1P1-22 眠気と瞳孔反応の工学的解析-断眠実験による検討-

Analysis of sleepiness and pupillary response-Sleep deprivation experiment-

○シャイド モハメド ノー, 加藤 綾子¹, 福井 裕輝², 村井 俊哉², 福井康裕¹,

¹東京電機大学 理工学部 電子情報工学科

²京都大学大学院 医学研究科 精神医学教室

Syed Mohd Nooh¹, Ayako KATOH¹, Hiroki FUKUI², Toshiya MURAI², Yasuhiro FUKUI¹,

¹School of Science and Engineering, Tokyo Denki University

²Graduate School of Medicine, Kyoto University

1. はじめに

現在、加齢社会やストレス社会へと移行するのに伴って、睡眠に関する悩みを抱える人が増加し、5人に1人が不眠症であるという統計もある。これまで眠気を客観的に知るためには、脳波・心拍・呼吸などの計測が試みられてきた。しかし、これらの計測には、眠気の検出感度や電極装着などの拘束による被験者への負担に問題があった。これらの問題により、簡単かつ高感度に眠気を推定できる計測システムが求められている。

眠気・睡眠の状態は、自律神経（交感神経・副交感神経）の活性状態と関連があることが知られている。瞳孔は自律神経によって支配され、その大きさは制御されている。このことから瞳孔の状態を測ることで間接的に睡眠の状態を測ることができると考えられる。

本稿では我々がこれまでに開発してきた高空間・高時間分解能を持つ非装着型瞳孔計測システムを用い、断眠負荷を与えたときの瞳孔反応を計測した。計測した瞳孔反応を用いて、瞳孔パラメータの周波数解析を行った。これにより眠気と瞳孔反応の関連について検討した。

2. 計測システム

計測システムを図1に示す。視覚刺激提示用パソコン、高速度 CMOS カメラを制御するパソコン、赤外照明のコントローラは暗室外に、高速度 CMOS カメラ、モニター、赤外照明、刺激光源を暗室内に設置する。暗室内に設置した椅子に被験者に座位になるよう指示し、被験者の頭から約 70[cm]前方の位置から高速度カメラで瞳孔を撮影するというものである。赤外照明は、波長 860 nm の近赤外 LED を使用した。また、撮影した瞳孔映像は、オフラインで解析した。

Fig.1 Pupillography system

本瞳孔計測システムは非装着型であるため、被験者に対する拘束性が少なくなり、精神的負荷を軽減することができる。よってより自然な状態を計測できる。

3. 実験方法

健康男女性（大学生、大学院生）7名を対象に実験をおこなった。被験者には、前日に十分に睡眠を取ってもらい、実験開始 3 時間前に起床してもらった。また、眼科疾患、睡眠障害がないこと、薬物を服用していないことを確認した。起床してから実験終了までカフェインとアルコールの摂取を禁止した。36 時間断眠をしてもらい、起床から 3, 12, 21, 36 時間後に瞳孔径を計測した。被験者に対して、計測時間以外の規制は行わず、テレビ鑑賞、ゲーム、会話等自由に過ごすよう指示した。計測プロトコルは、計測前後に主観的眠気評価（VAS: Visual Analog Scale, KSS: Kansei Sleepiness Scale）を行い、瞳孔、心拍および心電図の計測を行った。1 回の瞳孔の計測では 30 秒間の瞳孔計測および対光反射の計測を行い、計 3 回のサンプルを得た。また、コントロールとして断眠前にも同様の計測を行った。

Fig.2 Measurement protocol

3. 結果と考察

断眠中の瞳孔の微細な面積変化の計測を行った。主観的眠気評価(VAS, KSS)による眠さが増していくと、縮瞳傾向がみられた。さらに、時間・周波数解析により、断眠時の瞳孔パラメータへの影響、特に瞳孔反応のゆらぎに焦点を当てて解析を行った。

4. まとめ

断眠中の瞳孔反応の変化を計測した。主観的眠気と瞳孔変化には関連がみられ、瞳孔計測による眠気推定の可能性が示唆された。