

令和 3 年 6 月 4 日現在

機関番号：11301

研究種目：基盤研究(C)（一般）

研究期間：2018～2020

課題番号：18K09366

研究課題名（和文）ノイズ並びに自声を用いた新規耳管機能検査装置の開発

研究課題名（英文）Objective assessment of autophony during phonation in the diagnosis of patulous Eustachian tube patients

研究代表者

菊地 俊晶（Kikuchi, Toshiaki）

東北大学・医学系研究科・非常勤講師

研究者番号：20509418

交付決定額（研究期間全体）：（直接経費） 2,500,000円

研究成果の概要（和文）：発声音を用いて、外耳道音圧を測定することにより、新規耳管機能検査装置の開発を行った。開発を行った耳管機能検査装置は、さまざまな有用性・妥当性の検討を行うことにより、耳管開放症ではないコントロール群と耳管開放症群において発声音の有意な差を認め、耳管開放症の新しい診断機器としての有用性並びに妥当性を示すことに成功した。新たな耳管機能評価装置としての可能性を示す結果となった。

研究成果の学術的意義や社会的意義

今回の研究結果により、新たな耳管機能を評価する検査機器としての有用性が示された。このことは、現在感度特異度ともに満足いく結果とはなっていない従来の耳管機能評価方法に対して、その診断率向上のためのひとつの一助となる可能性がある。今後はこの研究結果を踏まえて、この検査方法の普及に努めることが必要であると考えられた。

研究成果の概要（英文）：We developed a new Eustachian tube function test device by measuring the sound pressure in the external auditory canal using vocal sounds. The developed Eustachian tube function test device showed a significant difference in vocal sound between the control group without Eustachian tube openings and the Eustachian tube openings group through various usefulness and validity studies, and succeeded in demonstrating its usefulness and validity as a new diagnostic device for Eustachian tube openings. The results show the potential of this device as a new Eustachian tube function evaluation device.

Translated with www.DeepL.com/Translator (free version)

研究分野：耳科学

キーワード：耳管

1. 研究開始当初の背景

難治性中耳疾患は、その原因として耳管機能の障害が背景にあることが多い。申請者らはこれまでこれらの疾患と耳管機能との関連について多数報告してきた。

耳管機能の客観的な評価方法としては、耳管機能検査が主に用いられており、本邦では音響法 (sonotubometry) (右上図)並びに耳管鼓室気流動態法(TTAG)の2つが用いられることが多く、申請者が委員を務める日本耳科学会耳管委員会による耳管開放症診断基準案においても両者が耳管機能検査の指標として用いられている。

そのうち、音響法の特徴としては、これまでの我々の研究において、開放耳管を介した音の通過性は耳管モデルにおいて最細径部の径をよく反映することがわかった(右図、Takata et al. Otol & Neuro 2017)。さらに実際の耳管開放症患者のCT測定値と、音響法の提示音圧との関係においても強い相関を示すことが明らかとなっている(次項右図、投稿準備中)。

このように音響法は、耳管の開放程度の評価方法として、特異度は非常に高いが、その一方で感度が非常に低いことが欠点として挙げられる。例えば我々が過去に検討した結果、音響法による耳管開放症の陽性率は約7%であった。

もうひとつの耳管機能検査全体の問題点としては、耳管機能障害の患者の多くが、常に耳管が閉鎖あるいは閉塞していることは稀であり、検査時に耳管の状態を正確に判定できないことがしばしば認められる点にある。臨床上も、耳管開放症の正確な診断には一度の診察では困難で、複数回の診察や検査を要することも少なくない。

このように、音響を用いた耳管機能の評価のメリットを生かし、デメリットを克服するため、従来の方法とは異なる発想による音響を用いた耳管機能検査装置の開発を行うことを考え付いた。

2. 研究の目的

前述の音響法による耳管機能検査の欠点を克服するため

- 1) より感度の高い検出方法の確立
 - 2) 小型で携帯可能な検査装置の開発による経時的な耳管機能測定方法の確立
- のふたつの条件を共に満たす検査装置の開発を目指す。

3. 研究の方法

本研究の目的を達成するため、以下の二つの方法による新規耳管機能検査装置の検討を行う。

耳管経由のノイズ検出による耳管機能検査装置の検討

- 1) Amp と Converter を内蔵
- 2) Noise の閾値で耳管の開閉状態を判定
- 3) アラームや表示ランプで開閉状態を被験者へ知らせる

このことのできる小型装置を開発することが出来れば、本研究の目的である、より感度の高く、かつ小型で携帯可能な検査装置の開発による経時的な耳管機能測定方法の確立が可能になると考えられる。

自声を用いた耳管機能検査装置の検討

耳管開放症の主な症状は、自声強聴、耳閉感、自己呼吸音聴取である。そのうち最も頻度が高い症状は自声強聴であり、殆どの耳管開放症患者で訴える。これまで自声強聴の評価方法としては、問診表による自覚症状の評価や、オトスコープによる聴取、ビデオなどでの音声の録音などが用いられているが、客観的な評価というものは行われていないのが現状である。

そこで、

- 1) 直接自声を測定
- 2) 外耳道から耳管経由に自声を測定

を行い、1)と2)の測定値の比率を求めることにより耳管の開閉状態、程度を判定する。

耳管機能障害患者での検討

前年度までの検討は、正常ボランティアによる測定を予定している。そこで有用性並びに安全性が確立されれば、倫理委員会への申請を行い、耳管機能障害患者での検討を行う。

耳管経由のノイズ検出による耳管機能検査装置の検討

Noise の閾値設定が最も重要であると考えられる。そこで、従来の耳管機能検査での結果、鼓膜所見、オトスコープ所見、耳管CTでの耳管の状態などを参考に、noise の閾値設定を行う。また、本研究の目的のひとつである、経時的なノイズ検出を行い、耳管機能障害患者での耳管機能の日内変動を観察する。

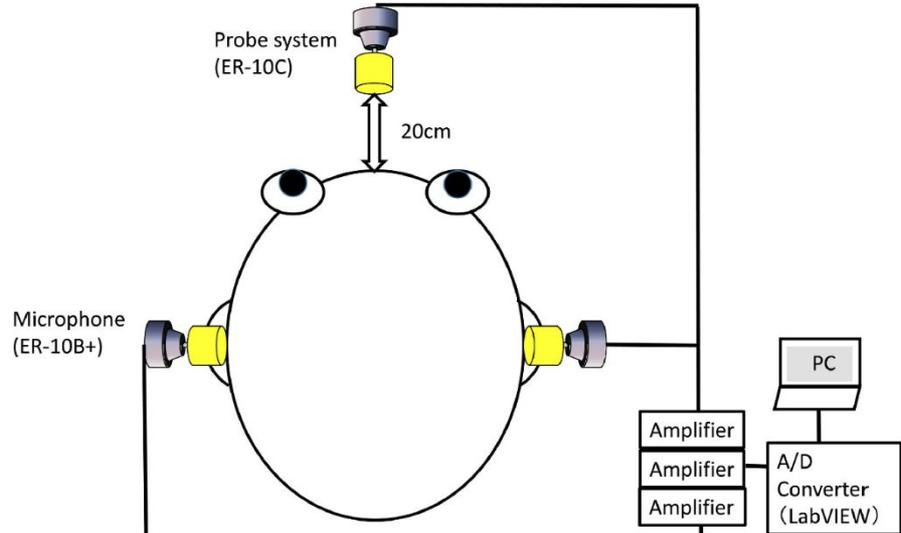
自声を用いた耳管機能検査装置の検討

本検査装置も同様に、従来の耳管機能検査での結果、鼓膜所見、オトスコープ所見、耳管CTでの耳管の状態などを参考に、直接自声と耳管経由自声との比率の基準値の設定を行う。また、同様に経時的な測定を行い、耳管機能障害患者での耳管機能の日内変動を観察する。

4. 研究成果

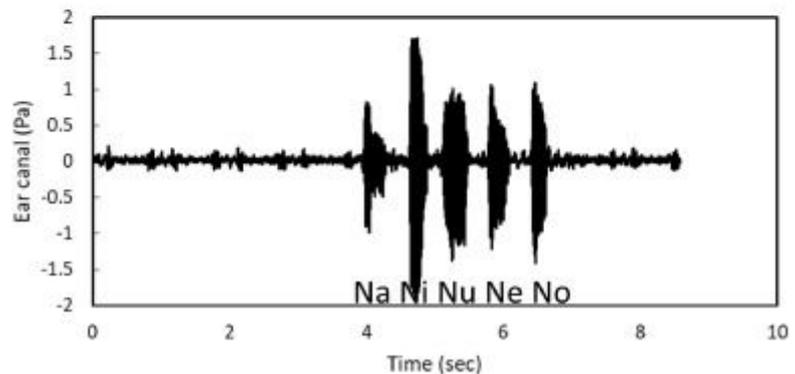
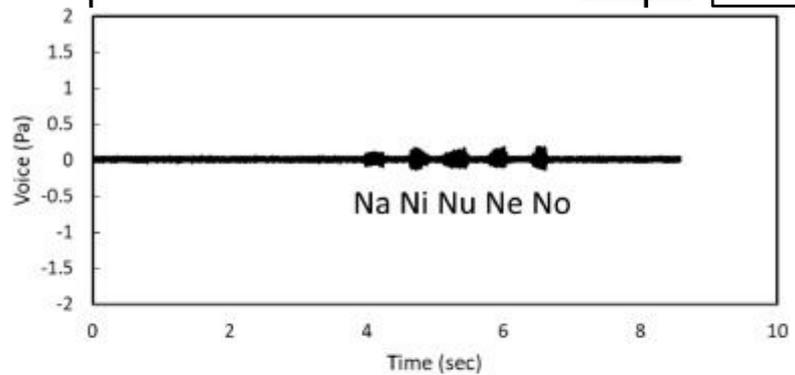
測定模式図

両耳に測定用マイクロフォンを挿入し、また口唇より 20 cm 離れた位置にもマイクロフォンを置き、測定を行った。



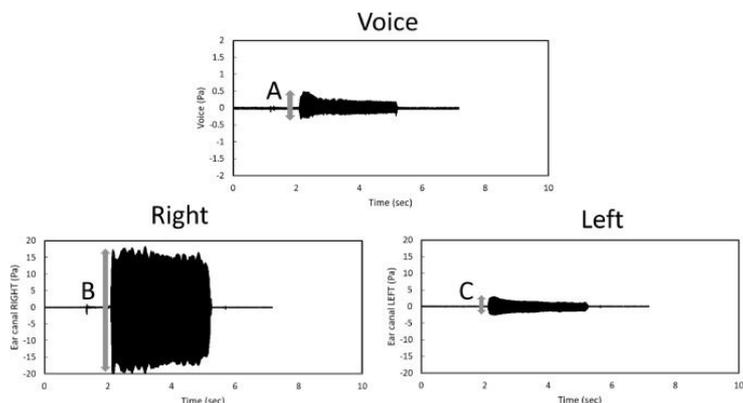
予備実験

予備実験にてナニヌネノと発語させ測定したが、図のように、「に」の発語の際に最も大きな音圧を計測することが多かったために、「に」のみの発語にて解析を行うこととした。



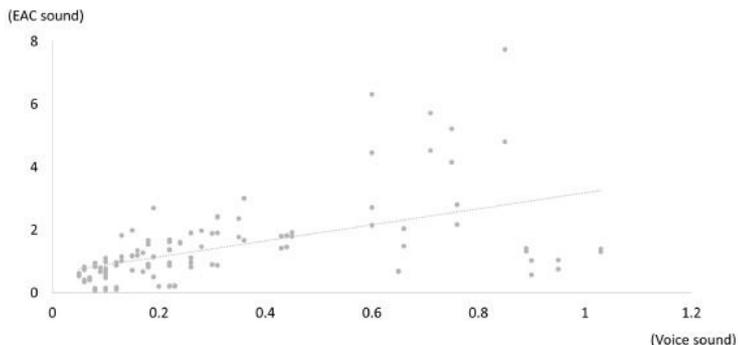
耳管開放症患者における測定結果例

上図が口唇付近の測定値、下左図が開放症患者側、下右図が健側の測定結果である。開放症患者側にて図のように大きな音圧が測定された。



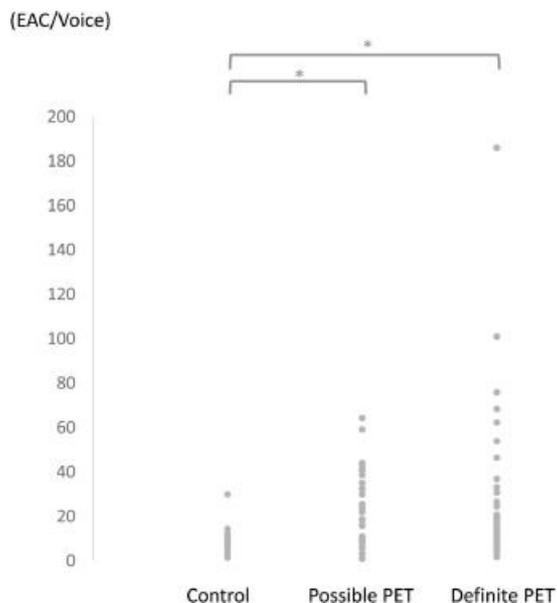
発語の音圧と外耳道での測定音圧との関係

大きな発声音の場合に外耳道音圧が優位に高くなってしまったために、発声音は大きな声では発声させないように注意をうかがして測定を行った。



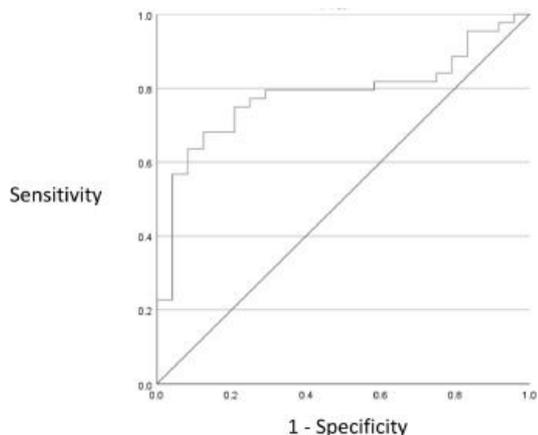
コントロール、耳管開放症疑い例、耳管開放症確実例での測定結果

図のように、耳管開放症確実例では優位に、外耳道音圧の上昇が認められた。



ROC 曲線による感度特異度の検討

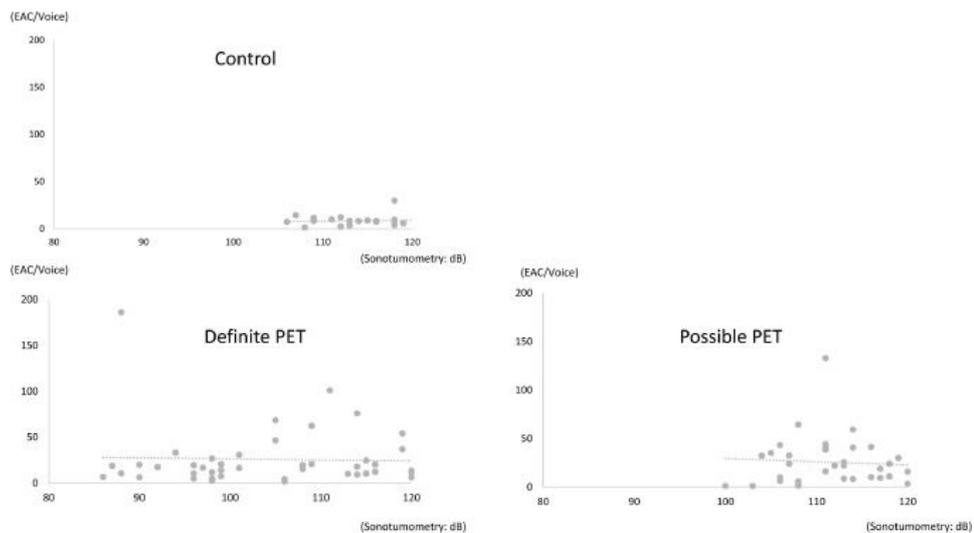
外耳道音圧/発声音圧の比が、25 にて感度 56.8%、22 で 61.1%であった。



他の検査所見との相関関係の検討

音響法の提示音圧と、今回の外耳道音圧/発声音圧の比との関係を検討した。コントロール、

耳管開放症確実例、耳管開放症疑い例ともに音響法の提示音圧との有意な相関は認めなかった。



5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕 計4件（うち査読付論文 3件/うち国際共著 0件/うちオープンアクセス 0件）

| | |
|---|---------------------------|
| 1. 著者名 Ikeda Ryoukichi, Hamanishi Shinji, Kikuchi Toshiaki, Oshima Hidetoshi, Kawamura Yoshinobu, Kusano Yusuke, Kawase Tetsuaki, Katori Yukio, Wada Hiroshi, Kobayashi Toshimitsu | 4. 巻 20 |
| 2. 論文標題 Objective assessment of autophony during phonation in the diagnosis of patulous Eustachian tube patients | 5. 発行年 2020年 |
| 3. 雑誌名 Auris Nasus Larynx | 6. 最初と最後の頁 online |
| 掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1016/j.anl.2020.12.001 | 査読の有無 有 |
| オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難 | 国際共著 - |
| 1. 著者名 Ikeda Ryoukichi, Hidaka Hiroshi, Kikuchi Toshiaki, Ohta Nobuo, Kawase Tetsuaki, Katori Yukio, Kobayashi Toshimitsu | 4. 巻 41 |
| 2. 論文標題 Systematic Review of Surgical Outcomes Following Repair of Patulous Eustachian Tube | 5. 発行年 2020年 |
| 3. 雑誌名 Otology & Neurotology | 6. 最初と最後の頁 1012 ~ 1020 |
| 掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1097/MAO.0000000000002753 | 査読の有無 有 |
| オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難 | 国際共著 - |
| 1. 著者名 Ikeda R, Kikuchi T, Oshima H, Kobayashi T | 4. 巻 2 |
| 2. 論文標題 Management of Patulous Eustachian Tube | 5. 発行年 2020年 |
| 3. 雑誌名 JMA Journal | 6. 最初と最後の頁 101 ~ 108 |
| 掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.31662/jmaj.2020-0007 | 査読の有無 有 |
| オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難 | 国際共著 - |
| 1. 著者名 Ikeda Ryoukichi, Kikuchi Toshiaki, Sato Shunsuke, Oshima Hidetoshi, Kawamura Yoshinobu, Kusano Yusuke, Kawase Tetsuaki, Katori Yukio, Kobayashi Toshimitsu | 4. 巻 - |
| 2. 論文標題 Pulsatile tinnitus caused by pneumocephalus after Janneta surgery | 5. 発行年 2020年 |
| 3. 雑誌名 Auris Nasus Larynx | 6. 最初と最後の頁 - |
| 掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1016/j.anl.2020.05.024 | 査読の有無 無 |
| オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難 | 国際共著 - |

〔学会発表〕 計0件

〔図書〕 計0件

〔産業財産権〕

〔その他〕

-

6. 研究組織

| | 氏名 (ローマ字氏名) (研究者番号) | 所属研究機関・部局・職 (機関番号) | 備考 |
|-------|---|---------------------------------------|----|
| 研究分担者 | 濱西 伸治 (Hamanishi Shinji) (00374968) | 仙台高等専門学校・総合工学科・准教授 (51303) | |
| 研究分担者 | 香取 幸夫 (Ktori Yukio) (20261620) | 東北大学・医学系研究科・教授 (11301) | |
| 研究分担者 | 池田 怜吉 (Ikeda Ryoukichi) (30645742) | 東北大学・大学病院・講師 (11301) | |
| 研究分担者 | 川瀬 哲明 (Tetsuaki Kawase) (50169728) | 東北大学・医工学研究科・教授 (11301) | |

7. 科研費を使用して開催した国際研究集会

〔国際研究集会〕 計0件

8. 本研究に関連して実施した国際共同研究の実施状況

| 共同研究相手国 | 相手方研究機関 |
|---------|---------|
|---------|---------|