

平成 30 年 6 月 1 日現在

機関番号：11301

研究種目：基盤研究(C) (一般)

研究期間：2014～2017

課題番号：26462630

研究課題名(和文) 高度視野狭窄患者の視野障害が自動車運転能力に与える危険性の評価と運転支援

研究課題名(英文) Assessing driving capability and driving support in patients with severe visual field defect

研究代表者

国松 志保 (Kunimatsu-Sanuki, Shiho)

東北大学・大学病院・助教

研究者番号：80301563

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)：高度視野狭窄(両眼ともハンフリー視野検査中心24-2プログラムMD-12dB以下)をきたす緑内障患者27名と網膜色素変性(以下RP)患者13名を対象としてドライビングシミュレータを施行し、モバイル型眼球運動計測装置(アイマークレコーダEMR-9)を用いて眼球運動を記録した。RP・緑内障患者とも、視力は総事故件数と相関がなく、エスターマンスコアは有意な相関があった(RP: $r=0.74$, $P=0.004$, 緑内障: $r=0.47$, $P=0.02$)。眼球運動計測装置では、周辺視野のないRP患者で、脈絡のない目の動きが多く見られた。エスターマンスコアは疾患に関わらず、自動車事故と関連すると思われた。

研究成果の概要(英文)：To assess motor vehicle collision (MVC) risk in patients with visual field impairment using a driving simulator, 27 glaucoma patients and 13 retinitis pigmentosa (RP) patients (total = 40, all with better-eye mean deviation (MD; Humphrey Field Analyzer 24-2 SITA-S) <-12 dB), underwent driving simulator (Honda Motor Co., Tokyo) testing with eye tracking (EMR-9, NAC Image Technology, Tokyo). We assessed MD and binocular Esterman visual field test (EVFT) scores in the patients.

The number of collisions in the simulator correlated with binocular EVFT score in all patients (RP: $r=0.74$, $P=0.004$, glaucoma: $r=0.47$, $P=0.02$), but with better-eye MD in RP patients only (RP: $r=-0.64$, $P=0.02$, glaucoma: $r=-0.16$, $P=0.45$). Binocular EVFT score can be used to assess MVC risk.

研究分野：医歯薬学

キーワード：視野障害 自動車事故 緑内障 網膜色素変性症 ドライビングシミュレータ

1. 研究開始当初の背景

日本の普通運転免許取得・更新にあたっては、「視力が両眼で0.7以上、かつ一眼でそれぞれ0.3以上である」とされている。視野に関しては、「一眼の視力が0.3に満たない者もしくは一眼が見えないものについては他眼の視野が左右150度以上ある」ことが必要とされるが、両眼の視力が0.7以上、かつ一眼の視力が0.3以上であれば、視野検査は行われない。このため、周辺視野は欠損するが、中心視力は比較的末期まで保たれる場合、運転免許を取得することは十分可能である。都市部では、バス・地下鉄・電車などの公共交通機関が充実しているため、視野の狭い患者本人が、実際に運転をすることは少ないが、地方では、自動車以外の移動手段がなく、患者本人が自動車の運転に頼らざるをえない。そのため、中心視力だけに頼って車の運転をしている視野狭窄患者は非常に多いと予想される。しかし、実際には、信号機などの道路標識の認識、右折・左折時の歩行者や自転車の確認のためには、中心視力だけでなく、十分な視野が必要であり、自動車運転を続けている高度の求心性視野狭窄患者では、視野障害による安全確認の不足が原因の交通事故を引き起こしうる。

平成22~25年度の「末期緑内障患者の視野障害が自動車運転能力に与える危険性の評価」(基盤C)では、眼科外来に設置可能な簡易型のドライビングシミュレータ(DS)を開発し、高度な視野狭窄をきたしている末期緑内障患者および、年齢をマッチングした正常中高年に対して、速度が一定の条件下でDSを用いて自動車運転能力を評価した。その結果、末期緑内障患者では正常中高年と比較して有意にDS上の事故が多く、上方視野欠損は信号の見落とし事故に、下方視野欠損は左右からの飛び出し事故に関与していることが分かった。しかし、この研究では、あくまでドライバーが「正面前方を見ている」ことを前提としており、少数例を対象としたパイロットステイでは、運転時の目の動きには個人差があることが分かった。そこで、事故回避に必要な視野感度基準を定めるには、視線追跡検査を併用して「事故を起こした瞬間にどこをみていたか」を調べることが不可欠であると痛感した。それと同時に、視野障害度にあわせた運転支援(信号の位置の事前通知など)や運転訓練を行う必要性を感じ、最適な患者への指導方法を開発するために本研究を着想するにいたった。

2. 研究の目的

高度の求心性視野狭窄患者の視野障害が自動車運転能力に与える影響を検討する。また、視野障害度に応じた運転支援(信号の通知など)が事故防止に役立つかどうかを評価する。(1) 視野狭窄患者のドライビングシミュレータ操作中の視線追跡結果を解析し、自動車事故につながる視野障害のパターン・程度を予

測する。

(2) 運転支援の有無による、視線の動きを比較検討することにより、自動車事故を回避するための有効な運転支援の在り方を検討し、視野狭窄患者に対する効果的な運転訓練法を確立する。

(1)および(2)より、高度の視野狭窄患者の教育に役立つ安全運転基準を作成することを目的とする。

3. 研究の方法

東北大学病院(宮城県仙台市)、新潟大学病院(新潟県新潟市)および金沢大学病院(石川県金沢市)に通院中の20~80歳の高度視野狭窄(両眼のハンフリー視野計中心30-2プログラムのmean deviation(MD)が-12dB以下)をきたす緑内障患者と網膜色素変性(以下RP)患者を対象として、インフォームドコンセントを取得したうえで、全身疾患の有無などの背景因子、運転頻度、運転状況と、過去5年間の自動車事故の有無について聴取した。臨床データとしては、視力、眼圧、ゴールドマン視野検査(視標: -4-eを使用)、ハンフリー視野検査(HFASITA Standard 中心24-2およびエスターマン視野検査)を施行し、HfaFiles ver.5(Beeline社)を利用して、両眼視野integrated visual fieldを作成した。さらに、ドライビングシミュレータ(HONDA セイフティナビ、以下DS)を使用し、運転能力を評価した。これは、一般乗用車のフロントガラスからの眺めをプロジェクターで投射したもので、速度一定で、ハンドル操作はなく、側方からの車の飛び出しなど全16場面での事故数を記録できる。

さらに、

(1) モバイル型眼球運動計測装置(アイマークレコーダEMR-9)を用いて、ドライビングシミュレータ上で事故を起こした場面・事故を回避した場面の視線計測データや眼球運動データを記録した。

(2) DSに同期させた据え置き型眼球運動計測装置(Tobii Pro X2-30)を開発し、全16場面での事故の有無を記録し、視線の動きを記録した。

4. 研究成果

(1) RP・緑内障患者とも、視力は総事故件数と相関がなく、エスターマンスコアは有意な相関があった(RP: $r=0.74$, $P=0.004$, 緑内障: $r=0.47$, $P=0.02$)。一方、視野良好眼のMDは、RP患者でのみ総事故件数と有意な相関があった(RP: $r=-0.64$, $P=0.02$, 緑内障: $r=-0.16$, $P=0.45$)。眼球運動計測装置では、周辺視野のないRP患者で、脈絡のない目の動きが多く見られた。エスターマンスコアは自動車事故と関連すると思われ、自動車運転能力の評価では、疾患に関わらず、両眼視野を考慮する必要があると考えられた。さらに、視野良好眼のMD値をマッチングさせた緑内障12名、網膜色素変性症(RP)12名の結果

の解析を行ったところ、RP は、緑内障患者より若年であり (RP : 49.0 ± 15.5 才、緑内障 : 65.8 ± 11.5 才、P=0.006) 視野良好眼の MD 値、視力に有意差はないものの (P=0.13, 0.07) エスターマンスコアは RP が有意に低く (RP : 25.8 ± 22.0、緑内障 : 68.7 ± 21.0、P=0.0001) RP の総事故件数が有意に多かった (RP : 3.7 ± 1.6 件、緑内障 : 1.5 ± 1.7 件、P=0.0045) 平均停留時間は、RP : 0.35 ± 0.06 分、緑内障 : 0.33 ± 0.12 分であった。エスターマンスコアは自動車事故と関連し、周辺視野の有無が自動車運転能力に影響していると考えられ、自動車運転能力の評価では、疾患に関わらず、両眼視野を考慮する必要があると考えられた。

(2) DS 検査後は、視線の動きをあわせてたりプレイ画面に、視野欠損部を重ねることにより、事故を起こした場面では、対象物 hazard (信号や左右からの飛び出し) を見ていないために事故が起きたことが確認された。今後は、1.6 度以内に 0.1 秒以上とどまっているものを固視点と定義し、ブレーキをふんだ直前に固視していた部位を同定し、それが対象物 hazard とどれくらい離れていたかを計算することにより、事故回避に必要な視野部位を同定し、同定された視野部位のうち、事故を起こした群と事故を起こさなかった群とを視野感度を比較・検討することにより、事故回避に必要な視野感度を求めていく。また、信号や左右の飛び出しの情報を事前に与えることによる、視線の変化についても検討していく。

高度の求心性視野狭窄患者の自動車事故との関連性について検討することは、患者の管理・教育においても非常に重要である。また、有効な運転支援は自動車事故の減少につながり、効果的な運転訓練法の確立は Quality of life (QOL) を向上させるため、開発が求められる。

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 3 件)

1. Udagawa S, Ohkubo S, Iwase A, Susuki Y, Kunimatsu-Sanuki S, Fukuchi T, Matsumoto C, Ohno Y, Ono H, Sugiyama K, Araie M. The effect of concentric constriction of the visual field to 10 and 15 degrees on simulated motor vehicle accidents. PLoS One. 2018 Mar 14;13(3): e0193767.

2. Kunimatsu-Sanuki S, Iwase A, Araie M, Aoki Y, Hara T, Fukuchi T, Udagawa S, Ohkubo S, Sugiyama K, Matsumoto C, Nakazawa T, Yamaguchi T, Ono H. The role of specific visual subfields in collisions with oncoming cars during simulated driving in patients with advanced glaucoma. British Journal of Ophthalmology,

2017;101(7):896-901.

3. 国松志保 : 視野狭窄が運転へ与える影響. 自動車技術会会誌 Vol70: 25-29, 2016

〔学会発表〕(計 5 件)

1. 国松志保, 原岳, 保沢こずえ, 近藤玲子, 金井美佳, 丸田治子, 小野浩, 川島秀俊 : 後期緑内障患者に対するドライビングシミュレータ施行後 7 年の運転調査 第 28 回日本緑内障学会. 2017.9.30 広島(抄録集 p.142)

2. 宇多川さち子, 岩瀬愛子, 大久保真司, 薄雄斗, 国松志保, 小野浩, 小野ゆう子, 福地健郎, 松本長太, 杉山和久, 新家眞 : 10 度と 15 度の求心性視野狭窄が自動車運転に与える影響. 第 69 回日本臨床眼科学会 2015.10.25 名古屋

3. 国松志保, 岩瀬愛子, 松本長太, 小野浩, 鈴鴨よしみ, イジウン, 伊藤 誠, 薄雄斗, 大野ゆう子, 新家 眞 : ドライビングシミュレータを用いた視野狭窄患者の自動車運転能力の評価 (第二報) 第 69 回日本臨床眼科学会 2015.10.25 名古屋

4. 国松志保, 岩瀬愛子, 松本長太, 小野浩, 新家眞 : ドライビングシミュレータを用いた視野狭窄患者の自動車運転能力の評価. 第 68 回日本臨床眼科学会 2014.11.13 神戸(抄録集 p.17)

5. Kunimatsu-Sanuki S, Aiko Iwase, Chota Matsumoto, Toru Nakazawa, Hiroshi Ono, Makoto Araie: Assessing driving capability in patients with visual field impairment. AAO, Chicago, October 20, 2014.

〔図書〕(計 0 件)

〔産業財産権〕

出願状況 (計 0 件)

名称 :
発明者 :
権利者 :
種類 :
番号 :
出願年月日 :
国内外の別 :

取得状況 (計 0 件)

名称 :
発明者 :
権利者 :
種類 :
番号 :
取得年月日 :
国内外の別 :

〔その他〕
ホームページ等

6. 研究組織

(1) 研究代表者

国松 志保 (Kunimatsu-Sanuki, Shiho)

東北大学・医学部・助教

研究者番号：80301563

(3) 連携研究者

福地 健郎 (Fukuchi, Takeo)

新潟大学・医歯学総合研究科・教授

研究者番号：90240770

大久保 真司 (Ohkubo, Shinji)

金沢大学・医学系研究科・講師

研究者番号：90362993