嚥下第Ⅱ期における嚥下圧動態の研究

愛媛大学医学部耳鼻咽喉科学教室（主任：柳原尚明教授）

森 敏 裕

INTRALUMINAL PRESSURE PROFILES IN THE PHARYNGEAL PHASE IN BOTH NORMAL AND ABNORMAL SUBJECTS

TOSHIHIRO MORI, M.D.

Department of Otolaryngology-Head and Neck Surgery, Ehime University School of Medicine, Ehime

Intraluminal pressure change in the pharyngeal phase of swallowing was measured by the station pull-through method, in which a pressure transducer probe was being withdrawn at each 1 cm step from a segment 25 to 8 cm from the nostril. The probe had an outside diameter of 5.0 mm in size and was loaded with two miniature pressure transducers 3 cm apart from each other.

Electromyogram of the suprahyoid muscles was simultaneously recorded with a surface electrode as an index of the second phase of deglutition. The three formats to analyze pressure wave forms in swallowing were designed as followings; a swallowing pressure curve showing peak values at each level, a conduction curve of swallowing pressure indicating the times when the peak of the pressure appeared at each level, and a calculation of the onset of relaxation and its duration at the portion of high pressure zone of the upper esophagus (UHPZ).

Analyses of the data in 30 normal subjects revealed the following results. 1) All showed swallowing pressure curves with 3 peaks at the levels of the velopharynx, hypopharynx and cervical esophagus. 2) Normal ranges of the pressure at each level of the peak were 48.2-139 mmHg, 46.4-132 mmHg and 9.0-111 mmHg, respectively. 3) Conduction curves of swallowing pressure showed an "S" like figure in all and the gradient was steep at the level of the oropharynx and hypopharynx. 4) The duration of relaxation at the paroximal end within the UHPZ was shorter than that at the distal in all. The normal range of the duration of relaxation at the paroximal end was 365-833 msec.

Profiles of swallowing in 130 patients with dysphagia showed the following results. 5) Pressure curves in swallowing were classified into 4 pathological patterns of curve depending on the site of a lesion. 6) Two of all showed an abnormal pattern of the conduction curve, which was supposed to be originated by a disorder in the preprogrammed process in swallowing. 7) Two of all also showed abnormally earlier onset of relaxation within the UHPZ. 8) Of all, 3 showed short duration of relaxation within the UHPZ abnormally.

Key words: 嚥下障害, 咽頭食道内圧, 食道入口部

A 95-1022-50022

はじめに

嚥下第Ⅱ期の生理および病態の研究にはX線透視,

筋電図, 嚥下圧の測定などが用いられているが, 嚥下第Ⅱ期が短時間のしかも極めて複雑な運動であるため

になお十分に解明されていない。例えば誤嚥は嚥下第Ⅱ期に起こる重大な病態であるが、嚥下第Ⅱ期についての知識が不十分なためその治療法も予防法も確立されていないのが現状である。嚥下第Ⅱ期の嚥下圧動態の研究は以上の意味で病態生理学的意義が大きく、嚥下圧の測定が臨床検査法として確立されることが望まれている由縁である。嚥下第Ⅱ期の嚥下圧の測定は1950年代に開発されたカテーテル法、すなわち間接法による測定から¹⁾、小型体内圧トランスデューサーを応用した直接法へと移行しつつある²⁾。しかし、従来の方法では測定結果の再現性などに問題があり³⁾、また、嚥下障害症例における嚥下圧測定の病態生理学的意義に関する研究も少ない^{4)~7)}。著者は正常者、嚥下困難症例における嚥下圧測定の方法、測定の結果を検討し、本法が臨床検査法として有意義であると考えられたのでここに報告する。

第1章. 嚥下圧測定法の検討

嚥下圧測定に関しては以下の諸点で結論が得られている⁸⁾。すなわち、1) 測定装置として小型体内圧トランスデューサー法が優れている、2) 受圧方向が前方あるいは後方に一定している必要がある、3) 受圧部の大きさが測定値に影響する、4) 受圧部と粘膜の相互運動により圧値に変化をきたす、5) 検査に用いる bolus の1回量は2から20mlの範囲が適当、6) 口腔・咽頭を広範に麻酔してはならない、7) 測定体位は立位、座位、仰臥位、いずれでも良い。以上の諸点を考慮し測定結果の信頼性を更に高めるため以下の項目について実験的に検討した。

1. 予備実験

予備実験1) から3) の対象は正常ボランティア1名(30歳男性)である。

1) Bolus の水温

一般に小型体内圧トランスデューサー法では圧センサーに温度特性があるとされているが、本研究で用いた圧トランスデューサー(ミラー社製、モデルSPC-761)では、23~38℃の間では ± 1 mmHg BSL(直線性誤差)で無視し得る範囲にある。人体内での温度特性を確認するため、上記対象者に37℃と25℃の水5mlを飲ませて下咽頭の嚥下圧をそれぞれ30回測定した。水温が37℃と25℃の時の嚥下圧の平均値 $\pm$ 標準偏差は、それぞれ 86.1 ± 5.06 mmHg、 88.7 ± 5.18 mmHgであり、t検定で両者間に5%の危険率で有意差を認めなかった。

2) 喉頭運動と圧センサー部のずれ運動

外径5.0mmの圧測定プローベを経鼻的に頸部食道まで挿入し水5mlを嚥下させ、側面からX線透視し1秒間30フレームをビデオテープに録画した。再生画像より、嚥下時の喉頭の上下運動と圧センサー部の上下運動を1フレーム毎に対比して、28嚥下を解析した。その結果、嚥下時の圧センサー部の上昇距離は、圧センサーが軟口蓋部から頸部食道までいずれの部位にあっても約10~15mmで、嚥下時喉頭挙上距離の約1/3~1/2であった。また圧センサーの位置にかかわらず圧センサーと喉頭はほぼ同時に上昇・下降した。

3) 圧測定プローベの外径

圧センサーを挿入する胃管の径を変えることにより外径の異なる圧測定プローベを試作した。胃管は外径4.1mm(12F)、5.0mm(14F)、7.7mm(20F)の3種類を用い、上記対象者の水5ml嚥下について検討した。嚥下圧はいずれの部位でも外径5.0mmが最も高い値を示し、軟口蓋部(前鼻孔より12-13cm)では平均85mmHg、下咽頭(前鼻孔より17-18cm)では平均78mmHgで、外径4.1mmおよび7.7mmいずれに対しても有意に高かった($P < 0.05$, t検定)(図1)。また食道入口部(前鼻孔より18-21cm)の静止時陽圧も10-32mmHgと外径5.0mmが最も高い値を示した(図2)。

図1 測定プローベの外径の違いによる嚥下圧の変動

横軸は前鼻孔からの距離を示す。◇, ○, □は各部の平均値、縦棒は軟口蓋部、下咽頭、および頸部食道での ± 1 SDを示す。
(** $p < 0.01$: 5.0mmと4.1mmあるいは7.7mmとの差, * $p < 0.05$: 5.0mmと4.1mmとの差)

図2 測定プローベの外径の違いによる食道入口部静止圧の変動
横軸は前鼻孔からの距離を示す。

図3 圧測定プローベ

2. 測定の再現性

1) 嚥下圧測定法

圧測定には2チャンネル型の小型体内圧トランスデューサー (Millar 社製 Model SPC-761, 外径6F) を使用し, 2つの圧センサー間距離を3cmとした。この圧センサーを外径5.0mmの胃管内に挿入し, 受圧部が胃管の側方に設けた小孔に面するように絹糸で縛り, 圧測定プローベとした(図3)。圧トランスデューサーの出力は, 直流増幅器 (SAN-EI 1253A) を経てビジグラフ (SAN-EI 5L) に記録した。同時に, 頤下部正中に双極表面電極を設置し舌骨上筋群の活動電位を記録し嚥下開始時の指標とした。まず圧測定プローベを経鼻的に前鼻孔から25cm, 頸部食道まで挿入し, 同部より前鼻孔から8cmの軟口蓋部までの間, 1cm毎に嚥下時の内圧を測定する stationary pull-through 法を用いた。各部で2回測定すると圧センサー2系統

図4 Station pull-through法の再現性(同一日の場合)

A: 1回目, B: 2回目。○と縦棒は各峰に一致した部位での嚥下圧値の平均値と±1SDを示す。横軸に平行な棒線は食道入口部を示す

の出力が得られるので, 前鼻孔から25-23cmでは各測定部位で2個, 22-8cmでは各測定部位で4個のデータが得られる。Bolusとして25°Cの水5mlを用い, 測定中は受圧部が常に被験者の前方を向くようにした。

2) 嚥下圧の再現性

正常者16人(男性9人, 女性7人, 年齢26~60歳, 平均44.5歳)で, 2回 stationary pull-through法で測定した嚥下圧について, 再現性を検討した。図4は前述の嚥下圧曲線の表示法に従い, 代表例(41歳, 女性)の1回目と2回目の測定結果を示したもので, 各部

測定値の再現性が良好なことが分かる。各被験者の軟口蓋部、下咽頭、および頸部食道での嚥下圧の平均値の1回目と2回目の相関をみると、軟口蓋部や下咽頭では両測定間の相関係数は0.898および0.866で再現性は良好であるが、頸部食道では同一個体内でも嚥下圧のばらつきがやや大きく相関係数は0.648であるが、いずれも1%の危険率で有意の相関を示した。また上記16例中、日を変えて複数回の嚥下圧測定を行った6例について測定値の再現性を検討するといずれも良好な再現性がみられた。図5に代表例(60歳、女性)を示す。

3. 考案

1) 嚥下圧測定法について

小型体内圧トランスデューサーの欠点は機種によっては温度感受性が比較的大きいことにあるが、今回使用した機種では温度の影響は無視しうる範囲で、25°Cと37°Cの水嚥下時の下咽頭での嚥下圧値に有意の差を認めなかった。咽頭や頸部食道は横紋筋で構成されているので一定の範囲内ではbolusの温度によって嚥下圧が左右されない⁹⁾と考えられている。以上の理由から本研究ではbolusとして、容易に安定した温度が維持できる25°Cの室温の水を用いた。

嚥下第Ⅱ期では喉頭が1頸椎体あるいはそれ以上挙上し¹⁰⁾¹¹⁾、また咽頭後壁粘膜もかなり上昇するとされている¹²⁾。もし喉頭挙上時に圧センサーが全く動かなければ、嚥下前と嚥下中では異なった部位の圧を測定することになる。今回の実験結果では嚥下第Ⅱ期において、喉頭と圧センサーは同じような上下運動、すなわちほぼ同時に挙上を開始し、ほぼ同時に下降していた。圧センサーの上下運動は喉頭の挙上ではなく軟口蓋の運動に起因しているので両者の挙上距離に約1/2頸椎体程度(約1cm)の差異はあるが、この程度の測定部位の違いは、常に一定方向へのずれであること、部位によってその程度が一定していること、の2点から誤差としては問題の無い範囲と言える。喉頭運動に関連したもう一つの注意点は、圧センサーと測定部位のずれ運動により測定値が真の値より高くなる可能性である。先端を曲げた硬いプローベを使用するとこの誤差が大きいことが知られている¹³⁾が、今回使用したプローベは比較的柔軟で曲りもなく、上記のずれ運動による誤差も無視し得るものと考えられる。

プローベの外径と咽頭部の嚥下圧値の関係については、2.8mmで36mmHg¹⁴⁾、3.2mmで66mmHg¹⁵⁾、5mmで128±32mmHg¹⁶⁾と報告されており、外径が

図5 Station pull-through法の再現性(日を変にした場合)

A: 1回目, B: 2回目. ○と縦棒は各峰に一致した部位での嚥下圧値の平均値と±1SDを示す. 横軸に平行な棒線は食道入口部を示す

大きくなると嚥下圧値が高く測定される傾向がある。一般にプローベ外径が大きい方が圧値が大きく測定誤差を小さくできると考えられるが、プローベが太すぎると異物感が強くなり生理的状態の値とは言えなくなる。実際には外径6mm程度が限界である。今回の測定では5.0mmで、軟口蓋部、下咽頭、頸部食道のいずれの部位でも最も高い圧が記録され、径6Fの圧センサーを胃管内に挿入してプローベとして使用する場合は胃管の外径としては14F(5.0mm)が最適と思われる。次にプローベの外径と食道入口部の静止圧の関係をみ

ると、小型体内圧トランスデューサーを用いた外径4mmのプロローベでは3~4mmHg¹⁷⁾、外径2.2mmのカテーテル法では6.7mmHg¹⁸⁾の低い静止圧が報告されており、今回の実験でも外径4.1mmでは0~22mmHgと低い圧を示した。食道入口部の静止圧は主に輪状咽頭筋の恒常的な収縮により発生しているとされており、その圧値は同筋の「張力-長さ」特性によりプロローベ外径に比例するとされている⁹⁾。しかしプロローベ外径が2-4mmと細いと同筋の張力は小さく、静止時内圧は主に粘膜下静脈叢等の軟部組織圧のみを反映するため、上記のようなごく低い圧値しか得られないものと推察される。食道入口部をbolusが通過できるかどうかには食道入口部の静止圧値の高低はあまり意味がなく、輪状咽頭筋の持続的収縮と弛緩に対応して静止圧が有るか無いかの判定が確実にできることが重要である。外径5.0mmでは図2に示すように必ず10mmHg以上の静止圧を示しており、食道入口部の弛緩による平圧化の判定にも外径5.0mmが最も適していると考えられる。このように食道入口部の静止圧値や各部における嚥下圧値は圧測定プロローベの径によって異なることを十分に承知しておく必要がある。

2) 嚥下圧の再現性について

Stationary pull-through法により得られる嚥下圧の再現性を多数例で検討した報告は少ない²⁰⁾。今回16人の検討では、1回目と2回目の同法による嚥下圧の再現性は良好で、特に軟口蓋部や下咽頭では十分な相関が認められた。日を変えて測定した6例でも、嚥下圧曲線の再現性は良好であり、本法が十分信頼できる検査法であることが確認できた。

6. 小括

嚥下圧測定法の信頼性を検討し、次の結果を得た。

- 1) 使用するbolusとしては室温の水で良い。
- 2) プロローベ外径は径6Fの圧センサーを使用する場合は、5.0mm程度が良い。
- 3) 喉頭と圧センサーはほぼ平行して運動し、両者の相対的位置の変動による測定誤差は無視し得る。
- 4) 測定した嚥下圧の再現性は良好である。

第II章. 正常嚥下における検討

1. 対象と測定方法

咽喉頭に視診上異常がなく、嚥下困難を自覚していない成人30名(男性15名、女性15名)を正常対象として検討した。対象の年齢分布は26歳から60歳で平均

43.3歳。嚥下圧測定と舌骨上筋群筋電図の同時記録に前章で述べた通りである。

2. 嚥下圧測定で得られる三つのパラメータ

正常代表例の圧波形・舌骨上筋群筋電図の同時記録を図6に示した。Aは近位側圧センサーが前鼻孔から10cmの軟口蓋部、遠位側センサーが前鼻孔から13cmの中咽頭に位置した時の水嚥下の圧波形および筋電図で、同様にBは前鼻孔から13cmの中咽頭と16cmの下咽頭、Cは前鼻孔から14cmの下咽頭と17cmの食道入口部、Dは前鼻孔から18cmの食道入口部と21cmの頸部食道にセンサーが位置した場合を示している。これら原波形から、嚥下圧曲線、嚥下圧伝搬曲線、食道入口部内圧波形の3つのパラメータが抽出できる。

A) 嚥下圧曲線: 嚥下力の指標として、嚥下圧主波であるP波²⁰⁾のピーク値を部位毎に示す方法¹⁷⁾で、横軸に測定部位を1cm単位で示し、縦軸にP波のピーク値(図6の下向き矢印)をmmHg単位で示す。部位毎の平均値を結んだ折れ線グラフを嚥下圧曲線と呼ぶ(図7)。なお、食道入口部(静止時陽圧を示す上部食道高圧帯)の前鼻孔からの距離は個人差があるので、横軸に平行につけた水平線で表示した。

B) 嚥下圧伝搬曲線: 嚥下圧波の伝搬様式の解析を目的として嚥下圧伝搬曲線法を考案した²¹⁾。縦軸に測定部位を1cm単位で示し、横軸に舌骨上筋群筋放電活動開始点(図6の斜め上向き矢印)を基準とした時刻を示し、各部におけるP波の頂点(図6の下向き矢印)の時刻を記す方法で、部位毎の平均値を結んだ折れ線グラフを嚥下圧伝搬曲線と呼んだ(図8)。なお、食道入口部は縦軸に平行につけた縦線で示した。

C) 食道入口部圧波形分析: 食道入口部では静止圧値や嚥下圧値自体はあまり重要ではなく、bolusが通過できるように、適切な時期に十分な時間平圧化しているかどうか重要である。平圧化(弛緩)開始時期は、舌骨上筋群筋電図上の嚥下第II期開始点(図6の斜め上向き矢印)を基準とした。平圧化時間は静止時陽圧が大気圧まで低下した時点からP波の立ち上がり部分(図6の最初の上向き小矢印)迄とした。

3. 結果

A) 正常嚥下圧曲線

正常嚥下圧曲線は、軟口蓋部、下咽頭、頸部食道にピークを持つ3峰性を示す²²⁾(図7)。峰の部位は体型により個人差を示すが、大凡、軟口蓋部の峰は前鼻孔より11-12cm、下咽頭の峰は16-17cm、頸部食道の峰は20-21cmの部位にある。食道入口部は17-19cmの

図6 正常嚥下圧波形と表面筋電図。A：センサーの位置は前鼻孔から10cmと13cm,同様に, B：13cmと16cm, C：14cmと17cm, D：18cmと21cm。下向きの矢印はP波のピークを, 上向きの小三角印はP波の開始点と終了点を, 斜め上向きの矢印は筋電図上嚥下第II期の開始と考えられる点を, 17cm・18cmの水平棒線は食道入口部の平均圧化時間を示している。
EMG：舌骨上筋群表面筋電図。

図7 代表的な正常嚥下圧曲線
各部4嚥下の測定値とその平均を示す。横軸に平行な棒線は食道入口部を示す

図8 代表的な正常嚥下圧伝搬曲線
縦軸に平行な棒線は食道入口部, 括弧は中下咽頭部を示す。本曲線は嚥下圧の発生時期をみるものである, 横軸は舌骨上筋電図活動を基準とした時刻表示とした。

部位に始まり2-4cmの幅を示した。各峰の代表値の求め方を軟口蓋部を例に説明する。嚥下圧曲線上軟口蓋部のピークを示す部位(例えば11cm)とその両隣を含む3部位(例えば10-12cm)での嚥下圧は各人それぞれ近似しており, これら3部位での計12嚥下の圧値が軟口蓋部の嚥下圧を代表するものと考えた。30人での計360のデータをもとに, PC-SAS解析システムを用いて以下の統計処理を行った。Shapiro-Wilk統計量 w は0.950であり, 正規分布からのランダム標本であると推計された。平均値93.5, 標準偏差23.1であり, 95

%の信頼区間(平均値 $\pm 1.96SD$)は48.2—139であり、48mmHg以下あるいは140mmHg以上をはずれ値とした(表1)。

B) 正常嚥下圧伝搬曲線

嚥下圧伝搬曲線の正常代表例を図8に示した。正常者では軟口蓋部ではやや緩徐、中咽頭から下咽頭にかけては急峻(図中の括弧で示した部位)、食道入口部から頸部食道までは再び緩徐になるS字状の曲線をなす。各部におけるP波の伝搬速度はこの曲線の勾配によって示され、中・下咽頭で最も速く伝搬される。

C) 正常食道入口部内圧波形

食道入口部は嚥下圧測定上静止時(非嚥下時)に持続的陽圧を認める部位と定義される。同部は通常、前鼻孔から16—18cmの部位に始まり2—4cmの幅をもって存在する。この食道入口部の内最も上方の測定部位(咽頭端)と下方の測定部位(食道端)では、図6の代表例に示すように平圧化時期・時間ともに異なることが明らかになった(図6の例の食道入口部は17—20cmであった)。全員平圧化時期は食道端がやや早く、平圧化時間は食道端が長かった。

平圧化開始時期の信頼区間: 各人咽頭端(例えば前鼻孔より17cmの部位)の4嚥下。30人で計120のデータを基に、嚥下圧曲線の場合と同様の統計学的手法により代表値を求めた。咽頭端での舌骨上筋群活動開始点と平圧化開始時期の時刻差は 76 ± 106 msec(平均 $\pm$ 標準偏差)で、95%信頼区間は $-132 \sim 284$ msecであり、 -133 msec以下あるいは 285 msec以上をはずれ値とした。食道端でも同様に代表値を求めると、舌骨上筋群活動開始点と平圧化開始時期の時刻差は -141 ± 192 msecで、95%信頼区間は $-518 \sim 235$ msecであり、 -519 msec以下あるいは 236 msec以上をはずれ値とした(図9)。

平圧化時間の信頼区間: 上記と同様に算出すると、平圧化時間は咽頭端で最も短く 598 ± 120 msecで95%信頼区間は $363 \sim 833$ msecであり、 362 msec以下あるいは 834 msec以上をはずれ値とした。食道端では平圧化時間が長く 1218 ± 260 msecで95%信頼区間は $708 \sim 1728$ msecであり、 707 msec以下あるいは 1729 msec以上をはずれ値とした(図9)。

4. 小括

嚥下圧測定から得られたデータをもとに、嚥下圧曲線、嚥下圧伝搬曲線、食道入口部内圧波形の3つのパラメータを抽出した。嚥下圧曲線では3部位の平均値および信頼区間を設定した。嚥下圧伝搬曲線では各部

表1 正常嚥下圧曲線の3峰の正常範囲
(単位は mmHg)

部 位	軟口蓋部	下咽頭	頸部食道
平均値	93.5	89.3	60.2
標準偏差	23.1	21.9	26.1
正常範囲*	48.2—139*	46.4—132*	9.0—111*

(*平均 $\pm 1.96SD$)

図9 食道入口部内圧波形の模式図

○と水平棒線は正常30例での平圧化開始時期の平均と標準偏差、水平破線は平圧化時間の平均を示す。横軸は筋電図を指標とした時刻を示す。上段: 咽頭端, 下段: 食道端。

の圧発生のタイミングが容易に読み取れることを示し、正常パターンを明らかにした。食道入口部内圧波形分析では、食道入口部平圧化の時期と時間が同部内の咽頭端と食道端で異なることを明らかにし、それぞれ信頼区間を設けた。なお、65歳以上の高齢者では嚥下困難を訴えない正常例でも嚥下圧の低下や食道入口部弛緩異常がみられるとする報告があり⁸⁾、今後の検討が必要である。

第三章. 病的嚥下における検討

1. 対象 方法

嚥下困難を訴えた患者130症例について、前章で述べた方法で嚥下圧を測定し解析した。嚥下困難の原因の内訳は表2に示した。

2. 結果

表2 疾患と嚥下圧曲線分類の対応

疾 患 名	嚥 下 圧 曲 線 分 類							計
	I	II a	II b	III a	III b	III ab	不能	
神 經 筋 疾 患								
脳 血 管 障 害	3		1		1	5	1	11
中枢性神経疾患	5			2				7
末梢性神経疾患	9		1	1	3	5	5	24
反回神経麻痺	8			1	2	1	2	14
重症筋無力症						2		2
筋 疾 患	2					6		8
そ の 他					1	1	2	4
誤 嚥				1	1		1	3
P — V 症 候 群	10		2	1	1			14
消化管腫瘍	6			2			2	10
ポーチ憩室	5		3				1	9
そ の 他	7	1	2	4	1	4	5	24
計	55	1	9	12	10	24	19	130

(嚥下圧曲線分類：I～III bは本文参照。III abはIII aとIII bの両者の複合型、不能は一部の部位でしか測定できなかった例を示す。)

A) 嚥下圧曲線の分類

1) 分類法

130症例の嚥下圧曲線は以下の5型に分類した²²⁾(図10)。

I型：正常

II型：異常亢進型

II a型：頸部食道の峰の圧値が異常亢進する(112mmHg以上)型

II b型：下咽頭の峰の圧値が異常亢進する(133mmHg以上)型

III型：異常低下型

III a：下咽頭の峰の圧値が異常低下する(46mmHg以下)型

III b：軟口蓋部の峰の圧値が異常低下する(48mmHg以下)型

2) 分類の結果

嚥下圧曲線の型と疾患との関係を表2に示した。症例の約40%は正常のI型、約33%は圧低下型を示した。嚥下障害が強くすべての部位で測定を行えなかった4症例では、測定された値が異常に低いのでIII ab型と分類した。誤嚥が認められても原因疾患が明らかでない例があり、また同じ疾患群でも嚥下動態は一定ではないので、嚥下圧曲線分類と疾患との間に一定の対応

図10 嚥下圧曲線分類

はみられなかったが、次のような傾向がうかがわれた。

1) 下咽頭ポーチ・憩室例では圧亢進を示すことが多い。2) 脳血管障害例のうち仮性球麻痺やワレンベルグ

図11 A：異常嚥下圧伝搬曲線の1例（点線は正常パターン）。本曲線は嚥下圧の発生時期をみるものである。横軸は舌骨上筋電図活動を基準とした時刻表示とした。B：同症例の食道入口部圧波形。上段：前鼻孔から17cmでは、水平棒線で示す平圧化時期が最下段の筋電図で示される嚥下第II期の前である。中段：前鼻孔から20cmの頸部食道内圧波形は正常。下段：舌骨上筋群表面筋電図。

症候群ではIII ab型を示し、他はI型あるいはII b型を示す。3) 変性疾患や頭蓋底腫瘍などの末梢性脳神経麻痺例では压低型が多い。4) プランマー・ビンソン症候群ではI型が多いが、そのほとんどは正常下限の嚥下圧を示す

B) 嚥下圧伝搬曲線

嚥下圧伝搬曲線が作図できたのは62例で、そのうち60例は正常のS字状を呈し、2例において異常を呈した。異常はワレンベルグ症候群および原因不明の脳圧亢進に対する脳室シャント術後の各1例に認められた。後者の嚥下圧伝搬曲線を図11Aに示す。本例では軟口蓋部から食道入口部まで嚥下圧が同時に発生しており、適切な時間差が失われている。嚥下圧曲線を作

図12 平圧化(弛緩)時間異常短縮例の食道入口部咽頭端の嚥下圧波形
平圧化時間は340msec。

図できなかった症例が68例もある理由は、嚥下第I期障害が高度で舌骨上筋群に異常放電がみられ嚥下第II期開始点の同定が不可能であったためで、それ自体が異常と言える。

C) 食道入口部圧波形分析

食道入口部の平圧化時期・時間としては平圧化（弛緩）時間の短い咽頭端の値が重要であるので、咽頭端の値のみを分析対象とした。前記正常者群での結果を基に、平圧化開始時期が-132msecから284msecの間に無い場合ははずれ値とし、臨床的には弛緩時期の異常と判定し、同様に平圧化時間が363msec未満を臨床的には弛緩時間の異常短縮とした。弛緩時期の異常は2例（異常嚥下圧伝搬曲線を呈した2例と同一症例）にみられ、舌骨上筋電図を基準とした平圧化開始時期の平均は-687msec（図11B）および-240msec（図13C）であった。他の128例のうち先に述べたように舌骨上筋群の筋電図上の活動開始点が同定できなかった68例を除き、60例ではすべて弛緩時期は正常であった。弛緩時間の異常短縮は3例（代表1例を図12に示す）にみられ、他の127例ではすべて正常範囲内にあった。

3. 考案

A) 嚥下圧曲線について

著者は正常の嚥下圧曲線は軟口蓋部、下咽頭、頸部食道の3カ所にピークを持つ3峰性であることを既に報告した²²⁾。西納ら²³⁾、小宮山ら²⁴⁾は上咽頭と下咽頭にピークを持つ2峰性としているが、bolusの量によらず咽頭から頸部食道までは一連の嚥下運動として毎回圧が発生するので、嚥下第II期の機能を理解するには頸部食道の峰も含めるべきと考えている。

著者が提唱した嚥下圧曲線分類の診断上の意義を本

図13 ワレンベルグ症候群例

A：X線透視側面像（左：嚥下時，右：嚥下活動終了時）。B：嚥下圧曲線はⅢ ab 型。C：食道入口部圧波形分析では，平圧化時間は正常だが平圧化時期（水平棒線）は異常である。D：嚥下圧伝搬曲線には正常と異なり圧発生の適切な時間差が失われている（点線は正常パターン）。E：嚥下時の筋電図。甲状咽頭筋があたかも輪状咽頭筋のような弛緩パターンを示し，しかもその時期が嚥下第Ⅱ期の前である。また輪状咽頭筋は全く弛緩していない。

研究での観察結果からまとめると次のようになる。

Ⅱ a 型：輪状咽頭嚥下困難 (cricopharyngeal dysphagia) の病態を示す型で，食道入口部の弛緩に恒常性がない場合には誤嚥あるいは食塊の逆流が起こり，弛緩が正常の場合には頸部の絞扼感や嚥下時の抵抗を自覚する。

Ⅱ b 型：食道入口部の機能的狭窄のため下咽頭で嚥下圧の異常亢進をきたす型で，嚥下動作の面からみれば食道入口部の異常を代償するための下咽頭の機能亢進を示すものと考えられる。普通の bolus では多少の嚥下困難を自覚するだけで誤嚥をきたすことはない。しかし，1 回嚥下量がある限度を越えると誤嚥をきたす。

Ⅲ a 型：舌根の後方への運動不全と中下咽頭収縮筋の機能低下により十分に咽頭内圧が高まらない状態である。嚥下力低下に見合った bolus 量であれば，必ずしも

誤嚥をきたさない。一方その嚥下能力を越えた bolus 量であると，食道入口部の弛緩時間は正常でもこの間にすべての bolus がこの部を通過することは不可能で，喉頭下降期型誤嚥をきたす

Ⅲ b 型：軟口蓋麻痺の病態を示す型。嚥下圧測定により軽度の軟口蓋麻痺でも診断することが可能である。
B) 嚥下圧伝搬曲線について

嚥下第Ⅱ期には口腔側から食道側に向かうあたかも蠕動運動のような筋収縮の伝搬が行われ，その活動に一致して嚥下圧波，P 波は部位毎に，ある時間差をもって出現する。この現象を P 波の伝搬と考え，その伝搬速度が求められてきた²⁵⁾²⁶⁾²⁷⁾。しかし，bolus を駆動する上で重要なことは速度値そのものより，上流から下流へ向かって順序良く P 波が発生することである。嚥下圧伝搬曲線法ではこの P 波発生パターンが一目瞭

然で、例えば図11Aに示した症例では十分なピーク値を持ったP波が発生してもその発生時期が同時あるいは逆転しているので、bolusを上下に圧排するのみで下方への有効な駆動力たり得ないことが容易に理解される。従来P波発生の協調異常が報告されてきたが^{28)~32)}、本例のように明確なP波発生時期異常を呈した症例の報告は初めてである。また、本法では咽頭・食道各部におけるP波発生時刻を簡単に読みとることが出来るが、正常例の時刻はMcConnelら³³⁾が示した値と良く一致していた。

舌骨上筋群は嚥下第Ⅰ期にも第Ⅱ期にも活動するが、表面筋電図上では放電が大振幅となった時点を嚥下第Ⅱ期の指標とできることを既に確認している²¹⁾。嚥下障害例では純粋な嚥下第Ⅱ期のみの障害例はむしろまれで、多かれ少なかれⅠ期とⅡ期両者の障害が含まれている。Ⅰ期障害が高度であると嚥下を意図しても嚥下第Ⅱ期がなかなか惹起されず、その間、舌骨上筋群は不規則な振幅の大きい筋放電を続けることとなり、筋電図上嚥下第Ⅱ期開始点が同定できず、嚥下圧伝搬曲線が作図できないこととなる。今回このような症例が半数に及んだということは、逆に言えば、嚥下第Ⅱ期障害例では嚥下第Ⅰ期障害をも伴う頻度が高いことを示している。

C) 食道入口部の平圧化(弛緩)時期・時間について

食道入口部の弛緩不良、とくに弛緩時間の短縮症例の報告では従来明らかな基準のないまま議論されてきた³¹⁾³⁴⁾³⁵⁾³⁶⁾。食道入口部弛緩時間の異常の判定には、当然その正常範囲が明らかにされねばならない。食道入口部の正常平圧化時間については、Huruwitzら³⁷⁾が200-500msec、Sokolら²⁰⁾が250-400msec、Duranceau

ら²⁸⁾が1200±100msec、渋沢ら³⁸⁾が480~750msec、McConnelら³³⁾が786msec(表から計算)と報告しているが、いずれも被験者数が5~14例と少なく、また食道入口部の内のどの部位を対象としたかも不明な報告があり、いまだ十分に検討されているとは言えない。食道入口部は2~4cmの幅をもっており、本研究ではその咽頭端と食道端で弛緩時間が異なることを明らかにし、この点に注意を払い食道入口部咽頭端の平圧化(弛緩)時間の信頼区間を求めた。正常人30名を対象とした363~833msecという結果は最も信頼性の高い値と言える。本研究での食道入口部弛緩異常短縮例の頻度は130例中3症例(2.3%)で、ごく少ないことが明らかとなった。なお、これら3症例はいずれも脳血管障害例で、しかも脳幹の嚥下中枢付近の障害と推定されている。また、全く弛緩しないいわゆる輪状咽頭筋アカラシアと考えられる症例はなかった。

弛緩時期異常もまた2症例(1.5%)でまれである。しかし、これら2症例のような、弛緩はするがその時期が全く異常と言う現象を嚥下圧波形で明確に示した報告は文献上認められず、このような病態の存在を嚥下圧測定で確認したことには大きな意義がある。これら2症例は前述のように嚥下圧伝搬曲線も異常を呈しており、輪状咽頭筋だけでなく多くの嚥下関与筋の活動時期が異常であり、嚥下中枢における筋活動プログラムが障害された結果と考えている。以上の3つの評価法による解析結果と疾患群の関係を表3にまとめた。

4. 症例

以上著者が新しく開発した3つの評価法すべてに異常を呈した症例を呈示しその診断的意義について述べる。症例は65歳男性、ワレンベルグ症候群例で、突発

表3 各疾患の嚥下圧測定からみた嚥下動態

疾 患	病 態	圧曲線	伝搬曲線	人口部弛緩
脳血管障害 神経変性疾患	核上性麻痺	I, III型	正常	恒常性欠如
	延髄中枢障害	I型	異常	時期異常
	核下性麻痺	III型	正常	正 常
筋 疾 患	筋力低下 人口部拡張障害	III型	正常	正 常
P-V症候群	筋力低下	III型	正常	正 常
ポーチ・憩室	人口部弛緩異常?	II b型	正常	異 常 ?
反回神経麻痺	声門閉鎖不全	I, III a型	正常	正 常 ?

性嚥下不能を呈した1例を図13に示す。図13AはX線透視側面像で、左の喉頭挙上期にもバリウム bolus は全く食道入口部に流入せず、口腔や鼻腔に逆流した。嚥下圧曲線は、軟口蓋部、下咽頭ともに圧の異常低下を示すIII ab型で、軟口蓋麻痺および舌根・下咽頭の運動不良を示すものと考えられた(図13B)。食道入口部の嚥下圧波形を見ると平圧化時間は正常であるが、その開始時期は筋電図から読み取れる嚥下第Ⅱ期開始時期の前であり、食道入口部弛緩の時期異常が示唆された(図13C)。嚥下圧伝搬曲線では軟口蓋部から下咽頭まで時間差がなく同時に圧が発生している(図13D)。以上の検査結果は嚥下第2期のプログラム異常と同期に関与する筋力の異常低下を示すもので、食道透視検査では明らかにし得ない異常である。この嚥下プログラムの異常は、輪状咽頭筋切断術時に直視下に行った筋電図学的検査によっても確認された(図13E)。

5. 小括

嚥下困難を訴えた130症例の嚥下圧を測定し、嚥下の病態生理を考察した。嚥下圧曲線では半数が正常型、3分の1が圧低下型を示した。嚥下圧伝搬曲線では同曲線が作図できた62例中2例が異常を呈した。食道入口部圧波形分析では、弛緩時期異常が2例、弛緩時間異常短縮が3例発見された。これら3つの評価法を総合すると複雑な嚥下第Ⅱ期動態異常の詳細を把握することが可能となり、治療法の決定にも重要な情報を与える。

第Ⅳ章. 結 論

1. 小型体内圧トランスデューサーを用いた嚥下圧測定では、圧トランスデューサーを選べば、bolusの温度が咽頭・頸部食道の内圧測定結果に及ぼす影響は無視しうる程度である。圧測定プローブとしては外径5.0mm (14F)の胃管に圧トランスデューサーを挿入して用いるのが最適で、これを用いたstationary pull-through法の再現性は良好である。

2. 嚥下圧曲線を5型に分類することにより、咽頭・頸部食道の嚥下圧の異常亢進・低下を明らかに示した。

3. 嚥下圧伝搬曲線は嚥下関与筋の協調運動を反映するもので、嚥下時の筋活動プログラム異常症例の診断を容易にした。

4. 食道入口部圧波形の分析では、食道入口部の内、咽頭端の平圧化(弛緩)時間が最も短いことを初めて明らかにし、平圧化時期異常症例と平圧化時間異常短

縮例の存在を初めて客観的に示した。

5. 以上の3評価法を総合すれば嚥下第Ⅱ期の動態とその障害を把握できることを示した。

引用文献

- 1) Code CF, Schlegel JF: Motor action of the esophagus and its sphincters, Chapt. 90 in Handbook of Physiology-Alimentary Canal. Bethesda, Maryland, American Physiologic Society, 1967, pp1821-1839.
- 2) Millhon WA, Hoffman DE, Jarvis P et al: Preliminary report on Millhon-Crites intraesophageal motility probe. Amer J Dig Dis 14: 929-933, 1968.
- 3) Dodds WJ, Stef JJ, Hogan WJ: Factors determining pressure measurement accuracy by intraluminal manometry. Gastroenterol 70: 117-123, 1976.
- 4) Hurwitz AL, Nelson JA, Haddad JK: Oropharyngeal dysphagia: Manometric and cine esophagographic findings. Am J Dig Dis 20: 313-324, 1975.
- 5) Palmer ED: Disorders of the cricopharyngeal muscle: a review. Gastroenterol 71: 510-519, 1976.
- 6) Newman A: Manometry in the evaluation of esophageal function. Otolaryngol Clin North Am 11: 405-417, 1978.
- 7) McConnel FMS, Cerenco D, Hersh T, Weil LJ: Evaluation of pharyngeal dysphagia with manofluorography. Dysphagia 2: 187-195, 1988.
- 8) 森 敏裕, 丘村 熙: 嚥下圧測定の臨床的意義. 日食食会報 35: 241-249, 1984.
- 9) Winship DH, Viegas de Andrade SR, Zboralske FF: Influence of bolus temperature on human esophageal motor function. J Clin Invest 49: 243-250, 1970.
- 10) 吉田哲二: 正常嚥下に関する筋電図的ならびにX線的研究. 耳鼻 25: 824-872, 1979.
- 11) 古川浩三: 嚥下における喉頭運動のX線学的解析一特に年齢変化について一. 日耳鼻 87: 169-181, 1984.
- 12) Palmer JB, Tanaka E, Siebens AA: Motions of the posterior pharyngeal wall in swallowing. Laryngoscope 98: 414-417, 1988.
- 13) Wallin L, Boesby S, Madsen T: Comparative pressure measurements in the oesophagus by means of in situ tip-transducers and external transducer systems. Scand J Clin Lab Invest 38: 375-381, 1978.
- 14) Wilson JA, Pryde A, Cecilia CA et al: Normal pharyngoesophageal motility. — A study of 50

- healthy subjects —. *Dig Dis Sci* 34: 1590-1599, 1989.
- 15) McConnel FMS: Analysis of pressure generation and bolus transit during pharyngeal swallowing. *Laryngoscope* 98: 71-78, 1988.
 - 16) Dodds WJ, Hogan WJ, Lydon SB et al: Quantitation of pharyngeal motor function in normal human subjects. *J Appl Physiol* 39: 692-696, 1975.
 - 17) 小宮山莊太郎, 笠 誠一, 渡辺 宏, 金苗秀一郎, 井之口 昭 他: 食道の生理と病態 2. 内圧測定よりみた下咽頭頸部食道筋の病態生理. *日気食会報* 32: 89-94, 1981.
 - 18) Sundstroem G, Ulmsten U: Lateral-hole catheters compared with shielded-hole catheter systems in oesophageal manometry. *Scand J Clin Lab Invest* 37: 661-665, 1977.
 - 19) Green WER, Castell JA, Castell DO: Upper esophageal sphincter pressure recording: Is an oval manometry catheter necessary? *Dysphagia* 2: 162-165, 1988.
 - 20) Sokol EM, Heitmann P, Wolf BS et al: Simultaneous cineradiographic and manometric study of the pharynx, hypopharynx, and cervical esophagus. *Gastroenterol* 51: 960-974, 1966.
 - 21) 森 敏裕, 丘村 熙, 稲木匠子: 嚥下圧伝搬速度の評価法. *耳鼻臨床* 82: 1441-1445, 1989.
 - 22) 森 敏裕, 丘村 熙: 嚥下圧曲線よりみた嚥下障害の分類の試み. *日気食会報* 36: 363-370, 1985.
 - 23) 西納真介, 小宮山莊太郎, 渡辺 宏, 廣戸幾一郎: 嚥下圧測定装置の試作とその臨床的応用. *日気食会報* 30: 379-383, 1979.
 - 24) 小宮山莊太郎: 誤嚥 5. 誤嚥症例における嚥下圧測定の意義. *日気食会報* 31: 121-125, 1980.
 - 25) Fyke FE, Code CF: Resting and deglutition pressure in the pharyngo-esophageal region. *Gastroenterol* 29: 24-34, 1955.
 - 26) Dodds WJ, Kahrilas PJ, Dent J et al: Considerations about pharyngeal manometry. *Dysphagia* 1: 209-214, 1987.
 - 27) 山下弘之, 宮崎 洋, 増田 孝, 笠 誠一, 小宮山莊太郎: 嚥下障害のX線学的所見—輪状咽頭筋切断術が奏功した1例—. *耳鼻* 34: 98-101, 1988.
 - 28) Duranceau A, Rheault MJ, Jamieson GG: Physiologic response to cricopharyngeal myotomy and diverticulum suspension. *Surgery* 94: 655-662, 1983.
 - 29) Ellis FJ Jr: Upper esophageal sphincter in health and disease. *Surg Clin North-Am*, 51: 553-565, 1971.
 - 30) Henderson RD, Boszko A, vanNostrand AWP: Pharyngoesophageal dysphagia and recurrent laryngeal nerve palsy. *J Thor Cardiovasc Surg* 68: 507-512, 1974.
 - 31) Hurwitz AL, Duranceau A, Haddad JK: Oropharyngeal dysphagia, Chapt. 7 in *Major Problems in Internal Medicine Vol XVI; Disorders of esophageal motility*. W.B. Saunders Co., 1979, pp67-84.
 - 32) Nilsson ME, Isberg A, Schiratzki H: The Hypopharyngeal diverticulum. A simultaneous cine-radiographic and manometric examination. *Acta Otolaryngol* 106: 314-320, 1988.
 - 33) McConnel FMS, Cerenko D, Jackson RT et al: Timing of major events of pharyngeal swallowing. *Arch Otolaryngol Head Neck Surg* 114: 1413-1418, 1988.
 - 34) Seaman WB: Pharyngeal and upper esophageal dysphagia. *JAMA* 235: 2643-2646, 1976.
 - 35) Black RJ: Cricopharyngeal myotomy. *J Otolaryngol* 10: 145-148, 1981.
 - 36) Kagen LJ, Hochman RB, Strong EW: Cricopharyngeal obstruction in inflammatory myopathy (polymyositis/dermatomyositis). Report of three cases and review of the literature. *Arthritis Rheum* 28: 630-636, 1985.
 - 37) Hurwitz AL: Normal esophageal motility, Chapt 3 in *Major Problems in Internal Medicine Vol XVI; Disorders of esophageal motility*. W.B. Saunders Co., 1979, pp14-26.
 - 38) 渋谷三伸, 辺士名仁, 矢野一彦, 市川容子, 河野辰幸 他: 嚥下圧波形と輪状咽頭筋の筋電図との関係. *日気食会報* 40: 9-15, 1989.
-
- 稿を終えるにあたり、ご校閲を賜った柳原尚明教授、並びに直接のご指導、ご校閲を賜った丘村 熙助教授に深甚なる謝意を表します。また研究にご協力頂いた稲木匠子先生、福井康二先生、池内浩二技官はじめ教室の諸先生方に深謝いたします。
- なお本論文の要旨は、第90回日本耳鼻咽喉科学会総会において発表した。
-
- (1991年11月29日受稿 1992年2月3日受理)
 別刷請求先 〒791-02 愛媛県温泉郡重信町志津川
 愛媛大学医学部耳鼻咽喉科学教室 森 敏裕

<div data-bbox="158 1576 189 1779"><u>A 95—1012—30821</u></div> <div data-bbox="162 1035 189 1103">日耳鼻</div> <div data-bbox="216 1219 247 1595">鼻茸マスト細胞の機能に関する研究</div> <div data-bbox="260 1151 291 1673">関はるみ・大塚博邦・Ruby Pawankar (日医大)</div> <div data-bbox="305 1035 681 1779"><p>鼻茸組織分離マスト細胞のほとんどはホルマリン感受性で, calcium ionophore A23187 によってヒスタミンを遊離したが, compound 48/80, SP とは反応せず MMC と推定された. アレルギー性鼻茸は抗 IgE でヒスタミンを遊離した. しかし, もっとも多い非アレルギー鼻茸のマスト細胞は, 抗 IgE と反応させてもヒスタミンを遊離せず 免疫組織学的にも細胞表面に IgE を証明できなかった. これは, Fcε レセプターの数が少ないか, レセプターに IgE が結合しにくいことが考えられた. また, 鼻茸組織マスト細胞はアナフィラトキシシン C5a と反応してヒスタミンを遊離しなかった.</p></div>	<div data-bbox="162 784 193 987"><u>A 95—0996—32861</u></div> <div data-bbox="162 243 189 320">日耳鼻</div> <div data-bbox="216 349 247 890">I 型アレルギー標的細胞上における IgG₄抗体の役割</div> <div data-bbox="260 523 291 726">山越隆行 (千葉大)</div> <div data-bbox="305 243 681 987"><p>ハウスダスト・ダニで減感作療法施行中の鼻アレルギー患者血清より, 単クローン抗体を用いて, ダニ抗体価の高い IgE および IgG₄を精製した. IgE 受身感作後ダニによりヒスタミンを遊離する末梢白血球に, IgG₄の受身感作を加えることによりヒスタミン遊離は抑制された. 一方, IgG₄単独で受身感作を行い, ダニ抗原または抗 IgG₄抗体で刺激したが, ヒスタミン遊離はほとんど認められなかった. また鼻アレルギー患者末梢白血球を抗 IgG₄抗体で刺激したが, 20例中 3例で10%程度のヒスタミンを遊離したのみであった. I 型アレルギー標的細胞上において IgG₄抗体は遮断抗体として働く可能性が高いことが示唆された.</p></div>
<div data-bbox="727 1576 758 1779"><u>A 95—1022—50022</u></div> <div data-bbox="727 1035 758 1103">日耳鼻</div> <div data-bbox="784 1209 815 1595">嚥下第II期における嚥下圧動態の研究</div> <div data-bbox="829 1306 860 1499">森 敏裕 (愛媛大)</div> <div data-bbox="866 1035 1243 1779"><p>小型体内トランスデューサーによる嚥下圧測定と表面筋電図を同時測定する新しい方法を開発し, 正常者30名および嚥下困難症例130例における嚥下圧の圧値と時間因子の解析から, 3つの嚥下動態の評価法を考案した. 嚥下圧曲線を5型に分類することにより嚥下圧の異常亢進・低下の診断を容易にした. 嚥下圧伝搬曲線は嚥下関与筋の協調運動を反映するもので, 嚥下時の筋活動プログラム異常症例の診断を容易にした. 食道入口部圧波形の分析では食堂入口部の内, 咽頭端の平圧化 (弛緩) 時間が最も短いことを明らかにし, 平圧化時期異常症例と平圧化時間異常短縮症例の存在を初めて客観的に示した. 以上3評価法を総合すれば嚥下第II期の動態とその障害を客観的に把握できることを示した.</p></div>	<div data-bbox="727 784 758 987"><u>A 95—1005—22106</u></div> <div data-bbox="727 243 758 320">日耳鼻</div> <div data-bbox="784 407 815 823">高分解能 CT による中耳換気通路の観察</div> <div data-bbox="815 407 842 823">からみた上鼓室型真珠腫の成因について</div> <div data-bbox="842 272 869 977">船井洋光・田島文司 田久保正道・太田 康・小川恵子 (都立府中)</div> <div data-bbox="869 513 896 736">飯沼壽孝 (東大分院)</div> <div data-bbox="896 243 950 987"><p>上鼓室型真珠腫75例の術前高分解能 CT から中耳換気通路の含気状態を調べ, 術中の真珠腫進展所見と比較した.</p></div> <div data-bbox="950 243 1243 987"><ol style="list-style-type: none">1) 上鼓室に真珠腫が限局する場合, ほとんどの例で乳突洞まで含気が保たれていた.2) 乳突洞口まで進展した例では, 乳突洞の空気陰影率が減少した.3) 真珠腫が乳突洞や後部鼓室に観察された例で, 鼓室峡部の軟部組織陰影率が増加した.4) 後部鼓室へ入りこんでいた例では前より, 鼓室峡後部の軟部陰影充満率が高かった.5) 高度進展真珠腫で空気陰影が最も保たれる率が高いのは, 前, 中鼓室であった.<p>換気通路の軟部組織陰影は真珠腫発生の原因ではなく, 進展の結果現れる所見である.</p></div>