

科学研究費助成事業（科学研究費補助金）研究成果報告書

平成 24 年 5 月 25 日現在

機関番号：14401

研究種目：基盤研究（C）

研究期間：2009～2011

課題番号：21592418

研究課題名（和文） 歯科騒音低減デバイスの開発を目指した骨伝播波動計測モデルによる骨導特性の解明

研究課題名（英文） Research of bone-conducted ultrasound by the measurement model which aims at development of a device to decrease dental noise

研究代表者

山田 朋美（TOMOMI YAMADA）

大阪大学・歯学部附属病院・助教

研究者番号：70452448

研究成果の概要（和文）： 歯科における切削騒音が患者に不快感を与えている現状を改善するために、本研究課題では、多チャンネル近赤外線スペクトロスコピイ(NIRS)を用いて、超高周波成分が知覚されることを客観的に確認し、高周波成分の知覚時には脳の前頭前野に活性化がみられることを明らかとした。さらに、気導および骨導音の同時測定システムを構築し、歯から伝わる切削時の骨伝播波動の計測に成功した。これらの成果は今後効果的な新規デバイス開発に応用できるものである。

研究成果の概要（英文）： It was found that there was the effect of high frequency components in dental noise on subjective impression using Near Infra-Red Spectroscopy (NIRS). And the activation of the cerebral prefrontal area at the time of the consciousness of high frequency components was shown clearly. Furthermore, we succeeded in development of measurement system for air-conducted and bone-conducted sound and in measurement of the bone-conducted wave at the time of drilling a tooth.

交付決定額

(金額単位：円)

	直接経費	間接経費	合計
2009年度	2,000,000	600,000	2,600,000
2010年度	700,000	210,000	910,000
2011年度	800,000	240,000	1,040,000
年度			
年度			
総計	3,500,000	1,050,000	4,550,000

研究分野：医歯薬学

科研費の分科・細目：歯学・保存治療系歯学

キーワード：歯科騒音、不快感、骨導、NIRS

1. 研究開始当初の背景

歯科治療に必要な不可欠な器具である歯科用ハンドピースの切削音は、受診者に不快感を抱かせるだけでなく不安感をも与えている。歯科受診者の不快感の軽減のためには、

歯科診療室における音対策が必要である。

これまでに広帯域周波数解析や音響物理量計測と印象評価実験を組み合わせ、歯科タービン音における音響学的特徴や音響物理量と不快感との関係因子の関係について

明らかにし、また、歯科切削騒音には豊富な高周波成分が含まれていることを確認している。

2. 研究の目的

歯科治療時における切削音には、豊富な超高周波が含まれている現状から、気導音だけでなく歯から伝達する超高周波の骨導における特性および感覚閾値を解明することが、骨導に対応した効果的な騒音低減デバイスの開発に必要な課題となる。

本研究においては、歯科切削音からの超高周波の聞こえの差異を客観的に把握すること、骨伝播波動計測のための装置を開発作成し、歯の切削中の骨伝播波動の特性を明らかにすることを目的として研究をすすめた。

本研究は大阪大学歯学研究科の倫理審査委員会の承認を受けて実施している。

3. 研究の方法

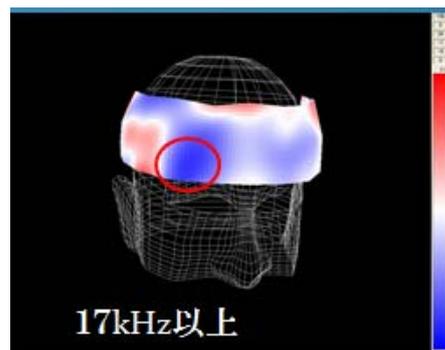
(1) NIRS を用いた高周波聴取時の脳活動計測による検討:

ボランティアを対象に、純音正弦波信号をスピーカにて呈示し、知覚の可否に関するデータ収集を行った。被験者は、成人および若年者のボランティアを対象とした。

はじめに、高周波域の知覚を確認するため、音響編集ソフトを用いて、4kHz, 8kHz, および 10kHz から 20kHz まで 1kHz 毎の純音を作成した。純音はオーディオインターフェイスを介し被験者左右両耳の高さに設置したスピーカより再生した。被験者または研究者が音量ダイヤルを操作し知覚の可否を判定した。その後、脳機能測定を行った。

測定は光トポグラフィ装置（日立メディコ、ETG-4000）を用い、前頭部および両側頭部 48 チャンネルを計測した。多チャンネル近赤外線スペクトロスコーピ（NIRS）は、近赤外線の光透過性を利用して脳血流における酸素化ヘモグロビン濃度を測定する医療承認をうけた装置であり、安全かつ非侵襲、簡便に用いることができる装置である。

呈示する音として、人工歯（Nisshin, A20-500）を切削した時のタービン音（原音）および音響編集ソフトにより超高周波数成分のみ抜粋し作成したタービン音を用いた。さらに比較のため、オルゴール音を準備した。被験者がスピーカより示される音を 5 秒間聴取することを課題（タスク）とし、20 秒のレストを設定した。本実験では、1/4 インチマイクロホンおよび騒音解析装置を用いて 20kHz までの周波数帯域においても問題なくスピーカから再生できることを事前に確認して用いた。



(2) 骨伝播波動計測のための骨導マイクロホンの適正化および骨伝播波動計測

種々のマイクロホンを簡易モデルにおいて検討し、伝達される信号音を高性能オシロスコープにて信号処理解析、FFT にて周波数解析により高周波領域データの取得の可能性について圧雪方法などを検討する。選択したマイクロホンを用いて、気導音と骨導音の同時測定システムを完成させる。

ボランティアの被験者を対象に、咀嚼音についての気導および骨導音の計測を行う。また骨導マイクロホンを前額部等に、気導マイクロホンは 30 センチの距離に設置し、前歯の上に作成した仮歯の切削時の発生音を気導および骨導として計測する。

4. 研究成果

(1) NIRS を用いた高周波聴取時の脳活動計測による検討:

純音による設定音圧における聴力調査では、40 代、50 代は 14kHz で、16 歳は 18kHz でスケールアウトした。14 歳以下はいずれも 20kHz まで知覚できた。すべての被験者において、原音のタービン音聴取時に比較的広い範囲で血流の増大が認められた。一方、超高周波数成分のみとしたタービン音の聴取では、成人は主観的に知覚できず、大脳皮質の脳血流においても変化は認められなかったが、若年者では血流の増大が認められた。その結果、従来の聴力検査上限である 8kHz を超えた周波数帯域においても年齢による差

が認められた。

計測の結果、高周波は若年者には音として認知でき、かつ酸素化ヘモグロビン濃度が聴取と同時に減少したのちに増加する傾向があることがわかった。可聴域上限と言われている 20kHz までの高周波が、18 歳以下の若年者においては音として知覚できることを生理学的に確認した。また、脳活動部位は聴覚野である側頭野と前頭前野の局所的な部位に認められ、これらの部位が知覚と認知に大きく関わっている可能性が示唆された。

若年者においては、成人では知覚できない高周波帯域まで含んだタービン音を知覚していることを明らかとした。大脳前頭野は認知や快不快に関与すると考えられている。若年者は、心理的に幼いためだけではなく、歯科切削音の大きさや鋭さをより強く知覚することにより、歯科治療に対する不安や不快を感じやすいのではないかと推測する。

(2) 骨導計測用マイクロホンの最適化および骨伝播波動計測

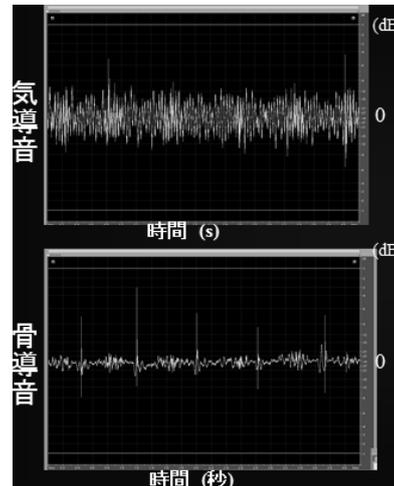
気導音および骨導音の広帯域同時測定解析システムにより、人工歯モデルおよび治療中の歯からの高周波音伝達の測定に成功した。気導音中に埋もれてしまうレベルの大きさの切削音が、骨導ではクリアな波形としてとらえることができた (図)。

騒音制御工学の世界において伝搬音の測定はさまざまに検討がなされており、人の皮膚を介した音声の測定はすでに報告がなされている。しかしながら、今回のような歯を介しての伝搬音の報告はなく、さらには、今回目標とする高周波域までの測定報告は認められない。それゆえ、切削中の高周波音の伝達の確認は今後のデバイス開発に向けて大変重要であるだけでなく、騒音測定分野においても意義深いと思われる。

以上の研究結果から、歯の切削に伴う音は、気導音のみならず、骨導によっても伝達されており、その伝達波形を計測することで客観的な気両方をみつけることができた。これらの研究成果により、切削による音質伝播の一端が明らかとなり、研究目標に対して十分な研究成果が得られたと考えている。

このほかに、歯科への不安レベルと不快感との関係や、ドリル音の大きさを評価するためのラウドネス指標に関する研究成果が得られた。

今後、デバイス開発に必要となる伝達と知覚に関してさらに研究をすすめていく予定である。歯科を受診する患者の不快感の軽減を実現して、受診機会の増加へと結びつけていきたいと考えている。



5. 主な発表論文等

(研究代表者、研究分担者及び連携研究者には下線)

[雑誌論文] (計 5 件)

- ① Yamada, T., Kuwano, S. and Ebisu, S. (2011) : Loudness of the sound of dental drills with prominent frequency components in wide frequency range, Inter Noise Control Proc., 232, 2319-2324. 査読有
- ② 山田朋美, 桑野園子, 恵比須繁之 (2010) : 歯科切削音聴取時における NIRS を用いた脳活動計測. 日音講論文集, 2010, 1107-1108, 平成 22. 査読無

- ③ Yamada, T., Ebisu, S. and Kuwano, S. (2010) : Effect of the respondents' hearing in high frequency region on the subjective impression of dental sounds, Inter Noise Control Proc., 221, 914-921. 査読有
- ④ Yamada, T., Kuwano, S. and Ebisu, S. (2009) : Relationship between dental anxiety level of respondents and subjective impressions of the sound of dental air turbine, Inter Noise Control Proc., 218, 1859-1864. 査読有
- ⑤ 山田朋美: "歯科における切削騒音低減デバイス開発のための音質解析" The Journal of Dental Engineering 170. 20-22 (2009) 査読有

[学会発表] (計6件)

- ① 山田朋美, 板東秀典, 恵比須繁之. 新規デバイス開発のための歯科切削音および咀嚼音の骨導計測の試み. 第135回日本歯科保存学会 2011年10月20日 大阪.
- ② Yamada, T., Ebisu, S. and Kuwano, S. : Loudness of the sound of dental drills with prominent frequency components in wide frequency range, The Organizing Committee of the 40th International Congress On Noise Control Engineering, September, 7, 2011, Osaka, Japan.
- ③ Yamada, T., Ebisu, S. and Kuwano, S. : Effect of the respondents' hearing in high frequency region on the subjective impression of dental sounds, The Organizing Committee of the 39th International Congress On Noise Control Engineering, June, 14, 2010, Lisbon, Portugal.
- ④ 山田朋美, 桑野園子, 恵比須繁之. 歯科切削音聴取時におけるNIRSを用いた脳活動計測. 日本音響学会春季研究発表会 2010年3月10日 東京.
- ⑤ 山田朋美, 恵比須繁之. 歯科切削音聴取時の局所脳血流量変化—多チャンネル近赤外線スペクトロスコーピィによる検討—. 第132回日本歯科保存学会 2009年11月30日 仙台.

- ⑥ Yamada, T., Kuwano, S. and Ebisu, S. : Relationship between dental anxiety level of respondents and subjective impressions of the sound of dental air turbine. The Organizing Committee of the 38th International Congress On Noise Control Engineering, August, 25, 2009, Ottawa, Canada.

6. 研究組織

(1) 研究代表者

山田 朋美 (YAMADA TOMOMI)
大阪大学・歯学部附属病院・助教
研究者番号: 70452448

(2) 研究分担者

恵比須 繁之 (EBISU SHIGEYUKI)
大阪大学・大学院歯学研究科・理事・副学長
研究者番号: 50116000