

ドライビングシミュレーター評価で両眼瞼下垂が偶然判明した一症例

森松千夏*, 小野浩**, 外川佑***

A case was incidentally discovered of bilateral ptosis in driving simulator assessment

Chinatsu Morimatsu*, Hiroshi Ono**, Tasuku Sotokawa***

*医療法人翠清会梶川病院 リハビリテーション科

[〒730-0053 広島県広島市中区東千田町 1-1-23]

本田技研工業株式会社 安全運転普及本部*山形県立保健医療大学 保健医療学部 作業療学科

*Suisseikai Kajikawa Hospital

**Driving Safety Promotion Center, Honda Motor Co., Ltd

***Department of Occupational Therapy, Faculty of Health Science,

Yamagata Prefectural University of Health Sciences

脳卒中後の動眼神経麻痺による一側性眼瞼下垂は臨床現場でよくみられるが、加齢に伴って進行する後天性眼瞼下垂では視野制限の自覚が乏しい症例が存在する。今回、ドライビングシミュレーターの反応課題において、反応できていない固有の視野空間が両眼ともに存在し、眼科受診後に加齢による両側性の眼瞼下垂由来の視野制限が判明した症例を経験した。視野検査では、左眼において上から外側にかけての視野制限があり視野範囲は上10度、右眼の視野範囲も上20度程度であった。眼科では軽度の眼瞼下垂と診断され、緑内障性変化は見られず、生理的視野は左眼40度、右眼50度で保たれていた。運転能力の包括的評価として、神経心理学的検査やドライビングシミュレーター評価、実車評価が挙げられているが、高齢者では、加齢性の眼瞼下垂由来の視野制限の可能性も考慮し、状況に応じて眼科医へのコンサルテーションにつなげることも必要である。

Key Words: ドライビングシミュレーター (Driving Simulator), 運転 (driving), 視野障害 (visual field deficit)

1. 緒言

自動車運転は地域における重要な移動手段の一つである。脳卒中患者の運転再開の可否は、社会参加や健康度の低下、抑うつ症状のリスク増大、健康関連の生活の質 (Quality of Life: QOL) 低下と関連があることが指摘され、運転再開はその後の生活を左右する重要なイベントといえる¹⁻⁴⁾。運転能力に関連する、あるいは運転再開可否を予測する要因については、様々な研究で関連が指摘されており、本邦での運転評価や支援では日本高次脳機能障害学会が提唱している「脳卒中・脳外傷等により高次脳機能障害が疑われる場合の自動車運転に関する神経心理学的検査法の適応と判断」⁵⁾や、公益社団法人日本リハビリテーション医学会の「脳卒中・脳外傷者の自動車運転に関する指導指針」⁶⁾が紹介されている。また、米国医学会のガイドラインでは、安全な自動車運転を行うには、①視覚（視力および視野）、②認知、③運動・感覚の三要素が必要である

と述べられている⁷⁾。視覚機能に着目して本邦の道路交通法をみると、施行規則第23条に「視力が両眼で0.7以上、かつ一眼でそれぞれ0.3以上であること」「又は一眼の視力が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度以上で視力が0.7以上であること」と定められているが、これは同名半盲や半側空間無視であっても中心視力が保たれていれば法的基準を満たしてしまう。しかし、臨床的には同名半盲や半側空間無視があれば運転再開は難しいと判断される場合が多く、慎重な判断が必要となる⁸⁾。

同名半盲をはじめとした視野欠損には様々なパターンが存在し、自動車運転免許取得上の問題はなくても、危険認知の側面は影響を受けやすく⁹⁾、視野に問題のない健常者と比較して交通事故に遭いやすいことが報告されている¹⁰⁻¹¹⁾。左右の視野障害についてGlen et al. は、健常視力の参加者が左右視野障害のシミュレーションを行った

ところ、運転中の危険に対して反応する能力が、置かれている交通状況によって、通常のパフォーマンスと比較して著しく損なわれることを明らかにした¹²⁾。上下の視野障害について Kunimatsu et al. は、後期脳内障患者の右折してくる対向車との事故には年齢・視力・下方視野（13-24度）が関与している可能性を意識して対応すべきと報告している¹³⁾。また、Glen et al. は、上方視野障害は下方視野障害に比べて、フロントガラス部分に相当する視野内の危険事象の発見が遅れるなどのパフォーマンス低下が観察されると報告している¹⁴⁾。

上方向の視野障害を引き起こす原因の一つに後天性眼瞼下垂があるが、最も多いのは、腱鞘性眼瞼下垂症である。腱鞘性眼瞼下垂症の原因は様々であるが、一般的には加齢に伴う腱鞘の変性である。¹⁵⁾ 40歳以上を年代別に見ると40代が5.40%、50代が11.6%、60代が19.8%、70代は32.8%と加齢に伴い有病率が増加することが報告されている¹⁶⁾。腱鞘性眼瞼下垂については、加齢に伴って徐々に症状が進行するため自覚に乏しい高齢者も少なくない¹⁵⁾。しかし、現在本邦の免許センターで実施されている視野検査は、水平方向の視野に限定されており、上下方向の視野に関する検査は実施されていない。そのため、上下方向の視野の問題が検査で見落とされるリスクが少なからず存在する。

今回我々は、運転再開支援を希望する入院患者のドライビングシミュレーター評価中、高次脳機能障害を疑ったが、両目の眼瞼下垂による視野障害が判明した症例を経験した。本症例での経験を通じて得られた両眼眼瞼下垂症例に対する評価上の留意点について報告する。

なお、当院の運転評価システムについては、産業医科大学若松病院をモデルにして実施している¹⁷⁾。

本報告に関して、本人・家族に書面と口頭にて十分に説明し同意を得た。当院倫理委員会の承認を得て、患者が特定されないよう配慮した。

2. 症例

本症例は、80代の男性である。現病歴は受診3日前より右足の重たさを自覚しており様子を見ていたが、構音障害、更衣困難となり受診、左半球の散在性脳梗塞と診断された。また左頸部内頸動脈狭窄所見がありステント留置術（Carotid artery stenting: CAS）を第34病日で施行し、第46病日で自宅退院した。既往歴は高血圧、狭心症、脳梗塞（3か月前、左放線冠、殆ど後遺症なく自宅退院）、未破裂動脈瘤、左眼白内障・網膜剥離術後（評価中に発覚）であった。主訴は在宅復帰、復職（自営業）のために自動車運転が必要である。本症例の発症後の経過を以下に示す。

経過：X年Y月 左大脳半球の散在性脳梗塞を発症し翌日から主治医より処方があり理学療法、作業療法、言語聴

		初日評価	初期評価	最終評価
HDS-R		19	27	26
MMSE		24	28	25
TMT	part A (秒)		55	30
	part B (秒)		218	105
KBDT	IQ		88	
ROCF	模写 (点)		34	36
	再生 (点)		21	26.5
かな拾い (%)	無意味		70.4	80.5
	有意味		75	88
J-SDSA	運転可予測式		6.193	
	運転不可予測式		5.829	
ABMS		23	30	30
TCT		100	100	100
BBS			55	55
FIM		69	100	119

初期評価:入院後1週前後、最終評価:入院後6週前後

HDS-R:長谷川式認知症スケール

MMSE: Mini Mental State Examination, TMT: Trail Making Test

KBDT:Kohs block-design test, ROCF:Rey-Osterrieth Complex Figure

J-SDSA: Stroke Driver Screening Assessment Japanese version

ABMS:Ability For Basic Movement Scale

TCT:Trunk Control Test, BBS:Berg Balance Scale

FIM:Functional Independence Measure, 空白部分は評価未実施

表1 神経心理学的検査・身体評価等の結果

覚療法介入、初期評価ではJCS-0、Brunnstrom Recovery stage は上肢・手指・下肢すべてVI、構音障害あり、日常生活動作（Activities of Daily Living: ADL）は監視レベルであったが、リハ開始から1週間後には独歩自立となった。身体機能訓練やADL訓練を行いつつ運転再開支援を開始した。主な高次脳機能検査の結果、身体評価、ADL評価を表1で示す。

第34病日の左頸部内頸動脈狭窄症CAS施行後、特に大きな後遺症はなかったため簡易型ドライビングシミュレーター（本田技研工業株式会社製、セーフティナビ、以下Sナビ）を用いた評価を実施した。次項に院内の視野検査前後の評価経過を二期に分けて述べる。

2-1 Sナビによる評価と経過(第1期、発症38~41日)

警察庁方式 CRT 運転適性検査器に準拠したSナビの「運転反応検査」を用いて、提示された信号に対して即座にアクセルを離す単純反応検査、提示された赤・黄・青の信号に応じたブレーキ・アクセル離し・アクセル維持などの早い反応が求められる選択反応検査、ターゲットとなる車線に車両を移動させるハンドル操作検査、これらの課題を組み合わせた注意配分・複数作業検査の四検査を実施した。本検査の結果を表2に示す。選択反応検査では検査の誤反応が23回と多かったが、この結果に対し指示をなかなか覚えられない様子がみられ、記憶の低下を自覚している発

言が聞かれた。単純反応検査の平均反応速度は0.387秒でやや速かったが、注意配分・複数作業検査の平均反応速度は1.077秒でやや遅延がみられた。

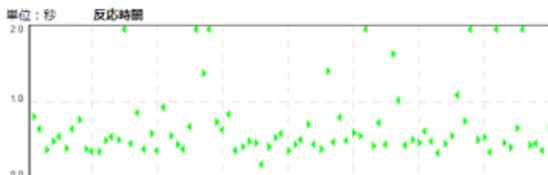
目的地が音声指示される市街地走行である「総合学習体験」では、対象者がシミュレーター酔いを起こして気分不良となり、検査を完遂できなかった。

検査	運転機能	反応値	同年代比較
単純反応	反応動作の速さ	平均0.387秒	B
	反応動作のムラ	標準偏差0.1127秒	D
選択反応	反応動作の速さ	平均0.690秒	B
	反応動作のムラ	標準偏差0.2333秒	D
	誤反応	回数23回	E
ハンドル操作	判断の速さ	平均0.1044秒	B
	反応動作の速さ	平均2.071秒	B
	操作の正確さ	的中率56.3%	C
	適応性	差分-0.795秒	E
注意配分・複数作業	左右バランス	1.00%	B
	反応動作の速さ	平均1.077秒	D
	反応動作のムラ	標準偏差0.3179秒	D
	誤反応	回数33回	E

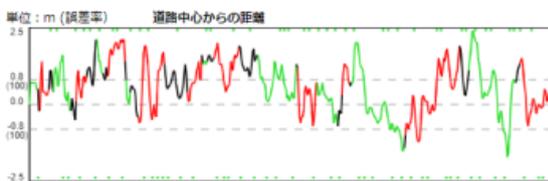
総合判定 同年代比較：普通
30～59才との比較 やや注意

表2 運転反応検査における各下位検査の結果

	1	2	3	4	5	6	7	8	9
A	25% 0.470	75% 0.727	100% 0.650				100% 0.682	100% 0.459	100% 1.137
B	50% 0.799	100% 0.500	100% 0.468	100% 0.660		100% 0.465	100% 0.545	100% 0.570	100% 0.527
C	75% 0.886	100% 0.375	100% 0.510				100% 0.822	100% 0.470	100% 0.530



誤反応	平均反応時間	標準偏差	変動係数	左右反応時間比	左右標準偏差比
両側 7回	0.608秒	0.248	0.408		
左側 7回	0.593秒	0.209	0.352	0.955	0.757
右側 0回	0.621秒	0.275	0.444		



全体	誤差率平均値	標準偏差	変動係数	左右誤差率平均比	左右標準偏差比
左方向	113.539%	69.981	0.616		
右方向	-61.425%	46.563	-0.758	-1.848	1.503
左	誤差率平均値	標準偏差	変動係数	左右誤差率平均比	左右標準偏差比
左方向	120.270%	73.272	0.609		
右方向	-49.952%	39.000	-0.781	-2.406	1.879
右	誤差率平均値	標準偏差	変動係数	左右誤差率平均比	左右標準偏差比
左方向	101.845%	72.587	0.713		
右方向	-73.948%	51.346	-0.694	-1.377	1.414

図1 運転操作課題（視野・曲線路・単純反応）

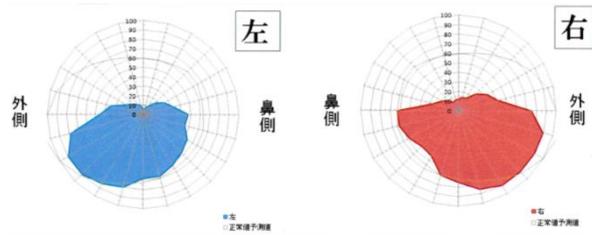


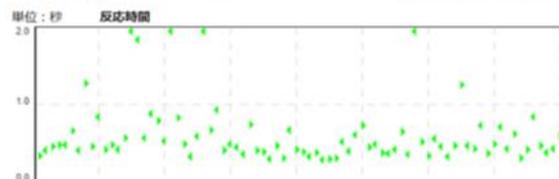
図2 院内視野検査結果（東大視野計）

軽度の半側空間無視症例の運転の危険性を事前に検出するための運転評価システムとされ¹⁸⁾、3画面上に青信号が提示される反応検査とハンドル操作課題で構成されている「運転操作課題（視野・曲線路）」では、左画面の左端1列に見落としがみられ、加えて左右上段のセルの反応の遅延がみられた。また、ハンドル操作においてもパフォーマンスは左寄り走行であり、走行中は頸部を横に回旋する代償動作がみられた（図1）。ハンドル操作を伴わない直線路での視野課題を実施したところ、ハンドル操作を伴う課題と同様に左端と左上のセルにおける見落としがみられ、右上段の反応速度は下段と比較して遅延していた（図3）。以上のことから、ハンドル操作を伴わなくても反応できない固有の空間があることに疑問を感じ、本症例に確認するとカルテ未記載の左眼網膜剥離の既往を述べられた。このことから、注意機能や記憶の低下といった高次脳機能障害の影響のみならず、眼疾患の可能性も疑われたため、主治医に報告し院内の視野検査を実施した。

2・2 視野検査の結果と転帰（第2期、発症42～66日）

臨床検査技師の実施した接触を伴わない簡易な視野検査（東大式視野計）の結果は、左眼は上10度しか見えておらず、上から外側にかけての視野欠損があり、右眼も上20度程度しか見えていない結果となった（図2）。再度Sナ

	1	2	3	4	5	6	7	8	9
A	50% 0.858	75% 0.587	100% 0.442				100% 0.637	100% 0.497	100% 0.827
B	100% 0.652	100% 0.450	100% 0.532	100% 0.485		100% 0.405	100% 0.660	100% 0.405	100% 0.672
C	75% 0.918	100% 0.450	100% 0.605				100% 0.452	100% 0.510	100% 0.470



誤反応	平均反応時間	標準偏差	変動係数	左右反応時間比	左右標準偏差比
両側 4回	0.564秒	0.245	0.435		
左側 4回	0.575秒	0.274	0.477	1.039	1.271
右側 0回	0.553秒	0.216	0.390		

図3 運転操作課題（視野・直線路・単純反応）

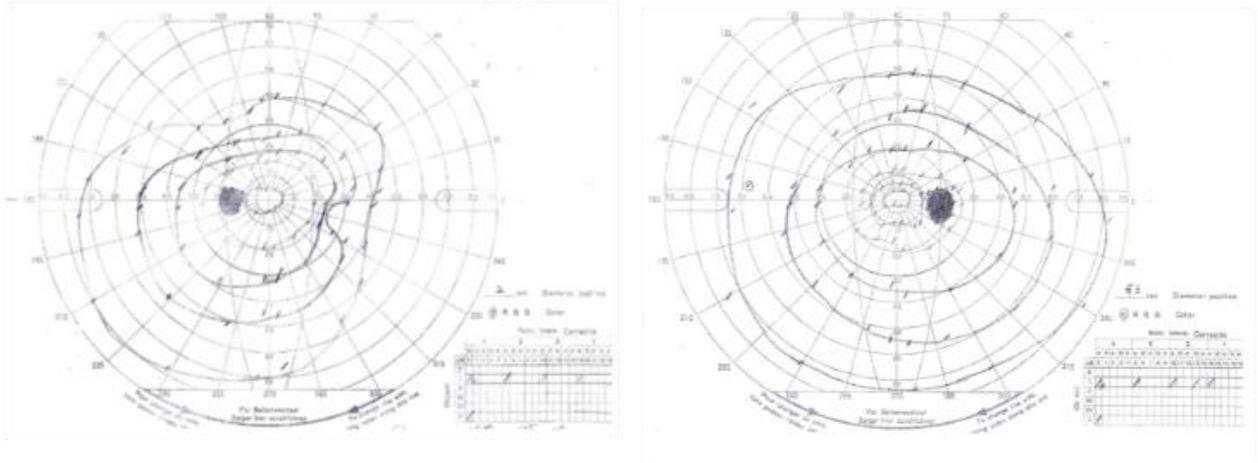


図4 眼科での視野検査結果（ゴールドマン視野検査計）

びで運転操作課題（視野・曲線路）を実施したが、大きな変化はなく左端・左上・右上の見落とし反応と反応遅延は変わらなかった。再度実施した神経心理学的検査においては数値の改善がみられた（表1）。早期退院希望があったため第46病日で独歩自宅退院したが、運転については医師が検査結果や画像を診断し、眼科受診後に再度検討するという方針を本症例と家族に説明した。その後、第66病日の当院での外来受診時に、眼科医から診療情報提供書を持参された。診療情報提供書には、5年前に発症した裂孔原性網膜剥離に対し左眼硝子体・白内障同時手術を行っているが経過は良好であること、ゴールドマン動的視野検査計は左目眼瞼下垂の影響による視野狭窄はわずかに認めるが、緑内障性変化など影響の出る視野障害を認めないこと（図4参照）、視力、視野ともに注意深く運転し、他の高次脳機能障害が著しくなければ眼科的には運転可能であること、また左目優位の両眼瞼下垂を認め、改善に向けて挙筋短縮術＋眼瞼皮膚切除を第90病日ごろに片目ずつ施行する予定であることが記載されていた。眼瞼下垂の手術後に当院外来での再評価を予定していたが、右眼白内障の悪化があり手術すること、以前から運転に不安があったご家族の思いもあり、家族会議で運転を中断する運びとなったことで、運転再開支援は終了した。

3 考察

今回、運転時の両眼視野の評価として、Sナビの運転操作課題（視野）を用いて、本症例の課題遂行中の視点を固定していない状態での両眼視野評価を実施した。その結果、本症例の上方の視野制限を発見につながった。Sナビの運転操作課題（視野）は左半側空間無視の患者を対象に開発された経緯

があるが、認知的負荷の少ない状態、すなわちハンドル操作を伴わない直線路を走行した状態で三画面上のどこかに提示された刺激に対する反応の有無や反応速度を計測することも可能である。このことから、Sナビの運転操作課題は視野障害のある対象者のスクリーニングとしても活用できる可能性があると考えられる。

次に、本症例では加齢による腱膜性眼瞼下垂の影響で両眼ともに上方向の視野制限が認められたが、本症例はその症状を自覚していなかった。Iida et al. は眼瞼下垂症群の89%は眼瞼下垂症があるにもかかわらず、視野狭窄を自覚していなかったと報告しており、潜在的に一般人の中に多く存在することを明らかにした¹⁵⁾。実際に本症例も手術後の内観として、「全く気が付かなかった。手術してこんなに違うのかと思った」と述べていた。以上のことから、高齢者の場合、本症例のように自覚症状のない眼瞼下垂を有している患者もいることを念頭に置き眼瞼などの外見上の観察を行う必要がある。また、当院で実施した視野検査やドライビングシミュレーター評価は眼瞼をテープ等で固定せずに検査や評価を行っていたため、眼科での視野検査の結果と大きく異なった。鄭は、眼瞼下垂は正面視の視野変化だけではなく、下方視の時の視野にも影響すると示しており¹⁹⁾、Patipaは、眼瞼下垂症例では下方視40°つまり読書姿勢における読書視野の上方部分の狭窄があり、手術によって視力および眼精疲労などの自覚症状の有意な改善を認めたことを報告している²⁰⁾。このことから、テープ固定がない状態での眼瞼下垂はドライ

ビングシミュレーター評価だけでなく神経心理学的検査にも影響があった可能性がある。

本症例では、当初、脳卒中による症状の影響に捉われ、勤務先のマニュアル順守や神経心理学的検査、DSの結果の「評価」に着目点が偏ったことは反省すべき点であった。運転再開支援において、神経心理学的検査やドライビングシミュレーター評価、実車評価等による正確な運転能力の把握が必要である²¹⁾。特に、本症例では短期間で複数回の検査が反復実施されたことによる学習効果が排除できていない可能性がある。TMTなどの施行時間を計測する検査は、反復試行による学習効果の影響を受けやすく、研究によっては半年から1年の学習効果の持続が報告されている²²⁻²³⁾。しかし、本症例のように急性期で麻痺が軽度である場合、急性期入院中に社会生活維持に向けた運転評価の実施が必要になる症例は一定数存在する²⁴⁾。このような症例は自宅退院となることが多く、外来での長期的フォローアップは現実的ではないため、入院中の短期間で反復評価の実施は避けられない。そのため、本症例では、神経心理学的検査に加えて、DSを用いた包括的な評価を行っている。

また、自動車運転に必要な情報の約90%は視覚情報に基づいており、歩行者・自動車周囲を確実に認識する必要がある²⁵⁾。ドライビングシミュレーターを用いた研究では、視野障害が危険な事象に対する反応の遅れにつながることを示されている²⁶⁻²⁷⁾。視機能の評価は運転再開支援において必須であるが、作業療法士が養成校教育で学ぶ視野の評価は対座法が多く、その他の視野評価は習得されていない場合が多い。また、作業療法士養成校でも眼科の授業はほとんどなく基礎的な知識は卒後の自己研鑽に委ねられる。視野や視力だけでなく「認知的に負荷のかかる視覚能力」、すなわち視覚性注意機能の指標として有効視野(Useful Field of View: UFOV)検査の有効性の報告も多いが、これは中心30度内のテストであり視野全範囲よりかなり小さいものである²⁸⁾。また、UFOVは本邦では十分に普及しておらず、必須の検査とは言い難いと報告されている²⁹⁾。高齢者の視野障害を有する疾患の有病率は高く、本症例のように自覚のない視野障害を有する対象者の可能性を念頭においた評価を実施し、異常所見が疑われれば速やかな眼科医へのコンサルテーションにつなげることも必要である。

4. 結言

運転再開支援において、神経心理学的検査やDS評価は現状の運転能力を把握する上で必要な手段である。しかし視機能に関しての知識が作業療法士はほとんどなく、視野は対座法での評価が一般的であるが今回はSナビが視野評価に有用であった。今回のように眼瞼下垂という「外観」で判断できる視野障害もあることと、視野障害を有する疾患が加齢とともに増えていくこと、評価し異常所見が疑わしい場合、速やかに主治医への報告と眼科医へのコンサルテーションにつなげることも必要である。

利益相反

本論文に開示すべき利益相反はない。

謝辞

本研究にあたって、ご協力いただいた貴志川リハビリテーション病院橋本竜之介氏に深謝の意を表します。

文献

- 1) Finestone HM, Marshall SC, et al: Driving and Reintegration Into the Community in Patients After Stroke. *PM&R* 2010; 2(6): 497-503
- 2) Bjälkefur K, Nasic S, Bertholds E, et al: Self-rated health over the first five years after stroke. *BMC Neurol* 2020; 20(1): 389
- 3) Legh Smith J, Wade DT, Hewer RL: Driving after a stroke. *J R Soc Med* 1986; 79(4): 200-203
- 4) Griffen JA, Rapport LJ, Bryer RC, et al: Driving status and community integration after stroke. *Top Stroke Rehabil* 2009; 16(3): 212-221
- 5) 日本高次脳機能障害学会BFT委員会 運転に関する神経心理学的評価法検討小委員会:脳卒中・脳外傷等により高次脳機能障害が疑われる場合の自動車運転に関する神経心理学的検査法の適応と判断. *高次脳機能研究* 2020; 40(3): 291-296
- 6) 公益社団法人日本リハビリテーション医学会臨床医のための脳卒中・脳外傷者の自動車運転に関する指導指針策定委員会(編): 脳卒中・脳外傷者の自動車運転に関する指導指針. 株式会社新興医学出版社, 東京, 2021;
- 7) The American Medical Association:Physician's Guide to Assessing and Counseling Older Drivers,

- 2nd ed.2010. Available from URL: https://ami.group.uq.edu.au/files/155/physicians_guide_assessing_older_adult_drivers.pdf. (2020年7月20日引用)
- 8) 公益社団法人日本リハビリテーション医学会臨床医のための脳卒中・脳外傷者の自動車運転に関する指導指針策定委員会（編）：脳卒中・脳外傷者の自動車運転に関する指導指針. 株式会社新興医学出版社，東京，2021；22-26
 - 9) Marrington SA, Horswill MS, Wood JM: The effect of simulated cataracts on drivers' hazard perception ability. *Optom Vis Sci* 2008; 85(12): 1121-1127
 - 10) Haymes SA, Leblanc RP, Nicolela MT, et al: Risk of falls and motor vehicle collisions in glaucoma. *Invest Ophthalmol Vis Sci* 2007; 48(3): 1149-1155
 - 11) G McGwin Jr, C Owsley, K Ball: Identifying crash involvement among older drivers: agreement between self-report and state records. *Accid Anal Prev* 1998 Nov; 30(6): 781-91
 - 12) Glen FC, Smith ND, et al: 'I didn't see that coming': simulated visual fields and driving hazard perception test performance. *Clin Exp Optom* 2016; 99(5): 469-475
 - 13) Kunimatsu-Sanuki S, Iwase A, Araie M, et al: The role of specific visual subfields in collisions with oncoming cars during simulated driving in patients with advanced glaucoma. *Br J Ophthalmol* 2017; 101(7): 896-901
 - 14) Fiona C Glen, Nicholas D Smith, David P Crabb: Impact of superior and inferior visual field loss on hazard detection in a computer-based driving test. *Br J Ophthalmol* 2015 May; 99(5): 613-617
 - 15) Iida K, Nakai S, Mikami M, et al: Prevalence and associated characteristics of aponeurotic ptosis among a general population in Japan. *Hirosaki Med.J.* 2021; 131-137
 - 16) Kim MH, Cho J, Zhao D, et al: Prevalence and associated factors of blepharoptosis in Korean adult population: The Korea National Health and Nutrition Examination Survey 2008-2011. *Eye (Lond)* 2017 Jun; 31(6): 940-946
 - 17) 藤井彰, 飯田真也: 自動車教習所との連携(第II部 10章), 蜂須賀研二編, 高次脳機能障害者の自動車運転再開とリハビリテーション 2. 金芳堂, 京都, 2015;83-87
 - 18) 外川佑: ドライビングシミュレータを用いた USN 軽度例のリスク検出. *高次脳機能研究* 2022; 42(3) : 290-295
 - 19) 鄭曉東: 眼瞼挙筋短縮術後の視機能改善 - Improvement of visual function following blepharoptosis surgery-. *眼科* 2019; 61(9): 925-932
 - 20) Patipa M: Visual field loss in primary gaze and reading gaze due to acquired blepharoptosis and visual field improvement following ptosis surgery. *Arch Ophthalmol* 1992; 110(1): 63-67
 - 21) 公益社団法人日本リハビリテーション医学会臨床医のための脳卒中・脳外傷者の自動車運転に関する指導指針策定委員会（編）：脳卒中・脳外傷者の自動車運転に関する指導指針. 株式会社新興医学出版社，東京，2021；78
 - 22) Dodrill CB, Troupin AS: Effects of repeated administrations of a comprehensive neuropsychological battery among chronic epileptics. *J Nerv Ment Dis.* 1975 Sep;161(3):185-90.
 - 23) McCaffrey RJ, Westervelt HJ: Issues associated with repeated neuropsychological assessments. *Neuropsychol Rev.* 1995 Sep;5(3):203-21.
 - 24) 豊田一則, 中井陸運: 日本脳卒中データバンク -17 万例の臨床情報解析結果-. 国循脳卒中データバンク 2021 編集委員会編: 脳卒中データバンク 2021. 中山書店, 東京, 2021;20-27
 - 25) Erwin Hartmann: "State-of-the-Art-Driver Vision Requirements," . SAE Technical Paper 700392, 1970
 - 26) Prado Vega R, van Leeuwen PM, et al: Obstacle avoidance, visual detection performance and eye-scanning behavior of glaucoma patients in a driving simulator: a preliminary study. *PLoS One* 2013; 8: e77294.
 - 27) Bronstad PM, Bowers AR, Albu A et al: Driving with central field loss I: Effect of central scotomas on responses to hazards. *JAMA Ophthalmol* 2013; 131: 303-309
 - 28) Wolfe B, Dobres J, Rosenholtz R, et al: More than the Useful Field: Considering peripheral vision in driving. *Appl Ergon.* 2017; 65: 316-325
 - 29) 公益社団法人日本リハビリテーション医学会臨床医のための脳卒中・脳外傷者の自動車運転に関する指導指針策定委員会（編）：脳卒中・脳外傷者の自動車運転に関する指導指針. 株式会社新興医学出版社，東京，2021；42-47