

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：32667

研究種目：基盤研究(C) (一般)

研究期間：2012～2015

課題番号：24592907

研究課題名(和文) 微小加速度計とSDメモリ携帯記録装置による歯科切削時の振動被曝・筋電図解析

研究課題名(英文) Analysis of vibration exposure and electromyography of dental cutting procedures by means of micro accelerometer with a portable SD memory recorder

研究代表者

小林 博 (Kobayashi, Hiroshi)

日本歯科大学・新潟生命歯学部・非常勤講師

研究者番号：00225533

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 4,000,000円

研究成果の概要(和文)：切削時の振動は、被切削物によって振動暴露の周波数が異なり、それぞれに特徴があることを解明した。手指の受ける振動強度について、歯科技工切削時の振動加速度は、筆記時の20倍程度であることが分かった。

周波数分析の結果、特に低周波成分が身体に伝搬することが判明した。さらに、切削器具の回転数とは異なる200-400Hzに振動伝搬性があることが分かり、身体への為害性防止には低周波数帯域に加えこの周波数帯域に対する配慮も必要であることが分かった。

研究成果の概要(英文)：The vibration spectrum was different between the materials to be cut. Impact of the cutting work by dental handpiece was estimated around 20 times greater than the writing work. Comparing by power spectrum ratio, in low frequency area, vibration was well transmitted to the finger. The spectrum of the transmitted vibration showed not only a peak corresponding to the rotation frequency of the handpiece, but also in other frequency: 200-400 Hz. Therefore, we concluded that one must consider reducing low frequency vibration, but also care about some higher frequency region to prevent the finger-hand-arm pains induced by dental handpiece.

研究分野：歯科補綴学

キーワード：振動伝搬 歯科 切削 加速度計 周波数

1. 研究開始当初の背景

(1) 歯科医療関係者の振動を伴う作業と、指、手、腕の痛みの関連は、歯科医療分野のみならず整形外科分野、労働衛生学的分野からも着目されてきた。技工士、歯科医師、歯科衛生士の、末梢神経障害、手根管症候群、触覚低下、感覚異常などの病態が報告されている。

しかし、それらは症例や症状を分析したものであり、歯科切削用具に関して直接振動を計測した研究ではない。また ISO や厚生労働省の基準は振動発生源である機械の振動の基準を示しているのみである。

(2) 近年、加速度計センサーが進歩して、データ入出力部も含めたチップとして小型化した。そこで、2軸の加速度センサーを用い RS232C / USB 変換器を介して、技工操作時のエンジン・ハンドピースの振動を計測するシステムを構築した。

これによって技工切削操作時の振動の伝達様相を記録することが可能となり、低周波の振動は軟組織で減衰されず手指によく伝搬することが判明した。

一方、共同研究者はマイクロコンピューターと AD 変換器を一体化した IC 基盤を利用して、マイクロ SD メモリーにデータを記録する方式のポケットに携帯可能な小型筋電図記録装置を開発中であり、記録容量から計算すると 2 日間程度の連続記録が可能である。

(3) 土生によると、全身振動では 2-100Hz 局所振動では 8-1,000Hz が問題とされており、振動障害の場合には 40-250Hz の加速度の大きい振動が問題になる。また、後藤は、チェーンソー振動低減の指針として、100Hz 以下の周波数帯にある固有振動数に留意する重要性を示すと述べている。

2. 研究の目的

歯科医療関係者は、手指による作業が多く白蠟病のような手腕振動症候群の危険性を

指摘されている。そこで、近年小型化が進んだ微小加速度センサーを用いて作業時の振動を計測し、同時に筋電図を計測し、振動被曝の伝達様相と筋への負荷を解析することにより歯科医療関係者特に切削作業の多い補綴歯科医師、技工士、さらに歯科衛生士の健康管理に寄与することを目的とする。

3. 研究の方法

(1) 当初保有していた 2 軸加速度計システムを 3 軸加速度計とし、ツイステッドペア配線により周波数特性を改良した。

(2) この 1 kHz までの計測を可能とした 3 軸加速度センサーを用いて、技工用エンジンにて、石膏、プラスチックを選択し、切削作業時の加速度を記録した。同時にエンジン空転時の振動も記録した。その結果を、スペクトルアナライザーを用いて分析し、各種切削器具の振動伝搬様相の基本的特性を抽出した。この結果より、作業環境の改善策を検討した。

(3) さらに加速度による顎口腔系運動様相の分析を試みる。

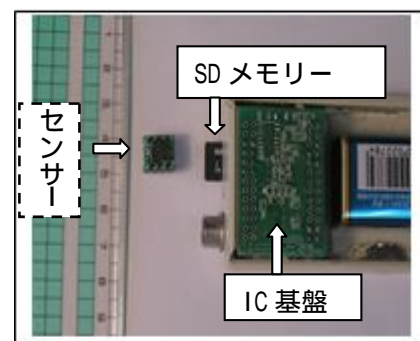


図 1. 記録装置と加速度センサー

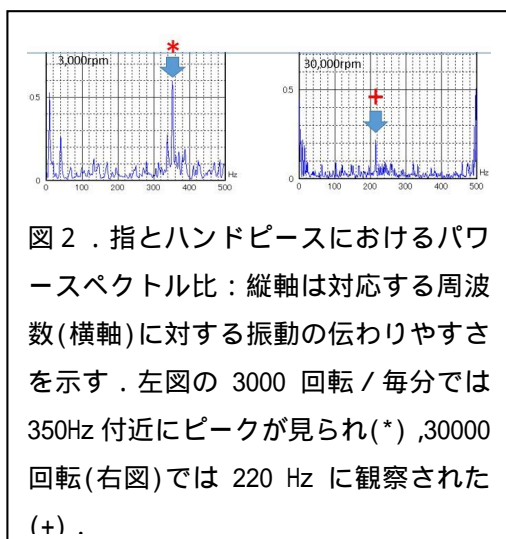
4. 研究成果

(1) 3 軸加速度計は、周波数帯域は広いがアナログ出力のものであり、今までの 2 軸デジタル出力のセンサーと比較して、ノイズと、携帯性に問題があった。ツイステッドペア配線を用いてノイズを改善し、記録側では、マイクロコンピューターと AD コンバーターを内

蔵したICチップを利用したSDメモリー対応の携帯型記録装置に筋電図計測機能を加え、長時間記録を可能とした。

(2) 切削時の振動は、被切削物によって振動暴露の周波数が異なり、それぞれに特徴があることを解明した。平均振動加速度により算出すると、歯科技工時の振動加速度は、筆記時の20倍程度であることが分かった。

(3) 周波数分析の結果、周波数成分中、特に低周波成分が身体に伝搬することが判明し、その周波数帯域の振動が身体に悪影響を



与える可能性を見いだした。さらに、回転切削器具の回転数とは異なる200-400Hzに振動伝搬性があることが分かり(図2)、身体への為害性防止には低周波数帯域に加えこの周波数帯域に対する配慮も必要であることが分かった。

(4) この振動解析の研究成果に加えて、加速度計による生体計測の端緒として、咀嚼運動様相の加速度計による解析を行い、食品別の特徴を抽出できた。その結果を顎口腔機能学会の発行する書籍に掲載した。

<引用文献>

Cortical changes in dental technicians exposed to vibrating tools. Bjorkman A, Weibull A, Svensson J, Balogh I, Rosen B. Neuroreport. 2010 Jul 14;21(10):722-6.

Finger receptor dysfunction in dental technicians exposed to high-frequency vibration. Hjortsberg U, Rosen I, Orbaek P, Lundborg G, Balogh I. Scand J Work Environ Health. 1989 Oct;15(5):339-44.

State of health in dental technicians with regard to vibration exposure and overload of upper extremities. Nakladalova M, Fialova J, Korycanova H, Nakladal Z. Cent Eur J Public Health. 1995;3 Suppl:129-31.

Occupational changes in manual tactile sensibility of the dentist. Shahbazian M, Bertrand P, Abarca M, Jacobs R. J Oral Rehabil. 2009 Dec;36(12):880-6.

Nerve conduction and sensorineural function in dental hygienists using high frequency ultrasound handpieces. Cherniack M, Brammer AJ, Nilsson T, Lundstrom R, et al. Am J Ind Med. 2006 May;49(5):313-26.

ISO5349-1, Mechanical Vibration-Measurement and evaluation of human exposure to hand-transmitted vibration part:1 General requirements.

ISO5349-2, Mechanical Vibration-Measurement and evaluation of human exposure to hand-transmitted vibration part2: Practical guidance for measurement at the workplace

平成21年7月10日厚生労働省労働基準局長通達：チェーンソー以外の振動工具の取扱い業務に係る振動障害予防対策指針について基発0710第2号

振動障害，土生久作，六法出版社，東京1984

後藤純一：チェーンソーの振動低減に関する研究。防振構造の共振について。高知大学学術研究報告。28, 89-94, 1980.

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 1 件)

林 頼雄, 小林 博, 回転切削機器による技工操作時における局所振動伝搬の加速度計による評価, 日本補綴歯科学会誌, 査読有, 5: 47-55, 2013

[学会発表](計 6 件)

小林 博, 情報伝達技術の進歩と診療ガイドラインの有効利用, 平成 27 年度長野県高水三郡歯科医師会 みゆき野学術講演会 2015 年 11 月 14 日 びっくわん(長野県・飯山市)

小林 博, 咬合機能と全身: 生体力学的考察, 日本全身咬合学会 第 29 回公開講座: 咬合と顎関節, そして全身, 2015 年 6 月 7 日 日本大学歯学部(東京都・千代田区)

小林 博, 生体計測と補綴 デジタルとアナログ, 公益社団法人 日本補綴歯科学会関越支部平成 26 年度学術大会 特別講演 2014 年 9 月 23 日 チサンホテルコンベンションセンター新潟(新潟県・新潟市)

KOBAYASHI H., Frequency Aspect of the Vibration-transmission from Handpiece in Technical Procedures, the 92nd IADR General Session 2014 年 6 月 25-28 日, Cape Town (South Africa)

小林 博, 加速度から見た咀嚼, 日本顎口腔機能学会第 8 回顎口腔機能セミナー, 2013 年 9 月 7, 8, 9 日 札幌北広島クラッセホテル(北海道・北広島市)

KOBAYASHI H., KON H, Vibration Dose in Technical Procedures by Handpiece, 2nd Meeting of the International Association for Dental Research - Asia

Pacific Region 2013 年 8 月 21-23 日
Bangkok (Thailand)

[図書](計 1 件)

小林 博(分担), 顎口腔機能の検査分析 - 基礎と実践 - 日本顎口腔機能学会 徳島県鳴門市 92-95 (総頁 95 頁) 2015

6. 研究組織

(1) 研究代表者

小林 博 (KOBAYASHI Hiroshi)

日本歯科大学・新潟生命歯学部・非常勤講師
研究者番号: 0 0 2 2 5 5 3 3

(2) 研究分担者

山田好秋 (YAMADA Yoshiaki)

東京歯科大学・歯学部・教授
研究者番号: 8 0 1 1 5 0 8 9

黒瀬雅之 (KUROSE Masayuki)

新潟大学・医歯学系・助教

研究者番号: 4 0 3 9 7 1 6 2