リアルタイム NIRS バイオフィードバックシステムの開発 Development of the Real-time Biofeedback System using NIRS

○福長一義¹, 増田尚久², 福井裕輝², 中島章夫¹, 嶋津秀昭¹, 石山陽事¹, 福井康裕³, 大瀧純一¹

1. 杏林大学保健学部, 2. 国立精神・神経センター, 3. 東京電機大学理工学部

○Kazuyoshi Fukunaga¹, Naohisa Masuda², Hiroki Fukui², Akio Nakajima¹, Hideaki Shimazu¹,

Yoji Ishiyama¹, Yasuhiro Fukui², and Junichi Otaki¹

1. Faculty of Health Sciences, Kyorin University,

2. National Center of Neurology and Psychiatry,

2. School of Science and Engineering, Tokyo Denki University

1. はじめに

精神科臨床において、認知行動療法は薬物療法と並ぶ治療の柱である。この療法は、治療者が介入する事により患者の認知の歪みを変えて行く事に主眼が置かれている。介入の方法は、大きく分けて、認知的技法、情動的技法、行動的技法があり、これらの技法を総合的に用いて、治療パッケージを形成して治療が進められていく。

これまで患者へのフィードバックには、認知療法意識尺度 CTAS (cognitive therapy awareness scale) などの質問紙、さらに脳波、脳磁図、心電図、心拍数などのバイオマーカーが用いられてきたが、その効果について未だ明らかになっていない。またこれらの生体信号は自律神経機能を反映しており、脳画像(脳機能)そのものを計測しているわけではない。

脳画像を直接計測する装置として、主に fMRI が用いられている。これまでに、fMRI を用いたバイオフィードバックによって、患者のトレーニング次第では慢性痛の痛みを和らげられたとの報告がある。また fMRI バイオフィードバックを学習することによって、自分の脳活動を変化させられたとの報告もある。

fMRI は、原理的問題(BOLD)から約 10 秒間のタイムラグが生じるため、真にリアルタイムバイオフィードバックを行うことは困難である。また fMRI は、専用の設備を必要とし高強度の磁場を用いることから、システムの構築に制約が多いという問題がある。

これに対して近赤外線分光法(NIRS)は、非侵襲・低拘束で計測可能なことに加え、比較的長時間分解能が高く、かつ連続測定できるという特徴から、リアルタイムバイオフィードバックに適した画像装置だといえる。しかし開発された時期などの関係もあり、バイオフィードバックの研究は fMRI が先行しており、NIRS の特徴を活かした治療システムの研究は、知る限り行われていない。

以上から本研究では、精神療法の一形態である認知行動療法に、NIRS を応用し、患者の治療効果の向上を目指したリアルタイムバイオフィードバックシステムを開発することを目的とする。

2. システムの概要

本研究では NIRS 装置として、光トポグラフィー ETG-4000 (日立製作所)を用いた。この装置は PC とのネットワーク接続機能を有し、測定データをリアルタイムに出力する機能がある。システム開発のために、新たに NIRS 装置の改造などを行う必要がないため、臨床応用へのハードルを下げる事が可能である。

Fig.1 Outline of real-time biofeedback system

現在この機能を活かし、PC で取得したヘモグロビンデータを高速で処理し、画像や音声などのフィードバック信号を作成し、被験者に対してリアルタイムにバイオフィードバックを行うシステムの開発を進めている。

開発中のシステム概念図を Fig.1 に示した。システムは、被験者に画像を提示するヘッドマウントディスプレイ (i-visor DH-4400VP・Personal Display Systems, Inc.)、聴覚提示を行うヘッドホン、および生体信号(心電図、皮膚電気反応など)の記録装置から構成した。

3. 今後の課題

例えば画像によるバイオフィードバックを行うためには、NIRS の計測データを基にして治療に効果的な画像をリアルタイムに作成し、ビデオ出力する必要がある。提示画像として、手始めに 2 次元の脳血流マップをそのまま提示することも考えているが、情報が多すぎて被験者が画像を上手に活用できず、想定した結果が得られない可能性がある。そこで、例えばアナログメータのようなシンプルな提示方法も検討し、最適な画像および提示方法を模索していく予定である。また、音声その他のフィードバックについても検討していく。