

科学研究費助成事業 研究成果報告書

平成 27 年 6 月 2 日現在

機関番号：12601

研究種目：若手研究(B)

研究期間：2013～2014

課題番号：25861619

研究課題名(和文)眼優位性を考慮した両眼視野推定法の創出

研究課題名(英文) Establishment of the method to presume binocular visual field considering dominance of eyes

研究代表者

間山 千尋 (Mayama, Chihiro)

東京大学・医学部附属病院・講師

研究者番号：50570701

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 3,300,000円

研究成果の概要(和文)：眼優位性を詳細に測定する方法を確立したが、両眼視野推定に与える影響は大きくなかった。アンケート調査の結果から項目応答理論(ラッシュ法)を用いて生活不自由度を詳細に推定する方法を確立し、視野検査の結果をランダムフォレスト法などの機械学習法を用いて解析し、検査中の眼球運動などの情報を利用することでより正確に視野を評価し、生活不自由度を推定できた。視野の進行評価や将来の予測において、least absolute shrinkage and selection operator (Lasso) 回帰法や、視野を小セクターに細分割したクラスター回帰を用いることが有用であった。

研究成果の概要(英文)：The method to evaluate dominance of eyes had been established but it had not a large impact on speculating binocular visual field. It was important to apply the item response theory (Rasch analysis) when investigating the patient's quality of life. It was also advantageous to apply machine learning methods, such as the random Forests method, when predicting patients' quality of life from the results of visual field. When interpreting the results of visual field measurement, it is useful to evaluate the reliability of visual field using the Gazetracking results (eye movements). Also, when analyzing the progression rate of visual field, it is useful to apply the least absolute shrinkage and selection operator (Lasso) regression and also cluster-wise regression method.

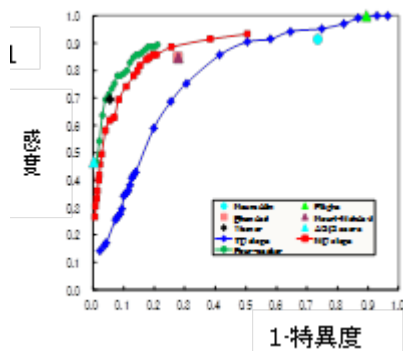
研究分野：緑内障

キーワード：緑内障 視野 眼優位性 QOL

1. 研究開始当初の背景

わが国の成人失明原因1位をしめる緑内障の主症状は視野の障害であり、不可逆的に進行する視野障害の程度と進行速度を評価することが、病態評価と治療方針の決定には必須である。研究代表者はこの緑内障視野の進行評価方法について、従来の片眼ずつの回帰分析による方法の能力、妥当性を多施設研究等で報告¹⁾してきた。(図1)

図1：従来の視野進行評価法の感度・特異度の比較



また、緑内障の視野障害により患者の QOL がいかに障害されるか、アンケートによって推定される QOL と視野との関連に注目した検討を行ってきた。

ほとんどの患者は実生活では両眼を同時に使って生活しているため、両眼での視野から QOL に基づいた障害程度を予測し、治療方針を決定することは極めて重要であるが、視野の計測と評価は現在も片眼ずつ別個に行われ、両眼での QOL を考慮する有効な方法は確立されていない。

眼優位性を精密に定量する方法が報告されたのは比較的最近であり、片眼ずつの視野から両眼の視野を推定する場合には、これまでの方法では両眼の視野感度を同等に扱い、視覚刺激特有の優位眼、非優位眼を考慮していない。そもそも緑内障患者において眼優位性がどのようになっているのか、視野障害のある患者での眼優位性の状態は明らかにはなっていない。

- 1) Mayama C, et al.
Ophthalmology. 2004;111:2117-25.

2. 研究の目的

眼優位性を考慮した緑内障の両眼視野推定法を確立し、視野障害と QOL、緑内障の進行と眼優位性そのものや眼優位性の両眼視野に与える影響などについて検討する。

眼優位性を従来の中心視だけではなく、視

野上の周辺視野を含めた局所ごとに定量し、眼優位性と両眼視野感度の関係を明らかにしつつ、片眼ずつの視野から正確な両眼視野を算出する方法を確立する。両眼視野と QOL の関係に関する既報では、測定点ごとの感度を別個に扱って QOL との関係が解析されてきたが、各測定点の感度は相互に強く関連し、影響を及ぼしながら QOL に関与していることは容易に推測される。研究代表者がこれまでの研究で応用してきた、ランダムフォレスト法などの統計手法を改良し用いることで、各点の感度が QOL に与える影響を各点の相関関係を考慮しながら解析することが可能である。

さらにこの方法を両眼視野に発展させ、眼優位性を含む多くの情報が緑内障性視野障害の進行に与える影響を明らかにし、精密な視野の進行評価、シミュレーションを確立する。我々のグループが報告した QOL を推定するアンケート²⁾と視野の関連についてもさらに検討を進め、視野からのより精密な QOL の推定を可能にする方法を確立する。

- 2) Sumi I, et al.
Ophthalmology. 2003; 110:332-9.

3. 研究の方法

フルハイビジョン 3D モニターと円偏光フィルターの眼鏡を使用して、日常視に近い両眼開放下でコンピュータ制御した映像を左右眼に独立に呈示できる機能をもった「3D ビジュアルファンクション 트레이ナー」(図2)を利用し、縞模様の動的指標を提示して眼優位性を定量的に評価する独自のプログラムを開発し、この機器と検査プログラムを用いて正常人と緑内障患者の眼優位性の測定と評価をおこなった。

図2：3D ビジュアルファンクショントレーナー



緑内障患者の QOL を客観的に評価するために、我々のグループが過去に報告しているアンケート様式を用いた調査を行った。そのアンケート結果の妥当性を項目応答理論（ラッシュ法）の方法で統計学的に評価し、QOL をより正確に反映する方法を検討した。

さらに、視野検査結果から正確な緑内障眼の視野障害の様式と進行の評価を行って将来の視野の詳細なシミュレーションを可能とするために、視野検査中の眼球運動の指標であるゲイズトラッキング情報を利用し、新しい統計学的方法を用いて将来の視野を予測する方法を検討した。

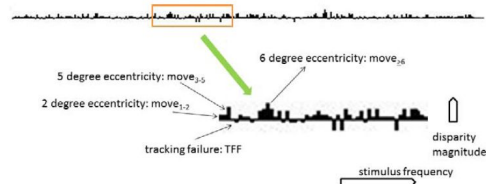
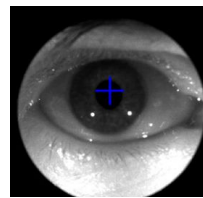
4. 研究成果

眼優位性を詳細に評価するためのコンピュータソフトを開発し、10 数例において繰り返しを含む測定を行って、測定条件の最適化を進めた。測定と結果の解析、測定条件の改善は現在も進行しており、両眼視機能の個人差が相当大きいことが明らかになったが、両眼視野と QOL に与える影響は大きくない可能性が推測された。

生活不自由度に関するアンケート調査の結果から QOL と推定するには、項目応答理論（ラッシュ法）を用いて解釈することが有用であった。我々のアンケートの妥当性が従来のものよりすぐれることを統計学的に確認し、能力値などの新しいパラメータを算出して緑内障患者の QOL をより正確に推定する方法を確立し、ランダムフォレスト法などの機械学習法を用いることで視野検査から精密に生活不自由度を推定する方法を確立して報告した。

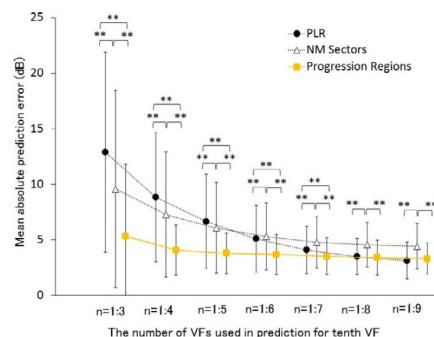
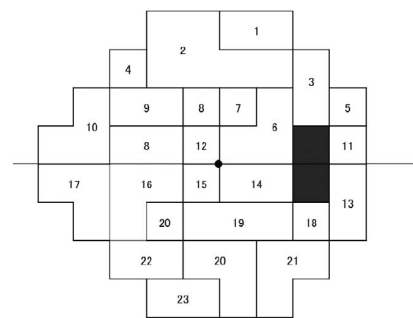
視野検査の結果からは認識できた視標感度以外にもいくつかの情報が得られるが、検査中のリアルタイムの眼球運動の情報であるゲイズトラッキングの結果を、定量的なデータに変換して解析する新たな方法を初めて確立した。ゲイズトラッキングの要素は視野検査結果に有意に影響する重要な因子であり、正確な視野感度の推定や再現性の評価、進行予測に重要であることを明らかにして報告した（図 3）。

図 3：ゲイズトラッキング情報を定量的パラメータに変換して解析



これらの新たな情報や統計学的な解析結果を考慮して、より精密に視野障害の進行評価と将来の予測を行うために、least absolute shrinkage and selection operator（Lasso）回帰法や、視野の変化を統計学的方法で決定された小さなセクターに細分割して解析する、クラスター回帰を用いる方法を確立し、従来の方法より有意にすぐれることを報告した（図 4）。

図 4：クラスター回帰を用いることで、将来の視野をより小さな誤差で予測できる



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 5件)

Hirasawa H, Murata H, Mayama C, Asaoka R. Validating the Sumi Quality of Life Questionnaire with Rasch Analysis. Invest Ophthalmol Vis Sci. 2014 Jul 3;55(9):5776-82 科研費記載有、オープンアクセス有

Hirasawa H, Mutara H, Mayama C, Araie M, Asaoka R. Evaluation of various machine learning methods to predict vision related quality of life from visual field data and visual acuity in patients with glaucoma. Br J Ophthalmol, 2014 Sep;98(9):1230-5 科研費記載有、オープンアクセス有

Ishiyama Y, Murata H, Mayama C, Asaoka R. An Objective Evaluation of Gaze Tracking in Humphrey Perimetry and the Relation with the Reproducibility of Visual Fields: A Pilot Study in Glaucoma. Invest Ophthalmol Vis Sci. 2014 Nov 11;55(12):8149-8152 科研費記載有、オープンアクセス有

Fujino Y, Murata H, Mayama C, Asaoka R. Applying 'Lasso' regression to predict future visual field progression in glaucoma patients. Invest Ophthalmol Vis Sci in press 科研費記載無、オープンアクセス有

Hirasawa K, Murata H, Hirasawa H, Mayama C, Asaoka R. Clustering visual field test points based on rates of progression to improve the prediction of future damage. Invest Ophthalmol Vis Sci. 2014 Oct 23;55(11):7681-5 科研費記載無、オープンアクセス有

[学会発表](計 5件)

Hirasawa K, Murata H, Mayama C, Asaoka R. Dividing visual field into clusters

according to the progression speed and investigating the usefulness of the clusters to predict the progression. World Ophthalmology Conference, Tokyo, Japan 2014.4

Hirasawa H, Murata H, Mayama C, Araie M, Asaoka R. Reassessing the quality of life questionnaire, 'Sumi Questionnaire' developed in Japan with Rasch model analysis. World Ophthalmology Conference, Tokyo, Japan 2014.4

平澤一法、朝岡亮、村田博史、平澤裕代、間山千尋 視野進行速度による視野のクラスタリングとその有用性の検討 第67回日本臨床眼科学会、横浜、2013.11

石山 由佳子、村田博史、間山千尋、朝岡亮 ゲイズトラッキングと視野検査の再現性の関連についての検討 第68回日本臨床眼科学会、神戸、2014.11

石山 由佳子、村田博史、間山千尋、朝岡亮 MD とゲイズトラッキング、視野信頼性指標の関連に関する検討 第119回日本眼科学会総会、札幌、2015.4

[図書](計 0件)

[産業財産権]

出願状況(計 0件)

取得状況(計 0件)

[その他]

特記すべき事項なし

6. 研究組織

(1)研究代表者

間山千尋 (MAYAMA, Chihiro)
東京大学・眼科視覚矯正科・講師
研究者番号: 50570701

(4)研究協力者

朝岡 亮 (ASAOKA, Ryo)
東京大学・眼科視覚矯正科・病院講師