

学 位 論 文 要 約

研究題目

Assessment of silent reading ability among glaucoma patients using an eye tracking system with horizontally scrolling text

(視線解析装置を用いた緑内障患者の横スクロールする文章の黙読能力評価)

兵庫医科大学大学院医学研究科

医科学 専攻 高次神経制御 系

眼科 学 (指導教授 五味 文)

氏 名 横山 弘

緑内障は、世界的に視覚を脅かす主要な疾患であり、徐々に進行する視野欠損が特徴で最終的には失明に至るが、疾患の初期段階では自覚症状がほとんどないことが多い。進行した緑内障は、歩行、運転、読書などの日常生活に支障をきたし、生活の質を低下させる。視野欠損のある緑内障患者は、緑内障のない人に比べて黙読能力が低下している可能性を示唆する多くの報告があり、最近では視線や眼球運動を非侵襲的に迅速に測定できるアイトラッキングシステム(視線解析装置)を用いて、緑内障患者の黙読能力を調査しているいくつかの報告がある。黙読中の眼球運動を客観的に測定できるため、定量的な評価が可能になり、特定のテキストや画像の選択、黙読状態の視覚化、眼球運動パターンの定量化を可能にしている。

以前より電子メディアの台頭により、限られたスペースで情報を伝えるために、水平スクロールで文章を表示する機器の利用が増えている。スクロール形式は、1 ページにまとまったコンテンツを表示することを可能にし、ユーザーはページ間を移動することなく、スムーズにコンテンツを読むことができる。モバイル機器では、さまざまな画面サイズに文章をスクロールできるため、小さな画面でも情報表示の効果が高まる。長い文章の場合には、画面の右から左へ水平にスクロールする文字列を表示することも一般的で、テレビの字幕、スマートフォンの動画、地下鉄の電光掲示板など、さまざまな場面で横スクロールする文章は頻繁に採用されている。本研究では、視線解析装置を用いて、緑内障患者の水平にスクロールする文章の黙読能力を評価した。

兵庫医科大学病院の緑内障外来における以下の基準を満たす緑内障患者を対象とした。年齢 70 歳以下で、標準的な静的視野検査(SAP)で少なくとも片眼が 10-2 の閾値で MD 値 -4.0dB 以下、両眼の矯正視力 0.7 以上のものとした。黙読能力に対する認知機能低下の影響を排除するため、緑内障患者、対照群ともに被験者の年齢は 70 歳までとした。

本研究で用いた視線解析装置は Tobii Pro Lab Pro Spectrum (Tobii Technology 社、スウェーデン) は、瞳孔検出のための明瞳孔法と近赤外線照射による角膜反射法を用いて視線の測定を行うことができる。文章が画面の右から左へ水平にスクロールするビデオの提示中に視線解析装置のデータから作成したヒートマップ画像や Excel データを用いて、読書

時間、平均位置、平均固視時間（AFT）を正常眼（23 人、46 眼）と緑内障（25 人、45 眼）の間で比較した。採用した文章は、日本人の視覚障害者の読解力を評価するために使用される MNREAD-J で使用されている文章で構成されている。これらの文章は、句読点なし、漢字 8 字以内、文字全体が 30 字で構成されており、中学生以上の日本人に理解できる平易な文章となっている。4 つの文体（文字が大きく遅い、文字が大きく速い、文字が小さく遅い、文字が小さく速い）を画面の上部または下部でスクロールさせた。遅い文字は 4 文字/秒（0.250 秒/文字）、速い文字は 6 文字/秒（0.167 秒/文字）で画面に表示された。画面から 60cm の距離で、大きい文字は 54pt、小さい文字は 28pt で、それぞれ小数視力 0.1、小数視力 0.2 にほぼ相当した。被検者は画面中央の赤点に視線を固定し、画面に文章がスクロールし始めると視線を動かして黙読する。文章を読み終わると、視線を中央の赤点に戻すよう指示され、次の文章が現れるまで赤点を固視するように指示した。検査は両目、右目のみ、左目のみの順にそれぞれ 1 回ずつ測定を受けた。

正常眼と比較すると、緑内障では、下段に表示される大きな文字の速い文章を読む場合、右眼の読書時間が有意に長く、緑内障の左眼では、4 つの文型すべてにおいて、上段、下段、または両段で視線位置の左方移動を認めた（各ユニットについて $P < 0.05$ ）。緑内障と健常眼で 4 つの文体で AFT に有意差はなかった。下方の視野欠損がある左眼では、上部に提示された文章は、すべてのシナリオで一貫して視線位置の左方移動との相関を示した。

一般に中心視野は、文字を読む際に最も重要な視野と考えられており、中心 10-2 の SAP の結果が読書能力に影響することが報告されている。したがって、緑内障性変化のある患者の中心視野における評価は、読書能力を知る上で重要である。

本研究では、緑内障患者を対象に、テレビやビデオなど日常生活でよく見られるようになった、右から左へ文字をスクロールする場面での読書能力を評価した。本研究における緑内障患者は、30-2 SAP テストではなく、10-2 SAP テストにおいて緑内障性変化を有する患者に限定した。さらに、中心視野の進行に関連した視力低下を有する患者は研究から除外されたが、矯正視力が維持され、中心視野に緑内障性視野欠損を有する患者は含まれている。視線位置については、緑内障ではスクロールしている文章を読む際に視線が左方向に流れやすいことが示された。右から左へスクロールする文章は、緑内障の右眼ではとらえやすいが、緑内障の左眼では、初期の緑内障に特徴的な視野障害である鼻側階段の視野変化のため、より困難である可能性がある。緑内障左眼のヒートマップ解析で観察されたように、このような困難さが、テキストを読む際に、より画面の左方向で視線が流れることにつながったと推測される。

AFT の結果では、緑内障と健常眼との間に有意差は認められなかった。固定された文章の黙読に関する先行研究では、緑内障患者では AFT が延長することが示されており、この影響は 10-2 SAP での MD の不良によって悪化していた。固定された文章とスクロールする文章での眼球運動の違いにより、停留時間の値が異なっている可能性がある。

MNREAD-J を用いた先行研究では、緑内障患者の最大読書速度と臨界活字サイズは健常者よりも有意に低いことが示されている。今回のスクロールする文章では、以前の研究で用いられた固定された文章よりも短かったため、文字の大きさによる読書速度の有意差は生じなかった可能性がある。

結論として、左眼に中心視野欠損を有する緑内障患者は、正常眼に比べ、水平にスクロールされた文章を読むことがより困難である可能性がある。