頭頸部腫瘍患者の嚥下障害に対する 頸部聴診法の判定精度の検討

*¹ 昭和大学歯学部第一口腔外科学教室

*² 昭和大学歯学部歯科放射線学教室

*³ 癌研究会附属病院頭頸科

高橋 浩二*¹ 宇山 理紗*¹ 平野 薫*¹
山下 夕香里*¹ 道 健一*¹ 佐野 司*²
川端 一嘉*³ 苦瓜 知彦*³ 鎌田 信悦*³

論文要旨

頭頸部腫瘍術後嚥下障害に対する頸部聴診法の判定精度を明らかにするため、頭頸部腫瘍患者の頸部より検査条件を規格化して検出した嚥下時産生音を対象として、嚥下障害の有無について音響特性の臨界値による判定および聴覚による判定の精度を検討し、以下の結果を得た。

1. 嚥下音 (159 音) の持続時間の臨界値 (0.79 秒) による判定と VF 所見との判定一致率は 77.3%であった。
2. 嚥下後呼気音 (194 音) における 0~250Hz 帯域の補正音圧レベルの臨界値 (25.3dB) による判定と VF 所見との判定一致率は 77.3%であった。
3. 嚥下前の呼気音・嚥下音・嚥下後の呼気音からなる 44 サンプルについて、6 名の検者による聴覚的判定と VF 所見との判定一致率は 83.5%であった。

Key words: 頸部聴診法 (Cervical Auscultation), 頭頸部腫瘍患者 (Head and Neck Cancer Patients), 判定精度 (Accuracy of judgement), 嚥下障害 (Dysphagia)

緒 言

再建外科と嚥下訓練法の進歩¹⁻³⁾に伴い、従来は喉頭全摘出が行われていた舌癌進行症例あるいは下咽頭癌や喉頭癌などの外科的治療に際し、喉頭を保存する症例が増え、術後に嚥下障害の診断、治療を要する場合が増加した。嚥下障害の診断法としては X 線透視ビデオ検査 (videofluorography 以下 VF 検査) が最も信頼性が高いが、姿勢を保つことが困難な患者や嚥下障害を改善させるために姿勢調節法を適用した患者では、撮影範囲から被写体が外れたり、頸部と体幹が重なるため、本法による診断ができないことがある。また、一般の嚥下障害患者の診断においても本法に伴う X 線被曝のため長時間の検査や度重なる検査を十分施行することはできない。

一方、頸部聴診法^{4,5)}は嚥下音および嚥下前後の呼吸音を頸部より聴診し、非侵襲的に誤嚥や咽頭部の貯留を判定する方法で、ベッドサイドでも聴診器のみで検査が簡便に行えるため、頻回に検査を行う必要がある頭頸部

腫瘍術後患者の嚥下障害の診断に適していると思われる。

今回われわれは頭頸部腫瘍術後嚥下障害に対する頸部聴診法の判定精度を明らかにするため、嚥下時産生音を対象として、嚥下障害の有無について音響特性の臨界値による判定および聴覚による判定の精度を検討したので報告する。

1. 嚥下音と嚥下直後の呼気音の音響特性を利用した診断による嚥下障害の判定精度

(1) 対象ならびに方法

対象は癌研究会附属病院頭頸科に入院していた頭頸部腫瘍患者のべ 38 名である (表 1)。嚥下時産生音の記録に先立ち、被験者には口腔・咽頭・喉頭部の貯留物を複数回の強い咳嗽により可及的に喀出させた後、声帯振動を伴わないほぼ一定した強さの呼気を意識的に産生できるように指導した。この際、咳嗽による排出が十分でないと判断した場合には吸引管により貯留物を吸引してから呼気を産生させた。

嚥下音ならびに呼気音の検出は Takahashi^{6,7)}の方法に従って行い、二つの加速度ピックアップ (TEAK 501) を輪状軟骨直下気管外側皮膚上に両面紙テープ (ニチバン NW-10) を用いて左右対称の位置に設置した。記録にあたっては VF 検査下で 5 ml の造影剤を嚥下させたときに産生される嚥下音と嚥下前後の呼気音を

別刷請求先: 〒145-8515

大田区北千束 2-1-1

昭和大学歯学部第一口腔外科学教室

高橋 浩二

表 1 対象

術前患者 9 名	舌癌 (8 名)、頬粘膜癌 (1 名)
術後患者 29 名 (術前患者との重複例 4 名を含む)	舌癌 (17 名)、中咽頭癌 (6 名)、口底癌 (2 名)、 頬粘膜癌・上顎洞癌・上歯肉癌・下歯肉癌 (各 1 名)

A*: 輪状軟骨直下気管外側皮膚上

図 1 嚥下時産生音の検出・記録システム

表 2 透視画像所見による嚥下音・呼吸音の群分け

群	透視画像所見	嚥下音	呼吸音
嚥下障害 (+)	気管内侵入	62 音	78 音
	喉頭侵入	24 音	26 音
	貯留	5 音	10 音
嚥下障害 (-)	上記の所見のないもの (遅延例を含む)	68 音	80 音
計		159 音	194 音

検出し、同時に撮影した嚥下動態とともに VHS テープに記録した (図 1)。なお、嚥下直後に呼吸を出させる際にはその直前に喀出や吸引は行なわせないようにした。記録は透視画像をモニターで観察しながら行い、誤嚥量が多いと判断した場合には直ちに検査を中断し、誤嚥した造影剤を可及的に排出させた。1 名の被験者につき嚥下音は 2~7 音、嚥下後呼吸音は 5~7 音を記録し、嚥下音 159 音、嚥下後呼吸音 194 音を音響分析の対象音とした。次に嚥下時産生音と同時に記録した嚥下時の VF 画像を観察し、誤嚥 (造影剤が声帯下へ流入)、喉頭侵入 (造影剤が喉頭内へ流入)、貯留 (梨状陥凹部や喉頭

蓋谷部に造影剤が停滞) のいずれかの所見がある場合を嚥下障害 (+)、上記のどの所見も認められない場合を嚥下障害 (-) と判定し、分析対象音を 2 群に分けた (表 2)。

音響信号の時間領域の分析は DSP ソナグラフ (Kay 5500) を用いて行い、嚥下音の持続時間を測定した。持続時間は時間波形を参考にしながら広帯域スペクトログラム上で計測し、5 ml の造影剤嚥下時に複数回の嚥下が行われた場合には最初の嚥下音の開始時から飲みきる時の嚥下音の終了時までを持続時間として測定した (図 2)。

左：時間波形，右：サウンドスペクトログラム（B：開始点，E：終了点）。

図 2 嚙下音の持続時間の測定

図 3 0～250Hz帯域の補正音圧レベルの計測法

周波数領域の分析ではわれわれが開発した音響分析システムを用いて、嚙下後呼気音の0～250Hz帯域の補正音圧レベル⁸⁾を計測した（図3）。

以上の音響特性値によって嚙下障害を判定するために、診断基準としての臨界値を設定し、この臨界値によって嚙下障害を判定した場合の判定精度について検討した。精度の検討にあたっては感度（Sensitivity：VF所見および臨界値による判定で嚙下障害（+）と判定された音数/VF所見で嚙下障害（+）と判定された音数）、特異度（Specificity：VF所見および臨界値による判定で嚙下障害（-）と判定された音数/VF所見で嚙下障害（-）と判定された音数）および一致率（Percent agreement：VF所見の評価と音響分析値による評価が一致した音数/全音数）を求めた。

(2) 結果

嚙下音の持続時間について臨界値として0.79秒を設定し、それ以上を嚙下障害（+）、それ未満を嚙下障害（-）と判定し、VF所見による判定と比較したところ、感度は74.7%、特異度は82.2%で、判定一致率は77.3%であった（表3）。

嚙下後呼気音の0～250Hz帯域の補正音圧レベルについて臨界値として23.0dBと設定し、それ以上の値の場合は嚙下障害（+）と判定し、VF所見による判定と比較したところ、感度は78.2%、特異度は75.7%で、判定一致率は77.3%であった（表4）。

2. 嚙下時産生音の聴覚的診断による嚙下障害の判定精度

(1) 対象ならびに方法

頭頸部腫瘍患者37名を対象（表5）として前記の方法で嚙下時産生音と嚙下透視画像を同時に記録し、1サンプルが嚙下前の呼気音・嚙下音・嚙下後の呼気音からなる主観評価実験用に編集した44サンプルを用いて聴覚による嚙下障害判定実験を行った。44サンプルを前記の基準でVF所見の判定に従って2群に分けると、嚙下障害（-）群6サンプル、嚙下障害（+）群38サンプルであった。検者として実験に参加した者は歯科医師4名、言語聴覚士2名の計6名で、そのうち歯科医師2名は頸部聴診の経験6年以上で、他の4名は聴診の経験はなかった。

判定実験ではヘッドフォンを用いて各サンプル音を2回ずつ検者に聴取させ、VF画像は呈示しないで聴覚印象のみによって嚙下障害の有無を判定させた。なお、実験に先立ち、検者には高橋⁹⁾による頸部聴診法の判定基準（表6）を提示し、聴診音による嚙下障害の判定について解説を行った。判定実験は2度行い、嚙下障害の有無についての聴覚的判定とVF所見の一致率を求めた。

(2) 結果

嚙下障害の有無についての判別率は1名を除いていずれの検者も80%以上の値を示し、平均は83.5%（441/528）であった（表7）。

表 3 嚥下音の持続時間による判定と VF 所見との一致率（臨界値：0.79 秒）

Sensitivity	74.7 (65/87)
Specificity	82.2 (37/45)
Percent agreement	77.3 (102/132)

(%)

表 4 呼吸音の 0～250Hz 帯域の補正音圧レベルによる判定と VF 所見との一致率（臨界値：23.0dB）

Sensitivity	78.2 (97/124)
Specificity	75.7 (53/70)
Percent agreement	77.3 (150/194)

(%)

表 5 対象

年齢	32～82歳（平均61.7歳）
性別	男性26名、女性11名
原発部位	舌 21名 中咽頭 4名 下咽頭 3名 上顎 3名 下顎 3名 口底 1名 喉頭 1名 頬粘膜 1名

考 察

頭頸部腫瘍術後嚥下障害を早期に改善させるためには嚥下機能検査を頻回に行い、術後回復に応じた適切な機能訓練プログラム^{1,3)}と摂食プログラムを実行させる必要がある。例えば気管切開術が施行された頭頸部腫瘍術後患者ではカフ付きカニューレからレティナカニューレへの変更、間接的機能訓練の開始、直接的機能訓練の開始、胃管抜去、食事内容の変更などを決定する際に嚥下障害を的確に判定し、障害に応じた機能訓練および摂食プログラムを実行させることが必要である。

これに反して嚥下機能検査を行わなかったり、嚥下障害の診断が誤った場合は誤嚥性肺炎を引き起こしてしまうこともあり、さらに肺炎に伴う体力の消耗と摂食プログラムの後戻りのために機能訓練に対する患者の意欲までが減退してしまう場合もありうる。

嚥下機能検査のうち VF 検査は嚥下動態を直視できるため、最も信頼性の高い検査法であるが、専用の設備内でしか行うことはできず、またその被曝線量のため、摂食中の長時間に及ぶ評価や嚥下機能の回復や悪化に応じて度重なる評価が必要な嚥下障害患者には十分適用することはできない。

一方、頸部聴診法は嚥下時に産生される呼吸音や嚥下音を頸部より聴診し、非侵襲的に誤嚥や咽頭部の貯留を判定する方法で、術後回復期に頻回に検査を行う必要がある頭頸部腫瘍術後患者の嚥下障害の診断に適していると思われる。

われわれはこの頸部聴診法の判定精度を上げるために

表 6 頸部聴診法の判定基準

嚥下音	長い嚥下音や弱い嚥下音、繰り返しの嚥下音 ↓ 舌による送り込みの障害、咽頭収縮の減弱、 喉頭挙上障害、輪状咽頭筋の弛緩障害 ↓ 泡立ち音・むせに伴う喀出音 ↓ 誤嚥
	呼吸音
	湿性音、嗽音、喘鳴あるいは液体振動音 ↓ 誤嚥・喉頭侵入・下咽頭部の貯留

表 7 嚥下障害の有無についての判別率（%）

	検者 1	検者 2	検者 3	検者 4	検者 5	検者 6	平均
1回目	88.6 (39/44)	81.8 (36/44)	79.5 (35/44)	72.7 (32/44)	81.8 (36/44)	86.4 (38/44)	81.8% (216/264)
2回目	93.2 (41/44)	79.5 (35/44)	84.1 (37/44)	68.2 (30/44)	88.6 (39/44)	97.7 (43/44)	85.2% (225/264)
平均	90.9 (80/88)	80.7 (71/88)	81.8 (72/88)	70.5 (62/88)	85.2 (75/88)	92.0 (81/88)	83.5% (441/528)

は検査時の条件を整えておく必要があると考えている。すなわち、聴診を行う前には患者に強い咳嗽を複数回行わせ、口腔、咽頭あるいは喉頭内の貯留物を可及的に喀出させておく。この時、VF検査で観察すると咳嗽によって口腔側へ移動した粘稠な貯留物の大部分は口腔外まで排出されずに再び下咽頭へと落下することが少なくないため³⁾、われわれは患者の体幹あるいは頸部をできるだけ前傾させて喀出させている。それでも喀出が不十分な場合は吸引管を用いて貯留物を吸引する。

貯留物が可及的に排除された状態で、声帯振動を伴わない荒さのない呼吸をほぼ一定の強さで出させ、この時の呼吸音を聴診する。次に検査試料を嚥下させ、産生される嚥下音を聴取した後、咳嗽などの排出行為は行わずに再び呼吸を出させ、産生される呼吸音を聴取し、試料嚥下前の呼吸音と比較する。検査試料としては直接訓練開始時には少量（1～2 cc）の水水あるいは氷碎片（ice chips）を用いて本検査を行う¹⁾。水水や氷碎片は食塊の位置を自覚しやすく、また嚥下反射を誘発しやすいからである。聴診により異常な嚥下音や呼吸音が聴取された場合には、嚥下させる試料の量や性状を変えたり、嚥下時の姿勢や嚥下法を指導しながら検査を複数回行なう。

今回の研究により検査条件を規格化して産生された嚥下時産生音による嚥下障害の有無についての判定の精度は高いことが確認された。なお、聴覚的判定において1名の検者は判別率が平均70.5%と80%以上の判別率を示した他の5名よりも低かった。これは頸部聴診の経験のないこの検者では他の検者より主観的な判定基準が曖昧であったためと推察されたが、実際の頸部聴診においては嚥下時産生音の判定に加え、喉頭挙上運動、嚥下時の頭位・姿勢の変化、口唇、頬部、下顎の動きを至近距離から観察できるため、いずれの検者も嚥下障害の判別率はさらに高まるものと思われた。

今回の結果により頸部聴診法は頭頸部腫瘍術後患者など、指示に従え、意識的に呼吸を出せる嚥下障害患者に対するスクリーニング法として有効であることが裏付けられた。なお、指示に従う能力のない中枢性疾患患者や乳幼児に対する本法の診断精度については方法論も含め現在検討を進めている。

なお、本研究の一部は日本学術振興会平成13年度科学研究費（基盤B〔一般〕課題番号13470440、萌芽、課題番号13877345）によった。

参考文献

- 1) 高橋浩二：訓練法、指導・管理、摂食・嚥下リハビリテーション 金子芳洋、千野直一 監修、pp175-175、医歯薬出版、東京、1998。
- 2) 高橋浩二、宇山理紗 他：われわれの行っている頭頸部腫瘍術後患者の嚥下障害に対する機能訓練—嚥下機能の経時的変化と患者の主観評価について—、頭頸部腫瘍 25(1)：123-129、1999。
- 3) 高橋浩二、道 健一：頭頸部腫瘍術後患者の嚥下障害のリハビリテーション（ビデオ版）医歯薬出版、東京、2000。
- 4) 高橋浩二：頸部聴診法、摂食・嚥下リハビリテーション 金子芳洋、千野直一 監修、pp171-175、医歯薬出版、東京、1998。
- 5) 高橋浩二、宇山理紗 他：口腔癌術後嚥下障害の評価と治療—評価：嚥下障害—、口腔腫瘍 11(4)：326-332、1999。
- 6) Takahashi K. Groher ME. et al: Methodology for Detecting Swallowing Sounds. Dysphagia 9：54-62、1994。
- 7) K Takahashi, Groher ME. et al: Symmetry and Reproducibility of Swallowing Sounds. Dysphagia 9：168-173、1994。
- 8) 宇山理紗、高橋浩二 他：嚥下音、呼吸音の音響特性を利用した嚥下障害の客観的評価の試み、口科誌 46(2)：147-156、1997。

ACURACY OF CERVICAL AUSCULTATION FOR DETECTING DYSPHAGIA IN HEAD AND NECK CANCER PATIENTS

Koji TAKAHASHI^{*1}, Risa UYAMA^{*1}, Kaoru Hirano^{*1},
Yukari YAMASHITA^{*1}, Ken-ichi MICH^{*1}, Tsukasa SANO^{*2},
Kazuyoshi KAWABATA^{*3}, Tomohiko NIGAURI^{*3} and Shin-etsu KAMATA^{*3}

^{*1}First Department of Oral and Maxillofacial Surgery, School of Dentistry, Showa University

^{*2}Department of Oral Radiology, School of Dentistry, Showa University

^{**3}Department of Head and Neck, Cancer Institute Hospital

This study was done to evaluate the accuracy of cervical auscultation for detecting dysphagic swallows in head and neck cancer patients.

During modified barium swallow testing, swallowing and respiratory sounds were detected by two accelerometers attached to the neck and recorded on VHS tape with videofluorographic (VF) images. Acoustic signals of swallowing sounds and expiratory sounds were analyzed using DSP sonograph and our computed analyzing system. 0.79 seconds of the duration of swallowing sounds, and 25.3 dB of the revised magnitude of the 0 to 250 Hz band of expiratory sound signals, were set as the critical values in order to differentiate dysphagic swallows from safe swallows. Comparison of these assessments with the VF findings showed significant agreement. Both percent agreements were 77.3%.

Forty-four sound samples, including swallowing sounds during swallows and expiratory sounds before and after swallows, were edited and presented to six examiners through headphones. Without videofluorographic images, each examiner auditorily assigned the sound samples to one of two categories: safe swallow or dysphagic swallow. The percent agreement of auditory judgements with VF images was assessed. The percent agreement of two categories judged auditorily with VF images averaged 83.5%.

These results revealed the effectiveness of cervical auscultation as a clinical tool for diagnosing a dysphagic swallow in head and neck cancer patients.