原 著

発声機能検査を同時に施行した
喉頭ファイバーストロボビデオグラフィー大木 和明 川井田政弘 加納 滋 紀太康一
川崎 順久 福田宏之 斎藤成司

要 約 : 今回, 喉頭ファイバーストロボビデオグラフィーにて声帯振動をモニターしながら発声機能検査を同時に施行した. 経鼻的に挿入した軟性喉頭ファイバースコープと家庭用ビデオカメラを用いて, 高輝度の喉頭ストロボスコープの光源下に声帯振動のビデオ記録を行うと同時に, Phonation-analyzer を用いた発声機能検査を行った. その結果は A/D コンバータを介してマイクロコンピュータにとりこまれ, 解析されて Pitch および Intensity, Flow (Air-flow), I/F 指数の表示となって声帯振動像のビデオ画面上に superimpose されるようにしたものである.

索引用語 : 発声機能検査, 喉頭ファイバーストロボビデオグラフィー, 家庭用ビデオカメラ

Laryngofiberstroboscography Performed in Conjunction
with the Phonatory ExaminationKazuaki Oki, M. D., Masahiro Kawaida, M. D., Shigeru Kano, M. D.,
Koichi Kita, M. D., Yoshihisa Kawasaki, M. D., Hiroyuki Fukuda, M. D.
and Shigeji Saito, M.D.

Abstract : In this study, the phonatory examination was performed while monitoring vocal fold vibration using laryngofiberstroboscography. The vocal fold vibration was videotaped under the light source of a very bright laryngostroboscope, using a flexible laryngofiberscope inserted intra-nasally and a home video camera. Simultaneously, the phonatory examination was conducted by use of a phonation-analyzer. The data were entered into a microcomputer via A/D converter and analyzed to obtain parameters of pitch, intensity, airflow, and I/F index, which were superimposed on the image of the vocal fold vibration on the video screen.

Key words : phonatory examination, home video camera, laryngofiberstroboscography

I. はじめに

高輝度の喉頭ストロボスコープが市販されるように

なり, これに家庭用ビデオカメラを用い, 軟性喉頭ファイバースコープと組み合わせた喉頭ファイバーストロボビデオグラフィー (Laryngofiberstroboscography)

慶応義塾大学医学部耳鼻咽喉科学教室 : 〒160 東京都新宿区信濃町 35 番地

Department of Otolaryngology, Keio University School of Medicine, Tokyo : 35 Shinanomachi, Shinjuku-ku, Tokyo 160

原稿受理 昭和 62 年 7 月 14 日

phy)により、鮮明な声帯振動像をビデオ記録することが容易になってきた^{1,2)}。一方、Phonation-analyzerが開発され、発声時の基本周波数と平均呼気流率、音圧の三者同時測定(Phonolaryngography)が可能となり³⁾、音声障害における発声機能検査も頻用されるようになった。

音声検査は他の諸検査に比べて、再現性が難しいという特徴がある。したがって、ビデオにより声帯振動をモニターしながら発声機能検査を行うことができれば、もっとも理想的であるといえる。今回、われわれは鼻腔より挿入した軟性喉頭ファイバースコープによる喉頭ファイバーストロボビデオグラフィーで声帯振動をモニターしながら、同時に発声機能検査を試みてみたので、ここに報告するとともに、問題点や改良すべき点について検討を行った。

図1 喉頭ストロボスコープと発声機能検査装置
上：高輝度喉頭ストロボスコープ光源である Brüel & Kjaer 社製喉頭ストロボスコープ Type 4914。大光量の内視鏡用の専用光源を備えており、ビデオ撮影に十分な光量のストロボ発光が得られる。

下：ミナト医科器械製 Phonation-analyzer Type PA-500 のフロントパネル。

II. 装 置

1. 喉頭ストロボスコープ

喉頭ストロボスコープは Brüel & Kjaer 社製喉頭ストロボスコープ Type 4914 を用いた。これは、きわめて光量が増大された高輝度喉頭ストロボスコープであり、軟性喉頭ファイバースコープを使用しても家庭用ビデオカメラで撮影可能な十分な光量が得られる(図1上)。

2. 喉頭内視鏡

声帯振動をモニターするという目的のためには、解像度の高い硬性の喉頭側視鏡の使用が望ましいが、口腔より挿入せねばならず、同時に発声機能検査を行うことができないうえに、観察時の体位や構音が制限される。したがって、鼻腔より挿入可能な軟性喉頭ファイバースコープの方が都合が良く、その先端をなるべく声帯に近付けることにより、拡大視した状態の声帯振動像を得ることができる。さらに観察時の発声様式に対する制限も少ないので、発声機能検査を同時施行するうえで、負荷発声させるのにも都合良い。今回、町田製 FLT-6 を使用した(図2)。

3. ビデオカメラおよびレンズ、アダプター

ビデオカメラは家庭用の日本ビクター製 GX-N 4 を使用し、オリンパス用のマウントアダプター (LA-C 7 L) を介してオリンパス製 28 mm ズイコーレンズを用い、町田製 FLT-6 と接続可能な 49 mm 径の永島製町田型アダプターを装着している(図2)。

4. 発声機能検査装置

発声機能検査装置としては、ミナト医科器械製

図2 軟性喉頭ファイバースコープとビデオカメラ

軟性喉頭ファイバースコープ町田製 FLT-6 と家庭用ビデオカメラ日本ビクター製 GX-N4。この両者はオリンパス製 28 mm ズイコーレンズと永島製町田型アダプターを介して接続される。

図3 喉頭ファイバーストロボビデオグラフィーと発声機能検査の同時記録のためのブロックダイアグラム

Phonation-analyzer TypePA-500を使用した(図1下)。これにより、発声時の基本周波数、発声時呼気流量、音圧の3項目の同時測定を行った。

5. 同時ビデオ記録および録音システム

ビデオテープは、3/4インチのUマチックテープを使用して、喉頭ストロボスコープの光源下に同期された声帯振動の連続的なスローモーション像が記録された。また、被験者の音声を同時に録音するために、接話型マイクロホンであるアシダ音響製 HRM-20を被験者に装着して音声記録を行った。

一方、発声機能検査装置で測定された結果は、図3のブロックダイアグラムに示したように、A/Dコンバータを介してシャープ製マイクロコンピュータ X1-Turbo にとりこまれ、解析されて得られた音声の基本周波数および発声時呼気流量、音圧、I/F 指数¹¹⁾の4項目が、ビデオ画面上の声帯振動像に superimpose されるようにした。表示はデジタル表示であり、1秒に1回変化するようにプログラムした。さらに検査日時や患者番号、性別、年齢、病名も記録できるようにした。

III. 撮影および測定の方法と対象

軟性喉頭ファイバースコープを用いた喉頭ファイバーストロボビデオグラフィーは、通常の光源での鼻腔より挿入した喉頭ファイバースコープの観察法と同様である。なるべくその先端を声帯上面に近付けることが望ましいが、そのためには咽喉頭の反射を抑える必要があるため、4%塩酸リドカイン液による塗布麻酔を行う。しかし、麻酔による発声への影響を最小限に

図4 喉頭ファイバーストロボビデオグラフィーと発声機能検査の同時記録の検査時外景
被験者にマウスピースを口にくわえさせ、ストロボスコープのコンタクトマイクロホンを前頸部に密着させている。また、音声録音のために接話マイクロホンを首に掛けさせている。喉頭ファイバースコープは経鼻的に挿入する。

とどめるために、塗布麻酔は鼻腔と咽頭だけに行い、喉頭腔には行わなかった。そのうえで、喉頭ファイバースコープを経鼻的に挿入し、喉頭ストロボスコープの光源下に声帯振動をスローモーション像として撮影記録し、ビデオモニター上に再生した。

発声機能の測定では、定温型熱線流量計を使用して発声時呼気流量を測定し、音圧はマイクロホン—流量計開口端距離を20cmとした。呼気流量測定の際のトランスデューサーの装置方法は、開口状態を一定にするためにマウスピース法を採用した。発声法は日本音言語医学会発声機能検査法検討委員会によるガイドライン⁹⁾に基づき、マウスピースをくわえさせ、母音『ア』というつもりで、無関位発声および最大発声、最小発声、声域上限、声域下限での発声様式で発声させた(図4)。

今回、対象として、正常および声帯結節、声帯ポリープ、ポリープ様声帯の4症例について観察記録を行った。

IV. 結 果

正常被験者の無関位発声の結果を図5に示す。ビデオモニター画面のほぼ中央に喉頭ファイバーストロボビデオグラフィーによる声帯振動像が示されると同時に、画面左側に検査日時、患者番号、年齢、性別、診断名が、また、画面右側に音声の基本周波数(Pitch)ならびに音圧(Intensity)、発声時平均呼気流量

(Flow), I/F 指数がそれぞれ superimpose されている。さらに図6に正常の声域上限および声帯結節の無関位発声, 声帯ポリープの無関位発声, ポリープ様声帯の声域上限での喉頭像を示す。

図5 正常被験者における無関位発声時の喉頭ファイバーストロボビデオグラフィーと発声機能検査の同時記録所見

声帯振動像がビデオ画面中央に示されると同時に、画面右側に Pitch および Intensity, Flow, I/F 指数が superimpose されてデジタル表示される。

V. 考 按

近年、耳鼻咽喉科ならびに気管食道科領域における内視鏡の発達には目を見張るものがあり、特に喉頭の観察法として軟性喉頭ファイバースコープは日常の診療で頻用されている。また、最近の音声外科の発達と進歩に伴い、発声時の声帯振動の詳細な観察・記録を行うことが重要となってきた。現在、臨床における声帯振動の観察法として、喉頭ストロボスコーピー (laryngostroboscopy) が広く用いられ、軟性喉頭ファイバースコープ下での撮影も、Saito ら⁵⁾により報告されている。一方、Yoshida ら⁶⁾はビデオカメラによるストロボスコープ下の声帯振動像を初めて臨床的に撮影記録した。従来、喉頭ストロボスコープの光量が限られており、さらにビデオカメラは高感度な高級機を用いなければならず、日常診療において軟性喉頭ファイバースコープを用いて喉頭ストロボスコープの光源下に明瞭な声帯振動像を観察記録することは非常に困難であった。しかし、今回われわれが用いた Brüel & Kjaer 社製喉頭ストロボスコープ Type 4914 のように光量を増大させた高輝度喉頭ストロボスコープが市販されるようになり、比較的安価な家庭用の小型ビデオカメラを組み合わせた軟性喉頭ファイバースコープを用いた喉頭ストロボスコーピーの鮮明なビデオ撮影法 (Laryngofiberstroboscopy) が可能となった^{1,2)}。現在、

図6 正常および各種声帯病変における喉頭ファイバーストロボビデオグラフィーと発声機能検査の同時記録所見

a : 正常における声域上限, b : 声帯ポリープにおける無関位発声時, c : 声帯結節における無関位発声時, d : ポリープ様声帯における声域上限

われわれは日常の臨床において、喉頭ストロボスコープのビデオ記録をルーチンに行っている。

一方、音声障害の補助診断法の1つとして、発声機能を客観的に把握する試みが行われてきた。なかでも音声の基本周波数、平均呼気流率、音圧（声の強さ）の同時測定装置（Phonation-analyzer）が開発され³⁾、その臨床応用も行われている⁷⁻⁹⁾。また、無関位発声時の音圧と平均呼気流率の比（I/F 指数）を用いて、どの程度楽な呼気で発声可能かを示す指標とする試みもなされている¹⁰⁾。

従来、喉頭ファイバーストロボビデオグラフィーと発声機能検査は別個の検査として行われてきた。しかし、負荷発声を用いた音声検査などはその再現性が非常に難しいものである。したがって、喉頭ストロボスコープのビデオ記録により、声帯振動をモニターしながら発声機能検査を行うことがもっとも望ましいといえる。今回、われわれが試みた方法は、被験者に発声機能検査のためのマウスピースを口にくわえさせ、内視鏡による声帯振動のモニターとしては、経鼻的に喉頭ファイバースコープを挿入した。ビデオ記録として得られる声帯振動像は喉頭側視鏡より劣るが、喉頭ファイバースコープは観察時の発声様式に対する制限が少ないので、負荷発声させるのに都合が良い^{1,2)}。Phonation-analyzerにより測定された基本周波数、平均呼気流率、音圧のデータはマイクロコンピュータを介して声帯振動像のビデオ記録にsuperimposeされ、I/F 指数も計算されていずれもデジタル表示される。しかし、平均呼気流率の測定に際しては、鼻腔からの呼気の漏出を防ぐために、ノーズ・クリップで遮断するのが原則であるが⁹⁾、ファイバースコープを経鼻挿入するため、この遮断ができないので、得られた平均呼気流率の値はこの点を考慮する必要がある。また、データのデジタル表示は1秒間に1回変化するというプログラムであるために、必ずしもreal-timeのデータ表示とはいえないという問題点がある。この点についてはアナログ表示のデータをsuperimposeさせるプログラムも考慮中である。

今回は正常を含めた4症例の結果を示したが、さらに症例を増やすことにより、発声機能検査における無関位発声や負荷発声の新しい解釈が可能となることが期待される。

VI. おわりに

軟性喉頭ファイバースコープを用いた喉頭ストロボ

スコープのビデオ記録（Laryngofiberstroboscovideography）により、声帯振動をモニターしながら発声機能検査を施行し、マイクロコンピュータを介してビデオ画面上にデータ表示をsuperimposeさせて同時記録を行うことを試みたので、その概要を紹介するとともに、今後の問題点について検討した。

本論文の要旨は、第88回日本耳鼻咽喉科学会学術講演会（1987年5月、東京）において発表した。

文 献

- 1) 牟田 弘，他：家庭用ビデオカメラを用いた喉頭ストロボスコープ，日気食会報，37：19-24，1986.
- 2) 福田宏之，他：喉頭・食道入口部の内視鏡的診断，日気食会報，37：92-98，1986.
- 3) 斎藤成司：音声外科——発声機構の基礎的研究および喉頭内腔への臨床的アプローチ——，耳鼻，23：171-384：1977.
- 4) 平野 実，他：発声機能検査施行上，ガイドラインについて，日本音声言語医学会発声機能検査法検討委員会，音声言語医学，23：164-167，1982.
- 5) Saito, Sh., et al. : Stroboscopic observation of vocal fold vibration with fiber optics. Folia Phoniatr., 30：241-244，1978.
- 6) Yoshida, T., et al. : A video-tape recording system for laryngo-stroboscopy. 日気食会報，30：1-5，1979.
- 7) 福田宏之，他：発声の効率に関する検査，声の検査法（日本音声言語医学会編），医歯薬出版，東京，pp. 240-252，1979.
- 8) 佐藤 学，他：Phonolaryngogramにおけるパタンの評価，音声言語医学，23：184-192，1982.
- 9) 高山悦代：負荷発声を用いた音声検査に対する統計学的解析——その臨床的意義について——，耳鼻，31：260-269，1985.
- 10) 牟田 弘，他：発声機能を評価する指標の臨床的検討，音声言語医学，27：157-167，1986.
- 11) 福田宏之，他：基本周波数・強さ及び呼気流の同時測定による発声効率の検討，日本音響学会音声研究会資料，S 81~105，845-852，1982.

別刷請求先：〒160 東京都新宿区信濃町 35 番地

慶応義塾大学医学部耳鼻咽喉科学教室

大木和明