。

#### 《結果及び考察》

図14は最終的に経口摂取可能であった症例と達成できなかった症例についての初回のSPTの潜時を比較対比したものである。経口摂取失敗例では6.3±1.2秒、成功例は3.4±0.6秒であり、経口摂取失敗例では成功例に比べて有意に潜時が延長していた。



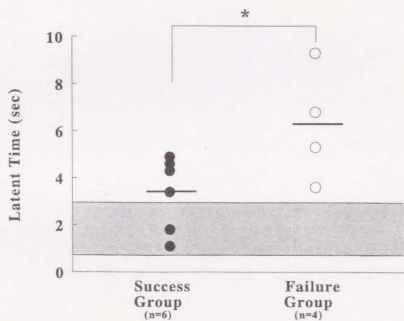


図14 最終的に経口摂取可能であった症例 (n=6) と達成できなかった症例 (n=4) についての初回のSPTの潜時の比較である。背臥位、蒸留水0.4ml注入時点である。図の網線の部分は、老年健常者群の平均値  $\text{Mean} \pm 2\text{SD}$  を表している。経口摂取失敗例では  $6.3 \pm 1.2$  秒、成功例は  $3.4 \pm 0.6$  秒であり、経口摂取失敗例では成功例に比べて有意に潜時が延長していた。(数値は  $\text{Mean} \pm \text{SE}$ , \* $p < 0.05$ )

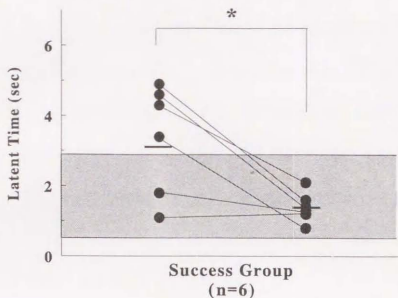


図15 経口摂取達成例での嚥下訓練開始前後における潜時の比較である。背臥位、蒸留水0.4ml注入時点である。初回の潜時の平均値は $3.4 \pm 0.6$ 秒であり、老年健常者群の平均値  $\text{Mean} \pm 2\text{SD}$ を上まわっていたが、リハビリテーション後は $1.4 \pm 0.2$ 秒となり全例が  $\text{Mean} \pm 2\text{SD}$  0.6~2.9秒の範囲内に入り、潜時の正常化が観察された。(Mean $\pm$ SE)

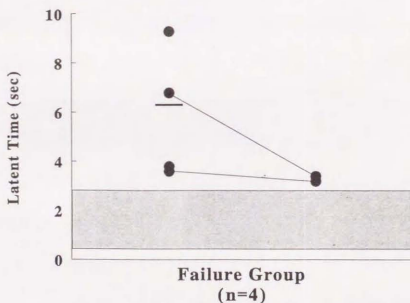


図16 経口摂取失敗例での嚥下訓練開始前後における潜時の比較である。背臥位、蒸留水0.4ml注入時点である。数値はMean $\pm$ SE。経口摂取失敗例では訓練開始前後とも全ての症例で潜時は老年健常者の正常域より延長していた。さらに2例では、0.4mlの注入では嚥下運動が誘発されず閾値の上昇が存在することが観察された。

経口摂取達成例について、嚥下訓練開始前と嚥下訓練終了後のSPTの潜時を比較すると(図15)、潜時の平均値は  $3.4 \pm 0.6$ 秒からリハビリテーション後は  $1.4 \pm 0.2$ 秒となった。さらに全例の潜時が老年者の平均値  $\text{Mean} \pm 2\text{SD}$   $0.6 \sim 2.9$ 秒の範囲内に入り、潜時の正常化が観察された。

図16は経口摂取失敗例について同様に嚥下訓練前後の潜時を比較したものである。経口摂取失敗例では潜時は短縮傾向を示したが正常域には入らなかった。さらに2例では0.4mlの注入では嚥下運動が誘発されず閾値の上昇が存在することが観察された。

次に吸気抑制に関して検討した。経口摂取達成例は全例吸気の抑制が観察されたが、失敗例は4例中3例に吸気抑制が認められなかった。そして経口摂取達成例ではSPT施行時、誤嚥を生じた6例中4例に初回にむせが認められたのに対し、失敗例ではむせは1例も認められなかった。嚥下運動誘発閾値に関しては、経口摂取失敗例で嚥下閾値の上昇が嚥下訓練終了後も半数に観察された。

このような所見に基づいて我々は、表2のように便宜的に作成したスコア表により、誤嚥リスクを総合的に評価する試みを行った。つまりこれまでの検討よりSPTで測定される潜時の延長、吸気抑制時間の短縮、閾値の上昇は誤嚥を引き起こすリスクになると判断し、表2に挙げた因子をスコアに用いた。潜時が2.9秒以内であれば0点、2.9秒以上、4.5秒以内では1点、4.5秒以上では2点。ここで用いた2.9秒、4.5秒の基準値は、各々老年健常者の潜時の平均値  $\text{Mean} \pm 2\text{SD}$  の上限値が2.9秒であること及び嚥下性肺炎の潜時の平均値が4.5秒であることによって採用した。他の評点として吸気抑制時間の無限の短縮と考えられる、吸気抑制が嚥下運動初発時に

表2 誤嚥リスクの総合的評価  
(点数法)

		点数
潜時	~2.9	0
	3.0~4.4	1
	4.5~	2
吸気抑制	(+)	0
	(-) かつ むせ (+)	1
	(-) かつ むせ (-)	2
閾値	~0.8	0
	1.0~	1

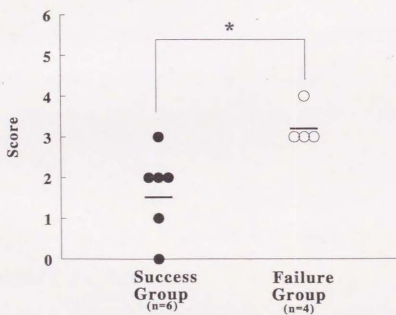


図17 初回SPT時に、誤嚥リスクスコアにて経口摂取成功例と失敗例を比較したものである。失敗例は全例3点以上であった。(\* $p < 0.05$ )

認められない吸気無抑制の場合、1点。さらに吸気抑制もなく、むせも認めないと、誤嚥を引き起こすリスクが一段と高いと考え、1点を追加した。嚥下誘発を起こす閾値は、健常者では全例0.8mlにて嚥下運動が生じていたことより、1.0ml以上の場合1点を加算した。

このように対象10例についてそのスコアを算出した。比較的健常な老年者では、平均0.2点であったのに対し、経口摂取達成例は初回SPT時、平均1.7点、失敗例は3.3点であった。嚥下訓練終了後はそれぞれ0.8点、2.5点であった。

この誤嚥リスクスコアを用い初回SPT時に経口摂取成功例と失敗例を比較すると図17のようになり、失敗例はすべて3点以上であることが観察された。

#### 〈小括〉

嚥下機能障害例のリハビリテーションにSPTを経時的に施行することにより、嚥下機能の回復度を客観的に評価し、誤嚥リスクのプロスペクティブな評価が可能であった。この目的にSPTに基づいた誤嚥リスクスコアは有用であった。

### 6. 嚥下誘発テストによる嚥下性肺炎発症の危険度（リスク）の多重ロジスティック分析による検討

次に我々は嚥下性肺炎発症の危険度（リスク）をSPTで測定したパラメーターから予測することが可能かどうかについて、多重ロジスティック分析を用いて定量的に評価した。

疾患の発症あるいは患者の生死などの確率事象を記述するモデルとして



最近多くの疫学的研究で多重ロジスティックモデルが用いられている。これは一般にある事象が起こる確率を $p$ としたときに、その対象の調査個体の特性値  $x_1, x_2, x_3, \dots, x_r$  から確率 $p$ を予測するモデルである。事象発生確率にロジット変換と呼ばれる変換を施した値を  $\lambda = \log p/1-p$  とすると、 $\lambda = a + b_1x_1 + b_2x_2 + b_3x_3 + \dots + b_r x_r$  の関係で表される。この両式が多重ロジスティック関数  $p = 1/(1 + \exp(-(a + b_1x_1 + b_2x_2 + b_3x_3 + \dots + b_r x_r)))$  として書き換えられる<sup>33)34)</sup>。

### 〈対象〉

今回の分析で予測式を求めるための解析に用いたのは、背臥位、0.4mlの蒸留水注入時の潜時及び吸気抑制時間に欠損値のなかった症例81例で、その内訳は既に述べた規準に合致した嚥下性肺炎群20例（62歳～80歳）、嚥下性肺炎を認めない症例61例（22歳～86歳）であった。予測式の推定には初回測定時のデータのみを用い、説明変数として潜時、吸気抑制時間、年齢を用いた。

### 〈方法〉

統計分析には、Statistical Analysis System (SAS) ver.5 (SAS institute Inc, Cary, NC, U.S.A.)を大型コンピューター（富士通 FACOM-M760）上で利用した。

### 〈結果及び考察〉

まず、背臥位、0.4mlの蒸留水注入時の潜時と年齢を説明変数としてロジスティック分析に組み入れたところ、相関係数  $r=0.275$  ( $p=0.0027$ )であった。次に、吸気抑制時間と年齢を用いて分析したところ、 $r=0.539$  ( $p=0.0000$ )、潜時と吸気抑制時間を分析に組み込むと、 $r=0.956$  ( $p=0.0000$ )

表3 多重ロジスティック分析による嚥下性肺炎発症の予測確率

	平均値±標準誤差	最小値～最大値
嚥下性肺炎群 (n=20)	0.99995073±0.00002868	0.99950715～1
非嚥下性肺炎群 (n=61)	0.00001879±0.00001032	0～0.00047883

であった。最後に潜時、年齢、吸気抑制時間の3変数をすべて分析に組み込んだところ、 $r=0.966$  ( $p=0.0000$ )と相関係数は最大となった。この時、嚥下性肺炎発症の確率は、 $p=1/(1+\exp(-(95.1+53.1 \times \text{潜時}+0.495 \times \text{年齢}-56.0 \times \text{吸気抑制時間}))$ )と予測された。この場合嚥下性肺炎発症の確率は1、嚥下性肺炎が起こらない確率は0となり、この予測式を用いると、分析に用いた症例は全例、嚥下性肺炎の有無により表3のようにきれいに分離された。

ロジスティックモデル解析における嚥下性肺炎発症の確率は、年齢と潜時を説明変数に用いた場合よりも、年齢と吸気抑制時間を組み込んだ方が相関係数が大であった。これはSPT上の潜時の延長が誤嚥のリスクを増すのと同程度以上に吸気抑制時間の短縮が大きな影響をもつことを示唆している。嚥下運動の開始が遅れても吸気が十分にその間抑制されていて、誤嚥が起こるチャンスは小さいことを考慮すれば、この観察は妥当と思われる。

〈小括〉

嚥下誘発テスト上の潜時、吸気抑制時間及び被検者の年齢の3者を組み込んだロジスティックモデル分析により、嚥下性肺炎発症のリスクを高い精度で判定することが可能になった。

## 7. 嚥下誘発テスト全般に関する考察

我々は嚥下機能評価のため、侵襲が軽微で信頼性のある嚥下誘発テスト (Swallowing-Provocation Test:SPT) を設定し、本法の臨床的有用性を確認することができた。まずオトガイ舌骨筋部に装着した表面電極による筋電図上の嚥下運動が実際の嚥下運動のどの相に相当しているかをX線透視

で確かめたところ、嚥下第2期の開始と考えられる喉頭の挙上開始時期と一致していることを確認した。この際の筋電図の記録は、嚥下運動の開始と終了を客観的に捉える指標として用いられた。次に嚥下刺激の強度、体位、老化が嚥下機能に及ぼす影響をSPTから明らかにし、本法施行の規準条件を定めた。咽頭刺激の強さは刺激部位、注入溶液、注入圧、刺激液の温度、浸透圧などによって影響されることが予測される。本研究では溶液は室内温のものをを用いたが、施行前より病棟室内温で保存した場合、特に加温の必要はなかった。温度による影響を健常若年者で観察したところ室内温と冷蔵温で差は認められなかった。刺激部位を一定にするために、挿入細管の位置を直視下に確認し、座位で口蓋垂1cm下方の中央部に位置するようにした。高浸透圧、甘味塩味などの味覚の異なる刺激液でも蒸留水や生理食塩水と同様の嚥下反射誘発可能であった。臨床的には被検者に対する侵襲性が小さく容易に入手可能であることが重要であり、この観察から蒸留水を注入液として採用した。注入量は注入刺激として正常例において嚥下誘発を十分に惹起させることが可能な量であること、及び軽度の異常も弁別できる量が適当と考えられる。しかしあまり過大な刺激ではこれを識別できない。本研究に先行して行った喫煙者と非喫煙者との対比研究において、0.4~1.0mlの注入量を用いたところ、0.4ml注入時のSPTにおける潜時が両群の弁別に最も感度が高く、被検者に対する侵襲性も小さかった。注入に際し注入液を細管からボラスとして注入したが、その注入速度の指標となる圧波形の持続時間は一定であり、注入刺激に再現性があることを確認した。また注入は、誤嚥を予防するためと測定時点を同時にするために、呼吸終末を確認後直ちに行った。

このようにして設定した0.4mlの蒸留水を用いて背臥位から60° 頭部挙上位への体位変換が潜時に及ぼす影響を検討したところ、潜時は背臥位で最長であった。このような体位性変化が生じる要因の一つは、刺激部位が体位によって若干異なることが関与していることと思われる。

SPTの臨床導入のための基礎的検討を終え、SPTに及ぼす老化の影響や嚥下性肺炎例における臨床的検討、嚥下機能リハビリテーションへの応用を検討するにあたってのSPTの標準手技は、0.4mlの蒸留水を背臥位で注入することにしたが、それは背臥位が異常を感知する上で最も優れた体位であることと、老年者では立位の姿勢を維持することが困難な患者も多く背臥位が姿勢のコントロールをとりやすいことより背臥位にて検討を加えることとした。

老化に伴って潜時が延長するメカニズムを考察すると第1に、咽頭部に存在する舌咽神経末端の刺激受容部の感度が低下している可能性があげられる。このような感度の低下は口腔咽頭内の局所的な炎症や浮腫が存在すれば起こり得る。老年者ではこのような咽喉頭の炎症の既往を自覚していなくともそれを有している可能性も少なくないと思われる。またタバコ喫煙のように、軽度の咽頭の炎症を生じるような状況も、潜時に影響を及ぼす可能性がある。この点について、我々の観察では喫煙者の潜時が非喫煙者に比し延長していたことがこの考えを支持するものと思われる。なお口腔や咽頭に分布する舌咽神経末端の受容器の中で、嚥下反射の求心性刺激である触圧刺激に関与すると考えられる触覚、圧覚のどちらが順応しにくくなっているかは今回の検討では不明である。

第2に刺激の伝達（神経伝導）の遅れがあげられる。これは糖尿病性神経障害を合併した患者では、神経障害を伴わない患者と比べ、潜時が延



長していたという我々の観察にも合致する。老年者では糖尿病がない例でも、神経伝導速度の遅れが起こることが知られている。即ち、末梢神経の伝導路の障害により潜時が延長していることも考えられる。

第3に延髄に存在する嚥下中枢内での反応の遅れの可能性も考えらる。

しかしこれは今回の検討からは不明である。さらに遠心性神経の障害で筋収縮の部分的な遅延も考えられるが、明かではない。

老化に伴う吸気抑制時間の短縮のメカニズムを考えるとまず、呼吸運動時に吸気抑制を支配しているといわれている上喉頭神経刺激が老化と共に減弱している可能性が考えられる。また嚥下中枢と呼吸中枢のネットワーク機構の反応の変化も考えられる。一般に、嚥下運動の80%から95%まで呼気時に生じるといわれている<sup>35)36)</sup>。これは誤嚥に対する防御反応と考えられる。西野ら<sup>35)</sup>は、呼気開始から嚥下運動開始までの時間と嚥下運動後の呼気時間とに正の相関がある、つまり嚥下運動の開始が遅れるほど吸気開始が遅れることを報告している。その説明として嚥下に伴う喉頭内圧の変化が喉頭神経末端を非特異的に刺激して、呼吸中枢へ影響を及ぼしている可能性をあげている。一方、動物実験では呼気終末に上喉頭神経を刺激すると吸気抑制が生じる<sup>37)</sup>。今回のSPTにみる吸気抑制は、ヒトにおいても上喉頭神経を介する嚥下と呼吸の相互関係が密接であることを示すものである。

老年病患者を長期にわたり反復してSPTを施行したプロスペクティブスタディでは、嚥下機能リハビリテーションの有効性を客観的に評価できることが証明された。そして誤嚥リスクの総合的評価に続いてロジスティックモデルを用いた解析により、高度の判別性を有する判別式が得られた。今後はSPTにより個々の患者について病期を正確に把握することに

より、嚥下性肺炎の予知をさらに確実にすることとなった。SPTは嚥下のリハビリテーションの指標として重要な意義をもつものと考えられる。

## 文献

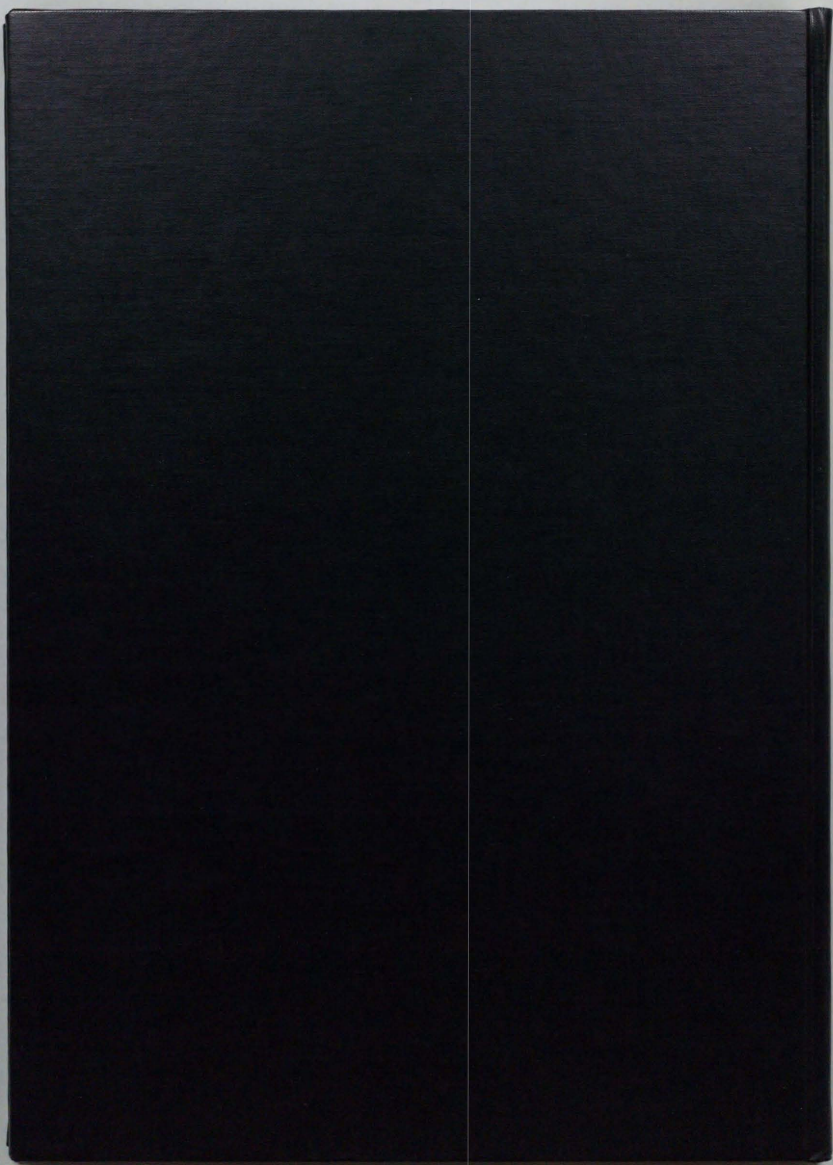
- 1) 福島保喜, 福地義之助: 老人肺と呼吸器疾患. 日胸疾会誌 12: 741-745, 1974.
- 2) 原沢道美: “老人肺の臨床”. 日内会誌 73: 1565-1582, 1984.
- 3) 福島保喜: 高齢者の肺炎. 臨床と研究 62: 2794-2799, 1985.
- 4) 矢野清隆, 福地義之助, 原沢道美: 老年者肺炎の特徴. 呼吸 4: 915-919, 1985.
- 5) 福地義之助, 矢野清隆, 蘇 寛泰, 原沢道美: 救急医療を要する呼吸器感染症の診断—高齢者—. 総合臨床 30: 2882-2886, 1981.
- 6) 福地義之助: 老年者の嚥下性肺炎とびまん性嚥下性細気管支炎: 臨床と研究 65: 1092-1095, 1988.
- 7) 福地義之助, 松瀬 健, 木田厚瑞: びまん性嚥下性細気管支炎の臨床. 日胸疾会誌 27: 571-577, 1987.
- 8) 松瀬 健, 福地義之助, 石田喜義: 誤嚥性細気管支炎の病理学的検討. 日胸疾会誌, 増刊号 25: 244-248, 1987.
- 9) Mendelson CL: The aspiration of stomach contents into the lungs during obstetric anesthesia. Am J Obstet Gynecol 52: 191-205, 1946.
- 10) Hamelberg WV: Aspiration pneumonitis, experimental and clinical observations. Anesth Analg 43: 669-675, 1964.
- 11) Bartlett JG, Gorbach SL: The Triple Threat of Aspiration Pneumonia. Chest 68: 560-567, 1975.

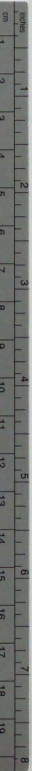
- 12) Saunders JB, Davis C, Miller ER: The mechanism of deglutition (Second stage) as revealed by cineradiography. *Ann Otol Rhinol Laryngol* 60: 897-916, 1951.
- 13) Ramsey GH, Watson JS, Gramiak R: Cinefluorographic analysis of the mechanism of swallowing. *Radiology* 64: 498-518, 1955.
- 14) Roberts RI: A cineradiographic investigation of pharyngeal deglutition. *Brit J Radio* 130: 449-460, 1957.
- 15) 竹中栄一: 蛍光増倍管式X線の画による嚥下運動の研究(1) - 正常例について - . *日医放線会* 21: 809-872, 1961.
- 16) 井上鉄三: X線テレビ及び筋電図による嚥下運動の解析. *日気食会報* 18: 5-16, 1967.
- 17) 棚橋汀路: レ線映画による第2期嚥下運動の研究. *日耳鼻* 70: 1256-1285, 1967.
- 18) 吉田義一, 平野 実, 進 武幹, 吉田哲二: 嚥下運動の多元的観察装置 - X線テレビと4チャンネル筋電図の同時記録 - . *日耳鼻* 79: 1601-1610, 1976.
- 19) 進 武幹: X線および筋電図による食道運動の観察 - 食道入口部を中心として - *日気食会報* 32: 83-88, 1981.
- 20) 稲木匠子, 丘村 熙, 森 敏裕: Computed radiography(CR)による咽頭二重造影法 - とくに咽喉頭異常感症における診断的意義 - . *日気食会報* 40: 456-462, 1989.
- 21) 稲木匠子, 丘村 熙, 森 敏裕: 食道透視と嚥下圧測定よりみた咽喉頭

- 異常感症の嚥下機能. 耳鼻臨床 補 23: 40-45, 1989.
- 22) 古川浩三: 嚥下における喉頭運動のX線学的解析 -とくに年齢変化について-. 日耳鼻 87: 169-181, 1984.
- 23) 可世木由美子, 棚橋汀路, 松井岳仁, 柳田則之: 高齢者の咽喉頭異常感と嚥下機能. 日気食会報 41: 16-19, 1990.
- 24) 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 -咽喉食道透視よりの観察-. 日気食会報 42: 116-120, 1991.
- 25) 金子 功: 嚥下における舌骨運動のX線学的解析 -男女差及び年齢変化について-. 日耳鼻 95: 974-987, 1992.
- 26) 木村彰男: 嚥下障害の評価と治療. リハビリテーション医学 28: 471-476, 1991.
- 27) 森 英二, 木村彰男, 才藤栄一, 千野直一: 脳卒中早期リハビリテーションの実際(2). 総合リハビリテーション 18: 935-938, 1990.
- 28) 椿原彰夫, 千野直一: リハビリテーションにおける嚥下障害の評価. 総合リハビリテーション 17: 435-441, 1989.
- 29) Nishino T, Takizawa K, Yokokawa N, Hiraga K: Depression of the Swallowing Reflex during Sedation and/or Relative Analgesia Produced by Inhalation of 50% Nitrous Oxide in Oxygen. Anesthesiology 67: 995-998, 1987.
- 30) 蘇 寛泰, 福地義之助, 西 功, 原沢道美: “呼吸中枢の加齢変化”. 日本医誌 22: 394-412, 1985.
- 31) 福地義之助, 矢野清隆, 石田喜義: 呼吸器系の老化徴候と早期発見 -



- 換気・ガス交換機能の加齢変化一. 日老医誌 24: 100-104, 1987.
- 32) 福地義之助: 呼吸筋と加齢. 呼吸 7: 1388-1392, 1988.
- 33) 古川俊之, 田中博著 多変量解析プログラムパッケージ入門. 医学書院 1983.
- 34) SUGI Supplemental Library User's Guide 5 Edition. SAS institute Inc, Cary, NC, U.S.A. 1988.
- 35) Nishino T, Yonezawa T, Honda Y: Effects of Swallowing on the Pattern of Continuous Respiration in Human Adults. Am Rev Respir Dis 132: 1219-1222, 1985.
- 36) John S, Norman W, Antoinette C, Harvey K: Cordination of Eating, Drinking and Breathing in Adults. Chest 96: 578-582, 1989.
- 37) Van Vliet BN, Uenishi M: Antagonistic interaction of laryngeal and central chemoreceptor respiratory reflexes. J Appl Physiol 72: 643-649, 1992.





# Kodak Color Control Patches

Blue      Cyan      Green      Yellow      Red      Magenta      White      3/Color      Black



# Kodak Gray Scale

A 1 2 3 4 5 6 M 8 9 10 11 12 13 14 15 B 17 18 19



© Kodak, 2007 TM Kodak