原 著

(第 59 回日本音声言語医学会シンポジウム：高齢社会における音声言語医学の未来)

高齢者の音声障害に対する Vocal Function Exercises の有効性

岩城 忍¹⁾ 涌井 絵美²⁾ 高橋 美貴^{1,2)} 四宮 弘隆¹⁾
森本 浩一³⁾ 齋藤 幹³⁾ 丹生 健一¹⁾

要 約：高齢者の音声障害に対して Stemple (1994) らが提唱した原法どおりの方法で Vocal Function Exercises (VFE) を施行したので、その結果と有効性について報告する。対象は 2013 年 10 月以降に発声困難を訴え神戸大学医学部附属病院耳鼻咽喉・頭頸部外科を受診した高齢者のうち VFE を行った 21 例。年齢は 67～80 歳(平均 72.4 歳)。男性 13 例、女性 8 例。6～8 週間のベースプログラムの完遂率は 85.7%，引き続いて行う約 7 週間の維持プログラムの完遂率はベースプログラム完遂者中 66.7% であった。ベースプログラム終了後には、GRBAS 法の嗄声度 G (G), maximum phonation time (MPT), mean flow rate (MFR), 上限、声域、VHI-10 が有意に改善し、maximum expiration time (MET) は延長傾向を示した。練習前と維持プログラム後と比較すると G, MPT, MFR, VHI-10 が有意に改善し、上限は拡大傾向を示した。以上より、高齢者の音声障害に対して VFE は有効な音声治療の一つであると考えられた。

索引用語：高齢者，音声障害，音声治療，vocal function exercises

Effectiveness of Vocal Function Exercises for Presbyphonia

Shinobu Iwaki¹⁾, Emi Wakui²⁾, Miki Takahashi^{1,2)}, Hirotaka Shinomiya¹⁾,
Koichi Morimoto³⁾, Miki Saito³⁾ and Ken-ichi Nibu¹⁾

Abstract: Since 2013, we have employed the original method of Vocal Function Exercises (VFE) for the treatment of presbyphonia. To clarify its efficacy, we evaluated the pre- and post-treatment qualities of voice by various measures. The subjects were 13 males and 8 females. Ages ranged from 67 to 80 years old with an average of 72.4 years. The subjects were treated with the “base program” for 6-8 weeks and by “maintenance program” for about 7 weeks. Completion rate was 85.7% for the base program and 66.7% for the maintenance program administered to completers of the base program. After completion of the base program, significant improvements were observed in G grade, maximum phonation time (MPT), mean flow rate (MFR), highest frequency, vocal range, and VHI-10. Maximum expiration time (MET) also tended toward prolongation. In comparison with the pre-

神戸大学大学院医学研究科外科系講座耳鼻咽喉科頭頸部外科学分野¹⁾，神戸大学医学部附属病院リハビリテーション部²⁾，同 耳鼻咽喉・頭頸部外科³⁾：〒650-0017 神戸市中央区楠町 7-5-1

¹⁾Department of Otolaryngology-Head and Neck Surgery, Kobe University Graduate School of Medicine, ²⁾Department of Physical Medicine and Rehabilitation, ³⁾Department of Otolaryngology, Kobe University Hospital: Kusunoki-cho 7-5-1, Chuo-ku, Kobe 650-0017, Japan

2016 年 2 月 27 日受稿 2016 年 7 月 26 日受理

treatment voice, G grade, MPT, MFR, and VHI-10 significantly improved after the maintenance program. Highest frequency also showed a trend toward expansion. These results further support the view that VFE is one of the effective voice therapies for presbyphonia.

Key words: elderly, presbyphonia, voice therapy, vocal function exercises

はじめに

高齢者の音声障害は、発声時に安定した呼気が得られなくなるなどの呼吸器系の変化や、声帯筋や粘膜の萎縮による発声器官の変化¹⁾により引き起こされる。これまで、このような変化による高齢者の音声障害に対する治療の一つである音声治療では、安定した呼気を保つための呼吸練習や声門閉鎖の促進や声帯筋の緊張を高める発声練習などが用いられてきた。

Vocal Function Exercise (VFE) は、音声を作り出す過程 (respiration: 呼吸, phonation: 発声, resonance: 共鳴) の総合的な調節能力を高める包括的音声治療のなかの一つであり^{2,3)}, Stemple⁴⁾ らによって開発された。その目的は喉頭筋の筋力アップと喉頭筋相互のバランス調整であり、①発声持続練習、②音階上昇練習、③音階下降練習、④特定の高さで発声持続練習、の4つのプログラムから成り立っている²⁾。欧米ではすでに、高齢者の音声障害の原因である声帯筋の萎縮、呼気流の低下や不安定さなどにも対応しうる練習法として、その有効性が報告され⁵⁻⁷⁾、近年、本邦においても注目されつつある。しかし、本邦では過去にわれわれがVFE簡易法の効果に関する報告⁸⁾を行ったのみでStempleらが提唱した原法どおりの方法で行ったという報告はわれわれが調べた範囲では見当たらない。そこで今回、高齢者に対してVFEを原法どおりの方法で施行したので、その結果について報告する。

対 象

2013年10月以降に発声困難を訴え神戸大学医学部附属病院耳鼻咽喉・頭頸部外科を受診した症例のうち、1) 65歳以上、2) 神経疾患や声帯に明らかな麻痺・隆起性病変を認めない、3) 男性症例では声帯の弓状弛緩もしくは発声時に声門間隙を認める、4) 喘息によるステロイド吸入薬を使用していない、の基準を満たし、VFEを行った21例を対象とした。なお、女性症例では加齢により声帯に浮腫状の変化が生じることがあるため3)の基準は男性症例に限った。また、ス

テロイド吸入により声帯組織に変化が生じる可能性を考慮し4)の基準を追加した。年齢は67~80歳に及び、平均は72.4歳で、21例中、男性13例(平均72.2歳)、女性8例(平均72.6歳)であった。病悩期間は39日~30年にわたるが、男女別で有意差は見られなかった。

方 法

初回に言語聴覚士がVFEの練習方法について指導を行ったうえで、①発声持続練習、②音階上昇練習、③音階下降練習、④特定の高さでの発声持続練習を1日2回6~8週間毎日自宅で行い(以下ベースプログラム)、その後、維持プログラムの7つのステップをそれぞれ約1週間ずつ継続するプログラムを実施した(表1)²⁾。練習前、ベースプログラム後、維持プログラム後の3つの時期に肺活量、1秒率、呼気の持続・調整能力を知る指標としてmaximum expiration time (MET: 最長呼気持続時間: 声を出さずにできるだけ長い時間[s] または[j] を持続させて、その時間を計測したもの)、GRBAS法の嗄声度G (G), maximum phonation time (MPT), mean flow rate (MFR), jitter, shimmer, harmonic-to-noise ratio (HNR), 声域上限, 下限, 声域, VHI-10を測定し、比較検討を行った。

各時期のデータの比較はpaired t検定を用いて、 $p < 0.05$ を有意差ありとした。

なお、VFEの実施期間中はおよそ2週間に1回の頻度で通院してもらい、VFEの実施方法が適切かどうかを担当言語聴覚士が確認した。来院時の1回の所要時間は20~40分、言語聴覚士は経験年数15年、7年の2名で、担当はランダムに決定した。また、練習前後の評価は言語聴覚士と経験年数10年以上の耳鼻咽喉科医師3名によって行った。

結 果

1. VFE 完遂率

VFEを実施した21例のうち、ベースプログラムを完遂できたのは18例で完遂率85.7%、維持プログラ

表1 VFE の練習内容

＜ベースプログラム：①～④のプログラムを各2回ずつ，毎日2回，6～8週間実施＞	
①発声持続練習	柔らかい声で「イー」もしくは「ニー」をできるだけ長く発声
②音階上昇練習	「ノー」を用いて低い声から高い声までなめらかに上昇
③音階下降練習	「ノー」を用いて高い声から低い声までなめらかに下降
④特定の高さでの発声持続練習	成人男性では C4, D3, E3, F3, G3, 成人女性では C4, D4, E4, F4, G4 のそれぞれの高さでできるだけ長く持続発声 いずれも過緊張の発声にならないこと，鼻梁に振動を感じられることに留意する。
＜維持プログラム：約7週間実施＞	
(第1週)	①～④までのプログラムを各2回ずつ，毎日2回
(第2週)	①～④を各2回ずつ，毎日1回
(第3週)	①～④を各1回ずつ，毎日1回
(第4週)	④のみを2回，毎日1回
(第5週)	④のみを1回，毎日1回
(第6週)	④のみを1回，週3回
(第7週)	④のみを1回，週1回

文献2より一部改変

表2 ドロップアウトの理由

練習期間	ドロップアウト数	ドロップアウトの理由	
ベースプログラム	3/21 例	音声改善	1 例
		身内の不幸	1 例
		通院困難	1 例
		音声改善	3 例
維持プログラム	6/18 例	体調不良	1 例
		理由不明	1 例
		練習内容変更	1 例

ムを完遂できたのは，ベースプログラムを完遂した18 例中 12 例で完遂率 66.7%であった。

全体を通してドロップアウトした9 例中1 例は本人の希望と治療者側の都合によりベースプログラム終了以降チューブ法に練習内容を変更した。また4 例は音声改善がドロップアウトの理由であった(表2)。

2. VFE の効果

練習前後のデータの解析は維持プログラムまで完遂できた12 例で実施した。今回の対象の練習前後の評価項目の推移について表3に示す。練習前と比較してベースプログラム後に有意に改善していた評価項目は G ($p=0.04$), MPT ($p=0.02$), MFR ($p=0.01$), 声域上限 ($p=0.008$), 声域 ($p=0.007$), VHI-10 ($p=0.03$) であった。呼吸機能に関する項目である肺活量, 1 秒率はともに有意差が見られなかったのに対し, MET はベースプログラム後に延長傾向を示した ($p=0.05$) (表3)。ベースプログラム後に有意差の見られた項目

のみ練習前後の推移を示す(図1-4)。

ベースプログラム後と維持プログラム後の比較では MPT は延長傾向 ($p=0.05$), VHI-10 は改善傾向 ($p=0.06$) を示した。悪化した項目は見られなかった。

練習前と比較して維持プログラム後に有意に改善した項目は G ($p=0.007$), MPT ($p=0.0005$), MFR ($p=0.04$), VHI-10 ($p=0.003$) であった。声域上限は拡大傾向を示した ($p=0.07$) (表3, 図1-4)。

考 察

1. VFE の完遂率について

今回の対象では，ベースプログラムの完遂率は 85.7%，そのうち，維持プログラムの完遂率は 66.7%であった。過去の報告では，音声治療のドロップアウト率は6週間以内に12%⁹⁾，6週間以上になると17%¹⁰⁾ から25%¹¹⁾ であり，高齢者を対象に VFE を施行した場合でも，過去の報告に近いドロップアウト率であった。ドロップアウトの理由に関しては，9 例中4 例はプログラム期間内に早期に音声の改善が得られたためであったが，残り5 例中2 例は通院に必要な付添者の都合がつかない，他の疾患により入院したなど，高齢者に特有の問題が理由となっていた。なお，維持プログラム期間内にドロップアウトした症例において，全例ベースプログラム期間内に音声の改善を認めており，練習期間内を通して音声症状が不変であった症例はいなかった。また，今回の研究成果でもベー

表3 VFE 前後の評価項目の推移

	練習前 (12 例)	ベースプログラム後		維持プログラム後		
	平均値	平均値	有意差 (p 値) vs 練習前	平均値	有意差 (p 値) vs 練習前	有意差 (p 値) vs ベースプログラム後
肺活量 (mL)	3653/2463	3365.8/2418	0.34	3525/2633	0.34	0.72
1 秒率 (%)	71.3	74.71	0.61	71.5	0.71	0.19
MET (sec)	14.3	17.6	0.05	17.5	0.13	1
G	1	0.6	0.04 **	0.5	0.007 *	0.17
MPT (sec)	14.5/13.8	18.2/15.2	0.02 **	21.1/19.3	0.0005 *	0.05
MFR (mL/sec)	196.8	147.3	0.01 **	152.8	0.04 **	0.4
jitter (%)	0.92	0.66	0.61	0.96	0.9	0.48
shimmer (%)	10.58	9.26	0.84	9.58	0.59	0.76
HNR (dB)	14.15	15.25	0.4	13.56	0.74	0.39
下限 (Hz)	115.8/181.5	106.3/161	0.33	116.4/163.8	0.52	0.46
上限 (Hz)	261.3/572.3	354.8/721.3	0.008 *	329.4/636	0.07	0.42
声域 (st)	13.6/20.3	20.8/25.7	0.007 *	17.1/22.8	0.1	0.14
VHI-10	20.7	11	0.03 **	9.3	0.003 *	0.06

*p<0.01, **p<0.05. 男性/女性: 肺活量, MPT, 上限, 下限, 声域. 解析は維持プログラムを完遂できた 12 例で実施.

スプログラムに比べて維持プログラムで完遂率がさらに低下していた。従来の音声治療においても治療期間が長引くとドロップアウト率が高くなる傾向が見られたが¹²⁾, VFE 原法では, 維持プログラムに入ると治療期間はさらに長くなり毎日の練習回数と練習頻度が開いてくるため, 練習を継続して行っていく環境を保つことが困難になりやすいと考えられた。今回は, VFE の原法の効果を明らかにすることが目的であったため 2 名の言語聴覚士間でできるだけ指導方法を統一するように配慮したが, 今後完遂率を高めることを目的に VFE を行う場合には, 一人ひとりの患者に対して維持プログラム期間中における練習の進め方や来院のタイミングなど, 個別に工夫をしていく必要があると考えられた。

2. VFE の効果について

今回の対象では, 男性でも約半数, 女性ではほとんどの症例でコーラスやカラオケなど歌唱に関する趣味をもっていた。また, 男性では生活のなかで他者との会話に困難を感じていた例も多く, わが国でも高齢化が進み, 高齢者の音声コミュニケーション意欲や社会参加への欲求が広がるなかで, そのコミュニケーションツールである音声に関する関心が高まっていると考えられた。また, 今回, 男性症例が多かったのは, 趣味だけでなく日常生活の音声使用に困難を感じた症例が存在したことが要因と考えられた。

今回の検討では, VFE の原法どおりの練習回数を行うことで, ベースプログラム後には, G, MPT, MFR, VHI-10 に有意な改善が見られた。呼吸機能に関する指標では, 肺活量, 1 秒率は練習前から維持プ

図1 G の推移

*p<0.01, **p<0.05

ログラム後を通して有意な変化は見られなかったが, ベースプログラム後に MET は延長傾向を示していた。これは, 肺活量は変わらないものの呼気の持続・調整能力が向上したためと考えられた。Stemple は, VFE は肺活量を増やす練習ではないが, VFE を行うなかで肺活量に対してより高い割合で吸気を行い, より低い割合で呼気をするように学習することにより発声に使用できる肺容量が増加する可能性があると述べている⁴⁾。今回の対象では MET の延長に加え聴覚印象評価, MPT, MFR も改善していたことから, 呼吸・発声・共鳴の協調性の向上が図られ, 適度な声門閉鎖が得られるようになったと考えられる。VHI-10 にお

図2 MPT と MFR の推移

* $p < 0.01$, ** $p < 0.05$. 有意差：上段は MPT, 下段は MFR について示す.

図3 上限と声域の推移

* $p < 0.01$. 有意差：上段は上限, 下段は声域について示す.

図4 VHI-10 の推移

* $p < 0.01$, ** $p < 0.05$

いても、維持プログラムを完遂できた12例のうちベースプログラム後に「力を入れないと声が出ません」の項目で6例が練習前と比べて2点以上改善しており、上述したように適度な声門閉鎖を得られるようになった結果、発声に関する努力が軽減したことを反映しているのではないかと考えられた。また、「声のせい、日常生活や社会生活が制限されています」の項目でも5例に2点以上の改善が見られ、音声の改善が日常生活の質の向上につながっていると推察された。さらにベースプログラム後に声域に関する指標(上限, 声域), が有意に拡大したことから、VFEによる前筋と内筋への働き掛けにより喉頭筋相互のバランス調整が可能となったと考えられた。

骨格筋の加齢性変化に対しては、局所や全身の筋群に負荷を与えることで筋力増強や筋持久力などの向上を目的とするレジスタンストレーニングの有効性が報告されている^{13,14)}。レジスタンストレーニングには等尺性運動、等張性運動が含まれているが、VFEの背景にもこのような理学療法的な考え方があり⁴⁾、等尺性運動に当たる発声持続練習と等張性運動に当たる音階上昇・下降練習が含まれている¹⁵⁾。したがってこれらの練習により、VFEの目的である喉頭筋の筋力アップや筋相互のバランス調整が可能となり、その結果、効率が良く声質の良い音声を出すことができるようになると考えられている²⁾。

一般に、骨格筋の筋力の増大因子は、筋の形態的要因（筋肥大）と、中枢神経系による要因（神経因性）の2つに大別される¹⁶⁾。このうち筋の形態的要因に関しては、筋肥大のためには12週以上のトレーニング期間が必要とされており¹⁷⁾、VFEと同様に等張性、等尺性運動を含んだレジスタンストレーニングでは、筋肥大には高強度で8～12週必要とされている^{18,19)}。VFEにおける「高強度練習期間」であるベースプログラムは6～8週であり、筋肥大を起こすにはやや期間が短い。一方、中枢神経系による要因とは、反復運動により神経から筋へのシナプス伝達の効率が高まり、神経-筋回路が賦活した結果、運動に動員される筋線維が増加することで筋力が増大することを意味し¹⁶⁾、運動学習による効果ともいえる。骨格筋においてはトレーニング初期には、筋肥大よりも神経要因が筋力の増加につながるということが明らかになっている¹⁶⁾。これをVFEに当てはめると、喉頭筋の筋力アップとは、反復運動により神経-筋回路が賦活され、声門閉鎖に関する運動に動員される筋線維が増加する状態、すなわち筋肥大よりも神経因性の要因が主に反映されているのではないかと考えられた。ただし、今回の検討ではストロボスコーピーや高速度カメラによる声門閉鎖期、解放期の詳細な解析は行っていないため、実際にどの程度閉鎖期が延長したのかについて今後検討していく必要がある。

改善した音声の維持や般化を目的としている維持プログラムでは、終了時にベースプログラムと比べて有意に悪化した項目は見られず、MPTとVHI-10でベースプログラム後よりもさらに改善傾向を示した。維持プログラム後の音声を練習前の音声と比較すると、G、MPT、MFR、VHI-10では有意に改善しており、維持プログラムにより神経因性による筋力増加が維持できていると考えられた。練習前と比較して維持プログラ

ム後に2点以上改善したVHI-10の項目は、「力を入れないと声が出ません」「声を出してみるまで、どのような声が出るかわかりません」「声のせいで日常生活や社会生活が制限されています」でそれぞれ5例、「声のせいで、不利に感じます」で6例であった。これらをMPT、MFRの改善と併せると、ベースプログラムに引き続き発声に関する努力が軽減でき、適度な声門閉鎖が得られるようになった結果、声質が安定し、日常生活の質の向上が図れたのではないかと考えられる。一方、ベースプログラム後にいったん改善していた声域は維持することはできていなかった。これは、練習の回数や頻度が徐々に減少するなかで、ベースプログラムにより習得した学習効果を維持することができていないということが示された。今後、維持プログラム内の練習回数をさらに増加させることで、ベースプログラムによる学習効果を維持し、さらに、内喉頭筋の筋力増大を生み出すことで、発声機能をより改善・維持させることができる可能性があると考えられた。

ま と め

高齢者の音声障害に対してVFEを原法どおりの方法で施行した。その結果、G、MPT、MFR、上限、声域、VHI-10はベースプログラム後に有意に改善し、METは延長傾向を示した。練習前と比較して維持プログラム後にはG、MPT、MFR、VHI-10が有意に改善し、上限も拡大傾向を示した。これらの結果から、高齢者の音声障害に対してVFEは有効な音声治療の一つであると考えられた。

本論文の要旨は第59回日本音声言語医学会（2014年10月、福岡）および第60回日本音声言語医学会（2015年10月、愛知）にて口演した。

利益相反自己申告：申告すべきものはありません。

文 献

- 1) 廣瀬 肇：老人の音声障害。音声障害の臨床，インテルナ出版，東京，90-93頁，1998。
- 2) 城本 修：包括的音声治療。STのための音声障害診療マニュアル（廣瀬 肇監修），インテルナ出版，東京，124-129頁，2008。
- 3) Stemple JC: A holistic approach to voice therapy. *Semin Speech Lang*, 26 (2): 131-137, 2005.
- 4) Stemple JC, Lee L, D'Amico B, et al: Efficacy of vocal function exercises as a method of improving voice production. *J Voice*, 8 (3): 271-278, 1994.
- 5) Gorman S, Weinrich B, Lee L, et al: Aerodynamic changes as a result of vocal function exercises in elderly men.

- Laryngoscope, 118: 1900-1903, 2008.
- 6) Sauder C, Roy N, Tanner K, et al: Vocal function exercises for presbylaryngis: a multidimensional assessment of treatment outcomes. *Ann Otol Rhinol Laryngol*, 119 (7): 460-467, 2010.
 - 7) Tay EY, Phyland DJ and Oates J: The effect of vocal function exercises on the voices of aging community choral singers. *J Voice*, 26 (5): 672.e19-672.e27, 2012.
 - 8) 岩城 忍, 望月隆一, 山下麻紀, 他: 加齢による音声障害に対する音声治療の効果. *日気食会報*, 65 (1): 1-8, 2014.
 - 9) Behrman A, Rutledge J, Hembree A, et al: Vocal hygiene education, voice production therapy, and the role of patient adherence: a treatment effectiveness study in women with phonotrauma. *J Speech Lang Hear Res*, 51: 350-366, 2008.
 - 10) Roy N, Weinrich B, Gray SD, et al: Three treatments for teachers with voice disorders: a randomized clinical trial. *J Speech Lang Hear Res*, 46: 670-688, 2003.
 - 11) MacKenzie K, Millar A, Wilson JA, et al: Is voice therapy an effective treatment for dysphonia? A randomised controlled trial. *BMJ*, 323: 1-6, 2001.
 - 12) Behrman A: Facilitating behavioral change in voice therapy: the relevance of motivational interviewing. *Am J Speech Lang Pathol*, 15: 215-225, 2006.
 - 13) 大森 肇: レジスタンストレーニングと筋の適応. *運動と筋の科学* (勝田 茂編), 朝倉書店, 東京, 79-92 頁, 2000.
 - 14) 岩岡研典: 加齢とレジスタンストレーニング. *レジスタンス・トレーニング* (トレーニング科学研究会編), 朝倉書店, 東京, 56-64 頁, 1994.
 - 15) Sabol JW, Lee L and Stemple JC: The value of vocal function exercises in the practice regimen of singers. *J Voice*, 9 (1): 27-36, 1995.
 - 16) 市橋則明: 運動療法の基礎知識. *運動療法学* (市橋則明編), 文光堂, 東京, 60-72 頁, 2008.
 - 17) 宮地元彦, 安藤大輔, 種田行男, 他: サルコペニアに対する治療の可能性: 運動介入効果に関するシステマティックレビュー. *日老医誌*, 48 (1): 51-54, 2011.
 - 18) Fiatarone MA, Marks EC, Ryan ND, et al: High-intensity strength training in nonagenarians. Effects on skeletal muscle. *JAMA*, 263 (22): 3029-3034, 1990.
 - 19) Charette SL, McEvoy L, Pyka G, et al: Muscle hypertrophy response to resistance training in older women. *J Appl Physiol*, 70 (5): 1912-1916, 1991.
- 別刷請求先: 〒650-0017 神戸市中央区楠町 7-5-1
神戸大学大学院医学研究科外科系講座
耳鼻咽喉科頭頸部外科学分野
岩城 忍
-