

科学研究費助成事業 研究成果報告書

平成 28 年 6 月 3 日現在

機関番号：14401

研究種目：基盤研究(B) (一般)

研究期間：2013～2015

課題番号：25293391

研究課題名(和文) 体外設置式睡眠時ブラキシズム発現前抑制システムの開発

研究課題名(英文) Development of an external sleep bruxism suppression system before its onset

研究代表者

瑞森 崇弘 (MIZUMORI, Takahiro)

大阪大学・歯学部附属病院・講師

研究者番号：10200023

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 12,000,000円

研究成果の概要(和文)：睡眠中の歯ぎしりである睡眠時ブラキシズムの歯・顎への障害や不快な騒音を防ぐために、歯ぎしりが起きる直前に心拍が上昇する現象を利用して抑制刺激を与えるシステムの開発を目指した。心拍測定用と刺激付与用の電極を用いた装置で抑制効果を確認しており、本研究では体外に心拍のセンサを設置するシステムを検討した。

着衣型およびマット型センサやマイクロフォンでの測定を試みたが、ノイズ除去処理による検出遅延、環境雑音による心拍抽出不能等の問題が生じ、現時点では体外から瞬時に心拍変動を判定することは困難と判明した。このため、電極を用いながらも使用者の負担が少ない方法を再検討し、無線型の心拍計測装置を開発した。

研究成果の概要(英文)：To prevent harmful influences on teeth and jaws and unpleasant noises of sleep bruxism (teeth grinding while asleep), development of a suppression system that incorporated the phenomenon of increasing heart rate just before the onset of teeth grinding was investigated. Suppression effect has been confirmed by an experimental system with electrodes for measuring pulse rate and applying electric stimulation. In this study, the measurement of pulse rate from outside of the body was investigated.

A wearable sensor, a mat-shaped sensor and microphones were tested, and we found unignorable delay due to noise elimination process or incapability of pulse signal extraction from noisy data source. Instant determination of pulse rate fluctuation from outside the body seemed to be difficult at the present time. Re-evaluation of electrodes with less burden on user was made, and a wireless system of pulse rate measurement was developed.

研究分野：歯科補綴学

キーワード：医療・福祉 睡眠 歯ぎしり 歯学 睡眠時ブラキシズム

1. 研究開始当初の背景

睡眠中に無意識下に行われる歯ぎしりとして知られる睡眠時ブラキシズムは咀嚼筋の疲労や疼痛を始めとする顎機能障害の重要な原因の一つであるばかりでなく、歯に外傷的な力として働き異常な咬耗、補綴修復装置の脱離や破壊、さらには歯根破折による抜歯の原因となる。また、同室者には不快な歯ぎしりの騒音が睡眠障害の原因となり、人間関係への影響も生じる。

このように睡眠時ブラキシズムには種々の為害性が存在するが原因の解明には至っておらず、その治療はナイトガードとよばれる口腔内装置のような対症療法が行われているが近年その効果に疑問が提示されるようになり、ナイトガードはブラキシズム抑制よりも歯の保護にのみ効果があるとの考えが一般的になっている。この点からナイトガードは積極的にブラキシズムを防止するものではなく、受動的な装置といえる。

当研究者らは平成18年度～平成19年度基盤研究(C)「ウェアラブル睡眠センサによる睡眠時ブラキシズムの予測と能動的抑制」で電気刺激によりブラキシズムを抑制しており、能動的に外部から刺激を与えることによるブラキシズム抑制の可能性を示した。また、ブラキシズム発生の直前に心拍数が増加することが知られており、心拍をモニターすることによりブラキシズムを予測し未然に防ぐことができると考えられた。

その結果から平成20～22年度基盤研究(C)では心電計を使用してブラキシズム発現直前の心拍数増加をトリガーとする睡眠時ブラキシズムの能動的抑制システムの開発を行い、実験的プロトタイプを製作した。このシステムにより睡眠時ブラキシズムを有する被験者10名について検討したところ、感度92.3%、特異度99.2%といずれも非常に高い精度でブラキシズム・イベントを予測することができ、発生直前に電気刺激を与えることでブラキシズムの発現を未然に防ぐことに成功し、その際に睡眠への影響はみられないことを確認することができた。さらに平成24年度文部科学省橋渡し研究支援推進プロジェクトでは、電極貼付が必要な心電計にかわり、より取り扱いが簡便な脈波を指輪型の光センサで検知する腕時計型のシステムを開発した。

2. 研究の目的

本研究では、心拍のセンサと抑制刺激装置を体外設置式とし、身体に装着する部品類がいったいないシステムの開発を行う。体外設置式の睡眠時ブラキシズム発現前抑制システムは世界的に類例のないもので、学習効果によりシステムの使用をやめてもブラキシズムが長期にわたり減少する可能性も期待される。これにより、国民の歯の長寿化、健康やかな睡眠と円滑な人間関係をめざす。

3. 研究の方法

心拍亢進をトリガーとして抑制刺激を発生する原理確認用の実験装置では心拍検出に心電計を使用した。電極貼付の手間や違和感、使用中の脱離、運用経費等、電極使用には様々な問題点が存在した。電極を貼付しない体外設置式のシステムを開発するために、圧センサ、着衣型電極センサ、聴音センサ、寝具内設置式電極板等を検討した。

圧センサとして睡眠計スリープスキャン(タニタ)のセンサ部分を使用した心拍亢進検出装置を製作し、心拍亢進検出時に光刺激を発生するシステムを開発した(図1)。

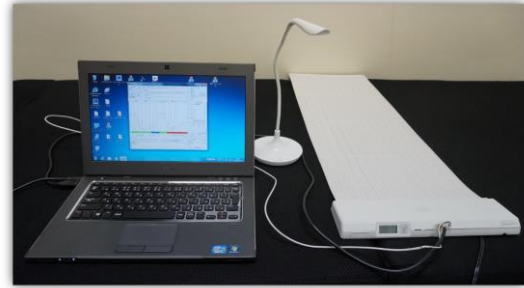


図1 圧センサと分析用PCおよび光刺激発生装置

写真右の圧センサをベッド・マットレスの下に敷いて使用する。圧センサから得られた微弱な振動信号をノートPCで分析し、心拍亢進検出時に写真中央の光刺激発生装置を作動させる。

着衣型センサとしてトレーニングウェアに電極が装着されたものに無線送信機を装着し、心電データを無線で送信する装置を製作した(図2)。



図2 着衣型センサと無線送信機

写真左の電極付きトレーニングウェアに写真中央の着脱可能な無線送信機を装着し写真右の状態を使用する。

他の方法として、聴音センサによる心音聴取、寝具内に設置した電極板による心電波形測定を試みた。

4. 研究成果

ベッド・マットレスの下に敷いて使用する圧センサを用いて就寝中の被験者の微小な振動信号から心拍数を得ることができたが、呼吸等の鼓動の振動よりもかなり大きな他の振動から心拍を分離する信号処理に時間

がかかり、心拍亢進検出がブラキシズム発現よりも遅くなることが判明した。

トレーニングウェアに電極が装着された着衣型電極センサでは、皮膚表面が発汗により湿潤状態であるトレーニング時と異なり就寝時は比較的乾燥しているため電極の接触抵抗が上昇しノイズ成分が増加する(図3)、また、ウェアの密着性から生じる着用者の不快感(締めつけ感)等の問題が生じることがわかった。

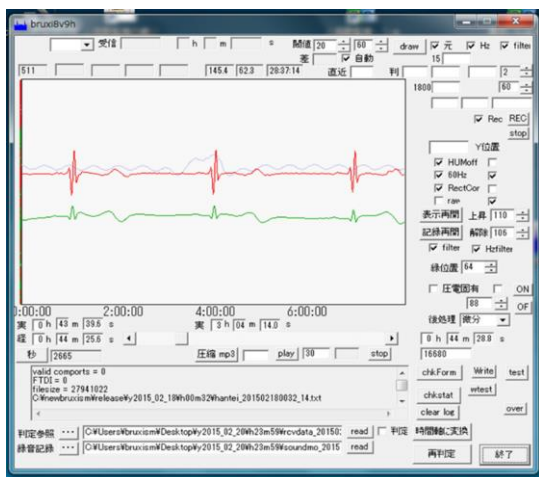


図3 着衣型センサによる心電波形測定例

信号が安定している時は図のようなノイズの少ない心電波形が観測できたが、体表の乾燥による電気抵抗の上昇や体位によっては電極が接触不良となることからデータが安定して得られず、分析不可能になる問題が認められた。

聴音センサでの心音聴取は呼吸音等の他の雑音よりも心音の音圧レベルが低すぎ、音信号として分析できないことが判明した。寝具内に設置した電極板による心電波形測定は周辺に電線が存在しない屋外では可能であったが、室内では壁中などの家庭用電源配線からのノイズに打ち消されることが観測された。

このように様々な技法を用いてもリアルタイムで心拍数を測定することは困難であることが判明したため、皮膚に電極を貼付して心電波形を採取する方法を再検討し使用者の負担が少ない無線型的心拍計測装置を開発した(図4)。今後は電極による測定の他にも光センサを用いた脈波計測を予定している。

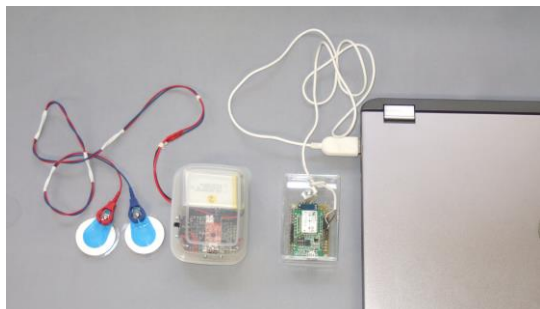


図4 無線型心拍計測装置
写真左から電極、心電図送信機、受信機、分析用ノートPC

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 3件)

①Suppression of Sleep Bruxism: Effect of Electrical Stimulation of the Masseter Muscle Triggered by Heart Rate Elevation. Sumiya M, Mizumori T, Kobayashi Y, Inano S, Yatani H. Int J Prosthodont, 査読有 2014; 27:80-86. DOI:10.11607/ijp.3330

②Identification of Sleep Bruxism with an ambulatory wireless bruxism recording system including a biological monitor. Inano S, Mizumori T, Kobayashi Y, Sumiya M, Yatani H. Int J Prosthodont, 査読有 2013, 26: 527-535. DOI:10.11607/ijp.3331

③ Prediction of sleep bruxism events by increased heart rate. Mizumori T, Sumiya M, Kobayashi Y, Inano S, Yatani H. Int J Prosthodont. 査読有 2013, 26:239-243. DOI:10.11607/ijp.3305

[学会発表](計 11件)

①原木真吾, 辻阪亮子, 石垣尚一, 瑞森崇弘, 矢谷博文, 吉田篤, 加藤隆史. 高頻度のRMMAを有する若年被験者における生理学的及び心理学的特性, 日本顎口腔機能学会第55回学術大会, 2015/10/31, 千里ライフサイエンスセンター(大阪府吹田市)

②辻阪亮子, 原木真吾, 瑞森崇弘, 矢谷博文, 吉田篤, 加藤隆史. 高頻度RMMAを有する若年被験者における呼吸イベントの発現特性, 日本顎口腔機能学会第55回学術大会, 2015/10/31, 千里ライフサイエンスセンター(大阪府吹田市)

③原木真吾, 野々上茂, 辻阪亮子, 宇野浩一郎, 三上章良, 石垣尚一, 瑞森崇弘, 矢谷博文, 吉田篤, 加藤隆史. 一般若年成人におけるリズム性咀嚼筋運動の発生頻度と睡眠構築の関係, 日本臨床睡眠医学会第7回ISMSJ学術集会, 2015/7/31, 梅田スカイビル(大阪府大阪市)

④瑞森崇弘, 矢谷博文. 進行性下顎頭吸収(PCR)の片側症例の1例, 日本顎関節学会第28回学術大会, 2015/7/4, 名古屋国際会議場(名古屋市愛知県)

⑤Higashiyama M, Kato T, Sato F, Yatani H, Yoshida A. Antagonistic jaw muscle response to corticobulbar tract stimulation during REM sleep in guinea pigs, Sleep 2015, 2015/6/7, Seattle (USA)

⑥Haraki S, Nonoue M, Tsujisaka A, Uno K, Mikami A, Ishigaki S, Mizumori T, Yatani H, Yoshida A, Kato T. Sleep architectures in young adults with a high number of

rhythmic masticatory muscle activity, World Congress on Sleep Medicine, 2015/3/22, Seoul (Korea)

⑦ Mizumori T, Tsujisaka A, Haraki S, Kato T, Yatani H. Development of an electrodeless system for measuring pulse rate during sleep, Indonesia & Japan Prosthodontic Society Joint Meeting, 2014/10/30, Bali (Indonesia)

⑧ Tsujisaka A, Mizumori T, Haraki S, Kato T, Yatani H. Comparison between newly developed electrodeless system and polysomnography in the detection of increased pulse rate, Indonesia & Japan Prosthodontic Society Joint Meeting, 2014/10/30, Bali (Indonesia)

⑨ 辻阪亮子, 瑞森崇弘, 原木真吾, 矢谷博文. 体外設置式脈拍測定装置の試作, 平成26年度(公社)日本補綴歯科学会中国・四国、関西支部合同支部学術大会, 2014/9/6, 倉敷市芸文館(岡山県倉敷市)

⑩ Mizumori T, Sumiya M, Kobayashi Y, Tsujisaka A, Yatani H. Development of an experimental system for suppressing sleep bruxism before its onset without electrodes, International College of Prosthodontists 15th Biennial Meeting, 2013/9/19, Torino (Italy)

⑪ 辻阪亮子, 瑞森崇弘, 小林靖宜, 角谷誠一, 稲野眞治, 東山亮, 矢谷博文. 心拍変動をトリガーとする電気刺激を用いた睡眠時ブラキシズム(SB)の能動的抑制. 日本臨床睡眠医学会第5回ISMSJ学術集会, 2013/8/3, 神戸ファッションマート(兵庫県神戸市)

[図書] (計 0件)

[産業財産権]

○出願状況 (計 0件)

○取得状況 (計 0件)

[その他]

6. 研究組織

(1) 研究代表者

瑞森 崇弘 (MIZUMORI, Takahiro)

大阪大学・歯学部附属病院・講師

研究者番号: 10200023

(2) 研究分担者

矢谷 博文 (YATANI, Hirofumi)

大阪大学・大学院歯学研究科・教授

研究者番号: 80174530

加藤 隆史 (KATO, Takafumi)

大阪大学・大学院歯学研究科・講師

研究者番号: 50367520

(3) 研究協力者

辻阪亮子 (TSUJISAKA, Akiko)

原木真吾 (HARAKI, Shingo)