



การปรับการทรงตัวต่อแรงรบกวนภายนอก ในผู้สูงอายุโรคเบาหวาน  
ที่มีและไม่มีภาวะปลายประสาทเสื่อม

REACTIVE POSTURAL RESPONSE IN DIABETIC ELDERLY  
WITH AND WITHOUT PERIPHERAL NEUROPATHY

ธุสวดี ยิงเข็ดสุข

บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ

2565

การปรับการทรงตัวต่อแรงรบกวนภายนอก ในผู้สูงอายุโรคเบาหวาน  
ที่มีและไม่มีภาวะปลายประสาทเสื่อม



สารนิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตร  
วิทยาศาสตร์มหาบัณฑิต สาขาวิชากายภาพบำบัด  
คณะกายภาพบำบัด มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ  
ปีการศึกษา 2565

ลิขสิทธิ์ของมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ

REACTIVE POSTURAL RESPONSE IN DIABETIC ELDERLY  
WITH AND WITHOUT PERIPHERAL NEUROPATHY



THUSAWADEE YINGCHERDSUK

A Master's Project Submitted in Partial Fulfillment of the Requirements  
for the Degree of MASTER OF SCIENCE  
(Physical Therapy)

Faculty of Physical Therapy, Srinakharinwirot University

2022

Copyright of Srinakharinwirot University

สารนิพนธ์

เรื่อง

การปรับการทรงตัวต่อแรงรบกวนภายนอก ในผู้สูงอายุโรคเบาหวาน  
ที่มีและไม่มีภาวะปลายประสาทเสื่อม

ของ

นุสาวดี ยิ่งเชิดสุข

ได้รับอนุมัติจากบัณฑิตวิทยาลัยให้นับเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตร  
ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชากายภาพบำบัด  
ของมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ

(รองศาสตราจารย์ นายแพทย์ฉัตรชัย เอกปัญญาสกุล)

คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย

คณะกรรมการสอบปากเปล่าสารนิพนธ์

..... ที่ปรึกษาหลัก  
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. นิธินันท์ ชัยศิริ)

..... ประธาน  
(รองศาสตราจารย์ ดร. ไพโลวรรณ สัทธานนท์)

..... กรรมการ  
(รองศาสตราจารย์ ดร. รัมภา บุญสินสุข)

ชื่อเรื่อง	การปรับการทรงตัวต่อแรงรบกวนภายนอก ในผู้สูงอายุโรคเบาหวาน ที่มีและไม่มีภาวะปลายประสาทเสื่อม
ผู้วิจัย	คุณสาวดี ยิ่งเชิดสุข
ปริญญา	วิทยาศาสตร์มหาบัณฑิต
ปีการศึกษา	2565
อาจารย์ที่ปรึกษา	ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. นิพนธ์ ชัยศิริ

ผู้สูงอายุที่เป็นโรคเบาหวานเรื้อรังมักมีภาวะปลายประสาทเสื่อม ซึ่งส่งผลให้ความสามารถในการทรงตัวลดลง เป็นปัจจัยสำคัญของการเพิ่มความเสี่ยงในการล้ม อย่างไรก็ตามยังไม่ทราบแน่ชัดว่าผู้สูงอายุกลุ่มนี้มีความสามารถในการปรับการทรงตัวขณะที่ถูกรบกวนจากแรงภายนอกเป็นอย่างไร การศึกษาจึงมีวัตถุประสงค์ เพื่อเปรียบเทียบความสามารถในการปรับการทรงตัวต่อแรงรบกวนภายนอกในผู้ป่วยเบาหวานที่มี (DPN) และไม่มีภาวะปลายประสาทเสื่อม (DM) ที่มารับบริการที่โรงพยาบาลพนมดงรักเฉลิมพระเกียรติ ๘๐ พรรษา ระหว่างเดือน พฤษภาคม พ.ศ.2565 ถึงเดือนกรกฎาคม พ.ศ.2565 อาสาสมัครกลุ่มละ 21 คน รวมทั้งสิ้น 42 คน ถูกประเมินการปรับการทรงตัวต่อแรงรบกวนภายนอก โดยใช้การประเมินด้วย postural response domain ในแบบประเมิน BESTest และถูกประเมินความมั่นใจโดยใช้แบบประเมินความมั่นใจในการทรงตัวขณะปฏิบัติกิจกรรม (ABC scale ฉบับภาษาไทย) ผลการศึกษา พบว่ากลุ่ม DPN สามารถปรับการทรงตัวต่อแรงรบกวนภายนอกด้วยตอบสนองอยู่กับที่ด้านหลังและการก้าวชดเชยข้างขวา ได้น้อยกว่ากลุ่ม DPN ( $p=0.028$ ) พบจำนวนผู้ที่มีประวัติการล้มในกลุ่ม DPN มีมากกว่ากลุ่ม DM และพบข้อสังเกตว่าภาวะปลายประสาทเสื่อมของกลุ่ม DPN นั้นพบที่เท้าขวามากกว่าเท้าซ้ายสรุปได้ว่ากลุ่มผู้ป่วยโรคเบาหวานที่มีภาวะปลายประสาทเสื่อม มีความบกพร่องในการปรับการทรงตัวตอบสนองแบบอยู่กับที่และก้าวชดเชยต่อแรงรบกวนภายนอก โดยขึ้นกับทิศทางของการตอบสนอง ซึ่งอาจอธิบายได้จากการที่มองไม่เห็นสิ่งที่มารบกวนจากทางด้านหลัง และความไม่สมมาตรของภาวะปลายประสาทเสื่อมระหว่างเท้าซ้ายและขวา การศึกษานี้สร้างความตระหนักถึงความสำคัญของการตรวจคัดกรองปัญหาการทรงตัวในด้านนี้ในคลินิกผู้ป่วยเบาหวานของโรงพยาบาลได้ต่อไปในอนาคต โดยเฉพาะอย่างยิ่งในกลุ่มที่ตรวจคัดกรองพบภาวะปลายประสาทเสื่อม

คำสำคัญ : การปรับการทรงตัวต่อแรงรบกวนภายนอก, ภาวะปลายประสาทเสื่อม, การทรงตัว

Title REACTIVE POSTURAL RESPONSE IN DIABETIC ELDERLY  
WITH AND WITHOUT PERIPHERAL NEUROPATHY

Author THUSAWADEE YINGCHERDSUK

Degree MASTER OF SCIENCE

Academic Year 2022

Thesis Advisor Assistant Professor Dr. Nithinun Chaikereee

Elderly people with chronic diabetes usually have peripheral neuropathy and can result in an impaired balance which is an important factor in increasing the risk of falling. However, there was not enough evidence to show how these elderly people have the ability to maintain or regain their balance when disturbed by external forces. Therefore, this study aims to compare the scores of the reactive postural response test between diabetic elderly people with peripheral neuropathy (DPN) and without peripheral neuropathy (DM), who received services at Phanom Dong Rak Hospital, in Commemoration of the 80<sup>th</sup> anniversary between May 2022 and July 2020. There was a total of 21 subjects in each group, with 42 subjects, and were assessed for their stabilization to external disturbances using the postural response domain in the Balance Evaluation System Test (BESTest). The perception of balance among the participants was determined using Activities-Specific and Balance Confidence scale in Thai version (ABC-TH). The results showed that the DPN group had significantly lower score on the reactive postural response ability for in-place and stepping responses than scores in the DPN group ( $p=0.028$ ). The participants in the DPN group had neuropathy more in the right foot than the left foot. In conclusion, the DPN group had an impaired ability to respond to external perturbation forces, depending on directions of postural responses. The symmetry of neuropathy between the left and the right foot and not seeing the perturbation behind might be the possible reason for these findings. This information raises awareness of the importance of screening for this kind of balance problem in the diabetes clinic of the hospital.

Keyword : Reactive postural response, Diabetic peripheral neuropathy, Balance

## กิตติกรรมประกาศ

สารนิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จลุล่วงได้ด้วยดี ด้วยความกรุณาช่วยเหลือจากบุคคลหลายฝ่าย ที่คอยให้ความช่วยเหลือให้คำปรึกษา รวมทั้งกำลังใจที่ส่งมาให้แก่ผู้วิจัย ผู้วิจัยขอกราบขอบพระคุณ

ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.นิธินันท์ ชัยศิริ ได้ให้เกียรติเป็นอาจารย์ที่ปรึกษาสารนิพนธ์ และสละเวลาอันมีค่าในการให้คำปรึกษา ให้ความรู้ คำแนะนำและเสนอแนะที่เป็นที่เป็นประโยชน์ในการศึกษาและการทำสารนิพนธ์ ตลอดจนชี้แนวทางแก้ไขข้อบกพร่องต่าง ๆ ด้วยความเอาใจใส่เป็นอย่างดีมาโดยตลอด นอกจากนี้ผู้วิจัยยังได้รับความกรุณาจาก

รองศาสตราจารย์ ดร.รัมภา บุญสินสุข รองศาสตราจารย์ ดร.ไพพลวรรณ สัทธานนท์ อาจารย์ ดร.ยุภาภรณ์ รัตนวิจิตร ที่ให้การดูแล ติดตามผล ตรวจสอบ และแก้ไขข้อบกพร่อง รวมถึงให้ข้อเสนอแนะต่าง ๆ เพิ่มเติม ทำให้สารนิพนธ์ฉบับนี้มีความถูกต้องสมบูรณ์ยิ่งขึ้น ผู้วิจัยขอกราบขอบพระคุณเป็นอย่างสูง

ขอกราบขอบพระคุณคณาจารย์กรรมการบริหารหลักสูตร วิทยาศาสตร์มหาบัณฑิต สาขากายภาพบำบัด มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ที่ประสิทธิ์ประสาท ถ่ายทอดวิชาความรู้ให้ผู้วิจัยตลอดมา

ขอขอบพระคุณผู้ช่วยวิจัย เจ้าหน้าที่คลินิกพิเศษ เจ้าหน้าที่กลุ่มงานเวชกรรมฟื้นฟู โรงพยาบาลพนมดงรักเฉลิมพระเกียรติ ๘๐ พรรษา และอาสาสมัครที่เข้าร่วมงานวิจัยครั้งนี้ทุกท่าน ที่ได้สละเวลาเข้าร่วมงานวิจัย และทำให้งานวิจัยในครั้งนี้สำเร็จลุล่วงไปด้วยดี

ขอขอบคุณเพื่อน ๆ พี่ ๆ หลักสูตรวิทยาศาสตร์มหาบัณฑิต สาขากายภาพบำบัด มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ที่ให้ความช่วยเหลือและให้กำลังใจในการทำสารนิพนธ์ในครั้งนี้ด้วยดีตลอดมา

สุดท้ายนี้ขอกราบขอบพระคุณ คุณแม่ คุณยาย และบุคคลในครอบครัวที่ได้ให้การสนับสนุนและให้กำลังใจเสมอมา คุณงามความดีและประโยชน์อันพึงจะเกิดขึ้นจากสารนิพนธ์ฉบับนี้ ผู้วิจัยขอมอบแด่ บิดา มารดา และญาติพี่น้องในครอบครัวอันเป็นที่รักยิ่ง คณาจารย์ ตลอดจนผู้ที่เกี่ยวข้องทุกท่านที่สนับสนุน ช่วยเหลือจนประสบความสำเร็จ ขอขอบพระคุณมา ณ โอกาสนี้

ณัฐวดี ยิ่งเชิดสุข

## สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อภาษาไทย .....	ง
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ .....	จ
กิตติกรรมประกาศ.....	ฉ
สารบัญ .....	ช
สารบัญตาราง.....	ญ
สารบัญรูปภาพ .....	ฎ
บทที่ 1 บทนำ.....	1
ที่มาและความสำคัญของโครงการวิจัย.....	1
คำถามโครงการวิจัย.....	4
วัตถุประสงค์โครงการวิจัย.....	4
สมมติฐานโครงการวิจัย.....	4
ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ clinical implication.....	4
คำสำคัญ.....	4
กรอบแนวคิดในงานวิจัย .....	5
บทที่ 2 ทบทวนวรรณกรรม.....	6
1.โรคเบาหวาน .....	7
1.1 การตรวจคัดกรองและวินิจฉัยโรคเบาหวาน.....	7
1.2 อาการและอาการแสดงของโรคเบาหวาน.....	8
1.3 การเกิดภาวะแทรกซ้อนที่พบได้บ่อยในผู้ป่วยโรคเบาหวาน .....	8
2.ภาวะปลายเสื่อมประสาทที่เกิดจากเบาหวาน (Diabetic Neuropathy) .....	10

2.1 กลไกการเกิดความผิดปกติและพยาธิวิทยาของระบบประสาทส่วนปลายในผู้ป่วยภาวะปลายประสาทเสื่อม.....	10
2.2 ประเภทอาการและอาการแสดงของภาวะปลายประสาทเสื่อมประเภทต่าง ๆ .	11
2.3 การตรวจประเมินทางคลินิกของเส้นประสาทส่วนปลาย (Clinical assessment of diabetic peripheral neuropathy) .....	13
3.ปัญหาการทรงตัวในผู้ป่วยเบาหวาน.....	15
4.การควบคุมการทรงตัว.....	16
4.1 การปรับการทรงตัวต่อแรงรบกวนภายนอก (Reactive postural response) ..	17
4.2 ปัจจัยกำหนดรูปแบบการปรับการทรงตัวต่อแรงรบกวนภายนอก .....	17
4.3 การตรวจประเมินการทรงตัว .....	18
4.4 งานวิจัยที่เกี่ยวกับการปรับการทรงตัวต่อแรงรบกวนภายนอก .....	23
บทที่ 3 ระเบียบวิธีการวิจัย.....	25
รูปแบบโครงการวิจัย .....	25
อาสาสมัครงานวิจัย .....	25
เครื่องมือและวัสดุที่ใช้ในการวิจัย .....	27
กระบวนการวิจัย .....	30
การวิเคราะห์ข้อมูล.....	33
บทที่ 4 ผลการศึกษา .....	35
ลักษณะของอาสาสมัครที่เข้าร่วมในการศึกษา.....	35
ลักษณะทั่วไปและลักษณะทางคลินิก .....	35
ความสามารถในการปรับการทรงตัวต่อแรงรบกวนภายนอก (postural response domain) .....	37

ความสามารถในการปรับการทรงตัวต่อแรงรบกวนภายนอกแยกกรายข้อ (postural response domain) ในแบบประเมิน BESTest ระหว่างกลุ่มผู้ป่วยเบาหวานที่มีและไม่มีภาวะปลายประสาทเสื่อม .....	38
ลักษณะของอาสาสมัครในด้านองค์ประกอบของการควบคุมทรงตัว .....	40
บทที่ 5 อภิปราย ข้อเสนอแนะ และสรุปผลการศึกษา .....	42
ข้อเสนอแนะ .....	44
สรุปผลการศึกษา .....	45
บรรณานุกรม .....	46
ภาคผนวก.....	56
ภาคผนวกที่ 1 แบบบันทึกการเก็บข้อมูลอาสาสมัคร .....	57
ภาคผนวก 2 เครื่องมือวัดอาการปลายประสาทของมิชิแกน Michigan Neuropathy.....	59
ภาคผนวก 3 แบบประเมินความมั่นใจในการทรงตัวขณะปฏิบัติกิจกรรม .....	60
แบบประเมิน Activities- specific Balance Confidence (ABC) Scale ฉบับภาษาไทย	60
ภาคผนวก 4 แบบประเมิน การรับรู้สิ่งที่เท้าของผู้ป่วยเบาหวาน Semmes-Weinstein ...	61
monofilament test (SWMT) .....	61
ภาคผนวก 5 แบบประเมิน BESTest Balance Evaluation Systems Test.....	63
ภาคผนวก 6 ความน่าเชื่อถือภายในผู้ประเมิน ของการประเมินการปรับตัวต่อแรงรบกวนภายนอก และองค์ประกอบของการควบคุมการทรงตัวด้านอื่นๆ เป็นคะแนนรวมรายด้าน และคะแนนรายข้อ .....	67
ภาคผนวก 7 เอกสารรับรองจริยธรรมการวิจัยในมนุษย์ .....	68
ภาคผนวก 8 เอกสารรับรองการนำไปใช้ประโยชน์อย่างเป็นรูปธรรม.....	71
ประวัติผู้เขียน.....	73

## สารบัญตาราง

หน้า

ตาราง 1 แสดงหัวข้อการประเมิน BESTest (Balance Evaluation Systems Test) .....	21
ตาราง 2 แสดงหัวข้อการประเมิน Mini-BESTest (Mini-Balance System Test) .....	23
ตาราง 3 ลักษณะทั่วไปและลักษณะทางคลินิกของอาสาสมัครที่เข้าร่วมงานวิจัย .....	36
ตาราง 4 ความถี่ของจำนวนอาสาสมัครกลุ่ม DPN และ DM ที่ได้คะแนนในระดับต่าง ๆ จากการประเมินความสามารถในการปรับการทรงตัวต่อแรงรบกวนภายนอกแยกตามลักษณะและทิศทางของการตอบสนอง .....	38
ตาราง 5 คะแนนค่ามัธยฐานและค่าพิสัยระหว่างควอไทล์ของความสามารถในการปรับการทรงตัวต่อแรงรบกวนภายนอกแยกตามลักษณะและทิศทางของการตอบสนอง .....	39
ตาราง 6 ลักษณะการก้าวขา ที่สังเกตได้จากการทดสอบการก้าวชดเชยที่ถูกต้องด้านข้าง .....	40
ตาราง 7 ค่ามัธยฐานและพิสัยระหว่างควอไทล์ของคะแนนจากการทดสอบองค์ประกอบของการควบคุมการทรงตัวในอาสาสมัครผู้ป่วยเบาหวาน (DM) และผู้ป่วยเบาหวานที่มีภาวะปลายประสาทเสื่อม (DPN) .....	41

## สารบัญรูปภาพ

	หน้า
ภาพประกอบ 1 กรอบแนวคิดในงานวิจัย .....	5
ภาพประกอบ 2 สูตรคำนวณตัวอย่าง .....	26
ภาพประกอบ 3 การคำนวณกลุ่มตัวอย่าง จากโปรแกรม G*Power .....	27
ภาพประกอบ 4 กราฟแสดงคะแนนรวมการปรับการทรงตัวต่อแรงรบกวนภายนอก (postural response domain) .....	37



## บทที่ 1

### บทนำ

#### ที่มาและความสำคัญของโครงการวิจัย

ปัจจุบันประชากรโลกมีแนวโน้มป่วยเป็นโรคเบาหวาน (Diabetes mellitus) เพิ่มขึ้นทุกปี จากข้อมูลด้านระบาดวิทยาของสมาพันธ์เบาหวานนานาชาติ ในปี ค.ศ. 2017 ที่ผ่านมามีผู้ป่วยเบาหวานที่อายุระหว่าง 18-99 ปี ประมาณ 451 ล้านคน ของประชากรทั้งหมด มีจำนวนเพิ่มมากขึ้น โดยในปี ค.ศ.2045 คาดว่าจะมีผู้ป่วยเพิ่มขึ้นถึง 693 ล้านคน <sup>(1)</sup>เช่นเดียวกับประเทศไทยพบว่าในปี พ.ศ. 2561-2562 พบอัตราป่วย ต่อแสนประชากร เท่ากับ 1,439.14 และ 1,528.91 ซึ่งมีแนวโน้มเพิ่มขึ้น ในปี พ.ศ. 2563 ประเทศไทยมีผู้ป่วยเป็นเบาหวานถึง 4.8 ล้านคน คาดการณ์ว่าจะเพิ่มขึ้นถึง 5.3 ล้านคน ภายในปี พ.ศ.2583 <sup>(2)</sup>สำหรับจังหวัดสุรินทร์ ในปี พ.ศ.2560-2561 มีประชากรป่วยด้วยโรคเบาหวานจำนวน 18,620 และ 19,906 ราย ต่อแสนประชากร ซึ่งมีอัตราป่วยเพิ่มขึ้นในทุก ๆ ปี <sup>(3)</sup>

โรคเบาหวานที่มีภาวะปลายประสาทเสื่อม (diabetic peripheral neuropathy : DPN) เป็นหนึ่งในภาวะแทรกซ้อนเรื้อรังที่พบบ่อยในผู้ป่วยเบาหวาน (diabetes mellitus :DM) <sup>(4)</sup> ซึ่งพบได้ร้อยละ 30-60 <sup>(5)</sup>ในผู้สูงอายุที่เป็น DM ทำให้มีความเสี่ยงเพิ่มขึ้นพบได้ร้อยละ 39<sup>(6)</sup> การหกล้มส่งผลกระทบต่อหลายด้าน เช่น ด้านร่างกาย เศรษฐกิจ และจิตใจ จากการสำรวจผู้ป่วย DPN ในหน่วยบริการปฐมภูมิทั้งหมดในประเทศไทย พบได้ถึงร้อยละ 34 ของผู้ป่วย DM <sup>(7)</sup>หากไม่สามารถควบคุมการดำเนินของโรคได้ ส่งผลให้เกิดภาวะปลายประสาทเสื่อม <sup>(8,9)</sup> ซึ่งเป็นความเสี่ยงต่อการหกล้มและความบกพร่องในการควบคุมการทรงตัว

จากการวิจัยก่อนหน้าเกี่ยวกับปัญหาการทรงตัวในผู้ป่วย DM พบว่าผู้ป่วยกลุ่มนี้มีความบกพร่องในการทรงตัวในขณะยืน <sup>(10)</sup> ยืนหลับตา ยืนบนพื้นที่ไม่มั่นคง <sup>(11)</sup> ซึ่งในการปรับการทรงตัวต่อแรงรบกวนภายนอกจะมีประสิทธิภาพต้องอาศัยกลไกการรับรู้ตำแหน่งของร่างกายที่เปลี่ยนไป การสั่งงานของกล้ามเนื้อให้สร้างแรงตอบสนองต่อการรบกวนจากแรงภายนอกที่มากระทำ การเคลื่อนไหวของร่างกายมาจากแรงของกล้ามเนื้อเพื่อสร้างความมั่นคงของร่างกาย หลังจากถูกแรงมากระทำ รูปแบบการตอบสนอง ได้แก่ การตอบสนองในลักษณะที่ยืนอยู่บนฐานรองรับเดิม (in place response) โดยใช้ข้อเท้าเป็นจุดหมุน (ankle strategy) หรือใช้ข้อสะโพกเป็นจุดหมุน (hip strategy) และการขยายฐานรองรับ (change in base of support) โดยการก้าวเท้าป้องกันการล้ม (protective stepping) <sup>(12)</sup>แต่สำหรับผู้ป่วย DM ที่มีความบกพร่องของร่างกาย

หลายด้าน โดยเฉพาะอย่างยิ่งภาวะปลายประสาทเสื่อม<sup>(13)</sup> ส่งผลให้มีความบกพร่องของการรับรู้ความรู้สึก โดยเฉพาะอย่างยิ่งความรู้สึกสัมผัสที่ฝ่าเท้า<sup>(14)</sup> ความรู้สึกเกี่ยวกับการรับรู้ตำแหน่งข้อต่อ (proprioceptive sense) การรับรู้แรงกด (compression sense) และความเจ็บปวด (pain)<sup>(10)</sup> ตลอดจนทำให้มีความบกพร่องของระบบประสาทสั่งการ ความบกพร่องเหล่านี้ล้วนเป็นปัจจัยที่อาจส่งผลต่อประสิทธิภาพในการปรับการทรงตัวต่อแรงรบกวนภายนอก ของผู้ป่วยเบาหวาน และเป็นความเสี่ยงในการล้มได้

จากข้อมูลดังกล่าวแสดงให้เห็นถึงความสำคัญของการประเมินประสิทธิภาพในการปรับการทรงตัวต่อแรงรบกวนภายนอกของผู้ป่วย DM ซึ่งจะทำให้ทราบความรุนแรงของปัญหานี้ และนำไปสู่การวางแผนการดูแลผู้ป่วย DM ได้ครอบคลุมมากขึ้น การวิจัยก่อนหน้านี้นี้ได้ใช้เครื่องมือทางห้องปฏิบัติการ วัดการเคลื่อนที่ของจุดศูนย์กลางแรงกดที่ฝ่าเท้า (force plate balance assessment)<sup>(15)</sup> ในผู้ป่วย DM เพื่อทดสอบการยืนทรงตัว ขณะที่พื้นมีการเคลื่อนที่ในทิศทางความเร็ว และปริมาณที่ต่างกัน ทำให้ทราบว่าผู้ป่วย DM มีความบกพร่องในการควบคุมทิศทางและปริมาณแรงกดที่ฝ่าเท้าและเสียการทรงตัวได้ง่ายกว่าคนปกติในวัยเดียวกันที่ไม่มีภาวะเบาหวาน<sup>(15)</sup> อย่างไรก็ตามการศึกษานี้ทำการทดสอบความสามารถในการปรับการทรงตัวต่อแรงรบกวนภายนอกเฉพาะในแบบที่ยังไม่มีการก้าวขาเพื่อขยายฐานรองรับ (in place response) จึงยังไม่ทราบแน่ชัดเกี่ยวกับความสามารถของผู้ป่วยเบาหวานในการปรับการทรงตัวแบบที่จำเป็นต้องขยายฐานรองรับ (stepping response) และเนื่องจากการศึกษานี้ไม่ได้รายงานว่าอาสาสมัครผู้ป่วยเบาหวานที่เข้าร่วมเป็นผู้ที่มีภาวะปลายประสาทเสื่อมด้วยหรือไม่ จึงยังไม่ทราบแน่ชัดเกี่ยวกับความสามารถในการปรับการทรงตัวต่อแรงรบกวนภายนอก ของผู้ป่วยในกลุ่มนี้

นอกจากการศึกษานี้ปัญหาการทรงตัวด้วยเครื่องมือทางห้องปฏิบัติการ แบบประเมินการทรงตัวของผู้ป่วยโดยการสังเกตท่าทางและการตอบสนองของผู้ป่วยขณะทรงตัวในสถานการณ์ต่าง ๆ เป็นอีกทางเลือกหนึ่งในการนำมาใช้ในการคัดกรองปัญหาการทรงตัว จากบททบทวนวรรณกรรมอย่างเป็นระบบ (systematic review) ที่เกี่ยวข้องกับการทรงตัวในผู้ป่วย DM พบข้อสรุปว่ามีการวิจัยจำนวนมากที่ทำการทดสอบความสามารถในการทรงตัว ของผู้ป่วยเบาหวานโดยใช้แบบประเมินทางคลินิก โดยการสังเกตการทรงตัวของผู้ถูกทดสอบและทำการให้คะแนนเทียบกับเกณฑ์ของแบบประเมิน ทำให้ทราบในเบื้องต้นว่าผู้ป่วย DM มีปัญหาด้านทรงตัวขณะยืนและเดิน แต่การประเมินโดยส่วนใหญ่ไม่ครอบคลุมถึงการประเมินการปรับการทรงตัวต่อแรงรบกวนภายนอก<sup>(16)</sup> จึงยังไม่ทราบแน่ชัดว่าผู้สูงอายุที่เป็น DM มีปัญหาในองค์ประกอบของ

การทรงตัวหรือไม่ จากการทบทวนวรรณกรรมเพิ่มเติม ทำให้ทราบว่าเครื่องมือการประเมินทางคลินิกที่ออกแบบมาให้ประเมินองค์ประกอบต่าง ๆ ของการควบคุมการทรงตัวได้ ซึ่งได้แก่แบบประเมิน Balance Evaluation System Test (BESTest)<sup>(17)</sup> เป็นแบบประเมินที่มีความตรงเชิงสภาพในการวัดองค์ประกอบของการควบคุมด้านต่าง ๆ (domain) เช่น ความแข็งแรงของกล้ามเนื้อและข้อจำกัดทางชีวกลศาสตร์ การปรับการรับรู้ความรู้สึก การผสมผสานการรับรู้ความรู้สึกเพื่อการทรงตัว รวมถึงการปรับการทรงตัวต่อแรงรบกวนภายนอก (postural response domain)<sup>(17)</sup> และแบบประเมินนี้เป็นเครื่องมือที่มีความเที่ยงในการวัดซ้ำทั้งในด้านคะแนนรวม และคะแนนรายด้าน (Intra-class Correlation Coefficient: ICC) อยู่ที่ 0.91<sup>(17)</sup>

บทความวิจัยฉบับหนึ่งในปี ค.ศ. 2020 รายงานผลการประเมินการทรงตัวในอาสาสมัคร 3 กลุ่ม ได้แก่ ผู้สูงอายุสุขภาพดี ผู้สูงอายุกลุ่ม DPN และ DM โดยใช้แบบประเมิน BESTest พบว่ากลุ่ม DPN และ DM มีความสามารถในการปรับการทรงตัวต่อแรงรบกวนภายนอกไม่แตกต่างกัน และไม่แตกต่างจากผู้สูงอายุสุขภาพดี อย่างไรก็ตามเมื่อพิจารณาที่คะแนนในด้านปรับการทรงตัวต่อแรงรบกวนภายนอก (postural response domain) พบว่าผู้สูงอายุสุขภาพดี ผู้สูงอายุ DM และ DPN ต่างก็มีคะแนนในด้านนี้ ต่ำกว่าคะแนนเต็ม (18 คะแนน) ในระดับใกล้เคียงกัน กล่าวคือ 14.05, 13.05 และ 12.70 ตามลำดับ โดยมีคะแนนในองค์ประกอบอื่นของการควบคุมการทรงตัวไม่แตกต่างกันระหว่างอาสาสมัครทั้ง 3 กลุ่มนี้<sup>(18)</sup> อย่างไรก็ตามด้วยลักษณะทางคลินิกของผู้ป่วยเบาหวานที่พบปัญหาได้หลากหลายรูปแบบ เช่น อาจมีความกลัวการล้ม มีภาวะปลายประสาทเสื่อมมานานไม่เท่ากัน ผลการศึกษาจากงานวิจัยฉบับดังกล่าวจึงไม่เพียงพอที่จะนำไปใช้ในการตัดสินความสามารถในการปรับการทรงตัวต่อแรงรบกวนภายนอกของผู้ป่วยเบาหวานที่มีภาวะปลายประสาทเสื่อมได้

งานวิจัยต่อมาในปี ค.ศ. 2021<sup>(19)</sup> พบว่าผู้ป่วย DM มีความบกพร่องในการปรับการทรงตัวต่อแรงรบกวนภายนอกเมื่อเทียบกับคนปกติในวัยเดียวกัน อย่างไรก็ตาม งานวิจัยฉบับหลังนี้ไม่ได้รายงานว่ อาสาสมัครที่ทำการศึกษาเป็น DPN ด้วยหรือไม่ อีกทั้งไม่ได้รายงานแยกให้เห็นถึงการตอบสนองอยู่กับที่ (in place response) และการก้าวชดเชยที่ถูกต้อง (stepping response) ซึ่งเป็นสองกลไกที่สำคัญของการปรับการทรงตัวต่อแรงรบกวนภายนอก ด้วยการศึกษาที่ก่อนหน้านี้จำกัดและไม่สอดคล้องกัน จึงไม่เพียงพอในการนำมาอธิบายถึงความสามารถในการปรับการทรงตัวต่อแรงรบกวนภายนอกในผู้ป่วย DPN ได้

ผู้วิจัยจึงสนใจการประเมินและเปรียบเทียบประสิทธิภาพของการปรับการทรงตัวต่อแรงรบกวนภายนอกในผู้ป่วย DM และผู้ป่วย DPN ที่มารับบริการที่ โรงพยาบาลพนมดงรักเฉลิม

พระเกียรติ ๘๐ พรรษา โดยใช้ postural response domain ในแบบประเมิน BESTest ซึ่งมีหัวข้อย่อย (items) สำหรับประเมินการปรับการทรงตัวต่อแรงรบกวนภายนอก ทั้งการตอบสนองอยู่กับที่ (in place response) และการก้าวขดเขยที่ถูกต้อง (stepping response) ในทิศทางต่าง ๆ ซึ่งครอบคลุมลักษณะที่สำคัญของการปรับการทรงตัวต่อแรงรบกวนภายนอกเมื่อแรงที่มากระทำแตกต่างกันในด้านปริมาณ ความเร็ว และทิศทาง

ซึ่งผู้วิจัยคาดว่าผู้ป่วย DM และ DPN จะมีความสามารถในการปรับการทรงตัวต่อแรงรบกวนภายนอก ที่แตกต่างกันเมื่อตรวจด้วยการตรวจเดียวกันนี้ โดยคาดว่าผลจากการศึกษานี้จะนำไปใช้ในการวางแผนการสร้างเสริมสุขภาพและการรับรู้ถึงปัจจัยต่าง ๆ ของโรคให้กับผู้ป่วยเบาหวานที่มีและไม่มีภาวะปลายประสาทเสื่อม

### คำถามโครงการวิจัย

ผู้ป่วยเบาหวานที่มีและไม่มีภาวะปลายประสาทเสื่อม มีปัญหาในด้านการปรับการทรงตัวต่อแรงรบกวนภายนอกแตกต่างกันหรือไม่

### วัตถุประสงค์โครงการวิจัย

เพื่อเปรียบเทียบคะแนนความสามารถในการปรับการทรงตัวต่อแรงรบกวนภายนอกที่ประเมินด้วย postural response domain ในแบบประเมิน BESTest ในผู้ป่วยเบาหวานที่มีและไม่มีภาวะปลายประสาทเสื่อม

### สมมติฐานโครงการวิจัย

ผู้ป่วยเบาหวานที่มีภาวะปลายประสาทเสื่อม จะมีคะแนนความสามารถในการปรับการทรงตัวต่อแรงรบกวนภายนอก ที่ประเมินด้วย postural response domain ในแบบประเมิน BESTest น้อยกว่ากลุ่มที่ไม่มีภาวะปลายประสาทเสื่อม

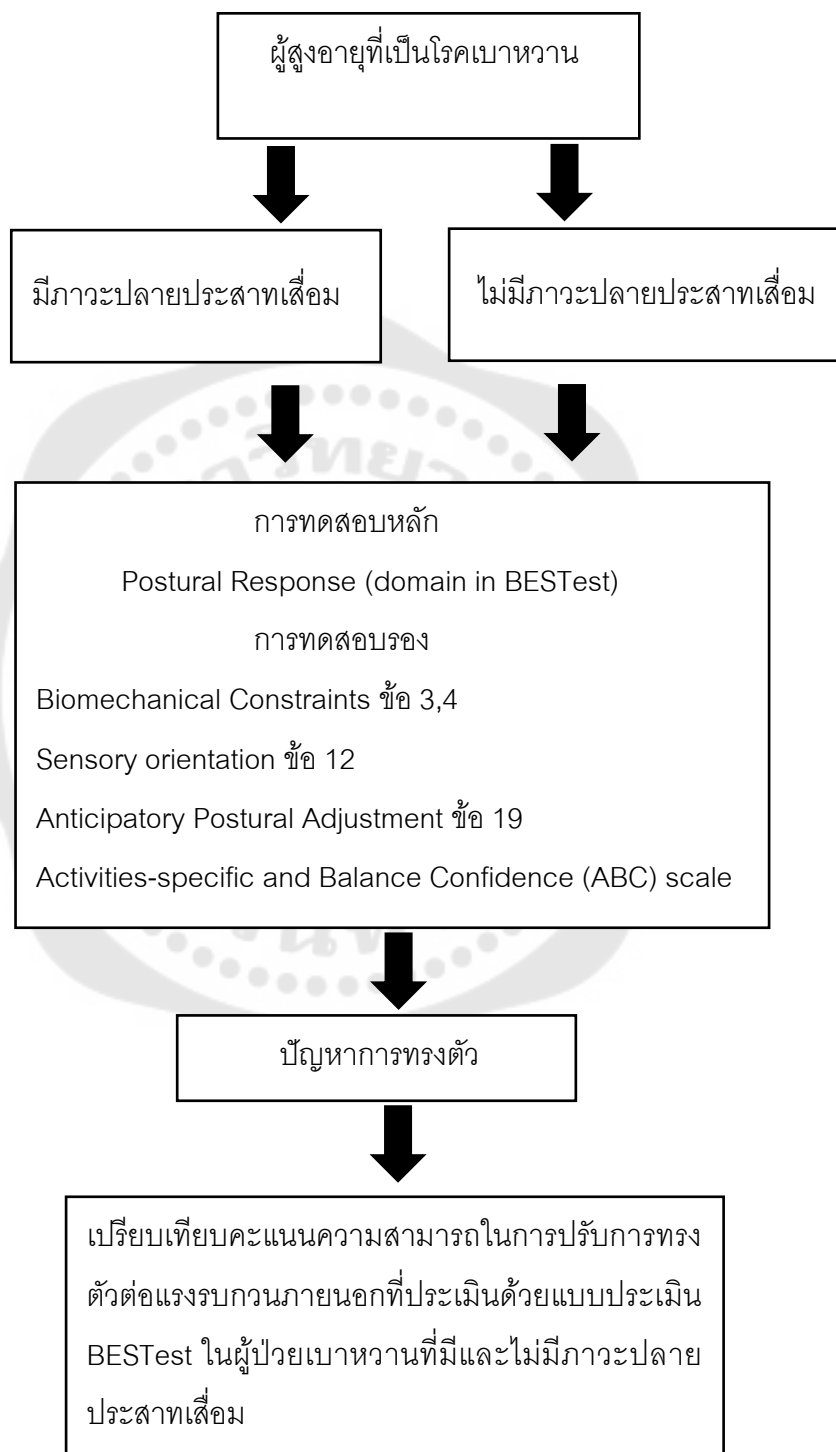
### ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ clinical implication

สร้างความตระหนักเกี่ยวกับปัญหา postural response ในผู้ป่วยเบาหวานที่มีและไม่มีภาวะปลายประสาทเสื่อม และนำไปเป็นข้อมูลประกอบการวางแผนในการสร้างเสริมสุขภาพ

### คำสำคัญ

การปรับการทรงตัวต่อแรงรบกวนภายนอก, ภาวะปลายประสาทเสื่อม, การทรงตัว

## กรอบแนวคิดในงานวิจัย



ภาพประกอบ 1 กรอบแนวคิดในงานวิจัย

## บทที่ 2

### ทบทวนวรรณกรรม

การวิจัยครั้งนี้เป็นการศึกษาเปรียบเทียบคะแนนของการตรวจการปรับการทรงตัวต่อแรงรบกวนภายนอกในผู้ป่วยเบาหวาน ที่มีและไม่มีภาวะปลายประสาทเสื่อม ซึ่งผู้วิจัยได้ทำการทบทวนเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องเพื่อนำมาเป็นแนวทางการศึกษาในครั้งนี้ ซึ่งได้แก่

#### 1.โรคเบาหวาน

1.2 การตรวจคัดกรองและวินิจฉัยโรคเบาหวาน

1.3 อาการและอาการแสดงของโรคเบาหวาน

การเกิดภาวะแทรกซ้อนที่พบได้บ่อยในผู้ป่วยโรคเบาหวาน

#### 2.ภาวะปลายประสาทเสื่อมที่เกิดจากเบาหวาน

2.1 กลไกการเกิดความผิดปกติและพยาธิวิทยาของระบบประสาทส่วนปลายในผู้ป่วยภาวะปลายประสาทเสื่อม

2.2 ประเภทอาการและอาการแสดงของภาวะปลายประสาทเสื่อมประเภทต่าง ๆ

การตรวจประเมินทางคลินิกของเส้นประสาทส่วนปลาย (Clinical assessment of diabetic peripheral neuropathy) ปัญหาการทรงตัวในผู้ป่วยเบาหวาน

#### 3.ปัญหาการทรงตัวในผู้ป่วยเบาหวาน

#### 4.การควบคุมการทรงตัว

4.1 การปรับการทรงตัวต่อแรงรบกวนภายนอก

4.2 ปัจจัยที่มีผลต่อการปรับการทรงตัวต่อแรงรบกวนภายนอก

4.3 การตรวจประเมินการทรงตัว

4.4 งานวิจัยที่เกี่ยวกับการปรับการทรงตัวต่อแรงรบกวนภายนอก

## 1.โรคเบาหวาน

โรคเบาหวานเป็นกลุ่มโรคทางเมตาบอลิซึมที่มีการแสดงออกทางคลินิกที่สำคัญคือภาวะน้ำตาลในเลือดสูง อันเป็นผลมาจากความบกพร่องของการหลั่งอินซูลิน เป็นภาวะผิดปกติของต่อมไร้ท่อที่พบได้บ่อย และเกิดภาวะแทรกซ้อนกับอวัยวะต่างๆ ได้มาก โดยเฉพาะอย่างยิ่ง ตา ไต เส้นประสาท หัวใจและหลอดเลือด<sup>(20)</sup>

โรคเบาหวานสามารถแบ่งออกได้เป็น 4 ประเภท ดังนี้<sup>(21, 22)</sup>

โรคเบาหวานประเภทที่ 1 เกิดจากการที่ภูมิคุ้มกันทำลายเซลล์ตับอ่อน มักพบในคนอายุน้อย น้ำหนักน้อย มีความสัมพันธ์กับกรรมพันธุ์ และสิ่งแวดล้อม

โรคเบาหวานประเภทที่ 2 เกิดจากการหลั่งของอินซูลินไม่เพียงพอต่อความต้องการของร่างกาย เกิดจากเซลล์ของร่างกายตอบสนองต่ออินซูลินได้ไม่ดี พบได้มากในวัยผู้ใหญ่ อายุ 30 ปีขึ้นไป มีน้ำหนักเกินหรือเป็นโรคอ้วน ในคนไทยมีสัดส่วนประมาณ 95% ของผู้ป่วยเบาหวานทั้งหมด อาการไม่รุนแรงค่อยเป็นค่อยไป และครอบครัวมีประวัติเป็นเบาหวานชนิดที่ 2

โรคเบาหวานที่มีสาเหตุเฉพาะ ได้แก่ ความผิดปกติทางพันธุกรรม ตับอ่อนติดเชื้อ การเข้ายาบางชนิด

เบาหวานขณะตั้งครรภ์ ทดสอบโดยความทนทานต่อกลูโคสในสตรีมีครรภ์ หลังจากคลอดอาการจะกลับมาเป็นปกติ หากระดับน้ำตาลสอดคล้องกับการตรวจสุขภาพครั้งแรกที่คลินิกฝากครรภ์ แสดงว่าเป็นโรคเบาหวาน

### 1.1 การตรวจคัดกรองและวินิจฉัยโรคเบาหวาน

สมาคมโรคเบาหวานแห่งประเทศไทย มีแนวทางปฏิบัติในการคัดกรองของประชากรที่มีอายุ 35 ปี ขึ้นไป และมีอายุต่ำกว่า 35 ปี ในผู้ที่มีรอบเอวเกินมาตรฐาน มีบิดา มารดา หรือ พี่น้อง เป็นโรคเบาหวาน ความดันโลหิตสูง มีความผิดปกติของระดับไขมันในเลือด

การวินิจฉัยโรคเบาหวาน แพทย์จะพิจารณาผลตรวจในการตรวจสามารถ ทำได้หลายวิธี ได้แก่ (1) การตรวจระดับน้ำตาลในเลือดแบบอดอาหารและ (2) ไม่ต้องอดอาหารก่อนการตรวจ (3) การตรวจความทนต่อกลูโคส และ (4) การตรวจค่าน้ำตาลเฉลี่ยสะสมในเลือด (Hemoglobin A1c : HbA1c) โดยแต่ละวิธีมีข้อบ่งชี้ของการตรวจและประโยชน์ทางคลินิกที่แตกต่างกัน คือ (1) การตรวจระดับน้ำตาลในเลือดโดยไม่ต้องอดอาหารมาก่อน แพทย์จะส่งตรวจเฉพาะในผู้ที่มีอาการสำคัญที่บ่งชี้ถึงโรคเบาหวานได้แก่ ตื่นน้ำมาก ปัสสาวะมาก รับประทานมาก หากพบว่าระดับน้ำตาลในเลือดสูงกว่าหรือเท่ากับ 200 มก./ดล. จะได้รับการวินิจฉัยว่าเป็นโรคเบาหวาน (2) กรณีที่ต้องงดรับประทานอาหารอย่างน้อย 8 ชั่วโมง หากพบระดับน้ำตาลใน

เลือดมากกว่า 126 มก./ดล.แพทย์จะวินิจฉัยว่าเป็นโรคเบาหวาน ซึ่งวิธีนี้ใช้ในคนทั่วไปที่มาตรวจสุขภาพ (3) การตรวจระดับน้ำตาลกลูโคสในพลาสมาที่เวลา 2 ชั่วโมง เท่ากับหรือมากกว่า 200 มก./ดล.โดยให้กลูโคส 75 กรัมละลายในน้ำแก่ผู้ป่วย (4) การตรวจค่าน้ำตาลเฉลี่ยสะสมในเลือด ถ้าพบว่ามากกว่าร้อยละ 6.5 วินิจฉัยว่าเป็นโรคเบาหวาน<sup>(23, 24)</sup>

## 1.2 อาการและอาการแสดงของโรคเบาหวาน

เบาหวานเป็นโรคที่ทำให้ทุกระบบในร่างกายมีความผิดปกติ อาการและอาการแสดงเกิดขึ้นเนื่องจากระดับน้ำตาลในเลือดสูงกว่าปกติ มีอาการดังนี้ ถ่ายปัสสาวะบ่อย เมื่อมีระดับน้ำตาลในเลือดสูงกว่าปกติ ร่างกายจะขับน้ำตาล และจะถูกรองและดึงน้ำออกจากปัสสาวะ เป็นผลให้การดูดซึมน้ำกลับโดยท่อไตลดลง และปัสสาวะออกเพิ่มขึ้น จึงทำให้ปัสสาวะบ่อย

อาการกระหายน้ำ เกิดจากการที่ร่างกายสูญเสียน้ำจากการปัสสาวะบ่อยและมาก จึงทดแทนด้วยการดื่มน้ำในปริมาณมาก

น้ำหนักลด เมื่อร่างกายไม่สามารถใช้พลังงานจากน้ำตาลได้ จึงมีการดึงพลังงานทดแทนในร่างกายที่เก็บไว้ในรูปของไขมันและโปรตีนมาใช้ ทำให้เกิดการสูญเสียเนื้อเยื่อต่าง ๆ ส่งผลให้ร่างกายขาดน้ำตามไปด้วย น้ำหนักจึงลดลงอย่างรวดเร็ว

การกินอาหารมากผิดปกติ เนื้อเยื่อของร่างกายจะถูกทำลายและนำไปใช้ ส่งผลให้ขาดสารอาหารและขาดพลังงาน เพื่อชดเชยสถานการณ์นี้ทำให้มีอาการ หิวบ่อย กินเยอะ แต่ น้ำหนักลด นอกจากอาการสำคัญแล้ว ผู้ป่วยโรคเบาหวานอาจมีอาการและอาการอื่น ๆ เช่น ผื่นขึ้นตามผิวหนังหรือเชื้อราที่เป็นแผลเรื้อรังตามแขนขา หายได้ยากและรักษายาก ทำให้ตามัวและชาหรือแสบร้อนที่ปลายมือและปลายเท้า<sup>(23, 24)</sup>

## 1.3 การเกิดภาวะแทรกซ้อนที่พบได้บ่อยในผู้ป่วยโรคเบาหวาน

ผู้ป่วยที่เป็นโรคเบาหวานเป็นเวลานาน ส่วนใหญ่จะเกิดพยาธิสภาพแทรกซ้อนในอวัยวะหรือเนื้อเยื่อต่าง ๆ หากพบที่หลอดเลือดใหญ่ จะทำให้เกิดโรคหลอดเลือดสมองและหลอดเลือดหัวใจ โรคแทรกซ้อนทางหลอดเลือดขนาดเล็ก รวมถึงโรคหลอดเลือดส่วนปลาย ได้แก่ การเสื่อมของจอประสาทตา โรคหลอดเลือดโรคไต โรคของประสาทส่วนปลาย ส่งผลต่อระดับคุณภาพชีวิต หากมีระดับน้ำตาลในเลือดสูงเป็นเวลานาน อาจส่งผลต่ออวัยวะที่เกี่ยวข้อง ได้แก่ หัวใจและหลอดเลือด ดวงตา ไต และเส้นประสาท<sup>(25)</sup> ผลกระทบจากภาวะแทรกซ้อน ส่งผลต่อระบบต่าง ๆ ของร่างกาย ทั้งแบบเฉียบพลันและเรื้อรัง ภาวะแทรกซ้อนที่เกิดจากหลอดเลือดขนาดเล็ก และมีความผิดปกติของระบบประสาทส่วนปลาย ส่งผลให้การรับความรู้สึกบกพร่องเกิดอาการชาที่

ปลายมือปลายเท้า<sup>(26)</sup> ซึ่งภาวะนี้พบได้บ่อยและมากกว่าร้อยละ 50 ในผู้ที่ไม่ควบคุมระดับน้ำตาลในเลือดโดยมีรายละเอียด ดังนี้

ภาวะแทรกซ้อนชนิดเฉียบพลัน (Acute complication) หมายถึง ภาวะที่เกิดขึ้นอย่างรวดเร็วและอาจอันตรายถึงชีวิต เช่น ภาวะน้ำตาลในเลือดต่ำ ภาวะกรดคีโตซีสโตซีสจากเบาหวาน คือภาวะที่เลือดข้น เนื่องจากระดับน้ำตาลในเลือดสูง หากปล่อยไว้โดยไม่รักษา อาจหมดสติหรือเสียชีวิตได้<sup>(27)</sup>

ภาวะแทรกซ้อนชนิดเรื้อรัง<sup>(28)</sup> (chronic complication) หมายถึง การเกิดภาวะตามแนวทางของโรคเบาหวาน ขึ้นอยู่กับระยะเวลาหากกินเวลานานก็จะยิ่งพัฒนามากขึ้นเท่านั้น เกิดจากปัจจัยทางตรงและทางอ้อม เช่น ระยะเวลาของการดำเนินโรค ค่าน้ำตาลเฉลี่ยสะสมในเลือด พันธุกรรม การสูบบุหรี่ การดื่มสุรา สามารถจำแนกออกเป็นประเภทหลัก ๆ ได้แก่

ภาวะแทรกซ้อนจากเบาหวานที่พบบ่อยที่สุดที่ส่งผลกระทบต่อระบบหลอดเลือดและอวัยวะต่างๆ คือ ภาวะแทรกซ้อนของหลอดเลือดที่สำคัญ (macrovascular complication) เกิดจากหลอดเลือดแดงมีความผิดปกติ ทำให้หลอดเลือดแข็งตัว ได้แก่ ความดันโลหิตสูงและไขมันในเลือดสูง ทำให้ผู้ป่วยเบาหวานมีความเสี่ยงเป็นโรคหลอดเลือดสมองและหลอดเลือดหัวใจตีบมากกว่าคนปกติ 2-3 เท่า และโรคหลอดเลือดส่วนปลายตีบมากกว่าคนปกติถึง 4 เท่า<sup>(29)</sup> และเป็นสาเหตุของการเกิดแผลที่เท้า (microvascular complications) มีโอกาสเกิดได้มากขึ้น เมื่อหลอดเลือดขนาดเล็กมีความผิดปกติ เมื่อเป็นเบาหวานนานขึ้น ส่งผลต่อ 3 อวัยวะ ได้แก่ ตา ทำให้เกิดต้อกระจก ต้อหิน ไต เกิดภาวะไตวาย และระบบประสาทส่วนปลาย ภาวะแทรกซ้อนเหล่านี้สามารถป้องกันหรือชะลอได้ด้วยการควบคุมระดับน้ำตาลให้อยู่ในเกณฑ์ปกติตลอดเวลา

อาการทางคลินิกของภาวะแทรกซ้อนทางตา เกิดจากการควบคุมระดับน้ำตาลในเลือดได้ไม่ดี ส่งผลให้จอประสาทตาอักเสบ การดำเนินโรคเป็นแบบค่อยเป็นค่อยไป และเพิ่มมากขึ้นเรื่อยๆ จากสายตาวัวมัว จนถึงตาบอด

โรคไตจากเบาหวาน เป็นสาเหตุของภาวะไตวายเรื้อรัง หรือโรคไตวายเรื้อรัง ระยะสุดท้าย อาจเกิดจากเบาหวานได้โดยตรงหรือเกิดจากอาการแทรกซ้อนของโรคเบาหวาน ระยะแรกไม่พบอาการผิดปกติ เมื่อการดำเนินของโรคนานขึ้น ตรวจพบโปรตีนในปัสสาวะ และโปรตีนในเลือดลดลง ทำให้ไตทำงานหนักขึ้น ส่งผลให้เกิดไตวายได้

ภาวะแทรกซ้อนทางระบบประสาทของโรคเบาหวาน พบได้บ่อยและมีอุบัติการณ์มากที่สุด โรคของระบบประสาทส่วนปลายไม่แสดงอาการ แต่กลับจะปรากฏอาการเมื่อการดำเนิน

ของโรคนานขึ้น ภาวะแทรกซ้อนของประสาทส่วนปลายพบได้ประมาณร้อยละ 40 และในผู้ที่เป็  
เบาหวานที่ควบคุมไม่ได้<sup>(4, 30)</sup>

## 2.ภาวะปลายเสื่อมประสาทที่เกิดจากเบาหวาน (Diabetic Neuropathy)

ความชุกของภาวะแทรกซ้อนของ DPN ส่วนมากจะเป็นในผู้ป่วย DM ชนิดที่ 2 จะพบ  
ได้ประมาณร้อยละ 6 -51 ซึ่งจะเกิดในผู้ที่มีอายุมากตั้งแต่ 65 ปีขึ้นไป และในวัยผู้ใหญ่ที่มี  
ระยะเวลาการดำเนินโรคนานกว่า 10 ปี<sup>(31)</sup> เป็นความเสี่ยงมากขึ้นที่จะมีภาวะปลายประสาทเสื่อม  
ร่วมกับในผู้ป่วยที่ไม่ควบคุมระดับน้ำตาลในเลือดให้อยู่ในเกณฑ์ปกติ<sup>(32)</sup> ผู้ป่วย DPN มีความเสี่ยง  
ต่อการหกล้ม เนื่องจากระดับความสามารถในการทรงตัวลดลง<sup>(33)</sup> ซึ่งความเสี่ยงพบได้สูงใน  
ผู้สูงอายุที่มีโรคปลายประสาทอักเสบรุนแรง โดยเกิดขึ้นประมาณร้อยละ 25 ของผู้สูงอายุที่มีอายุ  
มากกว่า 65 ปี ที่เป็นเบาหวาน<sup>(34)</sup>

### 2.1 กลไกการเกิดความผิดปกติและพยาธิวิทยาของระบบประสาทส่วนปลาย ในผู้ป่วยภาวะปลายประสาทเสื่อม

ภาวะที่มีกลูโคสในร่างกายสูงกว่าปกติอยู่นาน ก่อให้เกิดปรากฏการณ์ต่างๆ  
ความผิดปกติเหล่านี้เกิดจากการเปลี่ยนแปลงของระดับกลูโคสในกระแสเลือด ความผิดปกติของ  
microcirculation ของเส้นประสาท มีผลทำให้เกิด focal หรือ multifocal neuropathy การ  
proliferation ของ smooth muscle cell ของหลอดเลือดจาก growth factor จาก growth  
hormone, insulin, platelet และ macrophage การเกิด platelet hyper aggregation จากเหตุ  
ดังกล่าวก่อให้เกิด thrombosis เกิดการอุดตันของเส้นประสาทเกิดการขาดเลือด สาเหตุอื่น ๆ  
ปัจจัยทางพันธุกรรม และ สิ่งแวดล้อม เช่นการดื่มสุรา สารเสพติด เป็นต้น มีบทบาทต่อการเกิด  
พยาธิสภาพและอาการผิดปกติทางระบบประสาท แบ่งออกเป็น 4 ลักษณะ ได้แก่ (1) symmetrical  
polyneuropathy จะมีทั้ง axonal loss และ segmental demyelination แต่ axonal loss จะเด่น  
กว่า จะพบ lipid bodies ใน Schwann cell และ Perineurium หนาขึ้น ในรายที่มี autonomic  
neuropathy จะพบการบวมและการเสื่อมของ sympathetic chain และ ganglion cells การ  
เปลี่ยนแปลงของระบบการสร้างและการทำลายพลังงานภายในเซลล์ เช่น ภาวะขาดออกซิเจน  
และความไม่สมดุลของฮอร์โมน นอกจากพยาธิสภาพดังกล่าวแล้วยังพบว่าผนังหลอดเลือดทำให้  
เส้นประสาทมีขนาดเพิ่มขึ้นในผู้ป่วยเบาหวาน ซึ่งพบได้ใน symmetrical polyneuropathy และไม่มี  
neuropathy (2) พยาธิสภาพใน mononeuropathy หรือ mononeuritis multiplex เนื่องจาก  
ความผิดปกติของเลือดที่ไปเลี้ยงเส้นประสาทนั้น ๆ เช่น พบว่าเลือดที่ไปเลี้ยงเส้นประสาทสมองคู่ที่  
3 ตีบลง เกิดภาวะปลอกหุ้มประสาทเสื่อมและปลายประสาทเสื่อมสลายในที่สุด (3) พยาธิสภาพที่

ยังไม่ทราบแน่นอน และ (4) พยาธิสภาพที่พบขึ้นบ่อยใน entrapment neuropathy เช่น carpal tunnel syndrome พบบ่อยขึ้นในผู้ป่วยเบาหวาน เพราะผู้ป่วยเบาหวานมี polyneuropathy ทำให้เส้นประสาทไวต่อการถูกกดทับเกิดภาวะ entrapment neuropathy ในผู้ป่วย DM ซึ่งเหมือนกับพยาธิสภาพจาก entrapment neuropathy จากสาเหตุอื่นๆ<sup>(25)</sup>

## 2.2 ประเภทอาการและอาการแสดงของภาวะปลายประสาทเสื่อมประเภทต่าง ๆ

อาการและอาการแสดงของ diabetic neuropathy ที่พบในผู้ป่วยมักขึ้นอยู่กับการตำแหน่งและชนิดของเส้นประสาทที่เกิดพยาธิสภาพ ซึ่งพบได้ดังนี้<sup>(24, 30)</sup>

Rapid Reversible Neuropathy เป็น polyneuropathy พบในผู้ที่ไม่สามารถคุมระดับน้ำตาลได้ หรือพบภายหลังจากการเกิด ketotic coma อาการสำคัญคือ ปวดหรือปวดแสบ ปวดร้อนระยิบระยับ ชาหรือความรู้สึกสัมผัสเสียไป อาการจะเป็นบริเวณปลายมือปลายเท้า อาการจะดีขึ้นหลังจากควบคุมเบาหวาน

Distal Symmetrical polyneuropathy ชนิดนี้เป็นชนิดที่พบได้มากที่สุด อาการทางระบบประสาทสัมผัสจะเกิดขึ้นก่อนและจะเป็นมากกว่าระบบการเคลื่อนไหว (motor disturbance) ในระยะเริ่มต้น มีอาการชา ความรู้สึกสัมผัสบกพร่อง อาการระยิบระยับ และปวด ในระยะแรกอาจไม่พบความผิดปกติ ในระยะหลังพบอาการผิดปกติทางการรับสัมผัส อาการเพิ่มขึ้นจนตรวจพบได้ อาการจะเป็นบริเวณปลายเท้าก่อน และลามไปจนถึงบริเวณลำตัว และมือ อาการทาง motor มักจะพบน้อย อาจพบกล้ามเนื้อเล็ก ๆ บริเวณมือและเท้าลีบได้ อาการอ่อนแวมักไม่ชัดเจน

Symmetrical motor neuropathy progressive proximal symmetrical motor neuropathy มีอาการอ่อนแรงของกล้ามเนื้อบริเวณสะโพกและต้นขา อาการมักจะเป็นสมมาตรกันทั้งสองข้าง ในระยะแรกอาจมีอาการปวดหลังและต้นขา คล้ายโรคของกระดูกและข้อ อาการจะเป็นมากขึ้นในระยะเป็นสัปดาห์หรือเป็นเดือน หลังจากอ่อนแรง 3-4 สัปดาห์จะพบว่ามึนกล้ามเนื้อลีบ และ knee jerk จะลดลงหรือหายไป แม้ว่าจะมีอาการปวด แต่ยังคงเชื่อว่าระบบประสาทจะอยู่ตั้งแต่ anterior horn cell จนถึงเส้นประสาทต่างๆที่ไปเลี้ยงกล้ามเนื้อบริเวณนี้ การรักษาเบาหวาน เชื่อว่าทำให้อาการดีขึ้น symmetrical motor neuropathy อื่น ๆ แต่อาจไม่ได้เกิดจากเบาหวานโดยตรง ได้แก่ distal motor neuropathy ที่มี symmetrical polyneuropathy มีอาการอ่อนแรงและกล้ามเนื้อปลายมือปลายเท้าลีบได้ แต่อาการเหล่านี้มักไม่เด่นชัดเท่ากับอาการทางระบบรับความรู้สึก และถ้าพบใน distal motor neuropathy อย่างเดียว ควรหาสาเหตุอย่างอื่นก่อน และใน

ส่วนของ acute หรือ subacute proximal symmetrical motor neuropathy ที่เกิดเร็วมักจะไม่ได้เกิดจากเบาหวาน และจำเป็นต้องแยกจากโรคในกลุ่ม Guillain-Barre syndrome

Cranial neuropathy มักพบในประสาทสมองคู่ที่ 3 และคู่ที่ 6 พิกการ ประสาทสมองคู่ที่ 3 อาการมักเกิดขึ้นเร็ว รวมถึงปวดบริเวณกระบอกตา พบร้อยละ 50 ของผู้ป่วยในช่วงแรก อาการที่พบคือ หนังตาตก และกล้ามเนื้อในการกรอกตาที่เลี้ยงด้วยเส้นประสาทคู่ที่อ่อนแอ แต่ไม่มีความผิดปกติของม่านตา อาการเหล่านี้จะดีขึ้นภายใน 2-3 เดือน ส่วนอาการประสาทสมองคู่ที่ 6 พิกการก็จะมีอาการตาเหล่เข้าด้านใน ประสาทสมองเส้นอื่น ๆ อาจเกิดขึ้นที่ละเส้นหรือหลาย ๆ เส้นพร้อมกัน แต่ต้องแยกสาเหตุอื่น ๆ ออกไปเพราะโอกาสเกิดขึ้นน้อย

Thoracolumbar neuropathy อาการสำคัญคือปวดตามแนวประสาทไขสันหลัง ซึ่งอาจเป็นบริเวณหน้าอก หรือบริเวณท้อง หรือรากประสาทอื่น ๆ การตรวจอาจพบ cutaneous hyperesthesia ตามแนวประสาทที่เกิดรอยโรค และอาจตรวจพบอาการอ่อนแรงของกล้ามเนื้อด้วย

Diabetic Amyotrophy อาการที่สำคัญคือมีอาการปวดอ่อนแรงของกล้ามเนื้อบริเวณ lumbosacral ลีบลงและ knee jerk ลดลง อาการจะเป็นข้างหนึ่งข้างใด อาการอาจเกิดขึ้นเร็วเป็นวัน หรืออาจเวลาเป็นสัปดาห์ การทำนายโรคมักจะดี

Entrapment neuropathy ในผู้ป่วย DM จะเกิด Entrapment neuropathy ซึ่งเส้นประสาทที่พบบ่อยได้แก่ median nerve บริเวณ carpal tunnel เส้นประสาทอื่นที่ไวต่ออาการกดทับได้แก่ ulnar nerve บริเวณ cubital tunnel และ Guyon's channel, peroneal nerve บริเวณ peroneal head, posterior tibial nerve บริเวณ tarsal tunnel อาการจะขึ้นอยู่กับเส้นประสาทที่ถูกทับ

Acute painful neuropathy เป็น neuropathy ที่ไม่พบบ่อย จะพบในผู้ป่วยที่มีน้ำหนักตัวลด และมีอาการปวดแสบปวดร้อนบริเวณปลายมือปลายเท้า การตรวจร่างกายอาจพบความรู้สึกสูญเสียเล็กน้อยเมื่อเทียบกับอาการปวด เนื่องจากมีน้ำหนักลดลงมาก บางครั้งจึงเรียกว่า diabetic neuropatic cachexia อาการจะดีขึ้นภายหลังจากการรักษาระดับน้ำตาลได้ดี

ในผู้ป่วย DM บางรายอาจเกิด sensory neuropathy คือ มีอาการชา ปวดแสบปวดร้อน ภายหลังจากการรักษาเบาหวาน เกิดจากผู้ป่วยมี neuropathy แต่ไม่มีอาการเด่นอยู่เดิม พอเริ่มรักษาด้วยอินซูลิน อาการ neuropathy ดีขึ้น เกิด regeneration ทำให้เกิดภาวะของ sensory neuropathy อาการเหล่านี้จะดีขึ้นหลังจากการควบคุมน้ำตาลได้ดี

Hypoglycemic neuropathy พบในผู้ที่มีอาการ pancreatic islet cell tumor และ insulin shock therapy มีอาการทั้งทาง motor และ sensory อาการทาง motor อาการค่อนข้างเด่นคือมีกล้ามเนื้ออ่อนแรง และมีกล้ามเนื้อลีบ

Diabetic Autoneuropathy ความผิดปกติของระบบประสาทอัตโนมัติเกิดผลกระทบกับอวัยวะของผู้ป่วย DM แต่เนื่องจากอาการความผิดปกติไม่แสดงออกมาอย่างชัดเจน ผู้ป่วยส่วนใหญ่มักไม่ตระหนักอยู่เป็นเวลายาวนาน หากภาวะแทรกซ้อนระบบประสาทอัตโนมัติถูกละเลยเป็นเวลานาน ความผิดปกติก็จะดำเนินต่อไป จนอาการแสดงเด่นชัด sensory neuropathy ประสาท parasympathetic จะมีความผิดปกติก่อน และมีความรุนแรงมากกว่าระบบประสาท sympathetic เกิดความผิดปกติในระบบต่าง ๆ ของร่างกาย

### 2.3 การตรวจประเมินทางคลินิกของเส้นประสาทส่วนปลาย (Clinical assessment of diabetic peripheral neuropathy)

การตรวจวินิจฉัยทางคลินิกของภาวะปลายเสื่อม เป็นส่วนที่มีความจำเป็น ในการวินิจฉัยเบื้องต้น ทำให้สามารถพยากรณ์อาการของโรค หรือชะลอการเกิดการดำเนินของโรคได้ รวมไปถึงการให้ผู้ป่วยเข้าใจอาการของโรคและการดูแลตนเองอย่างถูกต้อง<sup>(35,36)</sup> ซึ่งในการตรวจวินิจฉัยภาวะ DPN สามารถทำการตรวจการทำงานของเส้นประสาท (Nerve conduction velocity ; NCV) โดยแพทย์ผู้เชี่ยวชาญ วิธีนี้ถือเป็นวิธีการที่แม่นยำมากที่สุด<sup>(37)</sup> แต่วิธีการนี้มีข้อจำกัดคือ เครื่องมือราคาสูง ผลตรวจแม่นยำในผู้ป่วยที่แสดงอาการแล้วเท่านั้น และใช้เวลาตรวจค่อนข้างนาน จึงนิยมตรวจเพื่อยืนยันตำแหน่งรอยโรคที่ชัดเจน<sup>(35)</sup> ในผู้ป่วยที่มีอาการแล้ว การคัดกรองภาวะ DPN ด้วยวิธีการอื่นที่ไม่จำเป็นต้องใช้เครื่องมือราคาสูง และสามารถทำได้โดยทีมสหวิชาชีพ จึงเป็นวิธีการทางคลินิกที่ใช้กันอย่างแพร่หลาย และใช้คัดกรองภาวะความผิดปกติของ DPN<sup>(36)</sup> รวมทั้งผู้ที่มีความเสี่ยงสูงต่อการเกิดความผิดปกติของระบบประสาทส่วนปลาย<sup>(38)</sup>

การคัดกรองภาวะปลายประสาทเสื่อมด้วยเครื่องมือทางคลินิก เช่น แบบสอบถามและการตรวจร่างกายทางคลินิกนิยมทำเพื่อคัดกรองผู้ป่วยที่มีความเสี่ยงในการเกิดปัญหา นี้ โดยข้อคำถามและการตรวจร่างกายมุ่งเน้นคัดกรองภาวะปลายประสาทเสื่อม ในตำแหน่งของร่างกายคาดว่าจะเกิดปัญหาขึ้นซึ่งคือที่บริเวณเท้า ผู้ทำการคัดกรองได้แก่ แพทย์ พยาบาล นักกายภาพบำบัด และการแปลผลโดยเทียบเกณฑ์ของแบบประเมินทางคลินิก รายละเอียดของการคัดกรองด้วยเครื่องมือและวิธีการต่าง ๆ มีดังนี้

**แบบประเมินทางระบบประสาท Michigan Neuropathy Screening Instrument (MNSI)** เป็นแบบประเมินที่มี Sensitivity และ Specificity สูง ซึ่งถูกพัฒนาขึ้นโดย Feldman และคณะ ในปี ค.ศ. 1994 เพื่อใช้คัดกรองภาวะบกพร่องของ DPN<sup>(36)</sup> ผ่านการศึกษา

ความเที่ยงตรงโดยเทียบกับการตรวจการนำกระแสประสาท (Nerve Conduction Study :NCS )<sup>(38)</sup> ซึ่งใช้กันอย่างแพร่หลายสำหรับการตรวจใน distal symmetrical peripheral neuropathy ในผู้ป่วยเบาหวาน ซึ่งแบบประเมิน MNSI ประกอบด้วย 2 ส่วน ได้แก่ การซักประวัติด้วยถาม 15 ข้อ (ภาคผนวกที่ 1) มีคะแนนรวม 15 คะแนน คำตอบ “ใช่” ในข้อคำถาม 1-3, 5-6, 8-9, 11-12, 14-15 ให้นับเป็นข้อละ 1 คะแนน หากตอบว่า “ไม่” ในข้อ 7 และ 13 ให้นับเป็นข้อละ 1 คะแนน ข้อคำถามที่ 4 และ 10 เป็นการดูการไหลเวียนของเลือดและการอ่อนแรงทั่วไป เกณฑ์ผ่าน อยู่ที่ 7 คะแนน ถ้ามีคะแนนมากกว่าหรือเท่ากับ 7 ถือว่ามีปัญหาระบบประสาทส่วนปลาย ในส่วนของการตรวจร่างกายด้วยเครื่องมือวัดอาการปลายประสาทของมิชิแกน มีทั้งหมด 5 ข้อ มีคะแนนรวม 10 คะแนน ในการทดสอบจะผู้ทดสอบจะให้คะแนนตามหัวข้อการตรวจร่างกาย เกณฑ์ในการประเมินหากมีคะแนนมากกว่าหรือเท่ากับ 2.5 คะแนน ถือว่ามีปัญหาระบบประสาทส่วนปลาย ซึ่งในการประเมินการซักประวัติและการตรวจร่างกายจะนำมาแปลผลแยกกัน แบบประเมินมีการแปลจากภาษาอังกฤษเป็นภาษาไทยได้ค่า content validity index อยู่ในระดับดีเยี่ยม<sup>(39)</sup> และค่า Correlation ในกลุ่ม DPN ของ MNSI ส่วนข้อคำถามค่า ICC = 0.92 (95%CI 0.88-0.96) และส่วนของการตรวจร่างกายค่า ICC = 0.98 (95%CI 0.97-0.99) ส่วนกลุ่ม DM ข้อคำถามค่า ICC = 0.95 (95%CI 0.91- 0.97) และส่วนของการตรวจร่างกายค่า ICC = 0.98 (95%CI 0.96-0.99) ตามลำดับ<sup>(40)</sup> มี Sensitivity=80% และ Specificity=95%<sup>(41)</sup>

**Semmes-Weinstein monofilament test (SWMT)** เป็นแบบประเมินความรู้สึกที่ฝ่าเท้า การตรวจคัดกรองมีความสำคัญในการวินิจฉัย DPN ในระยะเริ่มต้น วัสดุที่ใช้ในการประเมินทำจากใยไนลอนมีหลายขนาด แต่ละขนาดมีค่าแรงกดมาตรฐาน (ได้แก่ 4.17 1.4 กรัม, 5.07 10 กรัม และ 6.10 100 กรัม) Semmes-Weinstein monofilament ซึ่งใช้สำหรับการตรวจการรับความรู้สึกในส่วนของการสัมผัสแบบเบา Semmes-Weinstein monofilament ผู้ถูกทดสอบจะรับความรู้สึกว่ามีเอ็นไนลอนมาแตะที่เท้า เมื่อนำปลายของเอ็นไนลอน ไปจิ้มลงที่ผิวหนังที่เท้าจนเริ่มงอ ซึ่งเป็นขนาดที่สามารถรับความรู้สึกได้ จากการศึกษาที่ผ่านมาพบว่า การคัดกรอง DPN ด้วยโมโนฟิลาเมนต์ ขนาด 10 กรัม มี Sensitivity 77- 96% Specificity 63-93% โดยตำแหน่งที่ใช้ตรวจมี 4 จุดที่สำคัญ คือ นิ้วโป้งเท้ากระดูกฝ่าเท้าของนิ้วหัวแม่มือ, นิ้วกลางและนิ้วนางของกระดูกข้อที่หนึ่ง<sup>(42, 43)</sup> และการแปลผลการตรวจเท้าหากพบการรับความรู้สึกตำแหน่งเดียว ก็แสดงว่าผู้ป่วยมีความบกพร่องต่อการรับความรู้สึกที่เท้าแล้ว ซึ่งการตรวจโดยใช้ Semmes-Weinstein monofilament จะไม่สามารถบอกระดับความรุนแรงของการการสูญเสียความรู้สึกที่เท้า<sup>(44)</sup> การ

ตรวจเท้าด้วยโมโนฟิลาเมนต์ เป็นวิธีที่ง่าย ใช้เวลาในการตรวจน้อย ราคาไม่แพง จึงสามารถนำมาใช้ตรวจในโรงพยาบาลชุมชนได้

Toronto clinical scoring system (TCSS) เป็นแบบประเมินทางระบบประสาทที่ใช้ในผู้ป่วย DM เพื่อคัดกรอง DPN ประกอบด้วย 3 ส่วน (1) คะแนนสอบถามที่เป็นอาการ (2) คะแนนตรวจระบบประสาทอัตโนมัติ และ (3) คะแนนตรวจสอบทางระบบประสาทสัมผัส<sup>(45)</sup> ซึ่งแบบประเมินมี inter-rater reliability อยู่ในเกณฑ์ที่ดีถึงดีมาก ICC = 0.87 (95%CI 0.79-0.91) และความน่าเชื่อถือของแบบประเมิน Intra-rater reliability อยู่ในเกณฑ์ปานกลางถึงดี ICC = 0.87 (95%CI 0.75-0.89) แบบประเมินนี้ใช้ในผู้ป่วย DM<sup>(45)</sup> การประเมินใช้แบบประเมิน Toronto clinical scoring system (TCSS) สามารถนำมาจัดประเภทความรุนแรงของภาวะประสาทส่วนปลายเสื่อม diabetic peripheral neuropathy (DPN) ตามคะแนนที่ได้ ดังนี้ 0-5 คะแนน ไม่มีภาวะประสาทส่วนปลายเสื่อม 6-8 คะแนน ภาวะประสาทส่วนปลายเสื่อมเล็กน้อย 9-11 คะแนน ภาวะประสาทส่วนปลายเสื่อมระดับปานกลาง 12-19 คะแนน ภาวะประสาทส่วนปลายเสื่อมระดับรุนแรง<sup>(46)</sup> ในการตรวจของแบบประเมินนี้ มีการใช้อุปกรณ์ที่หาได้ยาก ผู้ตรวจต้องมีความเชี่ยวชาญโดยเฉพาะในแต่ละเครื่องมือ จึงเป็นข้อจำกัดของโรงพยาบาลชุมชน

การตรวจคัดกรองภาวะ DPN ตามแนวทางของคลินิกโรคเบาหวานโรงพยาบาลพนมดงรักเฉลิมพระเกียรติ ๘๐ พรรษา ทำโดยใช้เครื่องมือทางคลินิก 2 ชนิดควบคู่กัน ได้แก่ แบบประเมินทางระบบประสาท Michigan Neuropathy Screening Instrument (MNSI) ซึ่งมีลักษณะเป็นคำถามซักประวัติ และใช้ Semmes-Weinstein monofilament test (SWMT) ในการการรับความรู้สึกที่ฝ่าเท้า

### 3. ปัญหาการทรงตัวในผู้ป่วยเบาหวาน

เบาหวานเป็นไม่ติดต่อเรื้อรังที่พบได้บ่อย เนื่องจากมีภาวะน้ำตาลในเลือดสูงเกินกว่าปกติ จากการขาดฮอร์โมนอินซูลิน<sup>(47)</sup> ส่งผลให้เกิดโรคร่วมต่าง ๆ มากมายที่ทำให้มีปัญหาในการทรงตัว ซึ่งจะพบใน DM ชนิดที่ 2 โดยเฉพาะในผู้สูงอายุ เนื่องจากมีปัจจัยเสี่ยงในเรื่องปัญหาการทรงตัวอยู่แล้วด้วย<sup>(48)</sup> ในการทรงตัวจะมีระบบควบคุมการทรงตัว (reactive, anticipatory, sensory, dynamic, and limits of stability) และระบบทางสรีรวิทยา ได้แก่ เวสติบูลาร์ การรับรู้การเคลื่อนไหวข้อต่อ ความแข็งแรงของกล้ามเนื้อ และปฏิกิริยาตอบกลับ เพื่อให้เกิดการทรงตัว ดังนั้นการขาดสมดุลใดสมดุลหนึ่งจะนำไปสู่การมีปัญหาคือการทรงตัวที่บกพร่อง ในผู้ป่วย DM ชนิดที่ 2 จะพบปัญหาและมีความบกพร่องของ somatosensory vestibular และ visual systems พบได้บ่อยถึงร้อยละ 50 ของผู้ที่เป็น DM ชนิดที่ 2 หากการดำเนินโรคนาน และไม่สามารถรักษาระดับ

น้ำตาลได้ดี<sup>(31)</sup> ซึ่งภาวะน้ำตาลในเลือดสูงหากมีระยะเวลานานร่วมกับการเป็น DM ชนิดที่ 2 จะกระตุ้นปฏิกิริยาเมตาบอลิซึมทำให้ endoneural hypoxia เปลี่ยนการกระจายของเส้นประสาท โดยเฉพาะกับเนื้อเยื่อที่ขึ้นกับกลูโคสรวมถึงเส้นประสาทส่วนปลาย ทำให้เกิดความผิดปกติที่จอประสาทตา ซึ่งมีส่วนทำให้รบกวนการทรงตัวของผู้ป่วยเบาหวาน<sup>(49)</sup> ภาวะระดับน้ำตาลในเลือดสูงมีการผิดปกติของลักษณะปลายประสาท รวมถึงความบกพร่องของหลอดเลือดที่มีขนาดเล็กทำให้เกิดภาวะต่าง ๆ เช่น ภาวะปลายประสาทเสื่อม (peripheral neuropathy) ซึ่งพบในผู้ป่วย DM มากกว่า ร้อยละ 30 และมีอาการแสดงที่สำคัญ คือ อากาชา (numbness) ปลายมือปลายเท้ามีผลทำให้ การรับรู้ของข้อต่อ(proprioception) ความสามารถในการตอบสนองของระบบอัตโนมัติและความแข็งแรงของกล้ามเนื้อขาดลง<sup>(48)</sup> ส่งผลให้ความสามารถในการทรงตัวในสถานการณ์ต่าง ๆ ทั้งในขณะยืนนิ่ง ขณะเคลื่อนไหวลดลง เมื่อตรวจด้วยแบบประเมิน Berg Balance Scale Test (BBS)พบว่าความสามารถในการทรงตัวลดลง<sup>(10)</sup> การเดินบกพร่อง การรับประทานยา เช่นยาอินซูลิน ยาในกลุ่มซัลโฟนิลยูเรีย เพิ่มปัจจัยเสี่ยงในการทรงตัวได้<sup>(50)</sup> ปัจจัยเหล่านี้มีผลต่อการควบคุมการทรงตัวในผู้ป่วย DM และความกลัวการหกล้มก็เป็นอีกปัจจัยที่ทำให้ประสิทธิภาพการควบคุมทรงตัวลดลงได้<sup>(51, 52)</sup> ปัจจัยที่กล่าวมานี้ล้วนมีผลทำให้เกิดความเสี่ยงต่อการหกล้มเพิ่มขึ้น

#### 4. การควบคุมการทรงตัว

การทรงตัวเป็นการควบคุมและรักษาจุดศูนย์กลางมวลของร่างกาย (CoM) ให้อยู่ภายในฐานรองรับ (BOS) ซึ่งจุดศูนย์กลางของร่างกายขณะหยุดนิ่งและเคลื่อนไหวเป็นจุดสมมุติที่มวลร่างกายมารวมกัน มีทิศทางเข้าสู่ศูนย์กลางเนื่องจากแรงโน้มถ่วงที่กระทำต่อร่างกาย ซึ่งมีลักษณะที่ไม่เหมือนกันในส่วนของอายุและเพศ ฐานรองรับน้ำหนักตัว คือพื้นที่ภายในขอบเขตระหว่างร่างกายกับพื้นผิวสัมผัส<sup>(53, 54)</sup> จากนั้นมีระบบประสาทสัมผัสต่าง ๆ ที่มีบทบาทในการทรงตัว รวมทั้งระบบทางสายตา การรับรู้ตำแหน่งในการเคลื่อนไหว การทำงานของระบบเวสติบูลลา และคำสั่งทำงานโดยการปรับระบบกล้ามเนื้อและกระดูกให้เข้ากับสภาวะที่เกิดขึ้น การทำงานร่วมกันของกล้ามเนื้อที่ใช้ในการทรงท่าของร่างกาย ที่ทำให้ร่างกายสามารถทรงตัวได้ ในทุกสถานการณ์<sup>(48, 54)</sup>

การควบคุมการทรงตัวประกอบไปด้วยการปรับการทรงท่า (postural orientation) และการควบคุมสมดุลการทรงท่า (postural equilibrium) โดย postural orientation คือการที่ร่างกายสามารถควบคุมศีรษะและลำตัว เพื่อให้ร่างกายอยู่ในฐานรองรับ ประกอบกับการใช้สายตา ส่วน postural equilibrium คือร่างกายสามารถควบคุมจุดศูนย์กลาง ให้อยู่ในฐานรองรับได้ และสามารถทำงานร่วมกันของร่างกายหลายด้าน<sup>(55)</sup>

#### 4.1 การปรับการทรงตัวต่อแรงรบกวนภายนอก (Reactive postural response)

เป็นกลไกการปรับตัวเพื่อตอบสนองต่อแรงรบกวนสมดุลโดยอาศัยกลไกการป้อนกลับ (feedback loop) จากระบบรับรู้ความรู้สึก การเปลี่ยนตำแหน่งที่เกิดขึ้นจากการที่มีแรงภายนอกมากระทำต่อร่างกาย จากนั้นระบบประสาทส่วนกลางจะส่งข้อมูลป้อนกลับที่ได้รับ และสั่งการตอบสนองต่อแรงรบกวนสมดุลซึ่งเกิดขึ้นได้ 2 ลักษณะ ได้แก่ in place response และ stepping response สำหรับ in place response เป็นการทรงตัวตอบสนองต่อแรงรบกวนสมดุลโดยไม่มีการขยายฐานรองรับแต่ใช้การเคลื่อนไหวเพื่อการทรงตัวอยู่ในฐานรองรับเดิม ซึ่งแบ่งได้เป็น 3 กลยุทธ์ ซึ่งระบบประสาทจะใช้กลยุทธ์ใดนั้นขึ้นอยู่กับลักษณะการเปลี่ยนตำแหน่งของจุดศูนย์ถ่วงของร่างกาย (1) การใช้ข้อเท้า (ankle strategy) เมื่อร่างกายเคลื่อนที่ออกนอก BOS เล็กน้อย จากนั้นจึงเกิดการเคลื่อนไหวในส่วนของกล้ามเนื้อและข้อเท้าที่ควบคุมการทรงตัวในทิศทางตรงข้ามกับทิศทางของการเปลี่ยนแปลงของแนวจุดศูนย์ถ่วงร่างกาย เพื่อให้เกิดสมดุลปกติ (2) การใช้ข้อสะโพก (hip strategy) เมื่อมีแรงภายนอกที่มีการเคลื่อนที่ที่แรงและรวดเร็วมากระทำ ทำให้ร่างกายให้ออกนอก BOS จึงไม่สามารถใช้ข้อเท้าในการรักษาสมดุลได้ จึงเปลี่ยนมาใช้ข้อสะโพก กล้ามเนื้อหน้าท้อง กล้ามเนื้อหน้าขา โดยการเคลื่อนไหวข้อสะโพกไปในทิศทางตรงกันข้ามเพื่อให้ร่างกายกลับมาสู่ตำแหน่งสมดุลใหม่อีกครั้ง และ (3) การผสมผสานระหว่างการใช้ข้อเท้าและข้อสะโพกเป็นจุดหมุน (mixed strategy)

สำหรับ stepping response เมื่อจุดศูนย์ถ่วงของร่างกายออกนอก BOS ซึ่งไม่สามารถใช้ข้อเท้า และข้อสะโพก มาปรับการทรงตัวได้ จึงตอบสนองด้วยการก้าวขาออกไปในทิศทางต่าง ๆ เพื่อเป็นการเปลี่ยน BOS ให้สามารถทรงตัวได้<sup>(54)</sup>

#### 4.2 ปัจจัยกำหนดรูปแบบการปรับการทรงตัวต่อแรงรบกวนภายนอก

ปัจจัยที่ส่งผลต่อรูปแบบการปรับการทรงตัวต่อแรงรบกวนภายนอก ได้แก่

ปัจจัยภายใน เช่น ความบกพร่องของระบบประสาทรับรู้ความรู้สึก<sup>(54)</sup> ความกลัว การล้ม ความแข็งแรงของกล้ามเนื้อ การควบคุมการทรงตัวแบบรู้ล่วงหน้าและการเปลี่ยนท่า และการปรับการรับรู้ความรู้สึก การทราบข้อมูลเหล่านี้ช่วยในการอภิปรายผลการศึกษาถึงความสามารถในการปรับการทรงตัวต่อแรงรบกวนภายนอกในผู้ป่วย DPN และ DM

ปัจจัยภายนอก ได้แก่ (1) เป้าหมายของงานที่ทำ เช่น การยืนทรงตัว หรือการเคลื่อนที่ (2) สิ่งแวดล้อม บริเวณที่มีด บริเวณที่มีความสว่าง พื้นราบ พื้นยวบ (3) ท่าทางเริ่มต้นของร่างกาย เป็นตัวกำหนดรูปแบบของการตอบสนอง เช่น ท่ายืน ท่านั่ง รูปแบบการตอบสนองจึงมีความแตกต่างกันออกไป (4) ความแคบ ความกว้างของฐานรองรับ ลักษณะการตอบสนองก็จะ

แตกต่างกันออกไป ถ้าฐานรองรับมีความแคบจะทำให้กล้ามเนื้อทำงานหนักกว่าการมีฐานรองรับที่กว้างกว่า (5) ลักษณะของแรงที่มากระทำ ในเชิงปริมาณ ทิศทาง ความเร็ว และ (6) ความสัมพันธ์ของปริมาณและความเร็วในการเคลื่อนที่ของ Center of Mass (CoM) ที่เปลี่ยนไปกับเขตของฐานรองรับเบื้องต้น<sup>(56)</sup> หากปัจจัยภายนอกในด้านองค์ประกอบของท่าทางเริ่มต้นและลักษณะของแรงภายนอกที่มากระทำแตกต่างกันทำให้การตอบสนองแตกต่างกัน ดังนั้นหากไม่ควบคุมให้เหมือนกันในการตรวจแต่ละครั้งอาจทำให้ผลการประเมินความสามารถทางทรงตัวในด้านนี้แตกต่างกันได้แม้จะตรวจในผู้ป่วยคนเดียวกันและตรวจในเวลาใกล้เคียงกัน

#### 4.3 การตรวจประเมินการทรงตัว

โรคเบาหวานพบได้บ่อยในผู้สูงอายุที่มีอายุตั้งแต่ 65 ปีขึ้นไป DM มีความสัมพันธ์กับโรคอ้วน รวมถึงมีภาวะเนื้องอก<sup>(55)</sup> โรคเบาหวานก่อให้เกิดโรคร่วมหลายอย่าง การศึกษาที่ผ่านมาพบว่าผู้สูงอายุที่เป็น DM ชนิดที่ 2 มากกว่า 10 ปี<sup>(57)</sup> มีอาการทาง polyneuropathy มีความบกพร่องในการรับรู้สัมผัสที่เท้า ส่งผลให้การควบคุมปฏิกิริยาการตอบสนองต่อการทรงตัวน้อยลง ซึ่งเป็นปัญหาที่สำคัญในผู้สูงอายุ<sup>(58)</sup> เพราะฉะนั้นการประเมินความเสี่ยงในการหกล้มในประชากรกลุ่มนี้จึงมีความสำคัญ ซึ่งสามารถแบ่งออกได้ดังนี้

**การตรวจด้วยเครื่องมือทางห้องปฏิบัติการ** ในปัจจุบัน 2 กลุ่ม ได้แก่ การตรวจวัดและวิเคราะห์การเคลื่อนที่ของจุดศูนย์กลางแรงกดฝ่าเท้า และความแรงในการเคลื่อนที่ของร่างกาย

การวิเคราะห์การเคลื่อนที่ของจุดศูนย์กลางแรงกดที่ฝ่าเท้า นิยมทำโดยใช้ชุดอุปกรณ์ที่มีชื่อว่า computerized posturography ซึ่งประกอบไปด้วยเซนเซอร์ตรวจวัดแรงกดที่ฝ่าเท้า (force sensor) คอมพิวเตอร์ และซอฟต์แวร์เฉพาะสำหรับวิเคราะห์การทรงตัวจากลักษณะการเคลื่อนที่ของจุดศูนย์กลางแรงกดที่ฝ่าเท้า มีการนำเครื่องมือดังกล่าวมาใช้ตรวจประเมินการทรงตัวของผู้ป่วย DM และ DPN<sup>(18, 59)</sup>

การทรงตัวโดยวิเคราะห์ความแรงในการเคลื่อนที่ สามารถทำได้โดยใช้ The waist-mounted spring scale ซึ่งเป็นเครื่องมือที่สามารถประเมินการทรงตัว เมื่อถูกรบกวนจากแรงภายนอก การวิจัยก่อนหน้านี้ได้มีการนำเครื่องมือดังกล่าวมาใช้ตรวจสอบการทรงตัวในผู้สูงอายุที่เป็น DM และมีความเสี่ยงในการหกล้ม<sup>(60)</sup>

**แบบประเมินทางคลินิก** ผู้ประเมินตัดสินใจให้คะแนนตามเกณฑ์ของแต่ละแบบประเมิน แบบประเมินที่นิยมใช้ได้แก่ Berg balance Scale (BBS), Timed Up and Go Test

(TUG) ,Functional Reach Test, Balance Evaluation Systems Test (BESTest), Mini BESTest (60, 61)

**Berg Balance Scale (BBS)** การประเมินการทรงตัว มีทั้งหมด 14 กิจกรรม ระดับการให้คะแนน 0 ถึง 4 คะแนน คะแนนที่ได้สำหรับแต่ละกิจกรรมขึ้นอยู่กับสิ่งที่อาสาสมัครทำได้ในขณะนั้น และระดับการต้องการความช่วยเหลือ ระยะเวลาที่ใช้รวม 56 คะแนน แบบประเมินนี้มีความค่า validity และ reliability อยู่ในเกณฑ์ดี โดยผู้ที่ได้คะแนนการทดสอบน้อยกว่า 45 คะแนน แสดงว่าเสี่ยงที่จะหกล้มสูง<sup>(61)</sup>

**Timed Up and Go Test (TUG)** การประเมินการทรงตัวขณะเคลื่อนไหว (TUG test) เป็นการทดสอบการเคลื่อนไหวในรูปแบบกิจกรรม ที่ถูกพัฒนาขึ้นในปี ค.ศ. 1991<sup>(62)</sup> โดยทำการทดสอบวัด ความเร็วในการทำกิจกรรม ซึ่งมีตั้งแต่ การนั่ง ลูกเขยยืน เดินหมุนตัว มีค่า inter-rater reliability และค่า test-retest reliability อยู่ในเกณฑ์ดีมาก (ICC = 0.97-0.99) เป็นการทดสอบการทรงตัวโดยการจับเวลา (หน่วยเป็นวินาที) เริ่มตั้งแต่ให้อาสาสมัครลุกขึ้นยืน จากเก้าอี้ และเดินด้วยความเร็วปกติเป็น ระยะทาง 3 เมตร แล้วหมุนตัวจากนั้นมานั่งที่เก้าอี้ โดยขณะเดินให้สวมรองเท้าที่เคยสวม ทำการทดสอบ 2 รอบ แล้วหาเวลาเฉลี่ย การทดสอบ TUG เป็นการทดสอบ ใช้ได้ง่ายไม่เสียเวลา เหมาะกับผู้สูงอายุในชุมชน<sup>(61)</sup>

**Active Dynamic Standing** ใช้เพื่อทดสอบการทรงตัวในขณะที่ยืนร่วมกับการถ่ายน้ำหนัก เช่น Functional Reach Test เป็นการทดสอบสมดุกลการทรงตัวด้วยการเอื้อมมือ (functional reach test) เป็นการทดสอบการทรงตัว ขณะเคลื่อนไหวที่นิยมใช้ทางคลินิกพัฒนาขึ้น โดย Duncan และคณะในปี ค.ศ. 1990<sup>(63)</sup> ซึ่งจะทำการทดสอบโดยวัดระยะทางที่มากที่สุดขณะเอื้อมมือไป ช้างหน้าโดยไม่เสียสมดุกลการทรงตัวหรือการก้าวเท้า อุปกรณ์ในการวัดง่ายและเหมาะสมที่จะใช้ทางคลินิก

**Activities-specific and Balance Confidence (ABC) scale** เป็นแบบทดสอบความมั่นใจในการทรงตัวขณะทำกิจกรรม ครอบคลุมบริบทด้านสภาพแวดล้อม เป็นแบบทดสอบที่สามารถประเมินได้ด้วยตนเองหรือจากการถูกสัมภาษณ์ แบบทดสอบนี้สามารถใช้ในผู้ป่วยได้หลายประเภท เช่น ผู้สูงอายุในชุมชนและในสถานที่พักฟื้น<sup>(64, 65)</sup> ผู้ป่วยกระดูกพรุน<sup>(66)</sup> แบบประเมินเป็นแบบคำถามปลายปิด มีทั้งหมด 16 ข้อคำถาม (ภาคผนวกที่ 3) แต่ละข้อคำถามมีคะแนน 0-100 คะแนน 0 คะแนน คือ ไม่มั่นใจในการทรงตัวเลย และ 100 คือ มั่นใจในการทรงตัวมาก โดยระดับคะแนนจะแบ่งเป็น 3 ระดับ คือ ระดับมาก (80 คะแนนขึ้นไป) ระดับปานกลาง (50-80 คะแนน) และระดับน้อย (น้อยกว่า 50 คะแนน)<sup>(67)</sup> หากระดับคะแนนน้อยกว่า 67 คะแนน

สามารถทำนายว่าผู้สูงอายุมีโอกาสหกล้มได้ในอนาคต<sup>(68)</sup> และนอกจากนี้ยังมีฉบับภาษาไทยที่แปลข้ามวัฒนธรรม มีค่า test retest reliability ของข้อคำถามทั้งหมด ค่า ICC เท่ากับ 0.99 (95%CI=0.98-0.99) มีค่า test retest reliability ในผู้สูงอายุระดับดีเยี่ยม มีค่า test retest reliability ของข้อคำถามแยกรายข้อ ค่า ICC ช่วงตั้งแต่ 0.79-0.96 แสดงให้เห็นว่ามีค่า reliability ระดับดีเยี่ยม มีการแปลปรับตามหลักเกณฑ์ของ WHO และมีค่า test-retest reliability ระดับดีเยี่ยมในผู้สูงอายุ<sup>(69)</sup> มีพาดานสำหรับการให้คะแนนสูง คนที่มีความมั่นใจไม่สมบูรณ์จะทำคะแนนได้ไม่เต็ม (พบ ceiling effect น้อย)

**แบบประเมิน BESTest (Balance Evaluation Systems Test)** เป็นแบบประเมินที่สามารถตรวจการทรงตัวได้อย่างครอบคลุมในทุกด้านของปัญหาที่มารบกวนการทรงตัว สามารถใช้ประเมินการหกล้มว่ามีโอกาสเสี่ยงในการหกล้มหรือไม่ มีการปรับปรุงแบบประเมินเพื่อให้ครบองค์ประกอบ มีทั้งหมด 6 หัวข้อ ดังนี้ ข้อจำกัดทางชีวกลศาสตร์ ข้อจำกัดความมั่นคง และการรักษาตัวให้อยู่ในแนวตรง การเปลี่ยนท่าหรือการคาดการณ์ ปฏิบัติการในการตอบสนองของการรับรู้ความรู้สึก การปรับการรับรู้ความรู้สึก และความมั่นคงในขณะเดิน ซึ่งมีแบบทดสอบทั้งหมด 27 ข้อ (ตารางที่ 1) คะแนนรวมมีทั้งหมด 108 คะแนน คิดคะแนนเป็นเปอร์เซ็นต์จากข้อย่อยทั้งหมด นอกจากนี้ยังมีคะแนนจากข้อย่อยทั้งหมดแบ่งเป็น 4 ตามข้อคำถาม คือตั้งแต่ 0,1,2,3 ตามลำดับ เมื่อนำไปใช้ประเมินในผู้สูงอายุที่เป็น DM ชนิดที่ 2 มีค่า intrarater reliability และ inter-rater reliability ซึ่งจัดอยู่ในเกณฑ์ดีเยี่ยม<sup>(70)</sup> โดยมีค่า test-retest reliability (ICC อยู่ที่ 0.91)<sup>(17)</sup> ค่า Sensitivity = 68% และ Specificity = 71%<sup>(13)</sup> แบบประเมิน BESTest มีค่า Test-retest reliability ทั้งจากคะแนนรวม (total score) และ คะแนนของแต่ละด้านในการทดสอบ (domain scores) แบบประเมินนี้จึงนำมาใช้งานแบบแยกส่วนตามหัวข้อการประเมินได้<sup>(17)</sup>

จากตารางที่ 1 จะเห็นได้ว่าแบบประเมิน BESTest มีหัวข้อการประเมินครบถ้วนทุกด้านของการควบคุมการทรงตัว รวมถึงด้านการปรับการทรงต่อแรงรบกวนภายนอก ที่มีข้อย่อยในการประเมินครอบคลุมทั้งการตอบสนองอยู่กับที่ (in place response) และการก้าวชดเชย (stepping response)

ตาราง 1 แสดงหัวข้อการประเมิน BESTest (Balance Evaluation Systems Test)

ส่วนที่	หัวข้อหลักการประเมิน	หัวข้อการประเมิน
1	ข้อจำกัดทางชีวกลศาสตร์ (Biomechanical Constraints)	1.ฐานรองรับน้ำหนัก 2.แนวของจุดกลางมวล 3.ความแข็งแรงขององศาของข้อเท้า 4.ความแข็งแรงของสะโพก/ลำตัวด้านข้าง 5.นั่งบนพื้นและยืนขึ้น
2	ขีดจำกัดความมั่นคง (Stability Limits/Verticality)	6.นั่งตัวตรงและเอียงตัวไปด้านหน้า 7.การเอื่อมไปด้านหน้า 8.การเอื่อมไปด้านข้าง
3	การประเมินกลไกการควบคุมการเปลี่ยนท่า(Anticipatory Postural Adjustment)	10.ยืนเขย่งบนปลายเท้า 11.ยืนขาข้างเดียว 12.ก้าวเท้าแตะสลับชั้นบันได 13.ยืนยกแขนขึ้น
4	การปรับการทรงตัวต่อแรงรบกวนภายนอก (Postural Response)	14.การตอบสนองอยู่กับที่-ด้านหน้า 15.การตอบสนองอยู่กับที่-ด้านหลัง 16.การก้าวชดเชยที่ถูกต้อง-ด้านหน้า 17.การก้าวชดเชยที่ถูกต้อง-ด้านหลัง 18.การก้าวชดเชยที่ถูกต้อง-ด้านข้าง
5	การปรับการรับรู้ความรู้สึก (Sensory Orientation)	19. การผสมผสานการรับรู้ความรู้สึกเพื่อการทรงตัว (Modified CTSIB) 20. ยืนบนทางลาดเอียง – หลับตา

ส่วนที่	หัวข้อหลักการประเมิน	หัวข้อการประเมิน
6	ความมั่นคงในการเดิน (Balance during gait)	21. การเดิน-พื้นผิวระดับเท่ากัน 22. การเปลี่ยนความเร็วในการเดิน 23. เดินร่วมกับหันศีรษะ-แนวนอน 24. เดินแล้วหมุนตัวกลับหลังหัน 25. เดินก้าวข้ามสิ่งกีดขวาง 26. TIMED "GET UP & GO" 27. TIMED "GET UP & GO" พร้อม กับ งานที่สอง

**แบบประเมิน Mini-BESTest (Mini-Balance System Test)** เป็นการทดสอบการทรงตัวขณะที่มีการเคลื่อนไหว ได้ปรับปรุงมาจากแบบประเมิน BESTest และย่อส่วนลงเหลือ 4 องค์ประกอบ ได้แก่ กลไกการควบคุมการทรงตัวแบบรู้ล่วงหน้า (3 ข้อ) การปรับการทรงตัวต่อแรงรบกวนภายนอก (3 ข้อ) การรับรู้ความรู้สึกเพื่อกำหนดตำแหน่ง (3 ข้อ) และการเคลื่อนไหว ขณะเดิน (5 ข้อ) (ตารางที่ 2) โดยเกณฑ์การประเมินแบ่งเป็น 3 ระดับคะแนน โดย 0 คะแนน คือ ทำได้ไม่ครบองค์ประกอบ และ 2 คะแนน คือ ทำได้ทุกอย่าง มีคะแนนเต็ม 28 คะแนน มีฉบับที่แปลเป็นภาษาไทยและผ่านการหาค่าความน่าเชื่อถือแล้ว<sup>(70, 71)</sup> ซึ่งนำไปใช้ครั้งแรกในผู้ป่วยโรคหลอดเลือดสมอง มีค่า reliability อยู่ในระดับดีเยี่ยม<sup>(71, 72)</sup> ซึ่งนำไปใช้กับกับผู้ป่วยกลุ่มแรกคือผู้ป่วยโรคหลอดเลือดสมอง พบว่ามีค่า reliability ในระดับดีเยี่ยม<sup>(73)</sup> นอกจากนี้ ยังนำไปใช้กับผู้ป่วยในโรคต่าง ๆ เช่น ผู้ป่วยโรคเบาหวาน<sup>(13)</sup> ผู้ป่วยโรคปอดอุดกั้นเรื้อรัง<sup>(74)</sup> และนำไปใช้ในผู้ที่มีปัญหาการทรงตัวอื่น ๆ<sup>(75)</sup> มีค่า reliability ค่า inter-rater reliability อยู่ที่ 0.95 และ ค่า test retest reliability อยู่ที่ 0.85<sup>(70)</sup> ค่า sensitivity = 68-78% และ specificity อยู่ที่ 68-74%<sup>(75)</sup>

แม้แบบประเมิน Mini-BESTest จะมีการประเมินการทรงตัวของทุกองค์ประกอบ รวมถึงการปรับการทรงตัวต่อแรงรบกวนภายนอก แต่ไม่มีหัวข้อการประเมินการตอบสนองอยู่กับที่ต่างจาก postural response domain ที่อยู่ในแบบประเมิน BESTest ที่ครอบคลุมการทดสอบการปรับตัวต่อแรงรบกวนภายนอกในทุกรูปแบบ

ตาราง 2 แสดงหัวข้อการประเมิน Mini-BESTest (Mini-Balance System Test)

การประเมินกลไก	การปรับการทรงตัว	การทำงาน ของ	การเคลื่อนไหวขณะเดิน
การควบคุมการทรง	ต่อ แร ง ร บ ก ว น	ระบบรับรู้ลึก	
ตัวแบบรู้ลู่วงหน้า	ภายนอก	เพื่อกำหนดตำแหน่ง	
และการเปลี่ยนท่า		ของร่างกาย	
1) นั่งไปยืน	4) การก้าวชดเชยที่	7) ยืน ลี ม ตา พื้น	10) การเปลี่ยนความเร็ว
2) ยืนเขย่งปลายเท้า	ถูกต้องด้านหน้า	มั่นคง (เท้าชิดกัน)	ในการเดิน
3) ยืนบนขาข้างเดียว	5) การก้าวชดเชยที่	8) ยืนหลับตาบนพื้น	11) เดินร่วมกับหันศีรษะ
	ถูกต้องด้านหลัง	โฟม (เท้าชิดกัน)	แนวนอน
	6) การก้าวชดเชยที่	9) ยืนบนทางลาด	12) เดินแล้ว หมุน ตัว
	ถูกต้องด้านข้าง	เอียง - หลับตา	กลับหลังหัน
			13) ก้าวข้ามสิ่งกีดขวาง
			14) TIMED UP & GO
			พร้อมกับงานที่สอง

#### 4.4 งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการปรับการทรงตัวต่อแรงรบกวนภายนอก

การศึกษาของ Baek JH (2018) ได้ศึกษาการเปรียบเทียบ การแกว่งของลำตัว เมื่ออยู่ในท่าคงที่และท่าเคลื่อนไหวของผู้ป่วย DPN ร่วมกับประเมินหาความสัมพันธ์ระหว่างความรุนแรงของระบบประสาทอัตโนมัติและความไม่มั่นคงในการทรงตัวของผู้ป่วย DPN จากนั้นจะถูกบันทึกอาการทั่วไปที่มีผลการศึกษานำกระแสประสาทผิดปกติและความไม่มั่นคงในการทรงตัว และได้รับการประเมินโดยใช้ posturography พบว่าผู้ป่วย DPN ในระดับความรุนแรงที่ระดับปานกลาง และระดับรุนแรงมีความสัมพันธ์กันกับการทรงตัวที่ไม่มั่นคง<sup>(76)</sup>

Ernandes และคณะ (2020) ได้ศึกษาผลของ DPN ต่อความสมดุลของท่าทาง และคุณภาพชีวิตของผู้สูงอายุชาวบราซิล โดยศึกษาในผู้ป่วย DM ชนิดที่ 2 ในกลุ่ม DM และ DPN เพศชายและเพศหญิงที่มีอายุ 60-79 ปี โดยแบ่งออกเป็น 3 กลุ่ม กลุ่มผู้ป่วยสุขภาพดี กลุ่ม DM และกลุ่ม DPN พบว่ากลุ่ม DM และ กลุ่ม DPN มีคะแนนรวม BESTest (total score) พบว่ามีเพียงคะแนนในด้านข้อจำกัดทางชีวกลศาสตร์ ในกลุ่ม DPN มีคะแนนต่ำกว่าใน กลุ่ม DM ส่วนคะแนนการปรับการทรงตัวต่อแรงรบกวนภายนอก ไม่ต่างกันระหว่างกลุ่ม แต่ระดับคะแนนต่ำกว่าระดับ

คะแนนเต็มในทุกกลุ่ม จากการศึกษาชี้ให้เห็นว่า ผู้สูงอายุกลุ่ม DPN มีสมรรถภาพทางกาย และสมดุลีในการทรงตัวลดลง <sup>(18)</sup>

ในปี ค.ศ.2021 <sup>(19)</sup> มีการทดสอบการทรงตัว ในผู้ป่วย DM พบว่ามีความบกพร่องในด้าน การปรับการทรงตัวต่อแรงรบกวนภายนอกเมื่อเทียบกับคนปกติในวัยเดียวกัน แต่ไม่ทราบแน่ชัดว่า อาสาสมัครมีภาวะปลายประสาทเสื่อมหรือไม่ เนื่องจากในการศึกษานี้ไม่มีการรายงานถึงการก้าวขดเขยในทิศทางต่าง ๆ จึงทำให้ไม่สามารถนำข้อมูลดังกล่าวมาอธิบายถึงประสิทธิภาพของการปรับการทรงตัวต่อแรงรบกวนภายนอกในผู้ป่วย DPN และ DM



### บทที่ 3 ระเบียบวิธีการวิจัย

#### รูปแบบโครงการวิจัย

การศึกษานี้เป็นการศึกษาเชิงสำรวจแบบภาคตัดขวาง (observational research cross-sectional study)

#### อสาสมัครงานวิจัย

การศึกษานี้จะเก็บข้อมูลในอาสาสมัคร 2 กลุ่ม ได้แก่ผู้ป่วย DPN และ DM โดยทั้งสองกลุ่มจะต้องมีคุณสมบัติตามเกณฑ์การคัดเลือก และคัดออกต่อไปนี้

##### เกณฑ์การคัดเลือก

1. ผู้มีอายุระหว่าง 60 ปีขึ้นไป ที่มารับบริการที่คลินิกพิเศษ โรงพยาบาลพนมดงรัก เฉลิมพระเกียรติ ๘๐ พรรษา อำเภอพนมดงรัก จังหวัดสุรินทร์
2. เป็นโรคเบาหวานชนิดที่ 2 โดยการวินิจฉัยจากแพทย์
3. เดินได้ด้วยตนเองโดยไม่ต้องใช้เครื่องช่วยเดิน
4. สื่อสารและทำตามคำสั่งได้
5. เต็มใจและยินยอมเข้าร่วมงานวิจัย

##### เกณฑ์การคัดออก

1. มีแผลเปิดที่เท้า เคยถูกตัดนิ้วเท้าและเท้า
2. มีระดับน้ำตาลในเลือดต่ำหรือสูงเกิน (ค่าน้ำตาลต่ำกว่า 70 มก./ดล ค่าน้ำตาลสูงมากกว่า 300 มก/ดล)<sup>(77)</sup>
3. รับประทานยาที่มีผลทำให้มีอาการเวียนศีรษะ สูญเสียการทรงตัวระหว่างวัน หลังจากรับประทานยา เช่น ยาอินซูลิน ยาในกลุ่มซัลโฟนิลยูเรีย<sup>(28)</sup>
4. มีปัญหาการสื่อสาร
5. ได้รับการวินิจฉัยว่าเป็นโรคทางระบบประสาท เช่น โรคหลอดเลือด เลือดสมอง โรคพาร์กินสัน
6. มีโรคทางระบบกระดูกและกล้ามเนื้อของขาและหลัง เช่น โรคข้อเข่าเสื่อมขั้นรุนแรง กระดูกหัก ที่มีผลในการยืนทรงตัว
7. ผู้ที่มีอาการชาจากโรคทางกระดูกและกล้ามเนื้อหรืออาการชาจากโรคอื่น ๆ
8. มีปัญหาเรื่องสายตาที่แก้ไขด้วยแว่นสายตาไม่ได้ มีผลในการทรงตัวขณะยืนเดิน

สำหรับผู้ป่วยเบาหวานกลุ่ม DPN ผู้วิจัยทำการคัดกรองด้วยแบบประเมิน MSNI และการตรวจร่างกายด้วย Monofilament ซึ่งทั้งสองส่วนนี้เป็นการคัดกรองภาวะปลายประสาทเสื่อมโดยใช้เครื่องมือทางคลินิก 2 ชนิดควบคู่กัน เพื่อให้ได้ผลการวัดภาวะปลายประสาทเสื่อมที่มีความน่าเชื่อถือ<sup>(78)</sup> ทั้งนี้กลุ่ม DPN ต้องเป็นผู้ที่มีคะแนนคัดกรอง MSNI น้อยกว่า 7 คะแนน<sup>(39)</sup> (ภาคผนวกที่ 2) และมีผลการตรวจจากโมโนฟิลาเมนต์เป็นผลบวก<sup>(44)</sup> (ภาคผนวกที่ 4)

### ขนาดตัวอย่างตัวอย่าง

จากการคำนวณขนาดตัวอย่างงานวิจัยนี้ได้ใช้การคำนวณตัวอย่าง จากข้อมูลของการศึกษาก่อนหน้าที่ศึกษาในตัวแปรที่ใกล้เคียงกัน และคำนวณตามหลักการทั่วไปของการเปรียบเทียบระหว่างกลุ่ม โดยวิธีการแรก การคำนวณตัวอย่างจากการศึกษาก่อนหน้าที่ใกล้เคียงกัน โดยนำผลลัพธ์กลุ่ม DPN และ DM ของค่าเฉลี่ย (mean) 13.05, 12.05 และค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (SD) 3.1, 2.7 ของตัวแปรการปรับการทรงตัวต่อแรงบวกรายนอก มาใช้ในการคำนวณ ได้จำนวนตัวอย่างกลุ่มละ 1,084 คน จำนวน 2 กลุ่ม รวม 2,168 คน<sup>(79)</sup> ซึ่งเป็นจำนวนที่มากเกินไปที่จะสามารถเก็บข้อมูลได้ในพื้นที่เป้าหมายและในเวลาที่กำหนด

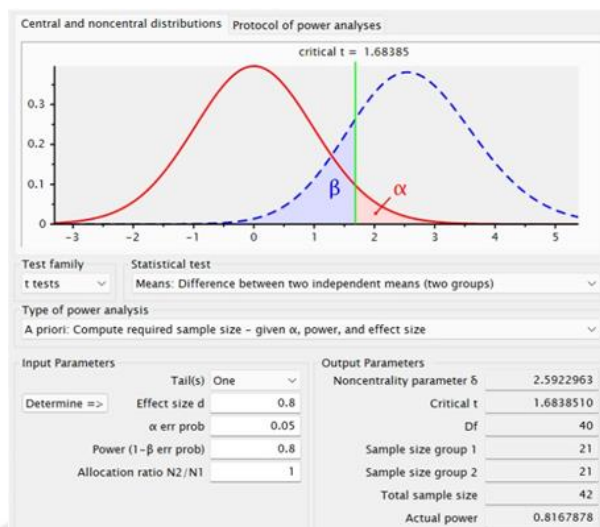
การคำนวณขนาดกลุ่มตัวอย่างโดย ตัวอย่าง โดยอาศัยหลักการพื้นฐานในการกำหนด effect size สำหรับการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยระหว่างกลุ่ม<sup>(80, 81)</sup> และคาดว่าจะพบความแตกต่างระหว่างกลุ่มที่มาก (large effect size) และใช้โปรแกรม G\*power ในการคำนวณ ซึ่งกำหนด effect size 0.8 (Large effect size), power 80 %,  $\alpha = 0.05$  ทำให้ได้ขนาดตัวอย่างกลุ่มละ 21 คน ซึ่งเป็นตัวอย่าง ดังนั้น การศึกษานี้จึงกำหนดขนาดตัวอย่าง ในผู้สูงอายุกลุ่ม DPN และ DM กลุ่มละ 21 คน รวมทั้งหมด 42 คน

### สูตรคำนวณตัวอย่าง

$$n_1 = \frac{(z_{1-\frac{\alpha}{2}} + z_{1-\beta})^2 \left[ \sigma_1^2 + \frac{\sigma_2^2}{r} \right]}{\Delta^2}$$

$$r = \frac{n_2}{n_1}, \Delta = \mu_1 - \mu_2$$

ภาพประกอบ 2 สูตรคำนวณตัวอย่าง



ภาพประกอบ 3 การคำนวณกลุ่มตัวอย่าง จากโปรแกรม G\*Power

### การขอจริยธรรมวิจัย

การศึกษาวินิจฉัยครั้งนี้ได้ผ่านการพิจารณาโดยคณะกรรมการจริยธรรมในมนุษย์ผ่านทางสำนักงานสาธารณสุขจังหวัดสุรินทร์ เอกสารรับรองเลขที่ 5/2565 (ภาคผนวกที่ 6)

### เครื่องมือและวัสดุที่ใช้ในการวิจัย

การวิจัยนี้มีเครื่องมือ 7 รายการประกอบไปด้วย

1. แบบคัดกรองที่เป็นส่วนหนึ่งของ Michigan Neuropathy Screening Instrument (MNSI) ใช้คัดกรองภาวะความบกพร่องของระบบประสาทส่วนปลายในผู้ป่วยโรค DM เป็นแบบประเมินที่มี ค่า sensitivity และ specificity สูง ทำการสอบถามด้วยการซักประวัติด้วยถาม 15 ข้อ การซักประวัติมีเกณฑ์ผ่าน อยู่ที่ 7 คะแนน ถ้ามีคะแนนมากกว่าหรือเท่ากับ 7 ถือว่ามีปัญหาระบบประสาทส่วนปลาย<sup>(82)</sup>

2. Semmes-Weinstein monofilament test (SWMT) ใช้ในการประเมินความรู้สึกที่ฝ่าเท้า เป็นการการตรวจคัดกรองมีความสำคัญในการวินิจฉัยภาวะ DPN ในระยะเริ่มต้น เป็นอุปกรณ์ที่ทำจากใยไนลอน ขนาดมีค่าแรงกดมาตรฐาน 5.07 10 กรัม โดยทั่วไปสามารถรับความรู้สึกว่ามี เมื่อนำโมโนฟิลาเมนต์ไปสัมผัสที่เท้าเฉพาะที่จุนโมโนฟิลาเมนต์ เริ่มงอ การประเมินความรู้สึกของเท้า ตรวจการสูญเสียการรับความรู้สึกที่บริเวณฝ่าเท้าในตำแหน่งข้างละ 4 ตำแหน่งตาม ADA (American Diabetic Association) ความรู้สึกของเท้า<sup>(44)</sup> (ภาคผนวกที่ 4)

3. เครื่องมือการประเมินการปรับการทรงตัวต่อแรงรบกวนภายนอก การวิจัยนี้จะทำการประเมินความสามารถของอาสาสมัคร ในด้านการปรับการทรงตัวต่อแรงรบกวนภายนอก โดยใช้หัวข้อการประเมิน postural response ที่เป็นส่วนหนึ่งของแบบประเมิน BESTest (หัวข้อที่ 14-18) หัวข้อนี้มีรายการประเมิน (items) ทั้งหมด 6 รายการ ได้แก่ (14) การตอบสนองอยู่กับที่-ด้านหน้า (15) การตอบสนองอยู่กับที่-ด้านหลัง (16)การก้าวชดเชยที่ถูกต้อง-ด้านหน้า (17) การก้าวชดเชยที่ถูกต้อง-ด้านหลัง (18) การก้าวชดเชยที่ถูกต้อง-ด้านข้างซ้าย (18)การก้าวชดเชยที่ถูกต้อง-ด้านข้างขวา<sup>(17)</sup> แต่ละข้อมีเกณฑ์การให้คะแนน ซึ่งแบ่งตามลักษณะการตอบสนองต่อแรงรบกวนภายนอก จากระดับต่ำสุด ไม่พบการตอบสนอง เท่ากับ 0 คะแนน และตอบสนองได้อย่างมีประสิทธิภาพ เท่ากับ 3 คะแนน ซึ่งคะแนนรวมสูงสุดเท่ากับ 18 คะแนน ซึ่งในแบบประเมินมีคำอธิบายเกณฑ์การให้คะแนนในแต่ละระดับอย่างชัดเจน รวมถึงมีคำแนะนำสำหรับผู้ทดสอบ และสำหรับการชี้แจงให้อาสาสมัครปฏิบัติตาม การศึกษานี้ใช้แบบประเมิน BESTest ฉบับภาษาไทย (ภาคผนวกที่ 5) ซึ่งเป็นฉบับที่มีค่า reliability สูง (ICC อยู่ที่ 0.91)<sup>(17)</sup> ค่า sensitivity = 68% และ specificity=71%<sup>(13)</sup>

#### 4. เครื่องมือวัดปัจจัยที่เกี่ยวข้องกับการปรับการทรงตัวต่อแรงรบกวนภายนอก

เนื่องด้วยมีปัจจัยต่าง ๆ ที่มีส่วนเกี่ยวข้องกับประสิทธิภาพของ การปรับการทรงตัวต่อแรงรบกวนภายนอก (postural response domain) เช่น ความแข็งแรงกล้ามเนื้อ การผสมผสานการรับรู้ความรู้สึกเพื่อการทรงตัว ความไวในการเคลื่อนไหว และความกลัวการล้ม ดังนั้น การศึกษานี้จึงจะทำการเก็บข้อมูลปัจจัยดังกล่าวเพื่อใช้เป็นตัวแปรรองสำหรับการอธิบายผลการศึกษาลึก

4.1 แบบประเมินข้อจำกัดทางชีวกลศาสตร์ (biomechanical constraints) ซึ่งเป็นส่วนหนึ่งของแบบประเมิน BESTest ความแข็งแรงของกล้ามเนื้อ อยู่ในหัวข้อการประเมินที่ 3 ความแข็งแรงและองศาของข้อเท้า อยู่ในหัวข้อที่ 4 ความแข็งแรงของสะโพก/ลำตัวด้านข้าง แต่ละข้อมีเกณฑ์การให้คะแนน ซึ่งแบ่งตามระดับข้อจำกัดทางชีวกลศาสตร์จาก ข้อจำกัดมาก 0 คะแนน และไม่มีข้อจำกัด 3 คะแนน ในการประเมิน ความแข็งแรงและองศาของข้อเท้า ผู้วิจัยแจ้งให้ผู้ปวญวางปลายนิ้วไว้ในมือของผู้ทดสอบเพื่อคอยพยุงในขณะยืนเขย่งเท้าให้สูงที่สุด จากนั้นให้ยืนบนส้นเท้าสังเกตความสูงของส้นเท้าและการยกปลายเท้า สำหรับการประเมิน ความแข็งแรงของสะโพก/ลำตัวด้านข้าง โดยให้ผู้ปวญวางปลายนิ้วมือไว้ในมือของผู้ทดสอบ จากนั้นให้กางขาไปด้านข้างลอยพ่นพ่นพร้อมกับเข่าตรง ค้างไว้ 10 วินาที และพยายามให้รักษาลำตัวให้ตรงขณะที่กางขาออกไป

4.2 ประเมินการผสมผสานการรับรู้สัมผัสเพื่อการทรงตัว (sensory integration for balance) แบบประเมินการปรับการรับรู้สัมผัส โดยใช่ (sensory orientation domain) ในแบบประเมิน BESTest ซึ่งประกอบไปด้วยการยืน 4 สถานการณ์ การยืนบนพื้นมั่นคง การยืนบนพื้นโฟมหนา 4 นิ้ว ทั้งในท่าหลังตา และล้มตา แต่ละเงื่อนไขมีเกณฑ์การให้คะแนน จากระดับต่ำสุดทรงตัวไม่ได้ เท่ากับ 0 คะแนน และระดับสูงสุดคือยืนทรงตัวมั่นคงครบ 30 วินาที ได้ 3 คะแนน ซึ่งคะแนนรวมจาก 4 สถานการณ์ สูงสุดเท่ากับ 12 คะแนน การทดสอบทำโดยแจ้งให้อาสาสมัคร ยืนเท้าชิดกันจนเกือบจะสัมผัสกัน วางมือบนสะโพก มองตรงไปข้างหน้า พยายามทรงตัวให้ได้ บันทึกเวลาในแต่ละเงื่อนไขได้สูงสุด 30 วินาที ทำซ้ำถ้ายืนได้น้อยกว่า 30 วินาที และบันทึกการทดสอบทั้งสองครั้งเพื่อเป็นค่าเฉลี่ย

4.3 ประเมินความไวในการเคลื่อนไหว โดยใช้ท่าทดสอบ ก้าวขาแตะสลับขึ้นบันได จาก แบบประเมิน BESTest หัวข้อที่ 12 ซึ่งการทดสอบใช้บันไดที่มีความสูง 6 นิ้ว โดยให้ผู้ป่วย วางมือไว้บนสะโพกใช้บริเวณส่วนปลายของฝ่าเท้าแตะแต่ละข้าง แตะด้านบนของบันไดสลับกันทำไปเรื่อย ๆ จนกว่าเท้าแต่ละข้างจะแตะบันไดครบ 4 ครั้ง เกณฑ์การให้คะแนนแบ่งเป็น 3 ระดับ จากต่ำสุด 0 คะแนน คือทำได้สำเร็จน้อยกว่า 8 ก้าว โดยใช้เครื่องช่วย และสูงสุด 3 คะแนน คือยืนได้ด้วยตนเองและปลอดภัย และทำได้สำเร็จ 8 ก้าว น้อยกว่า 10 วินาที

4.4 Activities-specific and Balance Confidence (ABC) scale ความมั่นใจในขณะที่ทำกิจกรรม ที่มีผลต่อการหกล้ม ซึ่งมีทั้งหมด 16 หัวข้อ เป็นแบบสอบถามและสัมภาษณ์ แต่ละข้อมีคะแนนตั้งแต่ 0-100 คะแนน โดย โดย 0 คือ ไม่มั่นใจในการทรงตัว และ 100 คือ มั่นใจในการทรงตัวมากที่สุด โดยระดับคะแนนจะแบ่งออกเป็น 3 ระดับ ได้แก่ ระดับมาก (80 คะแนนขึ้นไป) ระดับปานกลาง (50-80 คะแนน) และระดับน้อย (น้อยกว่า 50 คะแนน)<sup>(67)</sup> ถ้าหากคะแนนยิ่งมากถือว่ามีมั่นใจในการทำกิจวัตรประจำวันได้เป็นอย่างดี ในการประเมินจะต้องตอบคำถามในแต่ละข้อและให้คะแนน ตามเกณฑ์ดังกล่าว ในการประเมินใช้เวลา 5-10 นาที

### วัสดุเครื่องมือที่ใช้ในการศึกษา

1. Semmes-Weinstein monofilament 10 กรัม
2. นาฬิกาจับเวลา
3. เข็มขัดช่วยพยุง
4. โฟมทดสอบการทรงตัวความหนา 4 นิ้ว
5. สเต็ปสูง 6 นิ้ว

## กระบวนการวิจัย

ผู้เกี่ยวข้องกับกระบวนการคัดกรองและเก็บข้อมูล

กำหนดให้ผู้ช่วยวิจัย 1 คน (SJ) ทำหน้าที่คัดกรองอาสาสมัครตามเกณฑ์การคัดเลือก รวมถึงคัดกรองภาวะปลายประสาทเสื่อมในอาสาสมัครวิจัย โดยไม่มีส่วนเกี่ยวข้องในการวัดการปรับการทรงตัวต่อแรงรบกวนภายนอก โดยผู้ช่วยวิจัยท่านนี้ (SJ) เป็นนักกายภาพบำบัดที่มีความชำนาญในการตรวจประเมินการรับรู้ความรู้สึกที่เท้าของผู้ป่วยที่มารับการรักษาที่คลินิกพิเศษโรคเบาหวาน โดยมีประสบการณ์มากกว่า 5 ปี เชี่ยวชาญการตรวจการรับรู้ความรู้สึกที่เท้าของผู้ป่วยเบาหวาน 40-50 คนต่อสัปดาห์ จึงมีความเชี่ยวชาญในการตรวจเท้าเบาหวานเป็นอย่างมาก

ผู้วิจัยหลัก 1 คน (TY) ทำหน้าที่ประเมินการปรับการทรงตัวต่อแรงรบกวนภายนอก (ตัวแปรหลัก) ความแข็งแรงกล้ามเนื้อ การผสมผสานการรับรู้ความรู้สึกเพื่อการทรงตัว ความไวในการเคลื่อนไหว และความกลัวการล้ม (ตัวแปรรอง) โดยที่ไม่ทราบมาก่อนว่าอาสาสมัครคนใดบ้างที่เป็นผู้ป่วย DPN (single blind) เพื่อเป็นการลดอคติในการประเมิน

### การฝึกใช้แบบประเมิน

เนื่องด้วยผู้วิจัยหลัก (TY) เป็นนักกายภาพบำบัดที่ยังไม่มีประสบการณ์ในการประเมิน การปรับการทรงตัวต่อแรงรบกวนภายนอก ความแข็งแรงกล้ามเนื้อ การผสมผสานการรับรู้ความรู้สึกเพื่อการทรงตัว ความไวในการเคลื่อนไหว ตามเกณฑ์การประเมินของแบบประเมิน BESTest รวมถึงแบบประเมิน ABC ดังนั้นก่อนเริ่มเก็บข้อมูลในอาสาสมัคร ผู้วิจัย (TY) ฝึกการใช้แบบประเมิน จนมีความเชี่ยวชาญ ในการวัดโดยการฝึกมีทั้งหมด 4 ขั้นตอนดังต่อไปนี้

1. อ่านแบบประเมินและทำความเข้าใจ ในแบบประเมิน การออกคำสั่ง และการให้คะแนน
2. ผู้วิจัยศึกษาเกณฑ์การให้คะแนน โดยดูวิดีโอตัวอย่างผู้ป่วยที่มีคะแนนแตกต่างกัน เพื่อเสริมความเข้าใจในการให้คะแนน
3. ฝึกตรวจประเมินในอาสาสมัครที่มีสุขภาพดี โดยฝึกการปฏิบัติต่ออาสาสมัคร การออกคำสั่ง การให้คะแนน จนมั่นใจได้ว่าผู้ทำการวิจัยทำได้ถูกต้อง ทั้งการออกแรง ในการตรวจประเมิน การออกคำสั่ง
4. ฝึกให้คะแนนจากวิดีโอผู้ป่วย แล้วนำคะแนนมาเทียบกับอาจารย์ที่มีประสบการณ์ ใช้แบบประเมินมาแล้ว

### การตรวจสอบความน่าเชื่อถือของผู้วัด

ผู้วิจัยได้ตรวจสอบ intra-rater reliability สำหรับแบบประเมินการปรับการทรงตัวต่อ แกรงบริเวณภายนอก (postural response domain) และองค์ประกอบการควบคุมการทรงตัว โดยใช้คะแนนจากการประเมินวิดีโอผู้ป่วยจำนวน 10 ราย ซึ่งทำการประเมินทั้งหมด 2 ครั้ง โดยแต่ละรอบห่างกัน 1 สัปดาห์<sup>(83)</sup>

วิดีโอที่ใช้ในขั้นตอนนี้เป็นวิดีโอที่บันทึกไว้เพื่อการเรียนการสอนและการวิจัยโดยอาจารย์ที่ปรึกษาวิจัย คะแนนที่ได้จากการประเมินทั้งสองครั้งจึงถูกนำมาใช้ในการวิเคราะห์ intra-rater reliability โดยใช้สถิติ intraclass correlation coefficient (ICC) model 3,1<sup>(84)</sup> โดยกำหนดระดับ ICC ที่ยอมรับและให้เริ่มเก็บข้อมูลในอาสาสมัครได้ได้เมื่อ  $ICC_{3,1} \geq 0.80$  พบว่าผู้ประเมิน TY มีระดับความน่าเชื่อถือภายในผู้ประเมินที่ระดับดีมาก ทั้งในส่วนของกาให้คะแนนการปรับตัวต่อ แกรงบริเวณภายนอก ( $ICC = 0.917-1.00$ ,  $95\% CI = 0.70-1.00$ ) และคะแนนองค์ประกอบของการควบคุมการทรงตัวด้านอื่นๆ ( $ICC = 0.951-1.00$ ,  $95\% CI = 0.81-1.00$ ) รายละเอียดแสดงใน (ภาคผนวกที่ 6)

### สถานที่เก็บข้อมูล

คลินิกพิเศษโรคเบาหวานโรงพยาบาลพนมดงรักเฉลิมพระเกียรติ ๘๐ พรรษา อำเภอพนมดงรัก จังหวัดสุรินทร์

### การเชิญชวนและคัดเลือกอาสาสมัคร

ผู้วิจัยได้ทำการประชาสัมพันธ์การศึกษา โดยร่วมกับคลินิกพิเศษโรคเบาหวานโรงพยาบาลพนมดงรักเฉลิมพระเกียรติ ๘๐ พรรษา อำเภอพนมดงรัก จังหวัดสุรินทร์ ซึ่งแจ้งรายละเอียดโครงการวิจัย รวมถึงแจ้งคุณสมบัติของอาสาสมัคร และจัดทำแผ่นพับประชาสัมพันธ์ รายละเอียดของงานวิจัยรวมถึงขั้นตอนการกรอกแบบสอบถามและความพึงพอใจ

เมื่อมีผู้สมัครเข้าร่วมงานวิจัย ผู้ช่วยวิจัยคนที่ 1(SJ) ทำหน้าที่คัดเลือกอาสาสมัครตามเกณฑ์คัดเข้าและคัดออก หากตรงตามข้อกำหนดจึงเชิญชวนบุคคลดังกล่าวโดยแจ้งรายละเอียดที่เกี่ยวข้องการศึกษาให้อาสาสมัครทราบ เช่น วัตถุประสงค์โครงการ ขั้นตอนการดำเนินการวิจัยทั้งหมด ผู้วิจัยจึงขอให้ลงนามให้ความยินยอมเข้าร่วมโครงการวิจัย ข้อมูลเกี่ยวกับลักษณะทั่วไป และข้อมูลทางการแพทย์เบื้องต้นที่เกี่ยวข้องกับอาสาสมัคร ได้ถูกรวบรวมไว้เพื่อใช้ในการพรรณนาลักษณะของอาสาสมัคร

### ขั้นตอนการเก็บข้อมูลในอาสาสมัคร

ผู้วิจัยเก็บข้อมูลในผู้ป่วย DM ที่มารับบริการที่ คลินิกพิเศษโรคเบาหวาน โรงพยาบาลพนมดงรักเฉลิมพระเกียรติ ๘๐ พรรษา อำเภอพนมดงรัก จังหวัดสุรินทร์ ระหว่างเดือนพฤษภาคม พ.ศ.2565 ถึงเดือนกรกฎาคม พ.ศ.2565 รวมเป็นระยะเวลา 2 เดือน ขั้นตอนในการเก็บรวบรวมข้อมูลมีดังนี้

1. ผู้วิจัยขออนุญาตเก็บรวบรวมข้อมูลจากโรงพยาบาลพนมดงรักเฉลิมพระเกียรติ ๘๐ พรรษา โดยทำหนังสือราชการขออนุญาต
2. ผู้วิจัยนำเสนอรายละเอียดของโครงการวิจัย เพื่อให้สามารถคัดเลือกอาสาสมัครตามคุณสมบัติที่กำหนดไว้ ให้ผู้รับผิดชอบคลินิกรับทราบ
3. ก่อนเก็บข้อมูลได้เตรียมความพร้อมให้กับอาสาสมัครโดยชี้แจงอาสาสมัครเกี่ยวกับการวิจัย พร้อมทั้งอธิบายให้ทราบถึงสิทธิในการเข้าร่วมหรือถอนตัวจากงานวิจัย โดยไม่มีผลกระทบใด ๆ และหลังจากนั้นได้ทำการนัดหมายวันเวลาเพื่อเก็บข้อมูลในการทำวิจัย
4. สัมภาษณ์ข้อมูลรายบุคคล คัดกรองภาวะความภาวะความบกพร่องของ DPN ประเมินความมั่นใจในตนเองขณะทำกิจกรรม
5. ดำเนินการทดสอบการทดสอบความรู้สึกที่ฝ่าเท้า โดยผู้ช่วยผู้วิจัย (SJ)
6. ผู้วิจัย (TY) ประเมินความสามารถของอาสาสมัคร ด้วยหัวข้อการประเมินที่เป็นส่วนหนึ่งของแบบประเมิน BESTest เป็นลำดับ โดยเริ่มจากการประเมินการปรับการทรงตัวต่อแรงรบกวนภายนอกในรูปแบบการตอบสนองอยู่กับที่และการก้าวชดเชยที่ถูกต้องในทิศทางต่าง ๆ (BESTest หัวข้อที่ 14-18) ตามด้วยการประเมิน ข้อจำกัดทางชีวกลศาสตร์ ในด้านความแข็งแรงและองศาของข้อเท้า และ ความแข็งแรงของสะโพก/ลำตัวด้านข้าง (BESTest หัวข้อที่ 3 และ 4) และประเมินการผลานการรับรู้ลึกเพื่อการทรงตัว (BESTest หัวข้อที่ 19) ประเมินความไวในการก้าวขา จากการทดสอบก้าวเท้าแต่ละสลับขั้นบันได (BESTest หัวข้อที่ 12) การประเมินดังกล่าวอาศัยการสังเกตลักษณะการเคลื่อนไหว การก้าวขา และให้คะแนนความสามารถตามเกณฑ์ในแต่ละหัวข้อทดสอบ ในแบบประเมิน BESTest (ภาคผนวกที่ 5) ระหว่างประเมินการปรับการปรับการทรงตัวต่อแรงรบกวนภายนอก แบบก้าวชดเชยที่ถูกต้องด้านข้าง ผู้วิจัย TY บันทึกลักษณะการก้าวขา (ก้าวไขว้ ก้าวขาด้านข้าง) ร่วมกับการให้คะแนนตามเกณฑ์การประเมินทำการบันทึกวีดีโอไว้เพื่อใช้ในการยืนยันความถูกต้องของการให้คะแนนเช่น ในกรณีที่การให้คะแนนมีการคลาดเคลื่อนมากจนผิดปกติ

การทดสอบมีทั้งหมด 7 หัวข้อ (items) ใช้เวลา 20 นาทีต่อคน โดยกำหนดให้มีการพักระหว่างการทดสอบในแต่ละหัวข้อการประเมิน เป็นเวลา 1 นาที หรือหากอาสาสมัคร มีอาการเหนื่อยหรือเกิดอาการเมื่อยล้า สามารถพักจนกว่าอาการจะดีขึ้น

### **แนวทางการปฏิบัติของอาสาสมัครในการทดสอบ**

- 1.อาสาสมัครพักผ่อนอย่างเพียงพอ
- 2.งดกิจกรรมที่ใช้แรงมาก
- 3.หากมีอาการปวดขา หรือหลังให้งดการทดสอบในวันนั้น
- 4.หากมีอาการเวียนหน้า บ้านหมุน งดการทดสอบในวันนั้นและเลื่อนการทดสอบไป
- 5.รับประทานยาให้ครบตามปกติ

### **การป้องกันความเสี่ยงที่อาจเกิดขึ้นในการทดสอบ**

ในขั้นตอนการประเมิน หากมีอาการผิดปกติ เช่น เวียนศีรษะ ปวดรยางค์ส่วนล่าง และปวดหลัง ตะคริว หรือมีการพลัดตกหกล้มขณะการทดสอบ อาสาสมัครจะได้รับการปฐมพยาบาลเบื้องต้นจากผู้วิจัย หากมีอาการแทรกซ้อนผู้วิจัยสามารถนำส่งแพทย์เพื่อทำการตรวจประเมินและรักษาได้ทันที เนื่องจากทำการวิจัยในโรงพยาบาล และในขณะที่ทำการทดสอบ reactive postural control ในการทดสอบการตอบสนองอยู่กับที่-ด้านหน้า ด้านหลัง และการก้าวชดเชย ด้านหน้า ด้านหลัง และด้านข้าง อาจทำให้เกิดความกลัวสำหรับอาสาสมัครบางท่าน ผู้วิจัย จะทำการรัดเข็มขัดช่วยพยุง และให้ผู้ช่วยวิจัยอีกคนยืนด้านข้าง เพื่อให้เกิดความมั่นใจปลอดภัย และลดอาการไม่พึงประสงค์ขณะทำการประเมิน

### **การวิเคราะห์ข้อมูล**

สถิติเชิงพรรณนา ถูกใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูลเชิงปริมาณ ได้แก่ อายุ น้ำหนัก ส่วนสูง ดัชนีมวลกาย ค่าระดับน้ำตาลในเลือด จัดแสดงข้อมูลในรูปแบบของ ร้อยละ ค่าเฉลี่ย และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน สำหรับข้อมูลเพศ ความสามารถในการปรับการทรงตัวต่อแรงรบกวนภายนอก ถูกจัดแสดงในรูปความถี่ คะแนนของการตรวจการปรับการทรงตัวต่อแรงรบกวนภายนอก และการทดสอบอื่น ถูกแสดงแยกตามรายการตรวจ (item scores) และแสดงคะแนนรวมรายหัวข้อการตรวจ (domain score)

ผู้วิจัยทำการตรวจสอบลักษณะการแจกแจงข้อมูล (normal distribution test) เพื่อเลือกใช้สถิติอนุมาน independent t-test ในกรณีที่ข้อมูลมีการแจกแจงปกติ และใช้สถิติอนุมาน Mann-Whitney U test ในการเปรียบเทียบความแตกต่างระหว่างกลุ่มอาสาสมัคร

ตัวแปรที่มีการแจกแจงปกติและใช้สถิติ independent t-test ได้แก่ อายุ ระยะเวลาการเป็นเบาหวาน ระดับน้ำตาลสะสมเฉลี่ยในเลือด และใช้สถิติ chi-square test ในการทดสอบความแตกต่างของจำนวนอาสาสมัครที่มีประวัติการล้ม ตัวแปรที่มีการแจกแจงไม่ปกติ ซึ่งได้แก่ คะแนน item score จากการประเมินความแข็งแรงกล้ามเนื้อ การประเมินกลไกการควบคุมการเปลี่ยนท่า และ ความไวในการเคลื่อนไหว คะแนนการปรับการทรงตัวต่อแรงรบกวนภายนอก postural response domain (domain score) คะแนน การผสานการรับรู้ลึกเพื่อการทรงตัว และคะแนนจากแบบประเมิน ABC (ประเมินความมั่นใจในการทรงตัวขณะปฏิบัติกิจกรรม) ถูกวิเคราะห์ความแตกต่างระหว่างกลุ่มโดยใช้สถิติอนุमान Mann-Whitney U test กำหนดระดับนัยสำคัญทางสถิติที่  $p < 0.05$



## บทที่ 4

### ผลการศึกษา

งานวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อเปรียบเทียบคะแนนความสามารถในการปรับการทรงตัวต่อแรงรบกวนภายนอกที่ประเมินด้วย postural response domain ในแบบประเมิน BESTest ในผู้ป่วยเบาหวาน (DM) และผู้ป่วยเบาหวานที่มีภาวะปลายประสาทเสื่อม (DPN) เนื้อหาในส่วนของผลการศึกษาประกอบด้วย ลักษณะในด้านต่าง ๆ ของอาสาสมัครทั่วไป ลักษณะทางคลินิก ความมั่นใจในการทรงตัวขณะปฏิบัติกิจกรรม ซึ่งเป็นลักษณะทางด้านการรับรู้ (perception) และองค์ประกอบของการควบคุมการทรงตัวซึ่งเป็นลักษณะด้านร่างกาย (physical) และผลการเปรียบเทียบความสามารถในการปรับการทรงตัวต่อแรงรบกวนภายนอก (postural responses) ระหว่างอาสาสมัครสองกลุ่ม โดยมีรายละเอียดดังนี้

#### ลักษณะของอาสาสมัครที่เข้าร่วมในการศึกษา

##### ลักษณะทั่วไปและลักษณะทางคลินิก

อาสาสมัครงานวิจัยเป็นผู้ป่วย DPN และ DM ชนิดที่ 2 ที่มารับการรักษาที่คลินิกโรคเบาหวานโรงพยาบาลพนมดงรักเฉลิมพระเกียรติ ๘๐ พรรษา โดยการศึกษาในครั้งนี้มีอาสาสมัครทั้งหมด 42 คน เป็นผู้ป่วย DPN 21 คน และกลุ่มผู้ป่วย DM 21 คน โดยส่วนมากเป็นเพศหญิง ที่เป็นกลุ่มผู้สูงอายุตอนต้น มีความต่างกันระหว่างกลุ่มในลักษณะของอาสาสมัครในหัวข้อระยะเวลาของการเป็นเบาหวาน และประวัติการหกล้มในระยะ 6 เดือนที่ผ่านมา รายละเอียดและคุณสมบัติอื่น ๆ แสดงไว้ในตารางที่ 3 ขณะการทดสอบการปรับการทรงตัวต่อแรงรบกวนภายนอกไม่มีอาสาสมัครได้รับอันตราย หรือเหตุการณ์ไม่พึงประสงค์อื่นใดขณะทำการทดสอบ

ตาราง 3 ลักษณะทั่วไปและลักษณะทางคลินิกของอาสาสมัครที่เข้าร่วมงานวิจัย

ลักษณะของอาสาสมัคร	DPN (n=21)			DM (n=21)		
	Mean ± SD	min	max	Mean ± SD	min	max
เพศ: ชาย/หญิง (ราย)	7/14			9/12		
อายุ (ปี)	67.71±5.64	60	82	68.04±5.72	60	81
ดัชนีมวลกาย (กก./เมตร <sup>2</sup> )	26.13±6.38	18.75	47.87	22.83±4.32	16.76	36.71
ระยะเวลาการเป็นเบาหวาน(ปี)	9.05±6.98*	3	23	6.14±6.11	3	30
ระดับน้ำตาลสะสมในเลือด (HbA1C) (mg%)	8.65±2.10	4.4	14	8.65±2.47	6.30	15
ระดับน้ำตาลในเลือด (FBS) (mg/dl)	131.52±46.40	74	300	122.57±19.67	100	167
ประวัติการหกล้มในระยะเวลา 6 เดือนที่ผ่านมา : คน (ร้อยละของจำนวนคนในแต่ละกลุ่ม)	6(28.57) *			1(4.76)		
ภาวะปลายประสาทเสื่อม: คน (ร้อยละ)	ขา 17(80.95) ซ้าย 14(66.66)			ขา 0(0) ซ้าย 0(0)		

ข้อมูลในตารางแสดงค่า Mean ± Standard deviation, minimum, maximum

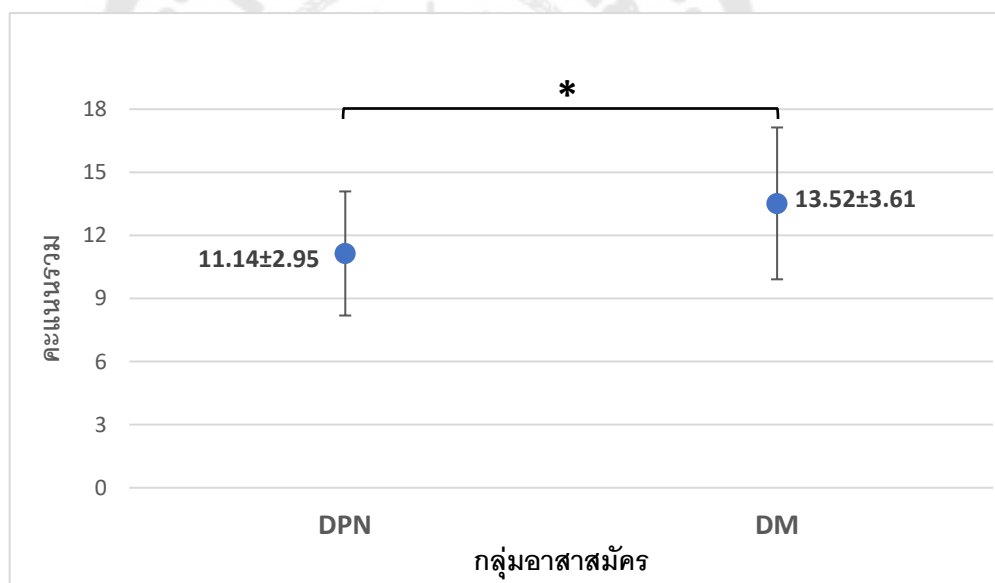
DPN = ผู้ป่วยเบาหวานที่มีภาวะปลายประสาทเสื่อม, DM = ผู้ป่วยเบาหวาน, HbA1C = ระดับน้ำตาลสะสมในเลือด, FBS = ระดับน้ำตาลในเลือด \* มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (p<0.05)

กลุ่ม DPN มีภาวะปลายประสาทเสื่อมแยกเป็นเท้าขวาทั้งหมด 17 คน (ร้อยละ 80.95) เท้าซ้าย 14 คน (ร้อยละ 66.66) โดยคนที่มีภาวะปลายประสาทเสื่อมข้างเดียว เท้าขวามากกว่าเท้าซ้าย ข้างขวา 7 คน (ร้อยละ 33.33) ข้างซ้าย 4 คน (ร้อยละ 19.04) และจำนวนคนที่มีภาวะปลายประสาทเสื่อมทั้งสองข้าง 10 คน (ร้อยละ 47.61)

คะแนนเฉลี่ยจากแบบประเมินความมั่นใจในการทรงตัวขณะปฏิบัติกิจกรรม ในกลุ่ม DPN และ กลุ่ม DM เท่ากับ  $74.47 \pm 29.53$  และ  $75.28 \pm 29.53$  ซึ่งในอาสาสมัครทั้งสองกลุ่มมากกว่า 74 คะแนน จาก 100 คะแนน ซึ่งเป็นความมั่นใจในการทรงตัวขณะปฏิบัติกิจกรรม ในระดับปานกลาง และไม่พบความแตกต่างกันทางสถิติของคะแนนเฉลี่ยจากแบบประเมินความมั่นใจในการทรงตัวขณะปฏิบัติกิจกรรม ระหว่างกลุ่ม DPN และกลุ่ม DM ( $p=0.950$ )

**ความสามารถในการปรับการทรงตัวต่อแรงรบกวนภายนอก (postural response domain)**

การศึกษาค้นคว้าวัดความสามารถในการปรับการทรงตัวต่อแรงรบกวนภายนอก จากการประเมินโดยใช้แบบประเมิน BESTest ในกลุ่มอาสาสมัครผู้ป่วย DPN และ DM ผลที่ได้แสดงใน ภาพประกอบ 4 พบว่า กลุ่มผู้ป่วย DPN มีคะแนนรวมแตกต่างจากกลุ่มผู้ป่วย DM อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $p=0.028$ )



ภาพประกอบ 4 กราฟแสดงคะแนนรวมการปรับการทรงตัวต่อแรงรบกวนภายนอก (postural response domain)

จากการประเมินโดยใช้แบบประเมิน BESTest ในกลุ่มอาสาสมัครผู้ป่วยเบาหวานที่มีภาวะปลายประสาทเสื่อม (DPN) และไม่มีภาวะปลายประสาทเสื่อม (DM) \*แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ ( $p<0.05$ ) โดยการใช้การทดสอบ Mann-Whitney U test

**ความสามารถในการปรับการทรงตัวต่อแรงรบกวนภายนอกแยกรายข้อ (postural response domain) ในแบบประเมิน BESTest ระหว่างกลุ่มผู้ป่วยเบาหวานที่มีและไม่มีภาวะปลายประสาทเสื่อม**

จากการประเมินความสามารถในการปรับการทรงตัวต่อแรงรบกวนภายนอกแยกตามลักษณะการตอบสนอง แบบการตอบสนองอยู่กับที่ (in-place responses) และการก้าวชดเชยที่ถูกต้อง (stepping responses) ในทิศทางต่าง ๆ พบค่าแนวโน้มเข้าสู่ส่วนกลางและการกระจายตัวของคะแนน ดังนี้

ในด้านความถี่ของจำนวนอาสาสมัครที่ได้คะแนนในแต่ละระดับคะแนนจากต่ำสุด 0 และสูงสุด 3 คะแนนเต็ม พบว่า มีความแตกต่างกันระหว่างกลุ่ม กล่าวคือ กลุ่ม DPN (ร้อยละ 5 ถึง 33) มีจำนวนผู้ที่ได้คะแนนการก้าวชดเชยในทิศทางต่าง ๆ ต่ำในระดับ 0 และ 1 มากกว่ากลุ่ม DM (ร้อยละ 0 ถึง 29) แสดงในตารางที่ 4

ตาราง 4 ความถี่ของจำนวนอาสาสมัครกลุ่ม DPN และ DM ที่ได้คะแนนในระดับต่าง ๆ จากการประเมินความสามารถในการปรับการทรงตัวต่อแรงรบกวนภายนอกแยกรายข้อตามลักษณะและทิศทางของการตอบสนอง

ความสามารถในการปรับการทรงตัวต่อแรงรบกวนภายนอก	กลุ่ม DPN				กลุ่ม DM			
	ความถี่ (ร้อยละ)				ความถี่ (ร้อยละ)			
ระดับคะแนน	3	2	1	0	3	2	1	0
การตอบสนองอยู่กับที่-ด้านหน้า	24	76	0	0	48	52	5	0
การตอบสนองอยู่กับที่-ด้านหลัง	14	76	10	0	33	48	10	10
การก้าวชดเชยที่ถูกต้อง-ด้านหน้า	24	48	14	14	52	33	10	5
การก้าวชดเชยที่ถูกต้อง-ด้านหลัง	10	62	14	14	33	47	10	10
การก้าวชดเชยที่ถูกต้อง-ด้านข้าง (ขวา)	19	43	33	5	38	33	29	0
การก้าวชดเชยที่ถูกต้อง-ด้านข้าง (ซ้าย)	5	57	33	5	42	29	29	0

ข้อมูลในตารางแสดงค่าความถี่ (ร้อยละ) DPN = ผู้ป่วยเบาหวานที่มีภาวะปลายประสาทเสื่อม, DM = ผู้ป่วยเบาหวาน

ในด้านของแนวโน้มเข้าสู่ส่วนกลาง เมื่อพิจารณาจากค่ามัธยฐาน พบว่า โดยทั่วไปของกลุ่ม DPN ได้คะแนนการตอบสนองอยู่กับที่และการก้าวชดเชยที่ถูกต้องในทิศทางต่าง ๆ อยู่ที่ 2

จาก คะแนนเต็ม 3 คะแนน และจากค่าพิสัยระหว่างควอไทล์ (quartier ที่ 1 และ 3) ที่แสดงถึง สัดส่วนของจำนวนอาสาสมัครกลุ่ม DPN ที่ร้อยละ 25 และ 75 พบว่า ส่วนใหญ่ของอาสาสมัคร กลุ่มนี้ได้คะแนนในช่วง 1 ถึง 2 คะแนน (ตารางที่ 5) เมื่อพิจารณาจากค่ามัธยฐานของกลุ่ม DM พบว่า โดยทั่วไปอาสาสมัครในกลุ่มนี้ได้คะแนน สำหรับในกลุ่ม DM ได้คะแนน อยู่ที่ 2 และ 3 คะแนนแตกต่างกันตามลักษณะและทิศทางของการตอบสนอง และเมื่อพิจารณาจากค่าพิสัย ระหว่างควอไทล์ พบว่าส่วนใหญ่ของอาสาสมัครกลุ่ม DPN ได้คะแนนในช่วง 2 ถึง 3 คะแนน สำหรับการตอบสนองอยู่กับที่และการก้าวชดเชยด้านหน้าเท่านั้น ในขณะที่การก้าวชดเชยใน ทิศทางอื่น ๆ อาสาสมัครส่วนใหญ่ของกลุ่ม DM ได้คะแนน 1 ถึง 3 คะแนน

ผลจากการใช้วิธีการทางสถิติในการทดสอบความแตกต่างระหว่างกลุ่มพบว่า กลุ่ม DPN มีระดับคะแนนความสามารถในการตอบสนองต่อแรงรบกวนภายนอก น้อยกว่ากลุ่ม DM อย่างมี นัยสำคัญทางสถิติ ในการตอบสนองอยู่กับที่ด้านหลัง ( $p=0.030$ ) และ การก้าวชดเชยที่ถูกต้อง- ด้านขวา ( $p = 0.044$ ) โดยไม่พบความแตกต่างของการตอบสนองอยู่กับที่ ด้านหน้า และการก้าว ชดเชยในทิศทางอื่น ๆ ( $p = 0.112$  ถึง  $0.221$ ) แสดงในตารางที่ 5

ตาราง 5 คะแนนค่ามัธยฐานและค่าพิสัยระหว่างควอไทล์ของความสามารถในการปรับการทรงตัว ต่อแรงรบกวนภายนอกแยกรายชื่อตามลักษณะและทิศทางของการตอบสนอง

ความสามารถในการปรับการทรงตัว	DPN	DM	p-value
ต่อแรงรบกวนภายนอก	Median (IQR)	Median (IQR)	
การตอบสนองอยู่กับที่-ด้านหน้า	2 (2-2)	2 (2-3)	0.112
การตอบสนองอยู่กับที่-ด้านหลัง	2 (2-2)	3 (2-3)	0.030*
การก้าวชดเชยที่ถูกต้อง-ด้านหน้า	2 (1-2)	3 (2-3)	0.058
การก้าวชดเชยที่ถูกต้อง-ด้านหลัง	2 (1-2)	2 (2-3)	0.117
การก้าวชดเชยที่ถูกต้อง-ด้านข้าง (ขวา)	2 (1-2)	2 (1-3)	0.044*
การก้าวชดเชยที่ถูกต้อง-ด้านข้าง (ซ้าย)	2 (1-2)	2 (1-3)	0.221

ข้อมูลในตารางแสดงค่า Median , IQR=Interquartile range , DPN = ผู้ป่วยเบาหวานที่มีภาวะ ปลายเสื่อม, DM = ผู้ป่วยเบาหวาน\* มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $p<0.05$ ) โดยใช้ การทดสอบ Mann-Whitney U test

ผลจากการสังเกตลักษณะการเคลื่อนไหวขณะทดสอบการก้าวขดเขยที่ถูกต้อง ด้านข้าง พบว่าอาสาสมัครส่วนใหญ่มีการก้าวแบบไขว้ กลุ่ม DPN 17 คน (จาก 21 คน เนื่องจากไม่ก้าวขา 4 คน) กลุ่ม DM 19 คน (จาก 21 คน เนื่องจากไม่ก้าวขา 2 คน) รายละเอียดแสดงไว้ในตารางที่ 6

ตาราง 6 ลักษณะการก้าวขา ที่สังเกตได้จากการทดสอบการก้าวขดเขยที่ถูกต้องด้านข้าง

ลักษณะการก้าวขา	DPN (n=17)		DM (n=19)	
	ข้างขวา	ข้างซ้าย	ข้างขวา	ข้างซ้าย
ก้าวแบบไขว้:คน (ร้อยละ)	(11)64.70	(12)70.58	(12)63.15	(13)68.42
ก้าวด้านข้าง:คน (ร้อยละ)	(6)35.29	(5) 29.41	(7)36.84	(6)31.57

ข้อมูลในตารางแสดงจำนวน (ร้อยละ) DPN = ผู้ป่วยเบาหวานที่มีภาวะปลายเสื่อม, DM = ผู้ป่วยเบาหวาน

### ลักษณะของอาสาสมัครในด้านองค์ประกอบของการควบคุมทรงตัว

ค่ามัธยฐานและค่าพิสัยระหว่างควอไทล์ของคะแนนจากการทดสอบองค์ประกอบของการควบคุมทรงตัวในอาสาสมัคร แสดงในตารางที่ 7 ของคะแนนรวมความแข็งแรงขององศาข้อเท้าและสะโพก (คะแนน BESTest หัวข้อที่ 3,4 เต็ม 6 คะแนน) คะแนนรวมการทดสอบการรับรู้ความรู้สึกเพื่อการทรงตัว (คะแนน BESTest หัวข้อที่ 19 คะแนนเต็ม 12 คะแนน) และคะแนนการก้าวแตะสลับบันได (คะแนน BESTest ส่วนที่ 3 หัวข้อที่ 12 คะแนนเต็ม 3 คะแนน) พบว่าคะแนนค่ามัธยฐานของคะแนนรวมความแข็งแรงขององศาข้อเท้าและสะโพกในกลุ่ม DPN (4 คะแนน) ต่ำกว่า กลุ่ม DM (6 คะแนน) ในส่วนของคะแนนรวมการทดสอบการรับรู้ความรู้สึกเพื่อการทรงตัว และคะแนนรวมการก้าวแตะสลับบันได มีคะแนนรวมของคะแนนค่ามัธยฐานอยู่ที่ระดับคะแนนเต็มของทั้งสองกลุ่ม คือ 12 และ 3 คะแนน (ตารางที่ 7) พบว่าอาสาสมัครในกลุ่ม DPN มีคะแนนรวมในด้านความแข็งแรงขององศาข้อเท้าและสะโพก น้อยกว่ากลุ่ม DM อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $p=0.004$ ) ในทางตรงกันข้าม คะแนนจากการประเมินการก้าวแตะสลับบันได และคะแนนรวมการทดสอบการรับรู้ความรู้สึกเพื่อการทรงตัว ไม่แตกต่างกันระหว่างกลุ่ม ( $p = 0.062$  และ  $0.533$ ) (ตารางที่ 7)

ตาราง 7 ค่ามัธยฐานและพิสัยระหว่างควอไทล์ของคะแนนจากการทดสอบองค์ประกอบของการควบคุมการทรงตัวในอาสาสมัครผู้ป่วยเบาหวาน (DM) และผู้ป่วยเบาหวานที่มีภาวะปลายประสาทเสื่อม (DPN)

องค์ประกอบของการควบคุมการทรงตัว	DPN Median (IQR)	DM Median (IQR)	p-value
คะแนนรวมความแข็งแรงขององศาข้อเท้าและสะโพก (คะแนนเต็ม 6 คะแนน)	4 (4-5)	6 (5-6)	0.004*
คะแนนรวมการผสานการรับรู้ความรู้สึกเพื่อการทรงตัว (คะแนนเต็ม 12 คะแนน)	3 (3-3)	3 (3-3)	0.062
คะแนนความไวในการเคลื่อนไหวของขา (คะแนนเต็ม 3 คะแนน)	12 (10-12)	12 (12-12)	0.533

ข้อมูลในตารางแสดงค่า Median , IQR=Interquartile range , DPN = ผู้ป่วยเบาหวานที่มีภาวะปลายเสื่อม, DM = ผู้ป่วยเบาหวาน\* มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $p < 0.05$ ) โดยใช้การทดสอบ Mann-Whitney U test

## บทที่ 5

### อภิปราย ข้อเสนอแนะ และสรุปผลการศึกษา

จากการศึกษาที่ผ่านมาทำให้ทราบว่าผู้ป่วย DPN มีความสามารถในการทรงตัวขณะยืนและเดินลดลง เมื่อเทียบกับผู้ป่วย DM และผู้สูงอายุทั่วไป<sup>(10, 13, 44)</sup> แต่การศึกษาเกี่ยวกับความสามารถในการปรับการทรงตัวต่อแรงรบกวนภายนอกยังมีจำนวนน้อยและผลการศึกษามีสอดคล้องกัน บางการศึกษาพบความแตกต่างของความสามารถการทรงตัวระหว่างกลุ่มผู้ป่วย DM<sup>(19)</sup> ในขณะที่อีกการศึกษาไม่พบความแตกต่างดังกล่าว<sup>(18)</sup> การศึกษาครั้งนี้จึงดำเนินการทดสอบการปรับการทรงตัวต่อแรงรบกวนภายนอก โดยใช้ postural response domain ในแบบประเมิน BESTest ซึ่งพบผลการศึกษาที่สำคัญ คือ การตอบสนองต่อการปรับการทรงตัวต่อแรงรบกวนภายนอก ทั้งการตอบสนองอยู่กับที่และการก้าวชดเชย ในผู้ป่วย DPN ต่ำกว่าในผู้ป่วย DM

จากผลการศึกษาในส่วนแรกพบว่าคะแนนรวมของ postural response domain ในผู้ป่วยกลุ่ม DPN และ DM คือ 11.14 และ 13.52 คะแนน ตามลำดับ เป็นระดับคะแนนที่สอดคล้องกับการศึกษาก่อนหน้านี้ (ปี ค.ศ.2020) ผู้สูงอายุชาวบราซิลที่เป็น DM และ DPN 12.70 และ 13.05 คะแนน ตามลำดับ<sup>(18)</sup> ช่วงคะแนนดังกล่าวนี้ ต่ำกว่าระดับคะแนนเต็ม postural response domain ในแบบประเมิน BESTest ซึ่งเท่ากับ 18 คะแนน ซึ่งให้เห็นว่าผู้ป่วย DM และ DPN มีความบกพร่องในการปรับการทรงตัวต่อแรงรบกวนภายนอก สอดคล้องกับงานวิจัยในปี ค.ศ.2021 ซึ่งพบว่าผู้ป่วย DM ชาวบราซิล มีความสามารถในการปรับการทรงตัวต่อแรงรบกวนภายนอก ต่ำกว่าคนปกติในวัยเดียวกัน เมื่อประเมินโดยใช้แบบประเมิน Mini-BESTest<sup>(19)</sup>

จากลักษณะของอาสาสมัครกลุ่ม DPN ที่มีความแข็งแรงและองศาของข้อเท้า และความแข็งแรงของข้อสะโพกน้อยกว่ากลุ่ม DM ผู้ป่วย DM จึงอาจเป็นปัจจัยที่ทำให้ผู้ป่วย DPN มีความสามารถในการปรับการทรงตัวต่อแรงรบกวนภายนอก ได้น้อยกว่าผู้ป่วย DM เนื่องจากความแข็งแรงของกล้ามเนื้อขา เป็นองค์ประกอบที่สำคัญในการรักษาสมดุล และการก้าวขาเพื่อขยายฐานรองรับ ใช้กล้ามเนื้อขาสร้างแรงในการทรงตัวต่อแรงรบกวนภายนอก<sup>(85, 86)</sup> ซึ่งสอดคล้องกับการศึกษาก่อนหน้าที่พบว่าโรคเบาหวานทำให้กล้ามเนื้ออ่อนแรง ทำงานช้าลง การรับรู้ของข้อต่อผิดปกติ<sup>(87)</sup> ซึ่งรวมถึงกล้ามเนื้อข้อและเหยียดเท้า<sup>(88)</sup> และยังพบว่า ความมั่นใจในการทรงตัวขณะปฏิบัติกิจกรรม (คะแนนจากแบบประเมิน ABC) ในกลุ่ม DPN น้อยกว่ากลุ่ม DM ซึ่งเป็นเหตุผลหนึ่งที่ทำให้กลุ่ม DPN อาจกลัวและไม่มั่นใจ จึงไม่ก้าวขาขณะทดสอบการปรับการทรงตัวต่อแรงรบกวนภายนอก ซึ่งสอดคล้องข้อสังเกตที่ว่า จำนวนคนที่ได้คะแนน 0 คะแนน ในกลุ่ม DPN (4

คน) มากกว่ากลุ่ม DM (2 คน) สอดคล้องกับการศึกษาก่อนหน้านี้ที่พบว่าหากมีความมั่นใจในการทรงตัวขณะปฏิบัติกิจกรรมน้อยทำให้ความสามารถในการทรงตัวน้อยตามไปด้วย<sup>(89)</sup>

ความไวในการเคลื่อนไหว และการผสมผสานการรับรู้สัมผัสเพื่อการทรงตัว (sensory integration for balance) เป็นองค์ประกอบที่สำคัญของการตอบสนองต่อแรงรบกวนภายนอกอย่างมีประสิทธิภาพ<sup>(90)</sup> อย่างไรก็ตาม อาสาสมัครสองกลุ่มของการศึกษานี้ไม่มีความแตกต่างกันของคะแนนจากแบบประเมิน BESTest ในข้อการก้าวแต่ละระดับขั้นบันได การลืมหัดตามพื้นมั่นคง การลืมหัดตามพื้นไม่มั่นคง การลืมหัดตามพื้นนิ่ม และการลืมหัดตามพื้นนิ่มโฟม ดังนั้น ความไวในการก้าวขาและความสามารถในการผสมผสานการรับรู้สัมผัสเพื่อการทรงตัว ของอาสาสมัครงานวิจัยนี้ จึงไม่สามารถนำมาเป็นเหตุผลของการที่ผู้ป่วย DPN มีความสามารถในการปรับการทรงตัวต่อแรงรบกวนภายนอกต่ำกว่าผู้ป่วย DM ได้

จากผลการศึกษาในส่วนที่พบว่า กลุ่ม DPN สามารถปรับการทรงตัวต่อแรงรบกวนภายนอกได้น้อยกว่ากลุ่ม DM ทั้งการตอบสนองอยู่กับที่ (in-place response) และการก้าวขดเขย (stepping response) ทำให้ทราบว่าผู้ป่วย DPN มีความบกพร่องในการสร้างการเคลื่อนไหวรอบข้อเท้าและสะโพกเพื่อช่วยในการทรงตัวขณะยืนบนฐานรองรับเดิม รวมถึงการสร้างการเคลื่อนไหวในลักษณะที่เป็นการก้าวขาออกไปจากตำแหน่งเดิมเพื่อขยายฐานรองรับการเคลื่อนที่ของจุดศูนย์กลางมวลร่างกาย ผลการศึกษาในส่วนนี้สอดคล้องกับงานของ Dias V da N และคณะ ในปี 2021 ที่พบว่า ความสามารถในการก้าวขดเขยในผู้ป่วย DPN ต่ำกว่าผู้ป่วย DM<sup>(19)</sup> การศึกษานี้ใช้แบบประเมิน Mini-BESTest ซึ่งประเมินการปรับการทรงตัวต่อแรงรบกวนเฉพาะการก้าวขดเขยเท่านั้น สำหรับการศึกษาในด้านของความบกพร่องของการตอบสนองอยู่กับที่ จึงไม่มีข้อมูลจากการศึกษาในลักษณะเดียวกันให้เทียบเคียงได้

เมื่อพิจารณาจากผลการศึกษาในแง่ของทิศทางของแรงรบกวนภายนอกที่มักกระทำ พบว่ากลุ่ม DPN มีความสามารถในการตอบสนองอยู่กับที่น้อยกว่ากลุ่ม DM เฉพาะด้านหลัง (in place response-backward) ผลการศึกษาในส่วนนี้อาจอธิบายได้จากความกลัวการล้มและจากประวัติการล้ม เนื่องด้วยอาสาสมัครของงานนี้เป็นผู้ที่มีประวัติการล้มในระยะเดือน 6 ที่ผ่านมา โดยพบผู้ที่มีประวัติดังกล่าวในกลุ่ม DPN มากกว่ากลุ่ม DM ซึ่งผู้ที่มีประวัติการหกล้มมักมีระดับความกลัวการล้มมากกว่ากลุ่มที่ไม่มีประวัติการหกล้ม<sup>(91, 92)</sup> และยังพบว่าการสูญเสียการควบคุมการทรงตัวในขณะยืนอยู่กับที่ทำให้เกิดการล้มในผู้สูงอายุหลายครั้ง เกิดจากการมีแรงรบกวนภายนอกจากด้านหลังมากระทำ<sup>(93)</sup> เนื่องจากเป็นทิศทางด้านหลังเป็นทิศทางที่มองไม่เห็น ในทางตรงกันข้ามหากสิ่งรบกวนสมดุลเกิดมาจากทางด้านหน้าซึ่งมองเห็นได้ง่ายจึงอาจเป็นการง่ายกว่า

ในการตอบสนองต่อการรบกวนสมดุล นอกจากนี้ยังรายงานว่าความกลัวการหกล้มเป็นปัจจัยที่มีความสัมพันธ์กับปัญหาการตอบสนองการทรงตัวทางด้านหลังของผู้สูงอายุ<sup>(94)</sup> จากที่กล่าวมาเป็นการมองไม่เห็นสิ่งที่มีารบกวนสมดุลจากทางด้านหลัง ของผู้ที่มีประวัติการล้ม จึงอาจเป็นเหตุผลของการที่กลุ่ม DPN มีความสามารถในการตอบสนองอยู่กับที่ น้อยกว่ากลุ่ม DM เฉพาะด้านหลัง

จากผลการศึกษาที่พบว่ากลุ่ม DPN มีความสามารถในการก้าวชดเชยที่น้อยกว่ากลุ่ม DM เฉพาะการก้าวชดเชยด้านข้าง อาจเนื่องจากการก้าวชดเชยด้านหน้าอาศัยการถ่วงน้ำหนักไปทางด้านใดด้านหนึ่งและก้าวขาออกมาด้านหน้า คล้ายกับการก้าวเดินซึ่งเป็นลักษณะการเคลื่อนไหวที่ผู้ปวยใช้งานบ่อย ในขณะที่การก้าวชดเชยด้านข้างโดยเฉพาะอย่างยิ่งในผู้สูงอายุมักเป็นการก้าวขาไขว้กัน และก้าวหลายก้าว ประกอบกับถ่วงน้ำหนักไปด้านข้างมีความล่าช้ากว่าคนปกติคนวัยหนุ่มสาว<sup>(95)</sup> จึงเป็นเหตุให้การก้าวชดเชยด้านข้างทำได้ยากกว่าด้านหน้าและด้านหลัง

อย่างไรก็ตาม การศึกษานี้พบการก้าวชดเชยด้านข้างที่น้อยกว่า เฉพาะการก้าวชดเชยข้างขวาเท่านั้น ซึ่งอธิบายได้จากความไม่เท่ากันของภาวะปลายประสาทเสื่อมระหว่างเท้าซ้ายและขวาของอาสาสมัครกลุ่ม DPN ซึ่งจำนวนอาสาสมัครกลุ่ม DPN ที่มีภาวะปลายประสาทเสื่อมที่เท้าข้างขวามากกว่าเท้าข้างซ้าย การสูญเสียการรับรู้ลึกที่เท้า ส่งผลให้ความสามารถในการทรงตัวและการตอบสนองต่อการเคลื่อนไหวลดลง<sup>(13, 96)</sup> ความไม่เท่ากันของภาวะปลายประสาทเสื่อมระหว่างเท้าซ้ายและขวาจึงอาจเป็นเหตุผลของการที่พบว่ากลุ่ม DPN มีความสามารถในการตอบสนองต่อการทรงตัวแบบก้าวชดเชย น้อยกว่ากลุ่ม DM เฉพาะด้านขวาเท่านั้น

ประโยชน์จากการศึกษาเปรียบเทียบคะแนนความสามารถในการปรับการทรงตัวต่อแรงรบกวนภายนอก ที่ประเมินด้วย postural response domain ในผู้สูงอายุ DPN และ DM ครั้งนี้เป็นหลักฐานที่แสดงถึงการมีอยู่ของปัญหาด้านการปรับการทรงตัวต่อแรงรบกวนภายนอก ซึ่งเป็นปัจจัยสำคัญของการล้ม นอกจากนี้อาจช่วยสร้างความตระหนักถึงความสำคัญของการตรวจคัดกรอง และเฝ้าระวังผู้ปวยที่มีปัญหาการปรับการทรงตัวต่อแรงรบกวนภายนอก โดยใช้ แบบประเมิน BESTest หัวข้อหลักการประเมินที่ 4 ในผู้ปวย DM โดยเฉพาะอย่างยิ่งในผู้ปวย DPN ที่มารับบริการที่โรงพยาบาลพนมดงรักเฉลิมพระเกียรติ ๘๐ พรรษา (ภาคผนวกที่ 7)

### ข้อเสนอแนะ

จากผลการศึกษาเปรียบเทียบคะแนนความสามารถในการปรับการทรงตัวต่อแรงรบกวนภายนอก ในผู้สูงอายุ DPN และ DM โดยนำแบบประเมิน postural response domain มา

ใช้นั้น ในการประเมินจะต้องมีการชี้แจงรายละเอียดของการประเมินให้ชัดเจน เนื่องจากเป็นการทดสอบที่อาจทำให้เกิดการกั้ว สำหรับอาสาสมัครบางท่าน ในการทดสอบควรจัดสถานที่ให้เหมาะสม ควรทดสอบอาสาสมัครทีละคน เพื่อควบคุมปัจจัยกวนในการทดสอบ และผู้ทำการทดสอบต้องมีความชำนาญในการทดสอบ ทั้งในด้านการทำการทดสอบ และการให้คะแนน

ข้อจำกัดของการศึกษานี้คือ ไม่ได้แยกระดับความรุนแรงของ DPN และไม่มีผลตรวจ electromyography ในการตรวจวัดคลื่นไฟฟ้ากล้ามเนื้อที่ใช้ในการพยากรณ์และวินิจฉัยพยาธิสภาพที่เกิดจากเส้นประสาทและกล้ามเนื้อ ไม่สามารถอธิบายได้ว่า ถ้าปลายประสาทมีความเสียหายในระดับที่ต่างกันผลของการปรับการทรงตัวต่อแรงรบกวนภายนอกจะมีความแตกต่างกันหรือไม่ ส่วนการทดสอบความไวในการเคลื่อนไหวของขา ด้วยการสังเกตและประเมินตามเกณฑ์ของแบบประเมิน BESTest ซึ่งไม่ละเอียดเท่ากับการใช้เครื่องมือทางห้องปฏิบัติการ เช่น เครื่อง Inertial sensor ใช้ในการตรวจวัดความเร่งในการเคลื่อนที่และการเคลื่อนไหวเชิงมุมพร้อมทั้งวิเคราะห์การตอบสนองได้ละเอียดกว่าโดยสามารถบอกค่าความไวในการก้าวขาเพื่อตอบสนองได้จากตัววัดที่ชื่อว่า latency of postural response (หน่วยวินาที)/ time of first heel strike (หน่วยเป็นวินาที)<sup>(97)</sup> จึงไม่อาจยืนยันได้ว่า แท้จริงแล้วความไวในการเคลื่อนไหวขาเป็นปัจจัยหนึ่งที่ทำให้ความสามารถในการปรับการทรงตัวต่อแรงรบกวนจากภายนอกของกลุ่ม DPN ต่ำกว่าในกลุ่ม DM หรือไม่

การศึกษาถัดไปนำข้อมูลที่ได้จากการตรวจประเมิน มาออกแบบและวางแผนการฟื้นฟูความสามารถในการทรงตัวที่บกพร่อง มาใช้ในการประยุกต์ในการฝึกการทรงตัวเพื่อป้องกันการล้ม และทำให้สามารถออกแบบท่าทางออกกำลังกายให้กับผู้ป่วย DPN ให้มีประสิทธิภาพมากขึ้น

### สรุปผลการศึกษา

กลุ่มผู้ป่วย DPN มีคะแนนรวมความสามารถในการปรับการทรงตัวต่อแรงรบกวนภายนอก ที่ประเมินด้วย postural response domain จากแบบประเมิน BESTest โดยเฉพาะในกลุ่ม DPN น้อยกว่ากลุ่มผู้ป่วย DM

## บรรณานุกรม

1. Cho N, Shaw J, Karuranga S, Huang Yd, da Rocha Fernandes J, Ohlogge A, et al. IDF diabetes atlas: Global estimates of diabetes prevalence for 2017 and projections for 2045. *Diabetes research and clinical practice*. 2018;138:271-81.
2. Aekplakorn W, Chariyalertsak S, Kessomboon P, Assanangkornchai S, Taneepanichskul S, Putwatana P. Prevalence of diabetes and relationship with socioeconomic status in the thai population: National health examination survey, 2004–2014. *Journal of diabetes research*. 2018;2018.
3. อรรถเกียรติ กาญจนพิบูลวงศ์,บรรณารักษาร. รายงานสถานการณ์โรคเบาหวาน ความดันโลหิตสูง [อินเทอร์เน็ต].พิมพ์ครั้งที่ 1.กรุงเทพฯ: กรมควบคุมโรค ;2562 [เข้าถึงเมื่อ 10 ธ.ค.2564]. เข้าถึงได้จาก: <http://www.thaincd.com/document/file/download/knowledge>.
4. Boulton AJ, Malik RA. Diabetic neuropathy. *Medical clinics of north America*. 1998;82(4):909-29.
5. Dyck PJ, Kratz K, Karnes J, Litchy WJ, Klein R, Pach J, et al. The prevalence by staged severity of various types of diabetic neuropathy, retinopathy, and nephropathy in a population-based cohort: The rochester diabetic neuropathy study. *Neurology*. 1993;43(4):817.
6. Tilling LM, Darawil K, Britton M. Falls as a complication of diabetes mellitus in older people. *Journal of diabetes and its complications*. 2006;20(3):158-62.
7. Nitiyanant W, Chetthakul T, Sang-A-kad P, Therakiatkumjorn C, Kunsuikmengrai K, Yeo JP. A survey study on diabetes management and complication status in primary care setting in thailand. *Journal of the Medical association of Thailand*. 2007;90(1):65.
8. Oguejiofor O, Odenigbo C, Oguejiofor C. Evaluation of the effect of duration of diabetes mellitus on peripheral neuropathy using the united kingdom screening test scoring system, bio-thesiometry and aesthesiometry. *Nigerian journal of clinical practice*. 2010;13(3).

9. Yau RK, Strotmeyer ES, Resnick HE, Sellmeyer DE, Feingold KR, Cauley JA, et al. Diabetes and risk of hospitalized fall injury among older adults. *Diabetes Care*. 2013;36(12):3985-91.
10. Timar B, Timar R, Gaita L, Oancea C, Levai C, Lungeanu D. The impact of diabetic neuropathy on balance and on the risk of falls in patients with type 2 diabetes mellitus: A cross-sectional study. *PloS one*. 2016;11(4):e0154654.
11. Petrofsky JS, Cuneo M, Lee S, Johnson E, Lohman E. Correlation between gait and balance in people with and without type 2 diabetes in normal and subdued light. *Medical science monitor: international medical journal of experimental and clinical research*. 2006;12(7):CR273-81.
12. Mille ML, Rogers MW, Martinez K, Hedman LD, Johnson ME, Lord SR, et al. Thresholds for inducing protective stepping responses to external perturbations of human standing. *Journal of neurophysiology*. 2003;90(2):666-74.
13. Mustapa A, Justine M, Mohd Mustafah N, Jamil N, Manaf H. Postural control and gait performance in the diabetic peripheral neuropathy: A systematic review. *BioMed research international*. 2016;2016.
14. Perry SD, McIlroy WE, Maki BE. The role of plantar cutaneous mechanoreceptors in the control of compensatory stepping reactions evoked by unpredictable, multi-directional perturbation. *Brain research*. 2000;877(2):401-6.
15. Lee PY, Tsai YJ, Liao YT, Yang YC, Lu FH, Lin SI. Reactive balance control in older adults with diabetes. *Gait & posture*. 2018;61:67-72.
16. Dixon C, Knight T, Binns E, Ihaka B, O'brien D. Clinical measures of balance in people with type two diabetes: A systematic literature review. *Gait & posture*. 2017;58:325-32.
17. Horak FB, Wrisley DM, Frank J. The balance evaluation systems test (BESTest) to differentiate balance deficits. *Physical therapy*. 2009;89(5):484-98.
18. Ernandes RdC, Brech GC, Luna N, Silva M, Bega A, Guimaraes DS, et al. Impact of diabetic neuropathy on quality of life and postural balance in brazilian older adults. *Acta Ortopédica Brasileira*. 2020;28:275-9.

19. Dias V da N, Jacome MCA, Meneses WRC CA, Gazzola JM. Postural balance in the elderly with and without type 2 diabetes mellitus: A comparative analysis. *Research, Society and Development*. 2021;10 NO. 3.
20. สมาคมโรคเบาหวานแห่งประเทศไทย. แนวทางเวชปฏิบัติสำหรับโรคเบาหวาน พ.ศ. 2557. กรุงเทพฯ: อรุณการพิมพ์. 2557.
21. สारรัช สุทธโยธิน, ธิติ สันบุญ. กลไกการเกิดโรคเบาหวานชนิดที่ 1 และชนิดที่ 2. ตำราโรคเบาหวาน กรุงเทพมหานคร : โรงพิมพ์ แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย 2554;พิมพ์ครั้งที่ 1: 26-38.
22. Association AD. 2. Classification and diagnosis of diabetes. *Diabetes Care*. 2016;40(Supplement\_1):S11-S24.
23. Mellitus D. Diagnosis and classification of diabetes mellitus. *Diabetes care*. 2005;28(S37):S5-S10.
24. Llewelyn JG. The diabetic neuropathies: Types, diagnosis and management. *Journal of neurology, Neurosurgery & Psychiatry*. 2003;74(suppl 2):ii15-ii9.
25. Association AD. Standards of medical care in diabetes-2013. *Diabetes care*. 2013;36(Supplement\_1):S11-S66.
26. Boulton AJ, Malik RA, Arezzo JC, Sosenko JM. Diabetic somatic neuropathies. *Diabetes care*. 2004;27(6):1458-86.
27. Dyck PJ, Albers JW, Andersen H, Arezzo JC, Biessels GJ, Bril V, et al. Diabetic polyneuropathies: Update on research definition, diagnostic criteria and estimation of severity. *Diabetes/metabolism research and reviews*. 2011;27(7):620-8.
28. Sonne DP, Hemmingsen B. Comment on american diabetes association. Standards of medical care in diabetes-2017. *Diabetes care* 2017; 40 (suppl. 1): S1–s135. *Diabetes care*. 2017;40(7):e92-e3.
29. Meier M, Hummel M. Cardiovascular disease and intensive glucose control in type 2 diabetes mellitus: Moving practice toward evidence-based strategies. *Vascular health and risk management*. 2009;5:859.
30. Vinik AI, Holland MT, Le Beau JM, Liuzzi FJ, Stansberry KB, Colen LB. Diabetic neuropathies. *Diabetes care*. 1992;15(12):1926-75.

31. Jude E, Abbott C, Young M, Anderson S, Douglas J, Boulton A. The potential role of cell adhesion molecules in the pathogenesis of diabetic neuropathy. *Diabetologia*. 1998;41(3):330-6.
32. Hicks CW, Selvin E. Epidemiology of peripheral neuropathy and lower extremity disease in diabetes. *Current diabetes reports*. 2019;19(10):1-8.
33. Pop Busui R, Boulton AJ, Feldman EL, Bril V, Freeman R, Malik RA, et al. Diabetic neuropathy: A position statement by the american diabetes association. *Diabetes care*. 2017;40(1):136-54.
34. Yang Y, Hu X, Zhang Q, Zou R. Diabetes mellitus and risk of falls in older adults: A systematic review and meta-analysis. *Age and ageing*. 2016;45(6):761-7.
35. Cornblath DR. Diabetic neuropathy: Diagnostic methods. *Adv Stud Med*. 2004;4(8A):S650-61.
36. Feldman EL, Stevens M, Thomas P, Brown M, Canal N, Greene D. A practical two-step quantitative clinical and electrophysiological assessment for the diagnosis and staging of diabetic neuropathy. *Diabetes care*. 1994;17(11):1281-9.
37. Tesfaye S, Boulton AJ, Dyck PJ, Freeman R, Horowitz M, Kempler P, et al. Diabetic neuropathies: Update on definitions, diagnostic criteria, estimation of severity, and treatments. *Diabetes care*. 2010;33(10):2285-93.
38. Al Geffari M. Comparison of different screening tests for diagnosis of diabetic peripheral neuropathy in primary health care setting. *International journal of health sciences*. 2012;6(2):127.
39. Panicha Polpanadham, Pakaratee Chaiyawat, Nantinee Nualnim. Validation of the neuropathy self-screening application on diabetes type ii patients in thai community 4.0. *The 9th STOU National Research Conference* 2562:806-20.
40. Damri T, Chatchawan U. Validity and reliability of the michigan neuropathy screening instrument (MNSI) on the diabetic type ii patients (thai version). *Journal of Medical technology and Physical Therapy*. 2015;27(3):307-19.

41. Bax G, Fagherazzi C, Piarulli F, Nicolucci A, Fedele D. Reproducibility of michigan neuropathy screening instrument (MNSI): A comparison with tests using the vibratory and thermal perception thresholds. *Diabetes care*. 1996;19(8):904-5.
42. Shahbazian HB, Kamboo S, Latifi M, Moghadassi J, Javadi M. Effectiveness of semmes-weinstein monofilament examination for diabetic peripheral neuropathy screening in ahvaz, iran. *Life science Journal*. 2012;9(4):5506-10.
43. Jayaprakash P, Bhansali A, Bhansali S, Dutta P, Anantharaman R, Shanmugasundar G, et al. Validation of bedside methods in evaluation of diabetic peripheral neuropathy. *The Indian journal of medical research*. 2011;133(6):645.
44. Yümin ET, Simsek TT, Bakar Y. Plantar sensation and balance in patients with type 2 diabetes mellitus with and without peripheral neuropathy. *Acta clinica croatica*. 2021;60(2):191.
45. Bril V, Tomioka S, Buchanan R, Perkins B, Group mS. Reliability and validity of the modified toronto clinical neuropathy score in diabetic sensorimotor polyneuropathy. *Diabetic Medicine*. 2009;26(3):240-6.
46. Zhirong Yang RC, Yuan Zhang, Yuansheng Huang, Tianpei Hong, Feng Sun, Linong Ji, and Siyan Zhan. Scoring systems to screen for diabetic peripheral neuropathy. *Cochrane Database Syst Rev* 2018 Jul; 2018(7): CD010974. 2018.
47. World Health Organization. Definition, diagnosis and classification of diabetes mellitus and its complications: Report of a who consultation. Part 1, diagnosis and classification of diabetes mellitus: World Health Organization 1999.
48. Hewston P, Deshpande N. Falls and balance impairments in older adults with type 2 diabetes: Thinking beyond diabetic peripheral neuropathy. *Canadian journal of diabetes*. 2016;40(1):6-9.
49. Sibley KM, Beauchamp MK, Van Ooteghem K, Straus SE, Jaglal SB. Using the systems framework for postural control to analyze the components of balance evaluated in standardized balance measures: A scoping review. *Archives of physical medicine and rehabilitation*. 2015;96(1):122-32. e29.

50. Kahn SE, Haffner SM, Heise MA, Herman WH, Holman RR, Jones NP, et al. Glycemic durability of rosiglitazone, metformin, or glyburide monotherapy. *New England Journal of Medicine*. 2006;355(23):2427-43.
51. Kelly C, Fleischer A, Yalla S, Grewal GS, Albright R, Berns D, et al. Fear of falling is prevalent in older adults with diabetes mellitus but is unrelated to level of neuropathy. *Journal of the American podiatric medical association*. 2013;103(6):480-8.
52. Sripanya B, Phirawatthakul C. Fear of falling in type 2 diabetic older patients with and without peripheral neuropathy. *Srinagarind Medical Journal*. 2020;35(4):445-50.
53. Horak FB. Postural orientation and equilibrium: What do we need to know about neural control of balance to prevent falls? Age and ageing. 2006;35(suppl\_2):ii7-ii11.
54. Shumway Cook A, Woollacott M, Lupash E. Clinical management of the patient with reach, grasp, and manipulation disorders. *Motor Control: Translating Research Into Clinical Practice* 4th ed Philadelphia, PA: Wolters Kluwer, Lippincott Williams & Wilkins. 2012:552-94.
55. De Oliveira CB, de Medeiros ÍRT, Ferreira NA, GreTERS ME, Conforto AB. Balance control in hemiparetic stroke patients: Main tools for evaluation. *Journal of rehabilitation research & development*. 2008;45(8).
56. Shumway Cook A, Woollacott MH. *Motor control: Translating research into clinical practice*. Lippincott Williams & Wilkins; 2007.
57. Partanen J, Niskanen L, Lehtinen J, Mervaala E, Siitonen O, Uusitupa M. Natural history of peripheral neuropathy in patients with non-insulin-dependent diabetes mellitus. *New England Journal of Medicine*. 1995;333(2):89-94.
58. World Health Organization. Definition and diagnosis of diabetes mellitus and intermediate hyperglycaemia: Report of a WHO/IDF consultation. 2006.
59. Dixit S, Maiya A, Shasthry B, Kumaran DS, Guddattu V. Postural sway in diabetic peripheral neuropathy among indian elderly. *The Indian journal of medical research*. 2015;142(6):713.

60. Rosario MG, Hyder A, Orozco E, Vélez Bartolomei JG, Quiñones CL, Bayron F. Evaluating static postural control in subjects with controlled-diabetes mellitus ii. 2020.
61. Marques A, Silva A, Oliveira A, Cruz J, Machado A, Jácome C. Validity and relative ability of 4 balance tests to identify fall status of older adults with type 2 diabetes. *Journal of geriatric physical therapy*. 2017;40(4):227-32.
62. Podsiadlo D, Richardson S. The timed "up & go": A test of basic functional mobility for frail elderly persons. *Journal of the American geriatrics Society*. 1991;39(2):142-8.
63. Duncan PW, Weiner DK, Chandler J, Studenski S. Functional reach: A new clinical measure of balance. *Journal of gerontology*. 1990;45(6):M192-M7.
64. Moiz JA, Bansal V, Noohu MM, Gaur SN, Hussain ME, Anwer S, et al. Activities-specific balance confidence scale for predicting future falls in indian older adults. *Clinical interventions in aging*. 2017;12:645.
65. Hernandez ME, Murphy SL, Alexander NB. Characteristics of older adults with self-reported stooping, crouching, or kneeling difficulty. *The Journals of gerontology series A: Biological sciences and medical sciences*. 2008;63(7):759-63.
66. Liu Ambrose T, Khan KM, Donaldson MG, Eng JJ, Lord SR, McKay HA. Falls-related self-efficacy is independently associated with balance and mobility in older women with low bone mass. *The Journals of gerontology series A: Biological sciences and medical sciences*. 2006;61(8):832-8.
67. Myers AM, Fletcher PC, Myers AH, Sherk W. Discriminative and evaluative properties of the activities-specific balance confidence (ABC) scale. *The Journals of gerontology series A: Biological sciences and medical sciences*. 1998;53(4):M287-M94.
68. Lajoie Y, Girard A, Guay M. Comparison of the reaction time, the berg scale and the abc in non-fallers and fallers. *Archives of gerontology and geriatrics*. 2002;35(3):215-25.
69. Nanthapaiboon K, Wannapake J, Viriyatarakij N, Boonsinsukh R. Thai translation and cross-cultural adaptation of the activities-specific balance confidence (ABC) scale.

- The 1st national conference Research and Innovation Knowledge Transformation Toward Thailand 40. 2017;1.
70. Dominguez-Olivan P, Gasch-Gallen A, Aguas-Garcia E, Bengoetxea A. Validity and reliability testing of the spanish version of the bestest and mini-bestest in healthy community-dwelling elderly. *BMC geriatrics*. 2020;20(1):1-10.
71. Yingyongyudha A, Saengsirisuwan V, Panichaporn W, Boonsinsukh R. The mini-balance evaluation systems test (Mini-BESTest) demonstrates higher accuracy in identifying older adult participants with history of falls than do the BESTest, Berg balance scale, or Timed up and go test. *Journal of geriatric physical therapy*. 2016;39(2):64-70.
72. Franchignoni F, Horak F, Godi M, Nardone A, Giordano A. Using psychometric techniques to improve the balance evaluation systems test: The Mini-BESTest. *Journal of rehabilitation medicine*. 2010;42(4):323-31.
73. Tsang CS, Liao L-R, Chung RC, Pang MY. Psychometric properties of the mini-balance evaluation systems test (Mini-BESTest) in community-dwelling individuals with chronic stroke. *Physical therapy*. 2013;93(8):1102-15.
74. McLay R, Kirkwood RN, Kuspinar A, Richardson J, Wald J, Raghavan N, et al. Validity of balance and mobility screening tests for assessing fall risk in copd. *Chronic respiratory disease*. 2020;17:1479973120922538.
75. Magnani PE, Genovez MB, Porto JM, Zanellato NFG, Alvarenga IC, Freire Jr RC, et al. Use of the BESTest and the Mini-BESTest for fall risk prediction in community-dwelling older adults between 60 and 102 years of age. *Journal of geriatric physical therapy*. 2020;43(4):179-84.
76. Baek JH, Kim H, Kim KY, Oh M-K, Park K-J, Cho YY, et al. Dynamic postural stability in patients with diabetic peripheral neuropathy and relationship to presence of autonomic neuropathy. *Neurology Asia*. 2018;23(4).
77. Group IDFGD. Global guideline for type 2 diabetes. *Diabetes research and clinical practice*. 2014;104(1):1-52.

78. Fortaleza ACdS, Chagas EF, Ferreira DMA, Mantovani AM, Barela JA, Chagas EFB, et al. Postural control and functional balance in individuals with diabetic peripheral neuropathy. *Revista Brasileira de Cineantropometria & Desempenho Humano*. 2013;15:305-14.
79. Ernandes RdC, Brech GC, Luna N, Silva M, Bega A, Guimaraes DS, et al. Impact of diabetic neuropathy on quality of life and postural balance in brazilian older adults. *Acta Ortopédica Brasileira*. 2020;28:275-9.
80. Cohen J. *Statistical power analysis for the behavioral sciences*. Routledge; 2013.
81. วัฒนา ชยรัชช.ขนาดอิทธิพลและอำนาจทดสอบในการกำหนดขนาดตัวอย่างสำหรับการวิจัยทางคลินิก. *หมอยาไทยวิจัย*. 2018;4(1):67-76.
82. Herman W, Pop-Busui R, Braffett B, Martin C, Cleary P, Albers J, et al. Use of the michigan neuropathy screening instrument as a measure of distal symmetrical peripheral neuropathy in type 1 diabetes: Results from the diabetes control and complications trial/epidemiology of diabetes interventions and complications. *Diabetic medicine*. 2012;29(7):937-44.
83. Koo TK, Li MY. A guideline of selecting and reporting intraclass correlation coefficients for reliability research. *Journal of chiropractic medicine*. 2016;15(2):155-63.
84. Portney LG, Watkins MP. *Foundations of clinical research: Applications to practice*. 892. Pearson/Prentice Hall Upper Saddle River, NJ; 2009.
85. Martinelli AR, Mantovani AM, Nozabiel AJL, Ferreira DMA, Barela JA, de Camargo MR, et al. Muscle strength and ankle mobility for the gait parameters in diabetic neuropathies. *The Foot*. 2013;23(1):17-21.
86. Inacio M, Creath R, Rogers MW. Effects of aging on hip abductor-adductor neuromuscular and mechanical performance during the weight transfer phase of lateral protective stepping. *Journal of biomechanics*. 2019;82:244-50.
87. Wrobel JS, Najafi B. Diabetic foot biomechanics and gait dysfunction. *Journal of diabetes science and technology*. 2010;4(4):833-45.
88. Andersen H, Nielsen S, Mogensen CE, Jakobsen J. Muscle strength in type 2 diabetes. *Diabetes*. 2004;53(6):1543-8. 2004/05/27.

89. O'Hoski S, Sibley KM, Brooks D, Beauchamp MK. Construct validity of the BESTest, Mini-BESTest and Brief BESTest in adults aged 50 years and older. *Gait & posture*. 2015;42(3):301-5.
90. Horak FB. Postural orientation and equilibrium: What do we need to know about neural control of balance to prevent falls? *Age Ageing*. 2006;35 Suppl 2:ii7-ii11. 2006/08/24.
91. Bruce D, Hunter M, Peters K, Davis T, Davis W. Fear of falling is common in patients with type 2 diabetes and is associated with increased risk of falls. *Age and ageing*. 2015;44(4):687-90.
92. Chang HT, Chen H-C, Chou P. Factors associated with fear of falling among community-dwelling older adults in the shih-pai study in taiwan. *PloS one*. 2016;11(3):e0150612.
93. Laufer Y. Age and gender related changes in the temporal spatial characteristics of forwards and backwards gaits. *Physiotherapy research international*. 2003;8(3):13142.
94. Fritz N, Worstell A, Kloos AD, Siles A, White SE, Kegelmeyer DA. Backward walking measures are sensitive to age-related changes in mobility and balance. *Gait & posture*. 2013;37(4):593-7.
95. Maki BE, Edmondstone MA, McIlroy WE. Age-related differences in laterally directed compensatory stepping behavior. *The Journals of gerontology series A: Biological sciences and medical sciences*. 2000;55(5):M270-M7.
96. Ibrahim A. Idf clinical practice recommendation on the diabetic foot: A guide for healthcare professionals. *Diabetes research and clinical practice*. 2017;127:285-7.
97. El-Gohary M, Peterson D, Gera G, Horak FB, Huisinga JM. Validity of the instrumented push and release test to quantify postural responses in persons with multiple sclerosis. *Arch Phys Med Rehabil*. 2017;98(7):1325-31. 2017/03/11.



## ภาคผนวกที่ 1 แบบบันทึกการเก็บข้อมูลอาสาสมัคร

### 1. แบบบันทึกการเก็บข้อมูลอาสาสมัคร

รหัสอาสาสมัคร.....

วันที่เข้าคัดกรอง.....

วันที่เข้าทดสอบ.....

#### ข้อมูลทั่วไป

เพศ  ชาย  หญิง

อาชีพ/ลักษณะงานที่ทำ.....

อายุ.....ปี น้ำหนัก.....กิโลกรัม

ส่วนสูง.....เซนติเมตร ดัชนีมวลกาย.....กิโลกรัม/เมตร<sup>2</sup>

ระดับการศึกษา  ประถมศึกษา  มัธยมศึกษาตอนต้น

มัธยมศึกษาตอนปลาย ปริญญาตรี

#### ข้อมูลทางคลินิก

โรคประจำตัว.....

ในรอบ 6 เดือนที่ผ่านมาเคยหกล้มหรือไม่  เคย  ไม่เคย จำนวน.....ครั้ง

สัญญาณชีพ ความดันโลหิต...../.....มิลลิเมตรปรอท อัตราการเต้นของหัวใจ.....ครั้ง/นาที

ระยะเวลาที่เป็นเบาหวาน.....ปี น้ำตาลในเลือดหลังคอาหาร 8-12 ชั่วโมง .....มก.%

ระดับน้ำตาลสะสมในเลือด (HbA1C) .....มก.% (ระยะเวลา 3 เดือนที่ผ่านมา)

#### ประวัติการใช้ยารักษาโรคเบาหวาน

Metformin  ใช้  ไม่ใช้

Sulfonylurea  ใช้  ไม่ใช้

Glinide  ใช้  ไม่ใช้

Thiazolidinedione  ใช้  ไม่ใช้

Alpha-glucosidate inhibitor  ใช้  ไม่ใช้

GLP-1 Analog  ใช้  ไม่ใช้

Insulin  ใช้  ไม่ใช้

## ข้อมูลเกี่ยวกับสุขภาพ

- โรคหลอดเลือดสมอง  มี  ไม่มี
- โรคพาร์กินสัน  มี  ไม่มี
- โรคจอประสาทตาเสื่อม  มี  ไม่มี
- ปัญหาเกี่ยวกับหลัง  มี  ไม่มี
- ปัญหาเกี่ยวกับเข่าและข้อเท้า  มี  ไม่มี
- การผ่าตัดเมื่อเร็ว ๆ นี้  มี  ไม่มี

## คะแนนของแบบประเมิน

แบบประเมิน	คะแนนที่ได้	วันที่ประเมิน
แบบประเมิน MSNI	/15	
แบบประเมิน ABC Activity balance confidence scale	/100	
แบบประเมิน BESTest ส่วนที่ 1(หัวข้อที่ 3,4)	/6	
แบบประเมิน BESTest ส่วนที่ 3(หัวข้อที่ 12)	/3	
แบบประเมิน BESTest ส่วนที่ 4(หัวข้อที่ 14-18)	/18	
แบบประเมิน BESTest ส่วนที่ 5(หัวข้อที่ 19)	/12	

## ภาคผนวกที่ 2

## แบบประเมิน Semmes-Weinstein monofilament test



- มีภาวะปลายประสาทเสื่อม  ไม่มีภาวะปลายประสาทเสื่อม

## ภาคผนวก 2 เครื่องมือวัดอาการปลายประสาทของมิชิแกน Michigan Neuropathy

### 2. เครื่องมือวัดอาการปลายประสาทของมิชิแกน Michigan Neuropathy

Screening Instrument (MNSI) กรูณาใช้เวลา 2-3 นาที เพื่อให้ข้อมูลเกี่ยวกับความรู้สึกขาที่เท้าของคุณ

โดยเลือกคำตอบ “ใช่” หรือ “ไม่ใช่” ตามอาการและ ความรู้สึกของคุณ

- |  |     |        |
|--|-----|--------|
| 1. คุณรู้สึกขาที่ขา และ/หรือ เท้า ทั้งสองข้างหรือไม่   | ใช่ | ไม่ใช่ |
| 2. คุณเคยรู้สึกปวดแสบปวดร้อนที่ขา และ/หรือ เท้า หรือไม่  | ใช่ | ไม่ใช่ |
| 3. เท้าของคุณไวต่อการสัมผัสมากกว่าปกติหรือไม่  | ใช่ | ไม่ใช่ |
| 4. คุณเคยเป็นตะคริวบริเวณขา และ/หรือ เท้า หรือไม่  | ใช่ | ไม่ใช่ |
| 5. คุณเคยรู้สึกเหมือนเข็มทิ่มที่ขา และ/หรือ เท้า หรือไม่   | ใช่ | ไม่ใช่ |
| 6. คุณรู้สึกเจ็บเมื่อผิวหนังสัมผัสกับผ้าปูที่นอน และ/หรือ เสื้อ หรือไม่  | ใช่ | ไม่ใช่ |
| 7. เวลาคุณอาบน้ำ คุณบอกได้หรือไม่ ว่าเป็นน้ำร้อนหรือน้ำเย็น  | ใช่ | ไม่ใช่ |
| 8. คุณเคยมีแผลและมีเลือดไหลที่เท้าโดยไม่ได้เกิดจากอุบัติเหตุหรือไม่  | ใช่ | ไม่ใช่ |
| 9. แพทย์หรือบุคลากรทางการแพทย์เคยบอกคุณหรือไม่ว่าคุณมีอาการปลายประสาท<br>เสื่อมจากเบาหวาน                              | ใช่ | ไม่ใช่ |
| 10. คุณรู้สึกไม่มีแรงหรืออ่อนล้าเกือบตลอดเวลาหรือไม่   | ใช่ | ไม่ใช่ |
| 11. อาการผิดปกติของคุณ (เช่น ปวด, แสบร้อน, รู้สึกเหมือนเข็มทิ่มแทง, อ่อนหรือเปื่อย<br>จะเป็นมากขึ้น ช่วงกลางคืนหรือไม่ | ใช่ | ไม่ใช่ |
| 12. คุณปวดขาเวลาเดินหรือไม่  | ใช่ | ไม่ใช่ |
| 13. คุณสามารถรับความรู้สึกที่เท้าขณะเดินหรือไม่  | ใช่ | ไม่ใช่ |
| 14. ผิวหนังที่เท้าของคุณแห้งจนแตกหรือไม่   | ใช่ | ไม่ใช่ |
| 15. คุณเคยถูกตัดเท้า หรือนิ้วเท้าหรือไม่   | ใช่ | ไม่ใช่ |

คะแนนรวม: \_\_\_\_\_

ภาคผนวก 3 แบบประเมินความมั่นใจในการทรงตัวขณะปฏิบัติกิจกรรม  
แบบประเมิน Activities- specific Balance Confidence (ABC) Scale ฉบับภาษาไทย

3.แบบประเมินความมั่นใจในการทรงตัวขณะปฏิบัติกิจกรรม

แบบประเมิน Activities- specific Balance Confidence (ABC) Scale ฉบับภาษาไทย

กรุณาให้คะแนนความมั่นใจของท่านในการปฏิบัติกิจกรรมแต่ละกิจกรรม โดยให้คะแนนความมั่นใจตามระดับดังต่อไปนี้

0% 10 20 30 40 50 60 70 80 90 100%

ไม่มั่นใจ

มั่นใจมาก

“ท่านมีความมั่นใจมากแค่ไหนที่ท่านจะไม่สูญเสียการทรงตัว หรือ รู้สึกไม่มั่นคงเมื่อท่าน...”

1. เดินรอบบ้าน? \_\_\_\_\_ %
2. เดินขึ้นหรือลงบันได? \_\_\_\_\_ %
3. โน้มตัวลงหยิบรองเท้าและที่พื้นทางด้านหน้า? \_\_\_\_\_ %
4. เอื้อมมือขึ้นไปหยิบกระป๋องขนาดเล็กบนชั้นในระดับสายตา? \_\_\_\_\_ %
5. เขย่งปลายเท้าเพื่อหยิบของเหนือศีรษะ? \_\_\_\_\_ %
6. ยืนบนเก้าอี้และเอื้อมหยิบสิ่งของ? \_\_\_\_\_ %
7. กวาดพื้น? \_\_\_\_\_ %
8. เดินออกนอกบ้านไปที่รถที่จอดอยู่ทางเข้าบ้าน? \_\_\_\_\_ %
9. ก้าวขึ้นหรือลงจากรถ? \_\_\_\_\_ %
10. เดินผ่านที่จอดรถเข้าไปในห้าง/ตลาด? \_\_\_\_\_ %
11. เดินขึ้นหรือลงทางลาด? \_\_\_\_\_ %
12. เดินในห้าง/ตลาดที่แออัด และมีคนเดินผ่านท่านอย่างรวดเร็ว? \_\_\_\_\_ %
13. ถูกชนจากผู้อื่น ขณะที่ท่านเดินในห้าง/ตลาด? \_\_\_\_\_ %
14. ก้าวขึ้น หรือลงบันไดเลื่อนขณะจับราวบันได? \_\_\_\_\_ %
15. ก้าวขึ้น หรือลงบันไดเลื่อนในขณะที่ถือของมากมายจนไม่สามารถจับราวบันไดได้? \_\_\_\_\_ %
16. เดินนอกบ้านบนทางที่ลื่น? \_\_\_\_\_ %

รวมคะแนน \_\_\_\_\_ %

## ภาคผนวก 4 แบบประเมิน การรับรู้สัมผัสที่เท้าของผู้ป่วยเบาหวาน Semmes-Weinstein monofilament test (SWMT)

### 4.แบบประเมิน การรับรู้สัมผัสที่เท้าของผู้ป่วยเบาหวาน Semmes-Weinstein monofilament test (SWMT)



ตำแหน่งตรวจการรับรู้สัมผัสที่เท้าของผู้ป่วยเบาหวาน

#### ขั้นตอนและการตรวจการรับรู้สัมผัสที่เท้าของผู้ป่วยเบาหวาน

1. ใช้ปลายของ monofilament แตะและกดที่บริเวณฝ่ามือหรือ ท้องแขน (forearm) ของผู้ป่วยในน้ำหนักที่ทำให้ monofilament งอตัวเล็กน้อยประมาณ 1-1.5 วินาทีเพื่อให้ผู้ป่วย รับทราบและเข้าใจถึงความรู้สึกที่จะทำการตรวจ
2. จับด้ามอุปกรณ์ให้เส้นเอ็นตั้งฉาก 90 องศากับผิวหนังจุดที่จะตรวจ กดให้ monofilament ลงจนเส้นเอ็นโค้งเป็นรูปตัว C (C shape) แล้ว ยกขึ้นกดค้างไว้นาน 1-1.5 วินาที จึงเอา monofilament ออก จากนั้นให้ผู้ป่วยบอกว่ามี monofilament มาแตะหรือไม่
3. เพื่อให้แน่ใจว่าความรู้สึกที่ผู้ป่วยตอบ เป็นความรู้สึกจริงและไม่ใช่การแสร้งหรือเดา ในการตรวจแต่ละตำแหน่งให้ทำ 3 ครั้ง
4. โดยเป็นการตรวจจริง (real application คือมีการใช้ monofilament แตะและกดลงที่เท้าผู้ป่วยจริง) 2 ครั้ง และตรวจหลอก(sham application คือไม่ได้ใช้ monofilament แตะที่เท้าผู้ป่วย แต่ให้ถามผู้ป่วยว่ามี monofilament มาแตะหรือไม่ 1 ครั้ง ซึ่งลำดับการตรวจจริงและหลอก ไม่จำเป็นต้องเรียงลำดับที่เหมือนกันในการตรวจแต่ละตำแหน่ง
5. ถ้าผู้ป่วยสามารถตอบการรับรู้สัมผัสได้ถูกต้อง 2 ครั้งใน 3 ครั้ง (ซึ่งรวม การตรวจหลอกด้วย 1 ครั้ง) ของการตรวจแต่ละตำแหน่งแปลผลว่าเท้าผู้ป่วย protective sense อยู่
6. ถ้าผู้ป่วยสามารถตอบการรับรู้สัมผัสได้ถูกต้องเพียง 1 ครั้ง ใน 3 ครั้ง (ซึ่ง รวมการตรวจหลอกด้วย 1 ครั้ง) หรือตอบไม่ถูกต้องเลย ให้ทำการตรวจซ้ำใหม่ที่ตำแหน่งเดิม ข้อพึงระวังผู้ป่วยที่มีเท้าบวมหรือเท้าเย็น อาจให้ผลตรวจ ผิดปกติได้

7. ถ้าทำการตรวจซ้ำ แล้วผู้ป่วยยังคงตอบการรับรู้ความรู้สึกได้ถูกต้องเพียง 1 ครั้ง ใน 3 ครั้ง หรือไม่ถูกต้องเลยเช่นเดิม แสดงว่าเท้าของผู้ป่วยมีการรับรู้ความรู้สึก ผิดปกติ
8. การตรวจให้ครบทั้งสี่ตำแหน่งทั้งสองข้างโดยไม่จำเป็นต้องเรียงลำดับตำแหน่งที่เหมือนกันทั้งสองข้าง
9. การตรวจพบการรับรู้ความรู้สึกผิดปกติแม้เพียงตำแหน่งเดียวแปลผลของเท้าผู้ป่วยสูญเสีย protective sensation (insensate foot)

ซึ่งการตรวจโดยใช้ Semmes-Weinstein monofilament จะไม่สามารถบอกระดับความรุนแรงของการรับรู้ความรู้สึกของเท้า {Yümin, 2021 #32}

**การแปลผลการตรวจเท้า** {กรมการแพทย์ กระทรวงสาธารณสุข, 2558 #88}

การตรวจพบการรับรู้ความรู้สึกที่เท้าเพียงหนึ่งตำแหน่ง แปลผลได้ว่าผู้ป่วยมีภาวะการสูญเสียการรับรู้ความรู้สึกที่เท้า(protective sensation loss) หรือ insensate foot

## ภาคผนวก 5 แบบประเมิน BESTest Balance Evaluation Systems Test

ผู้ทดสอบ: \_\_\_\_\_ วันที่: \_\_\_\_\_

ผู้รับการทดสอบ: \_\_\_\_\_

### 5.แบบประเมิน BESTest Balance Evaluation Systems Test

ผู้รับการทดสอบควรสวมรองเท้าส้นแบน หรือถอดรองเท้าและถุงเท้าออก ถ้าผู้รับการทดสอบต้องใช้ อุปกรณ์ช่วยสำหรับหัวข้อไหน ให้ลดระดับหัวข้อคะแนนนั้นลงมาหนึ่งระดับ ถ้าผู้รับการทดสอบต้องการความช่วยเหลือขณะทำการทดสอบจะได้คะแนนต่ำสุด (0) สำหรับในหัวข้อนั้น

#### I. ข้อจำกัดทางชีวกลศาสตร์ ส่วนที่ I. \_\_\_\_\_ คะแนน

##### ข้อที่ 3 ความแข็งแรงและองศาของข้อเท้า

- (3) ปกติ:สามารถยืนบนปลายเท้าด้วยความสูงมากที่สุด และสามารถยืนบนส้นเท้าโดยเปิดปลายเท้าขึ้น
- (2) มีความบกพร่อง ของข้อเท้าข้างใดข้างหนึ่ง ที่กล้ามเนื้อหรือเหยียด (เช่น น้อยกว่าความสูงมากที่สุด)
- (1) มีความบกพร่องของกล้ามเนื้อข้อเท้าสองกลุ่ม เช่นกล้ามเนื้อในการงอข้อเท้าทั้งสองข้าง หรือกล้ามเนื้อในการงอและเหยียดข้อเท้าในข้างเดียวกัน
- (0) กล้ามเนื้อและเหยียดในข้อเท้าข้างละขาทั้งสองบกพร่อง เช่น น้อยกว่าความสูงมากที่สุด

##### ข้อที่ 4 ความแข็งแรงของสะโพก

- (3) ปกติ: กางสะโพกทั้งสองข้าง เพื่อยกเท้าขึ้นพื้นพื้นเป็นเวลา 10 วินาที ขณะรักษาลำตัวให้อยู่ในแนวตรง
- (2) เล็กน้อย: กางข้อสะโพกทั้งสองข้างเพื่อยกเท้าขึ้นพื้นพื้นเป็นเวลา 10 วินาที แต่ไม่สามารถรักษาลำตัวให้อยู่ในแนวตรง
- (1) ปานกลาง: กางข้อสะโพกพื้นพื้นได้เพียงข้างเดียวเป็นเวลา 10 วินาทีโดยลำตัวอยู่ในแนวตรง
- (0) รุนแรง: ไม่สามารถกางข้อสะโพกข้างใดข้างหนึ่งเพื่อยกเท้าขึ้นพื้นพื้นเป็นเวลา 10 วินาที โดยลำตัวอยู่ในแนวตรงหรือไม่อยู่ในแนวตรง

ผู้ทดสอบ: \_\_\_\_\_

วันที่: \_\_\_\_\_

ผู้รับการทดสอบ: \_\_\_\_\_

### แบบประเมิน BESTest Balance Evaluation Systems Test

III. การเปลี่ยนที่-การปรับท่าทางโดยคาดการณ์ ส่วนที่ III. \_\_\_\_\_ คะแนน

ข้อที่ 12 ก้าวเท้าแต่ละสลับชั้นบันได จำนวนก้าวที่ทำได้สำเร็จ: \_\_\_\_\_ เวลาเป็นวินาที: \_\_\_\_\_

- (3) ปกติ: ยืนได้ด้วยตนเองและปลอดภัย และทำได้สำเร็จ 8 ก้าว < 10 วินาที
- (2) ทำได้สำเร็จ 8 ก้าว (10-20 วินาที) และ/หรือ แสดงความไม่มั่นคงเช่นมีความไม่มั่นคงของการวางเท้า ลำตัวเคลื่อนไหวมากเกินไปล้มลง หรือ จังหวะไม่สม่ำเสมอ
- (1) ทำได้สำเร็จ < 8 ก้าว โดยไม่มีความช่วยเหลือเล็กน้อย เช่นใช้เครื่องช่วยหรือ > 20 วินาที สำหรับ 8 ก้าว
- (0) ทำได้สำเร็จ < 8 ก้าว โดยใช้เครื่องช่วย

IV. ปฏิบัติการตอบสนองท่าทาง ส่วนที่ IV. \_\_\_\_\_ คะแนน

ข้อที่ 14. การตอบสนองอยู่กับที่-ด้านหน้า

- (3) กลับมามั่นคงได้ ด้วยข้อเท้า โดยไม่มีการเคลื่อนไหวของแขนและข้อสะโพกเพื่อช่วยทรงตัว
- (2) กลับมามั่นคงได้ ด้วยการเคลื่อนไหวของแขนหรือข้อสะโพก
- (1) ก้าวหนึ่งก้าวเพื่อให้กลับมามั่นคง
- (0) จะล้มถ้าไม่จับ หรือ ต้องการความช่วยเหลือ หรือจะไม่พยายามทำ

ข้อที่ 15 การตอบสนองอยู่กับที่-ด้านหลัง

- (3) กลับมามั่นคงได้ ด้วยข้อเท้า โดยไม่มีการเคลื่อนไหวของแขนและข้อสะโพกเพื่อช่วยทรงตัว
- (2) กลับมามั่นคงได้ ด้วยการเคลื่อนไหวของแขนหรือข้อสะโพก
- (1) ก้าวหนึ่งก้าวเพื่อให้กลับมามั่นคง
- (0) จะล้มถ้าไม่จับ หรือ ต้องการความช่วยเหลือ หรือจะไม่พยายามทำ

ผู้ทดสอบ: \_\_\_\_\_

วันที่: \_\_\_\_\_

ผู้รับการทดสอบ: \_\_\_\_\_

### แบบประเมิน BESTest Balance Evaluation Systems Test

#### ข้อที่ 16 การก้าวชดเชยที่ถูกต้อง-ด้านหน้า

- (3) ก้าว 1 ก้าวเพื่อรักษาสมดุลก้าวกว้าง (อนุญาตให้ก้าวครั้งที่ 2 เพื่อปรับท่าทางให้อยู่ในแนวตรง)
- (2) ก้าวมากกว่า 1 ก้าว เพื่อรักษาสมดุล แต่กลับมามั่นคงได้ด้วยตนเอง หรือ 1 ก้าวแต่ไม่มั่นคง
- (1) ก้าวหลายก้าวเพื่อรักษาสมดุล หรือ ต้องการความช่วยเหลือเล็กน้อยเพื่อป้องกันการล้ม
- (0) ไม่ก้าวหรือจะล้มถ้าไม่จับหรือ ล้มในลำดับต่อมา

#### ข้อที่ 17 การก้าวชดเชยที่ถูกต้อง-ด้านหลัง

- (3) ก้าว 1 ก้าวเพื่อรักษาสมดุลก้าวกว้างได้
- (2) ก้าวมากกว่า 1 ก้าวแต่กลับมามั่นคงได้ด้วยตนเองหรือ 1 ก้าวแต่ไม่มั่นคง
- (1) ก้าวหลายก้าวเพื่อรักษาสมดุล หรือ ต้องการความช่วยเหลือเล็กน้อย เพื่อป้องกันการล้ม
- (0) ไม่ก้าว หรือจะล้มถ้าไม่จับ หรือล้มในลำดับต่อมา

#### ข้อที่ 18 การก้าวชดเชยที่ถูกต้อง-ด้านข้าง

##### ซ้าย

- (3) ก้าว 1 ก้าวเพื่อรักษาสมดุลที่ความยาว/ความกว้างปกติ (ก้าวขาไขว้กัน ก้าวด้านข้างได้)
- (2) ใช้การก้าวหลายก้าวแต่สามารถกลับได้ด้วยตนเอง
- (1) ก้าวแต่ต้องการความช่วยเหลือเพื่อป้องกันการล้ม
- (0) ล้มหรือไม่สามารถก้าวได้

##### ขวา

- (3) ก้าว 1 ก้าวเพื่อรักษาสมดุลที่ความยาว/ความกว้างปกติ (ก้าวขาไขว้กัน ก้าวด้านข้างได้)
- (2) ใช้การก้าวหลายก้าวแต่สามารถกลับได้ด้วยตนเอง
- (1) ก้าวแต่ต้องการความช่วยเหลือเพื่อป้องกันการล้ม
- (0) ล้มหรือไม่สามารถก้าวได้

ผู้ทดสอบ: \_\_\_\_\_

วันที่: \_\_\_\_\_

ผู้รับการทดสอบ: \_\_\_\_\_

## แบบประเมิน BESTest Balance Evaluation Systems Test

V. การปรับการรับรู้ความรู้สึก

ส่วนที่ V. \_\_\_\_\_ คะแนน

ข้อที่ 19 การทดสอบการรับรู้ความรู้สึกเพื่อการทรงตัว (Modified CTSIB)

A-ลิมิตาพื้นมั่นคง	B-หลับตาพื้นมั่นคง	C-ลิมิตาพื้นโฟม	D-หลับตาพื้นโฟม
ครั้งที่ 1 _____ วินาที	ครั้งที่ 1 _____ วินาที	ครั้งที่ 1 _____ วินาที	ครั้งที่ 1 _____ วินาที
ครั้งที่ 2 _____ วินาที	ครั้งที่ 2 _____ วินาที	ครั้งที่ 2 _____ วินาที	ครั้งที่ 2 _____ วินาที
(3) มั่นคง 30 วินาที	(3) มั่นคง 30 วินาที	(3) มั่นคง 30 วินาที	(3) มั่นคง 30 วินาที
(2) ไม่มั่นคง 30 วินาที	(2) ไม่มั่นคง 30 วินาที	(2) ไม่มั่นคง 30 วินาที	(2) ไม่มั่นคง 30 วินาที
(1) < 30 วินาที	(1) < 30 วินาที	(1) < 30 วินาที	(1) < 30 วินาที
(0) ไม่สามารถทำได้	(0) ไม่สามารถทำได้	(0) ไม่สามารถทำได้	(0) ไม่สามารถทำได้

ภาคผนวก 6 ความน่าเชื่อถือภายในผู้ประเมิน ของการประเมินการปรับตัวต่อแรงรบกวน ภายนอก และองค์ประกอบของการควบคุมการทรงตัวด้านอื่นๆ เป็นคะแนนรวมรายด้าน และคะแนนรายข้อ

หัวข้อ:ความสามารถในการปรับการทรงตัวต่อแรงรบกวนภายนอก และองค์ประกอบการทรงตัว	ICC	95% CI	แปลผล
คะแนนรวมความสามารถในการปรับการทรงตัวต่อแรงรบกวนภายนอก	0.995	0.97-0.99	ระดับดีมาก
การตอบสนองอยู่กับที่-ด้านหน้า	1.0	1.0-1.0	ระดับดีมาก
การตอบสนองอยู่กับที่-ด้านหลัง	1.0	1.0-1.0	ระดับดีมาก
การก้าวชดเชยที่ถูกต้อง-ด้านหน้า	1.0	1.0-1.0	ระดับดีมาก
การก้าวชดเชยที่ถูกต้อง-ด้านหลัง	1.0	1.0-1.0	ระดับดีมาก
การก้าวชดเชยที่ถูกต้อง-ด้านข้าง (ซ้าย)	0.917	0.70-0.97	ระดับดี
การก้าวชดเชยที่ถูกต้อง-ด้านข้าง (ขวา)	1.0	1.0-1.0	ระดับดีมาก
ความแข็งแรงและองศาของข้อเท้า	0.951	0.81-0.98	ระดับดี
ความแข็งแรงของข้อสะโพก	1.0	1.0-1.0	ระดับดีมาก
ยืนล้มตามนพื้นโฟม	1.0	1.0-1.0	ระดับดีมาก
ยืนหลับตามนพื้นโฟม	1.0	1.0-1.0	ระดับดีมาก
การก้าวขาแตะสลับขั้นบันได (ความไวในการก้าวขา)	1.0	1.0-1.0	ระดับดีมาก

ข้อมูลในตารางแสดงค่า ICC =intraclass correlation coefficient , 95% Confidence Interval for Mean

## ภาคผนวก 7 เอกสารรับรองจริยธรรมการวิจัยในมนุษย์



COA No. 4 /2565

คณะกรรมการจริยธรรมการวิจัยในมนุษย์ สำนักงานสาธารณสุขจังหวัดสุรินทร์ กระทรวงสาธารณสุข  
เลขที่ 7 ถนนกรุงศรีนอก ตำบลในเมือง อำเภอเมืองสุรินทร์ จังหวัดสุรินทร์ 32000  
โทร. 0-44518-402 ต่อ 133 โทรสาร. 0-4451-2353 Email: ecsurinpho@gmail.com

## เอกสารรับรองจริยธรรมการวิจัยในมนุษย์แบบเร็ว (Expedited review)

คณะกรรมการจริยธรรมการวิจัยในมนุษย์ สำนักงานสาธารณสุขจังหวัดสุรินทร์ ดำเนินการให้การรับรองโครงการวิจัยตามแนวทางหลักจริยธรรมการวิจัยในคนที่เป็นมาตรฐานสากลได้แก่ Declaration of Helsinki, The Belmont Report, CIOMS Guideline และ International Conference on Harmonization in Good Clinical Practice หรือ ICH-GCP

ชื่อโครงการ การปรับการทรงตัวต่อแรงรบกวนภายนอกในผู้สูงอายุโรคเบาหวานที่มีและไม่มีภาวะปลายประสาทเสื่อม (Reactive postural response in diabetic elderly with and without peripheral neuropathy)

เลขที่โครงการวิจัย 5/2565

ผู้วิจัยหลัก นางสาวสุสวดี ยิ่งเชิดสุข

สังกัดหน่วยงาน โรงพยาบาลพนมดงรักเฉลิมพระเกียรติ ๘๐ พรรษาจังหวัดสุรินทร์

วิธีทบทวน Expedited review

เอกสารรับรอง : โครงร่างการวิจัยฉบับสมบูรณ์ (Full Proposal)

: แบบฟอร์มเปิดเผยการมีผลประโยชน์ทับซ้อนและทุนวิจัย (COI)

: เอกสารคำอธิบายสำหรับผู้เข้าร่วมโครงการวิจัย

: เอกสารแสดงความยินยอมเข้าร่วมโครงการวิจัย

: แบบสอบถามการวิจัย

วันที่รับรอง 17 พฤษภาคม 2565

วันที่หมดอายุ 16 พฤษภาคม 2566

(นางสาวสการ์นต์ แดงมันฮับ)


กรรมการและเลขานุการคณะกรรมการจริยธรรมการวิจัยในมนุษย์

(นางจุฑารัตน์ บุตรดีขันธุ์)

ประธานคณะกรรมการจริยธรรมการวิจัยในมนุษย์

ทั้งนี้ การรับรองนี้มีเงื่อนไขดังที่ระบุไว้ด้านหลังทุกข้อ (ดูด้านหลังของเอกสารรับรองโครงการวิจัย)

F01-06

	<b>คณะกรรมการจริยธรรมการวิจัยในมนุษย์ สำนักงานสาธารณสุขจังหวัดสุรินทร์ กระทรวงสาธารณสุข</b>
<b>เอกสารแสดงความยินยอมเข้าร่วมโครงการวิจัย (Informed Consent Form)</b>	

การวิจัยเรื่อง การปรับการทรงตัวต่อแรงรบกวนภายนอกในผู้สูงอายุโรคเบาหวานที่มีและไม่มีภาวะปลายประสาทเสื่อม

วันที่ให้คำยินยอม วันที่.....เดือน.....พ.ศ. ....

ข้าพเจ้า นาย/นาง/นางสาว.....

ที่อยู่.....

ได้อ่านรายละเอียดจากเอกสารคำอธิบายข้อมูลสำหรับผู้เข้าร่วมโครงการวิจัยที่แนบมาฉบับวันที่.....

และข้าพเจ้ายินยอมเข้าร่วมโครงการวิจัยนี้โดยสมัครใจ

ข้าพเจ้าได้รับสำเนาเอกสารแสดงความยินยอมเข้าร่วมในโครงการวิจัยที่ข้าพเจ้าได้ลงลายมือชื่อ(ลายเซ็น) พร้อมด้วยเอกสารข้อมูลคำอธิบายสำหรับผู้เข้าร่วมโครงการวิจัย ทั้งนี้ก่อนที่จะลงลายมือชื่อ(ลายเซ็น) ในใบยินยอมฯ นี้ ข้าพเจ้าได้รับการอธิบายจากผู้วิจัยถึงวัตถุประสงค์ของการวิจัย ระยะเวลาของการทำวิจัย วิธีการขั้นตอนการทำวิจัย อันตรายหรืออาการที่อาจเกิดขึ้นจากการทำวิจัย รวมทั้งประโยชน์ที่จะเกิดขึ้นจากการวิจัย และแนวทางรักษาโดยวิธีอื่นอย่างละเอียด ข้าพเจ้ามีเวลาและโอกาสเพียงพอในการซักถามข้อสงสัยจนมีความเข้าใจอย่างดีแล้ว โดยผู้วิจัยได้ตอบคำถามต่าง ๆ ด้วยความเต็มใจไม่ปิดบังซ่อนเร้นจนข้าพเจ้าพอใจ

ข้าพเจ้ารับทราบจากผู้วิจัยว่าหากเกิดอันตรายใดๆ จากการวิจัยดังกล่าว ข้าพเจ้าจะได้รับการรักษาพยาบาลโดยไม่เสียค่าใช้จ่ายผู้วิจัยยินดีจะรับผิดชอบค่าใช้จ่ายในการรักษาพยาบาลของท่านในกรณีที่เกิดอันตรายที่เกิดขึ้นจากการทำวิจัย

ข้าพเจ้ามีสิทธิที่จะบอกเลิกเข้าร่วมในโครงการวิจัยเมื่อใดก็ได้ โดยไม่จำเป็นต้องแจ้งเหตุผล และการบอกเลิกการเข้าร่วมการวิจัยนี้ จะไม่มีผลต่อการรักษาโรคหรือสิทธิอื่น ๆ ที่ข้าพเจ้าจะพึงได้รับต่อไป


ผู้วิจัยรับรองว่าจะเก็บข้อมูลส่วนตัวของข้าพเจ้าเป็นความลับ และจะเปิดเผยได้เฉพาะเมื่อได้รับการยินยอมจากข้าพเจ้าเท่านั้น บุคคลอื่นในนามของบริษัทผู้สนับสนุนทุนการวิจัย คณะกรรมการพิจารณาจริยธรรมการวิจัยในมนุษย์ อาจได้รับอนุญาตให้เข้ามาตรวจสอบและประมวลผลข้อมูลของข้าพเจ้า ทั้งนี้จะต้องกระทำไปเพื่อวัตถุประสงค์เพื่อตรวจสอบความถูกต้องของข้อมูลเท่านั้น โดยการตกลงที่จะเข้าร่วมการศึกษานี้ข้าพเจ้าได้ให้คำยินยอมที่จะให้มีการตรวจสอบข้อมูลประวัติทางการแพทย์ของข้าพเจ้าได้

ผู้วิจัยรับรองว่าจะไม่มีการเก็บข้อมูลใดๆ เพิ่มเติม หลังจากที่ข้าพเจ้าขอยกเลิกการเข้าร่วมโครงการวิจัยและต้องการให้ทำลายเอกสารและ/หรือ ตัวอย่างที่ใช้ตรวจสอบทั้งหมดที่สามารถสืบค้นถึงตัวข้าพเจ้าได้

ข้าพเจ้าเข้าใจว่า ข้าพเจ้ามีสิทธิที่จะตรวจสอบหรือแก้ไขข้อมูลส่วนตัวของข้าพเจ้าและสามารถยกเลิกการให้สิทธิในการใช้ข้อมูลส่วนตัวของข้าพเจ้าได้ โดยต้องแจ้งให้ผู้วิจัยรับทราบ

ข้าพเจ้าได้ตระหนักว่าข้อมูลในการวิจัยรวมถึงข้อมูลทางการแพทย์ของข้าพเจ้าที่ไม่มีการเปิดเผยชื่อ จะผ่านกระบวนการต่างๆ เช่น การเก็บข้อมูล การบันทึกข้อมูลในแบบบันทึกและในคอมพิวเตอร์ การตรวจสอบ การวิเคราะห์ และการรายงานข้อมูลเพื่อวัตถุประสงค์ทางวิชาการ รวมทั้งการใช้ข้อมูลทางการแพทย์ในอนาคต

F01-06

	<b>คณะกรรมการจริยธรรมการวิจัยในมนุษย์ สำนักงานสาธารณสุขจังหวัดสุรินทร์ กระทรวงสาธารณสุข</b>
	<b>เอกสารแสดงความยินยอมเข้าร่วมโครงการวิจัย (Informed Consent Form)</b>

หากข้าพเจ้ามีข้อข้องใจเกี่ยวกับขั้นตอนของการวิจัยหรือเกิดผลข้างเคียงที่ไม่พึงประสงค์จากการวิจัยกับตัวข้าพเจ้า ข้าพเจ้าสามารถติดต่อกับ นางสาวธุสวดี ยิ่งเชิดสุข ได้ที่ กลุ่มงานเวชกรรมฟื้นฟู โรงพยาบาลพนมดงรัก เฉลิมพระเกียรติ ๘๐ พรรษา โทรศัพท์ 044508242 ต่อ 4084 ได้ตลอด 24 ชั่วโมง

หากข้าพเจ้าได้รับการปฏิบัติไม่ตรงตามที่ระบุไว้ในเอกสารชี้แจงผู้เข้าร่วมการวิจัย ข้าพเจ้าสามารถขอรับคำปรึกษา/แจ้งเรื่อง/ร้องเรียน ได้ที่ “คณะกรรมการจริยธรรมการวิจัยในมนุษย์ สำนักงานสาธารณสุขจังหวัดสุรินทร์ เลขที่ 7 ถนนกรุงศรีนอก ตำบลในเมือง อำเภอเมืองสุรินทร์ จังหวัดสุรินทร์ โทรศัพท์ 0-4451-8402 ต่อ 133 ในเวลาราชการ

ข้าพเจ้าได้อ่านข้อความข้างต้นและมีความเข้าใจดีทุกประการแล้ว ยินดีเข้าร่วมในการวิจัยด้วยความเต็มใจ จึงได้ลงนามในเอกสารแสดงความยินยอมนี้

.....ลงลายมือชื่อผู้ให้ความยินยอม  
(.....) ชื่อผู้ยินยอมตัวบรรจง  
วันที่ .....เดือน.....พ.ศ. ....

ข้าพเจ้า  ยินยอม  
 ไม่ยินยอม

ให้เก็บตัวอย่างชีวภาพที่เหลือไว้เพื่อการวิจัยในอนาคต

.....ลงลายมือชื่อผู้ให้ความยินยอม  
(.....) ชื่อผู้ยินยอม ตัวบรรจง  
วันที่ .....เดือน.....พ.ศ. ....

ข้าพเจ้าได้อธิบายถึงวัตถุประสงค์ของการวิจัย วิธีการขั้นตอนการทำวิจัย อันตรายหรืออาการไม่พึงประสงค์ หรือความเสี่ยงที่อาจเกิดขึ้นจากการวิจัย รวมทั้งประโยชน์ที่จะเกิดขึ้นจากการวิจัยอย่างละเอียด ให้ผู้เข้าร่วมในโครงการวิจัยตามนามข้างต้นได้ทราบและมีความเข้าใจดีแล้ว พร้อมลงลายมือชื่อในเอกสารแสดงความยินยอมด้วยความเต็มใจ

.....ลงลายมือชื่อผู้ทำวิจัย  
(.....) ชื่อผู้ทำวิจัย ตัวบรรจง  
วันที่ .....เดือน.....พ.ศ. ....

.....ลงลายมือชื่อพยาน  
(.....) ชื่อ พยาน ตัวบรรจง

## ภาคผนวก 8 เอกสารรับรองการนำไปใช้ประโยชน์อย่างเป็นรูปธรรม

### เอกสารรับรอง การนำผลงานวิจัยไปใช้ประโยชน์อย่างเป็นรูปธรรม

คำชี้แจง : เอกสารชุดนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อประเมินคุณภาพผลงานวิจัยของนิสิตระดับบัณฑิตศึกษา มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ที่สามารถนำไปใช้ประโยชน์อย่างเป็นรูปธรรม

ชื่อ-นามสกุล นางสาวธุสวดี ยิ่งเชิดสุข

ตำแหน่ง นักกายภาพบำบัดชำนาญการ

ชื่อบริษัท/องค์กร โรงพยาบาลพนมดงรักเฉลิมพระเกียรติ ๘๐ พรรษา

ได้ใช้ประโยชน์จาก สารนิพนธ์ เรื่องการปรับการทรงตัวต่อแรงรบกวนภายนอก ในผู้สูงอายุ โรคเบาหวาน ที่มีและไม่มีภาวะปลายประสาทเสื่อม

ชื่อนิสิต นางสาวธุสวดี ยิ่งเชิดสุข

หลักสูตร วิทยาศาสตร์มหาบัณฑิต สาขาวิชากายภาพบำบัด

การนำผลงานไปใช้ประโยชน์อย่างเป็นรูปธรรม : กรุณากรอกการนำผลงานวิจัยไปใช้ประโยชน์โดยละเอียด ได้แก่ ระบุ วัน เวลา สถานที่ที่นำไปใช้ประโยชน์ ผู้นำไปใช้ประโยชน์ พร้อมแนบหลักฐาน เช่น รูปถ่ายหนังสือเชิญ หนังสือขออนุญาตไปใช้ ฯลฯ (ถ้ามี)

#### 1. ใช้ประโยชน์ในเชิงพาณิชย์

ระบุ

[ ] บริษัทเจรจาขอตัวอย่างผลิตภัณฑ์ / ถ่ายทอดงานวิจัย

[ ] อยู่ระหว่างทำสัญญากับบริษัท

[ ] อื่นๆ

#### 2. ใช้ประโยชน์ทางสังคมและชุมชน เช่น การถ่ายทอดงานวิจัยสู่ชุมชนในรูปแบบต่างๆ

[  ] การฝึกอบรม [ ] การติดโปสเตอร์งานวิจัยในชุมชน / วัด / โรงเรียน

[ ] การจัดทำคู่มือให้กลุ่มเป้าหมาย [  ] การจัดประชุมให้ความรู้กลุ่มเป้าหมายเฉพาะ

[ ] อื่นๆ

3. ใช้ประโยชน์ในเชิงนโยบายเพื่อใช้ประโยชน์ประกอบการตัดสินใจในการบริหาร หรือกำหนดนโยบาย

การนำเสนอข้อมูลที่เป็นประโยชน์ต่อหน่วยงาน

อื่นๆ

4. การจดสิทธิบัตร, อนุสิทธิบัตร, ฉลากการค้า และอื่นๆ ที่เกี่ยวข้องกับทรัพย์สินทางปัญญา

ไม่ได้จด  อยู่ระหว่างการยื่นจด

ยื่นจด  สิทธิบัตร ระบุ.....

อนุสิทธิบัตร ระบุ.....

ฉลากการค้า ระบุ.....

อื่นๆ.....

เมื่อปี พ.ศ. .... เลขที่.....

5. การนำผลงานเผยแพร่ในเว็บไซต์ ระบุเว็บไซต์

.....

ชื่อผลงานการบริการตรงตัวต่อแรงงานภายนอก ในผู้สูงอายุโรคเบาหวาน ที่มีและไม่มีภาวะปลายประสาทเสื่อม

\*หมายเหตุ : วางแผนที่จะเผยแพร่รายงานผลการศึกษา (ฉบับย่อ) บนเว็บไซต์คณะกายภาพบำบัด มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ

ลงชื่อ.....

( นางสาวใจทิพย์ เชื้อประเสริฐ )

ผู้อำนวยการโรงพยาบาลพนมดงรักเฉลิมพระเกียรติ ๘๐ พรรษา



หมายเหตุ: ผู้มีอำนาจโปรดลงนามพร้อมประทับตราองค์กร

ประวัติผู้เขียน

