

瞳孔反応と眼球運動のイメージ解析に基づく中枢性神経機能診断システム

Diagnosis system for central neural function disorders based on the image analysis of pupillary response and eye tracking movement

バイオ・マテリアル学科 南谷晴之 (Haruyuki MINAMITANI)

In this study, development of infrared imaging system was achieved for analysis of pupillary response and eye tracking movement concerning in the central neural function disorders. The system is constructed with 780 nm infrared LED light source, infrared filter and miniature CCD camera for image acquisition and compact personal computer with image capture board for image processing. After image processing, smooth pursuit eye movement, saccadic eye movement, nystagmus, cycloduction movement, pupil light reflex, near convergence reaction are obtained as the visual functions, from which various disorders of autonomic neural function, vertigo, Alzheimer's dementia, Parkinson's disease, spinocerebellar degeneration, and so on can be early diagnosed and evaluated after the therapeutic treatment.

中枢神経系疾患の診断には多くの場合、X線CT、MRIあるいはPETなどの画像診断装置が使われるが、CT、MRIは形態学的診断に、PETは機能的診断に適している。いずれも診断効果が高いというメリットがあるものの、経費がかかり、診断結果を得るのに時間がかかるという問題点も上げられる。臨床の現場では、機能診断の面で測定精度が高く、患者に負担をかけない簡便・安価な診断装置が望まれている。本研究で開発した赤外イメージング法による瞳孔反応と眼球運動の視機能解析システムは、大型の画像診断装置のようにあらゆる疾患に対応するものではなく、視機能に関連する自律神経系疾患、眩暈・眼振、認知症（アルツハイマー病）、パーキンソン病、脊髄小脳変性症などの早期診断や予後診断などに役立つと考えている。

システムは、開眼状態で波長 780 nm の近赤外光を照明し、近赤外フィルタを通して超小型の CCD カメラで眼球部を撮像するもので、これを Fig.1 に示すゴーグル型とハンディ型の 2 種類の撮像ユニットに組み込んだものになっている。撮像されたイメージは画像キャプチャボードを介して即座に PC に転送され、リアルタイムで画像処理される。視機能情報として滑動性眼球運動、衝動性眼球運動、視運動性眼振、回旋機能、前庭動眼反射、対光瞳孔反応、近見瞳孔反応、などを眼球位置計測、瞳孔径計測から求める。Fig.2 は左右水平方向の眼球運動を示したもので、ほかに垂直眼球運動と眼球回転運動である回旋が時系列データとして求められる。Fig.3 は散瞳と縮瞳を示したもので瞳孔径の時系列データを高時間分解能で求められる。Fig.4 は対光反射における瞳孔径の変化を示した一例であり、急速な縮瞳反応がみられる。被験者によってその反応の早さと回復時間は異なり、単に瞳孔径変化の大きさだけでなく、反応・回復時間も視運動機能と中枢神経機能をとらえるのに役立つ。我々は、本システムを用いて短期記憶障害やストレス負荷における視機能の変化を瞳孔反応からとらえたり、注意力・意識力の低下にともなう眼球運動や瞳孔反応の変化を求め、中枢性神経機能診断の可能性を検討している。



Fig.1 Image acquisition system of eye movement and papillary response by using goggle-type and handy-type of infrared CCD camera



Fig.2 Infrared images of eye movement toward horizontal direction

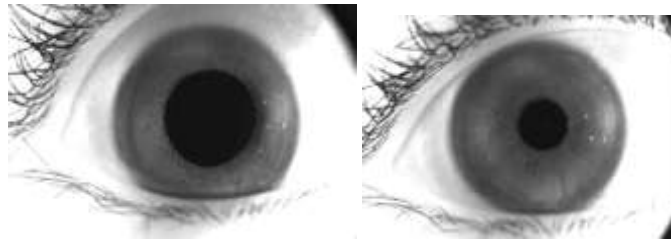


Fig.3 Infrared images of papillary response concerning mydriasis (left) and miosis (right)

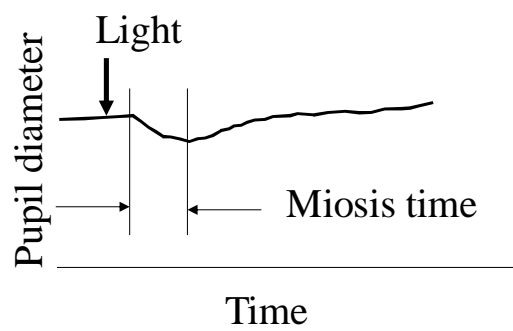


Fig.4 Pupillary response of miosis against high intensity light stimulus