

## THE COMPARISON OF AREA OF OCCLUSAL CONTACT AND NEAR CONTACT DURING VARIOUS SUBMAXIMAL CLENCHING

Nawasorn Ruktanakit<sup>1</sup> and Udom Thongudomporn<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Orthodontic Section, Department of Preventive Dentistry, Faculty of Dentistry, Prince of Songkla University, Thailand

### ARTICLE HISTORY

**Received:** 19 April 2024

**Revised:** 3 May 2024

**Published:** 17 May 2024

### ABSTRACT

The objective of this research was to compare the area of occlusal contacts and near contacts (ACNC) at different levels of submaximal clenching (20-40% maximum voluntary clenching (MVC), 40-60% MVC, and 60-80% MVC) in a group of adults using a 3D digital intraoral scanner. The clenching intensity was determined by electromyograms (EMGs) with visual biofeedback training. ACNC was measured at 0-350  $\mu\text{m}$  interocclusal distance in 50  $\mu\text{m}$  increments. The results revealed a tendency for ACNC to increase with higher levels of submaximal clenching at every interocclusal distance. ACNC at 20-40% MVC significantly differed from ACNC at 60-80% MVC. However, ACNC at 20-40% MVC did not show statistically significant differences from 40-60% MVC at any interocclusal distance ( $p>0.05$ ), nor did 40-60% MVC differ significantly from 60-80% MVC ( $p>0.05$ ). Therefore, registering ACNC during clenching at 40-60% MVC is recommended.

**Keywords:** Electromyograms, 3D Digital Intraoral Scanner, Occlusal Contact and Near Contact Area, Submaximal Clenching

**CITATION INFORMATION:** Ruktanakit, N., & Thongudomporn, U. (2024). The Comparison of Area of Occlusal Contact and Near Contact during Various Submaximal Clenching. *Procedia of Multidisciplinary Research*, 2(5), 34

## การเปรียบเทียบ พื้นที่สับสนและพื้นที่ข้างเคียง ที่แรงกักระดับย่อยต่าง ๆ

นวศร รักษณกิจ<sup>1</sup> และ อุดม ทองอุดมพร<sup>1</sup>

1 สาขาทันตกรรมจัดฟัน ภาควิชาทันตกรรมป้องกัน คณะทันตแพทยศาสตร์ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์

### บทคัดย่อ

การศึกษาในครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาความแตกต่างของพื้นที่กัตสับสนและพื้นที่ข้างเคียง ที่แรงกัตสับสนที่ระดับรอง 3 ระดับ (20-40%, 40-60%, และ 60-80% ของแรงกัตสูงสุดภายใต้การคุมด้วยอำนาจจิตใจ) ในผู้ใหญ่ที่ไม่มีการสูญเสียฟัน บันทึกรกัตสับสนโดยใช้เครื่องสแกนฟันในช่องปากระบบสามมิติ ควบคุมระดับแรงกัตระดับย่อยต่าง ๆ ด้วยวิธีวิซวลไบโอ ฟิตแบค ผ่านเครื่องวัดไฟฟ้ากล้ามเนื้อ พื้นที่กัตสับสนและพื้นที่ข้างเคียง จะถูกวัดในช่วงระยะเวลาสับสนที่ระยะ 0 ถึง 350 ไมโครเมตร โดยเพิ่มขึ้นช่วงละ 50 ไมโครเมตร ผลการศึกษาพบว่า ค่าพื้นที่กัตสับสนและพื้นที่ข้างเคียง จะมีแนวโน้มเพิ่ม มากขึ้นตามระดับแรงกัตย่อยที่เพิ่มขึ้น ในทุก ๆ ระยะระหว่างด้านสับสน พื้นที่กัตสับสนและพื้นที่ข้างเคียงที่ช่วงแรง 20-40% พบความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับช่วงแรง 60-80% อย่างไรก็ตามพื้นที่กัตสับสนและพื้นที่ข้างเคียงที่ช่วง แรง 20-40% ไม่พบความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับช่วง 40-60% ที่ระดับนัยสำคัญทางสถิติ 0.05 เช่นเดียวกันกับในช่วง 40-60% ไม่พบความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับช่วง 60-80% ที่ระดับนัยสำคัญที่ 0.05 ในทุกระยะเวลาสับสน ดังนั้นการบันทึกการกัตสับสนด้วยเครื่องสแกนในช่องปากระบบสามมิติจะแนะนำให้บันทึก ด้วยแรง 40-60%

**คำสำคัญ:** การวัดคลื่นไฟฟ้ากล้ามเนื้อ, เครื่องสแกนฟันในช่องปากระบบสามมิติ, พื้นที่กัตสับสนและพื้นที่ข้างเคียง, แรง กัตระดับย่อย

**ข้อมูลการอ้างอิง:** นวศร รักษณกิจ และ อุดม ทองอุดมพร. (2567). การเปรียบเทียบ พื้นที่สับสนและพื้นที่ข้างเคียง ที่แรงกัตระดับย่อยต่าง ๆ. *Procedia of Multidisciplinary Research*, 2(5), 34

## บทนำ

พื้นที่ของการสบฟันและพื้นที่ข้างเคียง (Area of occlusal contact and near contact; ACNC) คือ พื้นที่ที่ได้จากระยะระหว่างด้านสบฟันที่ระยะต่างๆ ที่จะส่งผลต่อประสิทธิภาพการเคี้ยว (chewing efficiency) และการคลุกเคล้าอาหาร (mixing ability) (Wilding, 1993; Lepley et al., 2011; Horie et al., 2014; Nalamliang et al., 2021) หรืออีกนัยคือเป็นพารามิเตอร์ที่ใช้ดูความสัมพันธ์ของการสบฟันและการประสิทธิภาพทำงานของกล้ามเนื้อบดเคี้ยว (Masticatory efficiency) การนำมาซึ่งพื้นที่เหล่านี้มีเครื่องมือและวิธีที่หลากหลาย ซึ่งในปัจจุบันเริ่มมีเครื่องสแกนฟันในช่องปากระบบสามมิติ (3D Intraoral scanning) ซึ่งเป็นเทคโนโลยีเข้ามามีบทบาทมากขึ้น เพื่อให้เกิดความสะดวกสบายแก่ผู้ป่วย เนื่องจากสามารถใช้งานได้ตั้งแต่การบันทึกภาพในช่องปาก ประมวลผลมาเป็นภาพ 3 มิติ และสามารถนำภาพมาประเมินพื้นที่สบฟันและพื้นที่ข้างเคียงได้อีกด้วย ซึ่งในการบันทึกการกัดสับยังไม่มียุทธวิธีมาตรฐานในการเลือกใช้แรงที่พอเหมาะ จากการศึกษาที่ผ่านมาได้มีการวัดการใช้แรงจากกล้ามเนื้อบดเคี้ยวซึ่งแปรผันตรงกับแรงกัด (Arima et al., 2013; Bogdanov, 2023; Uchida et al., 2008) และได้มีหลายการศึกษาแล้วว่าแรงขนาดต่างกันมีผลต่อพื้นที่ที่กัดสับที่แตกต่างกัน (Hidaka et al., 1999; Obara et al., 2013; Okamoto et al., 2023)

ในปัจจุบันมีการศึกษาการบันทึกพื้นที่ของการสบฟันและพื้นที่ข้างเคียง ด้วยเครื่องมือต่างๆ แต่ยังมีช่องว่างทางวรรณกรรมที่ยังไม่แน่ชัดในส่วนของแรงที่ใช้ในการบันทึกการกัดสับ ซึ่งเป็นหนึ่งในปัจจัยสำคัญที่ส่งผลต่อพื้นที่สบฟันและพื้นที่ข้างเคียง อีกทั้งในทางทันตกรรมมีการใช้เครื่องสแกนฟันในช่องปากระบบสามมิติมากขึ้น จึงเป็นที่มาของงานวิจัยนี้ซึ่งมีจุดประสงค์เพื่อศึกษาความสัมพันธ์ของขนาดแรงย่อยที่เพิ่มขึ้นที่ระดับต่างๆ กับขนาดของพื้นที่ของการสบฟันและพื้นที่ข้างเคียง โดยใช้เครื่องสแกนฟันในช่องปากระบบสามมิติบันทึกการสบฟัน เพื่อให้เกิดประโยชน์ในการเป็นแนวทางในทางปฏิบัติในการบันทึกการสบฟันด้วยเครื่องสแกนฟันในช่องปากระบบสามมิติต่อไป

## การทบทวนวรรณกรรม

### Area of occlusal contact and near contact

ด้านบดเคี้ยวของฟัน (occlusal) มีตำแหน่งพื้นผิวของด้านสบฟันในส่วนของฟันที่อยู่ตรงกันข้าม ในขณะที่กัดสับหนึ่ง (static occlusion) จะประกอบด้วย occlusal contacts, near occlusal contacts, และ noncontacts (Millstein, 1984)

- occlusal contacts คือ พื้นผิวฟันที่สัมผัสกันขณะกัดสับ ซึ่งจะมีระยะระหว่างด้านสบฟัน (interocclusal distance) อยู่ในช่วง 0-50 ไมโครเมตร (Nalamliang et al., 2021; Owens et al., 2002)

- near occlusal contacts คือ พื้นที่ส่วนที่อยู่ถัดออกมาจากส่วน occlusal contacts ซึ่งจะมีระยะระหว่างด้านสบฟัน (interocclusal distance) อยู่ในช่วง 50-350 ไมโครเมตร (Nalamliang et al., 2021; Owens et al., 2002)

- noncontacts คือพื้นที่ที่ไม่มีสัมผัสกันขณะกัดสับ

พื้นที่ของการสบฟันและพื้นที่ข้างเคียงจึงมีความสำคัญ คือเป็นหนึ่งในพารามิเตอร์ที่ใช้บอกคุณภาพและประสิทธิภาพของการบดเคี้ยว โดยมีการศึกษาว่ายังมีพื้นที่ของการสบฟันและพื้นที่ข้างเคียงมาก จะมีการบดเคี้ยวที่มีประสิทธิภาพมากขึ้น และส่งผลให้มีความสมดุลของกล้ามเนื้อบดเคี้ยว (masticatory muscle activity) (Lepley et al., 2011; Nalamliang et al., 2021)

ปัจจัยที่ส่งผลถึงประสิทธิภาพการบดเคี้ยวและพื้นที่ของการสบฟันและพื้นที่ข้างเคียงมีหลายปัจจัย เช่น จำนวนฟันที่สบกัน (Number of functional teeth units) ลดลง และการสบฟันที่ผิดปกติ (Malocclusion) จะส่งผลให้พื้นที่ดังกล่าวลดลง ทำให้ประสิทธิภาพการบดเคี้ยวลดลง (Hatch et al., 2000; Magalhães et al., 2010) และแรงจากด้านบดเคี้ยวหรือแรงกัด (occlusal force/bite force) มีหลายการศึกษา กล่าวว่ายังมีแรงที่มากขึ้น จะส่งผลต่อพื้นที่ของการสบฟันที่มากขึ้นอย่างมีนัยสำคัญ (Hidaka et al., 1999; Obara et al., 2013; Okamoto et al., 2023)

### Occlusal bite registration material (วัสดุบันทึกการกัดสบ)

ในการบันทึกการกัดสบมีหลายวิธี สามารถแบ่งได้ตามลักษณะข้อมูล ได้แก่ Qualitative method (วิธีการทางคุณภาพ) สามารถบอกได้เพียงตำแหน่งของจุดสบ เช่น Wax, Articulating paper, Foils, Mylar paper strip, Transparent acetate sheets และ Quantitative method (วิธีการทางปริมาณ) เช่น Pressure Sensitive Films, Polyether rubber impression bites, Silicone putty, T-Scan system (Qadeer et al., 2021; Sharma et al., 2013)

เครื่องสแกนในช่องปากระบบสามมิติ (3D digital intraoral scanner) เข้ามามีบทบาทในทางทันตกรรม เพื่ออำนวยความสะดวกทั้งแก่ทันตแพทย์ และผู้ป่วย ทั้งในแง่ของเวลาการทำงาน ความสะดวกสบาย ลดการเปลี่ยนรูปร่างของวัสดุพิมพ์ปาก ทั้งยังเป็นสื่อกลางในการสื่อสารอีกด้วย (Mangano et al., 2017) โดยมีการศึกษาในการสแกนช่องปากพบว่า มีข้อผิดพลาดที่น้อยในการสแกนขากรรไกรที่มีฟันครบ เมื่อเทียบกับขากรรไกรที่ไม่มีซี่ฟัน (Imburgia et al., 2017) และเครื่องสแกนนี้ สามารถถ่ายทอดในรูปแบบสามมิติ และสามารถนำมาคำนวณและแสดงพื้นที่การกัดสบในช่วงระยะต่างๆได้ ซึ่งเครื่องสแกนในช่องปากระบบสามมิตินี้มีความไว และความจำเพาะที่สูง (Fraile et al., 2022)

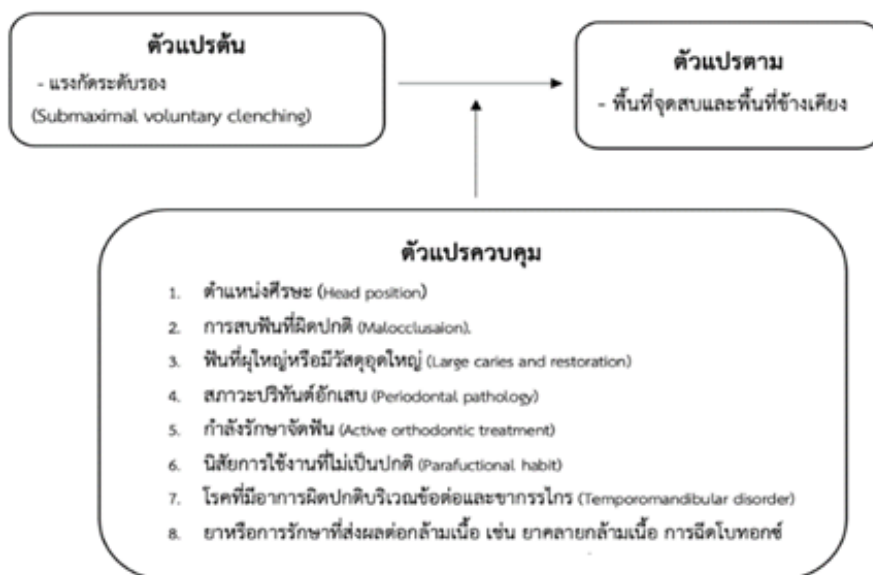
### วัตถุประสงค์การวิจัย

เพื่อศึกษาความแตกต่างของพื้นที่กัดสบและพื้นที่ข้างเคียง ด้วยเครื่องมือสแกนฟันในช่องปากระบบสามมิติ ที่แรงกัดสบที่ระดับรองต่างๆ

### สมมติฐานการวิจัย

พื้นที่ในการบันทึกการสบฟันเพื่อหาพื้นที่กัดสบและพื้นที่ข้างเคียง ด้วยเครื่องมือสแกนฟันในช่องปาก ระหว่างแรงกัดสบที่ระดับรองต่างๆ ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ

### กรอบแนวคิดการวิจัย



ภาพที่ 1 กรอบแนวคิด

### วิธีดำเนินการวิจัย

การวิจัยครั้งนี้เป็นการวิจัยรูปแบบตัดขวาง (Cross-sectional experimental design) โดยกลุ่มตัวอย่างในการศึกษาครั้งนี้คือ ผู้ป่วยที่มารับการรักษา ณ คลินิกทันตกรรมจัดฟัน มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ จำนวนจำนวนกลุ่มตัวอย่างด้วยโปรแกรม G\*Power3.1.9.7 กำหนดค่า  $\alpha$  err prob = 0.05, Power = 0.8 ในส่วนของ effect size ได้ทำการอ้างอิงจากผลของงานวิจัยก่อนหน้า (Hidaka et al., 1999) ได้กลุ่มตัวอย่างทั้งหมด 44 คน โดยกลุ่มตัวอย่างทุกคนจะได้รับการบันทึกการกัดสบด้วยเครื่องมือสแกนฟันในช่องปากระบบสามมิติ ที่แรงกัดสบที่ระดับรองต่างๆ

### เกณฑ์ในการคัดเลือก

1) อายุระหว่าง 20-35 ปี และมีฟันขึ้นครบในช่องปาก โดยไม่มีการสูญเสียฟัน (ไม่รวมฟันกรามซี่ที่ 3)

### เกณฑ์ในการคัดออก

- 1) มีการสบฟันที่ผิดปกติ (Malocclusion) เช่น การสบคร่อมฟันหน้า หรือฟันหลัง หรือสบคร่อมทั้งคู่
- 2) ฟันที่ผุใหญ่หรือมีวัสดุอุดใหญ่ (Large caries and restoration)
- 3) ฟันที่บูรณะมาทั้งซี่ เช่น ครอบฟัน อินเลย์-ออนเลย์
- 4) สภาวะปริทันต์อักเสบ (Periodontitis)
- 5) กำลังรักษาจัดฟัน (Active orthodontic treatment)
- 6) มีนิสัยการใช้งานที่ไม่เป็นปกติ (Parafunctional habit)
- 7) มีอาการผิดปกติบริเวณข้อต่อและขากรรไกร (Temporomandibular disorder)
- 8) ยาหรือการรักษาที่ส่งผลต่อกล้ามเนื้อ เช่น ยาคลายกล้ามเนื้อ หรือได้รับการฉีดโบทอกซ์
- 9) มีการขัดขวางการทำงานของขากรรไกรขณะทำหน้าที่ (Interference when teeth are occluded)

### แรงกัดสบ

แรงกัดสบที่ระดับสูงสุด (Maximal clenching) คือ การออกแรงกัดที่มากที่สุด (100% maximum voluntary contraction (MVC)) โดยลักษณะการกัดที่ระดับสูงสุดภายใต้อำนาจจิตใจ ที่มีความน่าเชื่อถือได้ คือ การกัดโดยไม่มีอาการปวด หรือรู้สึกถึงความกลัว (Orchardson & MacFarlane, 1980)

แรงกัดสบที่ระดับรอง (Submaximal clenching) ในงานศึกษาครั้งนี้จะแบ่งระดับแรงกัดเป็นช่วงต่างๆ คือ 20-40% MVC, 40-60% MVC, และ 60-80% MVC

### ตำแหน่งกัดสบ

บันทึกที่ระดับแรงกัดสบที่ตำแหน่งกัดสบสูงสุด (maximum intercuspation) ซึ่งเป็นตำแหน่งที่คงที่ในขากรรไกรล่าง (McDevitt & Warreth, 1997) นิยมใช้ในการระบุตำแหน่งทางทันตกรรม เนื่องจากคนไข้คุ้นชิน และสามารถทำซ้ำได้ (Pameijer et al., 1970)

### เครื่องวัดไฟฟ้ากล้ามเนื้อ (Electromyography)

BioEMG III and BioPAK Measurement System (BioResearch, Inc., Milwaukee, WI, USA) ควบคุมระดับแรงกัดด้วย electromyography (EMG) หรือเครื่องตรวจวัดคลื่นไฟฟ้ากล้ามเนื้อ เป็นการวัดการทำงานของการทำงานของกล้ามเนื้อด้วยไฟฟ้า เนื่องจากมีการศึกษาว่าแรงกัดมีความสัมพันธ์กับการทำงานของกล้ามเนื้ออย่างเป็นเส้นตรง (Arima et al., 2013; Bogdanov, 2023; Uchida et al., 2008) ดังนั้นจึงใช้การทำงานของกล้ามเนื้อเพื่ออ้างอิงถึงแรงกัดของกลุ่มตัวอย่าง โดยจะทำการวัดคลื่นไฟฟ้ากล้ามเนื้อด้วยแผ่นขั้วไฟฟ้าที่กล้ามเนื้อ anterior temporalis และ superficial masseter เนื่องจากเป็นกล้ามเนื้อบดเคี้ยวที่ทำหน้าที่ในการยกขากรรไกร อยู่ในส่วนพื้นผิว และสามารถทำการวัดได้โดยตรง ตามแนวทางในการรายงานข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับการใช้เครื่องวัดคลื่นไฟฟ้ากล้ามเนื้อ วงจรขยายความต่างของคลื่นไฟฟ้ากล้ามเนื้อ ได้รับการปรับเทียบที่ 5000 เท่า ถูกตั้งค่าความถี่ให้อยู่ในช่วง 30-1000 เฮิรตซ์ ค่าอัตราส่วนการหักล้างสัญญาณที่เหมือนกัน มีค่ามากกว่า 130 เดซิเบล ที่เส้นความถี่ไฟฟ้า 50/60 เฮิรตซ์ โดยมีอัตราส่วนของสัญญาณที่ 2000 เฮิรตซ์ ค่าคลื่นไฟฟ้ากล้ามเนื้อถูกบันทึกในหน่วยไมโครโวลต์ โดยการบันทึกคลื่นไฟฟ้ากล้ามเนื้อตามแนวทางในการวัดคลื่นไฟฟ้ากล้ามเนื้อ (Non-Invasive Assessment of Muscles (SENIAM)) (Stegeman & Hermens, 2007)

### การเตรียมผู้ป่วย

คนไข้มาในเวลาเช้า ทำการขัดฟันและใช้ไหมขัดฟัน ทำความสะอาดผิวด้วยแอลกอฮอล์ 70% เพื่อกำจัดความมันและเซลล์ตายบริเวณผิวหนัง แล้วแปะแผ่นขั้วไฟฟ้าที่ผิวหนัง ที่กล้ามเนื้อ Anterior temporalis : แปะแผ่นขั้วไฟฟ้า แนวตั้งตามแนวขอบกล้ามเนื้อด้านหน้าเหนือต่อ coronal suture และกล้ามเนื้อ Masseter : แปะแผ่นขั้วไฟฟ้าขนานไป

กล้ามเนื้อ ขั้วบนของแผ่นขั้วไฟฟ้า วางที่จุดตัดตั้งฉาก ที่อยู่ระหว่างจุดหน้าสุดของไบพู (targus) และมุมปาก (commissure) และแนวทางตา (exocanthion) จุดล่างสุดและหลังสุดบนมุมของขากรรไกรล่าง (gonion) จากนั้นแปะแผ่นกราวนแปะที่ส่วนที่ซัดที่สุดของกระดูกสันหลังระดับคอ(cervical spine) บริเวณหลังคอ (Nalamliang et al., 2022; García-Morales et al., 2003)

### การทดสอบเครื่องมือ

ให้กลุ่มตัวอย่างนั่งในท่านั่ง ผ่อนคลายเป็นเวลา 5 นาที เมื่อเริ่มทดสอบ แนะนำให้ผ่อนคลาย ห้ามพูด ห้ามกลืนและไม่เคลื่อนไหวศีรษะ ต่อมากลุ่มตัวอย่างถูกขอให้กัดแน่นที่สุดเท่าที่จะทำได้ คือให้กัดสำหรับความหนา 10 มิลลิเมตร ที่วางบริเวณฟันกราม ค่าคลื่นไฟฟ้ากล้ามเนื้อสูงสุด จะถูกบันทึกเป็นค่า 100% เพื่อให้เป็นมาตรฐานข้อมูลในการอ้างอิงของแต่ละบุคคลนั้นๆ (Wasinwasukul et al., 2022)

### การฝึกฝนผู้ป่วย

โดยจะมีการให้กติก่อนการวัดจริงเพื่อบันทึกค่าแรงกัด จากค่าเฉลี่ยคลื่นไฟฟ้ากล้ามเนื้อสูงสุด 100% จากนั้นแบ่งค่าแรงเป็น 3 ช่วง คือ 20-40% MVC, 40-60% MVC, 60-80% MVC หลังจากนั้นแปะสติ๊กเกอร์ที่จอแสดงผล เพื่ออ้างอิงระดับแรงกัดในตอนวัดจริง การฝึกควบคุมแรงกัดด้วยวิธี visual biofeedback โดยผู้ถูกทดลองดูที่ระดับสติ๊กเกอร์บนหน้าจอแสดงผลระยะ 60 เซนติเมตร (Moreira et al., 2020) เพื่อให้ผู้ป่วยควบคุมแรงด้วยตัวเอง ในตอนบันทึกการกัสดังจริง กัดอยู่ในช่วงแรงที่ลดลงเคลื่อนน้อยที่สุด (Baba et al., 2000; lida et al., 2013) จากการศึกษาสำรองโดยให้กลุ่มตัวอย่างกัดด้วยแรงปกติ พบว่า กลุ่มตัวอย่างกัดด้วยแรงที่อยู่ในช่วง 60-80% MVC

### บันทึกการกัสดด้วยเครื่องสแกนฟันในช่องปากระบบ 3 มิติ (3D intraoral scanner; 3shape, Trios3 move +, Szczecin, Poland)

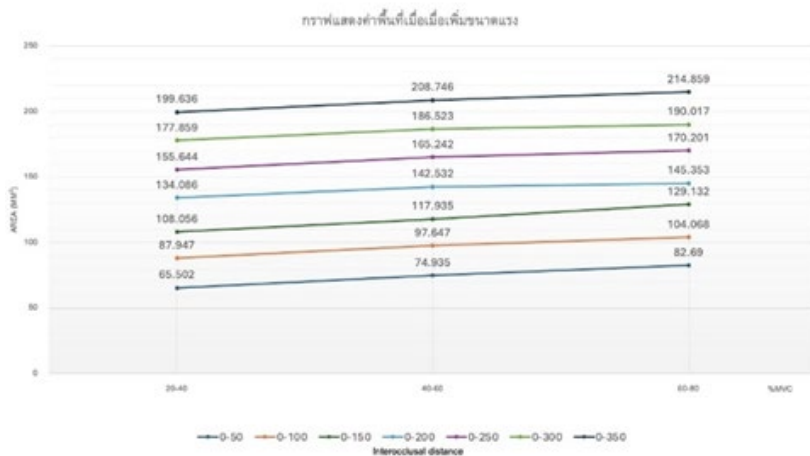
เริ่มจากทำความสะอาดฟันและทำให้แห้ง สแกนขากรรไกรบน และขากรรไกรล่าง ในท่านอนตามคำแนะนำ คือ ขากรรไกรบน : ด้านสบฟัน > ด้านแก้ม > ด้านลิ้น และขากรรไกรล่าง : ด้านสบฟัน > ด้านลิ้น > ด้านแก้ม ตามลำดับ จากนั้นก่อนการสแกนการกัสด ให้ปรับคนไข้ในท่านั่งโดยสแกนด้านแก้มขณะกัสดที่แรงกัสดระดับที่กำหนดไว้ โดยเริ่มสแกนด้านแก้มของฟันจากซี่ฟันกรามก่อน และเคลื่อนหัวสแกนมาทางด้านใกล้กลาง โดยหัวสแกนจะจับภาพคู่สบ 4 คู่ สำหรับภาพการจัดเรียงที่เหมาะสม เริ่มด้วยการควบคุมให้กัดด้วยแรงระดับรอง โดยเริ่มจากระดับน้อยที่สุด คือ 20-40% MVC ด้วย visual biofeedback และให้พักระหว่างเปลี่ยนฝั่งสแกนอย่างน้อย 2 นาที (Nishimori et al. 2017) จากนั้นทำซ้ำชุดสแกนในขากรรไกรบนและล่าง และทำการสแกนด้านกัสด ด้วยแรงที่เพิ่มขึ้น ทำซ้ำจนครบทุกระดับแรง จากนั้นส่งข้อมูลเข้าสู่ระบบ

### การคำนวณพื้นที่จุดสบและพื้นที่ข้างเคียง

ภาพจากเครื่องสแกนที่แรงกัสดระดับต่างๆผ่านโปรแกรม ortho analyzer แปลงเป็นไฟล์ .STL จากนั้นนำข้อมูลเป็นไฟล์ภาพถ่ายสามมิติเข้าโปรแกรม Geomagic wrap นำเข้าโปรแกรมทั้งขากรรไกรบนล่างพร้อมกัน โดยในขั้นตอนนี้จะสบขากรรไกรบนและล่าง และทำการตัดส่วนพื้นที่ที่ซ้อนทับกัน ทำการคำนวณพื้นที่ที่ซ้อนทับ เพื่อหาพื้นที่กัสด ทำซ้ำด้วยการเพิ่มปรับระดับความหนาพื้นที่ผิวของขากรรไกรบน ทีละ 50 ไมโครเมตร จนถึง 350 ไมโครเมตร หลังจากนั้นทำการตัดส่วนพื้นที่ที่ซ้อนทับกันและคำนวณพื้นที่ด้วยวิธีเดิมนำข้อมูลมาวิเคราะห์ โดยใช้โปรแกรม SPSS version 23 โดยวิเคราะห์ทางสถิติ กำหนดค่าระดับนัยสำคัญเท่ากับ 0.05 หากการกระจายตัวของข้อมูลโดยใช้ Shapiro-Wilk test หาความแตกต่างของพื้นที่ที่ได้จากการบันทึกภายในการกัสดภายในการบันทึกด้วยเครื่องสแกนฟันในช่องปากระบบสามมิติ ที่แรงกัสดที่ระดับสูงสุดและระดับรองที่ระดับต่างด้วยสถิติ one-way repeated ANOVA และ multiple comparison test ในกรณีข้อมูลมีการแจกแจงปกติ และใช้ Friedman test ในกรณีข้อมูลมีการแจกแจงไม่ปกติ

## ผลการวิจัย

ผลการวิเคราะห์ข้อมูลทั่วไปของกลุ่มตัวอย่าง พบว่า ส่วนใหญ่เป็นเพศหญิง (ร้อยละ 67.86) โดยกลุ่มตัวอย่างมีอายุอยู่ระหว่าง 18-35 ปี (เฉลี่ยอยู่ที่  $25 \pm 4.36$ ) และเมื่อทดสอบโดยเพิ่มขนาดแรงกัดจาก 20-40%MVC, 40-60%MVC และ 60-80%MVC ค่าพื้นที่ที่กดสบและพื้นที่ข้างเคียงจะสะสมเพิ่มมากขึ้นในทุกระยะ ตั้งแต่ 0-350 ไมโครเมตร ดังแสดงในกราฟที่ 1



กราฟที่ 1 แสดงค่าพื้นที่เมื่อเพิ่มขนาดแรง

ผลการวิเคราะห์ข้อมูลพื้นที่ที่กดสบ พบว่า เมื่อแรงย่อยจากกล้ามเนื้อบดเคี้ยวเพิ่มมากขึ้น จากระดับ 20-40% MVC, 40-60% MVC และ 60-80% MVC พบว่า พื้นที่ที่กดสบ ของ 20-40% MVC เทียบกับ 40-60% MVC และ 40-60% MVC เทียบกับ 60-80% MVC ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ แต่ในช่วงแรง 20-40% MVC เทียบกับ 60-80% MVC พื้นที่ที่ได้ มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญที่ 0.05 ในส่วนพื้นที่ข้างเคียงที่ระยะ 100, 150, 200, 250, 300 และ 350 ไมโครเมตร พบความสัมพันธ์ในรูปแบบเดียวกัน คือ พื้นที่สะสมข้างเคียง (accumulate near contact area) ที่ได้จากแรง 20-40% MVC เทียบกับ 40-60% MVC และ 40-60% MVC เทียบกับ 60-80% MVC ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ แต่ในช่วงแรง 20-40% MVC เทียบกับ 60-80% MVC พื้นที่ที่ได้ มีความแตกต่างกัน อย่างมีนัยสำคัญที่ 0.05 ดังแสดงในตารางที่ 1

ตารางที่ 1 แสดงความแตกต่างของพื้นที่เมื่อเทียบขนาดแรงย่อยที่แตกต่างกัน ที่ระยะระหว่างการสบต่างๆ

Interocclusal distance	Area : Mean $\pm$ SD (mm <sup>2</sup> )		
	20-40% MVC	40-60% MVC	60-80% MVC
<math>< 50 \mu\text{m}</math>	65.502 $\pm$ 50.16 <sup>a</sup>	74.935 $\pm$ 52.67 <sup>a,c</sup>	82.690 $\pm$ 55.96 <sup>b,c</sup>
<math>< 100 \mu\text{m}</math>	87.947 $\pm$ 56.66 <sup>a</sup>	97.647 $\pm$ 57.63 <sup>a,c</sup>	104.068 $\pm$ 60.59 <sup>b,c</sup>
<math>< 150 \mu\text{m}</math>	108.056 $\pm$ 63.29 <sup>a</sup>	117.935 $\pm$ 61.38 <sup>a,c</sup>	129.132 $\pm$ 61.604 <sup>b,c</sup>
<math>< 200 \mu\text{m}</math>	134.086 $\pm$ 66.96 <sup>a</sup>	142.532 $\pm$ 63.83 <sup>a,c</sup>	145.353 $\pm$ 66.46 <sup>b,c</sup>
<math>< 250 \mu\text{m}</math>	155.644 $\pm$ 72.33 <sup>a</sup>	165.242 $\pm$ 66.02 <sup>a,c</sup>	170.201 $\pm$ 72.24 <sup>b,c</sup>
<math>< 300 \mu\text{m}</math>	177.859 $\pm$ 73.54 <sup>a</sup>	186.523 $\pm$ 68.48 <sup>a,c</sup>	190.017 $\pm$ 69.96 <sup>b,c</sup>
<math>< 350 \mu\text{m}</math>	199.636 $\pm$ 74.69 <sup>a</sup>	208.746 $\pm$ 67.90 <sup>a,c</sup>	214.859 $\pm$ 72.40 <sup>b,c</sup>

ค่าที่แสดงด้วยตัวอักษรพิมพ์เล็กที่เหมือนกัน แสดงความแตกต่างอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติในการทดสอบ post-hoc และ pairwise comparisons,\*  $p < .05$

## สรุปและอภิปรายผลการวิจัย

ความแตกต่างของพื้นที่กักตบและพื้นที่ข้างเคียง ที่ทำการบันทึกด้วยเครื่องมือสแกนฟันในช่องปากระบบสามมิติ ที่แรงกักตบที่ระดับรองต่างๆ สามารถอภิปรายผลได้ ดังนี้ เมื่อทดสอบโดยเพิ่มขนาดแรงกักตบจาก 20-40% MVC, 40-60% MVC และ 60-80% MVC ค่าพื้นที่กักตบและพื้นที่ข้างเคียง จะสะสมเพิ่มมากขึ้นในทุกๆ ระยะ ตั้งแต่ 0 ถึง 350 ไมโครเมตร สอดคล้องกับแนวคิดของ Hidaka et al. (1999), Obara et al. (2013) และ Okamoto et al. (2023) ที่กล่าวว่า ปัจจัยแรงจากด้านบดเคี้ยวหรือแรงกักตบส่งผลถึงประสิทธิภาพการบดเคี้ยวและพื้นที่ของการสบฟันและพื้นที่ข้างเคียง ยังมีแรงที่มากขึ้นจะส่งผลต่อพื้นที่ของการสบฟันที่มากขึ้นอย่างมีนัยสำคัญ

ในการสแกนเพื่อบันทึกการกักตบในครั้งนี้ แต่ละการเพิ่มระดับแรงย่อยมีการบันทึกในครั้งเดียว ความต่อเนื่องในการบันทึก อาจทำให้เกิดการล้าของกล้ามเนื้อ จากการศึกษาก่อนหน้าของ Nishimori et al. ให้กลุ่มตัวอย่างพัก 2 นาที เพื่อลดการล้าของกล้ามเนื้อ ในการบันทึกการกักตบครั้งนี้เมื่อครบ 2 นาที ได้สอบถามถึงอาการล้า หากกลุ่มตัวอย่างยังรู้สึกล้าหรือเกร็งกล้ามเนื้อบดเคี้ยว จะให้กลุ่มตัวอย่างพักให้นานขึ้น อีกทั้งในการสแกนการบันทึกการกักตบ อาจไม่เหมือนการฝึกฝนโดยทั้งหมด เนื่องจากการฝึกฝนผู้วิจัยให้ปรับระดับแรงกักตบจนรู้สึกคุ้นชินก่อนการบันทึกการกักตบ และเมื่อบันทึกการกักตบด้วยเครื่องสแกนในช่องปากระบบสามมิติ ในตอนบันทึกการกักตบจริง อาจมีปัจจัยรบกวนจากขนาดของหัวสแกน ที่อาจขัดขวางแรงของกล้ามเนื้อได้ ทางผู้วิจัยจึงทำการวางหัวสแกนในช่องปากด้านแก้ม ให้ผู้วิจัยรู้สึกชินและทำการกักตบปรับระดับแรงได้ตามช่วงขนาดแรงที่ต้องการบันทึกก่อน จึงค่อยทำการสแกนจริง

ในส่วนของพื้นที่การกักตบและพื้นที่ข้างเคียงที่เพิ่มขึ้นตามระดับแรง ความแตกต่างของพื้นที่ที่ได้ของแรง 20-40% MVC เทียบกับ 40-60% MVC และ 40-60% MVC เทียบกับ 60-80% MVC ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ แต่ในช่วงแรง 20-40% MVC เทียบกับ 60-80% MVC พื้นที่ที่ได้ มีความแตกต่างกัน อย่างมีนัยสำคัญ แสดงถึงว่าการบันทึกการกักตบสามารถกักด้วยแรงกักตบระดับปกติ หรือกักด้วยแรงระดับกลาง พื้นที่สบฟันที่ได้ไม่ต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ แต่ไม่ควรกักด้วยแรงระดับน้อย

ดังนั้นการศึกษานี้จึงกล่าวถึงความสำคัญของการหาพื้นที่กักตบและพื้นที่ข้างเคียง ด้วยการบันทึกการสบฟันด้วยเครื่องสแกนในช่องปากระบบสามมิติ ซึ่งพื้นที่ที่มีความสำคัญต่อประสิทธิภาพการเคี้ยวและการคลุกเคล้าอาหาร แม้ในการบันทึกการกักตบที่ใช้กันโดยทั่วไปจะไม่ได้มีข้อกำหนดในส่วนของแรงที่ใช้ในการกัก การกักแน่นสุดอาจทำให้เกิดการล้าของกล้ามเนื้อได้ง่าย และในการศึกษานี้จึงได้ข้อสรุปว่าหากใช้แรงปกติ ที่คนใช้สามารถกักสบายขึ้นได้ โดยลดการล้าของกล้ามเนื้อ หรือสามารถลดแรงจากแรงปกติได้เล็กน้อย พื้นที่การกักตบและพื้นที่ข้างเคียงที่ได้ในช่วงระยะ 0 ถึง 350 ไมโครเมตร ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

โดยข้อจำกัดของการศึกษานี้ อาจเป็นในส่วนของจำนวนกลุ่มตัวอย่างที่จำกัด เนื่องจากมีรายละเอียดในส่วนของเกณฑ์คัดเข้าและคัดออกของผู้เข้าร่วมวิจัย

ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ภายในชั้นของความน่าเชื่อถือภายในผู้ประเมินของการศึกษานี้ เมื่อทำการวัดซ้ำที่ 2 สัปดาห์ อยู่ที่ 0.99 แสดงถึงความน่าเชื่อถือในระดับดีมาก

### ข้อเสนอแนะที่ได้รับจากการวิจัย

จากผลการศึกษาความแตกต่างของพื้นที่กักตบและพื้นที่ข้างเคียง ด้วยเครื่องมือสแกนฟันในช่องปากระบบสามมิติ ที่แรงกักตบที่ระดับรองต่างๆ ผู้วิจัยมีข้อเสนอแนะ ดังนี้

- 1) เนื่องจากการศึกษานี้ ในการเพิ่มระดับแรงย่อย มีการบันทึกในครั้งเดียว ความต่อเนื่องในการบันทึก อาจทำให้เกิดการล้าของกล้ามเนื้อ จึงควรเพิ่มช่วงเวลาการพักระหว่างสแกนซ้ายขวา และระหว่างเปลี่ยนแรงย่อยให้นานขึ้น
- 2) เนื่องจากการกัก ที่แรง 20-40% MVC เทียบกับ 40-60% MVC และ 40-60% MVC เทียบกับ 60-80% MVC พื้นที่กักตบและพื้นที่ข้างเคียงสะสมไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ แต่ในช่วงแรง 20-40% MVC เทียบกับ 60-80% MVC พื้นที่ที่ได้มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ดังนั้นการกักเพื่อบันทึกการสบฟันในทางคลินิก การที่คนไข้กัก



ระดับแน่นสุด อาจทำให้เกิดการเมื่อยล้าและไม่มั่นคงของกล้ามเนื้อขณะบันทึกการกัดสบ สามารถแนะนำให้คนไข้สามารถกัดด้วยแรงระดับ 40-60% MVC ได้

### ข้อเสนอแนะในการวิจัยครั้งต่อไป

- 1) เนื่องจากมีข้อจำกัดตามเกณฑ์คัดออกของกลุ่มผู้เข้าร่วมวิจัย ส่งผลให้จำนวนกลุ่มตัวอย่างไม่ถึงตามเกณฑ์ อาจเพิ่มจำนวนตัวอย่างให้มากขึ้น
- 2) เนื่องจากแรงกัดแต่ละระดับจะมีความแตกต่างกันในแต่ละบุคคล ในการศึกษาต่อยอดการวิจัยครั้งต่อไป หากให้คนไข้กัดด้วยแรง 20-40% MVC หรือ 40-60% MVC โดยมีการประเมินด้วยเครื่องวัดคลื่นไฟฟ้ากล้ามเนื้อ แต่โดยตัวคนไข้จะไม่สามารถรับรู้ระดับแรงกัด ณ ขณะนั้นได้ (ไม่สามารถมองจอแสดงผล) เพื่อจะได้ทราบว่าควรบอกให้คนไข้กัดด้วยแรงประมาณเท่าใด ที่จะไม่เหนื่อยเกินไปที่จะสามารถบันทึกการกัดสบได้ โดยแรงที่กัดไม่ควรอยู่ในระดับ 20-40% MVC เพื่อในการบันทึกการกัดสบจริง จะสามารถประเมินแรงกัดโดยไม่ใช้เครื่องวัดคลื่นไฟฟ้ากล้ามเนื้อ

### เอกสารอ้างอิง

- Arima, T., Takeuchi, T., Honda, K., Tomonaga, A., Tanosoto, T., Ohata, N., & Svensson, P. (2013). Effects of interocclusal distance on bite force and masseter EMG in healthy participants. *Journal of Oral Rehabilitation*, 40(12), 900-908.
- Baba, K., Akishige, S., Yaka, T., & Ai, M. (2000). Influence of alteration of occlusal relationship on activity of jaw closing muscles and mandibular movement during submaximal clenching. *Journal of Oral Rehabilitation*, 27(9), 793-801.
- Bogdanov, V. (2023). Type of correlation between bite force and EMG activity of the temporalis and masseter muscles during maximal and submaximal clenching. *Folia Medica*, 65(6), 975-985.
- Fraille, C., Ferreiroa, A., Romeo Rubio, M., Alonso, R., & Pradies Ramiro, G. (2022). Clinical study comparing the accuracy of interocclusal records, digitally obtained by three different devices. *Clinical Oral Investigations*, 26(6), 4663-4668.
- Hatch, J. P., Shinkai, R. S. A., Sakai, S., Rugh, J. D., & Paunovich, E. D. (2000). Determinants of masticatory performance in dentate adults. *Archives of Oral Biology*, 46(7), 641-648
- Hidaka, O., Iwasaki, M., Saito, M., & Morimoto, T. (1999). Influence of clenching intensity on bite force balance, occlusal contact area, and average bite pressure. *Journal of Dental Research*, 78(7), 1336-1344.
- Horie, T., Kanazawa, M., Komagamine, Y., Hama, Y., & Minakuchi, S. (2014). Association between near occlusal contact areas and mixing ability. *Journal of Oral Rehabilitation*, 41(11), 829-835.
- Imburgia, M., Logozzo, S., Hauschild, U., Veronesi, G., Mangano, C., & Mangano, F. G. (2017). Accuracy of four intraoral scanners in oral implantology: a comparative in vitro study. *BMC Oral Health*, 17, 1-13.
- Iida, T., Komiyama, O., Obara, R., Baad-Hansen, L., Kawara, M., & Svensson, P. (2013). Influence of visual feedback on force-EMG curves from spinally innervated versus trigeminally innervated muscles. *Archives of Oral Biology*, 58(3), 331-339.
- Lepley, C. R., Throckmorton, G. S., Ceen, R. F., & Buschang, P. H. (2011). Relative contributions of occlusion, maximum bite force, and chewing cycle kinematics to masticatory performance. *American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics*, 139(5), 606-613.
- Magalhães, I. B., Pereira, L. J., Marques, L. S., & Gameiro, G. H. (2010). The influence of malocclusion on masticatory performance: a systematic review. *The Angle Orthodontist*, 80(5), 981-987.

- Mangano, F., Gandolfi, A., Luongo, G., & Logozzo, S. (2017). Intraoral scanners in dentistry: a review of the current literature. *BMC Oral Health*, *17*, 1-11.
- McDevitt, W. E., & Warreth, A. A. (1997). Occlusal contacts in maximum intercuspation in normal dentitions. *Journal of Oral Rehabilitation*, *24*(10), 725-734.
- Moreira, L. S., Elias, L. A., Germer, C. M., & Palomari, E. T. (2020). Reliable measurement of incisal bite force for understanding the control of masticatory muscles. *Archives of Oral Biology*, *112*, 104683.
- Nalamliang, N., Sumonsiri, P., & Thongudomporn, U. (2022). Are occlusal contact area asymmetry and masticatory muscle activity asymmetry related in adults with normal dentition?. *CRANIO®*, *40*(5), 409-417.
- Nalamliang, N., Sumonsiri, P., & Thongudomporn, U. (2021). Masticatory performance is influenced by masticatory muscle activity balance and the cumulative occlusal contact area. *Archives of Oral Biology*, *126*, 105113.
- Obara, R., Komiya, O., Iida, T., De Laat, A., & Kawara, M. (2013). Influence of the thickness of silicone registration material as a means for occlusal contact examination—an explorative study with different tooth clenching intensities. *Journal of Oral Rehabilitation*, *40*(11), 834-843.
- Okamoto, M., Tanabe, N., Fukazawa, S., Oyamada, Y., & Kondo, H. (2023). Accuracy of optical interocclusal registration using an intraoral scanner. *Journal of Prosthodontic Research*, *67*(4), 619-625.
- Orchardson, R., & MacFarlane, S. H. (1980). The effect of local periodontal anaesthesia on the maximum biting force achieved by human subjects. *Archives of Oral Biology*, *25*(11-12), 799-804.
- Owens, S., Buschang, P. H., Throckmorton, G. S., Palmer, L., & English, J. (2002). Masticatory performance and areas of occlusal contact and near contact in subjects with normal occlusion and malocclusion. *American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics*, *121*(6), 602-609.
- Pameijer, J. H., Brion, M., Glickman, I., & Roeber, F. W. (1970). Intraoral occlusal telemetry. Part IV. Tooth contact during swallowing. *The Journal of Prosthetic Dentistry*, *24*(4), 396-400.
- García-Morales, P., Buschang, P. H., Throckmorton, G. S., & English, J. D. (2003). Maximum bite force, muscle efficiency and mechanical advantage in children with vertical growth patterns. *The European Journal of Orthodontics*, *25*(3), 265-272.
- Millstein, P. L. (1984). A method to determine occlusal contact and noncontact areas: Preliminary report. *The Journal of Prosthetic Dentistry*, *52*(1), 106-110.
- Qadeer, S., Özcan, M., Edelhoff, D., & Van Pelt, H. (2021). Accuracy, reliability and clinical implications of static compared to quantifiable occlusal indicators. *The European Journal of Prosthodontics and Restorative Dentistry*, *29*(3), 130-141.
- Sharma, A., Rahul, G. R., Poduval, S. T., Shetty, K., Gupta, B., & Rajora, V. (2013). History of materials used for recording static and dynamic occlusal contact marks: a literature review. *Journal of Clinical and Experimental Dentistry*, *5*(1), e48.
- Stegeman, D., & Hermens, H. (2007). Standards for surface electromyography: The European project Surface EMG for non-invasive assessment of muscles (SENIAM). *Enschede: Roessingh Research and Development*, *10*, 8-12.

- Uchida, S., Iwasaki, L. R., Marx, D. B., Yotsui, Y., Inoue, H., & Nickel, J. C. (2008). Variations in activities of human jaw muscles depend on tooth-tipping moments. *Archives of Oral Biology*, 53(2), 199-205.
- Wasinwasukul, P., Nalamliang, N., Pairatchawan, N., & Thongudomporn, U. (2022). Effects of anterior bite planes fabricated from acrylic resin and thermoplastic material on masticatory muscle responses and maximum bite force in children with a deep bite: A 6-month randomised controlled trial. *Journal of Oral Rehabilitation*, 49(10), 980-992.
- Wilding, R. J. C. (1993). The association between chewing efficiency and occlusal contact area in man. *Archives of Oral Biology*, 38(7), 589-596.

**Data Availability Statement:** The raw data supporting the conclusions of this article will be made available by the authors, without undue reservation.

**Conflicts of Interest:** The authors declare that the research was conducted in the absence of any commercial or financial relationships that could be construed as a potential conflict of interest.

**Publisher's Note:** All claims expressed in this article are solely those of the authors and do not necessarily represent those of their affiliated organizations, or those of the publisher, the editors and the reviewers. Any product that may be evaluated in this article, or claim that may be made by its manufacturer, is not guaranteed or endorsed by the publisher.



**Copyright:** © 2024 by the authors. This is a fully open-access article distributed under the terms of the Attribution-NonCommercial-NoDerivatives 4.0 International (CC BY-NC-ND 4.0).