

## 歯学部附属病院に於けるビデオ嚥下造影(VF)検査

勝 又 明 敏 飯 田 幸 弘 藤 下 昌 巳

朝日大学歯学部歯科放射線学講座(主任：藤下昌巳教授)

**抄録** 朝日大学附属病院歯科放射線科では1999年より摂食嚥下障害患者に対するビデオ嚥下造影検査(VF)を施行している。X線透視装置、VF検査用チェア、デジタルビデオシステムおよび解析用コンピュータから成るシステムを構築してVF検査に用いた。これまでに67症例に対して80件の検査を施行したが、検査件数は増加傾向にある。若年層の症例では脳性麻痺が多かった。脳血管障害および口腔腫瘍外科手術後の症例は高齢層が多かった。検査には被検者の日常摂食状態を再現する方法を用いた。その結果、約70%の症例で重度の喉頭侵入あるいは誤嚥が認められた。VF検査は、誤嚥の診断および嚥下障害患者の治療計画作成に有益な情報をもたらした。

キーワード：ビデオ嚥下造影，嚥下障害，誤嚥

### 緒 言

近年、歯科医療現場において摂食嚥下障害に対する関心が高まり、診断および治療に積極的に取り組む施設が増加しつつある。摂食嚥下障害とは、飲食物を認識して口腔に取り込み、咀嚼を経て咽頭と食道を通り、胃に送り込まれるまでの一連の運動過程になんらかの異常を生じた状態を指す。嚥下障害は、脳卒中などの中枢神経疾患、嚥下に関与する末梢神経(三叉神経、顔面神経、舌咽・迷走神経、舌下神経)の障害によって生じるほかに、口腔・咽頭の炎症、腫瘍、外傷および手術による組織の欠損等によっても起こり得る。食事の中のむせ、飲み込み困難、咽頭違和感、嘔吐、鼻咽腔逆流などの症状があるが、飲食物が気管に侵入する「誤嚥」がある場合、誤嚥性肺炎を生じれば生命を脅かす問題となる。

このため、嚥下障害の有無を診断するとともに障害の部位や程度を正確に評価することが重要となる。摂食、嚥下障害の検査では嚥下造影、嚥下圧測定、筋電

図、超音波、嚥下内視鏡、頸部聴診などが組み合わされて行われることが多い。このうち嚥下造影法は、嚥下の動態をX線透視画像として観察するものであり、嚥下障害の診断で最も重要な誤嚥の有無を診断する方法として最適であるとされている<sup>1,2)</sup>。嚥下造影検査は、被検者が造影剤を添加した試料(検査食)を嚥下する様子をX線透視装置で観察しつつ、ビデオ等に記録した画像で診断と評価を進めるためビデオ嚥下造影検査(VF)と呼ばれる。

朝日大学附属病院放射線科では1999年よりVFを開始し、2003年3月現在までに80件の検査を施行している。この間、ビデオ画像をコンピュータに取り込んで解析するシステムを構築するとともに、被検者に画像を見せながら誤嚥の状況などを解説し、食事指導および嚥下訓練を通じた治療に活用することを試みている。本論文の目的は、当科に於けるVF検査システムおよび被検症例の概要を報告することにある。

### 材料および方法

#### (1) VF検査およびデータ解析システム

X線透視装置はFinescope300(東芝メデイカル、東京)を用いた。透視条件は管電流および電圧を自動制御として被検者の体格等により随時手動で調節した。

画像の濃度補正と甲状腺被曝の低減を目的としたフィルタを作製してX線管の多重絞りの前に装着した。ビデオカウンタを用いて1/100秒単位のタイムコードがモニタ画面に写し込まれるようにした。

被検者はVFチェア(MK-102、ともみ工房、島根)に安静な嚥下しやすい体位で座り、チェアの昇降機能により口腔咽頭部の側面像が観察可能な照射野に位置付ける。同時に、直径が既知の金属球を被検者正中の位置で撮影し、距離計測時の画像拡大率補正等に用いることとした。また、口腔咽頭に残留する試料を除去するための吸引装置も準備した。図1にX線透視装置およびVFチェアの外観を示す。

X線透視装置および超音波診断装置の画像はアナログビデオ信号としてデジタルビデオレコーダ(DSR-20、

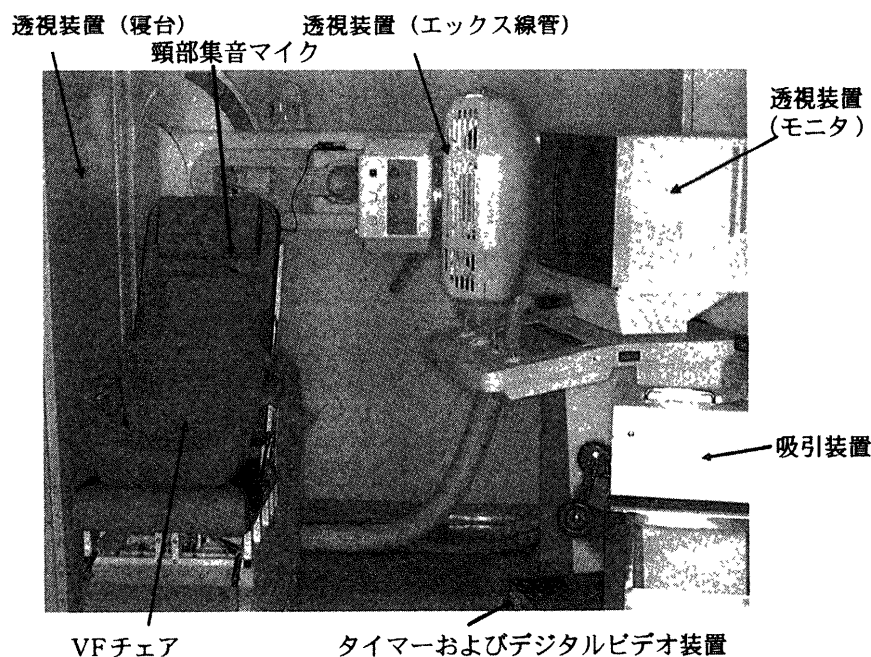


図1 VF検査システムの外観。X線透視装置は医科用を流用，座面の高さおよび背面の傾斜を調節可能なVFチェアにより被検者頭部を位置付ける。

DSR-V10, SONY, 東京)に転送し，デジタルビデオ信号としてテープに記録した。集音マイクにより収集した術者の声および被検者の頸部に装着したマイクにより収集した嚥下音もミキサを介して同時にテープに記録した。

画像の解析は，データをコンピュータへ入力して行うこととした。解析用コンピュータ(Power Macintosh G4, Apple Computer, USA)内蔵のデジタルビデオ入力端子(FireWire)にデジタルビデオレコーダを接続して，ビデオ編集ソフトウェア(Final Cut Pro3, Apple Computer, USA)とコンピュータからのリモコン制御を用いて入力した。解析用コンピュータに入力した画像はQuick Timeムービーとして保存し，画像解析ソフトウェア(NIH image 1.62, National Institutes of Health, USA)にて，マトリックスサイズ640×480，毎秒30フレームのコマ送り画像として展開して評価した。

## (2) 検査手技

造影剤は180W/V%硫酸バリウム(バリトゲンHD，伏見製薬所，香川)または水溶性非イオン性ヨード系造影剤(オプチレイ320，山之内製薬，東京)を用いた。試料(検査食)は造影剤を水で希釈したもの，および増粘剤(スルーソフトリキッド，キッセイ薬品工業，長

野)を添加して粘度を調節したものを基本とした。

検査にあたり，口腔腫瘍外科手術後など自立摂食可能な症例では1回量約5 mlの試料を口に含み，術者の指示により嚥下する，いわゆる指示嚥下を基本とした。中枢神経および全身疾患により摂食に介助を要する症例では，介助者が被検者に対して日常行っている方法に準じて試料を嚥下させることを試みた。すなわち，被検者が日常摂食している体位を再現し，介助者が日常用いているスプーン等の食器を用い，被検者に一口に与える量やスピードも介助者に任せる方法である。この場合，試料(検査食)の種類や性状も被検者の嗜好等にあわせて随時調節した。これまでに，被検者が日常摂取している飲食物，あるいは可能ならば今後摂取したいと希望した食品に合わせて，プリン，ゼリー，粥，白飯，茶，等に造影剤を添加した検査食を患者毎に調整して用いた。

撮影する嚥下の回数は特に規定せず，嚥下障害の診断および評価に必要な情報が得られたと検査医が判断した段階で検査を終了することとした。

患者は，検査の約一週間後に来院して編集および解析の終了した画像を見ながら嚥下障害の状態や改善法などについての説明を受ける。

## 結 果

### (1) 被検者の分布

年度毎のVF検査件数を図2に示す。過去4年間に67症例に対して80件のVFを施行した。複数回検査を受けた症例を含むものの，検査件数は増加を続けている。一検査あたりの透視(X線照射)時間は約5～10分，全体の所要時間は平均約30分であった。図3には被検者

の年齢分布を，表1には嚥下障害の原因となった基礎疾患を示す。被検者の年齢は20歳未満の若年層と60歳以上の高齢層にピークを持つ二峰性の分布を示していた。これは，原因疾患として最も多い脳性麻痺患者の大部分が若年者であり，他に件数の多い口腔腫瘍手術後および脳血管障害の患者が高齢者中心であることを

反映している。朝日大学附属病院内でVF検査を依頼する診療科は、障害者歯科、口腔外科、小児歯科などが主で、院外からの検査依頼も散見された。

(2) 被検者の摂食状況

VF検査時における被検者の食事方法あるいは食事介助には三つの状態が認められた。すなわち、被検者が自分でスプーンやコップを口に運んでの摂食が可能な自立摂食が21例、被検者自身ではスプーンやコップを操ることができないが、術者あるいは介助者が食品を口元まで運べば口腔内へ自主的に取り込むことが可能な半介助摂食が20例、食品を口元まで運んでも反応できず、口腔内へ食物を置くまでの介助が必要となる

完全介助を要する被検者が26例であった。自立摂食可能な被検者および半介助摂食者の一部で指示嚥下によるVFを、残りの半介助摂食者および完全介助摂食者では日常の摂食状態を再現してのVFを施行した。また、経口摂取以外の栄養経路として、6症例は経口摂取と経管栄養を併用しており、1症例では経鼻経管栄養のみで栄養を摂取し、1症例では胃瘻が設置されていた。

(3) VF所見

我々の構築したVF検査およびデータ解析システムにより、全被検者において誤嚥の診断に堪える画像が得られた。VF検査により診断された誤嚥の発現率および程度(重症度)を表2に示す。誤嚥程度の評価基準と

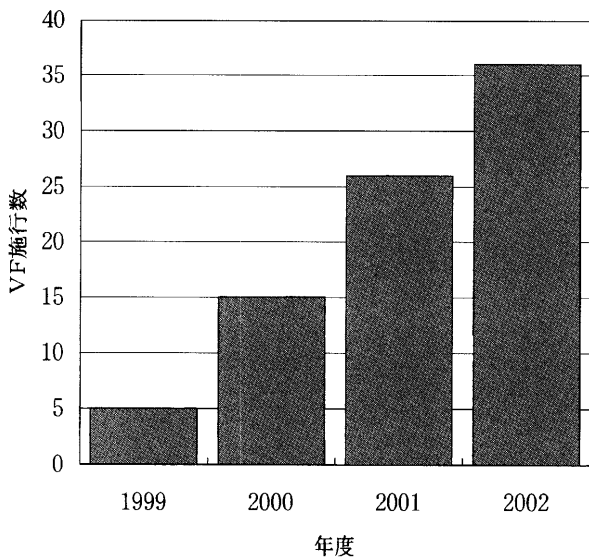


図2: 年度別のVF施行件数

表1: 嚥下障害の原因疾患

分類	疾患	症例数
中枢性	脳性麻痺	20
	脳血管障害	10
	てんかん	8
	頭部外傷後	1
	その他	8
末消性	口腔腫瘍術後	11
症候群その他		9
計		67

表2: VFにて観察された誤嚥の状況(初回VF検査時)

誤嚥状況	症例数
誤嚥なし	20
軽度誤嚥	24
中等度誤嚥	16
重度誤嚥	7
計	67

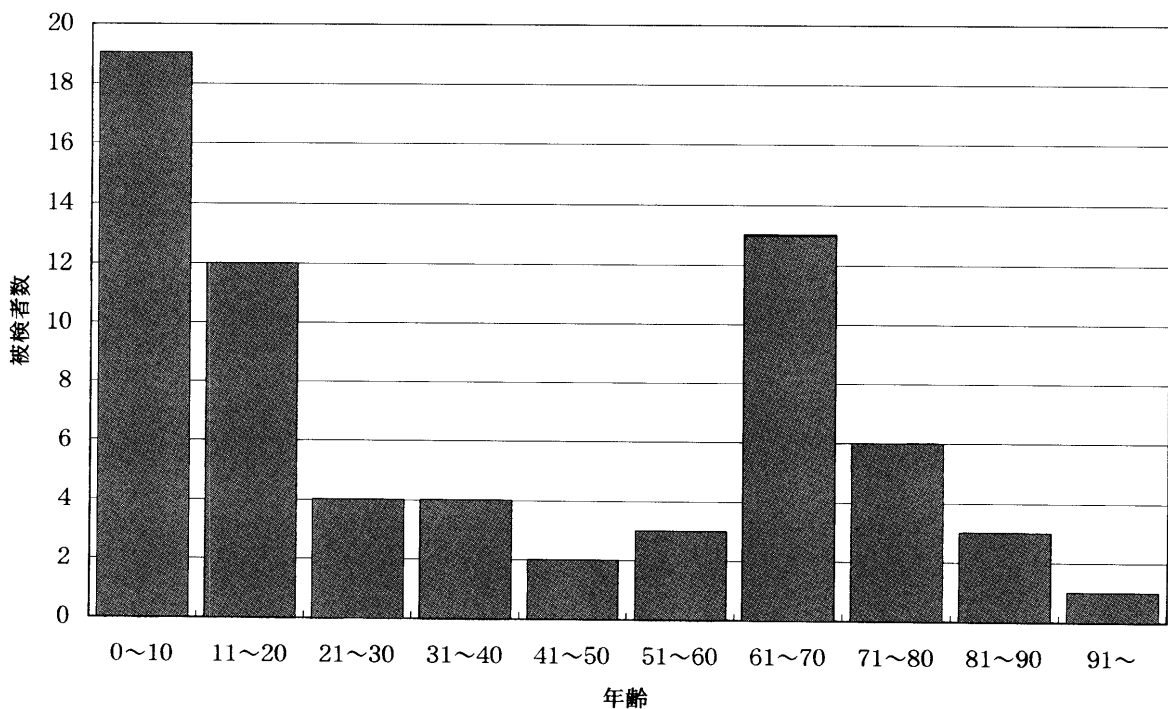


図3: VF被検者の年齢分布

して我々は、軽度、中等度、重度の三段階のスコアを設けている。VF検査中の何れかの嚥下において、嚥下された試料のごく一部、あるいは一滴程度が不連続的に喉頭に侵入し、時として声門を超える状態(重度の咽頭流入)を軽度誤嚥とした。中等度誤嚥は試料の小塊または数滴が連続的に喉頭に侵入する状態、重度誤嚥は試料の多くが喉頭に侵入し声門を超える量も多い状態とした。重度誤嚥と判定した脳血管障害症例のVF画像を図4に示す。全VF被検者の約70%になんらかの誤嚥が認められたが、中等度の誤嚥を認めたのは被検者の約20%、重度の誤嚥は約10%であった。

#### (4) 検査後の経過

症例の約半数は本院または他の施設で嚥下指導訓練を受けている。誤嚥があると診断され、嚥下訓練等の治療が奏功しなかった結果、あるいは他の理由により、後日に栄養経路が変更されたものが67被検者中11症例あった。栄養経路変化の状況を表3に示す。これらの症例は全てが自立経口摂取から遠ざかる方向、すなわち経鼻経管栄養または胃瘻へと移行しており、栄養経路が改善された症例はなかった。また、その後の経過において5例の死亡が確認されているが、死因の詳細は不明である。

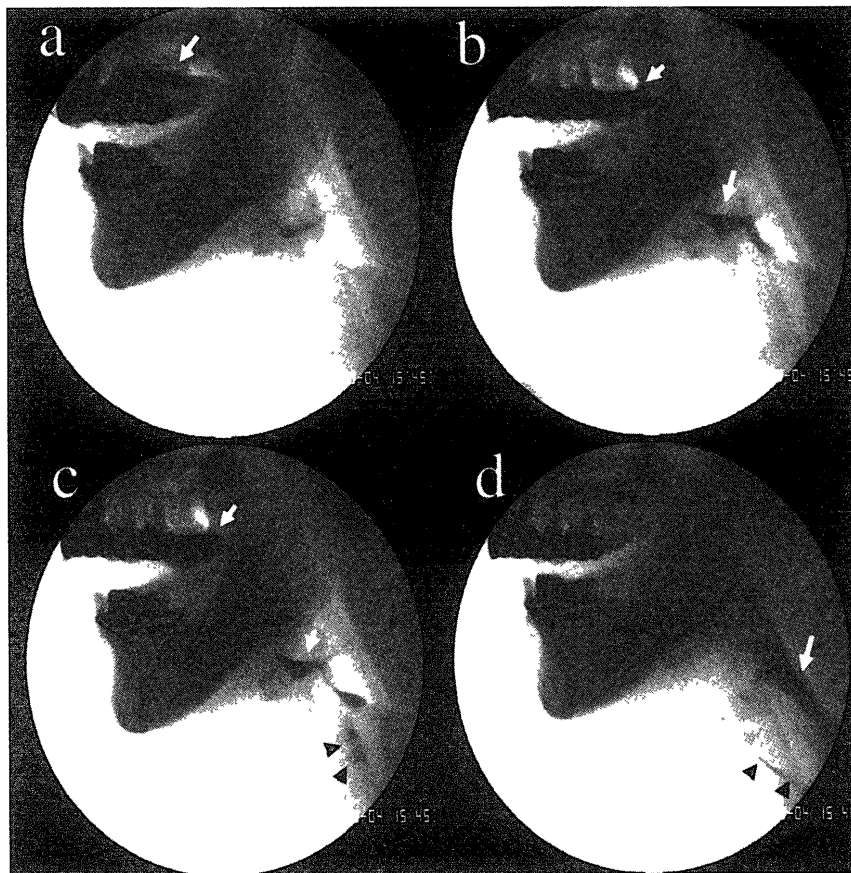


図4 脳血管障害症例のVF画像。口腔期(a)において試料(白矢印)の保持が悪く不随意に咽頭に流入する(b)。嚥下反射は遅延しており、反射惹起前(c)に咽頭流入した試料の一部が気管に侵入している(黒矢頭)。残りの試料が咽頭を通過する段階(d)でも気管への侵入が続き、重度誤嚥と判定した。

表3 VF検査時の栄養経路および予後における変化

VF検査時の栄養経路	症例数	予後における栄養経路	症例数
経口摂取	59	経口摂取	50
		経口摂取・経管栄養併用	4
		経鼻経管栄養	3
		胃瘻栄養	2
経口摂取・経管栄養併用	6	経口摂取・経管栄養併用	4
		経鼻経管栄養	2
経鼻経管栄養	1	経鼻経管栄養	1
胃瘻栄養	1	胃瘻栄養	1
計	67	計	67

## 考 察

嚥下造影検査は嚥下障害を診断する方法として最適とされている<sup>1,2)</sup>。ところが、1回の嚥下で食塊が咽頭を通過する時間は0.5～1.0秒と高速であり、その運動を正確に把握するためにはX線透視画像を映画やビデオに記録して、繰り返し観察しつつ検討することが必要となる。X線透視画像を長尺フィルムに記録するいわゆるX線映画は比較的早くから実用化され、本邦でも1960年代には発音および嚥下の動態観察に盛んに用いられた<sup>3)</sup>。X線映画は一秒間30コマ程度の高速撮影が可能なので画像も鮮明で、後に音声の同時記録が可能となったこともあり、今日から見ても高品質の記録が得られている。また、コマ送りで画像を観察しつつ嚥下運動に要する時間を細かく計測したり、画像をトレースして形態計測を行うことにも適している。しかし、映画では現像に時間がかかり、撮影後直ちに反復観察できないことや、撮影、現像および再生に要する設備が大がかりで、導入や実施にかかる人数およびコストが大きいことが問題となり、研究面では多大な成果が得られたものの、広く臨床に普及するには至らなかった。このため、今日の臨床では、X線透視画像をビデオに記録するビデオ嚥下造影法(VF)が主流となっている<sup>1,2)</sup>。VF検査は胃の透視検査などに繁用される医用X線透視装置が流用可能なため、この設備がある施設では後から追加するビデオやVFチェア等の設備が簡単で安価であり、画像を即座に観察できるなど利点が多い。しかし、ビデオテープに記録された画像のままでは、X線映画で行われてきたような精密な時間計測や形態計測といった定量解析が困難となる。そこで我々は、近年進歩著しいコンピュータ画像処理にてVF画像を解析する方法に注目した<sup>4)</sup>。市販のデジタルビデオ装置とパーソナルコンピュータを用いて、X線映画と同等以上の定量的観察が可能となることを目標にシステムの改良をすすめた結果、X線映画とほぼ同じ毎秒30コマの記録速度<sup>5)</sup>および小型のコンピュータモニタ上では全画面サイズに拡大して観察できる640×480画素の画像解像度を備えた実用に耐えるシステムを構築できた。症例データベースを拡充し、診療、研究、教育に活用することが今後の課題である。

摂食嚥下障害の検査と治療(リハビリテーション)は多くの施設で行われている。成長発育障害に端を発する嚥下障害は小児医療施設で<sup>7)</sup>、脳血管障害などのいわゆる中途嚥下障害患者は高齢者医療施設で<sup>8)</sup>取り扱われることが多いが、歯学部/歯科大学の附属病院を受診する嚥下障害患者には両者が混在する。さらに、歯科領域に関連深い口腔腫瘍の治療後に生じる嚥下障害の患者も加わり、他の施設と比較しても多様となる。我々の施設におけるVF検査症例の分布にもこれが表われている。患者の全身的な障害の程度も様々で、殆

ど健常人と変わらない食事が可能な人から、自分では食物が口に入れられたことすら認識不可能な症例までが対象となる。X線映画時代および初期のVF検査では、被検者の姿勢、試料の量や性状および投与方法などを可能な限り統一して嚥下運動を定量的に分析することが盛んであった。我々の施設でも、VF開始当初は規格的な指示嚥下による検査を試みていたが、多彩な臨床像を持つ嚥下障害患者に接するにつれ、患者の日常的な食事状態をVFで観察する方法へと移行して行った。その契機となった臨床例には、介助を要する日常の食事で頻繁に「むせ」を起こし誤嚥していることが強く疑われたが、一定量を被検者の口に含ませるの指示嚥下によるVF検査では全く誤嚥が観察されず、介助者が日常おこなっている方法で試料を与えてもらうと忽ち誤嚥を生じたケースなどがある。同症例の誤嚥は、患者の食事を短時間で終了させたい介助者が、嚥下能力の弱った患者に嚥下可能な一口量を超えた飲食物を与えていたために生じていた。この事は、指示嚥下に依らないVF検査で初めて確認された。

VF検査後に画像を見せながらおこなう患者および介助者への説明は、上記のようなケースで介助者へ患者の実態を説明し、食事方法の改善を促すのに効果的であった。経口摂取から経管栄養への移行を必要とする患者の介助者に対しても、気管に流入する試料をVF画像上で見ることにより、移行の必要性を納得される場合があった。また、口腔咽頭領域の外科手術後や脳血管障害による片側麻痺症例では、嚥下時に顎を引いたり頸部を傾斜させる誤嚥防止姿勢を取ることにより誤嚥を回避可能な場合もある<sup>2)</sup>。誤嚥防止姿勢が有効か否かは、個々の症例において試行錯誤的に判断するより他なく、有効性の確認にはVFが優れている。食べ物では誤嚥が無く、水分を飲むと誤嚥を生じる症例も多く、どの様な性状の飲食物ならば誤嚥の危険性が少ないかをテストすることもVFの役割りとして重要である。我々のVFにおける誤嚥の発現率は約70%で、矢守らの報告<sup>9)</sup>と比較しても高い。これは、現在までのVFが重症の嚥下障害患者を中心に行われて来たためと思われ、VFが望まれる潜在的な摂食嚥下障害患者はさらに多いと考える。

摂食嚥下障害の診断および治療におけるVFの重要性は高いものの、放射線被曝を伴う検査である以上、特に若年者においては、頻回に施行することを避けなければならない<sup>3)</sup>。また、検査に参加する介助者の被曝も考慮する必要がある。VF以外の放射線を用いない検査として、内視鏡<sup>10)</sup>、超音波<sup>11)</sup>、磁気共鳴画像法(MRI)<sup>12)</sup>などの応用も試みられているが、単独でVFに匹敵する情報を得ることは困難であり、患者が目で見え理解可能な画像が得られるという点からもVFに遠く及ば

ないと考える。我々の施設におけるVF検査の依頼は着実に増加しており、X線透視装置を含む検査システムの改良、および検査診断への熟練を通じて患者被曝の軽減を図ることは、検査に携わる放射線科医の重要な課題である<sup>2)</sup>。

嚥下障害の多くは顎顔面領域以外の異常で発生し、その病態も多様である。病院歯科に於ける嚥下障害への本格的な取り組みには、看護師、言語療法士、歯科

衛生士、栄養士などの職種との連携が重要となる<sup>13)</sup>。また、自験例中でも予後経過中に5例の死亡があった様に、嚥下障害患者は全身的に衰弱している場合が多い。造影剤の大量誤嚥による死亡例も報告されており<sup>14) 15)</sup>、緊急時の対応と全身状態の管理における医科との密接な連携は、歯学部附属病院に於けるVF検査に必須である<sup>16)</sup>と考える。

## 結 語

朝日大学附属病院放射線科におけるビデオ嚥下造影(VF)検査について、画像解析システムおよび検査手

技を概説するとともに、被検症例の概要を報告した。

## 文 献

- 1) Logemann, JA Manual for the videofluorographic study of swallowing. 2nd edition, Pro-ed (Austin), 1993.
- 2) 谷本啓二 摂食嚥下障害における嚥下造影検査の役割(歯科放射線科の立場から). 歯放, 39(2) 94~105, 1999.
- 3) 藤木芳成 X線映画とその臨床応用. 歯放, 4 51~53, 1963.
- 4) Fujiki, Y and Wada, T Synchronization of cine-fluorography and speech observations *Cleft Palate J*, 4 291~299, 1967.
- 5) 大重日出男, 下郷和雄, 大岩伊知郎, 梅村昌宏, 後藤真一, 有地榮一郎 顎口腔疾患術後嚥下障害におけるX線透視ビデオ検査の定量的解析法—簡易システムの考案—. 日本口腔外科学会雑誌, 49(2), 2003.
- 6) 谷本啓二, 山田信一, 山田純, 大塚昌彦, 末井良和, 田口明, 大谷敬子, 小寺吉衛, 和田卓郎 DSA装置を用いた嚥下障害検査に対するフィルムスピードの影響. 広島歯誌, 27 22~25, 1995.
- 7) Griss, CA, Lones, PM, Lee, RE Videofluoroscopic investigation of feeding disorders of children with multiple handicap *Developmental Medicine and Child Neurology*, 31 303~308, 1989.
- 8) 藤島一郎 脳卒中の摂食・嚥下障害, 第二版, 医歯薬出版(東京), 1998.
- 9) 矢守麻奈, 野島啓子, 岡弘美, 長谷川純 脳血管障害
- 10) Bastian, RW Videoscopic swallowing study An alternative and partner to the videofluorographic swallowing study *Dysphagia*, 8 359~367, 1993.
- 11) 原 明美, 大塚義顕, 向井美恵 超音波ドプラ規格化検査法を用いた嚥下口腔相における食塊移送の評価に関する検討. 日摂食嚥下リハ会誌, 6(1) 9~18, 2002.
- 12) Kitano, H, Asada, Y, Hayashi, K, Inoue, H, Kitajima, K The evaluation of dysphagia following radical surgery for oral and pharyngeal carcinomas by cine-magnetic resonance imaging (cine-MRI) *Dysphagia*, 17 187~191, 2002.
- 13) 藤島一郎 チームアプローチによる嚥下障害の基礎訓練と摂食訓練. リハ医学, 43(8) 547~550, 1997.
- 14) 江畑智希, 秋田幸彦, 片山信, 大島章, 京兼隆典, 瀬古浩, 伊藤直人, 橋本瑞生, 七野滋彦, 佐藤太郎 カストログラフィンによる誤嚥性肺炎の1例. 八千代病院紀要, 13(1) 10~14, 1993.
- 15) Gray, C, Sivaloganathan, S, Simpkins, KC Aspiration of high-density barium contrast medium causing acute pulmonary inflammation Report of two fatal cases in elderly women with disordered swallowing *Clinical Radiology*, 40 397~400, 1989.

## Progress of Videofluoroscopic Swallowing Examination (VF) in Dental School Hospital

AKITOSHI KATSUMATA, YUKIHIRO IIDA and MASAMI FUJISHITA

*Department of Oral Radiology, Asahi University School of Dentistry  
(Chief Prof Masami Fujishita)*

**Key words** Videofluorographic swallowing study, Dysphagia, Aspiration

**Abstract** *Since 1999, we have performed the videofluoroscopic swallowing examination (VF) for patients with dysphagia in Department of Oral Radiology, Asahi University Dental Hospital. A VF imaging system consisting of a x-ray fluoroscopic unit, VF chair, digital video recorder and computers for imaging analysis was designed. Eighty VF studies in 67 patients have been performed, and the clinical application of VF is increasing. VF has predominantly been used in juvenile cerebral palsy patients, while in aged patients, VF was commonly used for follow-up in oral cancer and stroke. The procedure in our VF study was designed to represent the usual feeding process in individual patient. Deep pharyngeal penetration and/or aspiration were found in 70% of patients. VF examination provided useful information to diagnose aspiration and to make treatment plans for dysphagic patients.*