

科学研究費助成事業 研究成果報告書

平成 29 年 5 月 19 日現在

機関番号：34419

研究種目：基盤研究(C) (一般)

研究期間：2014～2016

課題番号：26462653

研究課題名(和文)自動動的視野測定プログラムの臨床開発

研究課題名(英文)Clinical development of automated kinetic program

研究代表者

橋本 茂樹 (HASHIMOTO, Shigeki)

近畿大学・医学部・講師

研究者番号：20388557

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 3,800,000円

研究成果の概要(和文)：自動動的視野測定プログラム(Program K)は、応答点が成す外部角度を用いて視野の正常異常判定を行い、測定経線の追加やイソプタ描写を完全自動で行う視野測定プログラムである。本研究では、最新のOctopus900視野計のコントロールソフトであるEyeSuite(Ver.4.2.1)にProgram Kを内蔵し動作確認を行った後、測定アルゴリズムの改良を行った。また、Program Kが各種疾患の視野異常に対応できるかを検証するために、自動視野測定ロボットを独自に開発した。

研究成果の概要(英文)：Our new automated kinetic program (Program K) assess the abnormality of isopter patterns using the external angles of patient response points, perform the additional meridian and depict the isopter automatically. In this study, we installed Program K in EyeSuite (ver.4.2.1), the latest control software for Octopus 900 perimeter. After checking the operation system, we also improved the measurement algorithm. Next in order to verify whether Program K can detect with visual field abnormality of various diseases, we developed a robot that can perform visual field testing automatically.

研究分野：視野、緑内障

キーワード：自動動的視野測定プログラム Octopus900視野計 Program K 自動視野測定ロボット

1. 研究開始当初の背景

視野測定法は、イソプタ(等感度曲線)を求める動的視野測定法と測定点毎の視感度を求める静的視野測定法に大別される。近年、自動視野計を用いた中心 30 度内の静的視野測定が視野検査の主流となっているが、緑内障後期、神経眼科疾患、網膜疾患においては中心 30 度外の周辺視野の情報を得ることは、その診断や治療において重要となる。一方、Goldmann 視野計を用いた動的視野測定は、周辺視野を含めた全視野を短時間で効率よく測定することができる。しかしながら、その測定は手動で行われるため検査者の技量が結果に大きく影響を与えてしまうという問題がある。一方、自動視野計を用いた動的視野測定は Perimetron をはじめ自動視野計の開発当初から多数試みられてきたが、患者応答のばらつきや測定アルゴリズムの問題により、その測定結果は満足のものではなく今日においても普及していないのが現状である。そこで、われわれはイソプタの応答点が形成する外部角度を用いて視野の正常異常判定する自動動的視野測定プログラム(Program K)を独自に開発した。平成 13 年度～平成 14 年度科学研究費補助金(基盤研究(c)(2)、研究代表者:奥山幸子(近畿大学医学部講師)、課題番号:13671859)の助成により、イソプタの内部面積、外部角度を用いて個体内、個体間での各種測定条件が Program K の測定結果に及ぼす影響についての検討を行った。また平成 21 年度～平成 22 年度科学研究費補助金(若手研究(B)、研究代表者:橋本茂樹(近畿大学医学部講師)、課題番号:21791724)の助成により Program K で問題となっていた応答変動因子を制御するプログラムを開発し、これによりイソプタの不整スパイク形成を抑制することができるようになった。

2. 研究の目的

Program K を最新の Octopus900 視野計のコントロールソフトウェアである EyeSuite(ver.4.2.1)に内蔵し、動作確認ならびにプログラムの改良を行う。また、Program K の臨床実験を行うために自動視野測定ロボットを開発する。

3. 研究の方法

(1)最新の Octopus900 視野計のコントロールソフトウェアである EyeSuite(Ver.4.2.1)では、コントロールソフトが変更になったことより Octopus900 視野計で Program K を可動させることができなかった。そこで平成 26 年度は、Octopus 900 と EyeSuite の製造ならびに開発会社である HAAG-STREIT 社(スイス)と、日本国内の販売委託会社であるアールイーメディカル社にソフトウェアの開発依頼を行い、新しいポート作成により Program K が Octopus 900 視野計のソフト上で可動できるようにする。次に Program K により視野計

のキャリブレーション、視標提示、視標の記録、結果の記録等が正常に行なわれているかの動作確認を、研究代表者(橋本茂樹)が行う事とする。

(2)平成 27 年度は緑内障性視野障害を有する症例を対象に、Program K を用いて Octopus900 視野計にて完全自動動的視野検査を行う。データの収集は研究分担者(松本長太)が行う。また測定方法は Goldmann 視野計と現在市販されている半手動自動動的視野測定計である Goldmann SKP を使用する。Program K と SKP の 2 種類の動的視野検査を同一条件下で測定し比較検討を行う。使用する視標サイズ輝度は 111/4e, 1/4e, 1/3e, 1/1e、視標速度は秒速秒速 2,3°を使用する。Program K の設定条件は過去の研究より分岐回数 Stage2、角度判定の正常範囲 150-240°とする。検討項目は大きく分けて、各視野の一致率と測定時間の比較の 2 つとする。視野の比較には 2 つの視野を重ね合わせ、その結合面積(Union area)と共有面積(Intersection area)を求め、その比で位置と面積を指標とした一致率を算出する。また、測定時間に関しては、各視野計の視標輝度サイズ等の測定条件を一致させた上で測定時間の比較検討を行うものとする。データの収集は研究分担者(松本長太)、解析は研究分担者(下村嘉一)が行う。また、既存の Program K のアルゴリズムでは複雑な(分離した)視野ではイソプタが交差して、最終的に不整なイソプタ形状を示したり、測定時間が延長されてしまっていた。今回、Program K にイソプタの交差を認識させ、それ以上分岐(Stage)が進まないようにする機能を付加するためプログラムの改良を行うこととする。

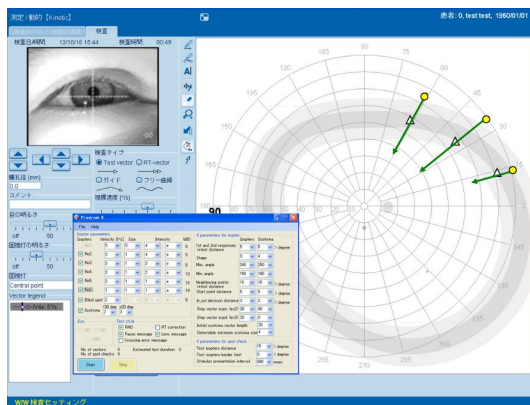
(3) Program K を臨床応用するにあたっては、多数の視野障害パターンと各種測定条件を変更し検証を行う必要がある。ただ実際の患者で検証を行うと、膨大な測定時間が必要となってしまうたり、疾患を患っている患者には、精神的、身体的負担が大きくなることも予測される。よって平成 28 年度は、自動で視野検査が行える視野検査ロボットの開発を行う事とした。自動で視野検査ができるロボットは史上初の開発であり、ロボットの組み立てとシステムの開発は研究代表者(橋本茂樹)と株式会社クリュートメディカルシステムズの共同で開発を行い、データの収集は研究分担者(松本長太)が、測定結果の解析は研究分担者(下村嘉一)が行う。

4. 研究成果

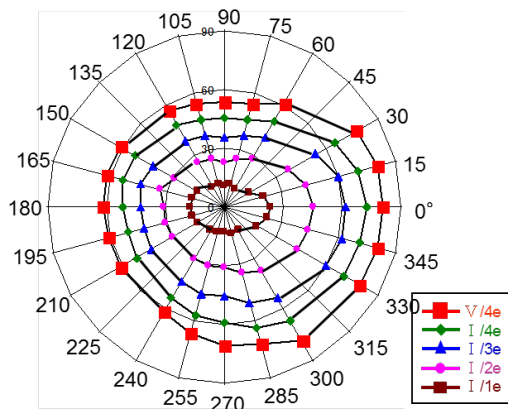
(1)Octopus900 視野計のコントロールソフトウェアである EyeSuite(Ver.4.2.1)に、新しいポートを作成し Program K が Octopus 900 視野計のソフト上で可動できるようになった(図 1)。次に視野計のキャリブレーション、視標提示が正常に行われていることを確認

する目的で、Octopus900 視野計とコントロールコンピュータの間に通信回線用コンピュータを接続した。正常被験者を用いて視標サイズ輝度を $V/4e, I/4e, I/3e, I/2e, I/1e$ の視標を呈示したところ、視標提示、視標の記録、結果の記録等が正常に行なわれているかの動作が確認できた(図 2)。

(図 1)

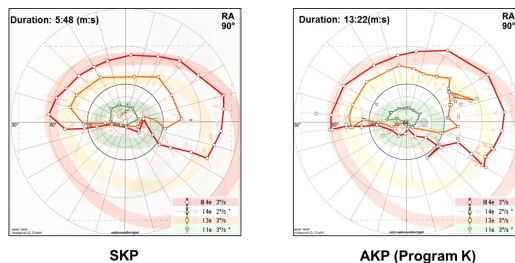


(図 2)

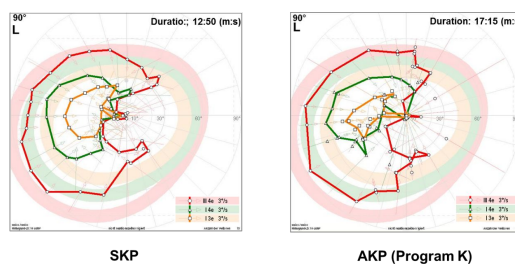


(2) 現在市販されている半手動自動動的視野測定 Goldmann SKP と完全自動動的視野計の Program K を用いて Octopus900 視野計を同一条件下で測定し比較検討を行った。前部虚血性視神経症の症例では、Program K では、Goldmann SKP と同様の下方の視野欠損を検出することができた。(図 3) 結合面積 (Union area) と共有面積 (Intersection area) を算出し位置と面積を指標とした一致率 (U/I ratio) は、III/4e:78%、I/3e:61%、I/1e:58%、全イソプタの平均一致率は 66% であった。測定時間に関しては、Goldmann SPK では 5 分 48 秒、Program K では 13 分 22 秒であった。緑内障の症例では、Program K では、Goldmann SKP と同様の鼻側の視野欠損を検出することができた。(図 4) 一致率 (U/I ratio) は、III/4e:82%、I/4e:60%、I/3e:54%、全イソプタの平均一致率は 65% であった。測定時間に関しては、Goldmann SPK では 12 分 50 秒、Program K では 17 分 15 秒であった。

(図 3)



(図 4)



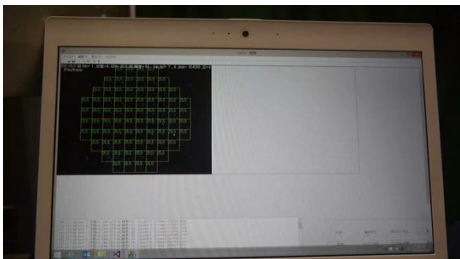
また Program K のプログラムを追加変更し、イソプタが交差した場合にはそれ以上分岐が進まないように改良を行った。新しいプログラムでは図 4 で示すように III/4e の鼻側下のイソプタが交差したため Stage をその段階で中止し、交差によってアルゴリズムの不具合が生じるのを未然に防ぐように改善することが出来た。

(3) 自動で視野検査が行える視野検査ロボットの開発をした。新しく開発した自動視野検査測定ロボットは、広角レンズ、ハイダイナミックレンジカメラ、応答ボタンを押すためのソレノイド、パーソナルコンピュータと視野検査ソフトウェアから構成される。カメラは視野計の顎台に特殊な機材で固定させ(図 5)、ドーム内に視標が出現すると、カメラを通してコンピュータにその情報が伝わる(図 6)。ソフトウェア上であらかじめ設定した感度に達すると、ソレノイドを使って視野計の応答ボタンを押すというシステムとなっている(図 7)。今回の実験では偏心度 30 度、視標輝度 0-30dB までの静的視標を認識させることが出来た。また自動視野検査ロボットの応答感度をすべての測定点を 20dB 以下で応答するように設定し、Humphrey Field Analyzer II(750i) 30-2 full threshold strategy で測定した結果を図 8 に示す。

(図 5)



(図 6)



(図 7)



(図 8)

	15.0 15.0	15.0 15.4	
	16.6 17.0 17.0	16.0 16.0 16.0	
	17.0 16.0 17.0 17.0	16.0 17.0 17.0 17.0	
17.0 17.2 18.0 17.0 17.0		17.6 17.0 18.0 17.6 16.0	
17.0 17.0 17.0 18.0 17.0		18.0 18.0 17.2 17.0 17.0	
18.0 18.0 18.0 18.6 18.0		18.0 17.2 18.0 17.8 17.8	
18.0 18.0 18.0 19.0 19.0		18.2 18.6 18.2 18.2 17.8	
	17.8 18.0 19.0 18.0	18.8 18.8 18.2 18.2	
	19.0 18.0 19.0	18.2 18.2 18.2	
	18.2 19.0	18.8 18.4	

今後、今回開発した自動視野検査ロボットを用いて Program K にて、様々な視野での実証実験を行い、完全自動動的視野測定の市販化を目指す。

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)

〔雑誌論文〕(計 1 件)

1. Hashimoto S, Matsumoto C, Okuyama S, Takada S, Arimura-Koike E, Shimomura Y: Development of a New Fully Automated Kinetic Algorithm (Program K) for Detection of Glaucomatous Visual Field loss. Invest Ophthalmol Vis Sci56(3): 2092-2099, 2015
DOI: 10.1167/iovs.14-16182(査読有)

〔学会発表〕(計 5 件)

1. 22nd International Visual Field Imaging Symposium (Udine, Italy September 28th·2016)

Hashimoto S. Development of a robot ("Loris") for visual field testing using a high dynamic range (hdr) camera

2. 第 27 回日本緑内障学会(平成 28 年 9 月 17 日 神奈川県横浜市 パシフィコ横浜)
橋本 茂樹. ハイダイナミックレンジカメラを用いた視野検査ロボット (Loris) の開発
3. 第 26 回日本緑内障学会(平成 27 年 9 月 11 日 愛知県名古屋市 ウィンクあいち)
橋本 茂樹. [シンポジウム] 自動車運転
4. 第 4 回日本視野学会学術集会(平成 27 年 5 月 30 日 石川県金沢市 金沢市文化ホール)
橋本 茂樹. 緑内障の両眼視における視野進行様式
5. 21th International Visual Field and Imaging Symposium (New York, USA September 11th,2014)
Hashimoto S. Comparison of kinetic programs in various automated perimetry.

〔図書〕(計 0 件)

6. 研究組織

(1)研究代表者

橋本 茂樹 (HASHIMOTO, Shigeki)
近畿大学・医学部・講師
研究者番号：20388557

(2)研究分担者

下村 嘉一 (SHIMOMURA, Yoshikazu)
近畿大学・医学部・教授
研究者番号：20162737

松本 長太 (MATSUMOTO, Chota)
近畿大学・医学部・教授
研究者番号：70229558

(3)連携研究者

なし

(4)研究協力者

なし