

03-1

簡易ドライビングシミュレータによる脳血管障害を有するドライバの上肢機能 —ステアリング操作検査—

The Evaluation of the Upper Limb Functions of Drivers with Cerebral Vascular Accident (CVA) with a Simple Driving Simulator

○井上 薫 (首都大学東京), 高木基樹 (名古屋工業大学), 高橋良至 (東洋大学),
伊藤祐子 (首都大学東京), 米田隆志 (芝浦工業大学)

Kaoru INOUE, Tokyo Metropolitan University, Motoki TAKAGI, Nagoya Institute of Technology
Yoshiyuki TAKAHASHI, Toyo University, Yuko ITO, Tokyo Metropolitan University
Takashi KOMEDA, Shibaura Institute of Technology

Abstract: We have developed a simple driving simulator (SDS-R) to evaluate the driving skills of patients with cerebral vascular accident (CVA). Our team conducted steering tests by SDS-R with healthy subjects and subjects with CVA. The analyses of the results will help us to set up a specific guideline that can evaluate patient's recoveries. The results of the steering tests showed that the score decreased in inverse proportion to the participant's age. Individual differences were prominent among the elders. Some of the elders reacted to a stimulus slower than the youngsters who could steer more quickly. The subjects with CVA performed almost as well as the healthy subjects from the same generation, but in future study, we feel it necessary to gather additional data from patients with more severe cases of CVA. We will continue this study to employ a SDS-R to establish a guideline useful for recovery programs.

Key Words: Driving Simulator, Rehabilitation, Evaluation, Upper-Limb Functions, Cognitive Functions

1. はじめに

1-1 研究背景と目的

脳血管障害の後遺症を有する対象者の自動車運転の可否は社会復帰の上で重要な問題の一つである。自動車が生活に必需である交通過疎地で生活する場合や職業上必要な場合など臨床ではしばしば可否の判断に際し苦慮している。運転能力を評価する装置としてドライビングシミュレータが使用される場合があるが概して大掛かりなものが多く、非常に高価であり、多くの医療施設にとって身近ではない。今回はリハ室内でも使用可能な簡便な装置を使用し、脳血管障害を有する被験者のステアリング操作を測定し、対照群との比較により検討を行った。

1-2 簡易ドライビングシミュレータ

我々は、リハビリテーションで簡便に使用可能な簡易ドライビングシミュレータ (Simple Driving Simulator for rehabilitation: SDS-R) を開発した (2004)。SDS-R は、PC、モニター、ゲーム用自動車運転デバイス (Microsoft Sidewinder, Microsoft Co. Ltd.) および Visual C++, DirectX (Microsoft Co. Ltd.) による専用アプリケーションから構成される。専用アプリケーションは、反応時間、ステアリング操作、アクセル・ブレーキペダル操作に関する反応時間、正確性を測定するものである。

今回取り上げたステアリング操作の検査は、被験者はハンドルデバイスを使用して白色の三角形(下側)を操作し、左右に移動する緑色のガイド三角形(上側)の頂点に白色の三角形の頂点を合わせるテストである (Fig.1)

計測データは、緑色の三角形と被験者の操作した白色の三角形の変位とし、ステアリング操作の正確性と動かし方(加速度)を検討した。なお、緑色の三角形の移動速度を「ステアリング操作 L (低速) 以後、STR-L」「ステアリング操



Fig. 1 A steering test of SDS-R

作 M (中速) 以後、STR-M」「ステアリング操作 H (高速) 以後、STR-H」「ステアリング操作 R (ランダム: 検査中に速度が変化、全被験者共通の設定) 以後、STR-R」の 4 種であった。STR-L, STR-M, STR-H, STR-R のガイドの画面上における最大移動速度は、L, M, H, R それぞれ、画面上で約 30mm/s, 74mm/s, 147mm/s, 97mm/s である。

2. 方法

対象者: 普通自動車運転免許を有する健康な成人 52 名 (男性 30 名, 女性 22 名, 20~76 歳, 平均 60.0 歳±11.0), 自動車運転の可否が検討されている脳血管障害後遺症を有する 6 名 (全て男性) とした。左片麻痺 3 名, 右片麻痺 3 名で運動麻痺および知覚麻痺は軽度から中等度, 高次脳機能障害は机上検査において認められないか軽微の注意障害を有する者, 経度の失語症を呈する者が各 1 名含まれた。なお、被験者には、研究の内容を説明し同意を得た上で実験を実施した。本研究は著者の所属機関の研究安全倫理審査委員会の承認を受け実施された。

手順: オリエンテーションの後、座面約 40cm の高さの背もたれつき椅子に被験者が座った姿勢で、ハンドル、ペダル位置を調整し設置した。姿勢は対象者が操作しやすい姿

勢とし、特別な制限は設けなかった。画面の位置は、デスク端から約 30mm の距離に画面が来るよう、被験者は画面中央に座るように設置した。ステアリング操作は利き手の片手で行うよう指示した。計測時間は各検査 1 分間とし、結果は開始直後の 5 秒間を削除した残りのデータを採用した。データは上記計測値をもとに、各被験者のガイドからの変位、加速度の平均値および標準偏差 (SD) を算出した。さらに、STR-L の結果を基準とした各検査結果との差について検討した。

3. 結果

調査期間：2009 年 10 月～2011 年 3 月

ガイドからの変位の 52 名の被験者の平均値を Table 1 に示す。この表が示す通り、STR-H の変位とその SD、加速度とその SD が大きい。STR-L, M, H の結果をみると速度が増す毎に変位、加速度が増加する傾向がみられた。

脳血管障害を有する被験者の結果は Table 2 に示す。

今回の CVA を有する被験者の結果は同世代の成績の範囲に含まれていた。Fig. 3 に STR-H の例を挙げる。STR-H 以外の検査結果もほぼ分布範囲中に含まれていた。



Fig. 2 A man who have been using the SDS-R

Table 1 Average and SD of distance from the object on the screen and acceleration (N=52)

Average distance (mm)	SD distance	Average acceleration (mm/s ²)	SD acceleration
STR-L			
1.82	1.50	12.46	9.09
2.08	1.85	13.04	11.00
STR-M			
3.48	2.74	30.62	19.86
4.05	3.39	32.77	22.47
STR-H			
6.67	5.26	63.64	38.31
7.33	6.52	64.15	42.81
STR-R			
3.88	3.02	28.28	21.11
2.80	2.81	32.02	24.76

*The upper section: the average of 52 volunteers, the lower section: the average of 6 volunteers with CVA each test.

Table 2 The results of volunteers with CVA (N=6)

Volunteer	Age (year)	STR-L		STR-M		STR-H		STR-R	
		Average distance (mm)	avarage acceleration (mm/s ²)	Average distance (mm)	Avarage acceleration (mm/s ²)	Average distance (mm)	Avarage acceleration (mm/s ²)	Average distance (mm)	Avarage acceleration (mm/s ²)
A	46	2.22	5.92	2.00	5.03	13.20	63.83	11.98	45.02
B	62	2.16	7.35	2.40	6.07	14.00	63.65	13.25	40.33
C	62	1.90	9.41	1.53	10.90	12.19	64.36	10.38	45.72
D	64	1.87	6.27	1.57	5.17	12.79	64.29	10.06	41.58
E	72	2.28	8.26	2.00	6.37	13.49	64.18	9.66	37.55
F	72	2.03	6.79	1.63	5.59	12.55	64.57	10.64	46.65

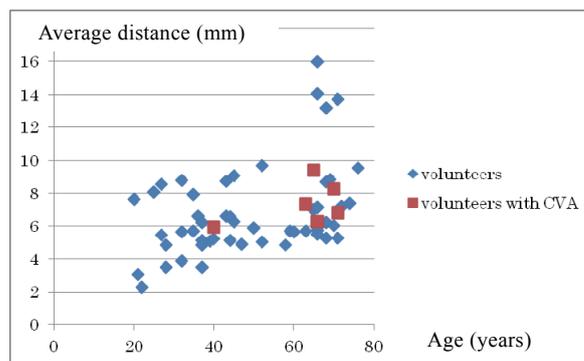


Fig. 3 Average distance from the object (STR-H)

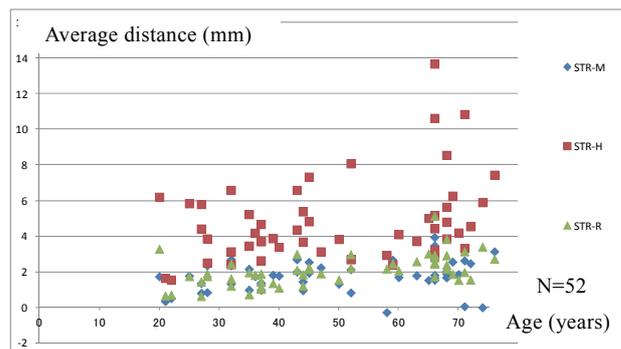


Fig. 4 Average distance from the object (subtraction of the results of STR-L and the results of STR-M, H, R)

また、Fig4 に STR-L の変位の結果を基準とした各検査結果の差を年齢に従って表示した。この結果からは、年齢を増す毎に変位が大きくなる傾向を示した。特に STR-H と STR-L の差 (Fig.4, ■マーク) は高齢になるに従い大きく、また、成績に個人差が大きいことがわかった。この傾向は、STR-H の場合ほど顕著ではないが STR-M, R の場合にも同様に見られた。なお、STR-M と STR-L との差がわずかであった被験者が 3 名存在した。

4. 考察およびまとめ

高齢になるほど速い速度の刺激に対しステアリング操作をした場合に変位と加速度が大きい計測値を示す傾向がみられたことから、一部の高齢者はステアリング操作の際、刺激に対する反応が遅れ、急激な操作をしてしまう危険性があると考えられる。一部の前期高齢者は若い世代と同様なスキルを維持している者も存在した。今回はほぼ前期高齢者の年齢層までを対象としたが、後期高齢者についてはまた別の調査が必要であろう。

今回の CVA を有する被験者は同世代の範囲内の結果を示したことから、自動車運転の動作要素の一部が維持されていることが期待される。しかし、自動車運転には知覚、認知機能、運動機能等が複雑に関係していることから、他の検査結果等を含め総合的に判断し、根拠に基づいて支援していく必要がある。このような中で、SDS-R は自動車運転の可否に関する基本的情報の一部を提供することが期待される。今後も調査を継続していきたい。

謝辞

本研究は平成 23 年度文部科学省科学研究費基盤研究 (C) の助成を受け実施された。本研究にご協力いただいた皆様に心より感謝申し上げます。