■特 集<音声音響検査の臨床的意義>

空気力学的検査

——各パラメーターの臨床評価——

岩田 義弘¹⁾ 岩田 重信 高須 昭彦 竹内 健二
 大山 俊廣 加藤 久幸²⁾ 横山 尚樹 齋藤 正治¹⁾
 門山 浩 戸田 均³⁾

要 約：声門下圧測定を含む，空気力学的検査を行い，各疾患ごとに空気力学的パラメーターについて，正常・声帯ポリープ・反回神経麻痺・声門癌の1072例について臨床の評価を試みた。空気力学的検査は発声に関わる能力を，高さ(基本周波数)，強さ(音圧)，呼気流率などを物理量として表すことである。日常臨床において，他の検査所見とともに発声障害・発声困難の原因の究明や，治療前後の比較，手術の評価・経過観察にも有効であると考えられる。

発声機能検査を行い個々の測定結果を比較した場合，単一のパラメーターの値は発声機能の複雑な一面を示し，疾患に特異的な結果を示さなかった。パラメーターを組み合わせることで，声門閉鎖の状態などの病態を検討できることを示した。特に声門下圧の測定は，喉頭抵抗，声門下パワー，喉頭効率などの直接的な算出に必要であり，2次パラメーターの結果は，発声障害の病態を評価する上で有用と思われる。

索引用語：声門下圧，声門上圧，呼気流率，最長持続発声時間，喉頭効率

Aerodynamic Inspection of Phonation

——Clinical Evaluation of Aerodynamic Parameters——

Yoshihiro Iwata¹⁾, Shigenobu Iwata, Akihiko Takasu, Kenji Takeuti,
 Toshihiro Ohyama, Hisayuki Kato²⁾, Naoki Yokoyama, Shouji Saitou¹⁾,
 Hiroshi Kadoyama, Hitoshi Toda³⁾

Abstract : We conducted aerodynamic inspection, including subglottic pressure measurement, and clinical evaluation of aerodynamic parameters for various disorders.

In total, 1,072 examples were examined, including normal vocal cords, polyp, recurrent nerve paralysis and glottic cancer. Phonation function inspection was carried out by measuring height (Hz), sound pressure (dBspl) and mean flow rate (ml/sec). By combining these parameters, the diseased state of glottic vibration was discussed. In particular, measurement of subglottic pressure were necessary for direct calculation of larynx

¹⁾ 碧南市市民病院耳鼻咽喉科：〒447-0084 愛知県碧南市平和町3-6

²⁾ 藤田保健衛生大学医学部耳鼻咽喉科教室：〒470-1192 愛知県豊田市沓掛町田楽ヶ窪1-98

³⁾ JA 知多厚生病院耳鼻咽喉科：〒470-2404 愛知県知多郡美浜町大字河和字西谷81-6

¹⁾ Department of Otolaryngology, Hekinan Municipal Hospital : 3-6 Heiwa-cho Hekinan-shi Aichi 447-0084

²⁾ Department of Otolaryngology, Fujita Health University School of Medicine : 1-98 Dengakukubo, Kustukake-cho, Toyoake-shi Aichi 470-1192

³⁾ Department of Otolaryngology, Chitakousei Hospital : 81-6 Nishitani, Kowa, Mihama-cho Chita-gun Aichi 470-2404

原稿受理：1999年5月11日

resistance, subglottic power and glottal efficiency. Results were characteristic for each diseased state.

It is important in terms of evaluating phonation, to observe the vibrational state of the vocal cords and to measure aerodynamic conditions in both normal and diseased vocal cords. It also seems important for disorders characteristic to be detected in conjunction with optical and macroscopic observations of the vocal cords.

Key words : subglottic pressure, supraglottic pressure, mean flow rate, maximum phonation time, glottal efficiency

はじめに

発声機能検査法は、その標準化と日常臨床への普及をめざし、日本音声言語医学会発声機能検査法検討委員会により検討が進められ、検査の項目と手順のガイドライン¹⁾が示された。この中で空気力学的検査法は「声の強さの測定、高さの測定、発声時呼気流の測定、発声持続時間の測定の組み合わせ、おのおのまたは同時に測定するもの」と定義されている。

現在、専用の発声検査装置が一般に普及するようになり、簡便化かつ容易に検査が行うことができるようになってきている。そして接続されたコンピューターが各パラメーターを同時に測定・表記・記録することが可能であり、発声中の時間的経過を検討を視覚的に評価することを容易にしている。

われわれは声帯疾患に対し、空気力学的検査を行い各疾患ごとに空気力学的パラメーターについて、その臨床の評価を試みた。

空気力学的検査法の特徴および測定方法

1. 音声検査における空気力学的検査

喉頭・音声・発声機能の検査法には音声の質的検査法として聴覚的分類、音響学的分析法、機能的検査法として空気力学的検査法、形態や声帯振動観察を主眼としたストロボや高速度画像解析、電気的または光電気の声帯振動の解析、喉頭X線による画像解析などがあげられる。

発声のエネルギー源は声門下圧であり、声門を通過した呼気にて声帯振動を惹起し、音声が生じられる。空気力学的検査は、このときの発声の高さ(基本周波数)、強さ(音圧)、呼気流率などを物理量として表す。特に呼気流率はいろいろな喉頭病変によって引き起こされる声門閉鎖不全の状況を客観的な波形や数値で客観的に知ることが出来る。2)日常臨床において、他の検査所見とともに発声障害・発声困難の原因の究明や、治療前後の比較、手術の評価・経過観察にも有効であると考えられる。

2. 空気力学的パラメーター 一次パラメーターと二次パラメーター

直接求められるパラメーターを一次パラメーターとした。音の高さ(基本周波数)強さ音圧などの音声信号、呼気流率、最長持続発声時間(M.P.T.)、声門上圧・下圧があげられる。これらに対して、これらのパラメーターを計算し求められるパラメーターを二次パラメーターとした。声門上圧・下圧、喉頭抵抗、声門下パワー、喉頭効率があげられる(図1)³⁾

3. 測定方法

発声機能検査は、呼吸・姿勢などをととのえたのち、楽な(無感位)発声で数秒発声させ、この中央安定部より、声の高さ、強さ、M.F.R.(c)を同一時間で、単位時間あたりの平均として定義し、求めた。測定を3度行い、最もよいものを採用するとした。さらに最長持続発声時間(M.P.T.)とその発声における中央安定部で、声の高さ、強さ、M.F.R.(max)を同一時間で、単位時間あたりの平均値として求めた。数度繰り返し、M.P.T.は最も長いものを採用した。測定には永島医科器械社製発声機能検査装置PS-77を用い、自動解析プログラムPIS-2001システムにて(図2)分析を行った。声門下圧測定時には、鼻咽・喉頭麻酔後、経鼻的に声門上下に挿入されたマイクロチップ圧トランスデューサーにより直接測定し、EGGや他のパラメーターとともにデータレコーダーに記録、サンプリング10 KHzでAD変換を行いパーソナルコンピューターに読み込み光磁気ディスクに保存した(図3)。

正常および疾患群の測定結果

声門下圧測定を含まない発声機能検査について検討を行った。検討対象は、1992年4月から1998年4月まで藤田保健衛生大学耳鼻咽喉科を受診し、発声機能検査を行った、声帯ポリープ544例、反回神経麻痺145例、声門癌205例と正常ボランティア178例、計1072例で行った(表1)。

1.M.P.T. M.P.T.(最長持続発声時間)の結果を示す(図4)。

空気力学的パラメーター

一次パラメーター

- 音声信号 強さ (dB) 高さ (Hz)
- 平均呼気流率 ml/sec : M. F. R. (c)
- 最長持続発声時間 sec : M. P. T.
- 最長持続発声時呼気流率 ml/sec : M. F. R. (max)
- 声門下圧 cmH₂O : Psub
- 声門上圧 cmH₂O : PsuP

二次パラメーター

- 声門上下圧差 cmH₂O : Ptg
- 喉頭抵抗 cmH₂O / l / sec : R
- 声門下パワー erg/sec : Pw
- 喉頭効率 : Ef

- R : 喉頭抵抗
- Psub : 声門下圧
- U : 気流率
- Pw : 声門下パワー
- Iw : 音声パワー
- F : 口唇の音圧
- Ef : 喉頭効率

$$R = P_{sub}/U$$

$$Pw = R \times 980 \text{ erg/sec}$$

$$Ef = Iw/Pw$$

Van den Berg(1956)

図1 発声機能パラメーター

測定風景

正常男性22歳

測定結果

207Hz, 88dB

MPT 22.4 sec

MFR(max) 251ml/s

Psub 22.2cmH₂OPsup 3.3cmH₂OPtg 18.9cmH₂O

図2 測定画面. 測定中の風景である. 左鼻腔からは, 圧センサーがみられる. 座位にて, 鼻腔を閉鎖し, マウスピースを固く口で押さえ, 深呼吸後, 発声してもらう. コンピューターの画面上では, 上から, 高さ, 強さ, 呼気流率, 声門下圧, 声門上圧, EGG, 音声を経時的に表示される

図3 測定結果の画面表示. 永島医科器械社製 PS-77 E およびナショナルインスツメンタル社 LabWindow システムを持ちいて開発された PIS-2001 発声機能解析プログラムの測定結果表示. サンプルングは 10 または 1 KHz で表時間幅の調節でマクロ的な経時変化と瞬間的な圧の微細変動を同システムで検討可能

表1 空気力学的検査検討対象 (圧測定を含まず)

検討対象		1072 例
正常	178 例	平均年齢 (歳)
男性	121 例	53.2±19.7
女性	57 例	49.3±22.4
声帯ポリープ	544 例	
片側	204 例 (男: 144, 女: 60)	47.0±13.0
両側	340 例 (男: 172, 女: 161)	46.8±11.7
反回神経麻痺	145 例	
正中位固位	34 例 (男: 24, 女: 10)	54.8±13.5
副正中位固位	38 例 (男: 22, 女: 16)	57.2±13.0
中間位固定	17 例 (男: 22, 女: 16)	61.3±10.4
声門癌	205 例	
T 1	145 例 (男: 137, 女: 8)	61.7±10.1
T 2	81 例 (男: 77, 女: 4)	61.2±10.3
T 3&T 4	31 例 (男: 31, 女: 0)	63.0± 7.9

上から平均で正常男性群 20.4 ± 6.9 秒, 正常女性群 19.1 ± 7.2 秒, ポリープ片側群 14.2 ± 7.4 秒, 両側群 13.1 ± 6.7 秒, 正中位群 11.3 ± 7.7 秒, 副正中位群 5.0 ± 3.8 秒, 中間位群 3.0 ± 4.4 秒, T 1 群 15.6 ± 7.1 秒, T 2 群 13.0 ± 8.2 秒, T 3&4 群 11.4 ± 6.7 秒を示した。

いずれの疾患群でも, 正常男女群との間に有意な差を認めた。声帯疾患の存在が声門閉鎖を阻害し, 発声持続時間の短縮を来したと考えられた。

2.M.F.R. (max) 最長持続発声における平均呼

気流量: M.F.R. (max) の結果を示す (図5)。上から平均で正常男性群 154 ± 56 ml/sec, 正常女性群 141 ± 59 ml/sec, ポリープ片側群 251 ± 123 ml/sec, 両側群 263 ± 131 ml/sec, 正中位群 300 ± 151 ml/sec, 副正中位群 536 ± 319 ml/sec, 中間位群 806 ± 419 ml/sec, T 1 群 217 ± 114 ml/sec, T 2 群 278 ± 206 ml/sec, T 3&4 群 333 ± 269 ml/sec を示した。

いずれの疾患群でも, 正常との間に有意な差をもって高値を示した。ポリープでは病変の片側・両側に関わらずほぼ同様な数値となった。声門癌では疾患の進行

図4 MPT：Maximun Phonation Time. 疾患群は正常男・女ともに有意に異なった。検定はt検定を行い5%の危険率で有意差を認めた

図5 MFR (max)：Mean Flow Rate (maximum phonation time). 最長持続発声中における発声中央の平均呼気流率

図6 MFR (c)：Mean Flow Rate (confrtable). 楽な発声中央における平均呼気流率

に伴い M.F.R. (max) の増加傾向を認めた。

3. M.F.R. (c) 楽な発声における呼気流量: M.F.R. (c) の結果を示す (図 6)。上から平均で正常男性群 197 ± 99 ml/sec, 正常女性群 155 ± 56 ml/sec, ポリープ片側群 277 ± 124 ml/sec, 両側群 261 ± 114 ml/sec, 正中位群 348 ± 198 ml/sec, 副正中位群 550 ± 316 ml/sec, 中間位群 637 ± 333 ml/sec, T 1 群 245 ± 130 ml/sec, T 2 群 300 ± 210 ml/sec, T 3&4 群 395 ± 218

ml/sec を示した。M.F.R. (c) でも, いずれの疾患群でも正常より高値を認めた。

M.F.R. (c) を縦軸, M.F.R. (max) を横軸にとり, その分布を示した (図 7, 8)。いずれの群でも M.F.R. (max) に比較し M.F.R. (c) は増加傾向を認めた。

両者の関係を相関係数でみた場合, 正常群は 0.60~0.63 であるのに対し, ポリープ群, 反回神経麻

MFR(max)とMFR(c)の比較

図7 M.F.R.(max)とMFR(c)の比較。正常および声帯ポリープ

MFR(max)とMFR(c)の比較

図8 M.F.R.(max)とMFR(c)の比較。反回神経麻痺および声門癌

痺群, 声門癌群では 0.70~0.91 と高い値を示した。

治療前後の比較

音声障害の治療前後の評価に, 発声機能検査は有効な検査の 1 つである。各疾患群の治療前と原則治療後 1 ヶ月後に測定を行った。横軸に治療前, 縦軸に治療後の成績の分布を示した。

声帯ポリープ: 声帯ポリープにて喉頭直達鏡微細手術を行った症例のうち術前後に測定を行えた症例 (片側 394 例, 両側 92 例) について検討を行った。M.P.T. は, 片側で平均 14.2 ± 7.3 秒から 20.0 ± 8.1 秒へ, 両側では 13.3 ± 6.8 秒から 17.8 ± 7.4 秒と有意に延長した。また M.F.R. (max) は片側 250 ± 119 ml/s から 178 ± 73 ml/s, 両側で 261 ± 134 ml/s から 187 ± 69 ml/s, いずれも有意に減少を示した (図 9)。

反回神経麻痺: 反回神経麻痺にて喉頭形成術を施行し術前と術後 1 ヶ月に測定を行った (正中位固定 15 例, 副正中位固定 25 例, 中間位固定 15 例) 55 例について検討を行った。M.P.T. は, 副正中位群では 5.5 ± 1.1 秒から 12.2 ± 6.9 秒と有意に延長した。正中位固定群で平均 8.43 ± 3.8 秒から 11.4 ± 7.3 秒へ中間群で平均 4.5 ± 4.0 秒から 7.2 ± 5.3 秒へ変化した。また M.F.R. (max) は副正中位群 477 ± 230 ml/s から 287 ± 230 ml/s と有意に減少した。正中位群で 315 ± 135 ml/s から 287 ± 106 ml/s へ中間位群で 866 ± 346 ml/s から 312 ± 63 ml/s と減少を示した (図 10)。

声門癌: 1 次治療として放射線治療行い, 腫瘍の消

失を認めた T 134 例, T 233 例を対象に治療前と治療後, 1 ヶ月に測定を行った。M.P.T. は, T 1 群では 15.3 ± 7.3 秒から 17.3 ± 7.0 秒と, T 2 群では 12.1 ± 7.7 秒から 15.9 ± 8.5 秒, 有意に延長した。また M.F.R. (max) は T 1 群では 224 ± 120 ml/s から 201 ± 112 ml/s, T 2 群では 314 ± 201 ml/s から 254 ± 167 ml/s と有意に減少した (図 11)。多くの症例で放射線治療による声帯粘膜の炎症が軽度残存していたが, 声帯の質量の減少, 声門閉鎖の程度の改善が発声機能の改善をもたらしたと考えられる。

声門下圧を含む発声機能検査

1. 声門下圧を含む空気力学的パラメーター

下圧の測定には間接的に食道内圧から測定する方法^{4,5)}や気流阻止法⁶⁾を用いる場合と直接的に気管穿刺法や半導体センサーを経鼻的に声門下まで挿入する方法⁷⁾がある。それぞれ特徴があるが, われわれは連続的かつ微細な変化の測定可能な半導体センサーによる測定を行った。精密な測定は発声の状態を正確に知る上で重要であると考えた。

声門下圧測定により導き出される各パラメーターについて, われわれが測定し得た正常男性群 35 例, 女性群 15 例, 正中位群 23 例, 副正中位群 47 例, 中間位群 20 例, T 1 群 14 例, T 2 群 12 例合計 166 例の結果を示した (表 2)。

声門下圧は, 正常男性群 $8.6 \text{ cmH}_2\text{O} \pm 2.6$, 女性群 8.0 ± 3.6 を示した。正中位固定群は 11.4 ± 5.4 , 副正

図9 治療前後の比較。声帯ポリープ

中位群 11.1 ± 7.5 , 中間位群 10.7 ± 5.9 , T1群 12.2 ± 2.6 , T2は 19.4 ± 9.9 であった。正常男女とも, 正中位・副正中位群, T1・T2群とも有意な差を認めた。

喉頭抵抗は 正常男性 51.0 ± 24.7 cmH₂O/l/s, 女性 48.6 ± 21.8 cmH₂O/l/s を示した。正中位固定は 38.1 ± 18.5 cmH₂O/l/s, 副正中位 28.8 ± 46.0

cmH₂O/l/s, 中間位 23.5 ± 16 cmH₂O/l/s, T1 82.9 ± 68.9 cmH₂O/l/s, T2は 61.9 ± 20.7 cmH₂O/l/s であった。正常男女は正中位・副正中位・中間位群と比較し有意な差を認めた (図 12)。

声門下パワーは正常男性 $16.6 \pm 8.0 \times 10^6$ erg/sec, 女性 $14.4 \pm 10.1 \times 10^6$ erg/sec, 正中位固定 $43.9 \pm$

図 10 治療前後の比較。反回神経麻痺

図 11 治療前後の比較。声門癌

表2 空気力学的パラメーター測定結果。声門下圧と2次パラメーターの結果一覧

AVE ±SD	年齢 歳	高さ Hz	強さ dB	MFR(c) ml/sec	声門下圧 cmH ₂ O	喉頭抵抗 cmH ₂ O /ml/s	声門下 パワー× 10 ⁶ erg/s	喉頭効率 ×10 ⁻⁴
正常男 n=35	35.1 ±18.9	141 ±44	79.3 ±8.6	202 ±98	8.6 ±2.6	51.0 ±24.7	16.55 ±8.0	5.98 ±2.72
正常女 n=15	29.4 ±11.4	246 ±41	78.1 ±5.7	173 ±56.8	8.0 ±3.6	48.6 ±21.8	14.4 ±10.1	7.81 ±4.47
正中位 n=23	55.6 ±11.9	246 ±41	76.3 ±5.6	359 ±213	11.4 ±5.4	38.1 ±18.5	43.9 ±38.9	3.24 ±2.28
副正中 n=47	55.6 ±14.6	167 ±65	74.0 ±6.0	593 ±275	11.1 ±7.5	28.8 ±46.0	65.0 ±65.0	1.92 ±1.20
中間位 n=20	51.8 ±8.8	177 ±46	76.6 ±5.2	592 ±329	10.7 ±5.9	23.5 ±16.0	71.4 ±71.0	1.96 ±1.56
T1 n=14	61.0 ±5.8	145 ±37	80.1 ±6.8	212 ±105	12.2 ±2.6	82.9 ±68.9	24.7 ±13.4	4.16 ±1.86
T2 n=12	62.7 ±11.3	163 ±73	73.8 ±7.8	370 ±255	19.4 ±9.9	61.9 ±20.7	57.5 ±42.4	1.92 ±1.78

図12 声門下圧と喉頭抵抗

38.9×10⁶erg/sec, 副正中位 65.0±65.0×10⁶erg/sec×10⁶erg/sec, 中間位 71.4±71.0×10⁶erg/sec, T1 24.7±13.4×10⁶erg/sec, T2 57.5±42.5×10⁶erg/secであった。

喉頭効率は正常男性 5.98±2.72×10⁻⁴, 女性 7.81±4.47×10⁻⁴を示した。正中位固定は 3.24±2.28×10⁻⁴,

副正中位 1.92±1.2×10⁻⁴, 中間位 1.96±1.56×10⁻⁴, T1 は 4.16±1.86×10⁻⁴, T2 は 1.92±1.78×10⁻⁴であった。正常男女は正中位・副正中位・中間位群・T1, T2 と比較し有意な差を認めた (図13)。

声門閉鎖不全が主体である反回神経麻痺群では M. F.R. (c) 著しく大きい値を示した。声門下圧は正常群

図 13 声門下パワーと喉頭効率

より高い値を示したが、M.F.R. (c) の相対的増加に伴い喉頭抵抗は低い値を示した。また声の出し易さの指標である声門下パワーは反回神経麻痺群では増加を示した。

声門癌 T1 群では声門下圧の増加と、呼気流率の増加が認められたが気流率の増加は顕著ではなく、喉頭抵抗はわずかに正常群より高い値となった。声門下パワーの値や喉頭効率の値も正常に近い結果となった。

声門癌 T2 例では、声帯辺縁の質量増加、変形に伴う声門閉鎖不全などにより、症例により声門下圧、喉頭抵抗、声門下パワーは様々な結果を示した。しかし喉頭効率は正常群より低い値を示す結果となった。

考 察

声帯疾患における嚙声が生じる要因の 1 つに声門閉鎖不全が考えられる。発声中の声門間隙から絶えず空気が漏れることが予想され、声門が効果的に気流を断続できなくなり、雑音を生じると考えられる⁹⁾。

また日常臨床に於いて、急性喉頭炎や放射線性喉頭炎など肉眼・光学的所見で声門閉鎖が十分でも嚙声を生じる場合を経験する。さらに声帯振動を惹起させる程声門下圧が得られない場合や相対的に下圧が高すぎて声帯振動が安定しない場合も嚙声となる。

これから声帯振動は発声時の最小声門間隙面積、

両声帯の物性（緊張・質量などや左右差）、声門下圧に規定される物理現象と考えられる。

したがって声帯に病変が存在すれば、その声帯振動は正常とは異なってくることが考えられる。

M.P.T. はどの疾患群でも正常群に比較して短時間を示した。これは疾患により効率の良い発声が出来なかったことを示し、澤島⁹⁾、Hirano¹⁰⁾らの成績と同様な結果が得られた。

各群で M.F.R. (max) と M.F.R. (c) を比較した時、岩田は正常で約 20% の増加を示すと報告している¹¹⁾。今回の検討では疾患群により異なり正常男性が平均 25%、女性が 24% と同様であったが、ポリープ片側で 19%、両側で 4%、反回神経麻痺正中位固定群で 23%、副正中位群で 9%、中間位群で -6%、声門癌 T1 群で 23%、T2 群で 13%、T3 および 4 群で 35% の増加を示し疾患群ごとに異なる傾向を示した。

声帯辺縁におけるポリープの存在は声帯粘膜波動と声門閉鎖の障害の存在が予想されたが片側、両側とも反回神経麻痺正中位固定群ほどの M.F.R. の増加は来さなかった。しかし M.F.R. (max) と M.F.R. (c) の比は片側、両側との間で大きく異なっていた。

声門下圧の実測と空気力学的パラメーターの同時測定は、声門下のパワーと音圧から音声パワーを求めることができる。Van den Berg¹²⁾、平野¹³⁾らにより、声

門上の音声パワーと声門下のパワーの比より喉頭の効率 glottal efficiency (GE) が定義され、それに基づき声門下圧の測定値から 2 次パラメーターにて比較検討を行った。

声門閉鎖不全と声帯の緊張低下が主体である反回神経麻痺群では M.F.R. (max), M.F.R. (c) とともに正常および他の疾患群に対し著しく高い値を示した。また喉頭抵抗は低い値を示した。声門の閉鎖の程度や声帯の緊張が音声に与える影響が大きいと考えられる。

T1 群では M.F.R. (max) で正常男性群より 73 ml/s, M.F.R. (c) で 48 ml/s 高い値を示した。声門下圧は正常 8.6 cmH₂O に対し、12.2 cmH₂O と高い値を示した。わずかな声帯の質量の増加や左右声帯の不均衡は声帯振動に必要なエネルギー量を増加させ、声門下圧の増加を必要としたと考えられた。

T2 群では M.F.R. の増加と声門下圧の増加を来した。腫瘍による声帯粘膜の振動の障害、および腫瘍の存在による声門閉鎖不全が T1 群より多くなり、効率の低下を来したと考えられる。

ま と め

空気力学的検査は発声という物理現象を直接観察し、発声障害の病態を理解する上で、重要な情報を与えてくれる検査の 1 つであると考えられる。簡便かつ非侵襲的・比較的短時間に検査を行うことができ、具体的な数値として記録を残すことが出来る。また、治療の前後の比較・評価に有用と考える。

発声機能検査を行い個々の測定結果を比較した場合、単一のパラメーターの値は発声機能の複雑な一面を示し、疾患に特異的な結果を示さなかった。パラメーターを組み合わせることで、声門閉鎖の状態などの声帯振動に関わる病態を検討できること示した。特に声門下圧の直接測定を行うことにより、喉頭抵抗、声門下パワー、喉頭効率などの直接的な算出が可能となる。そして、声帯の振動状態観察と振動条件としての空気力学的パラメーターの測定が、発声障害の病態を評価する上で有用と思われる。

資料作成にあたりご協力いただきました高須昭彦助教授、桜井一生講師、内藤健晴講師、竹内健二講師をはじめ、藤田保健衛生大学耳鼻咽喉科教室の先生方、そして本シンポジウムのテーマを与えていただき、ご指導いただいた故岩田重信教授に感謝いたします。

ます。

文 献

- 1) 平野 実, 齋藤成司, 澤島政行, 他: 発声機能ガイドラインについて. 音声言語医学, 23: 164-167, 1982.
- 2) 小池靖夫: 空気力学的検査. 声の検査法, 医歯薬出版, 東京, 67-88 頁, 1994.
- 3) 岩田重信, 大津有二郎, 小島秀嗣, 他: 発声機能自動解析システム (PI-100) について. 音声言語医学, 32: 406-412, 1991.
- 4) Ladefoged, P.: The Regulation of Sub-glottal Pressure. *Pholia Phoniatr.*, 12: 169-175, 1960.
- 5) Kunz, L.: Evaluation of Methods of Estimating Sub-Glottal Air Pressure. *J. Speech Hear. Res.*, 7: 151-164, 1964.
- 6) 澤島政行, 本多清志, 青木幸夫: 気流阻止法を利用した, 発声時の空気力学的検査法. 音言語医学, 28: 257-264, 1987.
- 7) Koike, Y., Perkins, W.: Application of a Miniaturized Pressure Transducer for Experimental Speech Research. *Folia Phoniatr.*, 20: 360-368, 1968.
- 8) 一色信彦: 発声障害のメカニズム. 喉頭の機能外科(一色信彦), 京都大学耳鼻咽喉科同窓会, 京都, 3-9 頁, 1977.
- 9) 澤島政行: 発声持続時間の測定法. 音声言語医学, 7: 23-28, 1966.
- 10) Hirano, M. Koike, Y. and von Leden, H.: Maximum phonation Time and airusage During phonation. *Folia Phoniatr.*, 20, 185-201, 1968.
- 11) 岩田重信: 空気力学的にみた発声障害の臨床. 音声言語医学, 21: 168-174, 1980.
- 12) Jw. Van den Berg: Direct and Indirect Determination of the Mean Subglottic Pressure. *Folia Phoniatrica*, 8(1): 1-24, 1956.
- 13) 平野 実: 音声外科の基礎と臨床. 耳鼻と臨床, 21: 補 1, 1975.

別刷請求先: 〒 447-0084 碧南市平和町 3-6

碧南市民病院耳鼻咽喉科

岩田義弘