

# ความน่าเชื่อถือแบบวัดซ้ำของการทดสอบการทรงตัว โดยใช้ Swaymeter ในเด็กกลุ่มอาการดาว์นอายุระหว่าง 7-12 ปี

## Test-retest reliability of balance assessment using Swaymeter in children with Down syndrome aged 7-12 years

■ อริสา ปาระมัยยอง\*      ศิรินันท์ บริพันธ์กุล      จิตภา ขาววิสุททธิกุล  
Arisa Parameyong\*      Sirinun Boripuntakul      Jitapa Chawawisuttikool

ภาควิชากายภาพบำบัด คณะเทคนิคการแพทย์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ จังหวัดเชียงใหม่  
Department of Physical Therapy, Faculty of Associated Medical Sciences, Chiang Mai University, Chiang Mai Province, Thailand

\* ผู้รับผิดชอบบทความ (Email: arisa.p@cmu.ac.th)

\* Corresponding author (Email: arisa.p@cmu.ac.th)

Received March 2017

Accepted as revised May 2017

### Abstract

**Background:** Balance assessment in children with balance impairment especially in children with Down syndrome is an important element in physical therapy evaluation. Usual clinical balance assessment is limited because it can't measure of body sway in any direction. Swaymeter is an equipment that can detect postural sway mainly in antero-posterior and medio-lateral directions. It is compact and lightweight. It requires a short administration and data processing time in measuring. However, there is no report supporting reliability of Swaymeter equipment for balance assessment in children with Down syndrome.

**Objectives:** To examine the test-retest reliability of postural sway measures obtained from Swaymeter in children with Down syndrome aged 7-12 years.

**Materials and methods:** There were 25 subjects participated in the study. Assessments of sway area were performed totally of 4 conditions: floor with eyes open and eyes closed, foam with eyes open and eyes closed. The assessment of postural sway was measure for three times in the same day and a week later.

**Results:** Reliability ( $ICC_{3,1}$ ) of the sway area in condition 1: floor with eyes open is good ( $ICC=0.75-0.82$ ); condition 2: floor with eyes closed is moderate ( $ICC=0.66-0.69$ ); condition 3: foam with eyes open is low to moderate ( $ICC=0.57-0.71$ ) and condition 4: foam with eyes closed is low ( $ICC=0.45-0.49$ ). Standard error of measurement (SEM) was ranged from 0.26- 0.38.mm

**Conclusion:** It was suggested that postural sway measured by Swaymeter is reliable in condition floor with eyes open and eyes closed. Swaymeter is suitable for applying in clinic and research for assessment of balance in children with Down syndrome aged 7-12 years.

*Journal of Associated Medical Sciences 2017; 50(2): 253-261. Doi: 10.14456/jams.2017.25*

**Keywords:** Static balance, postural control, postural sway, reliability

## บทคัดย่อ

**ที่มาและความสำคัญ:** การประเมินการทรงตัวในเด็กที่มีปัญหาเกี่ยวกับการควบคุมการทรงตัว เช่น กลุ่มอาการดาวนีย์ มีความสำคัญอย่างมากในงานกายภาพบำบัด การประเมินที่นิยมใช้มักมีข้อจำกัด เช่น ไม่สามารถบอกลักษณะความผิดปกติ เช่น การแกว่งในทิศทางต่างๆ Swaymeter เป็นอุปกรณ์ที่ใช้ประเมินการทรงตัว สามารถระบุคุณภาพในขณะทรงตัว เช่น ลักษณะของการแกว่งของร่างกายขณะทรงตัวทั้งด้านหน้า-หลัง หรือทางด้านข้าง ง่ายต่อการใช้งาน ขนาดกะทัดรัด เบา และใช้เวลาสั้นในการทดสอบ แต่เนื่องจากยังไม่มีกรายงานค่าความน่าเชื่อถือของ Swaymeter ในเด็กเพื่อนำไปใช้ในทางคลินิก

**วัตถุประสงค์:** เพื่อศึกษาหาความน่าเชื่อถือแบบวัดซ้ำในการทดสอบการทรงตัวโดยใช้ Swaymeter ในเด็กกลุ่มอาการดาวนีย์ อายุระหว่าง 7-12 ปี

**วัสดุและวิธีการศึกษา:** อาสาสมัครเด็กกลุ่มอาการดาวนีย์จำนวน 25 รายได้รับการทดสอบพื้นที่การแกว่งของลำตัวภายใต้ 4 สภาวะการณ คือ ลืมตาและหลับตาบนพื้นแข็ง ลืมตาและหลับตานิบนเบาะโฟม ทดสอบซ้ำทั้งหมด 3 ครั้ง ในวันเดียวกัน และ 1 สัปดาห์ถัดไป

**ผลการศึกษา:** ค่าความน่าเชื่อถือ intraclass correlation coefficient model 3,1 ( $ICC_{3,1}$ ) ในสภาวะการณที่ 1 ลืมตานิบนพื้นแข็งอยู่ในระดับดี ( $ICC=0.75-0.82$ ) สภาวะการณที่ 2 หลับตานิบนพื้นแข็งอยู่ในระดับปานกลาง ( $ICC=0.66-0.69$ ) สภาวะการณที่ 3 ลืมตาบนเบาะโฟมอยู่ในระดับต่ำถึงดี ( $ICC=0.57-0.71$ ) และสภาวะการณที่ 4 หลับตาบนเบาะโฟมอยู่ในระดับต่ำ ( $ICC=0.45-0.49$ ) และค่าความคลาดเคลื่อนมาตรฐานในการวัด (standard error of measurement; SEM) อยู่ระหว่าง 0.26-0.38 mm

**สรุปผลการศึกษา:** การประเมินการทรงตัวขณะอยู่นิ่งด้วย Swaymeter ในสภาวะการณลืมตาและหลับตาบนพื้นแข็ง มีความน่าเชื่อถือที่สามารถนำไปประยุกต์ใช้ในทางคลินิกและงานวิจัยในการประเมินการทรงตัวในเด็กกลุ่มอาการดาวนีย์ช่วงอายุระหว่าง 7-12 ปีได้

*Journal of Associated Medical Sciences 2560; 50(2): 253-261. Doi: 10.14456/jams.2017.25*

**คำสำคัญ:** การทรงตัวขณะอยู่นิ่ง การทรงท่า การแกว่งของร่างกาย ความน่าเชื่อถือ

## บทนำ

การทรงตัวเป็นการพยายามควบคุมและคงท่าทางของร่างกาย มีความสำคัญกับพัฒนาการในเด็กเนื่องจากการทรงทำให้สมดุลเป็นการสร้างพัฒนาการและความมั่นใจสามารถต่อยอดในระดับพัฒนาการที่สูงขึ้นต่อไป ในงานกายภาพบำบัด การประเมินการทรงตัวในเด็กมีความสำคัญมากโดยเฉพาะกลุ่มเด็กที่มีปัญหาด้านการทรงตัว เช่น เด็กกลุ่มอาการดาวนีย์ เด็กกลุ่มอาการดาวนีย์มีความบกพร่องทางร่างกาย มีความล่าช้าในการเคลื่อนไหวพัฒนาการด้านการยืนและการเดินช้ากว่าเด็กปกติ และมักมีปัญหาด้านการควบคุมการทรงตัวต่อเนื่องจนถึงวัยผู้ใหญ่ มีการศึกษาจำนวนมากยืนยันว่าเด็กกลุ่มอาการดาวนีย์มีความสามารถด้านการทรงตัวที่ต่ำกว่าเด็กปกติ<sup>1</sup> เนื่องจากมีความผิดปกติทั้งระบบสั่งการ

(motor) และระบบการรับรู้ความรู้สึก (sensory) ส่งผลต่อพัฒนาการด้านการทรงท่า (postural control) และการทรงตัว (balance)<sup>2-3</sup> นอกจากนี้ ยังมีปัจจัยส่งเสริมที่ทำให้การควบคุมการทรงตัวต่ำกว่าเด็กปกติ เช่น ความตึงตัวของกล้ามเนื้อต่ำ (hypotonia) ระบบการรับรู้ความรู้สึกและสั่งการขาดประสิทธิภาพ (sensory-motor inabilities) ความบกพร่องของการประสานสัมพันธ์ (in-coordination) ปฏิกริยาการตอบสนองช้า (longer reaction time) และขาดการประสานสัมพันธ์ของกล้ามเนื้อ agonist และ antagonist<sup>4,5</sup> ส่งผลทำให้เด็กกลุ่มอาการดาวนีย์มีการเคลื่อนไหวน้อยหรือมุ่งง่ามขาดความคล่องแคล่วในการเคลื่อนไหว และปัญหาการทรงตัวมักคงอยู่แม้อยู่ในวัยผู้ใหญ่แล้ว<sup>6</sup>

การประเมินการทรงตัวในเด็กสามารถทำได้หลายวิธี แต่ละวิธีมีทั้งข้อดีและข้อจำกัด การประเมินการทรงตัวในเด็ก

ที่นิยมใช้คือการประเมินเวลาในการทรงตัว เช่น การจับเวลาในขณะที่ยืนขาเดียว (single limb stance test) โดยจำกัดเวลาที่ 30 วินาที เป็นการประเมินทางคลินิกที่ทำได้ง่าย วิธีการไม่ซับซ้อน แต่มีข้อจำกัดคืออาจเป็นการทดสอบที่ยากเกินไปสำหรับเด็กที่มีปัญหาการทรงตัวมาก<sup>7</sup> นอกจากนี้ ยังมีแบบประเมินมาตรฐาน เช่น Bruininks-Oseretsky Test of Motor Proficiency ซึ่งเป็นการทดสอบการเคลื่อนไหวเพื่อประเมินทักษะด้านการเคลื่อนไหว และยังเป็นเพียงหนึ่งหัวข้อของการทดสอบเท่านั้น ทำให้ไม่ทราบค่าคะแนนเฉพาะของเรื่องการทรงตัว และเป็นเพียงการคัดกรองการทรงตัวเบื้องต้น จึงไม่มีความแม่นยำและไม่สามารถบ่งบอกคุณภาพในขณะทรงตัวได้ การประเมินการแกว่งของร่างกาย เช่น ลักษณะของการแกว่งของร่างกายขณะทรงตัวทั้งด้านหน้า-หลัง หรือทางด้านข้างเป็นวิธีหนึ่งในการประเมินการทรงตัวที่นิยมใช้ สามารถบอกคุณภาพของการทรงตัวและมีความแม่นยำสูง แต่เป็นการประเมินในห้องปฏิบัติการที่ต้องใช้เครื่องมือราคาแพง ใช้เทคโนโลยีที่ซับซ้อน เช่น forceplate ซึ่งเป็นการวัดการแกว่งของจุดรวมของแรงที่เท้า (center of pressure) มีความแม่นยำและนิยมใช้ในการประเมินการทรงตัวในเด็กกลุ่มอาการดาวน์ หลายการศึกษาด้านการทรงตัวในกลุ่มอาการดาวน์โดยใช้ forceplate ในสภาวะการที่ล้มต่ายืนบนโฟม พบความแตกต่างของการแกว่งของร่างกายในระนาบด้านข้างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ<sup>3,8</sup> นอกจากนี้ยังมีการทดสอบการทรงตัวโดยใช้เครื่องมือถ่ายภาพและบันทึกด้วยเครื่องมือคอมพิวเตอร์ ได้แก่ computerized posturography การประเมินเหล่านี้มีความน่าเชื่อถือละเอียดและมีความแม่นยำแต่ไม่เหมาะกับการประเมินทางคลินิกเนื่องจากเครื่องมือมีราคาแพง มีความยุ่งยากในการใช้งาน และผู้วัดต้องมีความชำนาญในการใช้เครื่องมือ

เนื่องจากข้อจำกัดของการประเมินทางห้องปฏิบัติการปัจจุบันมีการประยุกต์ในการวัดการแกว่งของร่างกาย (body sway) แทนการวัดการแกว่งของจุดรวมของแรงที่เท้าในการประเมินการทรงตัวที่สามารถปฏิบัติได้ในคลินิกและง่ายต่อการใช้งานคือการใช้ Swaymeter ซึ่งใช้ในการประเมินการทรงตัวขณะยืนทรงตัวอยู่หนึ่งได้ Swaymeter บันทึกการแกว่งของร่างกายในแนวระนาบที่ระดับเอว อุปกรณ์ประกอบด้วยก้านยึดความยาว 40 เซนติเมตรด้วยปากกาในแนวตั้งที่ปลายก้าน ตัวก้านติดตั้งไว้บนแผ่นโลหะขนาด 20 เซนติเมตร ติดตั้งแบบพอดีที่บริเวณเอวของผู้ถูกทดสอบและปรับให้กระชับด้วยเข็มขัดรัดปลายก้านสามารถยืดออกได้โดยมีช่องว่างระหว่างเข็มขัดและปากกาเพื่อให้เคลื่อนที่ได้อิสระในการบันทึกผล ปากกาจะบันทึกการแกว่งของร่างกายลงบนแผ่นกราฟมิลลิเมตรปกติใช้วัดการควบคุมการทรงตัวในทิศทางด้านหน้า-หลัง

(anterio-posterior; AP) ด้านข้าง (medio-lateral; ML) โดยประเมินใน 4 สภาวะการณ คือ (1) ยืนบนพื้นแข็งล้มต่า (2) ยืนบนพื้นแข็งล้มต่า (3) ยืนบนพื้นโฟมล้มต่า และ (4) ยืนบนพื้นโฟมล้มต่า เครื่องมือนี้มีวัตถุประสงค์ในการประเมินการทรงตัวและประเมินภาวะเสี่ยงต่อการหกล้ม ใช้แพร่หลายในกลุ่มผู้ใหญ่และผู้สูงอายุ<sup>9-10</sup> ความน่าเชื่อถือของการวัดการแกว่งของร่างกายในด้าน AP, ML และระยะทางการเคลื่อนที่โดยรวม (path length) ที่ประเมินจาก Swaymeter อยู่ในเกณฑ์ดีทั้ง 4 สภาวะการณ (ICC=0.654-0.944) และยังพบว่าค่าการแกว่งของจุดรวมมวลจากการวัดด้วย Swaymeter มีความเที่ยงตรงกับการวัดการแกว่งของจุดรวมแรงที่เท้าที่ได้จากการวัดด้วย forceplate ( $r=0.560-0.865$ ) ทั้งในวัยผู้ใหญ่และวัยผู้สูงอายุ<sup>11</sup>

Swaymeter จึงเป็นอุปกรณ์ที่น่าสนใจและเป็นทางเลือกหนึ่งในการใช้ประเมินการทรงตัวในเด็กทางคลินิก เพราะสามารถให้ข้อมูลเชิงปริมาณและยังบอกคุณภาพของแต่ละองค์ประกอบในการควบคุมการทรงตัวได้ด้วย เนื่องจากเครื่องมือการประเมินการทรงตัวในเด็กที่ดี ไม่เพียงแต่สามารถคัดกรองปัญหาการทรงตัวได้เท่านั้น แต่ต้องสามารถระบุองค์ประกอบที่เป็นสาเหตุของปัญหาได้ด้วย เพื่อให้โปรแกรมในการฟื้นฟูสภาพที่มีประสิทธิภาพ อย่างไรก็ตามการนำ Swaymeter ไปใช้ในการประเมินการทรงตัวในเด็กยังมีจำนวนน้อย เช่น นำไปใช้เพื่อประเมินการทรงตัวในเด็กที่มีปัญหาทางการได้ยิน<sup>12</sup> แม้ว่าเคยมีการนำไปใช้ในเด็กแต่ยังไม่เคยมีรายงานค่าความน่าเชื่อถือมาก่อน การวิจัยครั้งนี้จึงมีวัตถุประสงค์เพื่อหาความน่าเชื่อถือของการประเมินการทรงตัวโดยใช้ Swaymeter ในเด็กกลุ่มอาการดาวน์อายุระหว่าง 7-12 เพื่อให้สามารถนำไปประยุกต์ใช้เป็นเครื่องมือประเมินการทรงตัวในเด็กกลุ่มอาการดาวน์ทางคลินิกและงานวิจัยต่อไป

## วัสดุและวิธีการ

### กลุ่มตัวอย่าง

ผู้เข้าร่วมการศึกษาประกอบด้วยเด็กกลุ่มอาการดาวน์จำนวน 25 ราย (ชาย 15 ราย หญิง 10 ราย) อายุระหว่าง 7-12 ปี จากโรงเรียนกวีละอุนกุล และสถาบันพัฒนาการเด็กราชนครินทร์ จ. เชียงใหม่ เกณฑ์ในการคัดเลือกคือ ได้รับการวินิจฉัยว่าอยู่ในกลุ่มอาการดาวน์ มีภาวะบกพร่องทางสติปัญญาในระดับปานกลางขึ้นไป สามารถเข้าใจและทำตามคำสั่งง่ายๆ ได้ และได้รับความยินยอมจากผู้ปกครองในการเข้าร่วมการศึกษา เกณฑ์การคัดออกคือ มีอาการบาดเจ็บของระบบโครงร่างและกล้ามเนื้อ ใช้อุปกรณ์ในการช่วยเดิน มีปัญหาทางสายตาที่ไม่สามารถแก้ไขได้ ไม่สบายหรือมีไข้ขณะทดสอบ

และไม่สามารถทำการทดสอบได้ครบทุกสภาวะการณ์ การศึกษานี้ได้ผ่านการรับรองจริยธรรมจากคณะกรรมการจริยธรรมการวิจัยในมนุษย์ คณะเทคนิคการแพทย์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ (เลขที่ AMSEC-59EX-031)

### การทดสอบการทรงตัวด้วย Swaymeter

Swaymeter เป็นอุปกรณ์ที่สร้างขึ้นเพื่อใช้ประเมินการทรงตัว โดยวัดการแกว่งของร่างกายในแนวระนาบในทิศทางด้านหน้า-หลัง (antero-posterior; AP) และด้านข้าง (medio-lateral; ML) เป็นการประเมินการทรงตัวขณะอยู่ในท่ายืน Swaymeter ประกอบด้วยก้านยึดความยาว 40 เซนติเมตร ปลายก้านมีรูสำหรับใส่ปากกาในแนวตั้ง ตัวก้านติดตั้งไว้บนแผ่นโลหะ (aluminium plate) ขนาด 20 เซนติเมตร ขณะวัดให้แผ่นโลหะอยู่กึ่งกลางของหลังส่วนล่างแล้วปรับให้กระชับกับผู้ถูกวัดด้วยสายรัด (strap) ปากกาคาบบันทึกการแกว่งของผู้เข้าร่วมทดสอบที่ได้รับการประเมินการทรงตัวลงบนแผ่นกราฟมิลลิเมตร โดยผู้ทดสอบปรับก้านของ Swaymeter ให้

ขนานกับพื้น ขณะที่ปลายปากกาลูกกลิ้งอยู่บนกระดาษกราฟ โดยวางบนโต๊ะที่ปรับระดับความสูงได้ที่อยู่ด้านหลังของผู้เข้าร่วมทดสอบ (Figure 1) ในขณะทดสอบ ผู้เข้าร่วมทดสอบอยู่ในท่ายืนไม่สวมรองเท้า เท้าห่างกันในระดับไหล่ แขนทั้งสองข้างวางข้างลำตัว ตามองตรงไปข้างหน้า การทดสอบประกอบด้วย 4 สภาวะการณ์ดังต่อไปนี้ 1) ยืนบนพื้นแข็ง ลืมตา (eyes open-floor; EO-floor) 2) ยืนบนพื้นแข็ง หลับตา (eyes closed-floor; EC-floor) 3) ยืนบนเบาะโฟม ลืมตา (eyes open-foam; EO-foam) และ 4) ยืนบนเบาะโฟม หลับตา (eyes closed-foam; EC-foam) การทดสอบแต่ละครั้ง ผู้ทดสอบออกคำสั่งให้ผู้เข้าร่วมการศึกษายืนให้นิ่งเป็นเวลา 30 วินาที โดยลุ่มลำตัวในการทดสอบในครั้งแรกที่ประเมินเพื่อเป็นการลดผลของลำดับต่อการทดสอบ และในการทดสอบแต่ละครั้งให้นิ่งพักบนเก้าอี้ไม่น้อยกว่า 1 นาที การทดสอบทั้งหมดทำโดยผู้ทดสอบที่ผ่านการฝึกการใช้งานมาก่อนการเก็บข้อมูลจริง



**Figure 1** Assessment of postural sway using Swaymeter (a) on floor (b) on foam (c) Position of Swaymeter and pen on graph paper (d) Example of postural sway recording from Swaymeter.

### ความน่าเชื่อถือของการวัดซ้ำ (test-retest reliability)

ผู้วิจัยทดสอบตามขั้นตอนที่ได้กล่าวข้างต้นโดยทดสอบทั้งหมด 3 ครั้ง ครั้งที่ 1 และครั้งที่ 2 ทำในวันเดียวกันห่างกันอย่างน้อย 5 นาที และวัดซ้ำครั้งที่ 3 ห่างจากการวัดครั้งแรกหนึ่งสัปดาห์ ในเวลาที่ใกล้เคียงกันกับวันแรก การทดสอบทั้งสามครั้งทำในสถานที่ปิด ไม่มีสิ่งรบกวน และในสถานที่เดิมทุกครั้ง หลังจากประเมินครบทั้งสามครั้ง บันทึกค่าของการแกว่งโดยนับจากช่องบนกระดาษกราฟเป็นมิลลิเมตร ตัวแปรที่บันทึกได้แก่การแกว่งทางระนาบด้านหน้า-หลัง (AP) และ ด้านข้าง (ML) เพื่อใช้คำนวณพื้นที่การแกว่งของจุดรวมมวลในแต่ละสภาวะการณจากสูตร AP x ML (ตารางมิลลิเมตร) เพื่อนำไปวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติต่อไป

### การวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ

ใช้สถิติ intraclass correlation coefficient model 3,1 (ICC3,1) เพื่อหาความน่าเชื่อถือของพื้นที่การแกว่งของจุดรวมมวล ทั้งนี้ ค่า ICC มากกว่าหรือเท่ากับ 0.70 ถือว่ามีความน่าเชื่อถืออยู่ในระดับดี ค่า ICC มากกว่าหรือเท่ากับ 0.5 แต่น้อยกว่า 0.70 ถือว่ามีความน่าเชื่อถืออยู่ในระดับปานกลาง และค่า ICC น้อยกว่า 0.5 ถือว่ามีความน่าเชื่อถืออยู่ในระดับน้อย<sup>13</sup> ร่วมกับคำนวณค่าความคลาดเคลื่อนมาตรฐานในการวัด (standard error of measurement; SEM) ซึ่งบ่งบอกค่าที่แตกต่างหรือคลาดเคลื่อนไปจากค่าที่วัดได้จริงทั้งนี้ขึ้นกับค่าความน่าเชื่อถือ หากมีค่ามากแสดงว่าความคลาดเคลื่อนมีมาก หากมีค่าน้อยแสดงว่าความคลาดเคลื่อนน้อย คำนวณใช้โปรแกรมสำเร็จรูป SPSS version 17 ในการวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ

### ผลการศึกษา

เด็กกลุ่มอาการดาวน์ที่เข้าร่วมการทดสอบจำนวน 25 ราย มีข้อมูลพื้นฐาน (Table 1) ดังนี้ เพศชาย 15 ราย เพศหญิง 10 ราย อายุเฉลี่ย 9.8±1.67 ปี น้ำหนักเฉลี่ย 36.44±9.15 กิโลกรัม ส่วนสูงเฉลี่ย 130.94±7.69 เซนติเมตรดัชนีมวลกายโดยเฉลี่ย 21.22±4.79 กิโลกรัม/เมตร<sup>2</sup> ระดับสติปัญญาเฉลี่ยอยู่ในระดับปานกลาง โดยมี IQ เฉลี่ย 43.83±6.76 ค่าเฉลี่ยและค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานของการแกว่งในทิศทางด้านหน้า-หลัง (AP) ด้านข้าง (ML) (มิลลิเมตร) และพื้นที่การแกว่ง Sway area (ตารางมิลลิเมตร) ในแต่ละสภาวะการณแสดงในตารางที่ 2 (Table 2) เมื่อพิจารณาจากตัวแปรการแกว่งด้าน AP และ ML พบว่าค่าเฉลี่ยของการแกว่งด้าน ML มากกว่าด้าน AP ในทุกสภาวะการณ

ผลการทดสอบค่าความน่าเชื่อถือของพื้นที่การแกว่ง และค่าความคลาดเคลื่อนมาตรฐานในการวัดรายละเอียด (Table 3) พบว่าค่าความน่าเชื่อถือ ICC ในสภาวะการณที่ 1

ล้มตายเป็นบนพื้นแข็งอยู่ในระดับดี (ICC=0.75-0.82) โดยค่า ICC ในวันเดียวกัน ระหว่างครั้งที่ 1 และ 2 เท่ากับ 0.82 ส่วนค่า ICC ที่มีระยะห่างของการวัดซ้ำ 1 สัปดาห์ของ ครั้งที่ 1 และ 3 ครั้งที่ 2 และ 3 เท่ากับ 0.77 และ 0.75 ตามลำดับ สภาวะการณที่ 2 ล้มตายเป็นบนพื้นแข็งอยู่ในระดับปานกลาง (ICC=0.66-0.69) โดยค่า ICC ในวันเดียวกัน ระหว่างครั้งที่ 1 และ 2 เท่ากับ 0.67 ส่วนค่า ICC ที่มีระยะห่างของการวัดซ้ำ 1 สัปดาห์ของ ครั้งที่ 1 และ 3 ครั้งที่ 2 และ 3 เท่ากับ 0.66 และ 0.69 ตามลำดับ สภาวะการณที่ 3 ล้มตายนบนเบาะโฟมอยู่ในระดับต่ำ ถึงดี (ICC=0.57-0.71) โดยค่า ICC ในวันเดียวกัน ระหว่าง ครั้งที่ 1 และ 2 เท่ากับ 0.71 ส่วนค่า ICC ที่มีระยะห่างของการวัดซ้ำ 1 สัปดาห์ของ ครั้งที่ 1 และ 3 ครั้งที่ 2 และ 3 เท่ากับ 0.57 และ 0.64 ตามลำดับ และสภาวะการณที่ 4 ล้มตายนบนเบาะโฟมอยู่ในระดับต่ำ (ICC=0.45-0.49) โดยค่า ICC ในวันเดียวกัน ระหว่างครั้งที่ 1 และ 2 เท่ากับ 0.49 ส่วนค่า ICC ที่มีระยะห่างของการวัดซ้ำ 1 สัปดาห์ของ ครั้งที่ 1 และ 3 ครั้งที่ 2 และ 3 เท่ากับ 0.49 และ 0.45 ตามลำดับ

**Table 1** Demographic data in children with Down syndrome.

Data	Subjects (n=25)	
	Mean±standard deviation	Minimum- Maximum
Age (year)	9.8±1.67	7-12
Sex*		
Male	15 (60)	-
Female	10 (40)	-
Weight (kilogram; kg)	36.44±9.15	26-62.9
Height (centimetre)	130.94±7.69	121-153
Body mass index (kg/m <sup>2</sup> )	21.22±4.79	16.02-34
Intelligent Quotient	43.83±6.76	36-60
Flat feet*	23 (92)	-
Hallux valgus*	23 (92)	-
Squint eye*	1 (4)	-

\*Data presents as number (percentage)

**Table 2** Mean±SD of AP and ML direction (mm) and sway area (mm<sup>2</sup>) from participants, as determined from Swaymeter recording.

Conditions		Floor			Foam		
		Time 1	Time 2	Time 3	Time 1	Time 2	Time 3
EO	AP	19.33±6.27	22.33±9.12	24.77±10.31	32.13±9.84	33.95±7.18	30.90±6.73
	ML	30.05±16.14	31.44±17.18	32.33±15.67	55.86±22.99	63.18±32.83	56.13±19.57
	Sway area	612.67±383.55	684.55±373.13	896.33±428.32	1839.59±1082.40	2147.45±1202.63	1738.13±686.84
EC	AP	28.19±11.57	27.80±9.76	27.38±9.80	43.33±10.38	44.66±12.10	42.5±13.30
	ML	49.26±24.95	50.38±26.16	45.88±21.46	70.62±29.14	75.58±22.01	74.91±29.28
	Sway area	1433.00±961.86	1518.53±1176.10	1282.88±886.87	3176.20±1641.07	3471.12±1478.94	3296.91±1765.24

AP: antero-posterior, ML: medio-lateral, EO: eyes open, EC: eyes closed

**Table 3** Test-retest reliability (ICC3,1), (95%CI) and standard error of measurement (SEM) of sway area (mm<sup>2</sup>) in each condition.

Occasions	Floor		Foam	
	EO	EC	EO	EC
Time 1 & 2	0.82 (0.59-0.93) SEM=0.32	0.67 (0.37-0.84) SEM=0.38	0.71 (0.43-0.87) SEM=0.27	0.49 (0.12-0.74) SEM=0.29
Time 1 & 3	0.77 (0.48-0.91) SEM=0.28	0.66 (0.38-0.83) SEM=0.36	0.57 (0.33- 0.82) SEM=0.26	0.49 (0.12-0.74) SEM=0.32
Time 2 & 3	0.75 (0.42-0.89) SEM=0.38	0.69 (0.42-0.85) SEM=0.38	0.64 (0.82-0.75) SEM=0.26	0.45 (0.01-0.69) SEM=0.31

EO: eyes open, EC: eyes closed

## วิจารณ์ผลการศึกษา

การทดสอบความน่าเชื่อถือของการประเมินการทรงตัวขณะอยู่นิ่งด้วย Swaymeter ในเด็กกลุ่มอาการดาวนีย์ที่มีอายุระหว่าง 7-12 ปี ใน 4 สภาวะการณื ประกอบด้วย ลืมตาบนพื้นแข็ง หลับตาบนพื้นแข็ง ลืมตาบนพื้นโฟม และ หลับตาบนพื้นโฟม พบว่าในสภาวะการณืลืมตาและหลับตาบนพื้นแข็งมีค่าความน่าเชื่อถืออยู่ในเกณฑ์ที่ยอมรับได้ โดยมีความน่าเชื่อถืออยู่ในระดับปานกลางถึงดี ส่วนในสภาวะการณืลืมตาและหลับตาบนเบาะโฟมมีความน่าเชื่อถืออยู่ในระดับต่ำถึงปานกลางโดยเฉพาะในสภาวะการณืหลับตาบนเบาะโฟมจากการศึกษาเรื่องค่าความน่าเชื่อถือของ Swaymeter โดย Stumieks และคณะ<sup>11</sup> ศึกษาในกลุ่มผู้สูงอายุ (อายุเฉลี่ย 78±3 ปี) จำนวน 29 ราย และในกลุ่มวัยรุ่นใหญ่ (อายุเฉลี่ย 33±9 ปี) จำนวน 11 ราย พบว่าค่าความน่าเชื่อถือของ Swaymeter อยู่

ในเกณฑ์ดีทั้ง 4 สภาวะการณื (ICC=0.654-0.944) สอดคล้องกับผลการศึกษาในครั้งนี้ในสภาวะการณื ลืมตาและหลับตาบนพื้นแข็ง อย่างไรก็ตามการศึกษาของ Stumieks ทดสอบค่าความน่าเชื่อถือในวันเดียวกันทั้งหมด ต่างจากการศึกษาครั้งนี้ที่ทดสอบค่าความน่าเชื่อถือทั้งในวันเดียวกันและห่างกันเป็นเวลา 1 สัปดาห์ ซึ่งพบว่าความน่าเชื่อถือในวันเดียวกันมีค่าสูงกว่าความน่าเชื่อถือที่มีระยะห่างกันเป็นเวลา 1 สัปดาห์ การศึกษาของ Lin และคณะ<sup>14</sup> ที่ศึกษาค่าความน่าเชื่อถือของการประเมินการทรงตัวโดยวัดการแกว่งของจุดรวมแรงที่เท้า (COP) ระหว่างวันเดียวกันและห่างกันมากกว่าหนึ่งวัน พบผลที่สอดคล้องกันว่า ค่าความน่าเชื่อถือในวันเดียวกันมีค่าสูงกว่าระหว่างวันทั้งในกลุ่มวัยรุ่นและวัยผู้ใหญ่ การวัดในระยะห่างกันมากอาจมีความคลาดเคลื่อนที่เกี่ยวกับการวัดมากขึ้นได้ รวมถึงการแกว่งของร่างกายอาจมีการเปลี่ยนแปลงได้หาก

ระยะเวลาการวัดห่างกันมากจนเกินไป เช่น จากการจัดตำแหน่ง การสวมใส่อุปกรณ์ใหม่อีกครั้ง หรือเด็กทำกิจกรรมก่อนการวัด อาจทำให้การแกว่งของร่างกายมีการเปลี่ยนแปลงได้ อีกปัจจัยหนึ่ง ที่อาจส่งผลต่อค่าความน่าเชื่อถือในการศึกษาคือค่าความแปรปรวนของการแกว่งระหว่างอาสาสมัครแต่ละรายที่ต่างกันมาก

ในสภาวะการณที่มีการรบกวนระบบที่เกี่ยวข้องกับการทรงตัว ทั้งการหลับตา หรือมีการรบกวนระบบการรับรู้ความรู้สึกของข้อต่อขณะที่ยืนบนพื้นโฟม ส่งผลให้ความน่าเชื่อถือมีค่าลดลงเมื่อเปรียบเทียบกับสภาวะการณที่ล้มตาบนพื้นแข็ง เด็กกลุ่มอาการดาวนีย์มีการพัฒนาระบบรับรู้ความรู้สึกของข้อต่อ จะช้า ส่งผลต่อความสามารถในการทรงตัวของเด็กทำให้ไม่พัฒนาไปในรูปแบบปกติ ในเด็กปกติ ระบบการรับรู้ความรู้สึกของข้อต่อจะพัฒนาสมบูรณ์เมื่ออายุประมาณ 7-10 ปี และลดการใช้การมองเห็นในการควบคุมการทรงตัว แต่ในเด็กกลุ่มอาการดาวนีย์จะยังคงใช้ระบบการมองเห็นเป็นหลักในการควบคุมการทรงตัว<sup>15</sup> จึงรู้สึกไม่มั่นคงและสูญเสียการควบคุมการทรงตัวได้ง่ายเมื่อหลับตา หรือยืนบนพื้นโฟม เนื่องจากการทดสอบที่ยากและทำลายความสามารถในการทรงตัว ทำให้ผลการทดสอบมีความแตกต่างกันและส่งผลต่อความน่าเชื่อถือในการทดสอบได้ด้วย การศึกษาในครั้งนี้มีเด็กกลุ่มอาการดาวนีย์จำนวน 4 รายที่ถูกถอดออกจากการศึกษา เนื่องจากไม่สามารถทำการทดสอบได้ครบทุกสภาวะการณ และสภาวะการณที่ไม่สามารถทำได้คือสภาวะการณล้มตายืนบนพื้นโฟมทั้งสิ้นโดยเด็กเสียการทรงตัวก่อนจะครบเวลา 30 วินาที

นอกจากนี้ ค่าเฉลี่ยของการแกว่งในทิศทางต่างๆ ของเด็กกลุ่มอาการดาวนีย์ส่วนใหญ่มีค่าเฉลี่ยมากในการแกว่งด้าน ML มากกว่า AP ในทุกสภาวะการณ สอดคล้องกับการศึกษาการทรงตัวที่ประเมินการแกว่งของจุดรวมแรงที่เท้า โดยใช้ forceplate ในเด็กกลุ่มอาการดาวนีย์ที่พบว่าในสภาวะการณล้มตายืนบนพื้นโฟมมีความแตกต่างของการแกว่งของร่างกายในระนาบด้านข้างอย่างมีนัยสำคัญ<sup>4,9</sup> ซึ่งอาจบ่งบอกว่าเด็กกลุ่มอาการดาวนีย์มีความแตกต่างของการแกว่งของร่างกายต่างจากวัยผู้ใหญ่และวัยผู้สูงอายุทั่วไปที่การแกว่งมักเป็นการแกว่งในแนวด้านหน้าหลังมากกว่าด้านข้าง<sup>16</sup> นอกจากนี้ เด็กกลุ่มอาการดาวนีย์โดยส่วนใหญ่ (ร้อยละ 92) มักมีลักษณะเท้าแบน (flat feet) บิดออก (pronation) ร่วมกับมี hallux valgus ซึ่งอาจเป็นปัจจัยที่ทำให้มีปัญหาเกี่ยวกับการทรงตัว พื้นที่การแกว่งมากในทุกสภาวะการณ ลักษณะดังกล่าวนี้พบได้แม้ในผู้ใหญ่ที่สุขภาพดีเช่นกัน ผ่าเท้าแบนมีความสัมพันธ์กับการทรงตัว และทำให้ผู้ที่เท้าแบนมีการเพิ่มขึ้นของการแกว่งของลำตัวมากกว่าคนที่เท้าปกติ<sup>17</sup>

ผลการศึกษาในครั้งนี้แนะนำว่าสามารถนำเครื่อง

Swaymeter ไปประยุกต์ใช้ในการประเมินการทรงตัวในเด็กกลุ่มอาการดาวนีย์ได้ในสภาวะการณที่ล้มตาและหลับตาบนพื้นแข็ง ส่วนสภาวะการณที่ทดสอบบนเบาะโฟมมีค่าความน่าเชื่อถือโดยรวมที่ค่อนข้างต่ำ อาจไม่เหมาะในการนำไปทดสอบการทรงตัวในเด็กดาวนีย์ อย่างไรก็ตาม การนำไปประยุกต์ใช้ต้องระมัดระวังและควรคำนึงถึงปัจจัยต่างๆ ที่อาจเข้ามา มีผลต่อการวัด เช่น สถานที่ ควรเป็นสถานที่ปิดเพื่อให้เด็กมีสมาธิในขณะที่ทดสอบเพราะเด็กมักถูกรบกวนจากสิ่งแวดล้อมได้ง่าย แม้ว่าจะระยะเวลาในการทดสอบแต่ละสภาวะการณใช้ระยะเวลาเพียงแค่ 30 วินาที ซึ่งเป็นเวลามาตรฐานในการประเมินด้วย Swaymeter แต่พบว่าเป็นสิ่งที่ยากสำหรับเด็กกลุ่มอาการดาวนีย์ในการจัดการให้มีสมาธิและจดจ่อกับการทดสอบตลอดระยะเวลา 30 วินาที การศึกษาต่อไป อาจศึกษาเพิ่มเติมในสภาวะการณที่ล้มตาและหลับตาบนโฟม โดยศึกษาปัจจัยที่ส่งผลรบกวนต่อการทดสอบโดยใช้ Swaymeter ในเด็กกลุ่มนี้ เนื่องจากเป็นสภาวะการณที่ค่อนข้างยาก หรือเกิดความคลาดเคลื่อนในการวัดได้ง่าย ควรมีการฝึกฝนการใช้งาน Swaymeter มาก่อน สวมใส่ในตำแหน่งที่ถูกต้อง การจัดระดับของก้านอุปกรณ์ให้ขนานกับพื้น รวมถึงควบคุมระดับการใส่ปากกลางใน Swaymeter อย่างเคร่งครัด การทดสอบความน่าเชื่อถือระหว่างผู้วัดก่อนการทดสอบมีความจำเป็นเช่นกัน จะช่วยสามารถอธิบายการควบคุมปัจจัยเหล่านี้ได้ นอกจากนี้ เด็กควรมีความเข้าใจในคำสั่งขณะทดสอบ การศึกษาครั้งนี้จึงเลือกเด็กกลุ่มอาการดาวนีย์ที่มีระดับสติปัญญาอยู่ในระดับปานกลางขึ้นไป เพราะการรับรู้และความเข้าใจก็เป็นสิ่งหนึ่งที่ส่งผลต่อการประเมินการทรงตัวได้เช่นกัน<sup>18</sup>

### ข้อจำกัดในการศึกษา

การศึกษานี้มีจำนวนผู้เข้าร่วมการทดสอบจำนวนน้อย ซึ่งจากการคำนวณโดยใช้โปรแกรม G\*Power analysis แบบ F-test: Anova repeated measure within subjects กำหนดค่า effect size ระดับปานกลางที่ 0.25, alpha=0.05, power=0.8 ได้จำนวนกลุ่มตัวอย่างประมาณ 30 รายเป็นอย่างน้อย แต่เนื่องจากการศึกษานี้ได้กำหนดเกณฑ์ในการตัดเข้าว่าต้องมีระดับภาวะบกพร่องทางสติปัญญาอยู่ในระดับปานกลางขึ้นไป (IQ>35 ขึ้นไป) ในช่วงอายุระหว่าง 7-12 ปี จำนวนผู้เข้าร่วมการศึกษามีจำกัดเพียง 29 ราย และมีผู้เข้าร่วมการทดสอบจำนวน 4 รายที่ถูกตัดออกเนื่องจากไม่สามารถทดสอบได้ครบทุกสภาวะการณ จึงไม่ได้วิเคราะห์ข้อมูลของผู้เข้าร่วมการศึกษทั้ง 4 รายด้วย เหลือผู้เข้าร่วมการศึกษานำข้อมูลมาวิเคราะห์จำนวนเพียง 25 ราย จึงควรพิจารณาเพิ่มจำนวน

ผู้เข้าร่วมการทดสอบในการศึกษาครั้งต่อไป

### สรุปผลการศึกษา

การประเมินการทรงตัวขณะอยู่นิ่งด้วย Swaymeter ในสภาวะการณ็ลึ้มตาและหลับตาบนพื้นแข็ง มีความน่าเชื่อถือสามารถนำไปประยุกต์ใช้ในทางคลินิกและงานวิจัยได้

### กิตติกรรมประกาศ

การศึกษานี้ได้รับทุนสนับสนุนจากงบประมาณเงินรายได้ คณะเทคนิคการแพทย์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ขอขอบคุณโรงเรียนกาวีละอนุกุลสำหรับการให้ความอนุเคราะห์ให้ใช้สถานที่ดำเนินการวิจัย ขอขอบคุณผู้ปกครองและอาสาสมัครทุกท่านที่สละเวลาเข้าร่วมการวิจัยในครั้งนี้

### เอกสารอ้างอิง

1. Villarroya MA, Gonzalez-Aguero A, Moros-Garcia T, de la Flor Marin M, Moreno LA, Casajus JA. Static standing balance in adolescents with Down syndrome. *Res Dev Disabil* 2012; 33(4): 1294-300. doi: 10.1016/j.ridd.2012.02.017.
2. Scott BS, Becker LE, Petit TL. Neurobiology of Down's syndrome. *Prog Neurobiol.*1983; 21: 199-237. doi: 10.1016/0301-0082(83)90002-3.
3. Galli M, Rigoldi C, Mainardi L, Tenore N, Onorati P, Albertini G. Postural control in patients with Down syndrome. *Disabil Rehabil* 2008; 30: 1274-8. doi: 10.1080/09638280701610353.
4. Shumway-Cook A, Woollacott MH. Dynamics of postural control in the child with Down syndrome. *Phys Ther* 1985; 65(9): 1315-22.
5. Aruin AS, Almeida GL, Latash ML. Organization of a simple two-joint synergy in individuals with Down syndrome. *Am J Ment Retard* 1996; 101(3): 256-68.
6. Rigoldi C, Galli M, Mainardi L, Crivellini M, Albertini G. Postural control in children, teenagers and adults with Down syndrome. *Res Dev Disabil* 2011; 32: 170-5. doi: 10.1016/j.ridd.2010.09.007.
7. Mancini M, Horak FB. The relevance of clinical balance assessment tools to differentiate balance deficit. *Eur J Phys Rehabil Med* 2010; 46(2): 239-48.
8. Biec E, Zima J, Wojtowicz D, Wojciechowska-Maszkowska B, Krecisz K, Kuczynski M. Postural stability in young adults with Down syndrome in challenging conditions. *PLoS One* 2014; 9(4): e94247. doi:10.1371/journal.pone.0094247.
9. Lord SR, Clark RD. Simple physiological and clinical tests for the accurate prediction of falling in older people. *Gerontology* 1996; (4): 199-203. doi: 10.1159/000213793.
10. Lord SR, Ward JA, Williams P, Anstey KJ. Physiological factors associated with falls in older community-dwelling women. *J Am Geriatr Soc* 1994; 42(10): 1110-7. doi: 10.1111/j.1532-5415.1994.tb06218.x.
11. Sturnieks DL, Arnold R, Lord SR. Validity and reliability of the Swaymeter device for measuring postural sway. *BMC Geriatr* 2011; 11: 63. doi: 10.1186/1471-2318-11-63.

12. Rajendran V, Roy FG, Jeevanantham D. A preliminary randomized controlled study on the effectiveness of vestibular-specific neuromuscular training in children with hearing impairment. *Clinical Rehab* 2013; 27: 459-67. doi: 10.1177/0269215512462909.
13. Domholdt E. *Physical therapy research: principles and applications*. 2nd ed. Philadelphia: WB Saunders; 2000.
14. Lin D, Seol H, Nussbaum MA, Madigan ML. Reliability of COP-based postural sway measures and age-related differences. *Gait Posture* 2008; 28(2): 337-42. doi: 10.1016/j.gaitpost.2008.01.005.
15. Shumway-Cook A, Woollacott MH. Dynamics of postural control in the child with Down syndrome. *Phys Ther* 1985; 65(9): 1315-22.
16. Baloh RW, Fife TD, Zwerling L, Socotch T, Jacobson K, Bell T, et al. Comparison of static and dynamic posturography in young and older normal people. *J Am Geriatr Soc* 1994; 42: 405-12. DOI: 10.1111/j.1532-5415.1994.tb07489.x.
17. Tahmasebi R, Karimi MT, Satvati B, Fatoye F. Evaluation of standing stability in individuals with flatfeet. *Foot Ankle Spec* 2015; 8(3): 168-74. doi: 10.1177/1938640014557075.
18. Horak FB. Postural orientation and equilibrium: what do we need to know about neural control of balance to prevent falls? *Age Ageing* 2006; 35 Suppl2: ii7-ii11. doi:10.1093/ageing/afl077.