



ความน่าเชื่อถือภายในผู้ประเมินและระหว่างผู้ประเมินของการวัดความหนาของกล้ามเนื้อหน้าท้องด้านข้างด้วยเครื่องถ่ายภาพอัลตราซาวนด์ในท่านั่งและทำยืนขณะทำการแอมวและแบ่งเกร็งหน้าท้อง (การศึกษานำร่อง)

Intra-and inter-rater Reliability of Ultrasound Imaging Measurement of Lateral Abdominal Muscle Thickness in Sitting and Standing Positions during Abdominal Drawing-in Maneuver and Abdominal Bracing (Pilot Study)

หทัยชนก เพชรสนธิ^{3*}, ภัทรพร สิทธิเลิศพิศาล¹, สมพงษ์ ศรีบุรี², อาทิตย์ พวงมะลิ¹

¹ภาควิชากายภาพบำบัด คณะเทคนิคการแพทย์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ เชียงใหม่ 50200

²ภาควิชารังสีเทคนิค คณะเทคนิคการแพทย์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ เชียงใหม่ 50200

³นักศึกษาระดับบัณฑิตศึกษาศาสากายภาพบำบัด คณะเทคนิคการแพทย์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ เชียงใหม่ 50200

Hathaichanok Petchsont^{3*}, Patraporn Sitilertpisan¹, Sompong Sriburee², Aatit Paungmal¹

¹Department of Physical Therapy, Faculty of Associated Medical Sciences, Chiang Mai University, Chiang Mai 50200

²Department of Radiologic Technology, Faculty of Associated Medical Sciences, Chiang Mai University, Chiang Mai 50200

³Graduate Student of Physical Therapy, Faculty of Associated Medical Sciences, Chiang Mai University, Chiang Mai 50200

*Email : aatit.p@cmu.ac.th

บทคัดย่อ

การศึกษานี้มีวัตถุประสงค์เพื่อหาความน่าเชื่อถือภายในตัวผู้ประเมินและระหว่างผู้ประเมินของการวัดความหนาของกล้ามเนื้อหน้าท้องด้านข้างขณะทำการแอมวและเกร็งหน้าท้อง ทั้งท่านั่งและทำยืนด้วยการถ่ายภาพอัลตราซาวนด์ในอาสาสมัครสุขภาพดี การศึกษานำร่องนี้ทดสอบในผู้ที่ไม่มีการปวดหลังส่วนล่างจำนวน 10 คน (ชาย 5 คน หญิง 5 คน) ได้รับการประเมินความหนาของกล้ามเนื้อ transversus abdominis (TrA), internal abdominal oblique (IO) และ external abdominal oblique (EO) ด้วยเครื่องถ่ายภาพอัลตราซาวนด์ ขณะพักในท่านั่งและทำยืน และขณะทำการแอมวหรือขณะแบ่งเกร็งหน้าท้อง (รวมทั้งสิ้น 6 ท่า) แต่ละท่าได้รับการประเมินจำนวน 3 ครั้ง โดยผู้ประเมิน 2 คน แล้วนำมาวัดความหนาของกล้ามเนื้อด้วยโปรแกรม ImageJ ผลการศึกษาแสดงให้เห็นว่าค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ของความน่าเชื่อถือภายในตัวผู้ประเมิน ($ICC_{3,3}$) และระหว่างผู้ประเมิน ($ICC_{2,3}$) มีค่ามากกว่า 0.75 ซึ่งอยู่ในระดับมาตรฐานที่ยอมรับได้ สรุปผลการศึกษานี้บ่งชี้ว่าวิธีการประเมินความหนาของกล้ามเนื้อหน้าท้องด้านข้าง ขณะออกกำลังกายแบบแอมวและเกร็งหน้าท้อง ทั้งในท่านั่งและทำยืนด้วยเครื่องถ่ายภาพอัลตราซาวนด์สามารถนำไปใช้ประเมินความหนาของกล้ามเนื้อสำหรับการออกกำลังกายเพื่อเสริมความมั่นคงของแกนกลางลำตัว (core stability exercise) ทั้งในทางคลินิกและการศึกษาวิจัยได้

คำสำคัญ : แอมวหน้าท้อง เกร็งหน้าท้อง เครื่องถ่ายภาพอัลตราซาวนด์ ความหนาของกล้ามเนื้อ กล้ามเนื้อหน้าท้องด้านข้าง



Abstract

This study aimed to examine intra- and inter-rater reliability of ultrasound imaging measurement of lateral abdominal muscle thickness in sitting and standing positions during abdominal drawing-in maneuver (ADIM) and abdominal bracing (AB) among healthy adults. This pilot study examined 10 participants without low back pain (5 males, 5 females). Muscle thickness measurements of transversus abdominis (TrA), internal obliques (IO), and external obliques (EO) were measured by ultrasound imaging during rest, ADIM and AB for sitting or standing positions (total 6 positions). Each position was evaluated 3 times by 2 raters, and then muscle thickness was measured by ImageJ program. The results demonstrated that the intraclass correlation coefficient of intra-rater reliability ($ICC_{3,3}$) and inter-rater reliability ($ICC_{2,3}$) was higher than 0.75, which is considered as acceptable value. In conclusion, the results of this study suggest that muscle thickness measurement of lateral abdominal muscle during ADIM and AB exercises in both sitting and standing positions by ultrasound imaging can use to assess the thickness of muscle during core stability exercise for clinical and research settings.

Keywords : abdominal drawing-in maneuver, abdominal bracing, ultrasound imaging, muscle thickness, lateral abdominal muscles

บทนำ

อาการปวดทางระบบโครงร่างและกล้ามเนื้อ (Musculoskeletal pain) ที่พบในผู้ที่ทำงานประจำส่วนใหญ่ มักมีอาการมาจากการทรงท่าที่ไม่เหมาะสมในท่านั่งและท่ายืน ซึ่งอาจเรียกโดยรวมว่า ออฟฟิศซินโดรม (Office syndrome) เมื่อสำรวจพนักงานออฟฟิศบร้อยละ 34-51 มีอาการปวดหลังส่วนล่าง และร้อยละ 15-45 มีอาการปวดหลังส่วนล่างแบบเรื้อรัง^(1, 2) ซึ่งอาการปวดหลังส่วนล่างเรื้อรังเป็นปัญหาทางระบบโครงร่างและกล้ามเนื้อ (Musculoskeletal system) ที่พบได้บ่อยที่สุด และมักมีอาการปวดต่อเนื่องเรื้อรังไม่หายขาดมากกว่า 3 เดือน อันเป็นหนึ่งในสาเหตุหลักที่ส่งผลให้เกิดความบกพร่องทางร่างกายและบางรายส่งผลต่อสุขภาพทางจิตใจ⁽³⁾ โดยมีสาเหตุส่วนหนึ่งมาจากกล้ามเนื้อชั้นลึก (Deep muscles) ที่ทำหน้าที่หลักในการทรงท่าหรือการเพิ่มความมั่นคงแก่ข้อต่อกระดูกสันหลังขาดความแข็งแรงหรือทำงานลดลง⁽⁴⁾

กล้ามเนื้อแกนกลางลำตัว (Core muscle) เป็นกลุ่มกล้ามเนื้อที่ทำหน้าที่ให้เกิดความมั่นคงแก่กระดูกสันหลังและร่างกาย (Core stability) สามารถแบ่งได้เป็น 2 กลุ่มใหญ่ คือ Global stabilizer muscles ซึ่งเป็นกลุ่มกล้ามเนื้อชั้นนอก ที่มีลักษณะขนาดใหญ่ ทำหน้าที่เคลื่อนไหวลำตัว เช่น Rectus abdominis muscle และ external abdominal oblique muscle (EO) ส่วน Local stabilizer muscles เป็นกลุ่มกล้ามเนื้อชั้นใน ทำหน้าที่ช่วยให้แต่ละข้อต่อของกระดูกสันหลังมีความมั่นคงขณะมีการเคลื่อนไหวของลำตัว รยางค์แขนและขา (เช่น



Transversus abdominis (TrA), Internal abdominal oblique (IO) และ multifidus muscle) ^(2, 5) จากการทบทวนวรรณกรรมพบว่ามียุทธศาสตร์หลายวิธีในการบำบัดรักษาอาการปวดหลัง และวิธีหนึ่งที่มีนัยอย่างแพร่หลายทางคลินิก คือ การออกกำลังกายกล้ามเนื้อแกนกลางลำตัว (Core stabilization exercise) ซึ่งเป็นการออกกำลังกายแบบเฉพาะเจาะจงที่ช่วยเพิ่มความมั่นคงของกระดูกสันหลังและช่วยบรรเทาอาการปวดหลังในผู้ป่วยปวดหลังส่วนล่างเรื้อรัง (Chronic low back pain; LBP) อีกทั้งป้องกันการบาดเจ็บต่อกล้ามเนื้อหลังและเพิ่มประสิทธิภาพต่อการทำกิจวัตรประจำวันและการกีฬา ^(4, 6, 7) มีการศึกษาการออกกำลังกาย Core stabilization exercise แบบ Abdominal drawing-in maneuver (ADIM) ในการช่วยลดอาการปวดหลัง และพบว่าการทำ ADIM ช่วยเพิ่มความมั่นคงของแกนกลางลำตัวโดยการทำงานร่วมกันของกล้ามเนื้อกลุ่ม Local stabilizer muscles ที่ไปเพิ่มแรงดันในช่องท้อง (Intra-abdominal pressure) ⁽⁸⁾ และนอกจากนี้ ADIM ยังเป็นการกระตุ้นที่จำเพาะต่อกล้ามเนื้อชั้นลึก เช่น TrA และ IO อันช่วยส่งผลให้ลดการทำงานของกล้ามเนื้อชั้นตื้นที่มากเกินไป ^(4, 9, 10) นอกจาก ADIM แล้วยังพบว่าการออกกำลังกายแบบ Abdominal bracing (AB) ก็เป็นการกระตุ้นการทำงานของกล้ามเนื้อแกนกลางลำตัวอีกวิธีหนึ่งที่มีนัยใช้ในนักกีฬาหลายๆประเภท เช่น กีฬายกน้ำหนัก ซึ่งสามารถเพิ่มความมั่นคงของแกนกลางลำตัวได้เช่นกัน ⁽⁹⁻¹¹⁾ โดยการทำ AB จะกระตุ้นให้เกิดการทำงานของกล้ามเนื้อทั้ง 2 กลุ่ม คือทั้ง Global stabilizer muscles และ Local stabilizer muscles ร่วมกับการทำงานประสานสัมพันธ์ (Co-active contraction) ระหว่างกล้ามเนื้อหน้าท้องกับกล้ามเนื้อหลัง ซึ่งช่วยเพิ่มแรงดันในช่องท้องเช่นเดียวกับการทำ ADIM ⁽¹¹⁾ โดยส่วนใหญ่การออกกำลังกายทั้ง 2 แบบจะทำในท่านอนหงายเป็นส่วนใหญ่ เนื่องจากควบคุมการออกกำลังกายได้ง่าย และยังไม่มีการศึกษาที่ทำการเปรียบเทียบความหนาของกล้ามเนื้อแกนกลางลำตัวขณะทำการออกกำลังกาย Core stabilization exercise รูปแบบดังกล่าว (ADIM, AB) ทั้งในท่านั่งและท่านยืน เพื่อนำไปสู่การศึกษาถึงวิธีการและท่าทางที่มีประสิทธิภาพมากที่สุดในการฝึกออกกำลังกายเพื่อเสริมความมั่นคงแกนกลางลำตัวขณะทรงท่าทำงาน ที่ผ่านมามีเพียงการศึกษาแยกส่วนเฉพาะท่านั่งหรือท่านยืนเพียงอย่างเดียวขณะทำ ADIM ผู้วิจัยจึงสนใจในการนำวิธีการวัดความหนาของกลุ่มกล้ามเนื้อหน้าท้องด้านข้าง (ได้แก่ TrA, IO, EO) ในรูปแบบที่กล่าวมา (ADIM และ AB) เพื่อหาความน่าเชื่อถือของผู้ประเมินสำหรับการนำไปใช้ประโยชน์ต่อยอดการศึกษาวิจัยและการนำไปประยุกต์ใช้ทางกายภาพบำบัดคลินิกต่อไป

เครื่องถ่ายภาพอัลตราซาวด์ หรือ ultrasound image (USI) เป็นเครื่องมือที่ถูกนำมาใช้ในการตรวจประเมินความบกพร่องของโครงสร้างร่างกาย รวมถึงขนาดของกล้ามเนื้อ ⁽¹²⁾ เนื่องจากเครื่องถ่ายภาพอัลตราซาวด์เป็นเครื่องมือที่ประเมินบนผิวหนัง โดยผ่านตัวกลางที่เป็นเจล (Gel) ถือเป็นการตรวจประเมินแบบ non-invasive และไม่มีความเสี่ยงต่อรังสี สามารถรายงานผลเป็นรูปภาพได้ทันที จากการศึกษาของ Teyhen และคนอื่นๆ (2005) ได้ทำการศึกษาค่าความน่าเชื่อถือ (Reliability) ของการใช้ USI ในการประเมินความหนาของกล้ามเนื้อหน้าท้องด้านข้าง (Lateral abdominal muscles; TrA, IO, EO) ขณะทำ ADIM ในอาสาสมัครที่ปวดหลังส่วนล่างในท่านอนหงาย ได้ค่าความน่าเชื่อถือภายในผู้ประเมิน (Intra-rater reliability) ที่ 0.93 ซึ่งอยู่ในเกณฑ์ที่ยอมรับได้ในระดับสูง ⁽¹³⁾ นอกจากนั้นได้มีการศึกษา Madokoro และคนอื่นๆ (2020) ได้ทำการศึกษาเกี่ยวกับการออกกำลังกายกล้ามเนื้อแกนกลางลำตัวร่วมกับหาค่าความน่าเชื่อถือภายในผู้ประเมิน (Intra-rater reliability) โดยใช้ USI ในการประเมิน



ความหนาของกล้ามเนื้อหน้าท้อง TrA, IO และ EO ทั้งขณะพัก และขณะออกกำลังกายแบบ ADIM และ AB ในวัยรุ่นชายสุขภาพดี 28 คน ได้ค่า Intra-rater reliability มากกว่า 0.85⁽¹¹⁾ ซึ่งอยู่ในเกณฑ์ที่ยอมรับในระดับสูงเช่นกัน⁽¹⁴⁾ จากที่กล่าวมายังค่อนข้างมีจำกัดสำหรับการศึกษาที่หาความน่าเชื่อถือของผู้ประเมินด้วยเครื่อง USI ขณะออกกำลังกาย Core stability exercise ในท่านั่งและทำยืนซึ่งเป็นท่าทางหลักในการใช้งานในชีวิตประจำวัน ดังนั้นหากความน่าเชื่อถือของผู้ประเมินตามวิธีการศึกษานี้อยู่ในระดับมาตรฐานที่ยอมรับได้ วิธีการวัดความหนาของกล้ามเนื้อแกนกลางลำตัวดังกล่าวจะเป็นประโยชน์ในการใช้เป็นแนวทางเพื่อพิสูจน์หรือยืนยันประสิทธิภาพของการฝึกกล้ามเนื้อแกนกลางลำตัวกลุ่ม Lateral abdominal muscles ขณะทรงท่าในท่านั่งและทำยืนสำหรับทางคลินิกกายภาพบำบัด และทางการศึกษาวิจัยที่เกี่ยวข้องต่อไป

วัตถุประสงค์ของการวิจัย

การศึกษานี้มีวัตถุประสงค์เพื่อหาความน่าเชื่อถือภายในตัวผู้ประเมินและระหว่างผู้ประเมินของการวัดความหนาของกล้ามเนื้อ TrA, IO และ EO ขณะออกกำลังกายแบบ ADIM และ AB ทั้งท่านั่งและทำยืนด้วยเครื่องถ่ายภาพอัลตราซาวด์ในอาสาสมัครที่มีสุขภาพดี

วิธีดำเนินการวิจัย

อาสาสมัคร การศึกษานำร่อง (Pilot study) ในเชิงวิเคราะห์แบบ Cross-sectional study ศึกษาความน่าเชื่อถือภายในผู้ประเมิน (Intra-rater reliability) และความน่าเชื่อถือระหว่างผู้ประเมิน (Inter-rater reliability) โดยการใช้เครื่องถ่ายภาพอัลตราซาวด์ในการวัดความหนาของกล้ามเนื้อ TrA, IO และ EO ขณะออกกำลังกายแบบ ADIM และ AB ทั้งในท่านั่งและทำยืน ทำการศึกษาในอาสาสมัครที่มีสุขภาพดี 10 คน (เพศหญิง 5 คน เพศชาย 5 คน) อายุระหว่าง 18-45 ปี ในพื้นที่ อำเภอเมือง จังหวัดเชียงใหม่ โดยมีเกณฑ์การคัดเข้า คือ มีค่าดัชนีมวลกายอยู่ในเกณฑ์ปกติ ($BMI = 18.5-22.9 \text{ kg/m}^2$) ไม่มีอาการปวดบริเวณหลังส่วนล่าง ภายในระยะเวลา 6 เดือนก่อนการวิจัย ไม่ได้รับการฝึกการออกกำลังกายกล้ามเนื้อแกนกลางลำตัว (Core stability exercise) มาก่อน ไม่มีปัญหาด้านการสื่อสาร และมีเกณฑ์การคัดออก คือ มีประวัติกระดูกหักบริเวณกระดูกสันหลัง กระดูกเชิงกราน หรือกระดูกซี่โครง มีประวัติได้รับการผ่าตัดบริเวณลำตัว เช่น หน้าท้อง หลัง หรือ เชิงกราน เป็นต้น มีประวัติโรคทางระบบประสาท หรือระบบกระดูกและกล้ามเนื้อที่อาจส่งผลต่อความหนาของกล้ามเนื้อ เช่น มีอาการปวดเรื้อรังของระบบโครงร่างและกล้ามเนื้อ โรคหมอนรองกระดูกทับเส้นประสาท เป็นต้น ไม่สามารถยืนทรงตัวในการประเมินได้ใน 30 วินาที ตลอดจนไม่สามารถเข้าร่วมการศึกษาได้จบครบเงื่อนไขของการศึกษาทั้งหมด 6 ท่าของการประเมิน ได้แก่ ADIM และ AB ทั้งในขณะพัก ท่านั่งและทำยืน โดยการศึกษานี้ได้ผ่านการรับรองจริยธรรมทางการวิจัย จากคณะกรรมการจริยธรรมการวิจัยในมนุษย์ คณะเทคนิคการแพทย์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ ตามเอกสารเลขที่ AMSEC-64EX-073 ในวันที่ 17 กันยายน 2564 และอาสาสมัครทุกคนลงนามยินยอมเข้าร่วมการศึกษาก่อนทำการทดสอบ

ขั้นตอนการวิจัย

1. ขั้นตอนการเตรียมอาสาสมัคร อาสาสมัครที่ผ่านเกณฑ์คัดเข้าทั้งหมดจะได้รับการฝึกการออกกำลังกายกล้ามเนื้อแกนกลางลำตัวร่วมกับใช้อุปกรณ์วัดระดับความมั่นคงของแกนกลาง (Pressure Bio-Feedback Unit;



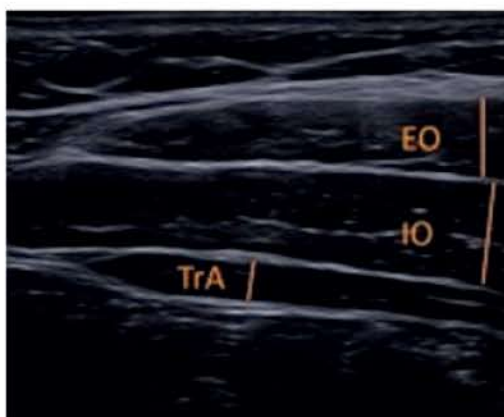
PBU) ในการควบคุมการทำงานของกล้ามเนื้อที่ถูกต้อง^(15, 16) โดยผู้วิจัยจะทำการฝึกในท่าพื้นฐานคือ ท่านอนหงาย ชันเข่าทั้ง 2 ข้าง (งอสะโพก 70 องศาและงอเข่า 90 องศา) วาง PBU บริเวณหลังส่วนล่าง โดยขอบล่างของ PBU อยู่ ที่ระดับ L5-S1 จากนั้นเพิ่มระดับความดันที่เครื่อง PBU ไปที่ 40 มิลลิเมตรปรอท ทำการฝึก Core stabilization exercise ทั้ง 2 แบบ จนอาสาสมัครคุ้นชินและทำได้อย่างถูกต้องโดยมีข้อมูลป้อนกลับจาก PBU ประกอบการฝึก ซึ่ง Core stabilization exercise แบบที่ 1 Abdominal drawing-in manoeuvre (ADIM) ผู้วิจัยจะออกคำสั่งให้ อาสาสมัคร “ทำการเกร็งหน้าท้องส่วนล่าง โดยแขม่วหน้าท้องดึงสะดือเข้าหากระดูกสันหลังเต็มที่เท่าที่ได้”⁽¹¹⁾ ขณะ ทำต้องควบคุมลำตัวไม่ให้เกิดการเคลื่อนไหวของกระดูกสันหลังและกระดูกเชิงกราน โดยรักษาระดับแรงดันของ PBU ไว้ ที่ 40 มิลลิเมตรปรอท (เปลี่ยนแปลงไม่เกิน 4 มิลลิเมตรปรอท) แบบที่ 2 abdominal bracing (AB) ผู้วิจัยจะออก คำสั่งให้อาสาสมัคร “ทำการเกร็งขยายกล้ามเนื้อท้องด้านข้าง โดยลักษณะคล้ายการเบ่งเต็มที่เท่าที่ได้”⁽¹¹⁾ ขณะทำ ต้องควบคุมลำตัวไม่ให้เกิดการเคลื่อนไหวของกระดูกสันหลังและกระดูกเชิงกราน โดยรักษาระดับแรงดันของ PBU ไว้ที่ 40 มิลลิเมตรปรอท (เปลี่ยนแปลงไม่เกิน 4 มิลลิเมตรปรอท) ซึ่งแต่ละแบบของการฝึก core stabilization exercise จะทำค้างไว้ท่าละ 10 วินาที ฝึกอย่างน้อยท่าละ 5 ครั้งหรือจนกว่าอาสาสมัครเข้าใจและปฏิบัติได้ถูกต้อง⁽¹⁷⁾ เมื่อ อาสาสมัครสามารถปฏิบัติในท่าพื้นฐานได้ถูกต้อง จึงเริ่มการฝึกในท่านั่งและท่านยืนก่อนเริ่มทำการทดสอบ โดยผู้วิจัยใช้ มือคลำบริเวณหน้าต่อปมกระดูก anterior superior iliac spine (ASIS)⁽¹⁸⁾ เพื่อตรวจสอบการทำงานของกล้ามเนื้อ ขณะทำ ADIM และวางมือขวาข้างลำตัวเพื่อสัมผัสการขยายของหน้าด้านข้างขณะทำการออกกำลังกายด้วยเทคนิค abdominal bracing เป็นการตรวจสอบความถูกต้องของการออกกำลังกาย AB ร่วมกับการสังเกตท่าทางกระดูกสัน หลังให้อยู่ใน Neutral zone ควบคุมแกนกลางลำตัวไม่ให้เกิดการเคลื่อนไหวของกระดูกสันหลังและกระดูกเชิงกราน

2. ขั้นตอนการเก็บข้อมูล ผู้วิจัยใช้เครื่องถ่ายภาพอัลตราซาวนด์ (Canon รุ่น Xario - 100) หัวแบบเรียบ (linear head transducer) ช่วงความถี่ 5-17 MHz รูปแบบ B-mode ในการประเมินความหนาของกล้ามเนื้อบริเวณ ผนังลำตัวด้านข้างทั้งในขณะพักและขณะทำ Core stabilization exercise ในช่วงหายใจออก เนื่องจากกล้ามเนื้อ TrA, IO และ EO มีความสมมาตรกันทั้งด้านซ้ายและขวา^(19, 20) ทั้งนี้ก่อนเริ่มการประเมินด้วยเครื่องถ่ายภาพอัลตรา ซาวนด์ผู้วิจัยได้ทำการจับฉลากเพื่อสุ่มด้านของลำตัวซึ่งได้ลำตัวด้านขวาสำหรับการประเมิน และทำตำแหน่งอ้างอิง ที่ลำตัวด้านขวาในการวางหัวตรวจอัลตราซาวนด์บนจุดอ้างอิงของกล้ามเนื้อ TrA, IO และ EO เพื่อลดการ คลาดเคลื่อนในการทำการประเมินในแต่ละครั้งตามวิธีการของ Ishida และคณะ ซึ่งอ้างอิงบริเวณผนังลำตัวด้านข้าง เยื้องมาด้านหน้าประมาณ 2 นิ้ว (Anterior axillary line) ใช้จุดกึ่งกลางระหว่างขอบล่างของกระดูกซี่โครงและขอบ บนของกระดูกเชิงกรานเป็นแนวแบ่ง⁽²¹⁾ (รูปที่ 1) โดยทำการประเมินใน 2 ลักษณะของการทรงท่าในกิจวัตร ประจำวัน คือ 1) ท่านั่งบนเก้าอี้หลังตรง (Neutral spine) โดยการปรับกระดูกสันหลังบริเวณเอวและสะโพก ให้อยู่ ณ จุดศูนย์กลางของร่างกาย และวางมือทั้ง 2 ข้างไว้บนหน้าขา เท้า 2 ข้างสัมผัสพื้น จัดมุมงอสะโพกและเข่าทั้ง 2 ข้าง 90 องศา⁽¹¹⁾ 2) ท่านั่งหลังตรง (Neutral spine) เท้า 2 ข้างห่างกันระดับกว้างเท่าช่วงไหล่⁽²²⁾ ซึ่งรวมแล้วมีท่า การประเมินความหนาของกล้ามเนื้อบริเวณผนังลำตัวด้านข้างทั้งหมด 6 ท่า ดังนี้ ท่านั่งขณะพัก ท่านั่งร่วมกับท่า ADIM ท่านั่งร่วมกับท่า AB ท่านั่งขณะพัก ท่านั่งร่วมกับท่า ADIM และท่านั่งร่วมกับท่า AB ในการศึกษาครั้งนี้ผู้วิจัยทำ ถ่ายภาพความหนาของกล้ามเนื้อด้วยเครื่องถ่ายภาพอัลตราซาวนด์ท่าละ 3 ภาพ โดยพักระหว่างท่านาน 1 นาที และ นำภาพไปวัดความหนาของกล้ามเนื้อ TrA, IO และ EO ด้วยโปรแกรม ImageJ โดยเลือกวัดตำแหน่งที่หนาที่สุดของ

กล้ามเนื้อ (รูปที่ 2) และแต่ละกล้ามเนื้อจะถูกวัดความหนาทั้งหมด 3 ครั้งใน 1 ภาพ นำค่าความหนาของแต่ละกล้ามเนื้อที่ได้มาหาค่าเฉลี่ย จากนั้นนำข้อมูลที่ได้จากการวัด 3 ภาพมาเฉลี่ยรวม เพื่อการวิเคราะห์ทางสถิติ



รูปที่ 1 ภาพแสดงการใช้เครื่องอัลตราซาวด์ในการประเมินความหนาของกล้ามเนื้อ⁽²³⁾



รูปที่ 2 ภาพแสดงการวัดความหนาของกล้ามเนื้อหน้าท้องด้านข้าง⁽²⁴⁾

การวัดความน่าเชื่อถือของผู้ประเมิน (Reliability test) การศึกษานี้มีผู้ประเมิน 2 คน โดยเป็นนักกายภาพบำบัด ซึ่งเป็นนักศึกษาระดับบัณฑิตศึกษาที่มีประสบการณ์ทางกายภาพบำบัดระบบโครงร่างและกล้ามเนื้อมาเป็นระยะเวลา 2 ปี โดยผู้ประเมินคนที่ 1 (ผู้วิจัย) และผู้ประเมินคนที่ 2 ได้รับการฝึกใช้เครื่องถ่ายภาพอัลตราซาวด์กับผู้เชี่ยวชาญในการใช้เครื่องถ่ายภาพอัลตราซาวด์ (อาจารย์ภาควิชารังสีเทคนิค มีประสบการณ์ทางคลินิกไม่น้อยกว่า 30 ปี) ซึ่งผู้ประเมินทำการฝึกซ้อมเป็นเวลารวม 16 ชั่วโมง จนมีความชำนาญในการใช้เครื่องมือสำหรับประเมินความหนาของกล้ามเนื้อหน้าท้อง TrA, IO และ EO ก่อนเริ่มการเก็บรวบรวมข้อมูลในอาสาสมัคร

1. ความน่าเชื่อถือภายในผู้ประเมิน (Intra-rater reliability) ทำการประเมินในผู้วัดคนเดียว คือ ผู้ประเมินคนที่ 1 โดยประเมินความหนาของกล้ามเนื้อ TrA, IO และ EO ทางด้านขวาตามที่ได้สั่งได้ ทำการประเมินด้วยเครื่องถ่ายภาพอัลตราซาวด์ระยะเวลาห่างกัน 24 ชั่วโมง

2. ความน่าเชื่อถือระหว่างผู้ประเมิน (Inter-rater reliability) ทำการประเมินระหว่างผู้วัดทั้ง 2 คน โดยประเมินความหนาของกล้ามเนื้อ TrA, IO และ EO ด้วยเครื่องถ่ายภาพอัลตราซาวด์ภายในวันเดียวกันตามลำดับการ



สุ่มผู้ประเมินที่ได้ ระหว่างสลับเปลี่ยนผู้ประเมินให้อาสาสมัครพัก 10 นาที ก่อนการเริ่มเก็บข้อมูลครั้งถัดไป

การวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ คำนวณค่าความน่าเชื่อถือโดยใช้สถิติหลัก คือ Intraclass Correlation Coefficient model 3,3 ($ICC_{3,3}$) สำหรับประเมินความน่าเชื่อถือภายในผู้ประเมิน และ Intraclass Correlation Coefficient model 2,3 ($ICC_{2,3}$) สำหรับประเมินความน่าเชื่อถือระหว่างผู้ประเมิน มีระดับความน่าเชื่อถือที่ 95% ใช้เกณฑ์อ้างอิงที่ค่ามากกว่าหรือเท่ากับ 0.75 เพื่อบ่งบอกถึงมีค่าความน่าเชื่อถือของผู้ประเมินอยู่ในเกณฑ์ระดับที่ดีที่ยอมรับได้ ค่า ICC มากกว่าหรือเท่ากับ 0.5 แต่น้อยกว่า 0.75 ถือว่ามีความน่าเชื่อถืออยู่ในระดับปานกลาง และค่า ICC น้อยกว่า 0.5 ถือว่ามีความน่าเชื่อถืออยู่ในระดับต่ำ (14) โดยนำค่าเฉลี่ยจากการวัดความหนาของกล้ามเนื้อทั้ง 3 ภาพต่อ 1 ท่า มาใช้คำนวณค่า ICCs และในส่วนข้อมูลพื้นฐานของอาสาสมัครรายงานเป็นค่าเฉลี่ยและค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน (Mean $\pm$ SD) วิเคราะห์ข้อมูลด้วยโปรแกรมสำเร็จรูป SPSS เวอร์ชัน 26.0 สำหรับ Windows

ผลการศึกษา

ลักษณะทั่วไปของอาสาสมัคร (Characteristics) อาสาสมัคร 10 คน มีลักษณะตรงกับเกณฑ์การคัดเลือก โดยเป็นผู้ชาย 5 คน และผู้หญิง 5 คน โดยได้แสดงลักษณะทั่วไปของอาสาสมัครในตารางที่ 1

ตารางที่ 1 คุณลักษณะของอาสาสมัคร (n=10)

ข้อมูลพื้นฐาน	ค่าเฉลี่ย $\pm$ ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน	ค่าต่ำสุด-ค่าสูงสุด
อายุ (ปี)	23.10 $\pm$ 2.28	20-27
น้ำหนัก (กิโลกรัม)	56.30 $\pm$ 6.98	47-67
ส่วนสูง (เซนติเมตร)	163.70 $\pm$ 5.50	157-172
ดัชนีมวลกาย (กิโลกรัมต่อตารางเมตร)	20.94 $\pm$ 1.51	18.67-22.86

การทดสอบความน่าเชื่อถือภายในผู้ประเมิน (Intra-rater reliability) และความน่าเชื่อถือระหว่างผู้ประเมิน (Inter-rater reliability) ผลการทดสอบทางสถิติพบว่า ค่าความน่าเชื่อถือภายในผู้ประเมิน ในการวัดความหนาของกล้ามเนื้อ TrA, IO และ EO ขณะทำการออกกำลังกายแบบ ADIM และ AB ในท่านั่งและทำยืน ตามระเบียบวิธีวิจัยในการศึกษานี้มีค่าความน่าเชื่อถือภายในผู้ประเมินอยู่ในระดับสูงและอยู่ในเกณฑ์ที่ยอมรับได้ โดยค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ ($ICC_{3,3}$) มีค่ามากกว่า 0.75 (ตารางที่ 2) และค่าความน่าเชื่อถือระหว่างผู้ประเมิน ในการวัดความหนาของกล้ามเนื้อ TrA, IO และ EO ขณะทำการออกกำลังกายแบบ ADIM และ AB ในท่านั่งและทำยืน มีค่าความน่าเชื่อถือระหว่างผู้ประเมินอยู่ในระดับสูงเช่นเดียวกัน โดยอยู่ในเกณฑ์ระดับดีที่ยอมรับได้ โดยค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ ($ICC_{2,3}$) มีค่ามากกว่า 0.75 (ตารางที่ 3)

อภิปรายผลการศึกษา

การศึกษานี้ศึกษาค่าความน่าเชื่อถือภายในผู้ประเมินและระหว่างผู้ประเมินของการวัดความหนาของกล้ามเนื้อ TrA, IO และ EO ขณะออกกำลังกายแบบ ADIM และ Abdominal bracing ในท่านั่งและทำยืนด้วยเครื่องถ่ายภาพอัลตราซาวด์ ผลการศึกษาพบว่าในท่านั่งและทำยืนขณะทำการออกกำลังกายทั้ง 2 แบบ มีค่าความ



นำเชื่อถือภายในตัวผู้ประเมิน และระหว่างผู้ประเมินอยู่ในระดับที่สูง (ค่า ICC > 0.75) ซึ่งสอดคล้องกับการศึกษาของ Madokoro และคณะ (2020) ที่พบว่าค่าความน่าเชื่อถือภายในผู้ประเมิน (Intra-rater reliability) อยู่ในระดับที่สูง (ค่า ICC > 0.85) ในวัยรุ่นชายที่ไม่มีอาการปวดหลัง ขณะออกกำลังกายแบบ ADIM และ Abdominal bracing ในท่านั่ง⁽¹¹⁾ และมีหลายการศึกษาได้ทำการหาความน่าเชื่อถือภายในตัวผู้ประเมิน และระหว่างผู้ประเมินในการใช้เครื่องถ่ายภาพอัลตราซาวด์ประเมินความของกล้ามเนื้อแกนกลางลำตัว ร่วมกับการทำ Core stability exercise ในท่าพื้นราบหรือท่านอนหงาย (Hook-lying) พบว่ามีค่าความน่าเชื่อถืออยู่ในระดับที่สูงเช่นเดียวกัน โดย Intra-rater reliability และ Inter-rater reliability มีค่า ICC > 0.75⁽²⁵⁻²⁷⁾ นอกจากนั้นยังมีการศึกษาของ Hoppes และคณะ (2015) ทำการศึกษาหาความน่าเชื่อถือในผู้ประเมินที่ไม่มีประสบการณ์ในการใช้เครื่องถ่ายภาพอัลตราซาวด์ทางคลินิกมาก่อน โดยทำการประเมินความหนาของกล้ามเนื้อ TrA และ IO ในท่ายืนขณะทำ ADIM พบว่า Intra-rater reliability ที่วัดโดยผู้ประเมินคนเดียวกันมีค่า ICC เท่ากับ 0.90 - 0.98 ซึ่งมีค่าความน่าเชื่อถืออยู่ในระดับที่สูงมาก แต่พบว่า Inter-rater reliability มีค่า ICC เท่ากับ 0.39 - 0.79 ซึ่งเป็นค่าความน่าเชื่อถือที่อยู่ในระดับที่ค่อนข้างต่ำ ทั้งนี้เนื่องจากผู้ประเมินที่ไม่มีประสบการณ์ได้รับการฝึกปฏิบัติการใช้เครื่องถ่ายภาพอัลตราซาวด์เพียงจำนวน 3 ชั่วโมงก่อนเริ่มทำการศึกษา ซึ่งการที่ค่า Intra-rater reliability มีค่าสูง แต่ค่า Inter-rater reliability มีค่าต่ำอาจสะท้อนถึงความแม่นยำ (Accuracy) ของวิธีการวัดในผู้ประเมินที่มีความหลากหลายระหว่างบุคคลจึงมีโอกาที่ทำให้เกิดความคลาดเคลื่อนสูง⁽²⁸⁾ ดังนั้นความรู้ประสบการณ์หรือความชำนาญในการใช้เครื่องมือตลอดจนกระบวนการในการเตรียมความพร้อมของอาสาสมัครและระเบียบวิธีในการเก็บรวบรวมข้อมูลจึงเป็นปัจจัยที่มีผลต่อค่าความน่าเชื่อถือของผู้ประเมิน

อย่างที่กล่าวมาแล้วว่าปัจจัยหนึ่งที่มีผลต่อการประเมินความหนาของกล้ามเนื้อด้วยเครื่องถ่ายภาพอัลตราซาวด์ (USI) ที่ส่งผลทำให้เกิดความคลาดเคลื่อนของผู้ประเมิน คือ ประสบการณ์ในการใช้เครื่องมือและความรู้ทางกายวิภาคศาสตร์ของกล้ามเนื้อที่ต้องการประเมิน การศึกษาของ Koppenhaver และคนอื่นๆ (2009) ทำการศึกษาหาความน่าเชื่อถือของผู้ประเมินที่ไม่เคยใช้เครื่อง USI มาทำการฝึกประเมินความหนาของกล้ามเนื้อ TrA และ Lumbar multifidus จำนวน 16 ชั่วโมงก่อนทำการเก็บข้อมูล พบว่าหลังจากทำการฝึกครบจำนวนชั่วโมงมีค่าความน่าเชื่อถือภายในผู้ประเมิน และระหว่างผู้ประเมินอยู่ในระดับที่สูงมาก (ค่า ICC > 0.85)⁽²⁹⁾ และการศึกษาของ กนกอร ขวสร้อย และคนอื่นๆ (2013) ทำการศึกษาหาความน่าเชื่อถือของผู้ประเมินที่ทำการฝึกใช้เครื่อง USI ในการประเมินความหนาของกล้ามเนื้อ Lower trapezius จำนวน 16 ชั่วโมง พบว่ามีค่าความน่าเชื่อถือทั้งภายในผู้ประเมินและระหว่างผู้ประเมินอยู่ในระดับดี (ค่า ICC = 0.86 ถึง 0.91)⁽³⁰⁾ ซึ่งในการศึกษาของผู้วิจัยนี้ผู้ประเมินทั้ง 2 คน ได้ทำการฝึกปฏิบัติการใช้เครื่อง USI ประเมินความหนาของกล้ามเนื้อ TrA, IO และ EO จำนวน 16 ชั่วโมงก่อนทำการเก็บข้อมูลอาสาสมัคร รวมถึงใช้ตำแหน่งอ้างอิงของการประเมินความหนาของกล้ามเนื้อหน้าท้อง TrA, IO และ EO ประกอบ จึงทำให้การศึกษานี้ได้ค่าความน่าเชื่อถือทั้งภายในผู้ประเมินและระหว่างผู้ประเมินอยู่ในระดับมาตรฐานที่ยอมรับได้ (ICC > 0.75) นอกจากนั้นยังมีปัจจัยที่ควบคุมไม่ได้ เช่น ความสามารถของอาสาสมัครแต่ละคนในการทำ ADIM และ AB ให้ได้เต็มที่ และ ลักษณะของกล้ามเนื้ออาสาสมัครบางคนที่อาจมีไขมันแทรกในชั้นกล้ามเนื้อ (Fat infiltration) ซึ่งอาจส่งผลต่อความคมชัดของภาพถ่ายอัลตราซาวด์ที่อาจทำให้เกิดความคลาดเคลื่อนในการวัดความหนาของกล้ามเนื้อขณะทำการวัดโดยการใช้โปรแกรม ImageJ ได้เช่นกัน



การแปลผลความน่าเชื่อถือภายในตัวผู้ประเมินและระหว่างผู้ประเมินของการวัดแม้ว่าจะนิยมอ้างอิงจากค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ภายในชั้น (Intraclass Correlation Coefficient : ICC) เป็นหลัก^(25-27, 29-30) แต่ก็มีบางการศึกษาใช้ค่าความคลาดเคลื่อนมาตรฐานของการวัด (standard Error of Measurement : SEMs) และ/หรือ ค่าเปอร์เซ็นต์สัมประสิทธิ์ของความแปรปรวน (%Coefficient of Variation : %CV) มาพิจารณาเป็นแนวทางประกอบในรายละเอียดร่วมด้วย⁽¹⁷⁾ การศึกษานี้ก็เช่นกัน หากสังเกตในรายละเอียดแล้ว (ตารางที่ 2 และ 3) จะพบว่า ค่า SEMs และค่า %CV ของกล้ามเนื้อ TrA และ EO ค่อนข้างสูงกว่ากล้ามเนื้อ IO ซึ่งอาจเป็นได้ว่าทั้งกล้ามเนื้อ TrA และ EO อันเป็นกล้ามเนื้อที่อยู่ตื้นกว่า IO อาจเกิดผลกระทบโดยตรงจากน้ำหนักกดของหัววัด (ultrasound imaging probe) ที่เปลี่ยนแปลงได้ค่อนข้างมากหากน้ำหนักมือที่กดของผู้วัดไม่นิ่งพอ เช่นเดียวกันกับค่า SEMs และค่า %CV ของ IO ขณะพักในท่านั่งที่มีค่าค่อนข้างสูงกว่า TrA และ EO ซึ่งอาจได้รับอิทธิพลมาจากแรงดันของอวัยวะภายใน (gastric contents) และแรงดันในช่องท้อง (abdominal pressure) นั้นเอง จึงเป็นข้อควรตระหนักแก่ผู้วัดความหนาของกล้ามเนื้อหน้าท้องด้านข้างด้วยเครื่องถ่ายภาพอัลตราซาวด์ โดยให้รักษาน้ำหนักมือที่กดให้สม่ำเสมอตลอดช่วงของการวัด ให้มืออยู่นิ่งกับที่ให้มากที่สุด และควรทำการวัดในขณะที่อาสาสมัครท้องว่าง (ก่อนมื้ออาหารหนัก) เพื่อลดความคลาดเคลื่อนของการวัดจากปัจจัยดังกล่าวให้มากที่สุด

ข้อจำกัดของการวิจัย

การศึกษานี้อาจมีข้อจำกัดด้านช่วงอายุของอาสาสมัครที่ค่อนข้างแคบ (อยู่ในช่วง 20-27 ปี) และทำการศึกษาในอาสาสมัครที่มีจำนวนไม่มากนัก (10 คน) เนื่องจากการศึกษานำร่องถึงรูปแบบวิธีการวัด และอาจมีข้อจำกัดสำหรับการนำไปตรวจประเมินในอาสาสมัครที่มีรูปร่างอ้วนค่อนข้างมาก (severe obesity) นอกจากนั้นยังมีข้อจำกัดที่ไม่สามารถควบคุมได้ เช่น ความสามารถของอาสาสมัครแต่ละคนในการทำ ADIM และ AB ให้ได้เต็มที่ และสภาวะทางร่างกายและจิตใจของอาสาสมัคร เช่น อาการจุกอึดเนื่องจากทานอาหารมาอึดแน่นจนเกินไป หรือรู้สึกปวดเข้าท้องน้ำ เป็นต้น

ข้อเสนอแนะการศึกษาครั้งต่อไป

วิธีของการศึกษาวิจัยนำร่องนี้สามารถใช้เป็นต้นแบบเพื่อต่อยอดสำหรับการประเมินความหนาหรือการทำงานของกล้ามเนื้อหน้าท้องด้านข้างสำหรับการศึกษาวิจัยหรือใช้ในทางคลินิกได้ โดยผู้ประเมินควรได้รับการฝึกฝนการใช้เครื่องถ่ายภาพอัลตราซาวด์จนชำนาญก่อน สำหรับการศึกษาในอนาคตควรศึกษาเพิ่มเติมในกลุ่มนักกีฬา หรือผู้ที่มีการปวดหลัง ตลอดจนในสถานการณ์ที่ร่างกายไม่อยู่นิ่ง เช่น มีการเคลื่อนไหวส่วนของร่างกายหรือลำตัวขณะทำงาน เป็นต้น

สรุปผลการศึกษา

การประเมินความหนาของกล้ามเนื้อ TrA, IO และ EO ขณะออกกำลังกายแบบ ADIM และ AB ในท่านั่งและทำยืนด้วยเครื่องถ่ายภาพอัลตราซาวด์ตามระเบียบวิธีวิจัยของการศึกษานี้ สามารถนำไปใช้เป็นแนวทางสำหรับประเมินความหนาของกล้ามเนื้อแกนกลางลำตัวด้านข้าง (Lateral abdominal muscles) ขณะออกกำลังกาย Core



stability ทางคลินิกทั้งรูปแบบ ADIM และ AB โดยมีความน่าเชื่อถือของการวัดอยู่ในระดับดีเมื่อวัดภายในวันเดียวกัน การศึกษาวิจัยนี้อาจเป็นประโยชน์เพื่อต่อยอดสำหรับการศึกษาวิจัยและประยุกต์ใช้ในทางคลินิกในอนาคตสำหรับการการออกกำลังกาย ADIM และ AB ทั้งในทำนั้งและทำยืน เพื่อสังเกตการทำงานของกล้ามเนื้อ TrA, IO และ EO

กิตติกรรมประกาศ

ผู้วิจัยขอขอบพระคุณผู้เข้าร่วมโครงการวิจัยทุกท่าน และคณะเทคนิคการแพทย์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ ในการสนับสนุนโครงการวิจัยในครั้งนี้จนสำเร็จลุล่วงไปด้วยดี



ตารางที่ 2 ค่าความน่าเชื่อถือภายในผู้ประเมิน (Intra-rater reliability) ในการวัดความหนาของกล้ามเนื้อหน้าท้องด้านข้าง ขณะออกกำลังกายกล้ามเนื้อแกนกลางลำตัวในท่ายืนและท่านั่ง

ท่าการประเมิน	Transversus abdominis muscle			Internal abdominal oblique muscle			External abdominal oblique muscle		
	ความหนาของกล้ามเนื้อ (มม.)	ICC _{3,3} (95%CI)	SEMs, %CV	ความหนาของกล้ามเนื้อ (มม.)	ICC _{3,3} (95%CI)	SEMs, %CV	ความหนาของกล้ามเนื้อ (มม.)	ICC _{3,3} (95%CI)	SEMs, %CV
ท่ายืน	ขณะพัก ครั้งที่ 1	31.31±8.56		91.67±32.90	0.95	2.15, 10.02	75.87±18.30	0.80	4.92, 11.12
	ครั้งที่ 2	31.16±6.11	(0.39-0.96)	87.24±30.17	(0.82-0.99)		73.50±14.99	(0.21-0.95)	
	ADIM ครั้งที่ 1	50.99±12.41		116.57±31.29	0.92	2.78, 9.90	70.32±18.57	0.89	3.09, 9.12
	ครั้งที่ 2	45.72±10.70	(0.16-0.95)	108.84±42.90	(0.68-0.98)		69.68±18.48	(0.54-0.97)	
	AB ครั้งที่ 1	34.28±12.29		101.46±29.69	0.95	2.06, 9.48	70.09±22.81	0.85	4.66, 11.98
	ครั้งที่ 2	32.54±8.45	(0.40-0.96)	96.34±32.12	(0.81-0.99)		66.97±14.88	(0.39-0.96)	
ท่านั่ง	ขณะพัก ครั้งที่ 1	34.30±9.44		93.01±35.19	0.85	6.36, 16.27	79.11±22.59	0.94	1.64, 6.92
	ครั้งที่ 2	34.57±9.05	(0.79-0.99)	82.17±31.63	(0.49-0.97)		75.57±16.25	(0.78-0.99)	
	ADIM ครั้งที่ 1	50.81±11.74		113.89±35.37	0.91	1.91, 6.31	71.37±21.15	0.92	2.77, 9.57
	ครั้งที่ 2	54.52±14.06	(0.40-0.96)	117.12±38.16	(0.63-0.98)		66.07±16.77	(0.66-0.98)	
	AB ครั้งที่ 1	41.86±17.57		105.32±39.47	0.86	5.95, 16.01	70.13±23.45	0.93	2.11, 7.92
	ครั้งที่ 2	41.08±14.33	(0.36-0.96)	112.57±54.76	(0.45-0.97)		70.25±19.55	(0.72-0.98)	

หมายเหตุ: ICC = ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์, ความหนาของกล้ามเนื้อ = ค่าเฉลี่ย ± ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน, มม. = หน่วยมิลลิเมตร, 95%CI = ช่วงความเชื่อมั่นที่ 95%, SEMs = ค่าความคลาดเคลื่อนมาตรฐาน, %CV = ค่าสัมประสิทธิ์ของการแปรปรวน



ตารางที่ 3 ค่าความน่าเชื่อถือระหว่างผู้ประเมิน (Inter-rater reliability) ในการวัดความหนาของกล้ามเนื้อหน้าท้องด้านข้าง ขณะออกกำลังกายกล้ามเนื้อแกนกลางลำตัวในท่ายืนและท่านั่ง

ท่าการประเมิน	Transversus abdominis muscle				Internal abdominal oblique muscle				External abdominal oblique muscle			
	ความหนาของกล้ามเนื้อ (มม.)	ICC _{3,3}	SEMs, %CV	ความหนาของกล้ามเนื้อ (มม.)	ICC _{3,3}	SEMs, %CV	ความหนาของกล้ามเนื้อ (มม.)	ICC _{3,3}	ความหนาของกล้ามเนื้อ (มม.)	ICC _{3,3}	SEMs, %CV	ความหนาของกล้ามเนื้อ (มม.)
ขณะพัก	คนที่ 1	35.79±9.73	0.84	4.61, 11.82	92.22±28.19	0.95	84.29±15.54	0.80	75.10±16.35	0.80	4.55, 10.28	79.15±10.41
	คนที่ 2	31.31±8.56	(0.28-0.96)		87.24±30.17	(0.82-0.99)		(0.11-0.95)				66.10±15.32
	ADIM	คนที่ 1	52.27±13.24	0.81	4.67, 10.18	114.31±38.80	0.99	79.15±10.41	0.85	4.31, 12.70		78.32±19.56
	คนที่ 2	50.99±12.41	(0.21-0.95)		108.84±42.90	(0.93-1.00)		(0.39-0.96)				65.73±13.86
ทำขึ้น	คนที่ 1	37.09±12.80	0.86	4.96, 12.77	104.10±33.79	0.95	78.32±19.56	0.82	4.80, 12.36			79.63±20.34
	คนที่ 2	34.37±10.31	(0.46-0.96)		96.34±32.12	(0.79-0.99)		(0.86-0.96)				74.47±16.46
	ขณะพัก	คนที่ 1	38.02±10.21	0.93	1.76, 7.63	89.95±27.04	0.91	79.63±20.34	0.92	1.58, 6.68		80.73±22.38
	คนที่ 2	36.07±9.72	(0.74-0.98)		82.17±31.63	(0.66-0.98)		(0.66-0.98)				66.10±17.86
ท่ามัน	คนที่ 1	59.16±17.13	0.80	5.00, 12.94	117.11±36.35	0.98	80.73±22.38	0.82	4.08, 14.09			88.37±19.31
	คนที่ 2	55.79±13.42	(0.23-0.95)		118.22±39.13	(0.93-0.99)		(0.17-0.97)				72.20±19.55
	ADIM	คนที่ 1	42.89±16.32	0.83	6.34, 15.95	107.53±38.02	0.90	88.37±19.31	0.79	3.84, 14.42		88.37±19.31
	คนที่ 2	41.77±14.40	(0.29-0.96)		114.86±56.75	(0.61-0.98)		(0.21-0.96)				88.37±19.31

หมายเหตุ: ICC = ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์, ความหนาของกล้ามเนื้อ = ค่าเฉลี่ย ± ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน, มม. = หน่วยมิลลิเมตร, 95%CI = ช่วงความเชื่อมั่นที่ 95%, SEMs = ค่าความคลาดเคลื่อนมาตรฐาน, %CV = ค่าสัมประสิทธิ์ของการแปรปรวน



เอกสารอ้างอิง

1. Janwantanakul P, Pensri P, Jiamjarasrangsi V, Sinsongsook T. Prevalence of self-reported musculoskeletal symptoms among office workers. *Occup Med (Lond)* 2008;58(6):436-8.
2. Panjabi MM. The stabilizing system of the spine. Part II: Neutral zone and instability hypothesis. *J Spinal Disord* 1992;5(4):390-6.
3. Delitto A, George SZ, Van Dillen L, Whitman JM, Sowa G, Shekelle P, et al. Low back pain. *J Orthop Sports Phys Ther* 2012;42(4):A1-57.
4. Nesser TW, Huxel KC, Tincher JL, Okada T. The relationship between core stability and performance in division I football players. *J Strength Cond Res* 2008;22(6):1750-4.
5. Panjabi MM. Clinical spinal instability and low back pain. *J Electromyogr Kinesiol* 2003;13(4):371-9.
6. Akuthota V, Nadler SF. Core strengthening. *Arch Phys Med Rehabil* 2004;85:86-92.
7. Richardson CA, Jull GA. Muscle control-pain control: What exercises would you prescribe?. *Man Ther* 1995;1(1):2-10.
8. Critchley D. Instructing pelvic floor contraction facilitates transversus abdominis thickness increase during low-abdominal hollowing. *Physiother Res Int* 2002;7(2):65-75.
9. Henry SM, Westervelt KC. The use of real-time ultrasound feedback in teaching abdominal hollowing exercises to healthy subjects. *J Orthop Sports Phys Ther* 2005;35(6):338-45.
10. Larivière C, Boucher JA, Mecheri H, Ludvig D. Maintaining lumbar spine stability: a study of the specific and combined effects of abdominal activation and lumbosacral orthosis on lumbar intrinsic stiffness. *J Orthop Sports Phys Ther* 2019;49(4):262-71.
11. Madokoro S, Yokogawa M, Miaki H. Effect of the abdominal draw-in maneuver and bracing on abdominal muscle thickness and the associated subjective difficulty in healthy individuals. *Healthcare (Basel)* 2020;8(4).
12. McDonald S, Fredericson M, Roh EY, Smuck M. Basic appearance of ultrasound structures and pitfalls. *Phys Med Rehabil Clin N Am* 2010;21(3):461-79.
13. Teyhen DS, Miltenberger CE, Deiters HM, Del Toro YM, Pulliam JN, Childs JD, et al. The use of ultrasound imaging of the abdominal drawing-in maneuver in subjects with low back pain. *J Orthop Sports Phys Ther* 2005;35(6):346-55.



14. Koo TK, Li MY. A guideline of selecting and reporting intraclass correlation coefficients for reliability research. *J Chiropr Med* 2016;15(2):155-63.
15. Lee SH, Kim TH, Lee BH. The effect of abdominal bracing in combination with low extremity movements on changes in thickness of abdominal muscles and lumbar strength for low back pain. *J Phys Ther Sci* 2014;26(1):157-60.
16. Hodges PW, Richardson CA. Inefficient muscular stabilization of the lumbar spine associated with low back pain. A motor control evaluation of transversus abdominis. *Spine (Phila Pa 1976)* 1996;21(22):2640-50.
17. Paungmali A, Silitertpisan P, Taneyhill K, Pirunsan U, Uthaikhup S. Intrarater reliability of pain intensity, tissue blood flow, thermal pain threshold, pressure pain threshold and lumbo-pelvic stability tests in subjects with low back pain. *Asian J Sports Med* 2012;3(1):8-14.
18. Hodges PW, Richardson CA. Contraction of the abdominal muscles associated with movement of the lower limb. *Phys Ther* 1997;77(2):132-42.
19. Rankin G, Stokes M, Newham DJ. Abdominal muscle size and symmetry in normal subjects. *Muscle Nerve*. 2006;34(3):320-26.
20. Mannion AF, Pulkovski N, Toma V, Sprott H. Abdominal muscle size and symmetry at rest and during abdominal hollowing exercises in healthy control subjects. *J Anat* 2008;213(2):173-82.
21. Ishida H, Suehiro T, Watanabe S. Associations of trunk muscle thickness and muscle strength in healthy male adults. *Middle East J Rehabil Health Stud* 2019;6(2):e91039.
22. Maeo S, Takahashi T, Takai Y, Kanehisa H. Trunk muscle activities during abdominal bracing: comparison among muscles and exercises. *J Sports Sci Med* 2013;12(3):467-74.
23. Lee C-h, Hwang S. Diagnostic values of abdominal muscles thickness and sterno-costal angle for young adults with rounded shoulders. *Phys Ther Rehabil Sci* 2020;9:49-54.
24. Kuo YL, Kao CY, Tsai YJ. Abdominal expansion versus abdominal drawing-in strategy on thickness and electromyography of lumbar stabilizers in people with nonspecific low back pain: a cross-sectional study. *Int J Environ Res Public Health* 2021;18(9):4487.
25. Djordjevic O, Djordjevic A, Konstantinovic L. Interrater and intrarater reliability of transverse abdominal and lumbar multifidus muscle thickness in subjects with and without low back pain. *J Orthop Sports Phys Ther* 2014;44(12):979-88.



26. Park SD. reliability of ultrasound imaging of the transversus deep abdominal, internal oblique and external oblique muscles of patients with low back pain performing the drawing-in maneuver. *J Phys Ther Sci* 2013;25(7):845-7.
27. Aboufazeli M, Afshar-Mohajer N. Within-day and between-day reliability of thickness measurements of abdominal muscles using ultrasound during abdominal hollowing and bracing maneuvers. *J Bodyw Mov Ther* 2018;221:122-8.
28. Hoppes CW, Sperier AD, Hopkins CF, Griffiths BD, Principe MF, Schnall BL, et al. Ultrasound imaging measurement of the transversus abdominis in supine, standing, and under loading: a reliability study of novice examiners. *Int J Sports Phys Ther* 2015;10(6):910-7.
29. Kopenhagen SL, Hebert JJ, Fritz JM, Parent EC, Teyhen DS, Magel JS. Reliability of rehabilitative ultrasound imaging of the transversus abdominis and lumbar multifidus muscles. *Arch Phys Med Rehabil* 2009;90(1):87-94.
30. Kawsoi K, Uthaikhup S. Intra-and inter-rater reliability of ultrasound imaging of the lower trapezius muscle thickness. *J Med Tech Phy Ther* 2014;26:180-8.