

## ปัจจัยที่สัมพันธ์กับระดับความรุนแรงของภาวะหยุดหายใจขณะนอนหลับจากการอุดกั้น จากปัจจัยเสี่ยงและการตรวจคัดกรอง Epworth Sleepiness scale และ STOP-Bang Questionnaire

พิชญากัจฉ์ มอเพ็ชร, พ.บ.\*<sup>1</sup>

### บทคัดย่อ

ภาวะหยุดหายใจขณะหลับจากการอุดกั้น (OSA) เป็นปัญหาสาธารณสุขที่พบบ่อยและสัมพันธ์กับภาวะแทรกซ้อนทางหัวใจและหลอดเลือด อย่างไรก็ตาม เครื่องมือคัดกรองมาตรฐานอย่าง Epworth Sleepiness Scale (ESS) และ STOP-Bang Questionnaire ถูกพัฒนาขึ้นเพื่อคัดกรองการมีภาวะ OSA เป็นหลัก มิใช่เพื่อจำแนกความรุนแรงของโรค การศึกษานี้จึงมีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาปัจจัยที่สัมพันธ์กับระดับความรุนแรงของ OSA จากปัจจัยเสี่ยงและคะแนนคัดกรอง ESS และ STOP-Bang เป็นการวิจัยเชิงวิเคราะห์แบบภาคตัดขวางย้อนหลัง ในผู้ป่วยอายุ 20-80 ปี ที่วินิจฉัย OSA ด้วย polysomnography ที่โรงพยาบาลปากช่องนานา ระหว่างมิถุนายน 2567 ถึงกรกฎาคม 2568 จำนวน 72 ราย วิเคราะห์ด้วย multivariable logistic regression และตรวจสอบ multicollinearity ด้วยค่า variance inflation factor ก่อนสร้างแบบจำลอง

พบผู้ป่วย severe OSA 34 ราย และ mild-moderate OSA 38 ราย เมื่อควบคุมตัวแปรร่วมแล้ว เส้นรอบคอสัมพันธ์กับความรุนแรงของโรคอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (adjusted OR 1.18, 95% CI 1.03, 1.35) เพศชายมีแนวโน้มสัมพันธ์แต่ไม่ถึงระดับนัยสำคัญ (adjusted OR 2.58, 95% CI 0.92, 7.23) โดย  $p=0.071$  ส่วนคะแนน ESS และ STOP-Bang ไม่สัมพันธ์ทางสถิติกับความรุนแรงของโรค โดยคะแนน STOP-Bang ถูกตัดออกจากแบบจำลองเนื่องจากมีค่า VIF สูงจาก multicollinearity กับตัวแปรองค์ประกอบ

ผลการศึกษาชี้ว่าเครื่องมือคัดกรองมาตรฐานไม่สามารถจำแนกระดับความรุนแรงของ OSA ได้ในผู้ป่วยที่วินิจฉัยแล้ว ขณะที่เส้นรอบคอซึ่งวัดง่ายและไม่มีค่าใช้จ่าย อาจมีประโยชน์เพิ่มเติมในการจัดลำดับความสำคัญของผู้ป่วยที่ควรส่งตรวจ polysomnography โดยเร่งด่วน โดยเฉพาะในสถานพยาบาลที่มีทรัพยากรจำกัด ควรมีการศึกษายืนยันเพิ่มเติมในกลุ่มตัวอย่างขนาดใหญ่ขึ้นก่อนนำไปใช้ในเวชปฏิบัติ

**คำสำคัญ :** ภาวะหยุดหายใจขณะหลับจากการอุดกั้น, ความรุนแรงของโรค, ปัจจัยเสี่ยงต่อโรคหยุดหายใจขณะหลับ, การตรวจการนอนหลับ

\* นายแพทย์ชำนาญการแผนกโสต ศอ นาสิก โรงพยาบาลปากช่องนานา จังหวัดนครราชสีมา

<sup>1</sup>ผู้ประพันธ์บรรณกิจ: พิชญากัจฉ์ มอเพ็ชร, E-mail: [Phichy27@gmail.com](mailto:Phichy27@gmail.com)

## Factors Associated with the Severity of Obstructive Sleep Apnea: Risk Factors and Screening with the Epworth Sleepiness Scale and STOP-Bang Questionnaire

Phichayaphat Mongphet, MD.<sup>\*1</sup>

### Abstract

Obstructive sleep apnea (OSA) is a common public health problem associated with cardiovascular complications. However, standard screening tools such as the Epworth Sleepiness Scale (ESS) and STOP-Bang Questionnaire were primarily developed to detect the presence of OSA rather than to discriminate disease severity. This study therefore aimed to identify factors associated with the severity of OSA, based on risk factors and screening scores from the ESS and STOP-Bang Questionnaire. A retrospective cross-sectional analytical study was conducted among 72 patients aged 20-80 years who were diagnosed with OSA by polysomnography at Pakchongnana Hospital between June 2024 and July 2025. Data were analyzed using multivariable logistic regression, with multicollinearity assessed via variance inflation factor before model construction.

The sample comprised 34 patients with severe OSA and 38 with mild-moderate OSA. After mutual adjustment, neck circumference was significantly associated with disease severity (adjusted OR 1.18, 95% CI 1.03, 1.35). Male sex showed a trend toward association, with an adjusted OR of 2.58 (95% CI 0.92, 7.23); this association did not reach statistical significance,  $p=0.071$ . Neither ESS nor STOP-Bang scores were statistically associated with disease severity; the STOP-Bang score was excluded from the model due to an elevated VIF reflecting multicollinearity with its component variables.

The findings indicate that standard screening tools cannot discriminate OSA severity among patients with a confirmed diagnosis, whereas neck circumference, a simple and cost-free measurement, may offer additional value in prioritizing patients for urgent polysomnography referral, particularly in resource-limited settings. Further validation studies in larger samples are warranted before wider clinical application.

**Keywords :** Obstructive sleep apnea, Severity, Risk factors, Polysomnography

---

<sup>\*</sup> Medical Doctor Professional level, Department of Ear nose and throat, Pakchong Nana Hospital, Nakhon Ratchasima Province

<sup>1</sup>Corresponding author: Phichayaphat Mongphet, E-mail: [Phichy27@gmail.com](mailto:Phichy27@gmail.com)

## ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

ภาวะหยุดหายใจขณะหลับจากการอุดกั้น (obstructive sleep apnea; OSA) เป็นความผิดปกติของการนอนหลับที่พบบ่อย เกิดจากการอุดกั้นทางเดินหายใจส่วนบนซ้ำ ๆ ขณะหลับ ส่งผลให้เกิดภาวะพร่องออกซิเจนและการตื่นตื่น ๆ ซ้ำหลายครั้งตลอดคืน ผู้ป่วยที่ไม่ได้รับการวินิจฉัยและรักษามีความเสี่ยงเพิ่มขึ้นต่อโรคความดันโลหิตสูง โรคหัวใจและหลอดเลือด ภาวะหัวใจเต้นผิดจังหวะ โรคหลอดเลือดสมอง รวมถึงอุบัติเหตุจากการง่วงขณะขับขี่ยานพาหนะ ส่งผลกระทบทั้งต่อคุณภาพชีวิตของผู้ป่วยและภาระค่าใช้จ่ายด้านสาธารณสุขในภาพรวมอย่างมีนัยสำคัญ<sup>(1-2)</sup>

สถานการณ์ปัจจุบันพบว่าความชุกของ OSA มีแนวโน้มเพิ่มขึ้นทั่วโลก โดยเฉพาะในกลุ่มที่มีน้ำหนักเกินและภาวะอ้วน แต่ผู้ป่วยจำนวนมากยังไม่ได้รับการวินิจฉัย เนื่องจากการตรวจ polysomnography (PSG) ซึ่งเป็นมาตรฐานอ้างอิงในการวินิจฉัยมีต้นทุนสูงและต้องอาศัยบุคลากรและอุปกรณ์เฉพาะทาง ทำให้การเข้าถึงมีจำกัด โดยเฉพาะในโรงพยาบาลระดับทุติยภูมิที่มีคิวรอตรวจค่อนข้างยาว<sup>(1)</sup>

โรงพยาบาลปากช่องนานาเป็นอีกหนึ่งพื้นที่ที่มีผู้ป่วยมาด้วยอาการนอนกรนและสงสัยภาวะ OSA จำนวนหนึ่งในแต่ละปี โดยกระบวนการคัดกรองก่อนส่งตรวจ PSG ในพื้นที่ยังอาศัยเพียงแบบสอบถาม Epworth Sleepiness

Scale (ESS) และ STOP-Bang Questionnaire ซึ่งเป็นเครื่องมือคัดกรองที่ใช้กันแพร่หลาย

การศึกษาที่ผ่านมารายงานว่า STOP-Bang มีความไวสูงในการคัดกรองภาวะ OSA โดยรวม (ความไวประมาณร้อยละ 85-92 สำหรับ  $AHI \geq 5$ ) แต่มีความจำเพาะค่อนข้างต่ำ และเครื่องมือนี้ถูกพัฒนาและตรวจสอบความตรงเพื่อจำแนกผู้ที่ "มี" หรือ "ไม่มี" ภาวะ OSA เป็นหลักมากกว่าจำแนก "ระดับความรุนแรง" ของโรค<sup>(3-4)</sup> ขณะที่การศึกษาความตรงของ STOP-Bang ในบริบทประเทศไทยยังจำกัดอยู่เพียงบางพื้นที่และบางกลุ่มประชากรเท่านั้น<sup>(5)</sup>

ช่องว่างสำคัญของความรู้ที่ยังไม่ชัดเจนคือ ปัจจัยทางคลินิกใดบ้างที่สัมพันธ์กับระดับความรุนแรงของ OSA ในกลุ่มผู้ป่วยที่มีอาการนอนกรนซึ่งได้รับการยืนยันด้วย PSG แล้ว ข้อมูลนี้มีความสำคัญทางคลินิก เนื่องจากในสถานการณ์ที่ทรัพยากรการตรวจ PSG มีจำกัดการมีปัจจัยเสี่ยงทางคลินิกที่ช่วยบ่งชี้ความรุนแรงได้ตั้งแต่ขั้นต้นจะช่วยสนับสนุนการจัดลำดับความสำคัญของผู้ป่วยที่ควรได้รับการตรวจ PSG โดยเร่งด่วน คณะผู้วิจัยจึงมีความจำเป็นต้องศึกษาปัจจัยเสี่ยงและคะแนนจากเครื่องมือคัดกรอง ESS และ STOP-Bang ที่สัมพันธ์กับระดับความรุนแรงของ OSA ในผู้ป่วยที่โรงพยาบาลปากช่องนานา เพื่อเป็นข้อมูลพื้นฐานสนับสนุนการจัดลำดับการส่งตรวจ PSG ในบริบทที่ทรัพยากรจำกัดต่อไป

## วัตถุประสงค์ของการวิจัย

เพื่อศึกษาปัจจัยที่สัมพันธ์กับระดับความรุนแรงของภาวะหยุดหายใจขณะหลับจากการอุดกั้น จากปัจจัยเสี่ยงและคะแนนจากเครื่องมือคัดกรอง Epworth Sleepiness Scale และ STOP-Bang Questionnaire ในผู้ป่วยที่โรงพยาบาลปากช่องนานา

## ระเบียบวิธีวิจัย

### รูปแบบการวิจัย

การศึกษานี้เป็นการวิจัยเชิงวิเคราะห์แบบภาคตัดขวางย้อนหลัง (retrospective cross-sectional analytical study) โดยเก็บรวบรวมข้อมูลปัจจัยเสี่ยง คะแนนจากเครื่องมือคัดกรอง และผลการตรวจ polysomnography ณ ช่วงเวลาเดียวกันจากเวชระเบียนผู้ป่วย เพื่อวิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างปัจจัยเสี่ยงกับระดับความรุนแรงของโรคประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

การคำนวณขนาดตัวอย่างในการศึกษานี้ใช้สูตรเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยระหว่าง 2 กลุ่มอิสระ (independent two-sample means)<sup>(6)</sup> โดยใช้เส้นรอบคอ (neck circumference) เป็นตัวแปรต่อเนื่องหลักที่มีความสัมพันธ์กับระดับความรุนแรงของ OSA ตามข้อมูลจากการทบทวนวรรณกรรม/การศึกษานำร่อง ภายใต้สมมติฐาน กลุ่ม severe มีเส้นรอบคอเฉลี่ย  $41.4 \pm 4.3$  เซนติเมตร และกลุ่ม mild-moderate มีเส้นรอบคอเฉลี่ย  $39.0 \pm 3.3$  เซนติเมตร กำหนดความคลาดเคลื่อนชนิดที่หนึ่ง

( $\alpha$ ) แบบทางเดียว (one-sided) เท่ากับ 0.05 ( $Z_{1-\alpha} = 1.645$ ) และอำนาจการทดสอบ (power) ร้อยละ 80 ( $Z_{1-\beta} = 0.84$ ) อัตราส่วนกลุ่มตัวอย่าง 1:1 กำหนดได้ดังนี้

$$n \text{ ต่อกลุ่ม} = \frac{2(Z_{1-\alpha} + Z_{1-\beta})^2 \times Sp^2}{\delta^2}$$

โดย  $Sp^2$  (pooled variance) =  $(4.3^2 + 3.3^2)/2 = 14.69$

$\delta$  (ผลต่างค่าเฉลี่ยที่ต้องการตรวจพบ) =  $41.4 - 39.0 = 2.4$

$n = 2 \times (1.645 + 0.84)^2 \times 14.69 / (2.4)^2 = 2 \times 6.175 \times 14.69 / 5.76 \approx 31.5 \approx 32$  คนต่อกลุ่ม (รวม 64 คน)

เนื่องจากการเก็บข้อมูลย้อนหลังจากเวชระเบียนและใบบันทึกผลการตรวจการนอนหลับ ซึ่งมีโอกาสพบข้อมูลไม่ครบถ้วนหรือไม่สามารถใช้ได้บางส่วน จึงปรับเพิ่มขนาดตัวอย่างเพื่อรองรับข้อมูลไม่สมบูรณ์ (incomplete-data adjustment) ร้อยละ 10<sup>(7)</sup> ตามสูตร

$N_1 = n / (1 - d)$  เมื่อ  $d$  = อัตราข้อมูลไม่สมบูรณ์ที่คาดไว้ (10%)

$N_1 = 32 / (1 - 0.10) = 32 / 0.9 \approx 35.6 \approx 36$  คนต่อกลุ่ม

ดังนั้น ขนาดตัวอย่างขั้นต่ำที่ต้องการ คือ 36 คนต่อกลุ่ม รวมทั้งสิ้น 72 คน

### วิธีดำเนินการวิจัย

ผู้วิจัยทบทวนวรรณกรรมเพื่อกำหนดกรอบแนวคิดและตัวแปรที่ศึกษา แล้วเสนอโครงร่างวิจัยต่อคณะกรรมการจริยธรรมการวิจัยในคน โรงพยาบาลปากช่องนานา เพื่อขอรับการรับรองก่อนเก็บข้อมูล ตามแนวปฏิบัติทางคลินิกของ

โรงพยาบาล ผู้ป่วยที่มีอาการนอนกรนเสียงดัง หยุดหายใจ หรือสะดุ้งตื่นขณะหลับที่แผนกหู คอ จมูก จะได้รับการคัดกรองด้วย ESS และ STOP-Bang หากมีคะแนน ESS มากกว่า 10 หรือ STOP-Bang มากกว่า 3 จะได้รับการส่งตรวจ polysomnography เพื่อยืนยันการวินิจฉัยและระดับความรุนแรง

และเก็บข้อมูลย้อนหลังจากเวชระเบียน และใบบันทึกผลการตรวจการนอนหลับของผู้ป่วยอายุ 20-80 ปี ที่วินิจฉัย OSA ด้วย polysomnography ระหว่าง 1 มิถุนายน 2567 - 30 กรกฎาคม 2568 โดยใช้แบบคัดลอกข้อมูลที่พัฒนาขึ้นเฉพาะการศึกษานี้ ครอบคลุมตัวแปร เพศ อายุ ความดันโลหิต ดัชนีมวลกาย เส้นรอบคอ คะแนน ESS คะแนน STOP-Bang และค่า AHI แล้วตรวจสอบความครบถ้วนถูกต้องของข้อมูลกับต้นฉบับก่อนนำเข้าสู่การวิเคราะห์ทางสถิติ

### เครื่องมือในการวิจัย

แบ่งออกเป็น 3 ประเภท ดังนี้

#### 1. Epworth Sleepiness Scale (ESS):

แบบสอบถามคัดกรองความง่วงนอนในเวลากลางวัน ประกอบด้วยข้อคำถาม 8 ข้อ ให้ผู้ป่วยประเมินโอกาสที่จะเผลอหลับในสถานการณ์ต่างๆ ในชีวิตประจำวัน คะแนนรวมอยู่ระหว่าง 0-24 คะแนน โดยคะแนนมากกว่า 10 คะแนน บ่งชี้ว่ามีความง่วงนอนผิดปกติในเวลากลางวัน และมีความเสี่ยงต่อ OSA การศึกษานี้ใช้ ESS ฉบับภาษาไทยที่ผ่านการตรวจสอบความตรงและความเที่ยงแล้ว ซึ่งมีรายงานว่าค่าความไวและ

ความจำเพาะค่อนข้างต่ำเมื่อใช้เพียงลำพังในการวินิจฉัย OSA<sup>(8)</sup>

#### 2. STOP-Bang Questionnaire:

แบบสอบถามคัดกรองความเสี่ยงต่อ OSA ประกอบด้วย 8 ข้อ ครอบคลุมการนอนกรนเสียงดัง (Snoring) ความเหนื่อยล้า/ง่วงนอนในเวลากลางวัน (Tiredness) การถูกสังเกตพบว่าการหยุดหายใจขณะหลับ (Observed apnea) โรคความดันโลหิตสูง (Pressure) ดัชนีมวลกายมากกว่า 35 กก./ม.<sup>2</sup> (BMI) อายุมากกว่า 50 ปี (Age) เส้นรอบคอมากกว่า 40 ซม. (Neck circumference) และเพศชาย (Gender) แต่ละข้อให้คะแนน 1 คะแนนหากมีลักษณะดังกล่าว คะแนนรวมตั้งแต่ 3 คะแนนขึ้นไปถือว่ามีความเสี่ยงสูงต่อ OSA การศึกษานี้ใช้ STOP-Bang ฉบับภาษาไทยที่ผ่านการตรวจสอบความตรงในบริบทประเทศไทย ซึ่งมีรายงานว่ามีความไวสูงแต่ความจำเพาะค่อนข้างต่ำในการคัดกรอง OSA<sup>(5)</sup>

#### 3. การตรวจการนอนหลับ

(Polysomnography; PSG): เป็นการตรวจมาตรฐานอ้างอิง (gold standard) สำหรับวินิจฉัยและประเมินระดับความรุนแรงของ OSA ดำเนินการโดยเจ้าหน้าที่ Sleep Technician ที่ผ่านการอบรมและได้รับการรับรองจากสมาคมโรคจากการหลับแห่งประเทศไทย ทำการติดอุปกรณ์เซนเซอร์บันทึกคลื่นไฟฟ้าสมอง การเคลื่อนไหว ลูกตา คลื่นไฟฟ้ากล้ามเนื้อ การไหลเวียนของอากาศ ความอิ่มตัวของออกซิเจนในเลือด และการเคลื่อนไหวของทรวงอกและหน้าท้อง ตลอดคืนอย่างน้อย 6-8 ชั่วโมง ผลการบันทึกได้รับการอ่านและแปลผลโดยเจ้าหน้าที่อีกท่านหนึ่งแยก

จากผู้ติดอุปกรณ์ โดยคำนวณค่าดัชนีการหยุดหายใจและหายใจแผ่วร่วมกัน (Apnea-Hypopnea Index; AHI) ตามเกณฑ์ของ American Academy of Sleep Medicine (AASM) ฉบับปรับปรุงล่าสุด (Version 3) และแบ่งระดับความรุนแรงของโรคเป็น 3 ระดับ ได้แก่ น้อย (mild, AHI  $\geq 5$ ) ปานกลาง (moderate, AHI  $\geq 15$ ) และรุนแรงมาก (severe, AHI  $\geq 30$ ) ตามเกณฑ์เดียวกัน<sup>(9)</sup>

#### การเก็บรวบรวมข้อมูล

ผู้วิจัยบันทึกข้อมูลผู้ป่วยแต่ละรายลงในแบบคัดลอกข้อมูลที่พัฒนาขึ้นเฉพาะสำหรับการศึกษานี้ โดยสืบค้นจากเวชระเบียนและใบบันทึกผลการตรวจการนอนหลับของผู้ป่วยที่เข้าเกณฑ์คัดเข้าทุกราย ระหว่างวันที่ 1 มิถุนายน พ.ศ. 2567 ถึง 30 กรกฎาคม พ.ศ. 2568 แล้วตรวจสอบความครบถ้วนถูกต้องของข้อมูลกับต้นฉบับก่อนนำเข้าสู่การวิเคราะห์ทางสถิติ

#### การวิเคราะห์ข้อมูล

สถิติเชิงพรรณนา รายงานตัวแปรเชิงกลุ่มเป็นจำนวนและร้อยละ ส่วนตัวแปรต่อเนื่องทดสอบการกระจายตัวด้วย Shapiro-Wilk test แล้วรายงานเป็นค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (กรณีกระจายตัวปกติ) หรือค่ามัธยฐานและพิสัยระหว่างควอไทล์ (กรณีไม่ปกติ)

สถิติเชิงอนุมาน เปรียบเทียบลักษณะพื้นฐานระหว่างกลุ่ม severe และ mild-moderate OSA ด้วย independent t-test หรือ Mann-Whitney U test สำหรับตัวแปรต่อเนื่อง และ Chi-square test หรือ Fisher's exact test สำหรับตัวแปรแบบแบ่งกลุ่ม แล้ววิเคราะห์ปัจจัยที่สัมพันธ์กับระดับความรุนแรงของ OSA ด้วย multivariable logistic

regression โดยใช้วิธี purposeful selection<sup>(10)</sup> คือนำตัวแปรที่มีค่า  $p < 0.25$  จากการวิเคราะห์ bivariate วิเคราะห์เข้าสู่แบบจำลองเริ่มต้น แล้วคัดออกทีละตัวด้วยวิธี backward elimination จนเหลือเฉพาะตัวแปรที่มีนัยสำคัญทางสถิติ ( $p < 0.05$ ) หรือมีความสำคัญทางคลินิก

ทั้งนี้ ไม่นำคะแนนรวม STOP-Bang เข้าสู่แบบจำลอง multivariable ร่วมกับตัวแปรองค์ประกอบ (เพศ อายุ ดัชนีมวลกาย เส้นรอบคอ ความดันโลหิต) เนื่องจากเป็นตัวแปรที่คำนวณจากตัวแปรเหล่านี้อยู่แล้ว ก่อให้เกิด multicollinearity สูง จึงตรวจสอบความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรอิสระด้วยค่า variance inflation factor (VIF) โดยกำหนดเกณฑ์ VIF  $< 5$  ก่อนนำตัวแปรเข้าสู่แบบจำลอง<sup>(10)</sup>

รายงานผลเป็นค่า odds ratio ทั้งแบบ crude OR และปรับด้วยตัวแปรร่วม (adjusted OR) พร้อมช่วงความเชื่อมั่นร้อยละ 95 และค่า  $p$  ทั้งแบบจำลองเต็ม (full model) และแบบจำลองที่ลดตัวแปรแล้ว (reduced model) กำหนดระดับนัยสำคัญทางสถิติที่  $\alpha = 0.05$  (สองด้าน)

เนื่องจากจำนวนเหตุการณ์ในกลุ่มที่มีขนาดน้อยกว่า (severe OSA,  $n = 34$ ) มีจำกัดเมื่อเทียบกับจำนวนตัวแปรในแบบจำลองเต็ม จึงเน้นการรายงานแบบจำลองที่ลดตัวแปรแล้ว (reduced model) เป็นผลหลักของการศึกษา เพื่อให้ได้แบบจำลองที่กระชับ มีความเสถียรของค่าประมาณมากขึ้น และตีความได้ตรงไปตรงมาในบริบทการนำไปใช้ทางคลินิก<sup>(11)</sup>

## ผลการวิจัย

### ลักษณะทั่วไปของกลุ่มตัวอย่าง

การศึกษานี้มีผู้เข้าร่วมทั้งหมด 72 ราย แบ่งเป็นกลุ่มที่มีภาวะหยุดหายใจขณะหลับระดับรุนแรง (severe OSA) จำนวน 34 ราย และกลุ่มระดับเล็กน้อยถึงปานกลาง (mild-moderate OSA) จำนวน 38 ราย

กลุ่มภาวะรุนแรงมีสัดส่วนเพศชายสูงกว่ากลุ่มเล็กน้อยถึงปานกลางอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (70.6% เทียบกับ 42.1%,  $p=0.019$ ) และมีเส้นรอบคอเฉลี่ยสูงกว่าอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $41.4\pm 4.3$  ซม. เทียบกับ  $39.0\pm 3.3$  ซม.,  $p=0.010$ ) ส่วนอายุ ดัชนีมวลกาย ความดันโลหิตซิสโตลิก

ความดันโลหิตไดแอสโตลิก และคะแนน Epworth Sleepiness Scale ไม่แตกต่างกันระหว่างสองกลุ่ม ( $p>0.05$ ) สำหรับคะแนน STOP-Bang กลุ่มภาวะรุนแรงมีค่าเฉลี่ยสูงกว่าอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $5.1\pm 1.4$  เทียบกับ  $4.5\pm 1.1$  คะแนน,  $p=0.036$ ) อย่างไรก็ตาม เนื่องจากคะแนน STOP-Bang เป็นผลรวมโดยตรงจากตัวแปรเพศ อายุ ดัชนีมวลกาย เส้นรอบคอ และความดันโลหิตที่นำเข้าวิเคราะห์ห้อยู่แล้ว การพบว่าคะแนนนี้แตกต่างกันจึงเป็นผลที่คาดการณ์ได้ (expected) มิใช่ข้อค้นพบอิสระ และไม่ได้นำเข้าสู่แบบจำลอง multivariable ร่วมกับตัวแปรองค์ประกอบด้วยเหตุผลด้าน multicollinearity ดังแสดงใน Table 1

**Table 1:** General Characteristics of the Study Sample Classified by OSA Severity

| ตัวแปร                                              | Severe OSA<br>(n=34) | Mild-Moderate<br>OSA (n=38) | p-value |
|-----------------------------------------------------|----------------------|-----------------------------|---------|
| เพศชาย, n (%)                                       | 24 (70.6)            | 16 (42.1)                   | 0.019*  |
| อายุ (ปี), Mean $\pm$ S.D.                          | 46.8 $\pm$ 11.6      | 44.9 $\pm$ 17.3             | 0.601   |
| ดัชนีมวลกาย (กก./ม. <sup>2</sup> ), Mean $\pm$ S.D. | 33.1 $\pm$ 7.4       | 33.3 $\pm$ 9.9              | 0.899   |
| ความดันโลหิตซิสโตลิก (มม.ปรอทX, Mean $\pm$ S.D.     | 134.9 $\pm$ 16.5     | 131.4 $\pm$ 17.7            | 0.384   |
| ความดันโลหิตไดแอสโตลิก (มม.ปรอท), Mean $\pm$ S.D.   | 79.2 $\pm$ 13.3      | 75.8 $\pm$ 12.2             | 0.267   |
| เส้นรอบคอ (ซม.), Mean $\pm$ S.D.                    | 41.4 $\pm$ 4.3       | 39.0 $\pm$ 3.3              | 0.010*  |
| คะแนน Epworth Sleepiness Scale, Mean $\pm$ S.D.     | 12.4 $\pm$ 5.6       | 13.1 $\pm$ 5.1              | 0.617   |
| คะแนน STOP-Bang, Mean $\pm$ S.D.†                   | 5.1 $\pm$ 1.4        | 4.5 $\pm$ 1.1               | 0.036*  |

\* $p < 0.05$  (independent t-test for continuous variables, Chi-square test for sex) †Excluded from the multivariable model due to multicollinearity

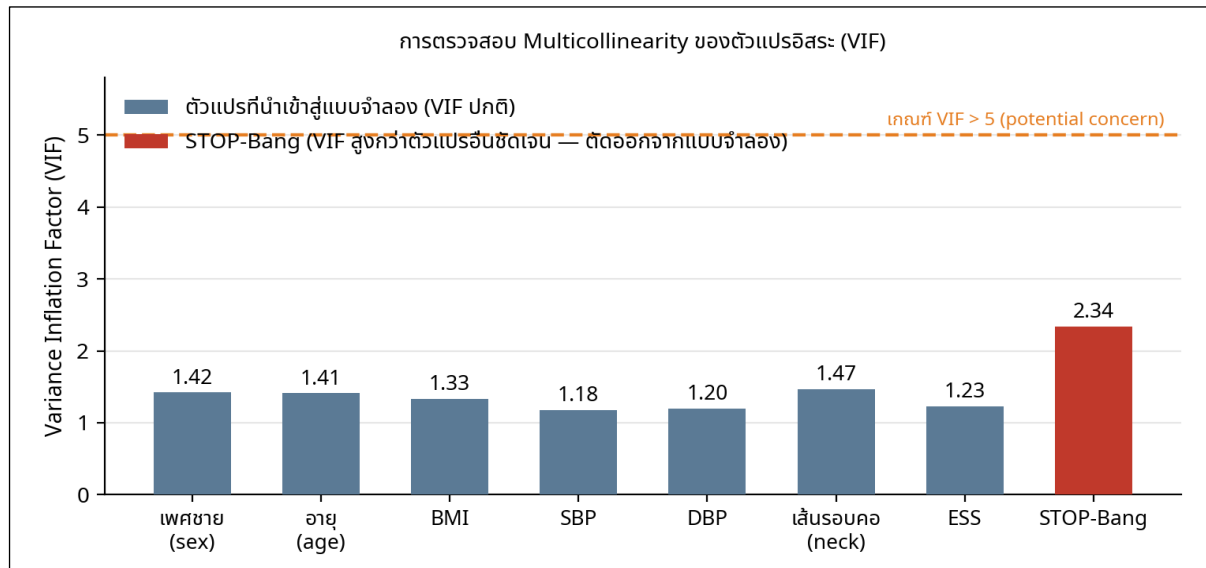
### การตรวจสอบ Multicollinearity

ก่อนวิเคราะห์แบบจำลอง multivariable logistic regression ได้ตรวจสอบความสัมพันธ์

ระหว่างตัวแปรอิสระด้วยค่า variance inflation factor (VIF) พบว่าคะแนน STOP-Bang มีค่า VIF สูงกว่าตัวแปรอื่นอย่างชัดเจน ( $VIF \approx 2.3$  เทียบ

กับตัวแปรอื่นที่  $VIF \approx 1.1-1.5$  สอดคล้องกับ  
ข้อสังเกตเชิงทฤษฎีว่าคะแนนนี้เป็นฟังก์ชันเชิง  
เส้นของตัวแปรอื่นในแบบจำลอง จึงตัดคะแนน  
STOP-Bang ออกจากแบบจำลอง multivariable

เหลือ 7 ตัวแปรอิสระในแบบจำลองเต็ม (full  
model) ได้แก่ เพศ อายุ ดัชนีมวลกาย ความดัน  
โลหิตซิสโตลิก ความดันโลหิตไดแอสโตลิก เส้น  
รอบคอ และคะแนน ESS



**Figure 1:** Variance Inflation Factor (VIF) Values of Independent Variables-STOP-Bang Excluded from the Multivariable Model Due to Markedly Elevated VIF

### ปัจจัยที่สัมพันธ์กับระดับความรุนแรงของ OSA

จากแบบจำลอง multivariable logistic regression (full model) พบว่ามีเพียงเส้นรอบคอที่มีความสัมพันธ์กับความรุนแรงของ OSA อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (adjusted OR 1.18, 95% CI 1.02, 1.36) เพศชายมีแนวโน้มสัมพันธ์แต่ยังไม่ถึง

ระดับนัยสำคัญ (adjusted OR 3.23, 95% CI 0.94, 11.13) ตัวแปรอื่นไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ

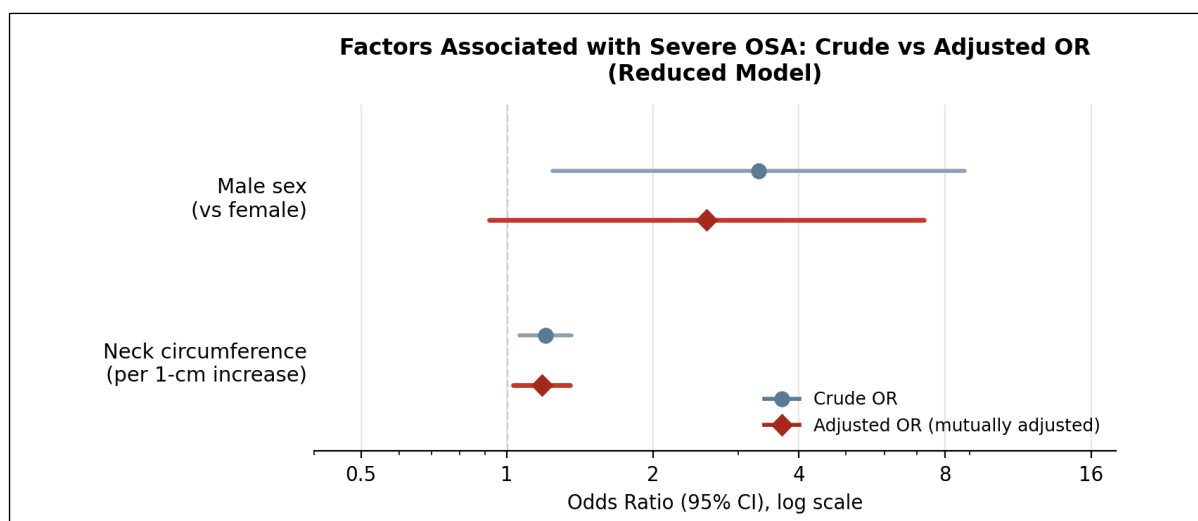
เนื่องจากจำนวนเหตุการณ์ในกลุ่ม severe OSA (n=34) มีจำกัดเมื่อเทียบกับจำนวนตัวแปรในแบบจำลองเต็ม จึงคัดเลือกเฉพาะตัวแปรที่มีนัยสำคัญเข้าสู่ แบบจำลองที่ลดตัวแปรแล้ว (reduced model)

**Table 2:** Odds Ratios of Factors Associated with OSA Severity

| ตัวแปรทำนาย                        | Full model Adjusted | p      | Reduced model        | p      |
|------------------------------------|---------------------|--------|----------------------|--------|
|                                    | OR (95% CI)         |        | Adjusted OR (95% CI) |        |
| เพศชาย                             | 3.23 (0.94–11.13)   | 0.063  | 2.58 (0.92, 7.23)    | 0.071  |
| อายุ (ปี)                          | 1.02 (0.98–1.06)    | 0.282  | ไม่ได้นำเข้า         | -      |
| ดัชนีมวลกาย (กก./ม. <sup>2</sup> ) | 0.94 (0.87–1.01)    | 0.076  | ไม่ได้นำเข้า         | -      |
| ความดันโลหิตซิสโตลิก               | 1.03 (1.00–1.06)    | 0.068  | ไม่ได้นำเข้า         | -      |
| ความดันโลหิตไดแอสโตลิก             | 1.02 (0.98–1.07)    | 0.276  | ไม่ได้นำเข้า         | -      |
| เส้นรอบคอ (ซม.)                    | 1.18 (1.02–1.36)    | 0.021* | 1.18 (1.03, 1.35)    | 0.014* |
| คะแนน ESS                          | 0.96 (0.85–1.09)    | 0.562  | ไม่ได้นำเข้า         | -      |

เมื่อเทียบกับ crude OR (เพศชาย 3.30, 95% CI 1.24, 8.79) โดย  $p=0.017$ ; เส้นรอบคอ 1.20, 95% CI 1.06, 1.36) และ  $p=0.005$  การที่ adjusted OR ของเพศชายลดลงและกว้างขึ้นเมื่อ

ปรับด้วยเส้นรอบคอ สะท้อนว่าส่วนหนึ่งของความสัมพันธ์ระหว่างเพศชายกับความรุนแรงอาจถูกอธิบายผ่านเส้นรอบคอ



**Figure 2:** Forest Plot Comparing Crude and Adjusted Odds Ratios for Male Sex and Neck Circumference (Reduced Model)

## อภิปรายและสรุปผล

### เพศชายและเส้นรอบคอกับระดับความรุนแรงของภาวะหยุดหายใจขณะหลับ

การศึกษานี้พบว่าเพศชายและเส้นรอบคอมีความสัมพันธ์กับระดับความรุนแรงของภาวะหยุดหายใจขณะหลับจากการอุดกั้น สอดคล้องกับการศึกษาหลายฉบับในช่วงที่ผ่านมาที่ระบุว่าเส้นรอบคอเป็นตัวแปรทางกายวิภาคที่สัมพันธ์กับค่าดัชนีการหยุดหายใจและหายใจแผ่ว (apnea-hypopnea index) อย่างสม่ำเสมอ มากกว่าตัวแปรทางมานุษยวิทยาอื่น เช่น ดัชนีมวลกาย การศึกษาของ Chiang และคณะ<sup>(12)</sup> ในผู้ป่วยที่มีอาการนอนกรนพบว่าเส้นรอบคอเป็นตัวแปรที่มีความสัมพันธ์กับ AHI อย่างมีนัยสำคัญในแบบจำลอง multivariable แม้เมื่อควบคุมตัวแปรอื่นแล้ว เช่นเดียวกับการศึกษาของ Zhao และคณะ<sup>(13)</sup> ที่พบว่าการเพิ่มเส้นรอบคอเข้าไปในแบบสอบถามคัดกรองมาตรฐานช่วยเพิ่มความสามารถในการจำแนกผู้ป่วย OSA ได้ดีขึ้น ปรากฏการณ์นี้อธิบายได้จากกลไกทางกายวิภาค กล่าวคือ เส้นรอบคอที่มากขึ้นสะท้อนถึงปริมาณไขมันที่สะสมบริเวณคอหอยและทางเดินหายใจส่วนบน ซึ่งลดพื้นที่หน้าตัดของทางเดินหายใจ และเพิ่มแนวโน้มการยุบตัวขณะหลับ ส่วนความสัมพันธ์ระหว่างเพศชายกับความรุนแรงของโรค อาจอธิบายได้บางส่วนจากรูปแบบการ

กระจายไขมันที่แตกต่างกันระหว่างเพศ โดยเพศชายมีแนวโน้มสะสมไขมันบริเวณคอและลำตัวส่วนบนมากกว่า ซึ่งเป็นบริเวณที่ส่งผลโดยตรงต่อกลไกการอุดกั้นทางเดินหายใจ

อย่างไรก็ตาม เมื่อพิจารณาค่า adjusted odds ratio ของเพศชายในแบบจำลองที่ปรับด้วยเส้นรอบคอแล้ว พบว่าความสัมพันธ์มีขนาดลดลงและกว้างขึ้นเมื่อเทียบกับค่า crude odds ratio ข้อสังเกตนี้ชี้ให้เห็นว่าความสัมพันธ์ระหว่างเพศชายกับความรุนแรงของโรคส่วนหนึ่งอาจถูกส่งผ่าน (mediate) โดยเส้นรอบคอ มากกว่าจะเป็นปัจจัยอิสระที่ทำงานคนละกลไกกัน ข้อค้นพบนี้มีนัยเชิงระเบียบวิธีที่สำคัญ คือ การรายงานเฉพาะ crude OR ของเพศชายโดยไม่ปรับด้วยเส้นรอบคออาจทำให้ตีความบทบาทของเพศเกินจริงได้ ข้อจำกัดของเครื่องมือคัดกรองมาตรฐานในการจำแนกระดับความรุนแรง

ข้อค้นพบที่สำคัญอีกประการหนึ่งของการศึกษานี้คือ คะแนนจาก Epworth Sleepiness Scale และ STOP-Bang Questionnaire ไม่มีความสัมพันธ์กับระดับความรุนแรงของ OSA อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติในกลุ่มผู้ป่วยที่ได้รับการยืนยันการวินิจฉัยด้วย polysomnography แล้ว ข้อค้นพบนี้สอดคล้องกับการทบทวนวรรณกรรมอย่างเป็นระบบและการวิเคราะห์อภิมานล่าสุดของ Li และคณะ<sup>(14)</sup> ซึ่งรายงานว่า STOP-Bang มี

ความไวสูงแต่ความจำเพาะค่อนข้างต่ำ (ร้อยละ 40) ขณะที่ ESS มีทั้งความไวและความจำเพาะที่จำกัดเมื่อเทียบกับเครื่องมือคัดกรองอื่น สะท้อนว่าเครื่องมือทั้งสองถูกออกแบบและตรวจสอบความตรงเพื่อจำแนกการมีไม่มีภาวะ OSA เป็นหลัก มากกว่าจำแนกระดับความรุนแรงของโรค ในกลุ่มผู้ที่ได้รับการวินิจฉัยแล้ว เช่นเดียวกับการศึกษาของ Jameie และคณะ<sup>(15)</sup> ที่เปรียบเทียบสมรรถนะของเครื่องมือคัดกรองหลายชนิดในการจำแนกความรุนแรงของ OSA ตามเกณฑ์ AHI ที่ต่างกัน พบว่าค่า area under the curve ของ STOP-Bang ลดลงเมื่อเกณฑ์ความรุนแรงสูงขึ้น ( $AHI \geq 30$ ) บ่งชี้ว่าความสามารถในการจำแนกระดับความรุนแรงของเครื่องมือนี้มีจำกัดกว่าความสามารถในการคัดกรองการมีโรคในเบื้องต้น

ข้อค้นพบเชิงลบนี้มีคุณค่าเชิงระเบียบวิธีและเชิงคลินิก กล่าวคือ ยืนยันว่าคะแนนคัดกรองที่ใช้แพร่หลายไม่ควรถูกตีความเกินขอบเขตที่ได้รับการออกแบบและตรวจสอบความตรงไว้ และชี้ให้เห็นความจำเป็นของการหาปัจจัยทางคลินิกเพิ่มเติมที่ใช้งานง่ายสำหรับจำแนกความรุนแรงในบริบทที่ทรัพยากรการตรวจ polysomnography มีจำกัด ซึ่งเส้นรอบรอบในการศึกษานี้แสดงให้เห็นศักยภาพในบทบาทดังกล่าว

## ข้อจำกัดของการศึกษา

การศึกษานี้มีข้อจำกัดที่ควรพิจารณาประกอบการตีความผล ประการแรก เป็นการศึกษาระบบภาคตัดขวางย้อนหลัง (retrospective cross-sectional) จากผู้ป่วยสถานพยาบาลแห่งเดียว ทำให้ไม่สามารถสรุปความสัมพันธ์เชิงเวลาหรือเชิงเหตุผล (causality) ได้ ประการที่สอง กลุ่มตัวอย่างทั้งหมดเป็นผู้ป่วยที่ได้รับการส่งตรวจ polysomnography และยืนยันการวินิจฉัย OSA แล้ว (selection/spectrum bias) ดังนั้นผลการศึกษาจึงสะท้อนปัจจัยที่สัมพันธ์กับระดับความรุนแรงในกลุ่มผู้ป่วยที่เข้าสู่ระบบการตรวจวินิจฉัยแล้วเท่านั้น ไม่สามารถขยายผลไปสู่การคัดกรองผู้ที่มิมีอาการนอนกรนทั่วไปในชุมชนได้โดยตรง ประการที่สาม ขนาดตัวอย่าง 72 ราย โดยเฉพาะจำนวนเหตุการณ์ในกลุ่ม severe OSA ( $n=34$ ) มีจำนวนจำกัดเมื่อเทียบกับจำนวนตัวแปรที่ศึกษาในแบบจำลองเต็ม (full model) ส่งผลให้ช่วงความเชื่อมั่นของค่า adjusted OR ค่อนข้างกว้างและอาจมีความไม่เสถียรของแบบจำลอง จึงเน้นการรายงาน reduced model เป็นผลหลักเพื่อลดปัญหาดังกล่าว ประการสุดท้าย การศึกษานี้ยังไม่ได้ทำการตรวจสอบความแม่นยำในการทำนาย (internal validation) เช่น bootstrapping หรือ cross-validation ผลของแบบจำลองจึงควรได้รับการยืนยันซ้ำในกลุ่ม

ตัวอย่างอื่นก่อนนำไปใช้ในเชิงคลินิกอย่างกว้างขวาง

### สรุปผลการศึกษา

ปัจจัยที่สัมพันธ์กับระดับความรุนแรงของภาวะหยุดหายใจขณะหลับจากการอุดกั้นในผู้ป่วยที่ได้รับการ ยืนยันการวินิจฉัยด้วย polysomnography ที่โรงพยาบาลปากช่องนานา ได้แก่ เพศชายและเส้นรอบคอ ขณะที่คะแนนจาก Epworth Sleepiness Scale และ STOP-Bang Questionnaire ไม่มีความสัมพันธ์กับระดับความรุนแรงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ข้อค้นพบนี้ชี้ให้เห็นว่าเครื่องมือคัดกรองมาตรฐานมีบทบาทเหมาะสมสำหรับการคัดกรองเบื้องต้นเพื่อค้นหาผู้ที่ควรได้รับการส่งตรวจ polysomnography มากกว่าการประเมินความรุนแรงของโรค ขณะที่การตรวจร่างกายพื้นฐาน คือ การวัดเส้นรอบคอ ร่วมกับข้อมูลเพศ อาจมีประโยชน์เพิ่มเติมในการช่วยจัดลำดับความสำคัญของผู้ป่วยในสถานพยาบาลที่มีทรัพยากรการตรวจ polysomnography จำกัด<sup>(1-2)</sup>

### ข้อเสนอแนะ

#### ข้อเสนอแนะเชิงคลินิกและการนำไปใช้

1. สถานพยาบาลที่มีทรัพยากรการตรวจ polysomnography จำกัด อาจพิจารณานำการวัดเส้นรอบคอมาใช้ร่วมกับเครื่องมือคัดกรอง

มาตรฐานที่มีอยู่เดิม เพื่อช่วยจัดลำดับความสำคัญของผู้ป่วยที่ควรได้รับการส่งตรวจโดยเร่งด่วน โดยเฉพาะในผู้ป่วยชายที่มีเส้นรอบคอมาก

2. บุคลากรทางการแพทย์ควรตระหนักว่าคะแนนจาก ESS และ STOP-Bang ที่สูงหรือต่ำไม่สามารถใช้คาดการณ์ระดับความรุนแรงของโรคในผู้ป่วยที่ได้รับการวินิจฉัยแล้วได้ จึงไม่ควรใช้คะแนนดังกล่าวเป็นเกณฑ์เดียวในการตัดสินใจเชิงคลินิกเกี่ยวกับความเร่งด่วนของการรักษา

3. ค่า cut-off ของเส้นรอบคอที่ใช้จำแนกกลุ่มเสี่ยงในการศึกษานี้ควรได้รับการทดสอบซ้ำและปรับให้เหมาะสมกับบริบทประชากรไทย ก่อนนำไปใช้เป็นเกณฑ์มาตรฐานในเวชปฏิบัติ  
**ข้อเสนอแนะสำหรับการวิจัยครั้งต่อไป**

1. ควรมีการศึกษาเชิงยืนยัน (validation study) แบบไปข้างหน้า (prospective) ในกลุ่มตัวอย่างขนาดใหญ่ขึ้นและหลายสถาบัน เพื่อทดสอบความสามารถในการจำแนกความรุนแรงของแบบจำลองที่ประกอบด้วยเพศและเส้นรอบคอ พร้อมทั้งประเมินค่า sensitivity, specificity และ AUC เพื่อพัฒนาเป็นเครื่องมือคัดกรองความรุนแรงที่ใช้งานได้จริง

2. ควรพิจารณาศึกษาตัวแปรทางกายวิภาคอื่นที่อาจเพิ่มความสามารถในการจำแนกความรุนแรง เช่น อัตราส่วนเส้นรอบคอต่อส่วนสูง (neck-to-height ratio) ซึ่งมีรายงานว่าสามารถเพิ่มประสิทธิภาพของเครื่องมือคัดกรองมาตรฐานได้ (2)

3. การศึกษาในอนาคตควรใช้การออกแบบวิจัยแบบไปข้างหน้าและมีการคำนวณ

ขนาดตัวอย่างที่รองรับจำนวนตัวแปรในแบบจำลอง multivariable อย่างเพียงพอ พร้อมทั้งดำเนินการ internal validation เพื่อเพิ่มความน่าเชื่อถือของผลการศึกษา

### ข้อพิจารณาด้านจริยธรรมการวิจัย

การศึกษานี้ดำเนินการวิจัยที่โรงพยาบาลปากช่องนานา จังหวัดนครราชสีมาหลังจากได้รับการรับรองจากคณะกรรมการพิจารณาจริยธรรมวิจัยในมนุษย์แล้ว หมายเลขที่โครงการ ECPC2568018 วันที่อนุมัติ 4 ธันวาคม 2568

### เอกสารอ้างอิง

1. Iannella G, Pace A, Bellizzi MG, Magliulo G, Greco A, De Virgilio A, et al. The global burden of obstructive sleep apnea. *Diagnostics (Basel)* 2025;15(9):1088. DOI:[10.3390/diagnostics15091088](https://doi.org/10.3390/diagnostics15091088)
2. DiCaro MV, Lei K, Yee B, Tak T. The effects of obstructive sleep apnea on the cardiovascular system: a comprehensive review. *J Clin Med* 2024;13(11):3223. DOI:[10.3390/jcm13113223](https://doi.org/10.3390/jcm13113223)
3. Hwang M, Nagappa M, Guluzade N, Saripella A, Englesakis M, Chung F. Validation of the STOP-Bang questionnaire as a preoperative screening tool for obstructive sleep apnea: a systematic review and meta-analysis. *BMC Anesthesiol* 2022;22(1):366. DOI:[10.1186/s12871-022-01912-1](https://doi.org/10.1186/s12871-022-01912-1)
4. Bernhardt L, Brady EM, Freeman SC, Polmann H, Réus JC, Flores-Mir C, et al. Diagnostic accuracy of screening questionnaires for obstructive sleep apnoea in adults in different clinical cohorts: a systematic review and meta-analysis. *Sleep Breath* 2022;26(3):1053-78. DOI:[10.1007/s11325-021-02450-9](https://doi.org/10.1007/s11325-021-02450-9)
5. Tangpothitham S, Chalidapongse P, Rotpenpian N, Kongchouy N, Yakkaphan P. Validation of the STOP, STOP-BANG questionnaire and its modifications for screening obstructive sleep apnea in Southern Thailand. *J Health Sci Med Res* 2026;44(5):e20261358. <https://doi.org/10.31584/jhsmr.20261358>
6. Alimohamadi Y, Sepandi M. Analysis of covariance and sample size calculation for comparing means in randomized controlled trials. *J Cardiovasc Thorac Res* 2023;15(2):131. DOI: [10.34172/jcvtr.2023.30497](https://doi.org/10.34172/jcvtr.2023.30497)
7. Charan J, Kaur R, Bhardwaj P, Singh K, Ambwani SR, Misra S. Sample size calculation in medical research: a primer. *Ann Natl Acad Med Sci (India)* 2021;57(2):74-80. <https://doi.org/10.1055/s-0040-1722104>

8. Banhiran W, Assanasen P, Nopmaneejumrulers C, Metheetrairut C. Epworth sleepiness scale in obstructive sleep disordered breathing: the reliability and validity of the Thai version. *Sleep Breath* 2011;15(3):571-7. DOI:[10.1007/s11325-010-0405-9](https://doi.org/10.1007/s11325-010-0405-9)
9. Troester MM, Quan SF, Berry RB, et al. The AASM Manual for the Scoring of Sleep and Associated Events. [Internet]. 2023. [cited 2026 August 19]. Available from: <https://aasm.org/clinical-resources/scoring-manual/>
10. Bursac Z, Gauss CH, Williams DK, Hosmer DW. Purposeful selection of variables in logistic regression. *Source Code Biol Med* 2008;3:17. DOI:[10.1186/1751-0473-3-17](https://doi.org/10.1186/1751-0473-3-17)
11. van Smeden M, de Groot JAH, Moons KGM, Collins GS, Altman DG, Eijkemans MJC, et al. No rationale for 1 variable per 10 events criterion for binary logistic regression analysis. *BMC Med Res Methodol* 2016;16(1):163. DOI:[10.1186/s12874-016-0267-3](https://doi.org/10.1186/s12874-016-0267-3)
12. Chiang JK, Lin YC, Lu CM, Kao YH. Snoring index and neck circumference as predictors of adult obstructive sleep apnea. *Healthcare (Basel)* 2022;10(12):2543. DOI:[10.3390/healthcare10122543](https://doi.org/10.3390/healthcare10122543)
13. Zhao Y, Yan X, Liang C, Wang L, Zhang H, Yu H. Incorporating neck circumference or neck-to-height ratio into the GOAL questionnaire to better detect and describe obstructive sleep apnea with application to clinical decisions. *Front Neurosci* 2022;16:1014948. DOI:[10.3389/fnins.2022.1014948](https://doi.org/10.3389/fnins.2022.1014948)
14. Li X, Zha L, Zhou L, Xu Y, Li X, Yang J, Li H. Diagnostic utility of obstructive sleep apnea screening questionnaires: a comprehensive meta-analysis. *Sleep Breath* 2024;29(1):14. DOI:[10.1007/s11325-024-03169-z](https://doi.org/10.1007/s11325-024-03169-z)
15. Jameie M, Bayat M, Akbarpour S, Amanollahi M, Amirifard H, Sadeghniaat Haghighi K, et al. The No-Apnea score for early obstructive sleep apnea detection in a sleep clinic: a study of diagnostic accuracy and comparative performance of three screening instruments. *Sci Rep* 2025;15(1):41729. DOI:[10.1038/s41598-025-16694-y](https://doi.org/10.1038/s41598-025-16694-y)