

รายงานวิจัยฉบับสมบูรณ์

ทุนวิจัยมุ่งเป้าด้านสุขภาพและชีวเวชศาสตร์ ประจำปี 2556

เสนอต่อสถาบันวิจัยระบบสาธารณสุข (สวรส.)

และมูลนิธิสถาบันพัฒนาผู้สูงอายุไทย (มส.ผส.)

โครงการวิจัย เรื่อง

การพัฒนาเครื่องมือทางคลินิกสำหรับประเมินความเสี่ยงในการล้มของผู้สูงอายุ

Development of clinical tools for evaluating fall risks in elderly

โดย

รศ.ดร.รัมภา บุญสินสุข และคณะ

กายภาพบำบัด คณะสหเวชศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ

บทนำ

การล้มเป็นปัญหาที่พบบ่อยในผู้สูงอายุ โดยเฉพาะผู้ที่มีอายุมากกว่า 65 ปีขึ้นไป การล้มในผู้สูงอายุเป็นสาเหตุลำดับต้นๆ ที่นำไปสู่การบาดเจ็บของเนื้อเยื่อร่างกายหรือเกิดภาวะกระดูกหัก ส่งผลให้ผู้สูงอายุต้องได้รับการรักษาในโรงพยาบาล ก่อให้เกิดค่าใช้จ่ายในการรักษาพยาบาลเพิ่มขึ้น และในรายที่มีอาการบาดเจ็บรุนแรง อาจนำไปสู่การเสียชีวิตได้นอกจากนี้ การล้มยังทำให้ผู้ที่ล้มเกิดความกลัวต่อการล้ม ไม่กล้าเคลื่อนไหวหรือทำกิจกรรมต่างๆ ในชีวิตประจำวันด้วยตนเอง ทำให้เป็นผู้ไร้ความสามารถ จึงเป็นภาระต่อผู้ดูแล และส่งผลให้ทั้งผู้ดูแลและผู้ป่วยมีคุณภาพชีวิตที่ลดลง เกิดปัญหากระทบต่อสังคมและเศรษฐกิจตามมาในที่สุด ดังนั้น การระบุผู้สูงอายุที่มีความเสี่ยงต่อการล้มจึงเป็นขั้นตอนแรกที่สำคัญในการป้องกันการล้ม และนำไปสู่มาตรการการก่อกำจัดปัจจัยเสี่ยงที่ทำให้ล้มในผู้สูงอายุ

ปัจจัยเสี่ยงที่ส่งผลให้ผู้สูงอายุล้มมีทั้งปัจจัยที่มาจากภายในร่างกายและภายนอก ร่างกาย ปัจจัยภายในร่างกายเป็นปัจจัยที่เกี่ยวข้องกับสภาพร่างกายและความสามารถในการทรงตัวและเคลื่อนไหวของผู้สูงอายุ ปัจจัยภายนอกเกี่ยวข้องกับสภาพแวดล้อมต่างๆ เช่น สภาพพื้นผิวและแสงสว่าง ปัจจัยเสี่ยงที่ทำให้ผู้สูงอายุล้มมักมาจากหลายๆปัจจัยทั้งภายในและภายนอก โดยมีรายงานว่า สาเหตุมากกว่า 50% ของการล้มในผู้สูงอายุมักมาจากการลื่นหรือสะดุดล้มขณะเดินบนพื้นผิวที่ไม่ราบเรียบร่วมกับการมีแสงสว่างที่ไม่เพียงพอ อย่างไรก็ตาม จากการทบทวนวรรณกรรมเกี่ยวกับปัจจัยเสี่ยงต่อการล้ม พบว่าปัจจัยเสี่ยงต่อการล้มที่มีความสัมพันธ์กับการล้มมากที่สุด คือ ความสามารถในการทรงตัว (balance) และการเดิน โดยพบว่าปัจจัยทั้งสองด้านนี้มีความสามารถสูงในการพยากรณ์ผู้สูงอายุที่มีความเสี่ยงต่อการล้ม ในขณะที่ปัญหาสายตา การใช้ยา การประมวลความคิด (cognitive function) และภาวะความดันโลหิตต่ำขณะเปลี่ยนท่าทาง (orthostatic hypotension) ไม่มีความสัมพันธ์ที่ชัดเจนกับประวัติการล้ม จึงเห็นได้ว่า ความสามารถในการทรงตัวและการเดินเป็นปัจจัยเสี่ยงต่อการล้มที่มีความสำคัญมากและมีประโยชน์ในการคัดกรองผู้สูงอายุที่มีความเสี่ยงต่อการล้ม

แบบประเมินทางคลินิกเพื่อตรวจสอบความสามารถในการทรงตัวและการเดินมีอยู่มากมาย แต่มีเพียงไม่กี่แบบประเมินที่สามารถใช้ระบุผู้สูงอายุที่มีความเสี่ยงต่อการล้ม แบบประเมินเหล่านี้ ได้แก่ Berg Balance Scale (BBS), Performance Oriented Mobility Assessment (POMA) และ Timed Up and Go Test (TUG) แบบประเมินเหล่านี้มุ่งประเมินความสามารถในการทำกิจกรรมทั่วไปในชีวิตประจำวัน เช่นความสามารถในการนั่งทรงตัว การลุกขึ้นยืน ความสามารถในการยืน และการเดิน แบบประเมินบางแบบประเมินถูกสร้างขึ้นมาเพื่อคัดกรองผู้สูงอายุที่มีความสามารถในการเคลื่อนไหวน้อย กิจกรรมที่ถูกประเมินจึงง่ายเกินไปที่จะใช้สำหรับผู้สูงอายุที่อาศัยอยู่ในชุมชน นอกจากนี้ แบบประเมินที่มีอยู่ในปัจจุบันถูกสร้างขึ้นมาจากความสัมพันธ์ระหว่างความสามารถในการทรงตัวและประวัติการล้มในอดีต ซึ่งเป็นข้อมูลที่อาจคลาดเคลื่อนเนื่องจากความบกพร่องในการจำย้อนหลังของผู้สูงอายุ อีกทั้งหัวข้อในการทดสอบไม่เกี่ยวข้องความสามารถในการทรงตัวที่จำเป็นต้องใช้สำหรับป้องกันการล้ม (เช่น ขณะที่มีการลื่นหรือสะดุด หรือขณะที่มีแสงสว่างไม่เพียงพอ) จึงอาจไม่เพียงพอที่จะใช้ระบุความเสี่ยงขณะที่มีปัญหาการเสียการทรงตัวได้อย่างแม่นยำ

เมื่อไม่นานมานี้ มีการพัฒนาแบบประเมินทางคลินิกฉบับใหม่ขึ้น ชื่อว่า Balance Evaluation System Test (BESTest) เพื่อทดสอบความสามารถในการทรงตัวแบบองค์รวมในผู้ป่วยทางระบบประสาท โดยทดสอบความสามารถในการทรงตัวครบทุกองค์ประกอบ ร่วมกับการทดสอบปัจจัยที่มีผลต่อความสามารถในการทรงตัว โดยหัวข้อในการประเมินมีตั้งแต่การทดสอบการทำงานของระบบรับรู้ความรู้สึก (Individual sensory system) ระบบกล้ามเนื้อและโครงร่าง (Musculoskeletal system) การประสานงานของระบบรับรู้ความรู้สึก (Sensory integration) การทำงานประสานกันของระบบประสาทและกล้ามเนื้อ (neuromuscular strategy) ความสามารถในการตอบสนองต่อสิ่งรบกวนการทรงตัวทั้งภายในและภายนอกร่างกาย (Automatic and anticipatory postural adjustments) การประมวลสภาพของร่างกายในสภาวะแวดล้อม (Internal body representation) การเดินและกลไกการประมวลผลความคิดขณะเดิน ซึ่งเป็นการตรวจประเมินที่ครอบคลุมความสามารถในการทรงตัวที่ใช้ในสถานการณ์ต่างๆ รวมถึงสถานการณ์ที่คล้ายกับการเสียการทรงตัวขณะสะดุด ลื่นล้ม หรือเมื่อระบบการมองเห็นมีการทำงานลดลงแบบประเมิน BESTest จึงอาจมีความสัมพันธ์กับปัจจัยเสี่ยงต่อการล้มมากกว่าการตรวจความสามารถในการทรงตัวตามแบบประเมินที่ใช้กันอยู่ทั่วไป (BBS, POMA, TUG) และอาจนำไปสู่ความแม่นยำในการระบุผู้สูงอายุที่มีความเสี่ยงต่อการล้มได้

ข้อเด่นของแบบประเมิน BESTest อีกประการหนึ่ง คือ ข้อมูลความสามารถในการทรงตัวที่ประเมินได้จะนำไปสู่การวางแผนการฟื้นฟูความสามารถในการทรงตัวด้านที่บกพร่องได้ตรงประเด็นมากกว่าแบบประเมินความเสี่ยงต่อการล้มประเภทอื่นๆ ที่กล่าวมาแล้วข้างต้นเนื่องจากแบบประเมินเหล่านั้นให้ข้อมูลเพียงว่า ผู้ถูกประเมินมีความบกพร่องในการทรงตัว แต่ไม่อาจระบุสาเหตุของความบกพร่องได้อย่างชัดเจน จึงทำให้ยากต่อการวางแผนฟื้นฟู ตัวอย่างเช่น แบบประเมิน Berg Balance Scale ตรวจพบว่าผู้สูงอายุมีความสามารถในการยืนที่ลดลง ยืนไม่มั่นคง แต่แบบประเมิน BESTest สามารถระบุละเอียดลงไปได้ว่า การยืนที่ไม่มั่นคงนั้น มีสาเหตุมาจากกำลังของกล้ามเนื้อขาที่ลดลง หรือความบกพร่องของระบบรับรู้ความรู้สึก หรือความบกพร่องของ attention span ทำให้บุคลากรทางการแพทย์ที่มีส่วนเกี่ยวข้องสามารถวางแผนการฟื้นฟูความสามารถในการทรงตัวได้อย่างมีประสิทธิภาพและจำเพาะเจาะจงกับสาเหตุของปัญหา

แบบประเมิน BESTest ได้รับการทดสอบความเที่ยงและความตรงในผู้ป่วยทางระบบประสาทประเภทต่างๆ เช่น ผู้ป่วยพาร์กินสันและผู้ป่วยปลายประสาทบกพร่อง (peripheral neuropathy) ว่ามีความเที่ยงและความตรงสูง สามารถแยกแยะประเภทของความสามารถในการทรงตัวที่ผิดปกติในผู้ป่วยทางระบบประสาทแต่ละประเภทได้ชัดเจน และสามารถแยกแยะผู้ป่วยพาร์กินสันที่มีประวัติล้มและไม่ล้มได้ดีกว่าแบบประเมิน Berg Balance Scale โดยใช้คะแนนการแยกแยะที่ 69 คะแนน ดังนั้น จึงมีความเป็นไปได้สูงว่าแบบประเมิน BESTest จะสามารถระบุความเสี่ยงต่อการล้มในผู้สูงอายุได้อย่างแม่นยำกว่าแบบประเมินอื่นๆ ที่ใช้กันอยู่ในปัจจุบัน โดยจะเป็นเครื่องมือทางคลินิกที่มีประโยชน์ในกระบวนการป้องกันการล้มในผู้สูงอายุ แบบประเมิน BESTest ได้รับการพัฒนาอย่างต่อเนื่อง จนมีแบบประเมินฉบับย่อยของ BESTest ชื่อว่า Mini-BESTest โดยตัดหัวข้อประเมินบางหัวข้อใน BESTest ออก

เพื่อให้ประเมินได้อย่างรวดเร็วขึ้น ซึ่งพบว่าแบบประเมิน Mini-BESTest มีความเที่ยงและความตรงในการทดสอบความสามารถในการทรงตัวของผู้ป่วยทางระบบประสาทเช่นเดียวกัน อย่างไรก็ตาม แบบประเมิน BESTest และ Mini-BESTest ยังไม่เคยได้รับการทดสอบว่าสามารถระบุผู้สูงอายุที่มีความเสี่ยงต่อการล้มได้หรือไม่ และจากข้อมูลงานวิจัยที่มีในขณะนี้ยังไม่ชัดเจนว่าความสามารถในการทรงตัวด้านใดหรือองค์ประกอบใดที่สอดคล้องมากที่สุดกับการล้มที่เกิดขึ้นจริง ซึ่งข้อมูลดังกล่าวจะช่วยลดระยะเวลาและตัวแปรที่ไม่จำเป็นในการตรวจร่างกายเพื่อระบุผู้สูงอายุที่มีความเสี่ยงต่อการล้ม

การทบทวนวรรณกรรม

การล้มเป็นปัญหาสุขภาพหลักของประเทศที่พัฒนาแล้วและประเทศที่กำลังพัฒนาผลของการล้มนำไปสู่การบาดเจ็บของร่างกายและการไม่สามารถทำกิจกรรมในชีวิตประจำวันได้ จนถึงการเสียชีวิต¹ ผู้สูงอายุมีอัตราการล้มมากกว่าเด็กและผู้ใหญ่ และอัตราการล้มจะเพิ่มมากขึ้น เมื่อมีอายุมากยิ่งขึ้น พบว่า ประมาณ 30% ของจำนวนผู้สูงอายุที่มีอายุมากกว่า 65 ปีขึ้นไป มีโอกาสล้มอย่างน้อย 1 ครั้งในแต่ละปี และผู้มีโอกาสล้มมีจำนวนเพิ่มมากขึ้นเป็น 50% เมื่อมีอายุ 80 ปีขึ้นไป² ในประเทศไทย 35.6% ของผู้สูงอายุมีประวัติการล้มใน 6 เดือนที่ผ่านมา และ 18.7% ของผู้สูงอายุกลุ่มนี้มีการล้มมากกว่า 1 ครั้ง³ การล้มในผู้สูงอายุเป็นสาเหตุสำคัญที่ทำให้เกิดการบาดเจ็บรุนแรงจนผู้สูงอายุต้องเข้ารับการรักษาในสถานพยาบาล เช่น อาการกระดูกสะโพกหักกว่า 90% มีสาเหตุมาจากการล้ม⁴ อาการบาดเจ็บในผู้สูงอายุจากการล้มทำให้ผู้สูงอายุไม่สามารถเคลื่อนไหวส่วนของร่างกายได้ดังเดิม ซึ่งอาจทำให้เกิดการจำกัดการทำกิจกรรมในชีวิตประจำวัน ต้องพึ่งพาผู้อื่น เป็นภาระต่อผู้ดูแล นอกจากนี้ การล้มยังส่งผลให้เกิดปัญหาทางสุขภาพจิตตามมา พบว่าผู้สูงอายุจำนวนกว่า 87% ที่เคยล้มมาก่อน มีภาวะความกลัวต่อการล้ม มีอาการซึมเศร้าและขาดความมั่นใจในการเดิน⁵ ในผู้สูงอายุที่มีอาการบาดเจ็บจากการล้มอย่างรุนแรง อาจส่งผลให้เสียชีวิตได้ โดยอัตราการเสียชีวิตจากการล้มเพิ่มขึ้นตามอายุที่เพิ่มขึ้น¹ ดังนั้นจะเห็นได้ว่าการล้มเป็นภัยคุกคามที่สำคัญต่อสุขภาพ เศรษฐกิจ และสังคมของประเทศ

การป้องกันการล้มเป็นมาตรการที่จำเป็นในการป้องกันภัยคุกคามต่อสุขภาพของผู้สูงอายุ การป้องกันการล้มทำได้โดยการกำจัดปัจจัยเสี่ยงที่นำไปสู่การล้ม ปัจจัยเสี่ยงที่ส่งผลให้ผู้สูงอายุล้มมีทั้งปัจจัยภายในและภายนอก⁶ ปัจจัยภายในคือปัจจัยที่เกี่ยวข้องกับสภาพร่างกายของผู้สูงอายุ เช่น อายุ ความสามารถในการเดิน การทรงตัว ความแข็งแรงของกล้ามเนื้อ การประสานงานของระบบประสาทโรคประจำตัว และภาวะโภชนาการ แต่ปัจจัยภายนอกจะพิจารณาถึงสภาพแวดล้อม เช่น สภาพพื้นผิว แสงสว่าง การจัดบริเวณที่อยู่อาศัยและผลของการใช้ยาจากการศึกษาที่ผ่านมา พบว่าการปรับปัจจัยภายนอกที่มีผลต่อการล้มสามารถช่วยลดอัตราการล้มได้เพียงเล็กน้อย เนื่องจากปัจจัยสำคัญที่ทำให้เกิดการล้มในผู้สูงอายุมาจากปัจจัยภายในด้านที่เกี่ยวข้องกับการทรงตัวและการเดิน⁷ โดยมีรายงานว่าสาเหตุมากกว่า 50% ของการล้มในผู้สูงอายุมักมาจากการลื่นหรือสะดุดล้มขณะเดินบนพื้นผิวที่ไม่ราบเรียบหรือมีสิ่งของวางเกะกะ ร่วมกับการมีแสงสว่างที่ไม่เพียงพอ⁸ งานวิจัยที่ทบทวนวรรณกรรมอย่างเป็นระบบยังรายงานเพิ่มเติมว่า ปัจจัยด้านความสามารถในการทรงตัวและการเดินมีความแม่นยำสูงในการพยากรณ์ผู้สูงอายุที่มีความเสี่ยงต่อการล้ม ในขณะที่ปัญหาสายตา การใช้ยา การประมวลความคิด (cognitive function) และภาวะความดันโลหิตต่ำขณะเปลี่ยนท่าทาง (orthostatic hypotension) ไม่มีความสัมพันธ์ที่ชัดเจนกับประวัติการล้ม⁷ ความบกพร่องในการทรงตัวและการเดินในผู้สูงอายุมาจากสาเหตุหลายประการ ตั้งแต่ความอ่อนแรงของกล้ามเนื้อ⁹ การทำงานของระบบประสาทที่ช้าลงร่วมกับการเสียหายที่ของระบบประสาทส่วนปลาย¹⁰ สายตาที่ผิดปกติ¹ และความบกพร่องในกระบวนการประมวลผลความคิดขณะได้รับข้อมูลหลายอย่างพร้อมกัน¹¹ ดังนั้นในการวิเคราะห์

ความสามารถในการทรงตัวและการเดินเพื่อหาวิธีฟื้นฟูสมรรถภาพที่มีประสิทธิภาพ จำเป็นต้องประเมินสาเหตุของความบกพร่องในการทรงตัวและการเดินร่วมด้วย

การระบุผู้สูงอายุที่มีความเสี่ยงต่อการล้มเป็นขั้นตอนแรกที่สำคัญในการป้องกันการล้ม และนำไปสู่มาตรการการกำจัดปัจจัยเสี่ยงที่ทำให้ล้มในผู้สูงอายุตัวแปรที่ใช้ในการระบุผู้สูงอายุที่มีความเสี่ยงต่อการล้มต้องมีความสัมพันธ์กับปัจจัยเสี่ยงที่ทำให้เกิดการล้ม ซึ่งปัจจัยเสี่ยงด้านความสามารถในการทรงตัวและการเดินเป็นปัจจัยเสี่ยงที่มีความสัมพันธ์ระดับสูงกับการล้มที่เกิดขึ้นจริง ตัวแปรทั้งสองนี้จึงมักถูกนำไปใช้ในการคัดกรองผู้สูงอายุที่มีความเสี่ยงต่อการล้ม โดยใช้แบบประเมินทางคลินิกเพื่อให้สะดวกต่อการใช้งานทั้งในและนอกสถานที่ แบบประเมินทางคลินิกเพื่อระบุผู้สูงอายุที่มีความเสี่ยงต่อการล้มที่ใช้มากในปัจจุบันได้แก่ Berg Balance Scale (BBS), Performance Oriented Mobility Assessment (POMA) และ Timed Up and Go Test (TUG)

แบบประเมิน Berg Balance Scale (BBS)¹² ซึ่งเป็นแบบประเมินประเภท ordinal scale ที่มี 5 ระดับ ใช้ตรวจสอบความสามารถในการทรงตัวขณะทำกิจกรรมต่างๆ ตั้งแต่นั่ง ลูกเขยยืน ยืนเท้าชิด ยืนโน้มตัวไปข้างหน้า หันศีรษะไปมองด้านหลัง ก้มเก็บของ ยืนขาเดียว ยกเท้าแตะขั้นบันได ฯลฯ คะแนนของแต่ละกิจกรรมสามารถนำมารวมกันเป็นคะแนนรวมทั้งหมด เต็ม 56 คะแนนได้ โดย BBS ได้ผ่านการทดสอบความเที่ยงระหว่างแต่ละหัวข้อในแบบประเมิน (internal consistency 0.92-0.98), ความเที่ยงระหว่างผู้ประเมิน (Interrater reliability 0.95-0.98), ความเที่ยงในการประเมินซ้ำโดยผู้ประเมินคนเดิม (Intrarater reliability 0.97), ความเที่ยงในการประเมินซ้ำ (test-retest reliability 0.98)¹³ แบบประเมิน BBS สามารถคัดกรองผู้สูงอายุที่มีความเสี่ยงต่อการล้ม โดย Shumway-Cook และคณะในปี 1997 ศึกษาข้อมูลจากผู้ที่มีประวัติการล้มแล้วรายงานมาว่า ผู้ที่ได้คะแนนของแบบประเมิน BBS น้อยจะมีความเสี่ยงต่อการล้มสูง โดยเฉพาะผู้ที่มีคะแนนน้อยกว่า 45 คะแนน โดยมีค่า sensitivity (91%) และ specificity (87%) สูง แต่การศึกษาต่อมา¹⁴ โดย Muir และคณะในปี 2008 ที่ติดตามอัตราการล้มของผู้สูงอายุที่ได้รับการตรวจประเมินด้วยแบบประเมิน BBS โดยตามผู้สูงอายุกลุ่มนี้ต่อไปอีก 1 ปี พบว่าค่าที่ใช้คัดกรองจากการศึกษาที่ผ่านมาไม่แม่นยำ เนื่องจากผู้สูงอายุที่ได้คะแนนมากกว่า 45 คะแนน มีจำนวนมากถึง 39% ที่ล้มจริง¹⁵ ซึ่งแสดงว่า ข้อมูลที่ได้จากความจำย้อนหลัง (recall memory) ของผู้สูงอายุอาจไม่แม่นยำส่งผลให้การคัดกรองผิดพลาดไปมาก นอกจากนี้แบบประเมิน BBS ยังมี floor และ ceiling effect⁷ ทำให้ไม่สามารถใช้กับผู้สูงอายุที่มีความสามารถในการเคลื่อนไหวที่สูงที่สามารถทำกิจกรรมประจำวันตามปกติได้

แบบประเมิน Performance Oriented Mobility Assessment (POMA) หรือที่รู้จักกันในนามว่า Tinetti Assessment เป็นแบบประเมินที่นิยมใช้ในการระบุผู้สูงอายุที่มีความเสี่ยงในการล้ม เนื่องจากสร้างขึ้นมาเพื่อวัตถุประสงค์นี้โดยเฉพาะโดยมุ่งทดสอบความสามารถในการทรงตัวและการเดิน กิจกรรมที่ถูกประเมิน ประกอบด้วยความสามารถในการนั่งทรงตัว การลุกเขยยืน ความสามารถในการยืนทรงตัว การยืนหลังเท้า การหมุนตัวและการเดิน แต่จากการศึกษาพบว่าแบบประเมิน POMA มีค่า sensitivity (64%) และ specificity (66%) ที่ต่ำ¹⁶ จึงไม่เหมาะสมในการใช้ระบุผู้สูงอายุที่มีความเสี่ยงในการล้ม

แบบประเมินอีกประเภทหนึ่งคือ แบบประเมิน Timed Get Up & Go Test (TUG)¹⁷ เป็นการทดสอบความสามารถในการทรงตัวขณะเดิน โดยพิจารณาจากระยะเวลาที่ใช้ในการลุกขึ้นยืนจากเก้าอี้ เดินไปข้างหน้า 3 เมตร หมุนตัวเดินกลับไปเก้าอี้ และนั่งลง แบบประเมิน TUG มีค่าความเที่ยงในการวัดซ้ำและความเที่ยงระหว่างผู้ประเมินสูง (ICC=0.97-0.99) และสามารถใช้ในการคัดกรองผู้สูงอายุที่มีความเสี่ยงต่อการล้มได้ โดยมีค่าความถูกต้องในระดับที่สูง (87%) แต่ค่าที่รายงานนี้ได้มาจากการศึกษาแบบย้อนหลังที่อาจมีความคลาดเคลื่อนในการพยากรณ์ผู้ที่มีความเสี่ยงต่อการล้มในอนาคตได้ และยังไม่มีการศึกษาแบบประเมิน TUG ที่ติดตามว่าผู้สูงอายุมีการล้มจริงหรือไม่ จึงยังไม่อาจแน่ใจว่าแบบประเมิน TUG จะสามารถระบุผู้ที่มีความเสี่ยงต่อการล้มได้อย่างถูกต้องและแม่นยำ ข้อจำกัดอีกประการคือ แบบประเมิน TUG ประเมินความสามารถในการเดินเป็นหลัก ซึ่งอาจไม่สอดคล้องกับความสามารถในการปรับการทรงตัวขณะที่มีการลื่นหรือสะดุดที่เป็นสาเหตุหลักในการทำให้ผู้สูงอายุล้ม

เมื่อไม่นานมานี้เอง Fay Horak¹⁸ และคณะได้พัฒนาแบบประเมินสำหรับใช้ในผู้ป่วยทางระบบประสาทเพื่อทดสอบปัจจัยที่เกี่ยวข้องกับความสามารถในการทรงตัว เชื่อว่าแบบประเมิน Balance Evaluation System Test (BESTest) โดยทดสอบปัจจัยที่เกี่ยวข้องกับความสามารถในการทรงตัว ตั้งแต่การทำงานของระบบรับรู้สัมผัส (Individual sensory system) การทำงานระบบกล้ามเนื้อและโครงร่างกระดูก (Musculoskeletal system) การทำงานร่วมกันของระบบรับรู้สัมผัส (Sensory integration) การเลือกกลุ่มกล้ามเนื้อที่ใช้ในการทำงาน (neuromuscular strategy) การปรับการทรงตัวขณะที่ถูกรบกวนจากภายในและภายนอกร่างกาย (Automatic and anticipatory postural adjustments) การประมวลผลสภาพของร่างกายในสภาวะแวดล้อม (Internal body representation) และผลของการเบี่ยงเบนความสนใจต่อการทรงตัว (cognitive task) โดยแยกหัวข้อการทดสอบออกเป็นแต่ละปัจจัยของการทรงตัวทำให้สามารถวิเคราะห์ความผิดปกติของแต่ละปัจจัยได้ และเพิ่มการทดสอบความสามารถในการทรงตัวขณะเดินอย่างละเอียด รายละเอียดของกิจกรรมที่ถูกประเมินในแบบประเมิน BESTest แสดงในตารางที่ 1

ตารางที่ 1 กิจกรรมที่ถูกประเมินในแบบประเมิน BESTest แยกตามปัจจัยการทรงตัว¹⁸

Musculoskeletal System	Internal Body Representation	Anticipatory Postural Adjustments	Automatic Postural Adjustments	Sensory System Integration	Stability in Gait-Cognitive Task
Foot assessment	Sitting verticality	Sit to stand	Push forward	Stand eye closed	Change speed
Body alignment	Lateral lean in sitting	Rise to toes	Push backward	Stand eye open	Walk with head turn
Ankle strength	Reaching forward in standing	Stand on one leg	Push sideways	Stand on foam	Pivot turn
Hip strength	Reaching lateral in standing	Touch the step			Step over obstacle
Get up from the floor		Fast arm raise			Walk with doing cognitive task

ข้อเด่นอีกประการหนึ่งของแบบประเมิน BESTest คือ ผู้ที่พัฒนาแบบประเมินนี้มุ่งหวังให้ข้อมูลที่ได้จากการใช้แบบประเมิน BESTest สามารถนำไปใช้ในการวางแผนการฟื้นฟูความสามารถในการทรงตัวที่บกพร่องได้อย่างสอดคล้องกับสาเหตุของความบกพร่อง¹⁸ เนื่องจากแบบประเมินความสามารถในการทรงตัวประเภทอื่นๆ ที่ใช้ในปัจจุบันระบุเพียงว่าผู้ที่ถูกประเมินมีความบกพร่องในการทรงตัวหรือไม่ แต่ไม่อาจให้ข้อมูลเกี่ยวกับสาเหตุของความบกพร่องได้ จึงทำให้ยากต่อการวางแผนหรือออกแบบกิจกรรมเพื่อฟื้นฟูความสามารถในการทรงตัว ตัวอย่างเช่น แบบประเมิน Berg Balance Scale ตรวจพบเพียงว่าผู้สูงอายุมีการทรงตัวขณะยืนที่ไม่มั่นคง แต่แบบประเมิน BESTest สามารถระบุละเอียดลงไปได้ว่า การยืนที่ไม่มั่นคงนั้น มีสาเหตุมาจากกำลังของกล้ามเนื้อขาที่ลดลง หรือความบกพร่องของระบบรับรู้ความรู้สึก หรือความบกพร่องของ attention span ทำให้ผู้ที่มีส่วนเกี่ยวข้องสามารถวางแผนการฟื้นฟูความสามารถในการทรงตัวได้อย่างมีประสิทธิภาพและตรงกับสาเหตุของปัญหา

แบบประเมิน BESTest มีค่าความเที่ยงระหว่างผู้ประเมินสูง (ICC=0.91) และสามารถแยกแยะความผิดปกติของปัจจัยในการทรงตัวได้ โดยสามารถระบุได้ว่าผู้ป่วยทางระบบประสาทประเภทใดมีความผิดปกติที่ปัจจัยการทรงตัวใดมากที่สุด เช่น ผู้ป่วย vestibular lesion มีความบกพร่องของปัจจัยด้านการทำงานร่วมกันของระบบรับรู้สีมากกว่าปัจจัยอื่น ในขณะที่ผู้ป่วยพาร์กินสันมีความผิดปกติของปัจจัยในการตอบสนองต่อสิ่งรบกวนการทรงตัวภายนอก ร่างกายมากที่สุด ข้อมูลที่ได้รับจากแบบประเมิน BESTest นี้จึงใช้เป็นแนวทางเพื่อฟื้นฟูความสามารถในการทรงตัวด้านที่บกพร่องได้ การศึกษายังพบว่าแบบประเมิน BESTest สามารถใช้แยกแยะผู้ป่วยพาร์กินสันที่มีประวัติการล้มได้อย่างแม่นยำกว่าแบบประเมิน BBS¹⁹ โดยใช้คะแนน 69 คะแนนของ BESTest เป็นคะแนนในการแยกแยะระหว่างกลุ่มอย่างใดก็ตาม แบบประเมิน BESTest ยังไม่ได้รับการทดสอบว่าสามารถระบุผู้สูงอายุที่มีความเสี่ยงต่อการล้มได้หรือไม่ แต่จะสังเกตได้ว่า หัวข้อการตรวจประเมินในแบบประเมิน BESTest มีความสัมพันธ์กับปัจจัยเสี่ยงที่ทำให้ล้มหลายๆ ปัจจัย เช่น ความสามารถในการปรับการทรงตัวขณะที่ถูกรบกวนจากภายในและภายนอก ร่างกาย (สะดุด ลื่น) การถูกเบี่ยงเบนความสนใจขณะเดิน การเปลี่ยนแปลงของระบบประสาทและความแข็งแรงของระบบกล้ามเนื้อ เป็นต้น ดังนั้นจึงมีความเป็นไปได้สูงที่แบบประเมิน BESTest สามารถระบุผู้สูงอายุที่มีความเสี่ยงในการล้มได้อย่างแม่นยำเมื่อเปรียบเทียบกับแบบประเมินที่ใช้กันอยู่ในปัจจุบัน (รายละเอียดการเปรียบเทียบแสดงในตารางที่ 2)

ตารางที่ 2 เปรียบเทียบคุณสมบัติของแบบประเมิน BBS, POMA, TUG และ BESTest ในการคัดกรองการล้มในผู้สูงอายุ

แบบประเมิน	กิจกรรมที่ใช้ทดสอบ	ความเที่ยง	ความตรง	ข้อเด่น	ข้อจำกัด	การระบุผู้สูงอายุที่มีความเสี่ยงในการล้ม	ประเภทของข้อมูลการล้ม	ความแม่นยำในการคัดกรองการล้ม	โอกาสในการนำไปสู่แผนการฟื้นฟูที่ชัดเจน
BBS (7,12,13, 14,15)	ความสามารถในการเคลื่อนไหว และการทรงตัว	0.95-0.98	0.76	ใช้ง่าย เป็นที่นิยมอย่างแพร่หลาย	Floor and Ceiling effect	Sensitivity 91%, Specificity 87%	Recall memory	ถูกต้อง 58%	ต่ำ
POMA (16)	ความสามารถในการทรงตัวและการเดิน	0.80-0.93	0.62-0.65	ใช้คัดกรองความเสี่ยงในการล้มโดยตรง	การใช้แบบประเมินซับซ้อน	Sensitivity 64%, Specificity 66%	Recall memory	ไม่แม่นยำ	ต่ำ
TUG (17)	การเดินในลักษณะเดียว	0.97-0.99	0.61-0.81	ใช้เวลาในการทดสอบน้อย	Ceiling effect	Sensitivity 86%, Specificity 87%	Recall memory	ยังไม่ได้ทดสอบ	ต่ำ
BESTest (18, 19)	ปัจจัยของการทรงตัวทั้ง 6 ปัจจัย	0.91	0.87	ครอบคลุมทุกปัจจัยของการทรงตัว	เวลาทดสอบนาน	ยังไม่ได้ทดสอบ	ยังไม่ได้ทดสอบ	ยังไม่ได้ทดสอบ	สูง

เนื่องจากแบบประเมิน BESTest มีจำนวนหัวข้อในการประเมินความสามารถในการทรงตัวที่ครบถ้วน จึงอาจทำให้ใช้เวลาในการประเมินนาน (โดยเฉลี่ย 30 นาที) จึงมีนักวิจัยกลุ่มหนึ่งทำการย่อแบบประเมิน BESTest โดยใช้วิธีวิเคราะห์แบบ Rasch Analysis ในการย่อข้อมูล ได้เป็นแบบประเมินที่มีจำนวนหัวข้อในการประเมินที่ลดลง เรียกชื่อใหม่ว่า แบบประเมิน Mini-BESTest²⁰ ซึ่งเน้นการประเมินความสามารถในการทรงตัวเมื่อร่างกายมีการเคลื่อนไหว (dynamic balance) ผลของการพัฒนาแบบประเมินฉบับย่อส่งผลให้แบบประเมิน Mini-BESTest มีหัวข้อที่ต้องประเมินเพียง 14 หัวข้อ จากหัวข้อการประเมิน 36 หัวข้อในแบบประเมิน BESTest โดยตัดส่วนที่ 1 และ 2 ของแบบประเมิน BESTest ออกไป แบบประเมิน Mini-BESTest ใช้เวลาในการประเมินเพียง 10-15 นาทีเท่านั้น²¹ และได้รับการทดสอบความเที่ยงและความตรงของแบบประเมินในผู้ที่มีปัญหาด้านการทรงตัว พบว่ามีความเที่ยงและตรงในระดับที่สูง²² อย่างไรก็ตาม แบบประเมิน Mini-BESTest ยังไม่ได้ถูกทดสอบความสามารถในการระบุความเสี่ยงในการล้มในผู้สูงอายุ ดังนั้นจึงเป็นเรื่องที่น่าสนใจเช่นกันว่าแบบประเมิน Mini-BESTest จะมีความสามารถในการระบุความเสี่ยงในการล้มของผู้สูงอายุหรือไม่ และหากแบบประเมิน Mini-BESTest มีความสามารถในการระบุความเสี่ยงในการล้มของผู้สูงอายุได้อย่างแม่นยำเท่าเทียมกับแบบ

ประเมิน BESTest การใช้แบบประเมิน Mini-BESTest จะช่วยประหยัดเวลาในการตรวจประเมิน ทำให้ทราบผลการประเมินที่รวดเร็วกว่า และผู้สูงอายุที่ถูกประเมินไม่อ่อนล้าจากการประเมินที่ยาวนาน

วัตถุประสงค์ของโครงการ

วัตถุประสงค์หลักของโครงการวิจัยนี้คือ เพื่อพัฒนาเครื่องมือทางคลินิกสำหรับประเมินความเสี่ยงในการล้มของผู้สูงอายุ โดยมีวัตถุประสงค์ย่อยดังนี้

1. ศึกษาความสามารถและความแม่นยำในการระบุความเสี่ยงในการล้มของผู้สูงอายุ โดยใช้แบบประเมิน Balance Evaluation System Test (BESTest) และแบบประเมินฉบับย่อของ BESTest (Mini-BESTest)
2. เปรียบเทียบความแม่นยำในการระบุความเสี่ยงในการล้มของผู้สูงอายุระหว่างแบบประเมิน BESTest แบบประเมินฉบับย่อของ BESTest (Mini-BESTest) และแบบประเมินทางคลินิกประเภทอื่นๆ
3. ทดสอบความสัมพันธ์ระหว่างหัวข้อในการประเมินจากแบบประเมิน BESTest และแบบประเมินฉบับย่อของ BESTest (Mini-BESTest) กับการล้มจริงในผู้สูงอายุ

วิธีวิจัย

การศึกษานี้ มีรูปแบบการศึกษาเป็นแบบ predictive study โดยติดตามข้อมูลเป็นระยะเวลา 1 ปี รายละเอียดของระเบียบวิธีวิจัย ได้แก่

อาสาสมัคร

อาสาสมัครสูงอายุทั้งเพศชายและเพศหญิงที่มีสุขภาพแข็งแรง จำนวน 200 คน เข้าร่วมในการศึกษานี้ อาสาสมัครถูกระดมมาจากชุมชนต่างๆ ในจังหวัดบุรีรัมย์และจังหวัดสุรินทร์ รายละเอียดของแหล่งที่มาของอาสาสมัคร แสดงในตารางที่ 3

ตารางที่ 3 ที่อยู่ของอาสาสมัคร

ตำบล	จังหวัด	จำนวน (คน)
ต.หนองเต็ง อ.กะสัง	บุรีรัมย์	26
ต.กระสัง อ.กะสัง	บุรีรัมย์	35
ต. จันทบเพชร อ.บ้านกรวด	บุรีรัมย์	19
ต.แกใหญ่ อ.เมือง	สุรินทร์	11
บ้านปรือ ต.ปรือ อ.ปราสาท	สุรินทร์	8
แสงพันธ์ อ.เมือง	สุรินทร์	38
ต.เขวาสินรินทร์ อ.เขวาสินรินทร์	สุรินทร์	2
ต.เจนีง อ.เมือง	สุรินทร์	3
ต.โคกสะอาด อ.ปราสาท	สุรินทร์	14
บ้านสำโรง ต.สำโรง อ.เมือง	สุรินทร์	10
บ้านจะบก ต.แกใหญ่ อ.เมือง	สุรินทร์	7
บ้านโคกจ๊ะ ต.สมุด อ.ปราสาท	สุรินทร์	21
ต.ก้งแอน อ.ปราสาท	สุรินทร์	5
บ้านแถมต ต.ปรือ อ.ปราสาท	สุรินทร์	1
รวม		200

อาสาสมัครที่เข้าร่วมการศึกษา มีเกณฑ์การคัดเลือกดังนี้

1. มีอายุ 60 ปี ขึ้นไป
2. เดินได้เอง โดยไม่ใช้เครื่องช่วยเดิน
3. ทำกิจวัตรประจำวันได้ด้วยตนเอง

4. ไม่มีโรคทางระบบประสาท เช่น โรคหลอดเลือดสมอง โรคพาร์กินสัน
5. ไม่มีอาการปวดเข้าหรือข้อต่อที่ทำให้เดินไม่ได้ในวันที่ตรวจประเมิน

เกณฑ์ในการคัดออก คือ

1. ทานยาที่ส่งผลต่อการทรงตัว
2. มีอาการเวียนศีรษะในวันที่ทดสอบ
3. มีปัญหาการมองเห็น
4. ทำตามคำสั่งไม่ได้
5. มีปัญหาด้านการประมวลผลความคิด (cognitive function) โดยมีคะแนน Thai Mini-Mental State Examination (MMSE-Thai) ต่ำกว่า 24 คะแนน
6. มีโรคแทรกซ้อนอื่นๆ เช่น โรคหัวใจ โรคความดันโลหิตสูง

อาสาสมัครเซ็นแสดงความยินยอมเข้าร่วมการศึกษาและ โครงการศึกษานี้ได้ผ่านการอนุมัติจาก คณะกรรมการจริยธรรมการวิจัยในมนุษย์ คณะสหเวชศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ (HS2013-010)

ขั้นตอนการเก็บข้อมูลและการวิเคราะห์ทางสถิติ

อาสาสมัครทุกคนได้รับการตรวจประเมินความสามารถการทรงตัวโดยใช้แบบประเมินการทรงตัว 4 แบบประเมิน ได้แก่ แบบประเมิน BESTest แบบประเมิน Mini-BESTest แบบประเมิน BBS และแบบประเมิน TUG (ดูรายละเอียดของแบบประเมินในภาคผนวก ก) และได้รับการสัมภาษณ์ข้อมูลพื้นฐานส่วนบุคคล ประเมินความสามารถในการประมวลผลความคิด (cognitive function) และประวัติการล้มใน 1 ปีที่ผ่านมา ที่ได้มาจากข้อมูลที่เก็บไว้ที่สถานีนามัย ซึ่งประวัติการล้มใช้เป็นดัชนีแบ่งกลุ่มอาสาสมัครออกเป็น 2 กลุ่ม คือกลุ่มที่มีประวัติการล้ม (faller) และกลุ่มที่ไม่มีประวัติการล้ม (non-faller) กลุ่มที่มีประวัติการล้มมีประวัติการล้มตั้งแต่ 1 ครั้งเป็นต้นไปในปีที่ผ่านมา นอกจากนี้ อาสาสมัครยังได้รับการตรวจประเมินการรับรู้ลึกที่เท้าและความแข็งแรงของกล้ามเนื้อขา

นักกายภาพบำบัดทำหน้าที่เป็นผู้ตรวจประเมินความสามารถในการทรงตัวของอาสาสมัคร โดยที่ไม่ทราบอาสาสมัครอยู่ในกลุ่มที่ล้มหรือไม่ล้ม ก่อนใช้แบบประเมิน นักกายภาพบำบัดต้องผ่านการอบรมการใช้แบบประเมินและฝึกฝนการใช้แบบประเมินจนมีความเที่ยงตรงในการทดสอบในระดับที่ดีมาก (intrarater reliability มากกว่า 0.9 ในทุกแบบประเมิน) จึงเริ่มทำการทดสอบ สุ่มอันดับของแบบประเมินที่จะใช้เพื่อเป็นการลดความลำเอียงส่งผลต่อความสามารถในการทรงตัว อาสาสมัครทำตามแบบประเมินแต่ละแบบประเมินเพียง 1 ครั้ง ยกเว้นแบบประเมิน TUG ให้ทำซ้ำ 3 รอบ แล้วนำค่าเวลาที่ได้มาหาค่าเฉลี่ย หลังจากนั้น นักกายภาพบำบัดแจกสมุดบันทึกการล้มให้อาสาสมัครทำการบันทึกหากมีการล้มเกิดขึ้น โดยบันทึกทุกครั้งที่มีการล้ม นักกายภาพบำบัดทำการติดตามข้อมูลที่เดือนที่ 6 และเดือนที่ 12 รวมระยะเวลาการติดตามการล้มที่เกิดขึ้นจริงเป็นเวลา 1 ปี

ข้อมูลพื้นฐานเกี่ยวกับอาสาสมัครจะถูกสรุปและเปรียบเทียบระหว่างกลุ่มอาสาสมัครที่ล้มและกลุ่มที่ไม่ล้ม เพื่อนำมาเป็นข้อมูลอธิบายลักษณะของอาสาสมัครแต่ละกลุ่ม การเปรียบเทียบดังกล่าวใช้สถิติ Independent T-test สำหรับข้อมูล parametric และ Man-Whitney U test สำหรับข้อมูล non-parametric กำหนดค่านัยสำคัญทางสถิติไว้ที่ $p < 0.05$ โปรแกรมสถิติที่ใช้คือ SPSS version 11.5 จากนั้นใช้การวิเคราะห์ Receiver-operating characteristic curve (ROC curve) เพื่อบอกความสามารถและความแม่นยำของแบบประเมิน BESTest, Mini-BESTest, BBS และ TUG ในการประเมินความเสี่ยงในการล้มของอาสาสมัครสูงอายุ โดยใช้ค่า Area under the curve (AUC), sensitivity, specificity, posttest accuracy, positive likelihood ratio (LR+) และ negative likelihood ratio (LR-) เป็นข้อมูลในการพิจารณา นำค่า sensitivity และ specificity มาพิจารณาค่า cutoff score ที่ใช้ในการระบุความเสี่ยงในการล้ม และทดสอบความถูกต้องของค่า cutoff score ที่เลือกมากับข้อมูลที่เก็บได้จริง คำนวณออกมาเป็นค่า posttest accuracy กำหนดให้ค่า AUC มากกว่า 0.9 ขึ้นไป แสดงถึงความแม่นยำมากในการประเมินความเสี่ยงในการล้มของผู้สูงอายุที่เข้าร่วมการศึกษา AUC 0.7-0.9 แสดงถึงความแม่นยำปานกลาง และ AUC ที่ต่ำกว่า 0.7 แสดงถึงความแม่นยำน้อย จากนั้นวิเคราะห์ ROC curve ของแต่ละหัวข้อใน BESTest และ Mini-BESTest เพื่อหาความสัมพันธ์ระหว่างหัวข้อในแบบประเมินกับการล้มในอาสาสมัครสูงอายุ นอกจากนี้ ยังวิเคราะห์เพิ่มเติมถึงค่า floor และ ceiling effect ของแบบประเมิน BESTest, Mini-BESTest และ BBS โดยคำนวณจากจำนวนอาสาสมัครที่ได้คะแนนสูงสุด (ceiling effect) หรือต่ำสุด (floor effect) และวิเคราะห์ค่า responsive ceiling effect โดยคำนวณจากจำนวนอาสาสมัครที่ได้คะแนนอยู่ในช่วง 10% ของคะแนนสูงสุด เพื่อศึกษาว่าแบบประเมินเหล่านี้จะมีข้อจำกัดในการใช้งานจริงหรือไม่

ผลการศึกษา

ลักษณะพื้นฐานของอาสาสมัคร

อาสาสมัครเพศชายและหญิงที่เข้าร่วมในการศึกษานี้มีทั้งหมด 200 คน แบ่งเป็นกลุ่มที่ล้ม (มีประวัติล้ม) และไม่ล้ม (ไม่มีประวัติล้ม) กลุ่มละเท่ากัน คือ กลุ่มละ 100 คน อาสาสมัครทั้ง 2 กลุ่มไม่มีข้อมูลพื้นฐาน เช่น อายุ เพศ ดัชนีมวลกาย ความแข็งแรงของกล้ามเนื้อ ความสามารถในการประมวลความคิด ที่แตกต่างกัน ยกเว้นกลุ่มที่ล้ม ส่วนใหญ่มีประวัติการล้มเพียง 1 ครั้งในปีที่ผ่านมา และเป็นการล้มภายนอกอาคาร มากกว่าภายในอาคาร โดยลักษณะของการล้มที่พบบ่อยคือ ล้มจากการลื่นหรือสะดุด (ตารางที่ 4)

ตารางที่ 4 ข้อมูลพื้นฐานของอาสาสมัคร

ลักษณะ	กลุ่มที่ไม่ล้ม (n=100)	กลุ่มที่ล้ม (n=100)
อายุ:	70.22 (6.76)	70.30 (7.26)
เพศ (ชาย/หญิง)	43/57	31/69
ประวัติการล้ม (ครั้ง)		
0	100	0
1	0	95
> 1	0	5
สถานที่ล้ม:		
ภายใน	-	38
ภายนอก	-	67
ประเภทของการล้ม:		
ลื่น	-	49
สะดุด	-	33
ขณะเปลี่ยนท่าทาง	-	23
ความแข็งแรงของกล้ามเนื้อ (/5):	4.00	4.00
ดัชนีมวลกาย (BMI):	21.89 (4.54)	22.85 (4.68)
คะแนน MMSE (/30):	24.89 (1.21)	24.69 (1.06)

ข้อมูลที่แสดงคือ ค่าเฉลี่ย+ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน ยกเว้นความแข็งแรงของกล้ามเนื้อ รายงานค่า median BMI = Body mass index; MMSE = The Mini Mental State Examination.

ความสามารถในการทรงตัวของอาสาสมัคร

ความสามารถในการทรงตัวของกลุ่มที่ล้มและกลุ่มไม่ล้ม แสดงในตารางที่ 5 จากตารางจะเห็นว่าความสามารถในการทรงตัวของกลุ่มที่ล้มจะน้อยกว่ากลุ่มที่ไม่ล้มอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ โดยดูจากคะแนนที่ได้จากแบบประเมิน BESTest, Mini-BESTest และ BBS ส่วนเวลาที่ได้จากแบบประเมิน TUG แสดงถึงเวลาที่ใช้ในการทำกิจกรรม ซึ่งเวลาที่มากกว่าแสดงว่าความสามารถในการทรงตัวไม่ดีเท่าผู้ที่ใช้เวลาน้อยกว่า ดังจะเห็นได้จากเวลาของกลุ่มที่ล้มที่มากกว่ากลุ่มที่ไม่ล้มอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

ตารางที่ 5. คะแนนความสามารถในการทรงตัวจากแบบประเมิน 4 ประเภทของผู้ที่ล้มและผู้ที่ไม่ล้ม

แบบประเมิน	ผู้ที่ไม่ล้ม (n=100)	ผู้ที่ล้ม (n=100)
BBS (/56)	52.28 (2.07)*	50.76 (2.27)*
Mini-BESTest (/28)	17.68 (2.19)*	14.10 (3.01)*
BESTest (/100)	70.23 (7.17)*	62.01 (10.48)*
TUG	7.73 (2.69)*	9.67 (2.75)*

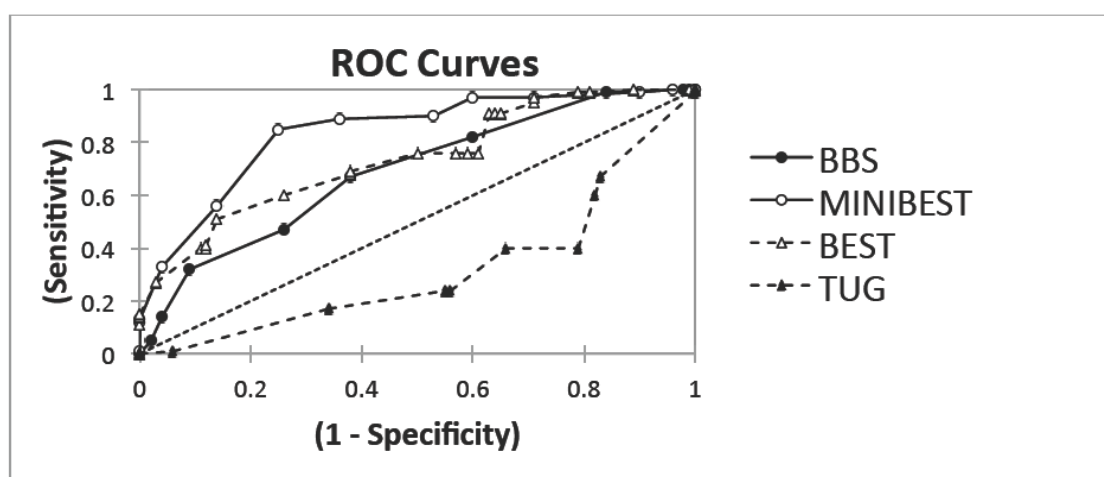
ข้อมูลที่แสดงคือ ค่าเฉลี่ย+ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน BBS = Berg balance scale; Mini-BESTest = Mini-balance evaluation systems test; BESTest = balance evaluation systems test; TUG Timed up and go test. * ความแตกต่างระหว่างกลุ่มที่ล้มและไม่ล้มอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

ความสามารถและความแม่นยำในการระบุความเสี่ยงในการล้มของแบบประเมิน BESTest และ Mini-BESTest

ในการทดสอบความสามารถและความแม่นยำในการระบุความเสี่ยงในการล้มของแบบประเมิน BESTest และ Mini-BESTest โดยคำนวณ Receiver Operating Curve (ROC) ใช้ค่า Area Under the curve (AUC) ซึ่งเป็นค่าที่แสดงถึงความแม่นยำในการแยกแยะผู้ที่มีประวัติการล้มและไม่มีประวัติการล้มพบว่าแบบประเมิน BESTest และ Mini-BESTest มีค่า AUC ที่สูง แสดงว่าแบบประเมิน BESTest และ Mini-BESTest สามารถระบุความเสี่ยงในการล้มของอาสาสมัครสูงอายุได้ โดยที่ค่า AUC ของ Mini-BESTest มีค่ามากกว่า AUC ของ BESTest และเมื่อเปรียบเทียบความสามารถของแบบประเมิน BESTest และ Mini-BESTest กับแบบประเมินที่ใช้กันอยู่ในปัจจุบัน BBS และ TUG พบว่าแบบประเมินทั้ง BESTest และ Mini-BESTest มีความแม่นยำมากกว่าแบบประเมิน BBS และ TUG (รูปที่ 1 และตารางที่ 6)

เมื่อพิจารณาในรายละเอียดของการวิเคราะห์ ROC จะเห็นได้ว่า ค่า sensitivity, specificity, LR+, LR- และ posttest accuracy ของแบบประเมิน Mini-BESTest มีค่าที่ดีกว่าแบบประเมินอื่น โดยมีค่า cutoff score อยู่ที่ 16 คะแนน ส่วนแบบประเมิน TUG มีค่าแม่นยำในการระบุผู้ที่มีความเสี่ยงในการล้มน้อยที่สุด ถึงแม้ว่าแบบประเมิน BESTest จะมีค่า sensitivity และ specificity เท่ากับแบบประเมิน BBS แต่จากการ

วิเคราะห์ floor และ ceiling effect พบว่า แบบประเมิน BBS มีอาสาสมัครที่ได้คะแนนเต็ม 7 คน และค่า responsive ceiling effect แสดงว่า อาสาสมัครที่ได้คะแนนอยู่ใน 10% ของคะแนนเต็ม BBS มีจำนวน 142 คน ซึ่งแสดงถึงข้อจำกัดของแบบประเมิน BBS ในการวัดการเปลี่ยนแปลงของผู้ที่มีคะแนนเริ่มต้นใกล้เคียงคะแนนสูงสุดในทางกลับกัน แบบประเมิน BESTest และแบบประเมิน Mini-BESTest ไม่มีจำนวนอาสาสมัครที่ได้คะแนนมากที่สุดหรือต่ำที่สุด และไม่มี responsive ceiling effect



รูปที่ 1 แสดง ROC curve ของแบบประเมิน BESTEST, Mini-BESTest, BBS, TUG

ตารางที่ 6 แสดงค่าที่คำนวณได้จากการวิเคราะห์ ROC

	BESTest (/100)	Mini-BESTest (/28)	BBS (/56)	TUG
AUC	0.74	0.84	0.69	0.32
Cutoff score	66	16	51	8
Sensitivity (95%CI)	0.76 (0.67-0.83)	0.85 (0.77-0.90)	0.77 (0.57-0.85)	0.40 (0.31-0.49)
Specificity (95%CI)	0.50 (0.40-0.60)	0.75 (0.66-0.83)	0.42 (0.38-0.57)	0.34 (0.26-0.44)
LR+	1.52	3.40	1.76	0.61
LR-	0.48	0.20	0.53	1.77
Posttest Accuracy (%)	76	85	60	65

การติดตามการล้มในระยะ 6 เดือน

จากการติดตามการล้มที่เกิดขึ้นจริงในระยะ 6 เดือน ไม่พบว่าอาสาสมัครในกลุ่มที่ไม่มีประวัติการล้ม มีการล้มในระยะ 6 เดือนที่ติดตามผล ในทางกลับกัน อาสาสมัครสูงอายุในกลุ่มที่มีประวัติการล้ม มีผู้ที่หกล้มในระยะ 6 เดือนที่ติดตามผล จำนวน 21 คน คิดเป็น 21% ของผู้สูงอายุในกลุ่มที่มีประวัติล้ม รายละเอียดของการล้ม แสดงในตารางที่ 2 สรุปได้ว่าผู้ที่ล้มในการติดตาม 6 เดือน จะมีการล้ม 1 ครั้งและส่วนใหญ่สาเหตุของการล้มเกิดจากการลื่นล้มภายในอาคาร โดยพบผู้ที่ล้มได้ในทุกเดือนที่มีการติดตาม (ตารางที่ 7)

ตารางที่ 7 แสดงรายละเอียดของการล้มที่เกิดขึ้นจริงในระยะ 6 เดือน

หัวข้อ	ผู้ที่ไม่ประวัติการล้ม (n=100)	ผู้ที่มีประวัติการล้ม (n=100)
จำนวนผู้ที่หกล้ม	0	21
จำนวนครั้งที่ล้มในผู้ที่ล้ม	-	1
สาเหตุการล้ม (คน)	-	
สะดุด		4
ลื่น		12
ขณะเปลี่ยนท่าทาง		5
บริเวณที่เกิดการล้ม (คน)	-	
ในอาคาร		15
นอกอาคาร		6
เดือนที่พบการล้ม (คน)	-	
เดือน 1		2
เดือน 2		6
เดือน 3		3
เดือน 4		2
เดือน 5		4
เดือน 6		4

การวิเคราะห์ค่าความแม่นยำในการระบุความเสี่ยงในการล้ม จากค่า AUC ยังคงพบว่าแบบประเมิน Mini-BESTest มีความแม่นยำในการระบุความเสี่ยงในการล้มที่มากกว่าแบบประเมินอื่น (ตารางที่ 8) โดยหากใช้ค่า cutoff score เท่าเดิม ก็ยังคงได้ความถูกต้องแม่นยำในการระบุผู้ที่มีความเสี่ยงในการล้มที่สูง แบบประเมินที่มีความแม่นยำอันดับรองลงไป ได้แก่ แบบประเมิน BESTest ส่วนแบบประเมิน TUG ยังคงไม่แม่นยำที่สุดในการระบุความเสี่ยงในการล้ม

ตารางที่ 8 แสดงค่าที่คำนวณได้จากการวิเคราะห์ ROC โดยใช้ข้อมูลที่ติดตามระยะ 6 เดือน

	BESTest (/100)	Mini-BESTest (/28)	BBS (/56)	TUG
AUC	0.69	0.71	0.58	0.46
Cutoff score	66	16	51	8
Sensitivity	0.61	0.81	0.61	0.28
Specificity	0.34	0.40	0.40	0.41

การติดตามการล้มในระยะ 12 เดือน

การติดตามผู้ที่การหกล้มจริงในระยะเวลา 12 เดือนพบว่า มีจำนวนผู้ที่ล้มมากขึ้นกว่าระยะ 6 เดือน คือมีทั้งหมด 44 คน ทั้งในกลุ่มที่เคยมีประวัติการล้ม (41 คน) และผู้ที่ไม่เคยมีประวัติการล้ม (3 คน) โดยผู้ที่มีประวัติการล้มยังคงล้มมากกว่าผู้ที่ไม่เคยมีประวัติการล้ม และผู้ที่มีประวัติการล้มส่วนมากจะล้มมากกว่า 1 ครั้งในรอบติดตาม 1 ปี (ตารางที่ 9)

ตารางที่ 9 แสดงรายละเอียดของการล้มนที่เกิดขึ้นจริงในระยะ 12 เดือน

หัวข้อ	ผู้ที่ไม่มีการล้มน	ผู้ที่มีการล้มน
	(n=100)	(n=100)
จำนวนผู้ที่ล้มน	3	41
จำนวนผู้ที่เสียชีวิต	1	-
จำนวนครั้งที่ล้มนในผู้ที่ล้มน	1	>1
สาเหตุการล้มน (คน)		
สะดุด	1	16
ลื่น	1	21
ขณะเปลี่ยนท่าทาง	1	5
บริเวณที่เกิดการล้มน (คน)		
ในอาคาร	1	22
นอกอาคาร	2	20
เดือนที่พบการล้มน (คน)		
เดือน 7		5
เดือน 8		5
เดือน 9	2	4
เดือน 10		1
เดือน 11	1	3
เดือน 12		4

ข้อมูลการวิเคราะห์ ROC curve แสดงในตารางที่ 10 เช่นเดียวกัน แบบประเมิน Mini-BESTest ยังคงมีความแม่นยำมากกว่าแบบประเมินอื่น ในการระบุความเสี่ยงในการล้ม

ตารางที่ 10 แสดงค่าที่คำนวณได้จากการวิเคราะห์ ROC โดยใช้ข้อมูลที่ติดตามระยะ 12 เดือน

	BESTest (/100)	Mini-BESTest (/28)	BBS (/56)	TUG
AUC	0.68	0.75	0.59	0.40
Cutoff score	66	16	51	8
Sensitivity	0.52	0.81	0.61	0.28
Specificity	0.32	0.34	0.43	0.51

ความสัมพันธ์ระหว่างหัวข้อของแบบประเมิน BESTest และ Mini-BESTest กับการล้มจริง

การวิเคราะห์ว่าหัวข้อใดของแบบประเมิน BESTest และ Mini-BESTest มีความสัมพันธ์กับการล้มจริงมากที่สุด โดยใช้การวิเคราะห์ ROC curve ผลการศึกษาจากตารางที่ 11 แสดงว่า หัวข้อ Stability in gait ที่ตรวจประเมินความสามารถในการทรงตัวขณะเดิน ในแบบประเมิน BESTest มีความสัมพันธ์และใช้ระบุผู้ที่มีความเสี่ยงในการล้มมากที่สุด ในขณะที่แบบประเมิน Mini-BESTest ทั้งหัวข้อ stability in gait และหัวข้อ sensory orientation (ความสามารถในการใช้ระบบรับรู้สัมผัส) มีความแม่นยำในการคัดกรองผู้ที่มีความเสี่ยงในการล้มมากที่สุด

ตารางที่ 11 แสดงค่า AUC ของแต่ละหัวข้อของแบบประเมิน BESTest และ Mini-BESTest ในการระบุผู้ที่มีความเสี่ยงในการล้ม

หัวข้อที่	ชื่อหัวข้อ	BESTest	Mini-BESTest
I	Biomechanical Constraints	0.56	-
II	Stability Limits/Verticality	0.61	-
III	Anticipatory Postural Adjustments	0.66	0.63
IV	Postural Responses	0.69	0.62
V	Sensory Orientation	0.65	0.74
VI	Stability in Gait	0.77	0.81

วิจารณ์ผลการศึกษา

การศึกษานี้มีวัตถุประสงค์ที่จะพัฒนาเครื่องมือทางคลินิกสำหรับประเมินความเสี่ยงในการล้มของผู้สูงอายุ โดยทำการศึกษาแบบประเมินใหม่ที่ใช้ในการทดสอบความสามารถในการทรงตัว คือ แบบประเมิน BESTest และแบบประเมินฉบับย่อของ BESTest ชื่อ Mini-BESTest โดยเปรียบเทียบกับแบบประเมินที่ใช้กันทั่วไปในคลินิก ได้แก่ แบบประเมิน Berg Balance Scale และแบบประเมิน Timed Up and Go test ผลการศึกษาระบุว่า แบบประเมิน Mini-BESTest มีความสามารถและความแม่นยำในการระบุความเสี่ยงในการล้มของผู้สูงอายุได้ดีกว่าแบบประเมินอื่น ข้อมูลที่ได้นี้สอดคล้องกับการศึกษาที่ผ่านมาเกี่ยวกับ Mini-BESTest ในผู้ป่วยพาร์กินสันและผู้ป่วยโรคหลอดเลือดสมอง²³⁻²⁵ การศึกษาที่ผ่านมาสอดคล้องกับผลจากการศึกษานี้ที่แสดงให้เห็นว่า แบบประเมิน Mini-BESTest ไม่มี ceiling effect ไม่เหมือนกับแบบประเมิน BBS²² นอกจากนี้ คะแนนการคัดกรองผู้ที่เสี่ยงต่อการล้มที่นำเสนอในการศึกษานี้ของแบบประเมิน Mini-BESTest (น้อยกว่าหรือเท่ากับ 16 คะแนน) ก็อยู่ในช่วงที่คล้ายคลึงกับคะแนนการคัดกรองความเสี่ยงในการล้มที่ได้จากการศึกษาในผู้ป่วยพาร์กินสันและผู้ป่วยโรคหลอดเลือดสมอง²³⁻²⁵

ในการศึกษานี้พบว่า แบบประเมิน TUG มีความแม่นยำน้อยที่สุด ซึ่งสอดคล้องกับการศึกษาที่สรุปว่าแบบประเมิน TUG มีความไม่แม่นยำในการระบุความเสี่ยงในการล้มของผู้สูงอายุ²⁶ สาเหตุสำคัญที่ทำให้แบบประเมิน Mini-BESTest มีความแม่นยำในการระบุความเสี่ยงในการล้มของผู้สูงอายุ อาจเนื่องจากหัวข้อประเมินหรือกิจกรรมที่ประเมินในแบบประเมิน Mini-BESTest สอดคล้องกับลักษณะอุบัติการณ์ที่มักทำให้ผู้สูงอายุเกิดการล้ม เช่น การสะดุด หรือการลื่น หรือการเปลี่ยนแปลงของความสามารถในการรับรู้ความรู้สึก ซึ่งการปรับการทรงตัวที่เกิดจากการสะดุดหรือลื่น หรือการทำงานประสานกันของระบบรับรู้ความรู้สึกในร่างกายนั้นได้รับการทดสอบในแบบประเมิน Mini-BESTest ดังจะเห็นได้ว่าหัวข้อที่มีความแม่นยำในการระบุความเสี่ยงในการล้มที่มากที่สุด คือ stability in gait และ sensory orientation ส่วนการทดสอบในแบบประเมิน TUG นั้นเป็นการทดสอบความสามารถในการเดินเพียงอย่างเดียว จึงอาจทำให้มีความแม่นยำน้อยในการระบุความเสี่ยงในการล้ม อย่างไรก็ตาม แบบประเมิน BESTest แม้มีความคล้ายคลึงกับแบบประเมิน Mini-BESTest แต่กลับมีความแม่นยำในการระบุความเสี่ยงในการล้มไม่มากเท่ากับแบบประเมิน Mini-BESTest ซึ่งอาจเป็นผลมาจากหัวข้อที่ใส่เพิ่มเข้าไปในแบบประเมิน BESTest ไม่มีความเกี่ยวข้องกับสาเหตุหรือลักษณะของการล้ม ดังนั้น คะแนนที่ได้มาจึงไม่สอดคล้องกับการล้มมากเท่ากับแบบประเมิน Mini-BESTest

ในส่วนที่เกี่ยวข้องกับแบบประเมิน BBS ผลการศึกษานี้ต่างกับการศึกษาอื่น เนื่องจากการศึกษาที่ผ่านมาแสดงให้เห็นว่าแบบประเมิน BBS มีความแม่นยำในการระบุความเสี่ยงในการล้มสูงมาก²⁷ สาเหตุของความแตกต่างอาจเนื่องจากอาสาสมัครสูงอายุที่เข้าร่วมในการศึกษานี้มีอายุน้อยกว่าอาสาสมัครสูงอายุที่เข้าร่วมในการศึกษาที่ผ่านมา แบบประเมิน BBS ถูกพัฒนามาใช้กับผู้สูงอายุที่ทำกิจกรรมในชีวิตประจำวันไม่ได้เอง ต้องการความช่วยเหลือจากผู้ดูแล กิจกรรมทดสอบการทรงตัวจึงไม่ท้าทายความสามารถในการทรงตัวมากเมื่อนำมาใช้กับผู้สูงอายุที่สามารถช่วยเหลือตนเองได้ดี จึงไม่เพียงพอในการแยกแยะความแตกต่างของความสามารถในการทรงตัวระหว่างผู้สูงอายุที่มีประวัติล้มและไม่มีประวัติล้มได้

ในการศึกษานี้ ผู้วิจัยได้ทำการติดตามข้อมูลของอาสาสมัครไปเป็นระยะเวลา 12 เดือน ผลจากการติดตามพบว่า ผู้สูงอายุที่มีประวัติล้ม เกิดการล้มซ้ำในอนาคตได้มากกว่าผู้สูงอายุที่ไม่มีประวัติล้ม และจำนวนครั้งในการล้มต่อปีก็มากขึ้นด้วย จากที่มีประวัติล้มเพียง 1 ครั้งในปีที่ผ่านมา ผู้สูงอายุหลายคนล้มซ้ำ 3-4 ครั้งต่อปี ดังนั้น ผู้ที่มีประวัติการล้มควรได้รับการพัฒนาความสามารถในการทรงตัวเพื่อเป็นการป้องกันการล้มซ้ำในอนาคต การใช้แบบประเมิน Mini-BESTest น่าจะช่วยในการคัดกรองความเสี่ยงในการล้มของผู้สูงอายุ เพื่อนำไปสู่การป้องกันการล้มได้เป็นอย่างดี อย่างไรก็ตาม การศึกษานี้มีข้อจำกัดคือ เป็นการศึกษาในผู้สูงอายุที่มีอายุไม่มากนัก (young elderly) ดังนั้น จึงไม่สามารถนำข้อมูลผลการศึกษาไปใช้ร่วมกับผู้สูงอายุที่มีอายุมากกว่านี้ได้ และการศึกษาส่วนใหญ่พบว่า การติดตามการล้มมักทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงพฤติกรรมของผู้สูงอายุที่ถูกติดตาม คือผู้สูงอายุจะมีความระมัดระวังมากขึ้นและคอยดูแลตนเองไม่ให้ล้ม ดังนั้น ข้อมูลการติดตามที่ได้รับอาจไม่สะท้อนความเป็นจริงที่จะเกิดขึ้นขณะไม่มีการติดตามได้

สรุปผลการศึกษาและข้อเสนอแนะเชิงนโยบาย

แบบประเมิน Mini-BESTest มีความสามารถและความแม่นยำในการระบุความเสี่ยงในการล้มมากกว่าแบบประเมินความสามารถในการทรงตัว BESTest, BBS และ TUG ที่ได้ทำการศึกษาในงานวิจัยนี้ โดยแบบประเมิน Mini-BESTest มีค่าคะแนนที่คัดกรองผู้ที่มีความเสี่ยงในการล้มอยู่ที่คะแนนที่น้อยกว่าหรือเท่ากับ 16 คะแนน (ค่า sensitivity ที่ 0.85 และค่า specificity ที่ 0.75) โดยที่หัวข้อในการประเมินของแบบประเมิน Mini-BESTest ที่มีความสามารถระบุผู้ที่มีความเสี่ยงในการล้มมากที่สุดคือหัวข้อ sensory orientation และ stability in gait

ในการใช้แบบประเมิน Mini-BESTest ระยะเวลาในการตรวจประเมินอาจใช้เพียง 10-15 นาที โดยไม่จำเป็นต้องใช้เครื่องมือในการตรวจประเมินที่มีราคาแพง และสามารถนำแบบประเมิน Mini-BESTest ไปใช้ในการตรวจประเมินนอกสถานที่ เช่น ในชุมชนได้ การใช้แบบประเมิน Mini-BESTest ในการคัดกรองความเสี่ยงในการล้มของผู้สูงอายุ อาจนำไปสู่การป้องกันการล้มที่จะเกิดในอนาคต เช่น กระตุ้นให้ผู้ที่มีความเสี่ยงในการล้มมารับการฟื้นฟูสมรรถภาพการทรงตัว หรือออกกำลังกายเพื่อช่วยเสริมสมรรถนะการทรงตัวด้านที่บกพร่อง จึงเป็นแบบประเมินที่น่าสนใจและควรนำไปศึกษาและขยายผลในการใช้งานให้กว้างขวางขึ้น

ผลงานที่ได้จากการศึกษา

บทความในวารสารวิชาการ

Yingyongyudha A, Saengsirisuwan V, Panichaporn W, Boonsinsukh R (2015) The Mini-Balance Evaluation Systems Test (Mini-BESTest) demonstrated higher accuracy in identifying older adult fallers than the BESTest, Berg Balance Scale and Timed Up and Go Test. *Journal of Geriatric Physical Therapy* (accepted)

การนำเสนอผลงานในการประชุมระดับชาติและนานาชาติ

ระดับชาติ

1. อัญมณี ยิ่งยงยุทธ, วันวิสาข์ พาณิชภรณ์, วิฑูร แสงศิริสุวรรณ, รัมภา บุญสินสุข แบบประเมิน Balance Evaluation Systems Test (BESTest) และ Mini-Balance Evaluation Systems Test (Mini-BESTest) เป็นแบบประเมินใหม่ที่มีความแม่นยำในการระบุการล้มในผู้สูงอายุไทย ในงานประชุมวิชาการ กายภาพบำบัด แห่งชาติ ครั้งที่ 6 ประจำปี 2557 ณ โรงแรมเดอะ ทวิน ทาวเวอร์ กรุงเทพฯ วันที่ 22-25 เมษายน 2557 (รางวัลการนำเสนอโปสเตอร์ยอดเยี่ยม ลำดับที่ 2)

ระดับนานาชาติ

2. Anyamanee Yingyongyudha, Punpissa Na Songkla, Rumpa Boonsinsukh THE USE OF MINI-BESTEST TO PREDICT FALL IN THE ELDERLY. ในงานประชุม WCPT-AWP & ACPT Congress 2013 ณ ประเทศไต้หวัน ระหว่างวันที่ 5-9 กันยายน 2556

หนังสือ

เรื่อง หกล้ม เรื่องไม่คาดฝัน แต่ป้องกันได้

โดย รัมภา บุญสินสุข สายธิดา ลาภอนันตสิน ชูชีพ จีวะสังข์

การใช้ประโยชน์เชิงสาธารณะ

การอบรมวิชาการเชิงปฏิบัติการ แก่นักกายภาพบำบัด เรื่อง การทรงตัว : การตรวจประเมินเพื่อหาความเสี่ยงในการล้ม และแนวทางส่งเสริมสมรรถภาพการทรงตัว ระหว่างวันที่ 15-16 พฤษภาคม 2557 ณ อาคารหม่อมหลวงปิ่นมาลากุล มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร จำนวนผู้เข้าอบรม

บรรณานุกรม

1. RAO SS. Prevention of falls in older patients. (2005) Am Fam Physician 72:81-8.
2. Thorbahn LB, Newton R. (1996) Use of the Berg Balance Test to predict falls in elderly persons. Phys Ther 76: 576-83.
3. Silsupadol P, Siu K, Shumway-Cook A, Woollacott MH. (2006) Training of balance under single-and dual-Task conditions in older adults with balance impairment. Physical Therapy 86: 269-81.
4. Cummings S, Nevitt M, Kidd S. (1983) Forgetting falls: The limited accuracy of recall of falls in the elderly. J Am Geriatr Soc 36: 613-6.
5. Vellas BJ, Wayne SJ, Romero LJ, Baumgartner RN, Garry PJ. (1997) Fear of falling and restriction of mobility in elderly fallers. Age Ageing 26:189-93.
6. Tinetti M, Speechley M, Ginter S. (1988) Risk factors for falls among elderly persons living in the community. N Engl J Med 319:1701-7
7. Ganz DA, Bao Y, Shekelle PG, Rubenstein LZ (2007) Will my patient fall? JAMA 3; 297: 77-86. (balance and gait)
8. Yamada M, Ichihashi N. (2010) Predicting the probability of falls in community-dwelling elderly individuals using the trail walking test. Environ Health Prev Med 15:386-91.
9. Salzman B. (2010) Gait and Balance Disorders in Older Adults. Am Fam Physician 82: 61-8.
10. Borah D, Wadhwa S, Singh U, Yadav S, Bhattacharjee M, Sindhu V.(2007) Age related changes in postural stability. Indian J Physiol Pharmacol 51: 395-404.
11. Plummer-D'Amato P, Altmann LJP, Behrman AL, Marsiske M. (2007) Interactions between cognitive tasks and gait after stroke: A dual task study. Gait & Posture 24: 542-9.
12. Berg K, Wood-Dauphinee SL, Williams J, Gayton D. (1989) Preliminary development of an instrument. Physiother Can 41: 304-11.
13. Berg K, Wood-Dauphinee SL, Williams J. (1995) Reliability assessment with elderly residents and patients with an acute stroke. Scand J Rehabil Med 27: 27-36.
14. Shumway-Cook A, Baldwin M, Pollisar N, Gruber W. (1997) Predicting the probability of falls in community dwelling older adults. Phys Ther 77: 812-819.

15. Muir SW, Berg K, Chesworth B, Speechley M. (2008) Use of the Berg Balance Scale for predicting multiple falls in community dwelling elderly people: a prospective study. *Phys Ther* 88: 449-459.
16. Tinetti M. (1986) Performance-oriented assessment of mobility problems in elderly patients. *J Am Geriatr Soc* 34: 119-126.
17. Podsiadlo D, Richardson S. (1991) The timed "Up & Go": a test of basic functional mobility for frail elderly persons. *J Am Geriatr Soc*. 39: 142-48.
18. Horak FB, Wrisley DM, Frank J. (2009) The Balance Evaluation System Test (BESTest) to differentiate balance deficit. *Phys Ther* 89: 484-498.
19. Leddy AL, Crowner BE, Earhart GM. (2010) Functional gait assessment and balance evaluation system test: reliability, validity, sensitivity, and specificity for identifying individuals with Parkinson disease who fall. *Phys Ther* 91: 1-11.
20. Franchignoni F, Horak FB, Godi M, Nardone A, Giordano A. Using psychometric techniques to improve the Balance Evaluation Systems Test: the mini-BESTest. *J Rehabil Med*. 2010; 42(4): 323-31.
21. King LA, Horak F. On the Mini-BESTest: scoring and the reporting of Total scores. *Phys Ther*. 2013; 93(4): 571-5.
22. King LA, Priest KC, Salarian A, Pierce D, Horak FB. Comparing the Mini-BESTest with the Berg Balance Scale to evaluate balance disorders in Parkinson's Disease. *Parkinsons Dis*. 2012; 2012: 375419.
23. Mak MK, Auyeung MM. The Mini-BESTest can predict Parkinsonian recurrent fallers: A 6-month prospective study. *J Rehabil Med*. 2013; 45(9): 1-7.
24. Leddy AL, Crowner BE, Earhart GM. Utility of the Mini-BESTest, BESTest, and BESTest Sections for Balance Assessments in Individuals With Parkinson Disease. *J Neurol Phys Ther*. 2011; 35(2): 90-7.
25. Tsang CS, Liao LR, Chung RC, Pang MY. Psychometric properties of the Mini-Balance Evaluation Systems Test (Mini-BESTest) in community- dwelling individuals with chronic stroke. *Phys Ther*. 2013; 93(8): 1102-15.
26. Schoene D, Wu SM, Mikolaizak AS, et al. Discriminative ability and predictive validity of the timed up and go test in identifying older people who fall: systematic review and meta-analysis. *J Am Geriatr Soc*. 2013; 62(2): 202-8.

27. Shumway-Cook A, Gruber W, Baldwin M, Liao S. The effect of multidimensional exercises on balance, mobility, and fall risk in community-dwelling older adults. *Phys Ther.* 1997; 77(1): 46-57.