

ゲームアプリを用いたチューブ発声訓練支援システムの評価*

☆村井武人（甲南大院），北村達也（甲南大），川村直子（姫獨大）

1 はじめに

チューブ発声とは，ストローをくわえて5～10秒間の発声を反復する訓練法である．訓練の効果として，基本周波数や声帯振動の振幅の上昇が見込まれ，響きのある声を得ることができる[1]．しかし，効果が現れるには少なくとも1500回の発声が必要[2]であるため，患者が訓練を安定して行える手段が求められている．

そこで，著者らは訓練を正しい方法で安定して行えることを目的とし，シリアスゲームを導入した発声訓練支援システムを開発した[3]．シリアスゲームとは，ゲームを教育や医療分野に取り入れ，問題や課題を解決する取り組みである．開発したシステムは，IoTデバイスとゲームアプリで構成される．Fig. 1は発声を計測するIoTデバイスであり，M5StickC Plus，加速度センサ，ストローで構成される．Fig. 2はAndroid環境で操作するスロットゲームであり，ゲームを遊ぶことで自然と正しい発声訓練に繋がる仕組みとなっている．

近年，音声障害を患い医療機関を受診する患者の高齢化率が上昇している[4]．そのため本研究では高齢者を対象に，システムを用いることで指示した発声時間で訓練を継続することができ，かつ訓練のモチベーションに繋がるかを調査した．

2 評価実験

2.1 実験参加者

参加者は，健常者でチューブ発声未経験の10名（男性6名，女性4名，62～78歳，平均69歳）である．参加者は，ゲームを連携したシステムを利用しチューブ発声を行う実験群（男性3名，女性2名），ゲームを用いずチューブ発声だけを行う統制群（男性3名，女性2名）に分けた．

2.2 実験デザイン

川村・北村[5]を参考に，チューブ発声の持続時間は5秒間，15発声を1セットとし1日に3セットとした．1セットの訓練が終了するごとに休憩をはさむこと，訓練の時間帯は指定せず，参加者の都合に合わせて行うことを指示した．訓練で用いたストローは，直径約5mmの市販のプラスチックストローであり，衛生面を考慮し取り換え可能である．

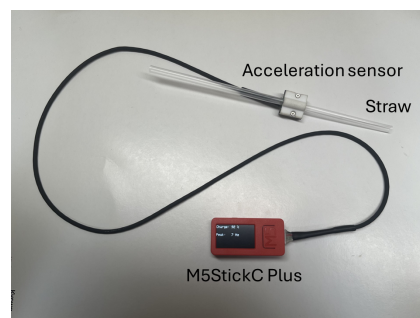


Fig. 1 Acceleration sensor and M5StickC Plus

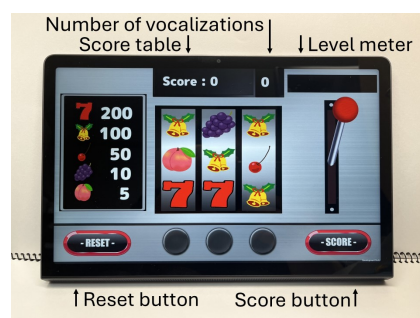


Fig. 2 Slot game

実験群の機材は，M5StackCore2，スロットゲームをインストールしたタブレット，加速度センサ，ストロー，充電器，アンケート用紙である．統制群の機材は，M5StackCore2，加速度センサ，ストロー，充電器，アンケート用紙である．

スロットゲームは，チューブ発声を5秒間持続するとスロットが回る仕組みとなっている．M5StackCore2は加速度センサが測定した加速度波形から，基本周波数と振幅を計算する．M5StackCore2から参加者に対してのフィードバックはない．参加者の発声時の基本周波数と振幅の数値を，M5StackCore2でmicroSDカードに記録した．アンケート用紙は，チューブ発声に対する感覚や実感について5段階で評定するものである．

2.3 実験の流れ

参加者は実験初日に甲南大学（神戸市）にて，実験の説明を受け同意書に署名した．その後，チューブ発声に関する説明動画を視聴し，実際にシステムを利用し訓練を行った．参加者がシステムの操作に納得したことを確認したうえで，実験機材を預けた．参加者は自宅に機材を持ち帰り，当日に自宅訓練1日目を開始する．1週間の訓練終了後，アンケートに回答したのち機材を返送し実験を終了した．

*Evaluation of Tube Phonation Support System using a Game Application. by MURAI, Taketo, KITA-MURA, Tatsuya(Konan Univ.), KAWAMURA, Naoko (Himeji Dokkyou Univ.)

Table 1 Results of questionnaire

問	実験群	統制群
1. 7日間の訓練を楽しく行えましたか	4.4	3.6
2. チューブ発声を約5秒間持続することができましたか	4.8	4.4
3. チューブ発声を指定された回数行えましたか	5.0	5.0
4. 自宅でも正しく訓練を行えましたか	5.0	4.8
5. チューブ発声を毎日繰り返すことは大変でしたか	4.4	4.0
6. 発声訓練に対するやる気を1週間継続できましたか	4.8	4.6
7. 訓練開始前と比べて声の出しやすさに変化はありましたか	3.4	2.2
8. 仮に1か月訓練するとして、訓練を継続できそうですか	4.0	2.8
9. スロットゲームは楽しめましたか	4.0	-
10. ゲームが訓練を行うモチベーションに繋がりましたか	3.8	-
11. システムに煩わしい点はありましたか	1.1	1.1

3 実験結果

3.1 アンケート結果

アンケートで得られた結果を Table 1 に示す. アンケート結果は有意水準 5% で t 検定を行い両群を比較した.

検定の結果, 問 8 に有意差が見られたが, 他の質問では有意差は見られなかった. 問 1 の訓練の楽しさに関する質問より, 実験群の平均評定値は 4.4 で統制群は 3.6 であり, 開発したシステムを用いることで訓練を楽しく行えたことが確認できた. 問 2, 問 3, 問 4, 問 5 については両群で評定値に大きな差はなく, 問 6 の 1 週間におけるモチベーションについての質問でも差は見られなかった. 問 7 の声の出しやすさに対する質問では僅かながら実験群が高い評価となった. 問 8 の 1 か月の訓練を想定した場合のモチベーションについては両群で明確な差が見られ, 実験群の評価が有意に高い結果となった ($t(8)=3.20$, $p=.012$).

3.2 平均発声時間

Fig. 3 は microSD カードに記録されたデータから各参加者の発声時間を 1 日ごとの平均でまとめたものである. 参加者 A~E はゲームを利用しチューブ発声を行う実験群, 参加者 F~J はチューブ発声だけを行う統制群である. 参加者 D については, 3 日目以降は訓練を行っておらず (ドロップアウト), 参加者 I は, 参加者自身の操作ミスにより 2 日目以降の数値が記録されていなかった.

発声時間を比較すると, 実験群は継続して 5 秒以上の発声を行っているのに対し, 統制群は 5 秒未満の発声が多く, 両群の発声時間に大きな差が確認できた. 2.2 節で述べたように, 参加者には 5 秒間の発声を指示した. また, Table 1 の問 2 より, 両群の参加者は 5 秒間の発声を行えたと自覚している. このことから, 5 秒間の短い時間にもかかわらず, 統制群において発声時間に対する自覚と実際の時間には大きな差があることがわかる. 一方, 実験群ではスロットの作動が 5 秒間の目印となり, 参加者自身で発声時間を数える必要がない. そのため, 自覚と発声時間の差は小さく, 指示された時間で安定して発声できていた.

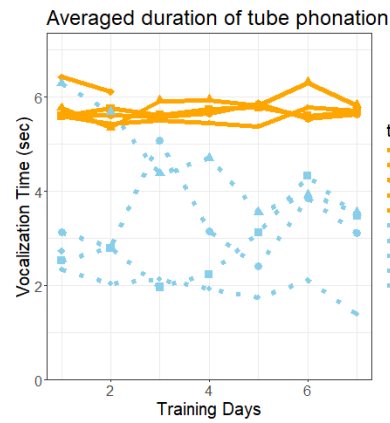


Fig. 3 Averaged duration of tube phonation

3.3 考察

実験結果より, 本システムは楽しい発声訓練の実現や, 訓練に対するモチベーションについて有効である可能性が示された. これは, シリアスゲームやフィードバック要素を導入したことにより, 音声訓練に楽しさや達成感が追加され, さらに発声訓練の客観性が向上した影響だと考える. 発声時間については, 参加者の自覚と実際の発声時間には大きな差があることが確認できた. 5 秒程度の短い時間にもかかわらず差が見られたことから, 指定する発声時間が長いほど自覚と発声時間との差は顕著になると考える. 一方で, 実験群では差が小さいことから, システムを利用することで自覚と発声時間との差を減らし, 安定して訓練を行うことができると考えられる.

4 おわりに

本研究では, シリアスゲームに関するチューブ発声訓練の評価を行った. 高齢者 10 名が参加した実験により, システムは楽しい訓練の実現や, 自主訓練に対するモチベーションの維持に寄与する. また, システムは参加者の自覚と発声時間との差を減らし, 訓練に対する感覚を補助する効果があると考えられる. 以上のことより, 本システムがチューブ発声訓練を支援する装置として有効であると結論できる.

謝辞 本研究は, 科学技術融合振興財団および JSPS 科研費 (No. 24K00067) の支援を受けた.

参考文献

- [1] 南ら, 音声言語医学, 56(2), 180–185, 2015.
- [2] 城本, 耳鼻臨床, 100(9), 697–705, 2007.
- [3] 村井ら, 音講論 (秋), 1589–1590, 2023.
- [4] 山内, 喉頭, 33(2), 135–140, 2021.
- [5] 川村, 北村, リハビリテーションエンジニアリング, 38(2), 93–102, 2023.