



**ประสิทธิผลของเครื่องจำลองการขับรถยนต์ต่อการฟื้นฟูด้านการขับรถยนต์ในผู้มีพยาธิสภาพของไขสันหลัง
: การทบทวนอย่างเป็นระบบ**

พรสวรรค์ โพธิ์สว่าง*
อาทิตย์ ประจิตร*
อรรณพ วงศ์ตาเขียว*

บทคัดย่อ

การฟื้นฟูด้านการขับรถยนต์ เป็นบริการทางการแพทย์รูปแบบหนึ่งที่สามารถเพิ่มระดับการพึ่งพาตนเอง และเพิ่มคุณภาพชีวิตของคนพิการได้ ทำให้เป็นได้รับความสนใจทั้งจากคนพิการและบุคลากรทางการแพทย์ที่เกี่ยวข้อง ในปัจจุบัน เครื่องจำลองการขับรถยนต์ได้ถูกนำมาใช้ในการฟื้นฟูการขับรถยนต์ในคนพิการ และเป็นเครื่องมือสำคัญที่ใช้ทั้งในการประเมินและในการฝึก

การทบทวนอย่างเป็นระบบครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาประสิทธิผลของการใช้เครื่องจำลองการขับรถยนต์ต่อการฟื้นฟูด้านการขับรถยนต์ในผู้มีพยาธิสภาพของไขสันหลัง โดยทำการสืบค้นงานวิจัยประเภทการทดลองแบบสุ่มมีกลุ่มควบคุมและการวิจัยประเภทกึ่งทดลองที่ตีพิมพ์เป็นภาษาอังกฤษผ่านฐานข้อมูล PubMed และ CENTRAL กำหนดช่วงการสืบค้นระหว่างปี ค.ศ. 1979 ถึงปี ค.ศ. 2020 ผลการสืบค้นพบการศึกษาทั้งสิ้นจำนวน 7 เรื่อง และคัดเลือกเหลือ 2 การศึกษา แต่เนื่องจากทั้ง 2 การศึกษาดังกล่าวมีความแตกต่างทั้งในด้านรูปแบบเครื่องจำลองการขับรถยนต์ตลอดจนการวัดผลลัพธ์ ทำให้ไม่สามารถทำการสังเคราะห์วิเคราะห์หาค่าเฉลี่ยได้ อย่างไรก็ตามผลการศึกษายืนยันได้ว่าเครื่องจำลองการขับรถยนต์มีประสิทธิผลและเหมาะสมต่อการนำมาใช้ด้านฟื้นฟูการขับรถยนต์ในผู้มีพยาธิสภาพของไขสันหลัง ทั้งนี้เพื่อให้บรรลุความสามารถด้านการขับรถยนต์สูงสุดที่พึงมี

คำสำคัญ: บาดเจ็บไขสันหลัง, เครื่องจำลองการขับรถยนต์, การฟื้นฟูด้านการขับรถยนต์



Abstract

Driving rehabilitation, one type of medical service, can increase level of independence as well as quality of life in person with disabilities. Therefore, driving rehabilitation get interested not only from person with disabilities but also from related health professionals. Currently, driving simulator was incorporated to driving rehabilitation, and become a main instrument for both assessment and training.

The purpose of this systematic review was to investigate the effect of driving simulator on driving rehabilitation in spinal cord injury population. A systematic search was conducted in PubMed and CENTRAL. The searching period was 1979 – 2020, all randomized controlled trials and quasi-experimental research which published in English were considered. As a searching result, 7 studies were found but only 2 studies were selected. However, according to different characteristic of the driving simulator as well as different outcome measurement in each study, meta-analysis cannot be conducted. Nevertheless, this systematic review demonstrated the positive effect of driving simulator on driving rehabilitation, and also indicated that driving simulator should be incorporated into driving rehabilitation in order to accelerate maximal driving ability of person with spinal cord injury.

Key words: spinal cord injury, driving simulator, driving rehabilitation

บทนำ

ความสำคัญของปัญหา

ประเทศไทยมีประชากรคนพิการเป็นจำนวนมาก ดังสถิติในปี 2555 พบว่ามีจำนวนคนพิการที่จดทะเบียนคนพิการและมีบัตรประจำตัวคนพิการแล้วจำนวนกว่า 1,338,508 ราย หากแบ่งตามประเภทความพิการสามารถแบ่งย่อยได้เป็นความพิการทางร่างกายหรือการเคลื่อนไหวร้อยละ 48.42 ความพิการทางการได้ยินหรือสื่อความหมายร้อยละ 13.83 ความพิการทางสติปัญญาหรือการเรียนรู้ร้อยละ 13.21 ความพิการทางการมองเห็นร้อยละ 10.45 เป็นต้น จากข้อมูลข้างต้นแสดงให้เห็นว่าในจำนวนคนพิการที่ได้ขึ้นทะเบียนไว้เป็นคนพิการทางการทางร่างกายหรือการเคลื่อนไหวจำนวนมากที่สุด¹ ทั้งนี้กลุ่มคนพิการทางร่างกายหรือการเคลื่อนไหวที่พบมากประกอบด้วยกลุ่มคนพิการจากพยาธิสภาพของสมอง และกลุ่มคนพิการจากพยาธิสภาพของไขสันหลัง

พยาธิสภาพของไขสันหลังหรือการบาดเจ็บไขสันหลัง มีสาเหตุหลักจากอุบัติเหตุจากการจราจร รongลงมาคือการตกจากที่สูง การถูกทำร้ายร่างกายและการเล่นกีฬาตามลำดับ² เมื่อเกิดขึ้นแล้วนำไปสู่การสูญเสียความสามารถหรือความพิการโดยขึ้นอยู่กับตำแหน่ง ชนิด ขนาด และความรุนแรงของอันตรายที่ได้รับ สามารถจำแนกตามอาการที่พบได้ 2 อาการหลัก ดังนี้³

1. ภาวะอัมพาตทั้งตัว (quadriplegia/tetraplegia) หมายถึง สภาวะร่างกายที่มีปัญหาอ่อนแรงของลำตัว แขนและขาทั้ง 2 ข้าง มักเกิดจากการบาดเจ็บที่ไขสันหลังระดับคอ (cervical level) ซึ่งมีอยู่ 8 ระดับ คือ ระดับ C1-C8

2. ภาวะอัมพาตครึ่งท่อน (paraplegia) หมายถึง สภาวะร่างกายที่มีปัญหาอ่อนแรงหรืออัมพาตของขาหรืออัมพาตขาและลำตัว อาจเป็นทั้งหมดหรือบางส่วน มักเกิดจากการบาดเจ็บที่ไขสันหลังระดับทรวงอก (thoracic level) ซึ่งมีอยู่ 12 ระดับคือ T1-T12 และระดับเอว (lumbar level) ซึ่งมีอยู่ 5 ระดับคือ L1-L5

ปัญหาที่พบในพยาธิสภาพของไขสันหลังมีหลากหลาย ประกอบด้วยการรับความรู้สึกบกพร่อง กล้ามเนื้ออ่อนแรง ภาวะกล้ามเนื้อหดเกร็ง ปัญหาการหายใจ ปัญหาการขับถ่ายปัสสาวะและอุจจาระ ปัญหาการควบคุมอุณหภูมิของร่างกายและอาจพบภาวะแทรกซ้อนต่าง ๆ อาทิ ภาวะประสาทอัตโนมัติผิดปกติหรือไวกว่าปกติ (autonomic hyperreflexia) แผลกดทับ ข้อติด เอ็นหนาขึ้น

ในความเป็นจริง ผู้มีพยาธิสภาพของไขสันหลังจำนวนมากมีศักยภาพเพียงพอที่จะกลับไปศึกษาประกอบอาชีพหรือมีส่วนร่วมทางสังคมได้ แต่อุปสรรคสำคัญในการเข้าร่วมกิจกรรมต่าง ๆ ของคนพิการเหล่านี้คือการเดินทาง เนื่องจากระบบขนส่งสาธารณะที่เหมาะสมและเอื้ออำนวยต่อคนพิการยังมีอย่างจำกัด ทำให้การเดินทางของคนพิการเป็นไปด้วยความยากลำบาก ไม่ปลอดภัย และมีค่าใช้จ่ายสูง จากเหตุผลข้างต้นทำให้ผู้มีพยาธิสภาพของไขสันหลังจำนวนมากที่เคยขับรถยนต์ได้ก่อนเกิดความพิการ มีความต้องการเข้ารับ

การฟื้นฟูด้านการขับรถยนต์ให้สามารถขับรถยนต์ด้วยตนเองได้อีกครั้ง ทั้งนี้เพื่อจะได้ประกอบอาชีพหรือร่วมกิจกรรมทางสังคมต่าง ๆ ได้อย่างอิสระ ลดการพึ่งพาบุคคลอื่น และกลับไปดำเนินชีวิตในครอบครัวและสังคมได้อย่างเต็มศักยภาพ

ปัจจุบัน การฟื้นฟูด้านการขับรถยนต์ (driving rehabilitation) เป็นบริการทางการแพทย์ที่แพร่หลายและได้รับความสนใจในหลายประเทศทั่วโลก สำหรับประเทศไทย การฟื้นฟูดังกล่าวได้เริ่มเปิดให้บริการแล้วในบางหน่วยงาน เช่น คลินิกฟื้นฟูการขับรถยนต์ (driving rehabilitation clinic) ของงานกิจกรรมบำบัด สถาบันสิรินธรเพื่อการฟื้นฟูสมรรถภาพทางการแพทย์แห่งชาติ ทั้งนี้การฟื้นฟูการขับรถยนต์ในคนพิการมีหลากหลายรูปแบบและวิธีการ โดยความแตกต่างกันนั้นขึ้นอยู่กับปัจจัยต่าง ๆ อาทิ บริบทของสถานพยาบาล จำนวนผู้เชี่ยวชาญ ตลอดจนบริบททางวัฒนธรรมของแต่ละประเทศ อย่างไรก็ตามสามารถจำแนกออกได้ 3 รูปแบบหลัก ดังนี้⁴

การฝึกขับรถยนต์โดยใช้กิจกรรมกระดาษและดินสอ (paper and pencil based driving training)

เป็นรูปแบบดั้งเดิมของการฟื้นฟูการขับรถยนต์ เริ่มใช้ในผู้ที่มีพยาธิสภาพทางสมอง เน้นการฝึกด้านที่เป็นทักษะพื้นฐานที่เกี่ยวข้องกับการขับรถ เช่น การประเมินและฝึกการรับรู้ ด้วย picture completion, picture arrangement การประเมินและฝึกการรับรู้ทางสายตา ชนิด visuo-perception ด้วย block design test เป็นต้น โดยมีการศึกษาประสิทธิผลของการฝึกรูปแบบ Paper and pencil based driving training ในผู้ป่วยโรคหลอดเลือดสมองที่มีอาการระหว่าง 5 เดือน – 7 ปี โดยได้รับการฝึกจำนวน 5-9 ครั้ง เวลาการฝึกรวมอยู่ระหว่าง 8 -10 ชั่วโมง จากนั้นวัดผลด้วยการประเมินการรับรู้และการประเมินด้วยการขับรถในสถานการณ์จริง พบว่าผู้ป่วยมีความสามารถในการขับรถเพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญ โดยทักษะที่เพิ่มขึ้น ประกอบด้วย gap acceptance, car positioning, visual observation, lane tracking และ speed control⁵

การฝึกขับรถยนต์โดยใช้เครื่องจำลองการขับรถยนต์ (simulator based driving training)

มีรายงานการใช้เครื่องจำลองการขับรถยนต์ครั้งแรกในปี ค.ศ. 1979 โดยการใช้ในผู้ป่วยโรคหลอดเลือดสมองจำนวน 44 คน เริ่มจากการฝึกให้เกิดความคุ้นเคยกับเครื่องหมายการจราจรต่าง ๆ จากนั้นฝึกด้วยเครื่องจำลองการขับรถยนต์ในถนนและสภาพแวดล้อมที่หลากหลาย หลังสิ้นสุดการฝึกอาสาสมัครทั้ง 44 คนได้รับประกาศนียบัตรรับรองการผ่านการฝึก เพื่อนำไปประกอบการสอบข้อเขียนและทดสอบการขับรถจริงในลำดับถัดไป⁶ อย่างไรก็ตามรายงานดังกล่าวไม่ได้ระบุรายละเอียดของเครื่องจำลองการขับรถยนต์และเวลาที่ใช้ในการฝึก ในเวลาต่อมาได้มีการพัฒนาเครื่องจำลองการขับรถยนต์ที่มีความทันสมัยและมีรูปแบบที่หลากหลายมากขึ้น เช่น Virtual reality driving simulator (VRDS) ซึ่งพัฒนาขึ้นเพื่อจำลองสภาพแวดล้อมเสมือนจริงใน



การขับรถยนต์ โดยใช้คอมพิวเตอร์หรืออุปกรณ์อื่น รวมทั้งมีการศึกษาผลการใช้เครื่องจำลองการขับรถยนต์ต่อความสามารถในการขับรถยนต์ของคนพิการเพิ่มขึ้นหลายการศึกษา อาทิ การศึกษาของ Cimolino & Balkovec⁷ และการศึกษาของ Akinwuntan et al⁸ โดยผลลัพธ์ของทั้งสองการศึกษายืนยันประสิทธิผลของการใช้เครื่องจำลองการขับรถยนต์ต่อการเพิ่มความสามารถในการขับรถยนต์ของอาสาสมัครผู้เข้าร่วมวิจัย และสรุปว่าเครื่องจำลองการขับรถยนต์มีความเหมาะสมในการนำมาฝึกขับรถยนต์มากกว่าการฝึกแบบดั้งเดิม อย่างไรก็ตาม การศึกษาดังกล่าวกระทำในผู้ป่วยโรคหลอดเลือดสมองเท่านั้น

การฝึกขับรถยนต์ในสถานการณ์จริง (on road driving training)

การฝึกขับรถยนต์ในสถานการณ์จริง จัดเป็นการฝึกที่มีประสิทธิผลที่สุด⁴ เนื่องจากการใช้รถยนต์จริงและขับในสถานการณ์จริง ผู้ขับขี่ได้ใช้ทักษะที่เกี่ยวข้องในการขับรถครบทุกด้านทั้งด้านร่างกาย เช่น กำลังกล้ามเนื้อ การทรงท่า การปรับท่าทาง ด้านการรับรู้และความคิดความเข้าใจ เช่น สมาธิและการตัดสินใจ การแก้ปัญหาเฉพาะหน้า การจัดการความเครียด เป็นต้น แต่หากพิจารณาด้านความปลอดภัยของผู้ขับขี่แล้ว จัดเป็นรูปแบบการฝึกที่อันตรายและมีความเสี่ยงสูงสุด ดังนั้นการฝึกขับรถยนต์ในสถานการณ์จริงจะกระทำเมื่อผู้ขับขี่ผ่านการประเมินและเตรียมความพร้อมด้านต่าง ๆ มาครบถ้วนแล้ว ทั้งนี้เพื่อให้เกิดความปลอดภัยสูงสุดต่อผู้ขับขี่นั่นเอง นอกจากการฟื้นฟูด้วย 3 รูปแบบหลักข้างต้น ยังมีการพัฒนาเครื่องมือและอุปกรณ์อื่น ๆ เพื่อใช้ประกอบในการฟื้นฟูการขับรถยนต์ เช่น Computerized video based driving training⁹ และ Dynavision based driving training¹⁰

วัตถุและวิธีการ

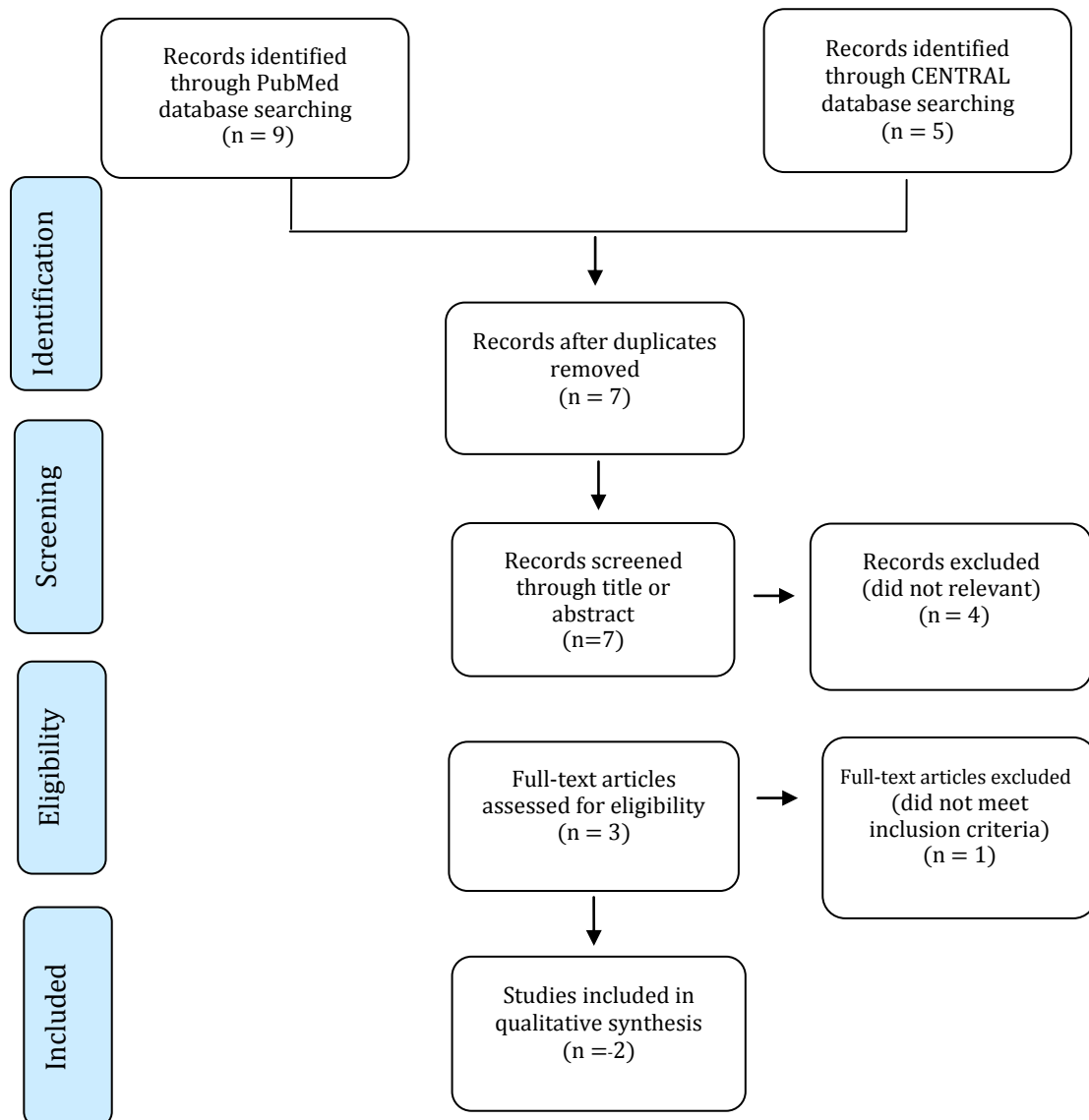
เป็นการศึกษาการทบทวนอย่างเป็นระบบ (systematic reviews) ผู้วิจัยทำการสืบค้นงานวิจัยที่เป็นการศึกษาประสิทธิผลของการฟื้นฟูด้านการขับรถยนต์ด้วยเครื่องจำลองการขับรถยนต์ในผู้มีพยาธิสภาพของไขสันหลังโดยใช้กระบวนการสืบค้นทางอิเล็กทรอนิกส์จากฐานข้อมูล (database) จำนวน 2 ฐาน ประกอบด้วย CENTRAL และ PubMed กำหนดช่วงเวลาของการสืบค้นตั้งแต่ปี ค.ศ. 1979 – ค.ศ. 2020 คัดเลือกเฉพาะการศึกษาประเภท Randomized controlled trials (RCTs) และประเภท Quasi-randomized controlled trials (Quasi RCTs) ที่ได้รับการเผยแพร่เป็นภาษาอังกฤษเท่านั้น โดยเกณฑ์การคัดเลือกรายงานการศึกษา (criteria for considering studies) มีดังนี้

เกณฑ์คัดเข้า (inclusion criteria) ได้แก่ ผู้มีพยาธิสภาพของไขสันหลังที่ได้รับการฟื้นฟูความสามารถด้านการขับรถยนต์ด้วยเครื่องจำลองการขับรถยนต์

เกณฑ์คัดออก (exclusion criteria) ได้แก่ การฟื้นฟูความสามารถด้านการขับรถยนต์ในผู้มีพยาธิสภาพของไขสันหลังด้วยวิธีอื่นที่ไม่ใช่เครื่องจำลองการขับรถยนต์

ผลการศึกษา

การสืบค้นข้อมูลตามกลยุทธ์การสืบค้นจากฐานข้อมูล CENTRAL และ MEDLINE ผ่าน PubMed ได้เอกสารรายงานการศึกษาทั้งสิ้นจำนวน 7 การศึกษา คัดเลือกเฉพาะเอกสารที่เกี่ยวข้องจากชื่อเรื่องและบทคัดย่อในเบื้องต้นได้ 3 การศึกษา เมื่อพิจารณาเอกสารการศึกษฉบับเต็ม (full texts) โดยพิจารณาเฉพาะประเด็นที่เกี่ยวกับการวัดผลลัพธ์ (outcome measures) เหลือจำนวน 2 การศึกษา โดยผลการสืบค้นข้อมูลแสดงในภาพที่ 1 และสรุปการศึกษาที่ตรงตามเกณฑ์ที่กำหนด แสดงในตารางที่ 1



ภาพที่ 1 ผลการสืบค้นข้อมูล



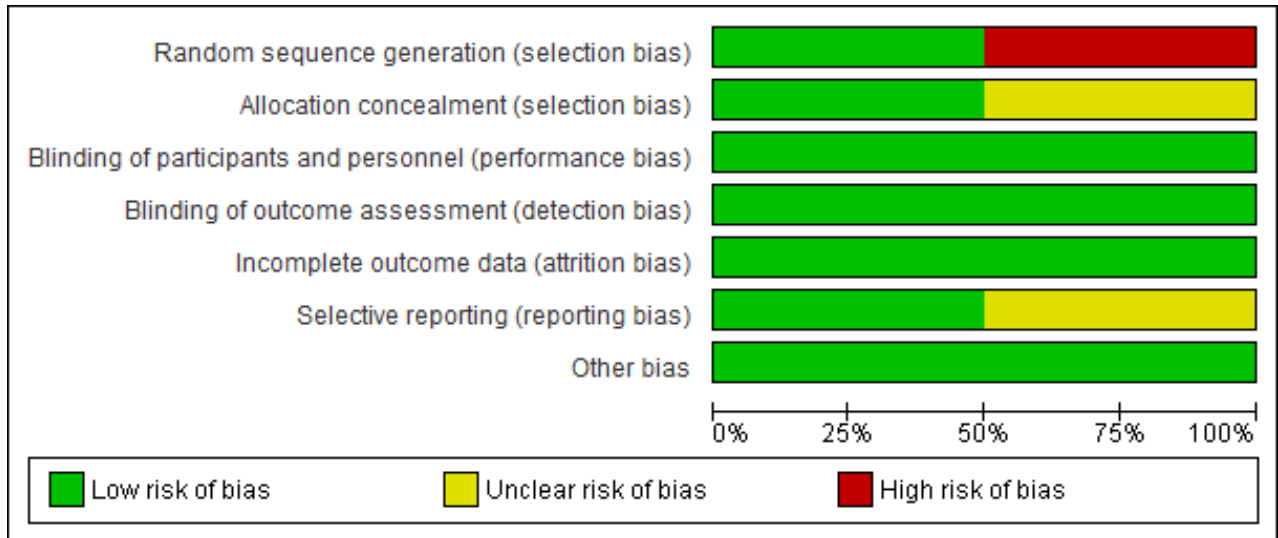
ตารางที่ 1 สรุปการศึกษาที่ตรงตามเกณฑ์ที่กำหนด

เรื่องที่	ผู้วิจัย	รายละเอียด
1	Sung et al ¹¹	ศึกษาประสิทธิผลของการใช้เครื่องจำลองการขับรถยนต์และทดสอบหาจำนวนครั้งที่เหมาะสมของการฝึกขับรถยนต์ ในผู้มีพยาธิสภาพของไขสันหลังระดับต่ำกว่า cervical 6 (C6) จำนวน 12 คน
2	Carlozzi et al ¹²	ศึกษาเปรียบเทียบประสิทธิผลของการฟื้นฟูการขับรถยนต์ด้วยเครื่องจำลองการขับรถยนต์ที่แตกต่างกัน 2 รูปแบบ ได้แก่ ชนิด Head mounted display (HMD) และ Three screen display (TSD) ในผู้มีพยาธิสภาพของไขสันหลังทั้งชนิด tetraplegia และ paraplegia จำนวน 54 คน

ผู้วิจัย 2 คนจะคัดเลือกการศึกษาโดยตรวจสอบชื่อเรื่องและบทคัดย่อทั้งหมดที่ได้จากการสืบค้นข้อมูลอย่างเป็นอิสระต่อกัน การศึกษาใดที่ไม่ตรงกับเกณฑ์คัดเข้าอย่างชัดเจนจะถูกคัดออก กรณีที่ผลการคัดเลือกไม่ตรงกัน ผู้วิจัยจะประชุมร่วมกันและแสดงข้อคิดเห็นด้านวิชาการที่เกี่ยวข้อง และร่วมกันสรุปสุดท้ายในการคัดเลือกการศึกษา

การศึกษาที่ได้การสืบค้นข้อมูลจะถูกประเมินคุณภาพ (critical appraisal) โดยผู้วิจัยอย่างเป็นอิสระต่อกัน หากมีประเด็นที่ความเห็นไม่ตรงกัน จะปรึกษารื้อจนได้ข้อยุติ เกณฑ์ในการประเมินคุณภาพเอกสาร ได้แก่ การประเมินความเสี่ยงของอคติในการศึกษา (risk of bias) โดยใช้เครื่องมือประเมินความเสี่ยงของอคติของ The Cochrane Collaboration ดังนี้ การสร้างลำดับของผู้เข้าร่วมโครงการ (sequence generation) การจัดผู้เข้าร่วมโครงการโดยการสุ่มอย่างปกปิด (allocation concealment) การปกปิดวิธีการรักษา (blinding) จำนวนข้อมูลของผลลัพธ์ที่ไม่ครบถ้วน (incomplete outcome data) การเลือกผลลัพธ์เพื่อรายงาน (selective reporting) และจำแนกผลการประเมินแบ่งออกเป็น 3 ระดับ ได้แก่ ความเสี่ยงสูง (high risk of bias) หมายถึง การศึกษาไม่มีคุณภาพ ความเสี่ยงต่ำ (low risk of bias) หมายถึง การศึกษามีคุณภาพดี ข้อมูลไม่ชัดเจนระดับ (unclear risk of bias) หมายถึง ไม่สามารถระบุคุณภาพการศึกษา

การประเมินคุณภาพรายงานการศึกษาที่ตรงตามเกณฑ์ พบว่าการศึกษาทั้ง 2 เรื่อง มีผลการประเมินความเสี่ยงของอคติในระดับ Low risk of bias ใน 4 หัวข้อ ประกอบด้วย 1) Blinding the participants and personnel 2) Blinding the outcome assessment 3) Incomplete outcome data และ 4) Other bias ส่วนหัวข้ออื่นๆ อยู่ในระดับ Unclear risk of bias และ High risk of bias ดังภาพที่ 2 และภาพที่ 3



ภาพที่ 2 ผลรวมการประเมินความเสี่ยงของอคติ

	Random sequence generation (selection bias)	Allocation concealment (selection bias)	Blinding of participants and personnel (performance bias)	Blinding of outcome assessment (detection bias)	Incomplete outcome data (attrition bias)	Selective reporting (reporting bias)	Other bias
Carlozzi 2013	+	?	+	+	+	+	+
Sung 2012	-	+	+	+	+	?	+

ภาพที่ 3 ผลการประเมินความเสี่ยงของอคติรายการศึกษา



ผลการวิเคราะห์และสังเคราะห์ข้อมูล

Sung et al.¹¹ ทำการวิจัยรูปแบบ longitudinal prospective เพื่อศึกษาผลของการใช้เครื่องจำลองการขับรถยนต์ที่ใช้รูปแบบ virtual reality ในผู้ที่มีพยาธิสภาพของไขสันหลัง และทดสอบหาจำนวนครั้งที่เหมาะสมในการฝึก (number of session) อาสาสมัครในการวิจัยได้แก่ผู้ที่มีพยาธิสภาพของไขสันหลังจำนวน 12 คน เกณฑ์การรับเข้าประกอบด้วย เป็นผู้ที่มีพยาธิสภาพของไขสันหลังระดับต่ำกว่า cervical 6 (C6) ที่ได้รับใบอนุญาตขับรถยนต์ก่อนเกิดความพิการ และไม่มี ความบกพร่องด้านความคิดความเข้าใจและความบกพร่องด้านสายตาที่ส่งผลกระทบต่อความสามารถในการขับรถยนต์ ส่วนเกณฑ์คัดออกประกอบด้วย ไม่สามารถทรงตัวในท่านั่งได้ต่อเนื่อง 30 นาทีขึ้นไปทั้งโดยการใช้หรือไม่ใช้อุปกรณ์ประคองและไม่สามารถใช้อุปกรณ์ควบคุมรถด้วยมือ (hand control device) ได้

เครื่องจำลองการขับรถยนต์ที่ใช้ในการวิจัยนี้ เป็นการนำบางส่วนของรถจริงมาดัดแปลงโดยปรับให้ควบคุมเบรกและคันเร่งด้วยมือ จากนั้นติดตั้งเข้ากับแท่นปรับระดับแบบแกนเดียว (single – axis tilting platform) ที่สามารถปรับระดับให้สอดคล้องกับการขับในรูปแบบต่าง ๆ ทั้งการปรับขึ้น ปรับลง และการปรับเอียงซึ่งปรับได้ประมาณ 15 องศาทั้งการปรับเอียงไปด้านหน้าและด้านหลัง โดยแท่นดังกล่าวมีค่า reaction time ในการปรับอยู่ระหว่าง 0.1-0.5 วินาที ส่วนโปรแกรมการฝึกเป็นการจำลองสถานการณ์เสมือนจริง (virtual reality) ของการขับในรูปแบบต่าง ๆ ซึ่งจะฉายจากเครื่องฉายภาพจำนวน 3 เครื่อง ที่ติดตั้งอยู่ด้านหลังที่นั่งคนขับและมีการเชื่อมต่อกับคอมพิวเตอร์ 3 เครื่องซึ่งเชื่อมกันด้วย Transmission control protocol (TCP) หรือ IP (Internet protocol) และภาพจากเครื่องฉายภาพจะปรากฏบนหน้าจอแสดงภาพขนาดกว้าง 239 เซนติเมตร จำนวน 3 จอ ที่เชื่อมต่อกัน ทำให้ช่วงการมองเห็นของผู้ขับอยู่ที่ 154 องศาในแนวระนาบและ 37 องศาในแนวตั้ง สถานการณ์จำลองในการฝึกประกอบด้วยการขับรถในเขตชุมชนที่มีเครื่องหมายจราจรและสิ่งกีดขวางรูปแบบต่าง ๆ การขับรถในอุโมงค์ การขับรถในทางข้าม/ทางยกระดับ และการขับรถในถนนที่รวมสถานการณ์จำลองข้างต้นเข้าด้วยกันเป็นระยะทาง 6 กิโลเมตร โดยในขณะที่ฝึกอาสาสมัครต้องพยายามจำกัดความเร็วของรถยนต์ไว้ที่ 50 กิโลเมตรต่อชั่วโมง การฝึกมีระยะเวลาครั้งละประมาณ 30 นาที สัปดาห์ละ 2 วัน ต่อเนื่องเป็นระยะเวลาหนึ่งเดือนครึ่ง การวัดผลประกอบด้วย 6 ด้านหลัก ได้แก่ เวลารวมในการขับรถ ความเร็วเฉลี่ย การขับออกนอกเลน การฝ่าฝืนเส้นจราจร การเฉี่ยวชน และความมั่นคงในการควบคุมพวงมาลัยและการเบรก

ผลการศึกษาพบว่า หลังจากการฝึก 5 ครั้ง อาสาสมัครมีความสามารถเพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญในด้านความเร็วเฉลี่ยและเวลารวมในการขับรถ รวมถึงการหยุดรถในเขตชุมชนที่มีเครื่องหมายจราจรและสิ่งกีดขวาง ส่วนในการขับในทางข้าม/ทางยกระดับ พบว่าอาสาสมัครสามารถเพิ่มความเร็วในการขับและขับออกนอกเลนน้อยลง ซึ่งการเพิ่มความเร็วในการขับพบได้ในการขับรถในอุโมงค์เช่นกัน นอกจากนี้พบว่าอาสาสมัครสามารถหยุดรถตามสัญญาณจราจรได้อย่างแม่นยำยิ่งขึ้น จำนวนการขับออกนอกเลนและการใช้ความเร็วที่ไม่สม่าเสมอลดลงอย่างมีนัยสำคัญ จากผลการศึกษาดังกล่าว Sung และคณะ จึงสรุปว่า เครื่องจำลองการขับรถยนต์ที่ใช้รูปแบบ virtual reality มีประสิทธิภาพและสามารถใช้ในการฝึกขับรถยนต์ในผู้ที่มีพยาธิสภาพของไขสันหลังได้ และการฝึกควรมีจำนวนตั้งแต่ 5 ครั้งขึ้นไป

Carlozzi et al¹² ศึกษาเปรียบเทียบประสิทธิผลของการฟื้นฟูการขับรถยนต์ด้วยเครื่องจำลองการขับรถยนต์ที่แตกต่างกัน 2 รูปแบบ ได้แก่ ชนิด Head mounted display (HMD) และชนิด Three screen display (TSD) โดยทำการศึกษาในอาสาสมัครผู้มีความพิการของไขสันหลัง จำนวน 54 คน ประกอบด้วยพยาธิสภาพของไขสันหลังชนิด paraplegia จำนวนร้อยละ 74.1 พยาธิสภาพของไขสันหลังชนิด tetraplegia จำนวนร้อยละ 25.9 ในจำนวนนี้เป็นชนิด complete injury และชนิด incomplete injury ร้อยละ 29.6 และ 66.7 ตามลำดับ โดยอาสาสมัครทั้งสองกลุ่มไม่มีความแตกต่างด้านประชากร อายุ เพศ อายุ เชื้อชาติ

อาสาสมัครในการศึกษานี้มีทั้งผู้ที่มีประสบการณ์และไม่มีประสบการณ์ในการขับรถด้วยอุปกรณ์ hand control โดยอาสาสมัครจะถูกแบ่งด้วยวิธีการสุ่มเป็น 2 กลุ่ม ได้แก่ กลุ่มที่ได้รับการฟื้นฟูด้วย Head mounted display (HMD) และกลุ่มที่ได้รับการฟื้นฟูด้วย Three screen display (TSD) กลุ่มละ 26 คน สำหรับเครื่องจำลองการขับรถยนต์ที่ใช้ในการฝึก คือ Virtual Reality Driving Simulator ซึ่งดัดแปลงให้ควบคุมคันเร่งและเบรกด้วยมือ และมีอุปกรณ์ควบคุมพวงมาลัย อาทิ spinner knob และ tri pin ซอฟต์แวร์ที่ใช้ในเครื่องจำลองการขับรถยนต์ประกอบด้วยสถานการณ์ในการขับ 4 รูปแบบ ประกอบด้วยเขตชุมชน โรงเรียน บริเวณที่มีร้านค้า และทางด่วน โดยสามารถปรับลำดับการฝึกและระดับความยากในการฝึกได้ ทั้งการปรับด้าน static vehicle เช่น จำนวนรถที่จอดในพื้นที่ หรือปรับด้าน dynamic vehicle เช่น ความหนาแน่นของการจราจร เป็นต้น การเก็บข้อมูลประกอบด้วยการเก็บข้อมูลด้านคุณภาพในการขับรถ อาทิ ความเร็ว การควบคุมตำแหน่งของรถในขณะขับ การปฏิบัติตามเครื่องหมายจราจร รวมทั้งสถานการณ์การขับที่มีความเสี่ยง เช่น การเฉี่ยวชน การขับรอกนอกเลน นอกเหนือจากการเก็บข้อมูลด้านคุณภาพข้างต้น มีการใช้แบบสอบถามอาการ simulator sickness ซึ่งเป็นอาการข้างเคียงอันไม่พึงประสงค์หรือภาวะแทรกซ้อนจากการใช้เครื่อง ประกอบด้วย 27 หัวข้อครอบคลุม 16 อาการที่พบได้บ่อยในผู้ใช้เครื่องจำลองที่แสดงภาพเสมือนจริง (virtual reality) ประเภทต่าง ๆ โดยทำการประเมินทั้งก่อนและหลังการใช้เครื่องจำลองการขับรถยนต์ทั้งสองแบบและให้คะแนนในรูปแบบ Likert scale ได้แก่ ไม่มีอาการ (none) มีอาการเล็กน้อย (slight) มีอาการปานกลาง (moderate) และมีอาการรุนแรง (severe)

ความแตกต่างของรูปแบบการฝึกระหว่างอาสาสมัครทั้งสองกลุ่ม ได้แก่ การแสดงผล (display) โดย Head mounted display (HMD) ดัดแปลงจากเครื่องฉายภาพแบบสวมหัวรุ่น eMagin Z 800 3D Visor ใช้จอ OLED SVGA microdisplays (800x600) จำนวน 2 จอที่ให้ภาพมุมมองแนวทแยง 105 นิ้ว มองเห็นได้จากระยะห่าง 12 ฟุต มีความละเอียดของภาพ (resolution) 1.44 เมกะพิกเซล ส่วน Three screen display (TSD) เป็นการใช้จอ LCD ยี่ห้อ Dell ขนาด 30 นิ้ว Model W 3000 จำนวน 3 จอที่ติดตั้งต่อเนื่องกัน

ผลการศึกษาพบว่าหลังสิ้นสุดโปรแกรมการฝึก อาสาสมัครทั้งสองกลุ่มมีความสามารถในการขับรถเพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ อย่างไรก็ตามมีความแตกต่างของความสามารถที่เพิ่มขึ้นเล็กน้อย กล่าวคือ อาสาสมัครกลุ่ม HMD มีการขับเฉี่ยวชนในเขตชุมชนมากกว่าและใช้เวลาในการหยุดรถนานกว่าอาสาสมัครกลุ่ม TSD แต่ค่าความแตกต่างดังกล่าวมีน้อยมากจนไม่สามารถบ่งชี้ถึงความแตกต่างทางคลินิก ส่วนการเกิด simulator sickness แม้อาสาสมัครกลุ่ม TSD มีจำนวนการเกิด simulator sickness น้อยกว่าอาสาสมัครกลุ่ม HMD แต่ความแตกต่างที่พบไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ โดยอัตราการเกิด simulator sickness ในการศึกษา

ของ Carlozzi และคณะในครั้งนี้นี้มีความสอดคล้องกับการศึกษาการเกิด simulator sickness ที่เคยมีผู้ศึกษา ก่อนหน้า และจัดเป็นค่าที่อยู่ในเกณฑ์ปกติที่พบได้ในเครื่องจำลองที่แสดงภาพเสมือนจริงรูปแบบมาตรฐานอื่น ๆ¹³ จากผลการศึกษาข้างต้นนำไปสู่การสรุปว่าเครื่องจำลองการขับรถยนต์ทั้งชนิด HMD และ TSD มีความเหมาะสมในการใช้ฟื้นฟูการขับรถยนต์ในผู้มีความพิการของไขสันหลัง

สรุปผลและอภิปราย

จากการสืบค้นข้อมูลในฐานข้อมูล PubMed และ CENTRAL พบการวิจัยที่สอดคล้องกับวัตถุประสงค์ของการทบทวนอย่างเป็นระบบจำนวน 2 เรื่อง ประกอบด้วย 1) การศึกษาของ Sung และคณะ ทำการศึกษาผลของการใช้เครื่องจำลองการขับรถยนต์ในผู้มีความพิการของไขสันหลังระดับต่ำกว่า cervical 6 (C6) จำนวน 12 คน และทดสอบหาจำนวนครั้งที่เหมาะสมในการฝึก และ 2) การศึกษาของ Carlozzi et al¹² ทำการเปรียบเทียบประสิทธิผลของการฟื้นฟูการขับรถยนต์ด้วยเครื่องจำลองการขับรถยนต์ที่แตกต่างกัน 2 รูปแบบ ได้แก่ ชนิด Head mounted display และ Three screen display และศึกษาภาวะ simulator sickness ในผู้มีความพิการของไขสันหลังประเภท paraplegia และ tetraplegia จำนวน 54 คน แม้การศึกษาทั้งสองเรื่องมีความแตกต่างกันในด้านรูปแบบการศึกษาและการวัดผลลัพธ์ แต่ผลการศึกษาที่ได้มีความสอดคล้องกันคือแสดงถึงประสิทธิผลและความเหมาะสมของการใช้เครื่องจำลองการขับรถยนต์ ในการฟื้นฟูการขับรถยนต์ในผู้มีความพิการของไขสันหลัง การศึกษาของ Carlozzi et al¹² ยังแสดงให้เห็นว่าอัตราการเกิดภาวะ simulator sickness ที่พบจากการใช้เครื่องจำลองการขับรถยนต์อยู่ในเกณฑ์ปกติเทียบเท่ากับที่พบได้จากการใช้ simulator รูปแบบมาตรฐานอื่น ๆ และไม่เป็นอันตรายต่อผู้ใช้ นอกจากนี้หากอ้างอิงตามผลการศึกษาของ Sung และคณะซึ่งพบว่าอาสาสมัครมีความก้าวหน้าในการขับรถยนต์ภายหลังการฝึกครั้งที่ 5 เป็นต้นไป จึงอาจสรุปได้ว่าการฝึกด้วยเครื่องจำลองการขับรถยนต์ ควรมีจำนวนการฝึกอย่างน้อย 5 ครั้ง ระยะเวลาฝึกครั้งละประมาณ 30 นาที

อย่างไรก็ดี การศึกษาที่สืบค้นได้และนำมาทบทวนอย่างเป็นระบบครั้งนี้ ยังมีข้อจำกัดบางประการ อาทิ การศึกษาของ Sung และคณะ มีจำนวนอาสาสมัครน้อยและมีกระบวนการคัดเลือกอาสาสมัครที่มีความเสี่ยงของอคติสูง (high risk of bias) นอกจากนี้ เครื่องจำลองการขับรถยนต์ที่ใช้ในการศึกษาเป็นการติดตั้งกับแท่นปรับระดับแบบแกนเดี่ยว (single – axis tilting platform) ซึ่งอาจไม่สอดคล้องกับท่าทาง การทรงท่า และการเคลื่อนไหวจริงที่เกิดระหว่างการขับรถ อีกทั้งปัจจัยที่มีผลต่อท่านั่งในผู้มีความพิการของไขสันหลัง ประกอบด้วย vibration, translation และ rotation¹⁴ ดังนั้นควรมีการพัฒนาแท่นปรับระดับชนิด multi-axis dynamic platform เพื่อให้การทรงท่าและการทรงตัวขณะขับรถยนต์ใกล้เคียงการเคลื่อนไหวในสถานการณ์จริงมากที่สุด ส่วนข้อจำกัดของการศึกษาของ Carlozzi และคณะ คือไม่ได้ระบุอาการและความสามารถเบื้องต้นของอาสาสมัครไว้ทำให้ไม่สามารถวิเคราะห์และอธิบายความสามารถในการขับรถยนต์ที่เพิ่มขึ้นได้อย่างครอบคลุม อีกทั้งในการประเมิน simulator sickness ควรมีจำนวนอาสาสมัครมากกว่านี้ เพื่อให้ได้ผลที่ชัดเจนและนำไปอ้างอิงในประชากรกลุ่มใหญ่ได้



ข้อเสนอแนะ

การทบทวนอย่างเป็นระบบครั้งนี้ พบการศึกษาที่สามารถนำมาวิเคราะห์จำนวนน้อย และแต่ละการศึกษามีรูปแบบการฝึกและการวัดผลลัพธ์ที่แตกต่างกัน ทำให้ไม่สามารถทำการสังเคราะห์วิเคราะห์อภิมาน (Meta – analysis) ได้ อย่างไรก็ตาม ผลการศึกษาได้ข้อสรุปเบื้องต้นถึงประสิทธิผลของการใช้เครื่องจำลองการขับรถยนต์ในผู้มีพยาธิสภาพของไขสันหลัง รวมถึงได้แนวทางการฝึกในด้านความถี่และระยะเวลา ตลอดจนได้ข้อมูลด้านความปลอดภัยในการใช้งาน นอกจากนี้ทำให้ทราบว่าในปัจจุบันมีการศึกษาเกี่ยวกับการใช้เครื่องจำลองการขับรถยนต์ในผู้มีพยาธิสภาพของไขสันหลังอยู่เพียงจำนวนน้อย โดยเฉพาะอย่างยิ่งการศึกษาเชิงทดลอง ดังนั้นเพื่อให้ได้ข้อสรุปที่ชัดเจน ควรมีการศึกษาวิจัยเชิงทดลองที่มีคุณภาพในประเด็นนี้ต่อไป เพื่อให้มีจำนวนการศึกษาที่เพียงพอและสามารถนำมาสังเคราะห์วิเคราะห์อภิมาน (meta-analysis) เพื่อให้เกิดประโยชน์สูงสุดต่อการฟื้นฟูการขับรถยนต์ในผู้มีพยาธิสภาพของไขสันหลังต่อไป

เอกสารอ้างอิง

1. สำนักนโยบายและยุทธศาสตร์ สำนักงานปลัดกระทรวงสาธารณสุข กระทรวงสาธารณสุข. http://bps.ops.moph.go.th/Healthinformation/statistic55/2.3.2_55.pdf.
2. World Health Organization Collaborative study of cardiovascular disease and steroid hormone contraception. Haemorrhagic stroke, overall stroke risk and combined oral contraceptives; results of an international multicentre, case-controlled study. *Lancet* 1966; 348: 505-510.
3. พรสวรรค์ โพธิ์สว่าง. แนวทางปฏิบัติในการให้บริการทางกิจกรรมบำบัดสำหรับผู้บาดเจ็บจากอุบัติเหตุทางถนน. สถาบันสิรินธรเพื่อการฟื้นฟูสมรรถภาพทางการแพทย์แห่งชาติ; 2555.
4. Akinwuntan AE, Wachtel J, Rosen PN. Driving simulation for evaluation and rehabilitation of driving after stroke. *J Stroke Cerebrovasc Dis* 2012; 21(6): 478-86.
5. Sivak M, Hill CS, Henson DL, Butler BP, Silber SM, Olson PL. Improved driving performance following perceptual training in persons with brain damage. *Arch Phys Med Rehabil*, 1984; 65(4): 163-167.
6. Kent H, Sheriden J, Wasko E, June C, A driver training program for the disabled. *Arch Phys Med Rehabil* 1979; 60: 273-276.
7. Cimolino N, Balkovec D. The contribution of a driving simulator in the driving evaluation of stroke and disabled adolescent clients. *Can J Occup Ther* 1988; 55(3): 119-25.
8. Akinwuntan AE., DeWeerd W, Feys H, et al. Effect of simulator training on the driving ability of stroke patients: a randomized controlled trial (RCT). *Neurology* 2005; 65(6) : 843-50.



9. Mazer BL., Sofer S, Korner-Bitensky N, Gelinas I, Hanley I, Wood-Dauphinee S. Effectiveness of a visual attention retraining program on the driving performance of clients with stroke. *Arch Phys Med Rehabil* 2003; 84: 541-550.
10. Klavora P, Gaskovski P, Martin K, Forsyth RD, Heslegrave RJ, Young M, Quinn RP. The effects of Dynavision rehabilitation on behind-the-wheel driving ability and selected psychomotor abilities of persons after stroke. *Am J Occup Ther* 1995; 49(6): 534-42.
11. Sung WH, Chiu TY, Tsai WW, Chen JJ. The effect of virtual reality-enhanced driving protocol in patients following spinal cord injury. *J Chin Med Assoc* 2012; 75(11): 600-5.
12. Carlozzi NE, Gade V, Rizzo AS, Tulskey DS. Using virtual reality driving simulators in persons with spinal cord injury: three screen display versus head mounted display. *Disabil Rehabil Assist Technol* 2013; 8(2): 176-80.
13. Classen S, Bewernitz M, Shechtman O. Driving simulator sickness: an evidence-based review of the literature. *Am J Occup Ther* 2011; 65(2): 179-88.
14. Linden M, Sprigle S. Development of instrumentation and protocol to measure the dynamic environment of a modified van. *J Rehabil Res Dev* 1996; 33: 239.