

脳損傷者に対する自動車運転シミュレータによる訓練効果の検討 ～傾向スコアマッチングを用いた解析～

外川佑^{1),4)}、村山拓也²⁾、佐藤卓也²⁾、崎村陽子³⁾、伊藤誠⁴⁾

- 1) 新潟医療福祉大学 作業療法学科
- 2) 新潟リハビリテーション病院 リハビリテーション部
- 3) 新潟リハビリテーション病院 リハビリテーション科
- 4) 筑波大学 システム情報系 リスク工学専攻

【背景・目的】近年、脳血管疾患や外傷性脳損傷を含む脳損傷者の日常生活の自立や社会参加の観点から自動車運転再開支援の取り組みが広まっている。運転再開に向けた支援として、運転シミュレータ（以下DS）を用いた訓練などが行われ、国外ではRandomized Control Trial：RCTを用いた訓練効果に関する報告が存在する。しかし、本邦では、DS訓練の効果に関する報告はない。また、国内では運転再開可否判断のための評価が中心となっており、介入研究の症例数が非常に集まりにくい現状にある。

介入効果を最も確実に検証する方法として、バイアスを除去できるとされているRCTなどの実験的な研究が推奨されているが、実際のリハビリテーションの現場では対照群と介入群をランダムに設定することによる倫理的・費用的側面の問題や、プロトコル逸脱などランダム化失敗などの問題がある。そのため、近年は可能な限りバイアスを除去する手法として、傾向スコア：Propensity Score 以下PSを用いたマッチングや層別化などを用いた研究が増えてきており、RCTに擬似的な解析が可能とされている。今回、本研究では、PSマッチングを用いて、DS訓練の効果を検証することを目的とした。

【方法】本研究では、2013年8月から2016年3月まで研究協力病院である新潟リハビリテーション病院より得られた脳損傷（脳卒中、頭部外傷等の脳の損傷）後、自動車運転再開を目指して自動車運転評価を実施した症例のうち、DS訓練を実施した症例20名を介入群とした。対照群は2011年4月から2013年7月までにDS訓練のない自動車運転評価を実施した29名のヒストリカルデータとした。介入群・対照群の選定方針は、認知症の診断およびてんかんの既往の無い脳損傷者で、本人が研究協力についての意思表示が可能な者。対象者本人が参加への同意ができない場合や75歳以上の高齢者については除外した。

シミュレータ訓練実施前には神経心理学的検査（Trail Making Test-PartA、B、Wechsler Adults Intelligence Scale 3rd、Behavioral assessment of the dysexecutive syndrome）とDSの各種反応検査を実施した。

DS訓練ではHONDAセーフティナビおよびリハビリテーション向け運転能力開発ソフトを用いた。片麻痺者に

ついては必要に応じて、片手操作のハンドルノブ等のデバイスを用意した。DS訓練はソフトに設定されている危険予測体験の初級から上級まで全部で9コースあるうち、2つないし3つの市街地コースを組み合わせ、最長で40分程度実施した。DS訓練のコース内容は、車線追従、速度コントロール、危険予測、道路標識認識、集中力の持続、追い越し手技等の要素を含んでおり、運転中の注意機能を訓練できるように実際の運転場面を想定した刺激が提示されるようになっている。対象者が実施する訓練コースの選択は、優しすぎず難しすぎず対象者がやや難しさを感じる程度のレベルを設定した。DS訓練の実施期間については、外来患者では週2回の頻度で最長3週間、入院患者では週3回の頻度で最長2週間、いずれも計6回の訓練回数とした。

アウトカム指標には、自動車学校の教習指導員による実車運転評価（19項目5段階評価）の採点結果を使用した。

本研究では、介入群の参加者と同じ背景要因を持つ対照群をPSマッチング法にて抽出した。PSマッチングのための共変量には、運転に関連しているとされている神経心理学的検査のスコア・検査所要時間と年齢を用いた。マッチング後のアウトカム指標の比較には対応のある検定として、ウィルコクソンの符号付順位和検定を用いた。検定にはEZRを使用した。

【結果】PSマッチングの結果、介入群20名に対して対照群の20名が抽出された。マッチング後の介入群と対照群における共変量間には統計的な有意差は認めなかった。マッチング後のアウトカム指標では、「発進の手順の確認（ $p<0.05$ ）」、「障害物の側方通過（ $p<0.01$ ）」、「信号の対応と厳守（ $p<0.05$ ）」の項目に有意差を認め、いずれの項目もDS訓練群の評価結果が高かった。

【考察】PSマッチング法を用いた比較の結果、DS訓練が「障害物の側方通過」や「信号の対応と厳守」などの対象者の実際の運転パフォーマンスを向上させる可能性があることが示唆された。また、「発進の手順の確認」といった安全運転の意識についても高めることができる可能性があることが示唆された。一方で、マッチングに関連した共変量選択の妥当性や、サンプルサイズ不足による統計的な検出力低下の問題が依然として残されており、今後も検討が必要である。

【結論】脳損傷後の自動車運転評価を実施した症例を対象に、DS訓練を実施した効果について、神経心理学的検査の結果と年齢を共変量としたPSマッチング法を用いて対照群と比較した。その結果、「障害物の側方通過」や「信号の対応と厳守」などの実際の運転パフォーマンスに加え、「発進の手順の確認」といった安全運転の意識にも効果があることが示され、脳損傷者の運転再開に向けた有効な訓練プログラムであることが示唆された。