

チューブ発声法を用いた訓練による効果の持続性*

☆井上智瑛, 竹本浩典 (千葉工大)

1 はじめに

ストローなどを口にくわえて発声を繰り返すチューブ発声法は、嗄声の治療や声楽の訓練などで広く用いられている[1]。先行研究によれば、チューブをくわえて発声することで、声道内の圧力が上昇して左右の声帯が衝突する速度 (MADR: maximum area declination rate) が減少、すなわち声帯組織が受けるダメージが減少することが示されている[2]。そして Titze は、声の強さを決定づける主要因である MFDR (maximum flow declination rate) を MADR で除した値を発声効率指数と定義し、これが最大となる発声条件ではチューブをくわえた唇周辺に強い振動感覚が生じることを示した[2]。すなわち、この感覚が生じるようにチューブをくわえて発声を繰り返せば、声帯組織の損傷を抑えながら強い声を出す状態を学習することができる。その成果の一つとして、基本周波数の上昇がある[3]。われわれは前報で9カ月間にわたる訓練の結果、基本周波数が有意に上昇することを示した[4]。

しかし、訓練の効果の持続性については十分に検討されていない。そこで、われわれは訓練を停止してから1年5カ月経った実験参加者の基本周波数の最高値について報告する。

2 予備実験と本実験

2020年に予備実験として2名の実験参加者を用いてチューブ発声法を用いた訓練で基本周波数が上昇するか検討した。その結果、約13週間の訓練で基本周波数の最高値が上昇することを確認した。

これを踏まえて、2021年に本実験として20代の日本人12名の実験参加者を用いて9カ月間にわたるチューブ発声法の訓練を行い、基本周波数の最高値の変化を検討した。実験参加者をグループ1 (男性3名, 女性3名), グループ2 (男性2名, 女性4名) に分けた。チューブ発声法は城本ら[5]の方法に従い、チューブをくわえ、口の構えを母音/u/として楽

に出せる高さで唇に振動を感じるように1回5~10秒程度の発声を1日に50回繰り返した。訓練に使用したストローは太いストロー (タピオカストロー, 長さ210 mm, 内径12 mm) と細いストロー (一般的なストロー, 長さ130 mm, 内径4 mm) である。

2.1 本実験: 基本周波数の最高値の抽出

全ての実験参加者は、週に一度、母音/a/の口の構えで基本周波数を徐々に上昇させた音声を録音した。録音は口唇から約25 cmの位置にiPadまたはiPhoneを設置して静かな場所で行った (PCM録音, 標本化周波数48 kHz, 16 bit)。この音声をPraat [6]で分析して基本周波数の最高値を抽出した (Fig. 1)。

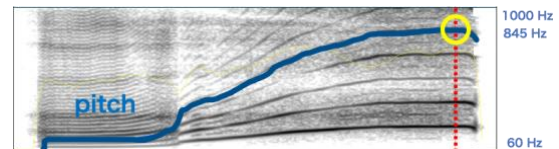


Fig. 1 Praat での分析

2.2 本実験: グループ1

2021年4~9月の19週, グループ1 (M1, M2, M3, F1, F2, F3) は太いストローを用いてチューブ発声法による訓練を行った。2021年10~12月の10週, 細いストローに変更して訓練を継続した。

2.3 本実験: グループ2

2021年4~9月の19週, グループ2 (M4, M5, F4, F5, F6, F7) は対照群としてチューブ発声法による訓練を行わなかった。2021年10~12月の10週, 太いストローを用いてチューブ発声法による訓練を行った。

2.4 本実験: グループ1の結果

Fig. 2 はグループ1の基本周波数の最高値である。4~9月で基本周波数の最高値が平均34% (男性約26%, 女性約37%) 有意に上昇した ($t(5) = -3.57, p = .01$)。10~12月で基本周波数の最高値が平均10% (男性約11%, 女性約17%) 上昇した。4~12月で基本周波数の最高値が平均46% (男性約38%, 女性約57%)

*Sustainability of effects of tube-phonation exercises, by INOUE, Tomoaki and TAKEMOTO, Hironori (Chiba Institute of Technology).

有意に上昇した ($t(5) = -5.62, p = .002$)。

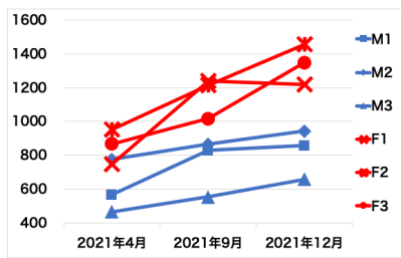


Fig. 2 グループ 1 の基本周波数の最高値

2.5 本実験：グループ 2 の結果

Fig. 3 はグループ 2 の基本周波数の最高値である。4～9 月では基本周波数の最高値の変化は見られなかった。9～12 月では基本周波数の最高値が平均 16% (男性約 35%, 女性約 7%) 有意に上昇した ($t(5) = -2.99, p = .03$)。

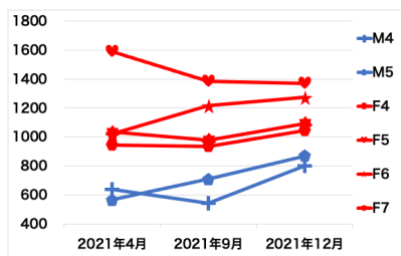


Fig. 3 グループ 2 の基本周波数の最高値

2.6 本実験の結果のまとめ

一般に、人の生理的声域は成人男性で約 60～700 Hz, 成人女性で約 120～1500 Hz と言われている [7]。チューブ発声法の訓練により、基本周波数の最高値が概ね生理的声域の上限値まで上昇した。また、訓練開始前に基本周波数の最高値が生理的声域の上限値に近い実験参加者 (F5) は、基本周波数の最高値に変化は見られなかった。

3 追加実験

3.1 材料と方法

グループ 1 の実験参加者を対象として、チューブ発声法の訓練終了後、1 年 5 カ月後に訓練の効果がどの程度持続しているかを検討するために、基本周波数の最高値を計測した。なお、実験参加者はこの間チューブ発声法の訓練を行っておらず、基本周波数の最高値の計測も行っていないことを確認した。

3.2 結果と考察

Fig. 4 はグループ 1 の 2021 年 4 月, 2021 年 12 月, 2023 年 5 月の基本周波数の最高値であ

る。2021 年 12 月に比べて 2023 年 5 月の最高値は低下する傾向が見られたが、2021 年 4 月に比べると基本周波数の最高値は平均約 29% (男性約 18%, 女性約 34%) 有意に高かった ($t(5) = -2.56, p = .05$)。

これは、9 カ月間にわたる長期的なチューブ発声法の訓練により効率の良い発声方法が学習され、その効果が 1 年 5 カ月後も持続していることを示す。

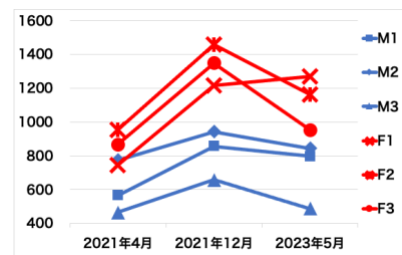


Fig. 4 基本周波数の最高値

4 まとめ

本研究では、チューブ発声法の訓練の効果が訓練後も持続するか検討するために、9 カ月間にわたるチューブ発声法の訓練後、1 年 5 カ月間訓練を停止した 6 名の実験参加者の基本周波数の最高値を計測した。その結果、最高値は訓練直後に比べて低下する傾向が見られたが、訓練前に比べて有意に高い状態であり、1 年 5 カ月後も効果が持続していることが明らかになった。

謝辞

本研究は JSPS 科研費 23K11172 の支援を受けた。また、実験に参加して頂いた全ての方々へ感謝する。

参考文献

- [1] Titze and Laukkanen, Logoped. Phoniatr. Vocol., 32, 147-156, 2007.
- [2] Titze, J. Speech Lang. Hear. Res., 49, 448-459, 2006.
- [3] 南他, 音声言語医学, 56, 180-185, 2015.
- [4] 井上他, 音講論 (秋), 1027-1028, 2022.
- [5] 城本他, ST のための音声障害治療マニュアル, インテルナ出版, 2008.
- [6] Boersma and Weenink, "Praat: doing phonetics by computer (Version 6.1.16)," <http://www.praat.org/>, 2020.
- [7] 斉田, 声の科学, 音楽之友社, 2016.