

ความสัมพันธ์ระหว่างคะแนนการประเมิน Physiological Profile Assessment (PPA) กับ Berg Balance Scale (BBS) ในผู้ป่วยโรคหลอดเลือดสมอง

Relationship between Physiological Profile Assessment (PPA) and Berg Balance Scale (BBS) scores in patients with stroke

กชพรรณ ภิรมย์¹ ช่อผกา แสงหล้า² สมพร สังขรัตน์^{1*}
Kochaphan Phirom¹ Chorpaka Sanglah² Somporn Sungkarat^{1*}

¹ภาควิชากายภาพบำบัด คณะเทคนิคการแพทย์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ จังหวัดเชียงใหม่

¹Department of Physical Therapy, Faculty of Associated Medical Sciences, Chiang Mai University, Chiang Mai province, Thailand

²โรงพยาบาลสารภีบรรพตพัฒนา อำเภอสารภี จังหวัดเชียงใหม่

²Sarapeeborvonphattana Hospital, Chiang Mai province, Thailand

* ผู้รับผิดชอบบทความ (Email: somporn.sungkarat@cmu.ac.th)

* Corresponding author (Email: somporn.sungkarat@cmu.ac.th)

Received July 2017

Accepted as revised September 2017

Abstract

Background: Balance impairment and falls are a major problem and common in patients with stroke. Physiological Profile Assessment (PPA) was developed to identify physiological impairments underlying balance disorders and risk of falls in elderly people. The PPA has been used in patients with stroke but not as common as Berg Balance Scale (BBS).

Objectives: To determine the relationship between PPA scores and BBS scores in patients with stroke.

Materials and methods: Thirty patients with stroke (22 males, 8 females; mean age 61.07±12.34 years; mean post-stroke time 32.5±31.6 months) voluntarily participated in the study. The PPA and BBS were administered to all participants. Spearman correlation coefficient was used to determine the relationship between the PPA and BBS scores. The significance level was set at $p<0.05$.

Results: Participants had mean PPA score of 2.88±1.56 points and mean BBS score of 42.80±12.38 points. Spearman correlation coefficient analysis revealed that the PPA scores had moderately negative correlation with the BBS scores ($r = -0.475$, $p=0.008$).

Conclusion: Significant correlation between PPA and BBS scores could be due to the activities tested in the BBS require integration of physiological factors assessed in the PPA. As PPA provides information on physiological impairments underlying risk of falls, it is beneficial for planning interventions that are specific to patient's problems. However, studies on psychometric property of PPA in patients with stroke are needed.

Journal of Associated Medical Sciences 2017; 50(3): 587-596. Doi: 10.14456/jams.2017.55

Keywords: Stroke, BBS, PPA, balance, fall risk

บทคัดย่อ

ที่มาและความสำคัญ: ความบกพร่องของการทรงตัวและการหกล้มเป็นปัญหาสำคัญและพบบ่อยในผู้ป่วยโรคหลอดเลือดสมองแบบประหมื่น Physiological Profile Assessment (PPA) ได้รับการพัฒนาขึ้นเพื่อใช้ประเมินความบกพร่อง ทางสรีรวิทยาที่เป็นสาเหตุของความผิดปกติของการทรงตัวและความเสี่ยงต่อการหกล้มในผู้สูงอายุ ได้มีการนำแบบประเมิน PPA มาใช้ในผู้ป่วยโรคหลอดเลือดสมองแต่ยังไม่แพร่หลายเหมือนแบบประเมิน Berg Balance Scale (BBS) วัตถุประสงค์: เพื่อศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างคะแนนการประเมิน PPA กับ BBS ในผู้ป่วยโรคหลอดเลือดสมอง

วัสดุและวิธีการศึกษา: กลุ่มตัวอย่างเป็นผู้ป่วยโรคหลอดเลือดสมอง จำนวน 30 คน (ชาย 22 คน หญิง 8 คน อายุเฉลี่ย 61.07 ± 12.34 ปี ระยะเวลาหลังเกิดโรคหลอดเลือดสมองเฉลี่ย 32.5 ± 31.6 เดือน) ผู้เข้าร่วมการศึกษาได้รับการประเมินด้วยแบบประเมิน PPA และ BBS วิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างคะแนนจากแบบประเมิน PPA และ BBS ด้วยสถิติ Spearman correlation coefficient กำหนดค่านัยสำคัญทางสถิติที่ $p < 0.05$

ผลการศึกษา: ผู้เข้าร่วมการศึกษามีคะแนนเฉลี่ย PPA เท่ากับ 2.88 ± 1.56 คะแนน และคะแนนเฉลี่ย BBS เท่ากับ 42.80 ± 12.38 คะแนน ผลการวิเคราะห์ข้อมูลด้วยสถิติ Spearman correlation coefficient พบว่าคะแนนจากแบบประเมิน PPA มีความสัมพันธ์เชิงลบในระดับปานกลางกับคะแนนจากแบบประเมิน BBS อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($r = -0.475, p = 0.008$)

สรุปผลการศึกษา: การที่คะแนนจากการประเมิน PPA มีความสัมพันธ์อย่างมีนัยสำคัญกับคะแนนการประเมิน BBS น่าจะเนื่องมาจากกิจกรรมต่างๆ ในแบบประเมิน BBS ต้องอาศัยการทำงานร่วมกันของปัจจัยทางสรีรวิทยาที่ประเมินในแบบประเมิน PPA เนื่องจากแบบประเมิน PPA ให้ข้อมูลเกี่ยวกับความบกพร่องของปัจจัยทางสรีรวิทยาที่ส่งผลให้เกิดความเสี่ยงหกล้ม จึงเป็นประโยชน์ในการวางแผนการรักษาที่เฉพาะเจาะจงกับปัญหาของผู้ป่วยโรคหลอดเลือดสมอง อย่างไรก็ตามจำเป็นต้องมีการศึกษาคุณสมบัติด้านการประเมินของแบบประเมิน PPA ในกลุ่มผู้ป่วยโรคหลอดเลือดสมอง

Journal of Associated Medical Sciences 2560; 50(3): 587-596. Doi: 10.14456/jams.2017.55

คำสำคัญ: โรคหลอดเลือดสมอง แบบประเมิน BBS แบบประเมิน PPA การทรงตัว ความเสี่ยงต่อการหกล้ม

บทนำ

การหกล้มเป็นปัญหาสำคัญ และพบบ่อยในผู้ป่วยโรคหลอดเลือดสมอง มีรายงานว่าผู้ป่วยโรคหลอดเลือดสมองมีความเสี่ยงต่อการหกล้มมากกว่าคนปกติ 2 เท่า¹ การศึกษาที่ผ่านมาพบว่าปัจจัยเสี่ยงสำคัญของการหกล้มในผู้ป่วยโรคหลอดเลือดสมอง ได้แก่ การมีความบกพร่องของการทรงตัวและการเดิน การยกเท้าข้างอ่อนแรงไม่พ้นพื้นขณะเดิน การตอบสนองที่ช้า และการเสียสมาธิในขณะที่เคลื่อนไหว ซึ่งการหกล้มมักเกิดขณะเดิน หมุนตัว และเปลี่ยนท่าจากนั่งเป็นยืนหรือจากยืนลงนั่ง²⁻⁵ ทั้งนี้เมื่อผู้ป่วยโรคหลอดเลือดสมองหกล้มมีโอกาสเกิดกระดูกหักสูงกว่าผู้ที่ไม่เป็นโรคหลอดเลือดสมองถึง 7 เท่า⁶ ดังนั้นการประเมินความเสี่ยงต่อการหกล้มจึงเป็นสิ่งสำคัญเพื่อเป็นการเฝ้าระวัง และให้การรักษาฟื้นฟูสภาพเพื่อป้องกันการหกล้มในผู้ป่วยกลุ่มนี้

แบบประเมิน Berg Balance Scale (BBS) เป็นแบบ

ประเมินการทรงตัวและความเสี่ยงต่อการหกล้มที่พัฒนาขึ้นสำหรับใช้กับผู้สูงอายุ⁷ ซึ่งต่อมาได้มีการนำไปใช้ในกลุ่มเป้าหมายอื่นๆ รวมถึงกลุ่มผู้ป่วยโรคหลอดเลือดสมอง⁸⁻¹⁰ ทั้งนี้ทางคลินิกแบบประเมิน BBS เป็นแบบประเมินที่นิยมนำมาใช้ประเมินการทรงตัวผู้ป่วยโรคหลอดเลือดสมองมากที่สุด^{11,12} แบบประเมิน BBS ประกอบด้วย การประเมินการเคลื่อนไหวพื้นฐานที่ใช้ในชีวิตประจำวัน จำนวน 14 กิจกรรม สามารถประเมินได้ง่าย ใช้เวลาไม่นาน และไม่ต้องใช้อุปกรณ์มาก ผลการประเมินสามารถบ่งชี้ความเสี่ยงต่อการหกล้มโดยมีค่า cut off ที่ 45 คะแนน¹³ ซึ่งการศึกษาต่อมาโดย Shumway-Cook และคณะ¹⁴ พบว่าผู้สูงอายุที่มีคะแนน BBS ระหว่าง 46-54 คะแนนหากคะแนนลดลง 1 คะแนนจะมีความเสี่ยงหกล้มเพิ่มขึ้นร้อยละ 6-8 และหากมีคะแนนน้อยกว่าหรือเท่ากับ 36 คะแนนจะมีความเสี่ยงหกล้มสูงเกือบร้อยละ 100 เมื่อนำมาใช้กับผู้ป่วยโรคหลอดเลือดสมองพบว่าแบบประเมิน BBS มี

ความตรงและความน่าเชื่อถือในการประเมินผู้ป่วยโรคหลอดเลือดสมองในระดับสูง¹⁰ และคะแนน BBS ของผู้ป่วยรายใหม่เมื่อเข้ารับการรักษาในโรงพยาบาลสามารถบ่งชี้ความเสี่ยงต่อการหกล้มของผู้ป่วยได้โดยมีรายงานค่า cut off ที่น้อยกว่าหรือเท่ากับ 29 คะแนน¹⁵ อย่างไรก็ตาม แบบประเมิน BBS มีข้อจำกัดที่สำคัญคือ ไม่มีการประเมินการเดินซึ่งการหกล้มมักเกิดในขณะที่เดิน³ และข้อจำกัดในการประเมินผู้ป่วยที่มีอาการรุนแรงน้อย โดยผู้ป่วยอาจได้คะแนนเต็มทั้งที่ยังสามารถพัฒนาการทรงตัวให้ดีขึ้นได้อีกในกิจกรรมที่ทำหาย (ceiling effect)¹⁰ นอกจากนี้แบบประเมิน BBS ไม่ได้ให้ข้อมูลเกี่ยวกับความบกพร่อง (impairment) ของโครงสร้างหรือระบบต่างๆ ของร่างกายที่จะช่วยชี้แนะการรักษาฟื้นฟูสภาพที่เจาะจงกับปัญหาความบกพร่องของผู้ป่วย

แบบประเมิน Physiological Profile Assessment (PPA) ได้รับการพัฒนาขึ้น โดย Falls and Balance Research Group of the Prince of Wales Medical Research Institute, Sydney, Australia เพื่อใช้ประเมินความเสี่ยงต่อการหกล้ม โดยผลการประเมินให้ข้อมูลที่สามารถบ่งชี้ถึงความเสี่ยงของปัจจัยทางสรีรวิทยาที่มีผลต่อการทรงตัวและความเสี่ยงต่อการหกล้ม เป็นประโยชน์ในการวางแผนให้การรักษาแก้ไขความบกพร่องที่ประเมินพบ

แบบประเมิน PPA ประกอบด้วยการทดสอบ 5 ด้าน โดยการศึกษาวิจัยก่อนหน้าพบว่า การทดสอบ 5 ด้านนี้สามารถแยกผู้ที่มีหกล้มออกจากผู้ที่ไม่หกล้มได้^{16, 17} ได้แก่ 1) การมองเห็น (vision) 2) ปฏิกริยาการตอบสนองต่อสิ่งกระตุ้น (reaction time) 3) การแกว่งของจุดรวมมวล (postural sway) 4) การรับรู้ความรู้สึกของข้อต่อ (proprioception) และ 5) ความแข็งแรงของกล้ามเนื้อ (muscle strength)¹⁸ คะแนนความเสี่ยงต่อการหกล้ม (fall risk score) ได้จากการนำผลการประเมินแต่ละด้านไปเข้าสมการทำนายความเสี่ยงต่อการหกล้ม ทั้งนี้ การทดสอบแต่ละด้านมีน้ำหนักหรือความสำคัญในการทำนายการหกล้มแตกต่างกันโดย postural sway มีค่าน้ำหนัก 0.51, reaction time 0.47, vision 0.33, proprioception 0.2 และ muscle strength 0.16 สำหรับเกณฑ์การแปลผลความเสี่ยงต่อการหกล้มคือ คะแนนน้อยกว่า 0 = มีความเสี่ยงหกล้มต่ำ (low risk), 0-1 = มีความเสี่ยงหกล้มเล็กน้อย (mild risk), 1-2 = มีความเสี่ยงหกล้มปานกลาง (moderate risk) และคะแนนมากกว่า 2 = มีความเสี่ยงหกล้มสูง (high risk)^{17, 18} ซึ่งงานวิจัยที่ผ่านมาพบว่าแบบประเมิน PPA เป็นแบบประเมินที่มีความเที่ยงตรง น่าเชื่อถือ และสามารถชี้แนะแก่ผู้ที่มีความเสี่ยงต่อการหกล้มออกจากผู้ที่ไม่มีความเสี่ยงต่อการหกล้มได้แม่นยำร้อยละ 79¹⁸ อย่างไรก็ตามแบบประเมิน PPA ถูกออกแบบมาเพื่อใช้ประเมินในผู้สูงอายุและยังมีการนำมาใช้ประเมินใน

ผู้ป่วยกลุ่มอื่นค่อนข้างน้อย¹⁹

ดังนั้นในการศึกษาครั้งนี้ผู้วิจัยจึงมีความสนใจนำแบบประเมิน PPA มาใช้ประเมินความเสี่ยงต่อการหกล้มในผู้ป่วยโรคหลอดเลือดสมอง และศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างคะแนนจากการประเมินด้วย PPA กับ BBS โดยมีสมมติฐานว่าคะแนนการประเมิน PPA กับ การประเมิน BBS จะมีความสัมพันธ์กันในระดับปานกลาง-สูง เนื่องจากกิจกรรมต่างๆ ในแบบประเมิน BBS ต้องอาศัยการทำงานร่วมกันของปัจจัยทางสรีรวิทยาที่มีการประเมินในแบบประเมิน PPA

วัสดุและวิธีการศึกษา

กลุ่มตัวอย่างที่ศึกษา

กลุ่มตัวอย่างเป็นผู้ป่วยโรคหลอดเลือดสมองเพศชายและหญิง จำนวน 30 ราย คำนวณขนาดกลุ่มตัวอย่างโดยใช้โปรแกรม G*Power 3.1.7 กำหนดการวิเคราะห์ข้อมูลโดยใช้ bivariate correlation กำหนดค่า correlation ของ H1 เท่ากับ 0.5, H0 เท่ากับ 0 ค่า alpha เท่ากับ 0.05 และอำนาจการทดสอบ (power) เท่ากับ 0.8 พบว่าต้องการอาสาสมัครจำนวน 29 รายโดยมีเกณฑ์การคัดเข้า ได้แก่

- 1) ผู้ป่วยโรคหลอดเลือดสมอง ทั้งเพศชายและเพศหญิง
- 2) ไม่มีโรคประจำตัวหรือปัญหาที่เป็นอุปสรรคต่อการเข้าร่วมการศึกษาเช่น โรคทางระบบโครงร่างและกล้ามเนื้อในระดับรุนแรงที่ส่งผลกระทบต่อการทำงานในท่ายืน เช่น กระดูกหัก, ข้อเคลื่อนหลุด, osteoarthritis, rheumatoid arthritis ของข้อเข่า ข้อเท้า หรือการผิดรูป เช่น knock knee, bow leg ชนิดรุนแรงมาก โรคทางระบบหัวใจ หลอดเวียนโลหิต และตรวจอกระดับรุนแรง
- 3) ไม่มีปัญหาความเจ็บปวดที่ส่งผลการทดสอบ
- 4) สามารถเหยียดขาข้างอ่อนแรงได้อย่างน้อยถึงช่วงสุดท้ายของการเคลื่อนไหว (inner range)
- 5) สามารถสื่อสารเข้าใจและปฏิบัติตามคำสั่งได้
- 6) ให้ความร่วมมือและยินดีเข้าร่วมการศึกษา

ส่วนเกณฑ์การคัดออก ได้แก่

- 1) ใส่กายอุปกรณ์เทียมที่รยางค์ส่วนล่าง เช่น ขาเทียม
- 2) ความตึงตัวของกล้ามเนื้อประเมินโดย Modified Ashworth scale มีค่ามากกว่า 2
- 3) มีอาการเวียนศีรษะ (dizziness) ในวันที่ทำการทดสอบ
- 4) รับประทานยาที่มีผลต่อการทรงตัวและการเคลื่อนไหว เช่น ยาที่ทำให้หัวใจเต้นช้า ยาที่มีผลต่อการกดประสาทเป็นต้น หรือดื่มเครื่องดื่มที่มีส่วนผสมของแอลกอฮอล์ภายใน 24 ชั่วโมงก่อนการทดสอบ
- 5) ไม่สามารถทำการทดสอบได้ครบทุกการทดสอบ

ขั้นตอนการศึกษาวิจัย

อาสาสมัครที่มีคุณสมบัติตามเกณฑ์การศึกษาได้รับคำอธิบายวัตถุประสงค์และวิธีการศึกษาอย่างละเอียด และลงนามในใบยินยอมเข้าร่วมการศึกษา (informed consent form) ก่อนเข้าร่วมการศึกษา การศึกษานี้ได้ผ่านการรับรองจากคณะกรรมการจริยธรรมงานวิจัย คณะเทคนิคการแพทย์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ (AMSEC-58EX-131) ผู้เข้าร่วมการศึกษาจับฉลากว่าจะได้รับการประเมินใดก่อน-หลัง ระหว่าง BBS กับ PPA โดยมีช่วงพักระหว่างการทดสอบแรกและการทดสอบที่สอง 20 นาทีหรือจนกว่าผู้เข้าร่วมการศึกษาย่อยเหนื่อย

เครื่องมือและอุปกรณ์ที่ใช้ในการทดสอบประกอบด้วยแบบสอบถามข้อมูลส่วนตัว อุปกรณ์สำหรับการประเมิน BBS ได้แก่ แก้วที่มีที่วางแขน แก้วที่ไม่มีที่วางแขน สูง 45 เซนติเมตร นาฬิกาจับเวลา สายวัด และกล่องไม้สูง 8 นิ้ว อุปกรณ์สำหรับการประเมิน PPA ได้แก่ ชุดประเมินความสามารถในการแยกความมืด-ความสว่าง ประกอบด้วย Melbourne Edge Test (MET) transparency และ แผ่นคำตอบที่มีภาพสำหรับให้ผู้ถูกทดสอบเลือกตอบ (MET response card) เครื่องวัดความเร็วในการตอบสนอง (reaction timer) อุปกรณ์วัดการแกว่งของลำตัว ได้แก่ โต๊ะที่ปรับระดับความสูงได้ Lord's sway meter กระดาษกราฟ นาฬิกาจับเวลา โฟมวัดการทรงตัว แก้วสูงมีพนักพิง protractor สี แผ่นตั้ง ขนาด 60 x 60 x 1 เซนติเมตร และอุปกรณ์วัดความแข็งแรงของกล้ามเนื้อ (stain gauge)

การประเมิน Berg Balance Scale (BBS)

ประเมินการทรงตัว 14 หัวข้อ ตามลำดับ ประกอบด้วย

- 1) ลุกขึ้นยืน
- 2) ยืนทรงตัว
- 3) นั่งทรงตัว
- 4) เปลี่ยนจากทำยืนลงนั่ง
- 5) ย้ายตัวไปกลับ
- 6) ยืนหลับตา
- 7) ยืนเท้าชิด
- 8) ยืนตรงยืนแขนไปข้างหน้า
- 9) ก้มเก็บของจากพื้น
- 10) หันไปมองด้านหลังทางซ้ายและขวา
- 11) หมุนตัวกลับ 360 องศา
- 12) ยกเท้าวางบน step ที่ละข้างสลับกัน
- 13) ยืนต่อเท้า และ
- 14) ยืนขาเดียว

โดยแต่ละข้อย่อยมีคะแนนเต็มหัวข้อละ 4 คะแนนแบ่งระดับคะแนนจาก 0 คือไม่สามารถทำการทดสอบนั้นได้สำเร็จ ถึง 4 คะแนนคือสามารถทำการทดสอบหัวข้อนั้นได้เอง อย่างปลอดภัย

ภายในเวลาที่กำหนด

การประเมิน Physiological Profile Assessment (PPA)¹⁸

PPA เป็นการประเมินปัจจัยทางสรีรวิทยาที่ส่งผลต่อการทรงตัวและความเสี่ยงต่อการหกล้ม ประกอบด้วย การประเมิน 5 ด้าน ได้แก่ การมองเห็น (vision) ปฏิกริยาตอบสนองต่อสิ่งกระตุ้น (reaction time) การแกว่งของจุดรวมมวล (postural sway) การรับรู้ความรู้สึกในการเคลื่อนไหวข้อต่อ (proprioception) และความแข็งแรงของกล้ามเนื้อ (muscle strength) (Figure 1) นำผลการประเมินในแต่ละด้านมาเข้าสมการคำนวณหาความเสี่ยงต่อการหกล้ม (z-score) การประเมินประกอบด้วย



Contrast sensitivity



Hand reaction time



Proprioception



Postural sway



Knee extensor strength

Figure 1 Sub-tests of physiological functions in Physiological Profile Assessment (PPA).

1. การประเมินความสามารถในการแยกความแตกต่างของความมืด-สว่าง (contrast sensitivity-The Melbourne EdgeTest; MET)

ผู้เข้าร่วมการศึกษานั่งเก้าอี้ (สามารถสวมแว่นสายตาได้) ผู้ทดสอบวางแผ่น MET transparency บนโต๊ะให้เอียงทำมุม 45 องศา ห่างจากผู้เข้าร่วมการศึกษา 50 เซนติเมตร ให้ผู้เข้าร่วมการศึกษามองวงกลมบนแผ่น MET transparency แล้วตอบว่าเส้นที่แบ่งความมืด-สว่างในวงกลมอยู่ในแนวใด เช่น แนวนอน แนวตั้ง เฉียงขวา หรือเฉียงซ้าย โดยการชี้บอกลักษณะเส้นแบ่งความมืด-สว่างที่เห็นบนแผ่นคำตอบ เริ่มจากแถวบนสุดไล่ลงไปทีละแถวตามลำดับจนครบ โดยการทดสอบไม่กำหนดเวลาในการตอบและหยุดการทดสอบเมื่อผู้ถูกทดสอบตอบผิด บันทึกหมายเลขภาพสุดท้ายที่ผู้ถูกทดสอบตอบถูก โดยได้รูปวงกลมจะมีค่า contrast sensitivity หน่วยเป็น เดซิเบล (decibel)

2. การประเมินปฏิกิริยาตอบสนองต่อสิ่งกระตุ้นของมือ (hand reaction time)

ผู้เข้าร่วมการศึกษานั่งเก้าอี้ (สามารถสวมแว่นสายตาได้) วางนิ้วชี้ของมือข้างปกติลงบนปุ่ม mouse โดยวางนิ้วค้ำไว้เพื่อเตรียมพร้อมสำหรับการทดสอบความเร็วในการตอบสนองต่อสิ่งกระตุ้น ผู้ทดสอบบอกคำสั่งให้กดปุ่ม mouse ให้เร็วที่สุดเมื่อเห็นไฟสีแดงปรากฏขึ้น โดยระยะห่างของไฟสีแดงที่ปรากฏขึ้นแต่ละครั้งจะไม่เท่ากัน (เป็นแบบสุ่ม) เพื่อป้องกันการคาดเดาของผู้เข้าร่วมการศึกษา ทดสอบจำนวน 10 ครั้ง บันทึกผลการทดสอบเป็นมิลลิวินาที แล้วนำมาหาค่าเฉลี่ย

3. การประเมินการแกว่งของจุดรวมมวล (postural sway)

ผู้เข้าร่วมการศึกษาดูตรงเท้า ถูเท้า ทำการทดสอบในท่ายืน ผู้ทดสอบนำสายรัด (strap) ของ sway meter มารัดบริเวณส่วนเอวของผู้เข้าร่วมการศึกษาเพศหญิง และที่บริเวณเข็มขัดของเพศชาย จัดตำแหน่งของ aluminium plate ให้อยู่กึ่งกลางของหลัง ตรงปลายก้าน (rod) ของ sway meter มีรูสำหรับใส่ปากกาปรับความสูงของปลายปากกาให้ต่ำจากตัวก้านลงไป 4 เซนติเมตร ให้ผู้เข้าร่วมการศึกษายืนบนโฟมทดสอบการทรงตัว วางเท้าห่างกันประมาณช่วงสะโพก ปรับความสูงของโต๊ะด้านหลังของผู้เข้าร่วมการศึกษาให้อยู่ในระดับที่ทำให้ก้านของ sway meter ขนานกับพื้นโต๊ะในแนวราบ และปลายปากกาตั้งฉากกับพื้นโต๊ะซึ่งมีกระดาษกราฟวางอยู่ ก่อนเริ่มการทดสอบผู้ทดสอบยกปลายก้านของ sway meter ไว้ไม่ให้ปลายปากกาสัมผัสกระดาษกราฟ เมื่อเริ่มการทดสอบวาง sway meter ให้ปลายปากกาสัมผัสกระดาษกราฟ ออกคำสั่งให้ผู้ถูกทดสอบยืนให้หนึ่งที่สุด เป็นเวลา 30 วินาที คำนวณพื้นที่การแกว่งของจุดรวมมวลเป็นตารางมิลลิเมตร โดยนำระยะทางสูงสุดบนกระดาษกราฟที่ปากกาเคลื่อนไปทางด้านข้างคูณกับระยะทางสูงสุดที่ปากกาเคลื่อนไปทางด้านหน้า-หลัง

4. การประเมินการรับรู้ความรู้สึกในการเคลื่อนไหวของข้อต่อ (proprioception) โดยวิธี lower limb matching

ผู้เข้าร่วมการศึกษานั่งเก้าอี้สูง 60 เซนติเมตร หรือให้สูงเพียงพอที่เท้าลอยพ้นพื้น ถอดรองเท้า ถูเท้า จัดให้เข่างอประมาณ 90 องศา ผู้ทดสอบใช้ปากกาเมจิกแต้มที่จุดกึ่งกลางของตาตุ่มด้านใน (medial malleolus) ทั้ง 2 ข้าง เพื่อเป็นจุดอ้างอิงในการวัด lower limb matching ทั้งนี้ในการศึกษาครั้งนี้เลือกใช้บริเวณตาตุ่มเป็นจุดอ้างอิง เพื่อลดข้อจำกัดกรณีที่มีผู้ป่วยโรคหลอดเลือดสมองบางรายอาจมีภาวะปลายเท้าตกจากการอ่อนแรงของกล้ามเนื้อกระดูกข้อเท้าขึ้น มีอาการเกร็งหรือภาวะหดสั้นของกล้ามเนื้อน่อง ก่อนทดสอบให้ผู้เข้าร่วมการศึกษานั่งเหยียดขาทั้งสองข้างขึ้นในระดับต่างๆ ที่จะทำการทดสอบเพื่อให้แน่ใจว่าผู้เข้าร่วมการศึกษามีความแข็งแรงได้ นำ

protractor มาสอดระหว่างขาทั้ง 2 ข้าง ขณะประเมินให้ผู้เข้าร่วมการศึกษาหลับตาแล้วเหยียดขาขึ้นประมาณ 70-80 องศา (ตำแหน่งที่ 1) ให้ตาตุ่มด้านในชิดกันและอยู่ในตำแหน่งใกล้เคียงกันให้มากที่สุด ผู้ทดสอบบันทึกความแตกต่างของตาตุ่มด้านในทั้ง 2 ข้างว่าอยู่ในตำแหน่งที่เหลื่อมกันกี่องศา (ดูจาก protractor) จากนั้นเหยียดขาทั้ง 2 ข้างขึ้น ในระดับที่ต่ำกว่าตำแหน่งที่ 1 (ตำแหน่งที่ 2) บันทึกผลเช่นเดิม ทำการทดสอบจำนวน 5 ครั้ง (ตำแหน่ง 1 และ 2 สลับกัน) นำผลการประเมินทั้ง 5 ครั้งมาหาค่าเฉลี่ย

5. การประเมินความแข็งแรงของกล้ามเนื้อเหยียดเข่า (knee extensor strength)

ผู้เข้าร่วมการศึกษานั่งเก้าอี้ไม่มีที่วางแขน สูง 60 เซนติเมตร หรือให้สูงเพียงพอที่เท้าลอยพ้นพื้น จัดท่าเริ่มต้นให้ข้อสะโพก 90 องศา ข้อเข่า 70-80 องศา เขย่งข้อที่ปลายของเครื่องวัดความแข็งแรงของกล้ามเนื้อกับบาร์ที่เชื่อมต่อระหว่างขาเก้าอี้ด้านหลัง และนำสายรัดที่ปลายอีกข้างของเครื่องวัดมารัดที่ข้อเท้าบริเวณเหนือตาตุ่ม 10 เซนติเมตร จากนั้นปรับกลบนเครื่องวัดความแข็งแรงของกล้ามเนื้อเหยียดเข่าให้อยู่ที่ตำแหน่ง 0 ในการทดสอบทำการวัดความแข็งแรงของขาข้างที่อ่อนแรง ออกคำสั่งให้ผู้ถูกทดสอบออกแรงเหยียดเข่าให้ได้มากที่สุดแล้วค้างไว้ 3 วินาที (Figure 1) บันทึกค่าที่อ่านจากเครื่องวัดความแข็งแรงของกล้ามเนื้อเป็นกิโลกรัม ทดสอบ 3 ครั้ง บันทึกค่าแรงเหยียดเข่าครั้งที่ทำได้มากที่สุด

การวิเคราะห์ข้อมูล

หาค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของข้อมูลทั่วไป คะแนน BBS และ PPA ของผู้เข้าร่วมการศึกษาโดยใช้สถิติพรรณนา นำค่าที่ได้จากการประเมิน PPA ในแต่ละด้านมาเข้าสมการเพื่อคำนวณเป็นคะแนนความเสี่ยงต่อการหกล้ม เมื่อทดสอบการกระจายของข้อมูลโดยใช้สถิติ Shapiro-Wilk Test พบว่าข้อมูลกระจายตัวไม่ปกติ จึงใช้สถิติ Spearman's correlation ทดสอบความสัมพันธ์ระหว่างคะแนน BBS และ คะแนน PPA กำหนดค่านัยสำคัญทางสถิติที่ $p < 0.05$

ผลการศึกษา

ผู้เข้าร่วมการศึกษามีผู้ป่วยโรคหลอดเลือดสมองจำนวน 30 ราย แบ่งเป็นเพศชายจำนวน 22 ราย เพศหญิงจำนวน 8 ราย มีอายุเฉลี่ย 61.07 ± 12.34 ปี มีจำนวนผู้ป่วยมีอาการอ่อนแรงที่ร่างกายซีกซ้าย 17 ราย (ร้อยละ 56.67) มีระยะเวลาหลังเกิดโรคหลอดเลือดสมองตั้งแต่ 1 เดือนจนถึง 10 ปี (Table 1)

Table 1 Characteristics of participants (N=30).

Variables	Mean $\pm$ SD
Age (year)	61.07 $\pm$ 12.34
Gender (n, %)	
Male	22 (73.33%)
Female	8 (26.67%)
Weight (kg)	62.07 $\pm$ 17.62
Height (cm)	163.10 $\pm$ 9.31
Paretic side (n, %)	
Left	17 (56.67%)
Right	13 (43.33%)
Time post stroke (month)	32.50 $\pm$ 31.60
Fall in the last 12 months (n, %)	
No fall	22 (73.33%)
Single fall	3 (10%)
Multiple falls	5 (16.67%)

ผู้เข้าร่วมการศึกษาทุกรายสามารถทำการทดสอบได้ครบถ้วนทุกการทดสอบย่อยของ BBS และ PPA โดยใช้เวลาในการประเมิน BBS ประมาณ 20-30 นาที และ PPA ประมาณ 30-40 นาที ผลการประเมิน BBS และ PPA (Table 2) พบมีค่าเฉลี่ยของการทดสอบ BBS เท่ากับ 42.80 $\pm$ 12.38 คะแนน โดยมีคะแนนตั้งแต่ 20 ถึง 56 คะแนน ในส่วนของคะแนน PPA เมื่อนำผลการประเมินย่อยทั้ง 5 ด้านได้แก่ vision, hand reaction time, postural sway, proprioception และ muscle strength ไปเข้าสมการคำนวณพบว่ามีคะแนนความเสี่ยงต่อ

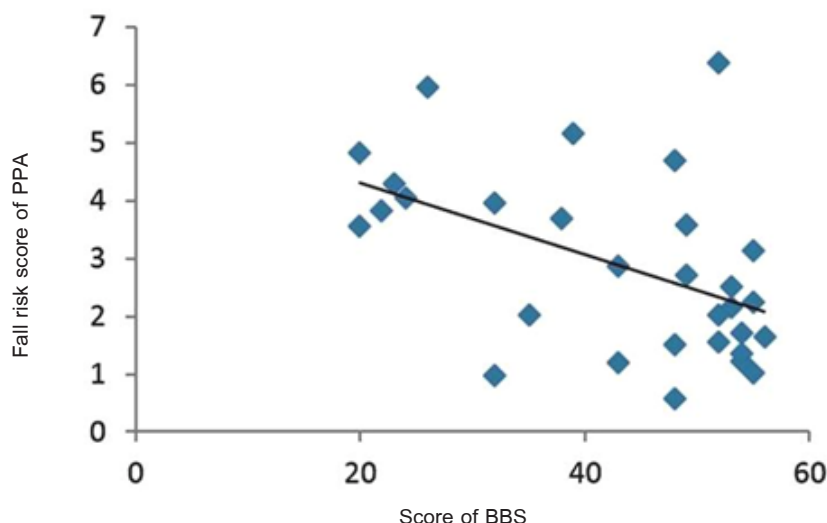
Table 2 Mean, standard deviation (SD), and 95% confidence interval of Berg Balance Scale (BBS) and Physiological Profile Assessment (PPA)

Assessment	Mean $\pm$ SD	95% CI
BBS (score)	42.80 $\pm$ 12.38	38.18–47.42
Composite PPA (score)	2.88 $\pm$ 1.56	2.30–3.46
- Contrast sensitivity (dB)	19.23 $\pm$ 2.88	18.16–20.31
- Hand reaction time (ms)	0.44 $\pm$ 0.18	0.37–0.51
- Postural sway (mm ²)	1821.90 $\pm$ 1169.28	1385.28–2258.52
- Proprioception (degree)	3.08 $\pm$ 1.70	2.44–3.71
- Knee extensor strength (kg)	17.17 $\pm$ 7.06	14.53–19.80

CI = confidence interval; dB = decibel; ms = millisecond; mm² = square millimeter; kg = kilogram

การหกล้มเฉลี่ย 2.88 $\pm$ 1.56 คะแนน โดยมีคะแนนตั้งแต่ 0.59 ถึง 6.40 คะแนน

ผลการทดสอบความสัมพันธ์ระหว่างคะแนนจากแบบประเมิน PPA กับ BBS ด้วยสถิติ Spearman correlation coefficient พบว่าคะแนนความเสี่ยงการหกล้มจากแบบประเมิน PPA มีความสัมพันธ์เชิงลบในระดับปานกลางอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับคะแนนจากแบบประเมิน BBS ($r = -0.475$, $p=0.008$) (Figure 2)

**Figure 2** Relationship between Physiological Profile Assessment (PPA) and Berg Balance Scale (BBS) scores.

การศึกษานี้มีวัตถุประสงค์เพื่อหาความสัมพันธ์ระหว่างคะแนนจากแบบประเมิน PPA และ BBS ในผู้ป่วยโรคหลอดเลือดสมอง โดยผู้เข้าร่วมการศึกษาค้างนี้มีการฟื้นตัวตั้งแต่ระยะกึ่งเฉียบพลันจนถึงระยะเรื้อรัง ผลการศึกษาพบว่าคะแนนความเสี่ยงการหกล้ม PPA มีความสัมพันธ์เชิงลบในระดับปานกลางกับคะแนนจากแบบประเมิน BBS

แบบประเมิน PPA ยังมีการนำมาใช้ประเมินผู้ป่วยโรคหลอดเลือดสมองค่อนข้างน้อยและไม่มีข้อมูลว่าให้ผลการประเมินเป็นอย่างไรเมื่อเทียบกับแบบประเมินการทรงตัวและความเสี่ยงการหกล้มอื่นๆ ที่นิยมใช้ในผู้ป่วยกลุ่มนี้ ผู้วิจัยจึงศึกษาความสัมพันธ์กับคะแนนจากแบบประเมิน BBS โดยสาเหตุที่เลือกแบบประเมิน BBS เนื่องจากเป็นแบบประเมินที่ได้รับการยอมรับสูงในการนำมาประเมินการทรงตัวของผู้ป่วยโรคหลอดเลือดสมอง^{11,12} และเป็นแบบประเมินมาตรฐานในระดับกิจกรรม (activity participation) ที่มีการทดสอบคุณสมบัติทางด้านการประเมิน (psychometric properties) ในกลุ่มผู้ป่วยโรคหลอดเลือดสมองค่อนข้างครอบคลุม โดยพบว่าค่าความเที่ยงตรง (validity) และความน่าเชื่อถือ (reliability) อยู่ในเกณฑ์ดี-ดีเยี่ยม^{8-10,12,20} มีการศึกษาค่าคะแนนที่น้อยที่สุดที่บ่งชี้การเปลี่ยนแปลงการทรงตัวของผู้ป่วยโรคหลอดเลือดสมอง (minimal detectable change = 6 คะแนน)²¹ มีการศึกษาความสัมพันธ์กับแบบประเมินอื่นๆ ที่ใช้กับผู้ป่วยโรคหลอดเลือดสมอง เช่น แบบประเมิน Fugl-Meyer assessment scale ($r=0.55$)²² แบบประเมิน Dynamic gait index ($r=0.64$)²³ และ แบบประเมิน Barthel index ($r=0.42$)²² เป็นต้น ในด้านของความเสี่ยงการหกล้มพบว่าคะแนน BBS ของผู้ป่วยรายใหม่เมื่อเข้ารับการรักษาในโรงพยาบาลสามารถบ่งชี้ความเสี่ยงต่อการหกล้มของผู้ป่วยได้โดยมีรายงานค่า cut off ที่น้อยกว่าหรือเท่ากับ 29 คะแนน¹⁵ อย่างไรก็ตามแบบประเมิน BBS มีข้อจำกัดในเรื่อง ceiling effect ของคะแนนการประเมิน¹⁰ และเนื่องจากการประเมินระดับกิจกรรมซึ่งมีข้อดีคือ ช่วยบ่งชี้ความบกพร่องของการทรงตัวในกิจกรรมนั้นๆ อย่างไรก็ตาม ไม่ได้ให้ข้อมูลเกี่ยวกับความบกพร่องทางสรีรวิทยาที่ส่งผลต่อการทำกิจกรรมนั้น การศึกษาอย่างเป็นระบบเกี่ยวกับการใช้แบบประเมิน BBS ในผู้ป่วยโรคหลอดเลือดสมองเสนอแนะว่า ควรนำแบบประเมินมาตรฐานอื่นมาใช้ร่วมกับแบบประเมิน BBS เพื่อให้ได้ข้อมูลที่ครอบคลุมมากขึ้น¹⁰

แบบประเมิน PPA ได้รับการพัฒนาขึ้นเพื่อใช้ประเมินความเสี่ยงต่อการหกล้มของผู้สูงอายุ มีความน่าเชื่อถือในระดับสูง¹⁸ และสามารถทำนายความเสี่ยงในการหกล้มได้ถูกต้องแม่นยำร้อยละ 79¹⁸ ต่อมาได้มีการนำมาใช้ในประชากรกลุ่มอื่นๆ เช่น Multiple sclerosis²⁴ Parkinson's disease²⁵ และ

cognitive impairment²⁶ รวมถึงผู้ป่วยโรคหลอดเลือดสมอง Stroke¹⁹ ผลการศึกษานี้พบว่าผู้เข้าร่วมการศึกษาทุกรายสามารถทำการทดสอบ PPA ได้ครบถ้วนภายในระยะเวลา 30-40 นาที สนับสนุนงานวิจัยก่อนหน้านี้ของ Dean และคณะ¹⁹ ที่สรุปว่าแบบประเมิน PPA สามารถนำมาใช้ประเมินในผู้ป่วยโรคหลอดเลือดสมองได้¹⁹ และพบว่าคะแนนจากแบบประเมิน PPA มีความสัมพันธ์เชิงลบกับคะแนนจากแบบประเมิน BBS ($p=0.008$) โดยผู้ที่ได้คะแนนจากการประเมิน PPA ต่ำ จะได้คะแนนจากการประเมิน BBS สูง ซึ่งบ่งชี้ว่ามีความเสี่ยงต่อการหกล้มต่ำ ทั้งนี้ความสัมพันธ์ระหว่างแบบประเมินทั้งสองนี้สามารถอธิบายได้จากการที่กิจกรรม (activity) ที่ทดสอบในแบบประเมิน BBS แต่ละข้อนั้นต้องอาศัยการทำงานร่วมกันของปัจจัยทางสรีรวิทยาด้านต่างๆ ที่ประเมินในแบบประเมิน PPA ยกตัวอย่างเช่น การที่ผู้เข้าร่วมการศึกษจะสามารถยืนทรงตัวบนขาข้างเดียวในการทดสอบ BBS ได้นั้น จะต้องมีการทรงตัว กำลังของกล้ามเนื้อขา และการรับรู้ตำแหน่งของข้อเท้าในระดับที่ดี จึงจะสามารถทำการทดสอบนี้ได้ ซึ่งหากผู้เข้าร่วมการศึกษาค้างนี้ได้คะแนนในหัวข้อนี้จากแบบประเมิน BBS สูง เมื่อทำการทดสอบโดยใช้แบบประเมิน PPA ที่มีหัวข้อการประเมินด้านความแข็งแรงของกล้ามเนื้อเหยียดข้อเท้า การรับรู้ตำแหน่งของข้อเท้า และ การทรงตัว ก็จะได้คะแนนสูงด้วย และเมื่อคำนวณเป็นความเสี่ยงในการหกล้มจะมีคะแนนน้อย (ความเสี่ยงต่ำ) แต่อย่างไรก็ตามในการศึกษานี้พบว่าทั้งสองแบบประเมินมีค่าสัมประสิทธิ์ของความสัมพันธ์อยู่ในระดับปานกลาง ($r=-0.475$)¹⁰ ไม่ใช่ระดับสูง ทั้งนี้อาจเนื่องจากระดับความสามารถที่ทดสอบในแบบประเมินทั้งสองนี้แตกต่างกัน กล่าวคือการทดสอบในแบบประเมิน PPA เป็นการทดสอบความสามารถสูงสุดของผู้เข้าร่วมการศึกษา ในขณะที่การทดสอบในแบบประเมิน BBS ซึ่งเป็นการเลียนแบบท่าทางพื้นฐานในชีวิตประจำวัน กิจกรรมที่ทดสอบส่วนใหญ่ค่อนข้างง่ายใช้ความแข็งแรงของกล้ามเนื้อ การรับรู้ความรู้สึกของข้อต่อ ความเร็วในการตอบสนองต่อสิ่งเร้า สายตา และความสามารถในการรักษาสสมดุลของร่างกายไม่มาก (ยกเว้นบางการทดสอบ) นอกจากนี้ในการประเมิน BBS บางการทดสอบผู้เข้าร่วมการศึกษาค้างอาจใช้ร่างกายซีกมีแรงในการทำกิจกรรมเป็นหลักโดยใช้ข้างอ่อนแรงเพียงเล็กน้อย เช่น การลุกขึ้นยืนลงนั่ง หรือยืนทรงตัว เป็นต้น ปัจจัยเหล่านี้จึงอาจส่งผลให้ค่าความสัมพันธ์ระหว่างทั้งสองแบบประเมินอยู่ในระดับปานกลาง ไม่ใช่ระดับสูง

สรุปผลการศึกษา

คะแนนจากแบบประเมิน PPA มีความสัมพันธ์ในเชิงลบในระดับปานกลางกับคะแนนจากแบบประเมิน BBS ในผู้ป่วยโรคหลอดเลือดสมองอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ เนื่องจากการประเมิน PPA ให้ข้อมูลเกี่ยวกับปัจจัยทางสรีรวิทยาที่ส่งผลต่อความเสี่ยงการหกล้ม ดังนั้นการนำ PPA มาประเมินในผู้ป่วยโรคหลอดเลือดสมองจะเป็นประโยชน์ในการวางแผนการรักษาฟื้นฟูสภาพเพื่อป้องกันการหกล้มที่เฉพาะเจาะจงกับความบกพร่องของผู้ป่วยแต่ละรายได้ โดยอาจประเมินร่วมกับการประเมินการทรงตัวและความเสี่ยงการหกล้มในระดับกิจกรรม เช่น การประเมิน BBS อย่างไรก็ตามข้อจำกัดของการประเมิน PPA คือใช้เวลาค่อนข้างมากและมีอุปกรณ์มากกว่าเมื่อเทียบกับการประเมิน BBS นอกจากนี้ยังไม่มีการศึกษาเกี่ยวกับคุณสมบัติด้านการประเมิน (psychometric property) ในผู้ป่วยโรคหลอดเลือดสมอง เช่น ความสามารถในการทำนายการหกล้มในผู้ป่วยกลุ่มนี้ จึงควรมีการศึกษาต่อไป นอกจากนี้แม้จำนวนผู้เข้าร่วมการศึกษารั้งนี้ได้จากการคำนวณจำนวนกลุ่มตัวอย่างที่เหมาะสมในการวิเคราะห์ข้อมูลแล้วแต่อย่างไรก็ตาม ผู้ป่วยโรคหลอดเลือดสมองมีความหลากหลายทั้งในเรื่องของพยาธิสภาพ อาการแสดง ระยะเวลาการเกิดโรค ผลการศึกษาจึงอาจยังไม่สามารถเป็นตัวแทนประชากรผู้ป่วยโรคหลอดเลือดสมองได้จึงควรมีการศึกษาโดยมีจำนวนกลุ่มตัวอย่างขนาดใหญ่ ที่มีคุณลักษณะหลากหลายขึ้น

กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบคุณนายธนวัฒน์ แปงสี และนางสาวกิตติมา หว่างอุ้น ที่ช่วยเก็บข้อมูลวิจัย และ Professor Stephen Lord ที่ให้ความอนุเคราะห์ชุดประเมินความเสี่ยงต่อการหกล้ม PPA

1. Forster A, Young J. Incidence and consequences of falls due to stroke: a systematic inquiry. *BMJ* 1995; 311: 83-6
2. Mayo NE, Korner-Bitensky N, Kaizer F. Relationship between response time and falls among stroke patients undergoing physical rehabilitation. *Int J Rehabil Res* 1990; 13(1): 47-55. doi: 10.1097/00004356-199003000-00005
3. Hyndman D, Ashburn A, Stack E. Fall events among people with stroke living in the community: Circumstances of falls and characteristics of fallers. *Arch Phys Med Rehabil* 2002; 83(2): 165-70. doi: 10.1053/apmr.2002.28030
4. Tyson SF, Hanley M, Chillala J, Selley A, Tallis RC. Balance disability after stroke. *Phys Ther* 2006; 86(1): 30-8. doi: 10.1093/ptj/86.1.30
5. Blennerhassett JM, Dite W, Ramage ER, Richmond ME. Changes in balance and walking from stroke rehabilitation to the community: a follow-up observational study. *Arch Phys Med Rehabil* 2012; 93(10): 1782-7. doi: 10.1016/j.apmr.2012.04.005
6. Kanis J, Oden A, Johnell O. Acute and long-term increase in fracture risk after hospitalization for stroke. *Stroke* 2001; 32(3): 702-6. doi: 10.1161/01.STR.32.3.702
7. Berg K, Wood-Dauphinee S, Williams JL, Maki B. Measuring balance in the elderly: preliminary development of an instrument. *Physiother Can* 1989; 41: 304-11. doi: 10.3138/ptc.41.6.304
8. Harris JE, Eng JJ, Marigold DS, Tokuno CD, Louis CL. Relationship of balance and mobility to fall incidence in people with chronic stroke. *Phys Ther* 2005; 85(2): 150
9. Andersson AG, Kamwendo K, Seiger A, Appelros P. How to identify potential fallers in a stroke unit: validity indexes of 4 test methods. *J Rehabil Med* 2006; 38(3): 186-91. doi: 10.1080/16501970500478023
10. Blum L, Korner-Bitensky N. Usefulness of the Berg Balance Scale in stroke rehabilitation: a systematic review. *Phys Ther* 2008; 88(5): 559-66. doi: 10.2522/ptj.20070205
11. Korner-Bitensky N, Wood-Dauphinee SL, Teasell R, et al. Best versus actual practices in stroke rehabilitation: results of the Canadian National Survey. *Stroke* 2006; 37: 631
12. Mao HF, Hsueh IP, Tang PF, Sheu CF, Hsieh CL. Analysis and comparison of the psychometric properties of three balance measures for stroke patients. *Stroke* 2002; 33(4): 1022-7 doi: org/10.1161/01
13. Berg KO, Wood-Dauphinee SL, Williams JL, Maki B. Measuring balance in the elderly: validation of an instrument. *Can J Public Health* 1992; 83 Suppl 2: S7-11
14. Shumway-Cook A, Baldwin M, Polissar NL, Gruber W. Predicting the probability for falls in community-dwelling older adults. *Phys Ther* 1997; 77: 812-9
15. Maeda N, Kato J, Shimada T. Predicting the probability for fall incidence in stroke patients using the Berg Balance Scale. *J Int Med Res* 2009; 37(3): 697-704
16. Lord SR, Clark RD, Webster IW. Physiological factors associated with falls in an elderly population. *J Am Geriatr Soc* 1991; 39(12): 1194-200. doi: 10.1111/j.1532-5415.1991.tb03574.x
17. Lord SR, Ward JA, Williams P, Anstey KJ. Physiological factors associated with falls in older community-dwelling women. *J Am Geriatr Soc* 1994; 42(10): 1110-7. doi: 10.1111/j.15325415.1994.tb06218.x
18. Lord SR, Menz HB, Tiedemann A. A physiological profile approach to falls risk assessment and prevention. *Phys Ther* 2003; 83(3): 237-52. doi: 10.1017/CBO9780511722233.018

19. Dean CM, Rissel C, Sherrington C, Sharkey M, Cumming RG, Lord SR, et al. Exercise to enhance mobility and prevent falls after stroke: the community stroke club randomized trial. *Neurorehabil Neural Repair* 2012; 26(9): 1046-57. doi: 10.1177/1545968312441711
20. Salter K, Jutai JW, Teasell R, Foley NC, Bitensky J, Bayley M. Issues for selection of outcome measures in stroke rehabilitation: ICF activity. *Disabil Rehabil* 2005; 27(6): 315-40. doi: 10.1080/09638280400008545
21. Stevenson TJ: Detecting change in patients with stroke using the Berg Balance Scale. *Aust J Physiother* 2001; 47(1): 29-38
22. de Oliveira R, Cacho EW, Borges G. Post-stroke motor and functional evaluations: a clinical correlation using Fugl-Meyer assessment scale, Berg balance scale and Barthel index. *Arq Neuropsiquiatr* 2006; 64(3b): 731-5. doi: 10.1590/S0004-282X2006000500006
23. Vistamehr A, Kautz SA, Bowden MG, Neptune RR. Correlations between measures of dynamic balance in individuals with post-stroke hemiparesis. *J Biomech* 2016; 49(3): 396-400. doi: 10.1016/j.jbiomech.2015.12.047
24. Hoang PD, Cameron MH, Gandevia SC, Lord SR. Neuropsychological, balance, and mobility risk factors for falls in people with multiple sclerosis: a prospective cohort study. *Arch Phys Med Rehabil* 2014; 95(3): 480-6. doi: 10.1016/j.apmr.2013.09.017
25. Latt MD, Lord SR, Morris JG, Fung VS. Clinical and physiological assessments for elucidating falls risk in Parkinson's disease. *Mov Disord* 2009; 24(9): 1280-9. doi: 10.1002/mds.22561
26. Taylor ME, Delbaere K, Lord SR, Mikolaizak AS, Brodaty H, Close JC. Neuropsychological, physical, and functional mobility measures associated with falls in cognitively impaired older adults. *J Gerontol A Biol Sci Med Sci* 2014; 69(8): 987-95. doi: 10.1093/gerona/glt166