

機関番号：13102

研究種目：若手研究(B)

研究期間：2009～2010

課題番号：21700528

研究課題名(和文) 在宅使用を目指した易操作式振戦加速度バイオフィードバック訓練装置の開発研究

研究課題名(英文) Development of simple biofeedback equipment for controlling the tremor at home

研究代表者

松本義伸 (MATSUMOTO YOSHINOBU)

長岡技術科学大学・工学部・助教

研究者番号：00272873

研究成果の概要(和文)：

手のふるえを自分自身で制御することを目的に、操作の簡単なバイオフィードバック装置の開発を行った。この装置は、3軸型加速度計、生体計測アンプ、アナログ-デジタル変換器、パーソナルコンピュータ、ヘッドホンを用いて構成した。この装置を用いて上肢加速度の計測を行い、在宅での使用を想定した装置の安全性を検討した。発見された問題点を基に改良を行い、将来のバイオフィードバック訓練のための装置を作成した。

研究成果の概要(英文)：

I built a simple biofeedback equipment to control the upper limbs tremor. This equipment is composed of 3-axis accelerometers, amplifier, analog-to-digital converter, personal computer and headphone. I measured the upper limb acceleration using this equipment and investigated the safety of the equipment which assumed use at home. I improved this equipment based on the found problem. I have made the equipment for the biofeedback in the future.

交付決定額

(金額単位：円)

	直接経費	間接経費	合計
2009年度	2800000	840000	3640000
2010年度	500000	150000	650000
年度			
年度			
年度			
総計	3300000	990000	4290000

研究分野：総合領域

科研費の分科・細目：人間医工学・リハビリテーション科学・福祉工学

キーワード：振戦、加速度、バイオフィードバック

1. 研究開始当初の背景

パーキンソン病をはじめとする不随意なふるえを示す病気(振戦疾患)は、患者の社会生活を困難とする事などから、その抑制が必要とされている。パーキンソン病の治療には、定位脳手術や脳深部刺激療法等の手術療法、ドパミン作動薬や抗コリン薬等の薬物療法、また本態性振戦の治療にはベータ遮断薬

等の薬物療法が用いられている。しかしながら、患者の日常的な振戦をセルフコントロールする事も重要であり、バイオフィードバック療法が注目されている。バイオフィードバックとは被験者が普段気づくことのない生理情報を工学的機器の助けを借りて知ることにより、その制御方法を被験者自身で習得するという学習方法である。

本研究において、この目的を遂行するため

には、不随意運動である振戦を随意的に制御するために自律訓練法やリハビリテーション運動と併用して計測を行い、振戦抑制効果の見られた患者の生理情報をバイオフィードバック訓練指標とした装置を、長期間継続して使用する事が必要である。

私は、平成 18 年度に科学研究費補助金若手研究 A をいただきパーキンソン病患者を対象とした振戦疾患患者の振戦計測と病態評価、そしてリハビリテーションを目的としたバイオフィードバックシステム(図 1)を開発した。



図 1 振戦加速度実効値バイオフィードバックシステム

本システムを用いた 18 年度の研究では、パーキンソン病被験者 17 名をバイオフィードバック訓練群と対照群に分け短期バイオフィードバック訓練を試行した結果、バイオフィードバック訓練群は対照群に比べて有意に振戦加速度実効値を低下させることがわかり、システムの有用性が示唆された。

本システムを用いて、平成 19 年度にはパーキンソン病患者 10 名(男性 6 名、女性 4 名、平均年齢 65.2 ± 10.6)を対象とした 6 ヶ月間の振戦加速度音圧バイオフィードバック訓練を行った。被験者の利き手に本システムの 3 軸型加速度計を装着し、外部の影響を除外するために目を閉じ、ヘッドホンから出力される 1kHz の純音(音圧を加速度波形の実効値(RMS)に対応させて出力している)を減少させるよう目標を与え、1 分間×3 回実施する訓練を実施した。訓練計測場所は、本研究にご理解・ご協力いただいたクリニック診察室とした。担当医より紹介されたパーキンソン病の患者様に対して実験の目的、内容、個人情報の取り扱い等を説明し同意を得た後、被験者として訓練計測日を調整した。被験者には原則隔週での計測訓練をお願いした。訓練は 1 分間の振戦加速度実効値をバイオフィードバック指標とし、これを音圧に変換したのちヘッドホンよりフィードバックした。被験者は、フィードバックされた音

圧の変化より、これを制御する方法を訓練するというものである。

訓練後、パーキンソン病に特徴的な安静時振戦を計測評価し、訓練前後での振戦加速度実効値の比を比較した。バイオフィードバック訓練前後に各 1 分間振戦加速度を計測し、訓練効果を評価した。さらに、隔週 6 ヶ月間の継続訓練による効果も評価した。

本実験の結果、訓練後、振戦の大きさに相当する振戦加速度実効値の変化を評価したところ、バイオフィードバック訓練回数を重ねるに従い加速度波形の実効値(RMS)が減少する傾向がみられた。バイオフィードバック訓練結果の一例を図 2 に示す(横軸は訓練回数、縦軸は安静時振戦の強さをあらわしている)。本実験に被験者として参加した全員に良好な結果が得られたわけではないが、以下はバイオフィードバック訓練結果が効果的であったものである。

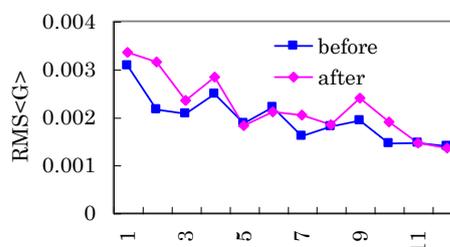


図 2 振戦バイオフィードバック訓練結果の一例

長期バイオフィードバック実験の結果、訓練回数を重ねるに従い振戦の大きさを示す加速度波形の実効値(RMS)が減少する傾向が見られ、訓練により振戦が減少したと言える。本結果より、バイオフィードバック訓練効果に個人差はあり全ての被験者に有効ではなかったものの、本システムが振戦抑制に有効である可能性が見られた。

この実験では姿勢時および安静時振戦の改善は見られたが、私は、本来の目的である被験者の日常生活の質向上のためには、更なる評価指標が必要であると考えた。具体的には、今回得られた振戦抑制効果が、書字や食事等の日常動作の改善にどれほど寄与するものかを評価する必要があると考えた。

2. 研究の目的

本研究課題は、パーキンソン病、本態性振戦疾患をはじめとする各種振戦疾患患者の日常生活における食事や書字の際に起きるふるえ(振戦)を、加速度計を用いて計測解析し客観的情報を提示する事により、自分自身で抑制するための自律的バイオフィードバ

ック訓練装置と訓練方法を確立することを目的としている。

3. 研究の方法

これまでの我々の計測実験では、被験者となる患者様に定期的にクリニックを訪れていただき、計測者と被験者が対面して、システムを使用した訓練を行ってきた。本システムの目的は、患者様がシステムを用いたバイオフィードバック訓練に対して意欲的に取り組むことにより、訓練・学習効果を向上させる事である。そのためには、クリニックまたは被験者自宅にシステムを常備し、被験者となつていただく患者様に自発的に装置を使用してもらう事が、訓練効果を上げることに繋がると考えている。

そこで、クリニックもしくは被験者として協力いただける患者様の自宅に、操作の容易な振戦加速度バイオフィードバック装置を置き、被験者自身が自由に使用できる環境で長期バイオフィードバック訓練を実施する事を計画している。これにより、自主的なバイオフィードバック訓練による振戦抑制訓練効果の向上及び日常動作への改善傾向を明らかにしようとするものである。そのため、本システム使用による訓練効果は、初めて装置を使用する前、使用後にあたっては数ヶ月に1回の頻度で従来の訓練計測システム用いて計測を行う。更に、日常動作への改善傾向を評価するため、書字等日常動作を模した運動課題遂行時の生理指標についても評価する。

このように、本研究課題は、パーキンソン病をはじめとする振戦疾患患者の日常的な振戦をセルフコントロールする事に重点をおき、バイオフィードバック訓練をその一手法として着目した。患者自身は日常生活に現れる振戦により書字や食事等で不便を強いられており、その抑制方法を確立するための研究は大変意義のあるものであると考えている。平成 18 年度の科学研究費補助金を受けて得た振戦の訓練評価システムに関する研究結果を基に、被験者となる振戦疾患患者様が自由に自主的にシステムを操作できるようにする事で、患者様が自分で振戦の状態を確認し、本システムを用いたバイオフィードバック訓練により振戦自己抑制のために何をコントロールすれば良いかを認識し、その制御方法を学習する意欲を保ち続ける事ができるようになると考えており、これによりバイオフィードバック訓練効果の向上が予想される。

さらに、訓練により獲得した振戦抑制方法が、日常生活における書字や食事(湯茶を注ぐ等)の動作時振戦改善につながるかどうかを評価する事も、今後のバイオフィードバック

訓練システム開発に有用な結果となると期待している。

そこで、本研究課題ではこれまでの研究成果をもとに3軸型加速度計、生体計測アンプ、解析処理用アナログ-デジタル変換器、パーソナルコンピュータ、フィードバック用ヘッドホンを1つの筐体に収納し、振戦疾患患者自身が可能な限り簡便に操作できるバイオフィードバック装置(図 3)を構築することを計画した。

具体的には、加速度計・アンプ・AD変換器・PCを1つのユニットとするため、リアルタイムプロセッサと再構成可能FPGAを搭載したAD変換ユニットを購入し、FPGAチップ上に解析プログラムを組み込む。さらに工業製品加工会社と打合せを行い、ADユニットと加速度計、ヘッドホンを収納できる筐体を作成する。筐体には、高齢者や振戦疾患の被験者でも操作できる大きめのボタンを配置し、センサーを装着してボタンを押すだけで手軽にバイオフィードバック訓練が可能なものとした。

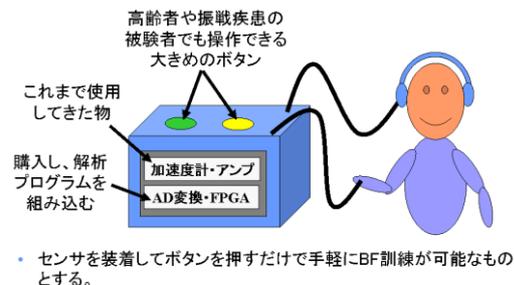


図 3 バイオフィードバック装置案

構築した装置を用いて入力した加速度信号から算出したバイオフィードバック指標を音に変換し、ヘッドホンから出力する一連の動作を確認し、安静時や書字時等、日常生活を想定した様々な環境下での安定動作及び安全性を確認することを計画した。

4. 研究成果

振戦疾患患者の振戦を計測する加速度計、加速度信号を処理する信号収録機器および被験者へのバイオフィードバック信号呈用のヘッドホンを一つの筐体に収納した。本研究の対象となる振戦疾患患者の多くが高齢者であることから、外部PCからの操作を必要とせずボタン一つで装置操作が可能となるよう、FPGAプログラミングによる自動実行の装置を構築した(図 4)。

本装置を用いて加速度計からの信号を周波数及び振幅処理し、音圧によってフィードバックさせる動作試験を試みた。その結果、操作・集録プログラムの再構築を要する箇所が見つかった。そこで、操作・集録プログラムの再構築を行い、計測された振戦加速度振

幅に対応する音圧バイオフィードバックシステムを作成した。その後動作確認を行っていたが、加速度センサーの故障が生じ計測ができなくなったため原因を調査した。調査の結果、加速度センサーの仕様に不具合があることが分かり、センサー周辺回路の変更を検討した。



図4 構築したバイオフィードバック装置

本研究課題により、振戦疾患患者の振戦を計測する加速度計、加速度信号を処理する信号収録機器および被験者へのバイオフィードバック信号呈示用のヘッドホンを一つの筐体に収納した易操作式バイオフィードバック訓練システムが構築できた。機器を構築して初めてセンサーの問題等が明らかとなったため、信号集録と処理の仕様変更に対応した細かな修正を要するが、今後は振戦疾患患者の運動課題遂行時における振戦抑制バイオフィードバック訓練に向けて研究を継続する予定である。

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)

[学会発表] (計1件)

松本義伸、福本一朗、田村正人、タブレットPC と加速度計を用いた振戦疾患患者の病態評価、生体医工学シンポジウム 2010

6. 研究組織

(1) 研究代表者

松本義伸 (MATSUMOTO YOSHINOBU)

長岡技術科学大学・工学部・助教

研究者番号：00272873