

科学研究費助成事業 研究成果報告書

平成 30 年 6 月 7 日現在

機関番号：14401

研究種目：基盤研究(C) (一般)

研究期間：2015～2017

課題番号：15K11111

研究課題名(和文) 気導および骨導マスキングを応用した歯科騒音低減デバイスの開発

研究課題名(英文) Noise reduction using masking effect for dental drill noise

研究代表者

山田 朋美 (Yamada, Tomomi)

大阪大学・歯学研究科・助教

研究者番号：70452448

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 3,600,000円

研究成果の概要(和文)：歯科切削音は、二人に一人が不快に感じており、歯科受療行動の阻害因子となっている。安心できる歯科治療環境の提供のため新規不快感低減デバイスの開発が必要と考えた。治療中の患者は気導音だけではなく骨導音も知覚している。より効果的な歯科騒音低減デバイスとするには、気導だけでなく骨導にも対応した解決手法を適用する必要がある。本研究では、歯科切削音を含め歯から骨を介しての伝達・知覚される音の特性を明らかにする。さらに歯科治療時の患者頭部周囲の周波数帯域ごとの音圧分布を計測することで騒音低減対策に効果のある周波数帯域などの情報を得た。

研究成果の概要(英文)：Patients in dental clinics perceive the bone-conducted sound via the teeth in addition to the air-conducted sound from the ear during the drilling of their teeth. In order to reduce the discomfort during treatment, it is necessary to find the characteristics of both the air-conducted and the bone-conducted dental drilling sounds. In this study, minimum audible threshold to the bone-conducted pure tone via a tooth was measured using an auditory testing device. Further, the psychological evaluation of the bone-conducted dental drilling sounds via teeth in drilling dental materials attached on their teeth was examined. The sound levels of dental drilling noise around patient's head were measured. As the result, low frequency test tone via teeth were detected more sensitively. It was found that there were some difference in the psychological evaluation between air-conducted sounds and bone-conducted dental drilling sounds.

研究分野：歯科

キーワード：歯科ドリル 騒音 骨導 不快

1. 研究開始当初の背景

歯科切削音は、二人に一人が不快に感じており、歯科受療行動の阻害因子となっている (Yamada, Ebisu, Kuwano, *J. Acoust. Sci. Tech.*, 27, 2006)。安心できる歯科治療環境の提供のため新規不快感低減デバイスの開発が必要である。これまでに歯科ドリル音に対する不快感には音のエネルギー量および特徴周波帯域比率による物理量と相関があることを明らかとしており (山田, *J. Dent Engineering*, 2009)、これらの物理値の低減が歯科騒音に対する不快感の低減に有用であると考えた。

歯科治療時に口腔内で操作する切削ドリルによる音が患者頭部 (耳周囲) おいてどのような周波数特性や音圧分布となるか明らかにする必要がある。さらに治療中の患者は気導音だけではなく骨導音も知覚している。より効果的な歯科騒音低減デバイスとするには、骨導にも対応した解決手法を適用する必要がある。骨導音対策を考えるうえで、歯から骨を伝わる骨導音の知覚特性を明らかにする必要があるが十分なデータはない。

2. 研究の目的

本研究では、歯科切削音などを用いて歯から骨を介しての伝達・知覚される音の特性を明らかにする。さらに歯科治療時の患者頭部周囲の周波数帯域ごとの音圧分布を計測することで騒音低減対策に効果のある周波数帯域を特定する。

3. 研究の方法

(1) 骨導音知覚最小可聴レベルの検討

簡易防音室にて高周波域対応の医療認可を受けている聴力測定機器 (スターキー社 米国, 現有設備) の骨導振動子を用い実験を行った。骨導振動子を前額部および前歯部に圧接し、聴力検査に用いる 16kHz までの純音に対して骨導における最小可聴値と出力レベルを測定した。

(2) 骨導音を用いた主観的印象評価実験

歯科診療室において多チャンネルデータレコーダにて収録した人工歯切削音を PC 上で作成し DA 変換器を介して骨導振動子から被験者に呈示し、呈示出力レベルに対する音としての知覚レベルと主観的印象評価実験を実施した。

(3) ダミーヘッドを用いた人工歯切削音の頭部音圧分布測定

人間の聴力特性を有する疑似耳マイクロホンがセットされた人工口を有する音響計測用ダミーヘッドを用い、人工口から歯科切削音を再生したときの頭部音圧測定を行った。(図1)



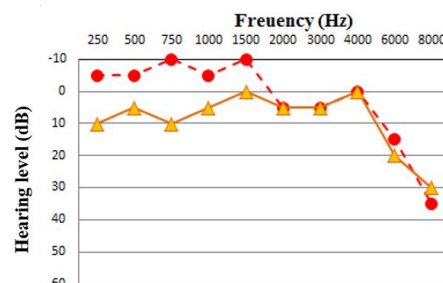
図1 人工口を有するダミーヘッド

被験者には十分な説明を行い、同意を得て実施した。医療認可を受けている聴力検査機器を応用使用することで出力レベルは限定され安全性を確保して実験を遂行している。骨導聴力検査機器の取扱い、手技、知識に関して、研究協力者である専門家と連携して実施した。

4. 研究成果

(1) 骨導における最小可聴値

骨導振動子を前額部および前歯部に圧接し、骨導における最小可聴値と出力レベルを測定した (図2)。被験者ごとの個体差や年齢による差があるものの、気導と同様に周波数帯域により骨伝導知覚レベルが異なることがわかった。低い周波数において歯から伝わる純音の骨導聴力閾値が気導レベルより低かった。このことから骨導では気導音よりも非常に小さなレベルで知覚されやすいと解釈できた。特に低い周波数帯域での骨導音対策の必要性が強く認識された。



● teeth (bone conduction)
▲ Right ear (air conduction)

図2 前歯を介して伝達される骨導純音の最小知覚閾値レベルと気導純音の最小可聴閾値 (44 歳被検者例)

(2) 骨導音での歯科ドリル音に対する主観的印象

人工歯切削音を骨導振動子から被験者に呈示し、主観的印象評価実験を行ったところ、気導音よりも不快感や鋭さが強く感じられる結果となり、骨導で伝わる音の主観的印象に与える影響が大きいことが明らかとなった(図3)。

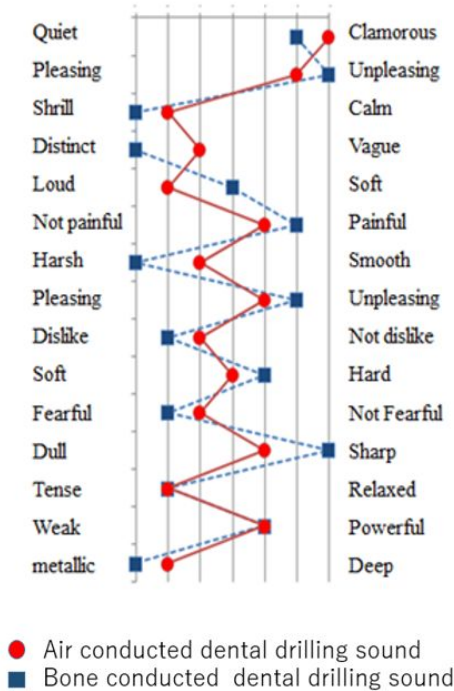


図3 気導および前歯を介して骨導で伝達される歯科ドリル音に対する心理評価

(3) 人工口搭載ダミーヘッドを用いた切削音の頭部音圧分布測定

頭部周囲の歯科ドリル音の周波数帯域毎の拡散レベルを明らかとした。特徴的なピーク周波数である 6 kHz および 40 kHz の HATS 頭部周囲の音圧マッピングを行った結果、口から頭部周囲への歯科ドリル音の拡散レベルは周波数により異なり、歯科ドリルからの特徴的周波数である 6 kHz 前後の音は患者耳周囲へ回り込み知覚されやすいことが示された。(図4)

(4) マウスを用いた歯科ドリル音が行動に与える影響

当初の計画にはなかったが、高周波を知覚できる子供への歯科ドリル音の影響を検討するため、必要な承認を得て人間と似た聴力特性を有するとされているマウスを対象とする歯科ドリル音聴取による行動観察実験を実施した。高周波成分を変化させたドリル

音を作成し、高周波成分の有無による不安感への影響を検討した。結果の一部を図5に示す。これらの成果は不快感低減を考えるうえで有用な情報となった。

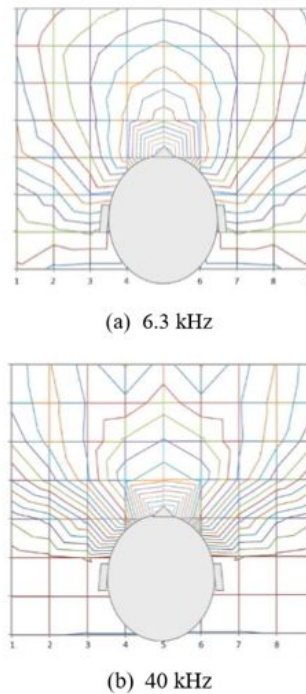


図4 頭部周囲の歯科ドリル音のコンター図 (2 dB 毎)
(a)6.3 kHz, (b)40 kHz

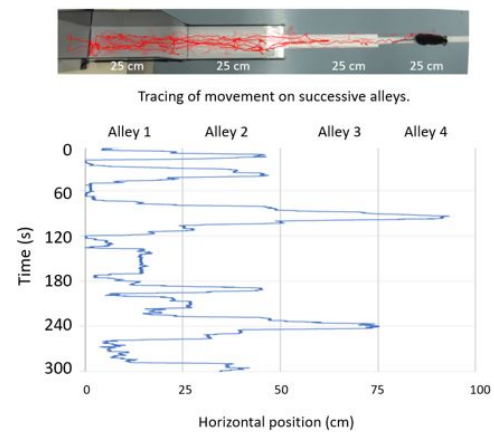


図5 歯科ドリル音聴取に伴うマウスの動きおよび走行距離

本研究で得られた成果は国内外の学会および論文発表で発信し、高い評価を得た。本研究のデータをもとにして対策すべき周波数帯域を絞り込めた。引き続きデバイス開発に向け研究を推進していく予定である。

5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕(計 5 件)

山田 朋美、林 美加子、稲永 潔文、HATS型人工口を用いた歯科ドリル音の高周波音計測、日本音響学会講演論文集、査読無、2017年、931-932

Yamada T, Kuwano S, Nozaki K, Sato H, Kato T, Hayashi M, Effect of dental drilling sound on the behavior of C57BL/6J mice, Proc. InterNoise17, 査読無, 2017年, 2881-2887

Yamada T, Kuwano S, Ebidu S, Hayashi M, Statistical Analysis for Subjective and Objective Evaluations of Dental Drill Sounds, Plos One, 査読有, 11巻, 7号, 2016, 1-15, 10.137/journal.pone.0159926

Yamada T, Kato T, Kuwano S, Hayashi M, Evaluation of Teeth Grinding Sounds during Sleep, Proc. InterNoise16, 査読無, 2016年, 4670-4677

Yamada T, Kuwano S, Hayashi M, Evaluation of bone-conducted sound via teeth, Proc. Inter-Noise15, 査読無, 2015年, 1-7

〔学会発表〕(計 4 件)

山田 朋美、林 美加子、稲永 潔文、HATS型人工口を用いた歯科ドリル音の高周波音計測、日本音響学会 2017年秋季研究発表会、2017年、松山、愛媛

Yamada T, Kuwano S, Nozaki K, Sato H, Kato T and Hayashi M, Effect of dental drilling sound on the behavior of C57BL/6J mice, The 46th International Congress on Noise Control Engineering, 2017年, Hong Kong, China

Yamada T, Kato T, Kuwano S, Hayashi M, Evaluation of Teeth Grinding Sounds during Sleep, The 45th International Congress on Noise Control Engineering, 2016年, Hamburg, Germany

Yamada T, Kuwano S, Hayashi M, Evaluation of bone-conducted sound via teeth, The 44th International Congress on Noise Control Engineering, 2015年, San Francisco, California, USA

〔図書〕(計 0 件)

〔産業財産権〕

出願状況(計 0 件)

名称：
発明者：
権利者：
種類：
番号：
出願年月日：
国内外の別：

取得状況(計 0 件)

名称：
発明者：
権利者：
種類：
番号：
取得年月日：
国内外の別：

〔その他〕

ホームページ等

6. 研究組織

(1)研究代表者

山田 朋美(YAMADA Tomomi)
大阪大学・大学院歯学研究科・助教
研究者番号：70452448

(2)研究分担者

なし

(3)連携研究者

桑野 園子(KUWANO Sonoko)
小林理学研究所・研究員
研究者番号：00030015

安野 功修(YASUNO Katsunori)
小林理学研究所・圧電応用研究室・主任研究員
研究者番号：40462254

(4)研究協力者

稲永 潔文(INANAGA Kiyofumi)
太田 恵理(OTA Eri)