

チューブ発声法による基本周波数の上昇の検討

☆井上智瑛, △小野里真優, 竹本浩典 (千葉工大)

1 はじめに

チューブ発声法とは、ストローを用いる音声訓練技法の1つで、嗄声の治療や声楽の訓練などに広く用いられている[1]。チューブ発声法の効果として、基本周波数の最高値が上昇すること、声帯振動の振幅が増加することなどがあげられる[2]。しかし、訓練期間と効果の程度など、詳細は知られていない。

予備研究で、チューブ発声法により基本周波数の最高値は上昇するが2~3ヶ月後に停滞すること、停滞後により細いチューブに変更することで再び上昇することが明らかになった。また、時間領域差分法と2質量モデルによるシミュレーションで、チューブを咥えると左右の声帯の衝突する力が弱まることが確認された[3][4]。つまり、チューブを咥えることで効率の良い声帯振動が誘導され、基本周波数の上昇などに繋がると考えられる。

しかし、予備研究での実験参加者は2名であり、訓練の効果が一般的かどうか明らかでない。そこで、われわれは19名の実験参加者を用いて9か月間にわたりチューブ発声法の訓練を行い、基本周波数の最高値と音圧の変化について検討したので報告する。

2 材料と方法

2.1 実験方法

20代日本人成人19名(男性9名, 女性10名)が実験に参加した。実験参加者をグループ1(男性5名, 女性5名), グループ2(男性4名, 女性5名)に分けた。チューブ発声法は城本ら[1]の方法に従い, チューブを咥え, 口の構えを母音/u/として楽に出せる高さとし、大きさで1回5~10秒程度の発声を1日に約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210mm, 内径12mm)と細いストロー(一般的なストロー, 長さ130mm, 内径4mm)である。

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。この音声をPraat [5]で分析して基本周波数の最高値とその時の音圧を抽出した。録音は口唇から約25cm離れた位置にiPadまたはiPhoneを設置して静かな場所で行った(PCM録音, 標準化周波数48kHz, 16bit)。

2.2 実験1

2021年4月から9月の19週, グループ1(M1, M2, M3, M4, M5, F1, F2, F3, F4, F5)は太いストローを用いてチューブ発声法を行った。一方, グループ2(M6, M7, M8, M9, F6, F7, F8, F9, F10)は対照群としてチューブ発声法を行わなかった。なお, 実験終了後のインタビューよりM5, F4, F5は2日に1回以下しか訓練を行っていないため, 分析から除外した。

2.3 実験2

2021年10月から12月の10週, グループ1で実験1を2日に1回以上行ったM1, M2, M3, M4, F1, F2, F3は太いストローから細いストローに変更して訓練を継続した。グループ2は実験1のグループ1と同様にタピオカストローで訓練を実施した。なお, 実験終了後のインタビューより, 2日に1回以下しか訓練を行っていないグループ1のM3と, グループ2のM7, M9, F10は分析から除外した。

3 結果

3.1 実験1

図1は実験1における基本周波数の最高値の変化である。グループ1は平均約34%(男性約22%, 女性約49%)基本周波数の最高値が有意に上昇した($t(6)=-3.85$, $p=.008$)。一方, 訓練を行わなかったグループ2では基本周波数の最高値の変化は見られなかった。なお, グループ1では訓練開始から約10週で基本周波数の上昇量は停滞した。これは予備実験の結果と一致した。

また, グループ1は平均約8%(男性約

* Examination of fundamental frequency increase by tube phonation exercise, by INOUE, Tomoaki, ONOZATO, Mayu and TAKEMOTO, Hironori (Chiba Institute of Technology).

6%, 女性約 11%) 音圧が上昇したが有意差はなかった。一方, グループ 2 では音圧の変化は見られなかった。

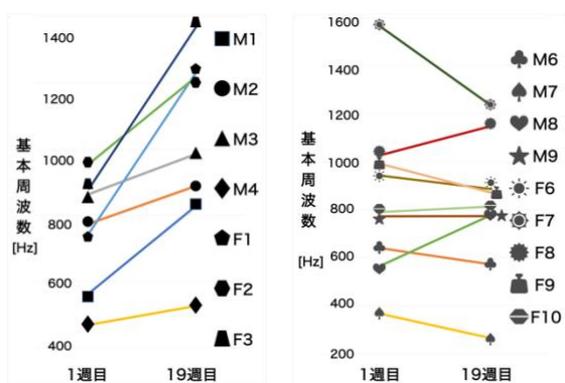


図 1 実験 1 における基本周波数の最高値の変化 (左:グループ 1, 右:グループ 2)

3.2 実験 2

図 2 は実験 2 における基本周波数の最高値の変化である。グループ 1 は平均約 25% (男性約 17%, 女性約 33%) 基本周波数の最高値が有意に上昇した ($t(5)=-2.62, p=.04$)。一方, グループ 2 は平均約 14% (男性約 30%, 女性約 7%) 基本周波数の最高値が上昇したが有意差はなかった。しかし, 第 1 週目から基本周波数の最高値が非常に高かった F7 を除外したところ, グループ 2 では平均約 18% (男性約 30%, 女性約 10%) 基本周波数の最高値が有意に上昇する ($t(4)=-6.13, p=.003$) という結果となった。

また, グループ 1 は音圧の変化がほとんど見られなかった。グループ 2 では平均約 7% (男性約 10%, 女性約 5%) 音圧が上昇したが有意差はなかった。

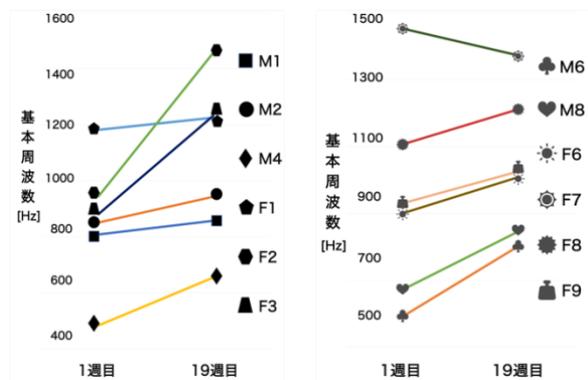


図 2 実験 2 における基本周波数の最高値の変化 (左:グループ 1, 右:グループ 2)

3.3 考察

一般に, 人の生理的声域は成人男性で約 60 Hz~700 Hz, 成人女性で約 120 Hz~1500 Hz と言われている [6]。今回の実験参加者の実験 1, 実験 2 により到達した基本周波数の最高値の平均は男性で 821 Hz, 女性で 1219 Hz であり, 概ね生理的声域の上限値と一致した。これは, チューブ発声法により, 基本周波数の最高値が生理的声域の上限値付近まで上昇することを示している。しかし, F7 のように, 実験開始前に基本周波数の最高値が 1451 Hz と生理的声域の上限値に近ければ, チューブ発声法の効果が出ないと考えられる。

4 まとめ

本研究では, 男性 9 名, 女性 10 名を用いてチューブ発声法による基本周波数の最高値と音圧の上昇について検討した。その結果, 2 か月程度の太いストローを用いたチューブ発声法により, 基本周波数の最高値は有意に上昇し, 音圧も上昇する傾向がみられた。その後, 細いストローを用いることで, さらに基本周波数の最高値は有意に上昇し, 生理的声域の上限値に近づいたが, 音圧は変化しなかった。

謝辞

本研究は JSPS 科研費 19K12031 の支援を受けた。また, 実験に参加して頂いた全ての方々に感謝する。

参考文献

- [1] 城本他, ST のための音声障害治療マニュアル, インテル出版, 2008 年
- [2] 南他, 音声言語医学 56 巻, 180-185, 2015 年
- [3] I. R. Tize, Journal of Speech, Language, and Hearing Research, 49, 448-459, 2006
- [4] K. Ishizaka and J. L. Flanagan, The Bell System Tech. J., 51, 1233-1268, 1972
- [5] P. Boersma and D. Weenink, "Praat: doing phonetics by computer (Version 6.1.16)," <https://www.fon.hum.uva.nl/praat/> (2020)
- [6] 齋藤晴仁, 声の科学, 音楽之友社, 2016 年