喉頭内腔に対する超音波検査の応用

田村 悦代, 小倉 雅實, 中之坊 学
佐藤 道哉, 古川 太一, 野原 理
唐帆 健浩, 松永 毅, 北原 哲
井上 鐵三

Intralaryngeal Ultrasonography

Etsuyo Tamura, M.D., Masami Ogura, Ph.D., Manabu Nakanoboh, M.D.,
Michiya Sato, M.D., Taichi Furukawa, M.D., Osamu Nohara, M.D.,
Takehiro Karaho, M.D., Takeshi Matsunaga, M.D.,
Satoshi Kitahara, M.D., and Tetsuzo Inouye, M.D.

Department of Otolaryngology, National Defense Medical College, Saitama

Using an intraluminal ultrasonic system, a radial scan-type catheter of 20 MHz was directly inserted into the intralaryngeal lumen to experimentally obtain a horizontal image of vocal fold. Collagen was injected into vocal fold unilaterally, and this was compared with the normal side. A histological specimen was also prepared and compared with the horizontal section image.

On the image of the vocal fold, the lamina propria and epithelium were noted in a line, and the injected collagen was identified as a hyperechoic area. The vocalis muscle showed hypoechoic image.

These results suggest that intralaryngeal ultrasonography can be useful in clinical application for detecting tumor involvement in the vocal folds and as a guide during injection therapy.

Key words : 超音波断層検査, 喉頭内腔, 声帯構造

I. はじめに

内腔を観察することを目的として発達した内視鏡も, 1979年に久永が体腔内用探触子を導入した¹⁾ ことにより, 超音波内視鏡 (endoscopic ultrasonography, 以下 EUS と略す) として, 大きくその診断意義が広がったといえる。つまり, 観察, 生検, 手術といった従来の使用法だけでなく, 消化管内壁の状態, 例えば腫瘍の深

達度などの把握も可能になってきている。また, 極小高周波血管内超音波カテーテルの開発により, 冠動脈内腔における病変の診断も可能になってきた²⁾。

そこで, 喉頭内腔における超音波内視鏡の診断意義を検討してみた。声帯は, 上皮, 粘膜固有層, 筋肉からなる層構造をもつため, 超音波による画像診断が可能と思われ, 腫瘍などの深達度の診断や声帯内注入術施行時のガイドとしての臨床応用が期待されるところである。

II. 方 法

装置は, アロカ社製, 体腔内用超音波断層診

防衛医科大学校耳鼻咽喉科学講座

別刷請求: 〒359 埼玉県所沢市並木3-2

防衛医科大学校耳鼻咽喉科 田村悦代

投稿受付: 1995年1月12日

図1 体腔内用超音波断層診断装置
SSD-550 (アロカ㈱)

図2 振動子 (直径6 Fr)
矢印: センサー部分。

断装置 SSD-550(図1)で、外径2 mm, 20 MHzラジアル走査型カテーテル (図2) を接続して用いた。

剖検時摘出した正常喉頭を、図3のように生理食塩水を満たした水槽内にセットし、直径8 mmの食道ファイバースコープの鉗子孔より超音波カテーテルを挿入して、声帯水平断画像を採取した。なお、正常像との比較のために、一側声帯にはアテロコラーゲンを注入し、組織所見と断層像を対比させ検討した。

III. 結 果

図4に、超音波断層検査時の食道ファイバースコープによる所見を示した。カテーテルは、声帯には接触せず、センサー部分が声門の中央に位置するようにファイバースコープを操作

図3 実験方法の図

生理食塩水を満たした水槽内に、左声帯にアテロコラーゲンを注入した正常喉頭をセットし、声門の中央に振動子を挿入して断層像を描出させた。黒矢印: 振動子。

図4 超音波検査施行時の食道ファイバースコープ所見
矢印: 振動子。

した。また、鉗子孔先端からのカテーテルの長さを適宜調整することによって、声帯を中心にその上下の断層像を採取することもできる。

図5は、採取された声帯水平断画像である。

断層像画面下方にスケールがあり, 細かい目盛が1mmになっている。甲状軟骨は, 画面上,

図5 喉頭の水平断画像

小矢印: 甲状軟骨, 大矢印: 粘膜, VM: 声帯筋, G: 注入したコラーゲン・ゲル。

最も高いエコー像を示した。また, 声帯の辺縁には, 約1mmの幅に高エコーを示す帯状の画像が, 前連合より連続して認められ, 粘膜が描出されたものと推定された。一方, 帯状の高エコー帯より深部では, 筋層と思われる低エコー領域を認めた。左声帯上皮下に注入したコラーゲンは, 隣接する粘膜と比較して高エコーを示し, 粘膜固有層内に限局しているようであった。

図6は, 使用した喉頭の水平断切片のHE染色標本である。注入されたコラーゲンは, 上皮下の粘膜固有層浅層内に限局して認められた。また, 上皮と粘膜固有層全層を合わせた厚さは約1mmであり, 断層像とほぼ一致していた。

IV. 考 察

声帯の形態学的な観察は, 肉眼的には, 軟性ファイバースコープの普及により, 容易に正確な情報を得ることが可能になってきた。また, 画像診断としては単純レントゲン撮影, 断層撮影, 最近はあまりされなくなった喉頭造影などをはじめとして, CT, MRI などによって行われてきた。もちろん, 超音波検査も試みられてき

図6 使用した喉頭の水平断切片のHE染色標本(×2)

注入したアテロコラーゲンは, 粘膜固有層浅層内に限局して認められた。矢印: 粘膜固有層中間層。

たが⁴⁾, 現在のところ, 甲状腺などに対する検査ほど一般化されてはいない。

一方, 軟性ファイバースコープ下での観察と同時に超音波検査を行う超音波内視鏡が, 消化管領域で臨床の場に導入されてから10年以上経過したといわれている。そして, 非侵襲的な検査であることが利点とされた超音波検査が, 内視鏡下に行われるようになって, 局所麻酔などの前処置が必要とされ, その利点が失われてしまったという議論も多くされてきた。

しかし, 超音波内視鏡検査によって, 従来の内視鏡検査以上に, より多くの情報を得ることが可能になったことも事実である。また, 従来より, 超音波内視鏡の適応は, 消化管や膀胱などの脱気水充滿法の可能な臓器に限られていたが, 小型振動子の開発によって, 冠動脈などにおける動脈硬化病変の観察までも可能になった。現在, 小型の接触型振動子の開発の期待もでてきた。つまり, 超音波内視鏡の適応外とされていた気道に対する超音波検査が, 小型の接触型振動子の導入により可能になると考えられるからである。そこで, 今回われわれは, 摘出喉頭を用いて「浸水法」, つまり, 生理食塩水中での声帯の水平断画像を実験的に採取し, 超音波断層像と声帯構造の対比を行い, 今後の臨床応用の可能性を模索してみた。

ヒト声帯は, 上皮, 粘膜固有層, 筋層の三層構造をしており, 上皮と固有層を合わせた粘膜全体の厚さは約1 mm 前後であるといわれている³⁾。しかも, われわれが喉頭の超音波検査の目的としている, ①腫瘍などの深達度の診断, ②声帯内注入術施行時のガイドとして用いるには, 少なくとも粘膜固有層と筋層の同定は必要不可欠であると思われた。そのため, 分解能としては, 甲状腺や乳腺のような体表臓器に用いられる7.5~10 MHz 程度の比較的低い周波数の超音波検査装置では不可能であり, 方位分解能より距離分解能を重視した, より高周波の検査装置が必要である。今回用いた体腔内用超音波診断装置 SSD-550 (アロカ社製) は, メカニカルラジアル走査方式で, 外径6 Fr, 周波数20 MHz の振動子を接続している。一般に, 軟部組織においては, 距離分解能は,

$$\Delta X = n \cdot \lambda / 2^{5)}$$

式より, 水中波長 $\lambda = 0.076 \text{ mm}$ なので, $\Delta X = 0.23 \text{ mm}$ であり, 方位分解能は, 振動子径 D , 水中波長 λ , 振動子からの距離を x とすると,

$$\Delta Y = 1.22 \cdot \lambda \cdot x / D^{5)}$$

式より下の表のようになる。

振動子からの距離(単位mm)	分 解 能
2	0.18
5	0.46
10	0.93
20	1.85
40	3.71

つまり, 計算上, 上皮と粘膜固有層浅層を合わせた約0.3 mm³⁾の同定も可能であるといえる。

しかし, 临床上必要な情報は, たとえば, 腫瘍が粘膜内にとどまっているかどうか, あるいは注入術時のガイドとして針の深さを確認することであるから, 粘膜と筋層の同定が可能であれば十分であるといえる。今回われわれが実験的に試行した浸水法による超音波断層検査では, 結果に示したように, 粘膜が, 声帯の辺縁に沿った帯状の高いエコーとして, また筋層が低エコーとして描出され, これらは組織学的な所見にも一致していた。

以上の点から, 声帯の超音波検査は画像診断として临床上有用な検査であることが確認された。また, 今後の臨床応用は, 接触型振動子の改良によって, 十分対応できるものであると推察された。

V. ま と め

高周波超音波カテーテルを用いた超音波断層検査を実験的に施行し, 声帯構造の把握に有用であるという結果を得た。また, 接触型カテーテルの改良により, 腫瘍範囲の診断や注入術のガイドとして臨床応用できる可能性が示唆された。

稿を終えるにあたり, 実験方法についてご助言頂いた日本大学医学部第二内科学教室森内正人先生に深謝いたします。

なお, 本論文の要旨は第46回日本気管食道科学会
学術講演会 (1994年, 宇都宮市) において発表した。

文 献

- 1) 久永光造, 久永朝香, 永田和彦・他: 経食道超音波高速度断層撮影の開発と臨床応用. 日本超音波医学会講演論文集, 32: 43-44, 1977.
- 2) 森内正人, 斎藤 颯, 谷川 直・他: 血管内および心腔内エコー法. 臨床検査, 36: 641-644, 1992.
- 3) 平野 実: 音声外科の基礎と臨床. 耳鼻, 21: 239-440, 1975.
- 4) 金子敏郎: 耳鼻咽喉科領域における超音波の情報的应用, pp. 145-150, 文光堂, 東京, 1988.
- 5) 伊東紘一, 入江喬介: 超音波検査入門, pp. 24-27, 医歯薬出版, 東京, 1989.