

ความถูกต้องของแบบจำลองดิจิทัลที่ได้จากเครื่องสแกนในช่องปากเปรียบเทียบกับแบบจำลองพลาสติก

Accuracy of Digital Models Derived from Intraoral Scanners Compared with Plaster Models

วสวัตต์ ปราณีโชติรส¹, พิชญา ไชยรักษ์², นงลักษณ์ สมบุญธรรม³

Wasawatt Praneechotiros¹, Pitchaya Chaiyaraksa², Nonglak Sombuntham³

¹สาขาทันตกรรมจัดฟัน, คณะทันตแพทยศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ กรุงเทพมหานคร ประเทศไทย

¹Faculty of Dentistry, Srinakharinwirot University, Bangkok, Thailand

²ภาควิชาโสตจักษุวิทยา คณะทันตแพทยศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ กรุงเทพมหานคร ประเทศไทย

²Department of Stomatology, Faculty of Dentistry, Srinakharinwirot University, Bangkok, Thailand

³สาขาทันตกรรมจัดฟัน ภาควิชาทันตกรรมสำหรับเด็กและทันตกรรมป้องกัน คณะทันตแพทยศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ กรุงเทพมหานคร ประเทศไทย

³Orthodontic section, Department of Pedodontics and Preventive Dentistry, Faculty of Dentistry, Srinakharinwirot University, Bangkok, Thailand

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อเปรียบเทียบความถูกต้องของพารามิเตอร์สองมิติ และระยะเบี่ยงเบนบนพื้นผิวสามมิติของแบบจำลองดิจิทัลที่ได้จากเครื่องสแกนเนอร์ในช่องปากสองชนิด กับแบบจำลองพลาสติกในกลุ่มตัวอย่างที่มีการสบฟันผิดปกติและกลุ่มตัวอย่างที่เคยได้รับการรักษาทางทันตกรรมจัดฟัน กลุ่มตัวอย่างประกอบด้วย อาสาสมัครที่มีการสบฟันผิดปกติ (ค่าดัชนีพาร์ ≥ 24 , กลุ่มสบฟันผิดปกติ) และอาสาสมัครที่เคยได้รับการรักษาทางทันตกรรมจัดฟัน (ค่าดัชนีพาร์ ≤ 9 , กลุ่มเคยจัดฟัน) จำนวนกลุ่มละ 15 ราย แบบจำลองฟันของกลุ่มตัวอย่างมี 3 ชนิด คือ (1) แบบจำลองพลาสติกจากการพิมพ์ปากด้วยวัสดุอัลจินेट (2) แบบจำลองดิจิทัลจากเครื่องสแกนเนอร์ในช่องปาก TRIOS[®] (3Shape A/S, Copenhagen, Denmark) (3) แบบจำลองดิจิทัลจากเครื่องสแกนเนอร์ ในช่องปาก CEREC Ortho[®] (Sirona Dental, Thailand) นำแบบจำลองมาศึกษาพารามิเตอร์ 2 มิติ 9 ตัว โดยแบบจำลองพลาสติกถูกวัดด้วยดิจิทัลคาลิเปอร์ ส่วนแบบจำลองดิจิทัลถูกวัดด้วยโปรแกรมเมชแลป (MeshLab, Italy) ศึกษาความแตกต่างระยะเบี่ยงเบนของพื้นผิวสามมิติของแบบจำลองฟันดิจิทัลสองชนิดโดยการซ้อนทับกันซึ่งแสดงโดยความแตกต่างของแผนที่ภาพสี เมื่อทดสอบค่าเฉลี่ยระหว่างกลุ่มของพารามิเตอร์ 2 มิติด้วยสถิติวิเคราะห์ความแปรปรวนแบบวัดซ้ำและเปรียบเทียบพหุคูณด้วยวิธีบอนเฟอโรนี พบว่าระยะความกว้างแนวขวางระหว่างฟันเขี้ยวบนที่วัดจากแบบจำลองพลาสติก มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญเมื่อเทียบกับแบบจำลองดิจิทัลจากเครื่อง CEREC Ortho[®] ($F_{(2,56)} = 4.490, p = 0.016$) โดยมีค่าแตกต่างเท่ากับ -0.146 ± 0.057 มม. ($p = 0.048$) และพบว่าปัจจัยการสบฟันผิดปกติมีผลกระทบต่อค่า การเบี่ยงเบนของเส้นแนวกลางระหว่างแบบจำลองสามชนิดอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($F_{(1,408, 39,430)} = 5.421, p = 0.016$) โดยค่าที่ได้จากแบบจำลองพลาสติก แตกต่างจากแบบจำลองดิจิทัลจากเครื่อง TRIOS[®] และ CEREC Ortho[®] อย่างมีนัยสำคัญ (Mean difference 0.234 ± 0.068 มม., $p = 0.005$; 0.169 ± 0.066 มม., $p = .047$) ตามลำดับ เมื่อใช้สถิติทดสอบค่าที่ เปรียบเทียบความแตกต่างเฉลี่ยของระยะเบี่ยงเบนของพื้นผิวสามมิติของแบบจำลองฟันดิจิทัลสองชนิด พบว่า ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ระหว่างกลุ่มสบฟันผิดปกติ และกลุ่มเคยจัดฟัน สรุปว่า แบบจำลองดิจิทัลสองชนิดมีความถูกต้องในระดับที่ยอมรับได้ทางคลินิก การสบฟันผิดปกติมีผลกระทบต่อ การเบี่ยงเบนของเส้นแนวกลางในแบบจำลองฟันดิจิทัลสองชนิด ส่วนระยะเบี่ยงเบนบนพื้นผิวสามมิติของแบบจำลองฟันดิจิทัล ทั้งสองชนิดไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ

คำสำคัญ : การวิเคราะห์แบบจำลอง, การวิเคราะห์ภาพพื้นผิวสามมิติ, เครื่องสแกนในช่องปาก

Abstract

The purpose of study was to determine accuracy of 2-dimensional parameters and 3-dimensional surface distance deviation of dental models derived from two intraoral scanners compared to plaster models taken from samples with malocclusion and samples who previously received orthodontic treatment. The samples consisted of 15 subjects with malocclusion (PAR scores ≥ 24 , Malocclusion Group) and 15 subjects who previously received orthodontic treatment (PAR scores ≤ 9 , Orthodontic treated Group). Three types of dental models from each subject were (1) plaster models from Alginate impression, (2) digital models from intraoral scanners, TRIOS® (3Shape A/S, Copenhagen, Denmark) and (3) digital models from CEREC Ortho® (Sirona, Dental, Thailand). Nine 2-D parameters of plaster models using a digital caliper were measured. The digital models were measured by digitization processing software (MeshLab, Italy). Surface distance deviation of digital models from the two scanners were determined by superimposing surfaces using color mapping. Comparing 2D parameters by RM-ANOVA with Bonferroni's method for multiple comparisons, results showed that Upper Inter canine Width of plaster models was significantly different from CEREC Ortho® digital models ($F_{(2,56)} = 4.490, p = .016$) with mean difference -0.146 ± 0.057 mm ($p = .048$). In addition, malocclusion had a significant interaction on Midline Deviation (MD) among three types of models ($F_{(1,408, 39,430)} = 5.421, p = .016$). The plaster models had significant difference MD from digital models from TRIOS® and CEREC Ortho® (Mean difference 0.234 ± 0.068 mm, $p = .005$; 0.169 ± 0.066 mm, $p = .047$ respectively). Comparing by *t*-test, there was no significant difference of 3-D surface distance deviation of digital models between Malocclusion and Orthodontic treated groups. In conclusion, accuracy of two digital models was clinically accepted. Malocclusion had an interaction on Midline Deviation of the two digital models. 3-D surface distance deviation of the digital models from two intraoral scanners showed no significant difference.

Keyword : Model analysis, 3D surface analysis, Intraoral scanner

Received Date: May 28, 2020

Revised Date: Jun 11, 2020

Accepted Date: Jul 13, 2020

doi: 10.14456/jdat.2021.3

ติดต่อเกี่ยวกับบทความ :

นางลักษณ์ สมบุญธรรม, ภาควิชาทันตกรรมสำหรับเด็กและทันตกรรมป้องกัน สาขาทันตกรรมจัดฟัน คณะทันตแพทยศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ 114 สุขุมวิท 23 เขตวัฒนา กรุงเทพมหานคร 10110 ประเทศไทย โทรศัพท์: 02-649-5000 ต่อ 15084 อีเมล: nonglako@g.swu.ac.th

Correspondence to:

Nonglak Sombuntham, Department of Pedodontic and Preventive Dentistry, Orthodontic section, Faculty of Dentistry, Srinakharinwirot University, 114 Sukhumvit 23, Wattana, Bangkok, 10110 Thailand Tel. 02-649-5000 ext 15084 E-mail: nonglako@g.swu.ac.th

Funding resources: งานวิจัยนี้ได้รับทุนสนับสนุนจาก เงินรายได้คณะทันตแพทยศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ สัญญาเลขที่ 296/2560

บทนำ

การวิเคราะห์แบบจำลอง (Model analysis) เป็นส่วนหนึ่งของข้อมูลเพื่อใช้ในการวินิจฉัย และวางแผนการรักษาทางทันตกรรมจัดฟัน รวมถึงการประเมินผลการรักษา วิธีการที่ใช้มาแต่เดิมจนถึง

ปัจจุบัน คือ การวัดระยะจากแบบจำลองศึกษา (Study model) ซึ่งได้จากการพิมพ์ปาก แล้วนำรอยพิมพ์มาเทด้วยปูนพลาสติกแบบจำลอง ศึกษาให้ข้อมูลเกี่ยวกับ จำนวน ขนาด รูปร่าง และการเรียงตัวของฟัน

บนส่วนโค้งแนวฟัน (Dental arch) ความกว้างและความสูงของส่วนโค้งแนวฟัน ลักษณะการสบฟัน ความยาวส่วนโค้งแนวฟันเคลื่อนคลาด (Arch length discrepancy) ตลอดจนการวิเคราะห์ขนาดฟันของโบลตัน (Bolton's tooth-size analysis) อีกทั้งยังสามารถนำมาทำนายขนาดของฟันแท้ที่ยังไม่ขึ้นในช่องปาก ข้อมูลที่ได้จากการวิเคราะห์แบบจำลอง นอกจากจะนำมาใช้ในการวินิจฉัยและวางแผนการรักษาทางทันตกรรมจัดฟันแล้ว ยังสามารถนำแบบจำลองมาตัดแยกฟันแต่ละซี่ และจัดเรียงใหม่บนส่วนโค้งขากรรไกร (Model set-up) เพื่อวางแผนและจำลองผลการรักษา¹

แบบจำลองที่หล่อจากวัสดุที่เป็นพลาสติก (Plaster model) มีข้อเสียหลายประการ ได้แก่ การที่วัสดุที่หล่อแบบจำลองแตกหักหรือสึกกร่อน ทำให้ความถูกต้องในการวิเคราะห์ลดลง สิ้นเปลืองวัสดุ และพื้นที่ที่ใช้ในการจัดเก็บแบบจำลองศึกษา อาจเกิดความเสียหายของแบบจำลองศึกษาในระหว่างการจัดเก็บ^{2,3} ใช้เวลาในการค้นหามัน มีความลำบากในการขนย้าย หรือส่งเพื่อติดต่อสื่อสารกับทันตแพทย์อื่นในการวางแผนการรักษา⁴ นอกจากนี้การใช้แบบจำลองศึกษาที่ได้จากรอยพิมพ์แล้วเทแบบด้วยปูนยังมีปัญหาที่สำคัญ คือ การขยายหรือการหดตัวของรอยพิมพ์ หรือตัวแบบจำลองปูน ที่หลีกเลี่ยงไม่ได้เนื่องจากคุณสมบัติของวัสดุพิมพ์แบบ (Impression materials) หรือ วัสดุปูนแต่ละชนิด^{5,6}

ด้วยข้อจำกัดดังกล่าว ในปัจจุบันได้มีการพัฒนาเทคโนโลยีเพื่อให้ได้แบบจำลองดิจิทัล (Digital model) วิธีการได้มาซึ่งข้อมูลในระบบดิจิทัลในปัจจุบัน ได้แก่ 1) การใช้เลเซอร์สแกนเนอร์ (Laser scanner) บนรอยพิมพ์ฟันหรือแบบจำลองพลาสติก 2) การใช้เครื่องซีบีซีที (CBCT-Cone-beam computed tomography) โดยการแปลงภาพรังสีสามมิติเป็นแบบจำลองดิจิทัล 3) การใช้เลเซอร์สแกนเนอร์ในช่องปาก (Intraoral scanner)² โดยการจัดเก็บข้อมูลเป็นแบบจำลองดิจิทัลมีข้อดี คือ ลดปัญหาในการเก็บรักษา ใช้พื้นที่ในการเก็บน้อย การค้นหาและส่งต่อข้อมูลเพื่อสื่อสารกับทันตแพทย์ผู้อื่นทำได้ง่าย สามารถนำไปใช้กับโปรแกรมเพื่อการวิเคราะห์แบบจำลอง การวางแผนรักษา และการเคลื่อนฟัน เพื่อพิมพ์เป็นแบบจำลองสามมิติ (3D Printed model) สำหรับทำเครื่องมือในการรักษาได้อีกด้วย

ในปัจจุบันมีการพัฒนาเครื่องสแกนเพื่อให้ได้แบบจำลองดิจิทัลอย่างต่อเนื่อง โดยใช้เลเซอร์สแกนโดยตรงในช่องปาก อาจเรียกว่าเป็นการทำรอยพิมพ์ดิจิทัล (Digital impression) เพื่อใช้ทดแทนวิธีดั้งเดิมคือการพิมพ์ปากด้วยวัสดุพิมพ์ปาก^{7,8} หลักการทั่วไปของเครื่องสแกนเนอร์ในช่องปาก คือ การใช้เทคโนโลยีเชิงแสงแบบไม่สัมผัส (Non-contact optical technology) ซึ่งมีหลายรูปแบบ เครื่องมือเหล่านี้แต่ละเครื่องจะมีเทคโนโลยีหลายแบบ เพื่อลดสิ่งกวนในช่องปาก ที่มี

คุณสมบัติเชิงแสงของวัตถุแตกต่างกัน เช่น ความโปร่งแสง (Translucency) สภาพสะท้อน (Reflectivity) ความชื้นแฉะ รวมถึงการเคลื่อนไหวสัมพัทธ์ในทิศทางแบบสุ่ม (Random relative motions) ระหว่างช่องปากและเครื่องมือ ภายในเครื่องมือหนึ่งเครื่องจึงประกอบด้วยแหล่งกำเนิดแสงและอุปกรณ์รับแสงหลายตัว เพื่อให้เกิดภาพที่คมชัด และแม่นยำที่สุด^{9,10}

จากการศึกษาของ Lippold และคณะ² ได้ประเมินความถูกต้องของการวัดแบบจำลองดิจิทัลเปรียบเทียบกับ การวัด โดยตรงจากแบบจำลองฟันชุดผสมที่ไม่เคยได้รับการรักษาทางทันตกรรมจัดฟัน ด้วยดิจิทัลคาลิเปอร์ โดยมีการวัด 11 พารามิเตอร์ในแนวขวาง แนวตั้ง และแนวระนาบในขากรรไกร พบว่า สามารถใช้ในการศึกษาระยะภายในขากรรไกร และ ความสัมพันธ์ของฟันในขากรรไกรบนและล่างอย่างน่าเชื่อถือ เมื่อเปรียบเทียบระหว่างการวัดแบบจำลองดิจิทัลกับการวัดโดยตรงจากแบบจำลอง พบว่า พารามิเตอร์ส่วนใหญ่ จะได้รับอคติจากผู้วัดเล็กน้อยประมาณ 0.5 มิลลิเมตร ยกเว้นการวัดการเบี่ยงเบนของเส้นแนวกลาง ระยะเหลื่อมแนวตั้ง และ ระยะแนวขวางส่วนหน้าของฟันล่าง

ทั้งนี้การศึกษาของ Alcan และคณะ^{11,12} เพื่อดูความสัมพันธ์ของความแม่นยำในการวัดแบบจำลองดิจิทัล และการเปลี่ยนรูปของรอยพิมพ์อัลจินต์ในการหล่อแบบจำลองเมื่อเวลาผ่านไปตั้งแต่ 1 - 4 วัน ภายใต้ถูกปิดผนึกไม่มีความชื้น พบว่า เมื่อมีการหล่อแบบจำลองปูนภายหลังการพิมพ์ปากเมื่อเวลาผ่านไป 1 ชั่วโมง จะพบความถูกต้องของรอยพิมพ์มีความคลาดเคลื่อนไป 1.285 % และมีความแตกต่าง 0.695 % เมื่อวัดความคลาดเคลื่อนระหว่างแบบจำลองดิจิทัล กับภาพสแกนแบบจำลองปูนที่เปลี่ยนรูปเมื่อเวลาผ่านไปตั้งแต่ 1 - 4 วัน พบว่ามีมิติการเปลี่ยนแปลงเล็กน้อย ซึ่งเป็นที่ยอมรับได้ในทางคลินิก

การศึกษาเปรียบเทียบของการวัดขนาดฟัน และวิเคราะห์พื้นผิวสามมิติ ในแบบจำลองดิจิทัลของ Zhang และคณะ¹³ ที่ได้จากการสแกนในช่องปาก และการสแกนแบบจำลองปูนพลาสติก พบว่า ไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ เมื่อวัดพารามิเตอร์ในแนวขวาง แนวหน้าหลัง ของแต่ละขากรรไกร รวมถึงการวัดความสูง ความกว้างของฟัน และ ระยะระหว่างฟันกรามล่าง

ในระยะไม่นานนี้มีการพัฒนาเครื่องสแกนในช่องปาก (Intraoral scanners) หลายชนิด เครื่องสแกนในช่องปาก CEREC® (Sirona Dental System) ที่พัฒนาใหม่ ได้เปลี่ยนระบบมาเป็นการไม่ใช้ผงเคลือบ (Non-powder coating) แต่ยังไม่พบรายงานวิจัยเปรียบเทียบความถูกต้องของแบบจำลองดิจิทัลจากเครื่องดังกล่าว กับแบบจำลองพลาสติก หรือแบบจำลองดิจิทัลจากเครื่องสแกนในช่องปากชนิดอื่น นอกจากนี้คณะผู้วิจัยมีคำถามว่าการสบฟันผิด

ปกติ มีผลต่อความยากง่ายในการใช้เครื่องสแกนในช่องปากหรือไม่ ซึ่งอาจส่งผลต่อความถูกต้องของแบบจำลองดิจิทัลที่ได้จากการสแกนในช่องปาก งานวิจัยนี้เป็นการศึกษาเชิงวิเคราะห์ชนิดไปข้างหน้า (Prospective Analytical study) โดยมีวัตถุประสงค์ 1) เพื่อศึกษาความถูกต้อง (Accuracy) ของ พารามิเตอร์สองมิติ (2-dimensional parameters) ที่วัดจากแบบจำลองดิจิทัลที่ได้จากเครื่องสแกนเนอร์ในช่องปาก (Intraoral scanner) สองชนิดที่มีใช้ในปัจจุบัน เปรียบเทียบกับแบบจำลองพลาสติก 2) เพื่อวิเคราะห์ภาพพื้นผิวสามมิติ (3-dimensional surface analysis) ของแบบจำลองดิจิทัลที่ได้จากเครื่องสแกนเนอร์ในช่องปากสองชนิดในกลุ่มตัวอย่างที่มีการสบฟันผิดปกติ และกลุ่มตัวอย่างที่เคยได้รับการรักษาทางทันตกรรมจัดฟัน

วัสดุอุปกรณ์และวิธีการ

การศึกษานี้ผ่านการอนุมัติจากคณะกรรมการจริยธรรม การวิจัยในมนุษย์ (DENTSWU-EC17/2560) ในการคำนวณขนาดของกลุ่มตัวอย่าง จากการศึกษาของ Bjerling และคณะ¹⁴ พบว่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของค่าเฉลี่ยถ่วงน้ำหนักของคะแนนพาร์ (Mean weighted PAR score) ในกลุ่มตัวอย่างที่มีการสบฟันผิดปกติมีค่าเท่ากับ 8.8 ที่ระดับนัยสำคัญร้อยละ 95 และอำนาจทดสอบร้อยละ 80 สามารถคำนวณจำนวนกลุ่มตัวอย่างได้ 11.22 คน และพิจารณาเพิ่มจำนวนตัวอย่างเพื่อการใช้สถิติทดสอบกลุ่มพาราเมตริก จึงกำหนดให้กลุ่มตัวอย่างแต่ละกลุ่มมีจำนวน 15 คน

กลุ่มตัวอย่างเป็นอาสาสมัคร หรือผู้ป่วยซึ่งมารับการรักษาทางทันตกรรมจัดฟัน ที่คลินิกภาควิชาทันตกรรมสำหรับเด็กและทันตกรรมป้องกัน หรือคลินิกบัณฑิตศึกษา คณะทันตแพทยศาสตร์ ซึ่งมีอายุตั้งแต่ 15 ปีขึ้นไป มีฟันกรามบนซี่ที่ 2 และฟันกรามล่างซี่ที่ 2 ขึ้นเต็มที่แล้ว กลุ่มตัวอย่างถูกคัดกรอง ด้วยการตรวจและพิมพ์ปากด้วยอัลจินตและเทแบบจำลองปูนพลาสติกเพื่อคำนวณค่าดัชนีพาร์ (PAR Index - Peer Assessment Rating Index)¹⁵ แบ่งผู้ป่วยเป็นสองกลุ่ม ตามเกณฑ์การคัดเข้า (Inclusion criteria) ดังนี้

กลุ่มสบฟันผิดปกติ (Malocclusion group) จำนวน 15 คน กลุ่มตัวอย่างไม่เคยรับการรักษาทันตกรรมจัดฟัน และมีค่าดัชนีพาร์ ตั้งแต่ 24 ขึ้นไป อ้างอิงจากงานวิจัยของ Bjerling และคณะ¹⁴ พบว่า ผู้ป่วยที่มีการสบฟันผิดปกติที่ต้องการการรักษาทางทันตกรรมจัดฟัน มีค่าเฉลี่ยดัชนีพาร์เท่ากับ 24.71 ± 8.8

กลุ่มเคยจัดฟัน (Orthodontic treated group) จำนวน 15 คน กลุ่มตัวอย่างเคยได้รับการรักษาทันตกรรมจัดฟันชนิดติดแน่น

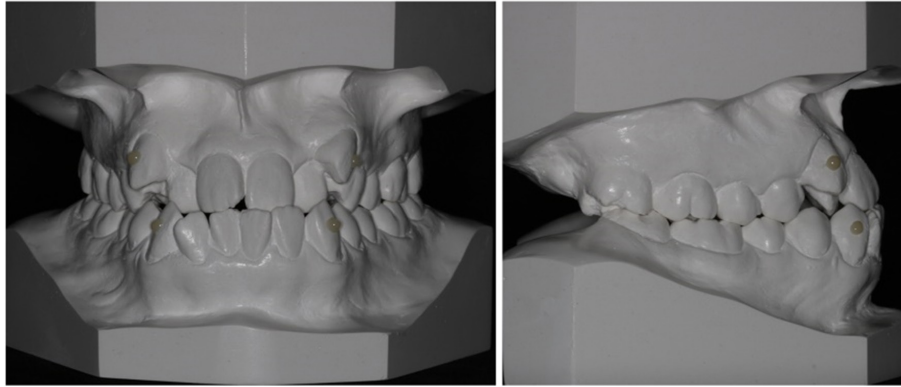
และมี PAR score ไม่มากกว่า 9 อ้างอิงจากงานวิจัยของ Birkeland และคณะ¹⁶ ที่พบว่า ค่าเฉลี่ย PAR index ของผู้ป่วยหลังการรักษาทางทันตกรรมจัดฟันซึ่งติดตามผลการรักษาไป 5 ปี มีค่าเท่ากับ 9.6

โดยทั้งสองกลุ่มมีเกณฑ์การคัดออก (Exclusion criteria) ได้แก่ มีฟันปลอมชนิดติดแน่นที่เป็นครอบโลหะ มีความพิการในการเจริญเติบโตของศีรษะและใบหน้า เช่น ปากแหว่งเพดานโหว่ มีฟันผุเป็นโพรง (Cavity) ทั้งนี้ไม่รวมการผุชนิดหลุมร่อง (Pit and fissure caries) เป็นโรคปริทันต์ที่มีการโยกของฟัน (Tooth mobility) มีฟันกรามคุดที่ขึ้นเห็นในช่องปาก

เมื่ออาสาสมัครได้รับการตรวจวินิจฉัยว่ามีคุณสมบัติตามเกณฑ์การคัดเข้าและออก รับทราบและยินยอมเข้าร่วมการวิจัย ทำการขัดฟันของกลุ่มตัวอย่างด้วยผงขัดฟันมีสีชนิดละเอียด (Lightly pumice) และให้บ้วนปากจนสะอาด จากนั้นดำเนินการตามกระบวนการต่อไปนี้ให้ได้แบบจำลอง 3 ชนิด คือ 1) แบบจำลองพลาสติก (Plaster model : PM), 2) แบบจำลองดิจิทัล (Digital model from TRIOS[®] : DMT) ซึ่งได้จากเครื่องสแกนเนอร์ในช่องปาก TRIOS[®] (3Shape A/S, Copenhagen, Denmark), 3) แบบจำลองดิจิทัล (Digital model from CEREC Ortho[®] : DMC) ซึ่งได้จากเครื่องสแกนเนอร์ในช่องปาก CEREC Ortho[®] (Sirona Dental, Thailand)

แบบจำลองพลาสติก ได้จากการพิมพ์ปากด้วยวัสดุอัลจินต (Jeltrate[®], Dentply, China) มีขั้นตอนคือ เลือกถาดพิมพ์ปากขนาดที่เหมาะสม ผสมวัสดุอัลจินตตามอัตราส่วนและภายในระยะเวลาที่บริษัทแนะนำทำการพิมพ์ฟันบนและฟันล่างให้ได้รายละเอียด หลังจากได้รอยพิมพ์ที่สมบูรณ์ โดยลอกเลียนรายละเอียดส่วนตัวฟันเนื้อเยื่ออ่อนครบถ้วน ปราศจากฟองอากาศขนาดใหญ่ ทำการบันทึกการสบฟันด้วยแผ่นซีฟี่ซี่คมพูในตำแหน่งสบสนิท (Maximum intercuspation : MIP) ฟันน้ำยาฆ่าเชื้อและทำการเก็บในสภาวะความชื้นคงที่ เทแบบจำลองด้วยปูนพลาสติกสำหรับทำแบบพิมพ์ทางทันตกรรมจัดฟัน Orthodontic stone (ISO type III) ภายใน 1 ชั่วโมง และทำการวัดค่าพารามิเตอร์ต่าง ๆ ด้วยคาลิเปอร์ดิจิทัลโดยผู้วิจัยคนเดียว

การทำจุดอ้างอิงสำหรับการสแกนในช่องปาก โดยกำหนดตำแหน่งกึ่งกลางทั้งแนวตั้งและแนวระนาบของฟันเขี้ยวบนและล่างบนแบบจำลองพลาสติก แล้วใช้วัสดุคอมโพสิทเรซินชนิดเหลว (Flowable resin composite) ทำเป็นรูปครึ่งทรงกลมขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 2 มิลลิเมตร วางที่จุดอ้างอิง แล้วบ่มตัวด้วยแสงให้วัสดุแข็งตัว ดังรูปที่ 1 จากนั้นถ่ายทอดตำแหน่งและขนาดของเรซินคอมโพสิทบนแบบจำลองพลาสติก ด้วยซิลิโคนชนิดแข็ง



รูปที่ 1 ตำแหน่งของจุดอ้างอิงคอมพิวเตอร์เรซินที่บริเวณฟันเขี้ยว
 Figure 1 Location of resin-composite references on all of canines

การฝึกใช้เครื่องสแกนเนอร์ในช่องปาก ผู้วิจัยคนเดียวได้รับการฝึกอบรมการใช้เครื่องสแกนเนอร์ในช่องปาก TRIOS® (3Shape A/S, Copenhagen, Denmark) และ CEREC Ortho® (Sirona, Dental, Thailand) โดยตัวแทนบริษัทผู้จำหน่าย และได้ฝึกสแกนช่องปากด้วยเครื่องมือทั้งสองชนิดในอาสาสมัครจำนวน 5 ราย

แบบจำลองดิจิทัลได้จากการสแกนด้วยเครื่องสแกนเนอร์ในช่องปาก 2 ชนิด คือ TRIOS® และ CEREC Ortho® ดังรูปที่ 2 มีขั้นตอนคือ ก่อนการสแกน นำแบบจุดอ้างอิงจากแบบจำลองพลาสติกที่ทำด้วยซิลิโคนชนิดแข็ง ไปใช้ติดจุดอ้างอิงบนผิวฟันของอาสาสมัคร โดย

ฉีควัสดุเรซินคอมโพสิทชนิดเหลวลงในแบบ โดยไม่ใช้กรัดกัผิวฟัน และไม่ทำสารเรซินยึดติด ทำให้แข็งตัวด้วยเครื่องฉายแสงเป็นเวลา 40 วินาที แล้วจึงนำแบบออก หลังจากนั้นใช้เครื่องสแกนในช่องปาก TRIOS® และ CEREC Ortho® ทำการบันทึกรายละเอียดของฟันทุกซี่ตามคำแนะนำการใช้เครื่องของบริษัท และทำการสแกนเพื่อบันทึกการสบฟันในตำแหน่งสบสนิท (Maximum intercuspation : MIP) จากนั้นแปลงภาพเป็นไฟล์สกุล stereolithography (.stl) เพื่อแปลงเป็นภาพแบบจำลองดิจิทัล และทำการวัดค่าพารามิเตอร์ต่าง ๆ



รูปที่ 2 เครื่องสแกนเนอร์ในช่องปาก 1) TRIOS® 2) CEREC Ortho®
 Figure 2 Intraoral scanners 1) TRIOS® 2) CEREC Ortho®

การวัดพารามิเตอร์สองมิติ ทำการวัดพารามิเตอร์สองมิติจำนวน 9 ตัว อ้างอิงจากการศึกษาของ Lippold และคณะ² โดยวัด

บนแบบจำลองพลาสติกด้วยดิจิทัลคาลิเปอร์ ดังรูปที่ 3 และทำการวัดแบบจำลองดิจิทัล DMT และ DMC ด้วยโปรแกรมเมซแลป

(MeshLab 2016[®], Visual Computing Lab, ISTI - CNR, Pisa, Italy) ดังรูปที่ 4 บันทึกค่าพารามิเตอร์สองมิติ หน่วยเป็น มิลลิเมตร (มม.) ที่ทัศนียมสองตำแหน่ง พารามิเตอร์สองมิติ 9 ตัว มีนิยามดังนี้

1. Upper Intercanine Width : UIC คือ ระยะความกว้างแนวขวางระหว่างฟันเขี้ยวบน โดยวัดจากยอดปุ่มฟันเขี้ยวบน ในกรณีที่ปลายฟันเขี้ยวสึกทำการวัดที่ขอบด้านแก้มทั้งซ้ายและขวา
2. Upper Anterior Arch Width : UAAW คือ ระยะแนวขวางส่วนหน้าของฟันบน โดยวัดจากจุดลึกที่สุดของแอ่งฟันกรามน้อยบนซี่ที่ 1
3. Upper Posterior Arch Width : UPAW คือ ระยะแนวขวางส่วนหลังของฟันบน โดยวัดจากจุดลึกที่สุดของแอ่งในฟันกรามแท้ซี่ที่ 1
4. Lower Intercanine Width : LIC คือ ระยะความกว้างแนวขวางระหว่างฟันเขี้ยวล่าง โดยวัดจากยอดปุ่มฟันเขี้ยวล่าง ในกรณีที่ปลายฟันเขี้ยวสึกทำการวัดที่ขอบด้านแก้มทั้งซ้ายและขวา

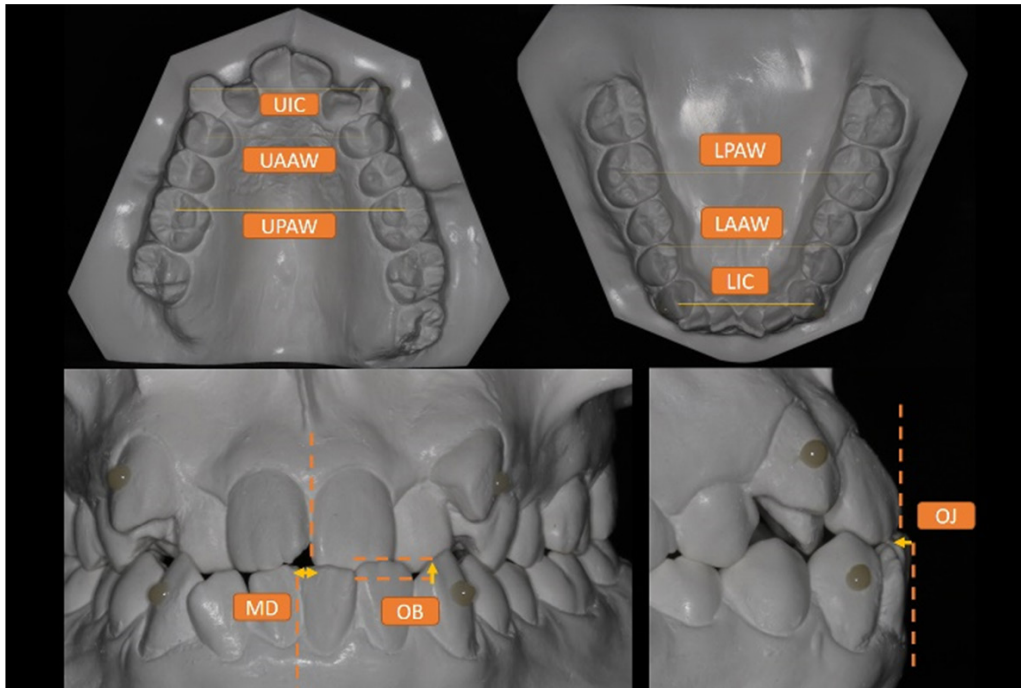
5. Lower Anterior Arch Width : LAAW คือ ระยะแนวขวางส่วนหน้าของฟันล่าง โดยวัดจากจุดลึกที่สุดของแอ่งฟันกรามน้อยล่างซี่ที่ 1

6. Lower Posterior Arch Width : LPAW คือ ระยะแนวขวางส่วนหลังของฟันล่าง โดยวัดจากจุดปุ่มฟันด้านไกลกลาง-แก้มของฟันกรามล่างซี่ที่ 1

7. Midline Deviation : MD คือ การเบี่ยงเบนของเส้นแนวกลาง โดยวัดระยะการเบี่ยงเบนของแนวกลางฟันบนและล่างในระนาบด้านหน้า

8. Sagittal Overjet : OJ คือ ระยะเหลื่อมแนวระนาบ โดยวัดระยะจากพื้นผิวฟันด้านริมฝีปากของฟันหน้าตัดกลางลงไปยังพื้นผิวฟันด้านริมฝีปาก ของฟันหน้าตัดกลางบน

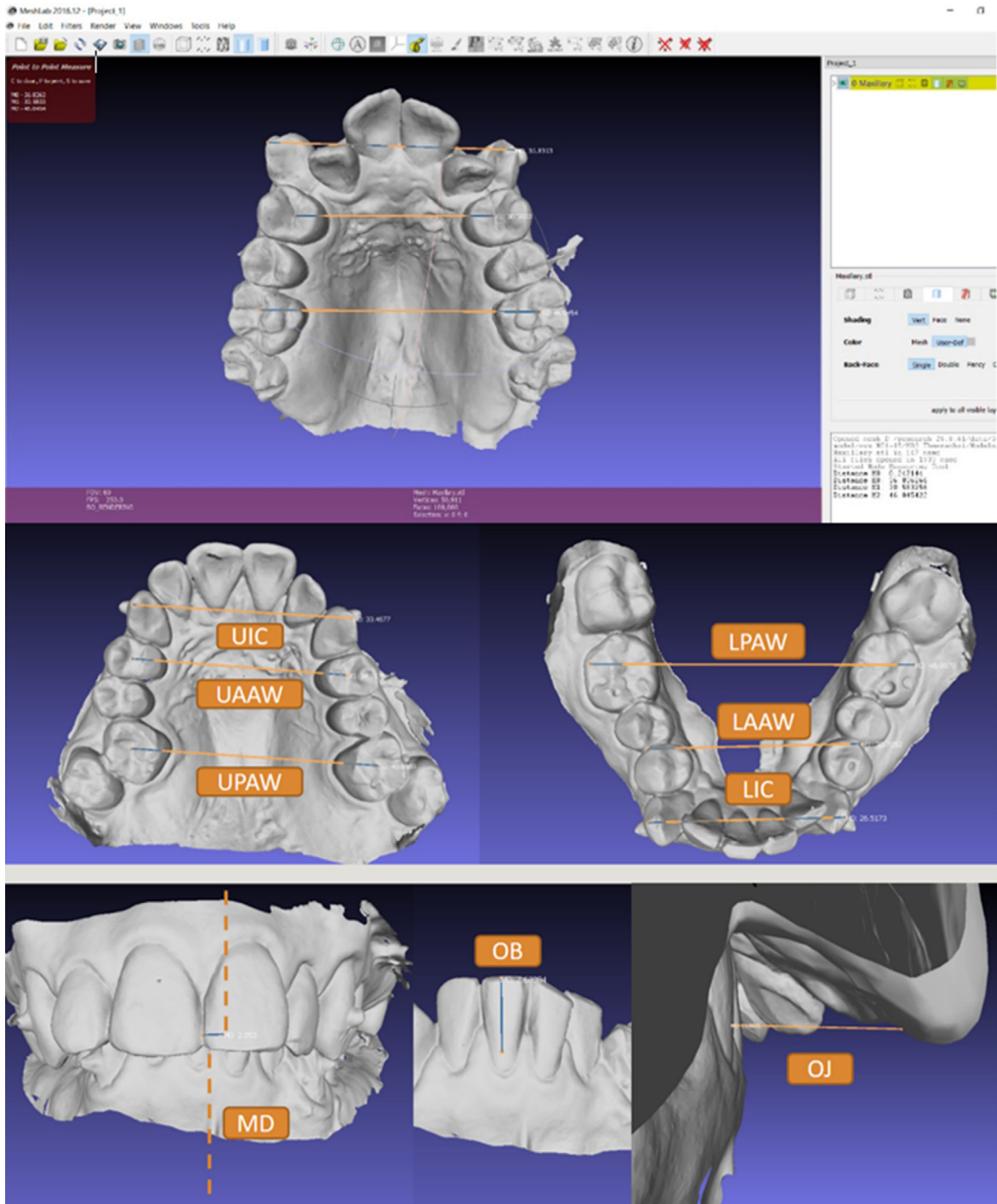
9. Vertical Overbite : OB คือ ระยะเหลื่อมแนวตั้ง โดยวัดระยะจากปลายฟันของฟันตัดกลางบนและล่างเมื่อแบบจำลองสบกัน



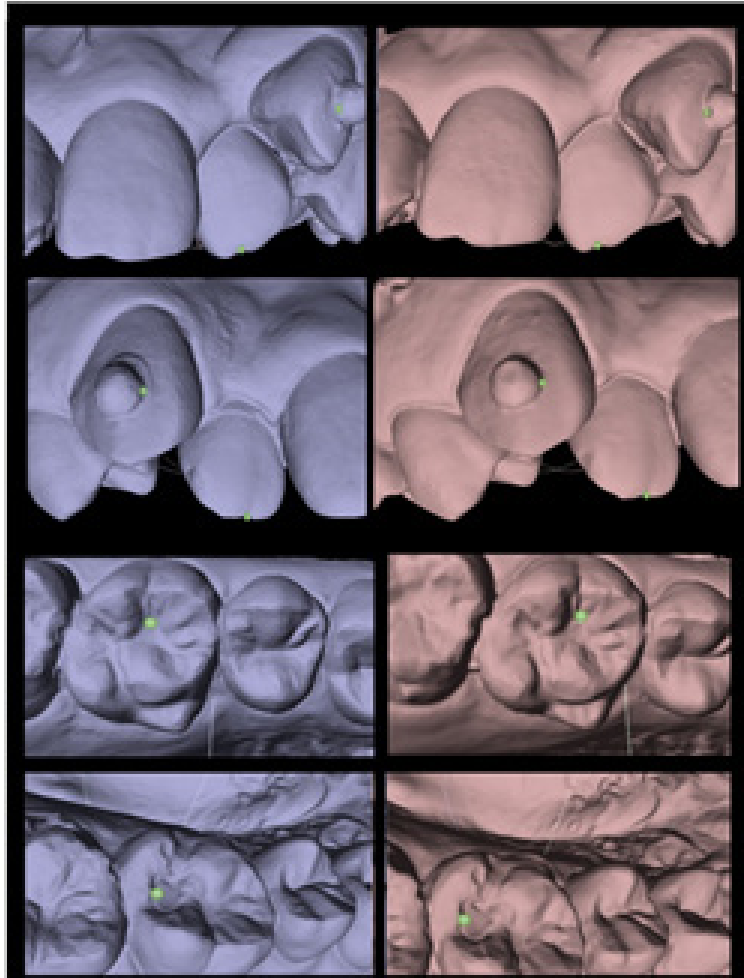
รูปที่ 3 การวัดพารามิเตอร์สองมิติทั้ง 9 พารามิเตอร์
Figure 3 Measurements of the nine 2-D parameters

การวิเคราะห์ภาพพื้นผิวสามมิติ เปรียบเทียบแบบจำลองดิจิทัล DMT และ DMC โดยนำภาพแบบจำลอง 3 มิติ มาแปลงเพิ่มภาพเป็นสกุลเอสทีแอล (.stl files) แล้ววิเคราะห์ ด้วยโปรแกรมเมชแลป (MeshLab 2016[®]) เพื่อวิเคราะห์พื้นผิวสามมิติโดยการนำภาพมาซ้อนทับด้วยการใช้ขั้นตอนวิธีที่เหมาะสมที่สุด (Best-fit algorithm) โดยกำหนดจุดซ้อนทับจากลักษณะทางกายวิภาคบริเวณฟันหน้า

จำนวน 2 ตำแหน่ง บริเวณด้านบดเคี้ยวของฟันกรามซี่ที่ 1 จำนวน 2 ตำแหน่ง และตำแหน่งด้านใกล้กลางที่สุดของคอมโพสิทเรซินบนฟันเขี้ยวซ้ายและขวา จำนวน 2 ตำแหน่ง ดังรูปที่ 5 เพื่อสร้างภาพซ้อนทับของแบบจำลองดิจิทัล DMT และ DMC หาค่าเฉลี่ยระยะเบี่ยงเบนบนพื้นผิวสามมิติของภาพซ้อนทับและความคลาดเคลื่อน



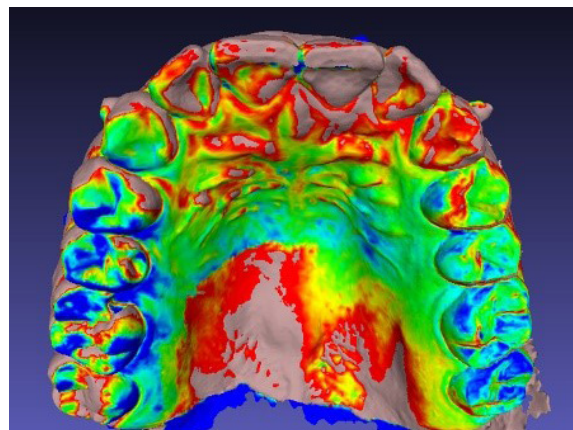
รูปที่ 4 การวัดพารามิเตอร์สองมิติด้วยโปรแกรม MeshLab 2016®
 Figure 4 Measurements of the nine 2-D parameters with MeshLab 2016®



รูปที่ 5 แสดงจุดอ้างอิงสำหรับการซ้อนทับ
 Figure 5 Reference points for superimposed images

ความแตกต่างของพื้นผิวสามมิติสามารถแสดงจากแผนที่ภาพสี แสดงระยะเบี่ยงเบนระหว่าง 2 เปลือกกระบบ (เปลือกกระบบ/ความเบี่ยงเบนเปลือกกระบบ (Shell/shell deviation) โดยใช้เปอร์เซ็นต์ไทด์เฉลี่ยของแบบจำลองทั้งหมดเพื่อกำหนดช่วงความแตกต่าง

ของแผนที่ภาพสี (Color mapping) สามารถแสดงออกเป็นสีต่าง ๆ โดยสีแดงแสดงถึงจุดที่มีความแตกต่างของภาพซ้อนทับมากที่สุด ดังรูปที่ 6



รูปที่ 6 แผนที่ภาพสีความแตกต่างของภาพซ้อนทับระหว่าง แบบจำลองดิจิทัลจากเครื่อง TRIOS® และ CEREC Ortho®
 Figure 6 The color - coded superimposed image showed the differences between the TRIOS® and CEREC Ortho® digital models

การตรวจสอบความน่าเชื่อถือในการวัดของผู้วิจัยคนเดียว (Intraobserver reliability) โดยทำการสุ่มวัดซ้ำร้อยละ 25 ของแต่ละพารามิเตอร์ และแต่ละกลุ่มตัวอย่าง โดยเว้นระยะห่างในการวัดครั้งที่ 2 อย่างน้อย 2 สัปดาห์ นำค่ามาเปรียบเทียบความน่าเชื่อถือด้วยสถิติทดสอบความสัมพันธ์เพียร์สัน (Pearson correlation) และความเชื่อมั่น (Reliability) ของผู้ประเมินในการวัดซ้ำ

วิธีวิเคราะห์ข้อมูล

ทำการวิเคราะห์ข้อมูลด้วยการใช้โปรแกรมสถิติ (Statistical Package for Social Sciences-SPSS version 20; SPSS Inc., Chicago, Illinois, USA) ทดสอบการกระจายปกติของข้อมูลทุกตัวแปรด้วยสถิติทดสอบโคลโมโกรอฟ-สมิรโนฟ (Kolmogorov-Smirnov test) พบว่าข้อมูลมีการกระจายเป็นปกติ

เปรียบเทียบค่าเฉลี่ยพารามิเตอร์ 2 มิติ ระหว่างกลุ่ม แบบจำลองพลาสติก แบบจำลองดิจิทัล DMT และ DMC ด้วยสถิติ

ความแปรปรวนแบบวัดซ้ำ (Repeated-measures Analysis of Variance; RM- ANOVA) และเปรียบเทียบพหุคูณ (Multiple comparisons) ด้วยวิธีบอนเฟอโรนี (Bonferroni's method) เปรียบเทียบค่าเฉลี่ยระยะเบี่ยงเบนบนพื้นผิวสามมิติของภาพซ้อนทับของแบบจำลองดิจิทัล DMT และ DMC ในกลุ่มสบฟันชนิดปกติ และกลุ่มเคย์จัดฟัน ด้วยสถิติทดสอบค่าที (t-test)

การวิเคราะห์ข้อมูล ใช้นัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95

ผลการวิจัย

พบว่า กลุ่มสบฟันชนิดปกติ มีค่าเฉลี่ย PAR score คือ 38.80 ส่วนกลุ่มเคย์จัดฟันมีค่าเฉลี่ย PAR score คือ 3.47 การทดสอบความน่าเชื่อถือในการวัดซ้ำและความเชื่อมั่นของผู้วิจัยคนเดิมอยู่ในระดับดีมาก ดังแสดงในตารางที่ 1

ตารางที่ 1 ค่าสัมประสิทธิ์ความน่าเชื่อถือ และความเชื่อมั่นของผู้ประเมินในการวัดซ้ำ

Table 1 Pearson's Correlation Coefficients (r) and Reliability (Cronbach's alpha) for Intra-observer agreement

Parameter	UIC	UAAW	UPAW	LIC	LAAW	LPAW	MD	OJ	OB
Correlation Coefficients (r)	0.975	0.990	0.963	0.973	0.985	0.987	0.990	0.997	0.990
Cronbach's alpha	0.987	0.995	0.981	0.986	0.992	0.993	0.995	0.999	0.995

ค่าเฉลี่ย และความแปรปรวน ของพารามิเตอร์ 2 มิติทั้ง 9 ตัว แสดงในตารางที่ 2 เมื่อพิจารณาผลของปัจจัยภายใน (Within-subjects Effects) คือ ชนิดของแบบจำลอง การเปรียบเทียบพารามิเตอร์สองมิติพบว่า ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญระหว่างแบบจำลองฟัน 3 ชนิด ยกเว้น UIC-ระยะความกว้างแนวขวางระหว่างฟันเขี้ยวบน ที่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญระหว่างแบบจำลอง

3 ชนิด ($F_{(2,56)} = 4.490, p = 0.016$) โดยเมื่อทดสอบการเปรียบเทียบพหุคูณ (Multiple comparisons) ด้วยวิธีบอนเฟอโรนี (Bonferroni's method) ดังแสดงในตารางที่ 3 พบว่า ค่าเฉลี่ย UIC-ระยะความกว้างแนวขวางระหว่างฟันเขี้ยวบน ที่วัดจาก แบบจำลองดิจิทัลจากเครื่อง CEREC Ortho® (DMC) มากกว่าแบบจำลองฟันพลาสติก (PM) 0.146 ± 0.057 มม. อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p = 0.048$)

ตารางที่ 2 ค่าเฉลี่ย (mean) และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (stand deviation: SD) ของพารามิเตอร์สองมิติ 9 ตัว และผลการเปรียบเทียบพารามิเตอร์สองมิติระหว่างแบบจำลอง 3 ชนิด ด้วยสถิติวิเคราะห์ความแปรปรวนแบบวัดซ้ำ (Repeated-measures Analysis of Variance; RM- ANOVA)

Table 2 Means and standard deviation of the nine 2-D parameters and comparisons of 2D parameters among three types of models using Repeated-measures Analysis of Variance (RM- ANOVA)

Parameter	Model type						df	df Error	F	Sig.
	PM, Plaster model		DMT, TRIOS®		DMC, CEREC Ortho®					
	Mean	SD	Mean	SD	Mean	SD				
UIC	35.47	2.32	35.57	2.29	35.61	2.28	2 ^a	56	4.490	.016*
UAAW	37.21	2.58	37.15	2.65	37.13	2.62	2 ^a	56	1.936	.154
UPAW	46.86	2.84	46.76	2.74	46.76	2.69	2 ^a	56	1.220	.303

ตารางที่ 2 ค่าเฉลี่ย (mean) และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (stand deviation: SD) ของพารามิเตอร์สองมิติ 9 ตัว และผลการเปรียบเทียบพารามิเตอร์สองมิติระหว่างแบบจำลอง 3 ชนิด ด้วยสถิติวิเคราะห์ความแปรปรวนแบบวัดซ้ำ (Repeated-measures Analysis of Variance; RM- ANOVA) (ต่อ)

Table 2 Means and standard deviation of the nine 2-D parameters and comparisons of 2D parameters among three types of models using Repeated-measures Analysis of Variance (RM- ANOVA) (cont.)

Parameter	Model type						df	df Error	F	Sig.
	PM, Plaster model		DMT, TRIOS®		DMC, CEREC Ortho®					
	Mean	SD	Mean	SD	Mean	SD				
LIC	27.43	1.80	27.57	1.74	27.53	1.78	2 ^a	56	2.836	.067
LAAW	35.92	2.60	36.02	2.56	36.04	2.54	2 ^a	56	4.130	.021*
LPAW	47.64	2.98	47.76	3.02	47.82	3.03	1.59 ^b	44.64	2.307	.122
MD	1.35	1.11	1.25	1.03	1.27	1.07	1.41 ^b	39.43	3.375	.060
OJ	2.62	3.22	2.61	3.28	2.55	3.21	2 ^a	56	2.621	.082
OB	2.72	1.86	2.63	1.85	2.61	1.85	1.15 ^b	32.12	1.774	.193

Within-Subjects RM-ANOVA; * $p < .05$

a : Sphericity Assumed

b : Greenhouse-Geisser

ตารางที่ 3 ผลการเปรียบเทียบพหุคูณด้วยวิธีบอนเฟอโรนี ของตัวแปร ระยะความกว้างแนวขวางระหว่างฟันเขี้ยวบน (UIC) และ ระยะแนวขวางส่วนหน้าของฟันล่าง (LAAW)

Table 3 Multiple comparison outputs by Bonferroni's method of Upper intercanine width (UIC) and Lower anterior arch width (LAAW)

Parameter	Types of malocclusion	Types of Models			Comparisons of types of model	Mean difference /SE	Sig. ^b
		PM, Plaster	DMT, TRIOS®	DMC, CEREC®			
		Mean /SD	Mean /SD	Mean /SD			
UIC	Malocclusion	35.23/1.98	35.29/1.85	35.40/1.84	PM - DMT	-.101/.049	.143
	Orthodontic tx	35.70/2.68	35.85/2.69	35.84/2.70	PM - DMC	-.146/.057	.048*
	Total	35.47/2.32	35.57/2.29	35.61/2.28	DMT-DMC	-.044/.043	.931
LAAW	Malocclusion	34.81/2.44	34.97/2.40	34.93/2.29	PM - DMT	-.093/.041	.092
	Orthodontic tx	37.04/2.33	37.07/2.32	37.16/2.33	PM - DMC	-.117/.050	.081
	Total	35.92/2.60	36.02/2.56	36.04/2.54	DMT - DMC	-.024/.037	1.00

b : Adjustment for multiple comparisons: Bonferroni, * $p < .05$

ในขณะที่ LAAW-ระยะแนวขวางส่วนหน้าของฟันล่าง แม้มีค่านัยสำคัญ ($F_{(2,56)} = 4.130, p = .021$) แต่เมื่อทดสอบการเปรียบเทียบพหุคูณด้วยวิธีบอนเฟอโรนี ไม่พบความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญระหว่างแบบจำลองแต่ละคู่ (PM-DMT Mean difference = -0.093 ± 0.041 มม., $p = 0.092$; PM-DMC Mean difference = -0.117 ± 0.050 มม., $p = 0.081$; DMT-DMC Mean difference = -0.024 ± 0.037 มม., $p = 1.000$) จึงสรุปว่า LAAW ไม่มีความแตกต่างกันระหว่างแบบจำลองทั้ง 3 แบบ

เมื่อทดสอบปฏิสัมพันธ์ของปัจจัยการสบฟันผิดปกติ (Between-subjects Effects) พบว่าไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติเกือบทุกพารามิเตอร์สองมิติ ยกเว้น พารามิเตอร์ MD - การเบี่ยงเบนของเส้นแนวกลาง ที่ปัจจัยการสบฟันผิดปกติ มีผลกระทบต่อชนิดของแบบจำลอง อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติจากการทดสอบด้วยสถิติความแปรปรวนแบบวัดซ้ำ (Repeated-measures ANOVA) โดยใช้วิธีกรีนเฮาส์-เกซเซอร์ (Greenhouse-Geisser correction) ($F_{(1,408, 39,430)} = 5.421, p = 0.016$) และเมื่อ

เปรียบเทียบพบว่าคุณพบว่า ในกลุ่มสบฟันผิดปกติ ค่า MD-การเบี่ยงเบนของเส้นแนวกลาง ที่ได้จากแบบจำลองดิจิทัลจากเครื่อง TRIOS®(DMT) และแบบจำลองดิจิทัลจากเครื่อง CEREC Ortho®(DMC) มีค่ามากกว่าแบบจำลองพลาสติก (PM) อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (PM-DMT, Mean difference 0.234±0.068 มม., $p = 0.005$; PM-DMC, Mean difference 0.169±0.066 มม., $p = 0.047$; DMT-DMC Mean difference -0.065±0.035 มม., $p = 0.208$) ดังตารางที่ 4

การศึกษาเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยความแตกต่างของระยะเบี่ยงเบนบนพื้นผิวสามมิติของภาพซ้อนทับของแบบจำลองดิจิทัลจากเครื่อง TRIOS® และ แบบจำลองดิจิทัลจากเครื่อง CEREC Ortho® ระหว่างกลุ่มสบฟันผิดปกติ กับ กลุ่มเคยจัดฟัน พบว่าไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ดังตารางที่ 5 โดยความแตกต่างของค่าเฉลี่ยในขากรรไกรบนและขากรรไกรล่าง คือ 0.064±0.054 มม., 0.107±0.073 มม. ตามลำดับ

ตารางที่ 4 ค่าเฉลี่ย (mean) และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (standard deviation: SD) ของ การเบี่ยงเบนของเส้นแนวกลาง (MD) ของแบบจำลอง 3 ชนิด เมื่อมีปฏิสัมพันธ์จากปัจจัยการสบฟันผิดปกติ (ผลเปรียบเทียบระหว่างกลุ่ม) และการเปรียบเทียบพหุคูณด้วยวิธีบอนเฟอโรนี

Table 4 Mean and standard deviation of Midline Deviation (MD) from three types of models with interaction of Malocclusion (Between-groups effect) and multiple comparisons by Bonferroni's method

Parameter	Types of malocclusion	Types of Models			Type of model # malocclusion	Mean difference /SE	Sig. ^b
		PM, Plaster Mean /SD	DMT, TRIOS® Mean /SD	DMC, CEREC® Mean /SD			
MD	Malocclusion				PM - DMT	.234/.068	.005**
					PM - DMC	.169/.066	.047*
					DMT - DMC	-.065/.035	.208
	Orthodontic tx				PM - DMT	-.031/.068	1.000
					PM - DMC	-.011/.066	1.000
					DMT - DMC	.020/.035	1.000
	total	1.35/1.11	1.24/1.02	1.27/1.07			

b : Adjustment for multiple comparisons: Bonferroni's method, * $p < .05$

ตารางที่ 5 ค่าเฉลี่ยความแตกต่าง ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน ของ เปลือกกระบบ/ความเบี่ยงเบนเปลือกกระบบ จากการซ้อนทับแบบจำลองดิจิทัลจากเครื่อง TRIOS® และ CEREC Ortho® และผลการเปรียบเทียบความแตกต่างเฉลี่ยด้วยสถิติทดสอบที ระหว่างกลุ่มสบฟันผิดปกติกับกลุ่มเคยจัดฟัน จำแนกตามขากรรไกร

Table 5 Mean difference and standard deviation of Shell/Shell deviations between two digital models from TRIOS® and CEREC Ortho® and comparisons of the mean differences using t-test between Malocclusion group and Orthodontic treated group in upper and lower jaws

	Type of malocclusion	N	Mean difference	SD	Mean of Mean difference	SE difference	df	Sig. (2-tailed)
Upper Model	Malocclusion	15	.381	.155	.064	.054	28	.246
	Orthodontic tx	15	.318	.139				
Lower Model	Malocclusion	15	.495	.219	.107	.073	28	.150
	Orthodontic tx	15	.387	.176				

* $P < .05$

บทวิจารณ์

ปัจจุบันการพัฒนาเทคโนโลยีเกี่ยวกับเครื่องสแกนเนอร์ในช่องปาก ยังเป็นการใช้เทคโนโลยีเชิงแสงแบบไม่สัมผัส โดยอาศัย

คุณสมบัติความโปร่งแสงและการสะท้อนของวัตถุที่แตกต่างกัน รวมถึงการเคลื่อนไหวสัมพันธ์ในทิศทางแบบสุ่มระหว่างช่องปากและ

เครื่องมือ ภายในเครื่องประกอบด้วยแหล่งกำเนิดแสงและอุปกรณ์รับแสงหลายตัว ทำให้สามารถซ้อนทับภาพ เป็นภาพสามมิติที่คมชัดและแม่นยำ^{9,10,17} ในระยะแรกที่เริ่มมีการใช้เครื่องสแกนภาพ ได้มีการศึกษาเพื่อทดสอบความถูกต้องเครื่องสแกนโดยเทียบกับมาตรฐานกลาง (Gold standard) คือแบบจำลองพลาสติก เช่น การศึกษาของ Lippold และคณะ² ได้ประเมินความสอดคล้องกันของการวัดแบบจำลองดิจิทัลโดยใช้เครื่องซีบีซีที สแกนเนอร์ (CBCT-scanner, DigiModel™) เปรียบเทียบกับการวัด โดยตรงกับแบบจำลองพลาสติก ในฟันชุดผสมที่ไม่เคยได้รับการรักษาทางทันตกรรมจัดฟัน ด้วยดิจิทัลคาลิเปอร์ในพารามิเตอร์ 11 ตัว พบว่าเมื่อวัดแบบจำลองดิจิทัล พารามิเตอร์ส่วนใหญ่เมื่อวัดที่ระยะวัดขนาดได้เล็กกว่าแบบจำลองพลาสติกประมาณ 0.5 มม. ยกเว้นการวัดการเบี่ยงเบนของเส้นแนวกลาง ระยะสบเหลี่ยมแนวตั้ง และ ระยะแนวขวางส่วนหน้าของฟันล่าง ที่จะวัดได้มากกว่าแบบจำลองพลาสติก แต่เมื่อทดสอบทางสถิติยังถือว่าผลการวัดจากแบบจำลองดิจิทัลมีความถูกต้องและสอดคล้องกับแบบจำลองพลาสติกในระดับที่ยอมรับได้ จากการพัฒนาเครื่องสแกนได้มีการศึกษาเพื่อทดสอบการใช้เครื่องระบบดังกล่าว โดย Wiranto และคณะ¹⁸ ได้เปรียบเทียบขนาดพื้นที่ได้จากเครื่องสแกนในช่องปากที่เรียกว่า ลาวาสแกนเนอร์ (LAVA scanner) กับขนาดของฟันในแบบจำลองพลาสติก พบว่ามีความใกล้เคียงกัน และมีความแม่นยำในระดับสูง เช่นเดียวกับ Dowling และคณะ¹⁹ ที่ใช้เครื่องสแกนในช่องปาก LAVA scanner สร้างแบบจำลองดิจิทัล แล้วเปรียบเทียบกับแบบจำลองพลาสติกโดยใช้ดิจิทัลคาลิเปอร์ กลุ่มละ 10 ชุด ดูความคลาดเคลื่อนของจุดสัมผัสระหว่างฟัน (Contact point) ในฟันหน้าบนพบว่าสามารถวัดได้ค่าใกล้เคียงกัน และยังพบว่าการวัดแบบจำลองดิจิทัล สามารถใช้วัดซ้ำได้ดีกว่าการวัดแบบจำลองโดยใช้ดิจิทัลคาลิเปอร์ ต่อมามีการพัฒนาเครื่องสแกนในช่องปากจากเดิมที่มีเครื่องสแกนในช่องปากที่ต้องใช้ผงแป้งในขณะสแกนเป็นการสแกนแบบไม่ต้องใช้ผงแป้ง โดยการศึกษาของ Ender และคณะ²⁰ ได้ศึกษาเปรียบเทียบความถูกต้องจากการสแกนจากการใช้เครื่องสแกนในช่องปาก จำนวน 7 เครื่อง ได้แก่ ลาวาทรูเดฟนิชัน (LAVA True Definition®) ลาวาซีโอเอส (LAVA C.O.S.®) คาเด็นท์ ไอเทโร (Cadent iTero®) ทริโอส (TRIOS®) ทริโอสคัลเลอร์ (TRIOS Color®) ซีเร็กบลูแคม (CEREC Bluecam®) ซีเร็กโอมนิแคม (CEREC Omnicam®) พบว่าไม่มีความต่างอย่างมีนัยสำคัญเมื่อเทียบกับแบบจำลองพลาสติก ซึ่งแบบจำลองดิจิทัลจากเครื่อง LAVA C.O.S.® มีความถูกต้องน้อยที่สุด (82.8 ไมโครเมตร) โดยแบบจำลองดิจิทัลที่ได้จากเครื่องสแกนที่มีการใช้ผงแป้งร่วม เช่น LAVA True Definition® LAVA C.O.S.® และ CEREC Bluecam® ไม่ได้มีผลกระทบหรือความถูกต้องลดลงอย่างมีนัยสำคัญ และการทำงานของเครื่อง Cadent iTero® และ CEREC

Bluecam® ซึ่งมีหลักการบันทึกภาพซ้อนทับกันของภาพเดี่ยว ทำให้เกิดความยากในการสแกนในช่องปาก เนื่องจากมีลิ้น กระพุ้งแก้ม และน้ำลาย หรือการเคลื่อนที่ของทันตแพทย์และผู้ป่วยที่ขัดขวางขณะบันทึกภาพ และอาจส่งผลกระทบต่อความผิดพลาดของภาพที่ถูกบันทึกได้ นอกจากนี้ Jeong และคณะ²¹ ได้ศึกษาในห้องปฏิบัติการระหว่างการใช้เครื่องสแกน CEREC Bluecam® และ CEREC Omnicam® เทียบกับแบบจำลองดิจิทัลที่ได้สแกนรอยพิมพ์ปากด้วยโพลีไวนิลไซล๊อกเซน (Polyvinylsiloxane) พบว่าไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ โดยแบบจำลองดิจิทัลที่ได้จาก CEREC Bluecam® มีความแตกต่างจากแบบจำลองดิจิทัลจากการสแกนแบบจำลองที่พิมพ์ด้วยโพลีไวนิลไซล๊อกเซนมากกว่า (378.0 ± 11 ไมโครเมตร) ซึ่งหลักการบันทึกภาพของ CEREC Omnicam® เป็นการบันทึกด้วยภาพคล้ายวิดีโอ ส่งผลกระทบต่อความถูกต้องที่คลาดเคลื่อนน้อยกว่า (197.0 ± 4 ไมโครเมตร) แต่อย่างไรก็ตาม CEREC Bluecam® ที่มีหลักการซ้อนทับภาพจากภาพเดี่ยวยังสามารถเก็บบันทึกภาพบริเวณสันเหงือกกว่าในการบันทึกรอยพิมพ์ หรือได้แบบจำลองดิจิทัลที่เหมาะสมกับงานทันตกรรมประดิษฐ์มากกว่า

ประสบการณ์ในการใช้งานของเครื่องอาจเป็นปัจจัยที่มีผลต่อการสแกนในช่องปาก โดย Kim และคณะ⁸ ศึกษาเปรียบเทียบประสบการณ์การใช้งานของเครื่องสแกนในช่องปากระหว่างเครื่องไอเทโร (iTero®, Align Technology) และ TRIOS® พบว่า iTero® มีอัตราการเรียนรู้เร็วกว่า แต่ระยะเวลาในการสแกนนานกว่าการใช้ TRIOS® เพื่อเป็นการสร้างมาตรฐานการสแกน (Calibration) การศึกษานี้ ผู้วิจัยได้ฝึกสแกนในช่องปากเพื่อสร้างประสบการณ์ และความชำนาญในการสแกนจากอาสาสมัครกลุ่มเดียวกัน จำนวน 5 ราย ด้วยเครื่องสแกนในช่องปาก TRIOS® และ CEREC Ortho® โดยได้รับการฝึกอบรมวิธีใช้งานจากบริษัทตัวแทนจำหน่าย การศึกษาวิจัยนี้ทดสอบความน่าเชื่อถือของการวัดซ้ำในการสุ่มตัวอย่างจากแต่ละกลุ่ม และพบว่าอยู่ในระดับดีมาก ($r = 0.96 - 0.99$, Cronbach's $\alpha = 0.98 - 0.99$)

การวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อเปรียบเทียบความถูกต้องของแบบจำลองดิจิทัลสองชนิดกับมาตรฐานกลาง คือแบบจำลองพลาสติก โดยศึกษาเครื่องสแกนในช่องปากที่มีรายงานวิจัยแล้ว คือ TRIOS® เทียบกับเครื่องสแกนในช่องปากที่เพิ่งมีในตลาด คือ CEREC Ortho® ซึ่งยังไม่มีรายงานการศึกษาวิจัย งานวิจัยนี้ศึกษาพารามิเตอร์สองมิติจำนวน 9 ตัว ที่วัดจากแบบจำลองดิจิทัลจากเครื่อง TRIOS® และ CEREC Ortho® เปรียบเทียบกับค่าที่วัดจากแบบจำลองพลาสติก ซึ่งได้จากการพิมพ์ปากด้วยวัสดุอัลจินเนตและหล่อปูน พบว่า ไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติในแบบจำลองทั้งสามชนิดเกือบทุกพารามิเตอร์ ซึ่งเป็นไปในทำนองเดียวกับงานวิจัยของ Zhang

และคณะ¹³ ที่ศึกษาเปรียบเทียบการวัดขนาดฟันและการวิเคราะห์ ฟันผิวสามมิติ ของภาพสแกนในช่องปาก โดยใช้เครื่อง iTero® และ ภาพสแกนแบบจำลองพลาสติกพบว่าไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญของระยะระหว่างฟันกรามล่าง พารามิเตอร์แนวขวาง พารามิเตอร์แนวหน้า หลังในแต่ละขากรรไกร รวมถึง ความสูงและความกว้างของฟัน ในขณะที่การวิจัยของ Yoon และคณะ²² ศึกษาความถูกต้องของแบบจำลองฟันดิจิทัลจากเครื่อง TRIOS® เปรียบเทียบกับแบบจำลองพลาสติกในกลุ่มที่มีฟันซ้อนในระดับปานกลางถึงรุนแรง และพบว่า ระยะห่างของฟันกรามจะมีปริมาณกว้างกว่าแบบจำลองพลาสติก โดยปริมาณที่แตกต่างมีค่าน้อย (<0.17 มม. หรือ 170 ไมโครเมตร) คณะผู้วิจัยกลุ่มนี้ยังทำการวัดระยะความกว้างของฟันแต่ละซี่ และพบว่าไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญเมื่อเทียบกับแบบจำลองพลาสติก งานวิจัยของ Gan และคณะ²³ ศึกษาความถูกต้องของขากรรไกรบนจากแบบจำลองที่ได้จากโพลีไวนิลซิลิโคนเปรียบเทียบกับแบบจำลองดิจิทัลจากเครื่อง TRIOS® พบว่าระยะความกว้างของฟันในขากรรไกรบนชายและขวา จากแบบจำลองทั้งสองแบบมีความแตกต่างเล็กน้อยแต่ไม่มีนัยสำคัญ (80.01±17.78 ไมโครเมตร)

แม้ว่างานวิจัยนี้จะไม่พบความแตกต่างของพารามิเตอร์แนวขวางบริเวณฟันหลัง แต่งานวิจัยนี้พบว่า มีค่าพารามิเตอร์ 1 ตัว ที่แตกต่างคือ ระยะความกว้างแนวขวางระหว่างฟันเขี้ยวบน (UIC) โดยค่าที่วัดได้จากแบบจำลองดิจิทัล CEREC Ortho® มีค่ามากกว่าค่า UIC ที่ได้จากแบบจำลองฟันพลาสติกอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ทั้งนี้อาจเป็นไปได้ว่า หลักการทำงานของเครื่องสแกนเนอร์ในช่องปาก CEREC Ortho® ใช้จุดอ้างอิงที่บริเวณฟันกราม และมีขั้นตอนการสแกนซ้ำเพื่อซ้อนทับภาพที่บริเวณฟันเขี้ยวจึงอาจส่งผลกระทบต่อให้เกิดความคลาดเคลื่อนที่บริเวณฟันหน้าได้ โดยที่ขนาดฟันเขี้ยวบนมีขนาดใหญ่กว่าฟันเขี้ยวล่าง จึงพบความแตกต่างที่ระยะห่างแนวขวางของฟันเขี้ยวบน แม้ว่ามีนัยสำคัญ แต่มีปริมาณความแตกต่างเฉลี่ย 0.146±0.057 มม. หรือ 146±57 ไมโครเมตร ซึ่งเป็นปริมาณที่น้อยมากในทางคลินิก

งานวิจัยนี้วัตถุประสงค์ที่สอง โดยมีคำถามงานวิจัยที่ว่า การสับฟันชนิดปกติ เป็นอุปสรรคหรือปัจจัยที่ทำให้ไม่สามารถทำการสแกนด้วยเครื่องสแกนในช่องปากให้ได้แบบจำลองดิจิทัล ที่มีความถูกต้องเหมือนแบบจำลองพลาสติก ผู้วิจัยได้ทำการแบ่งกลุ่มตัวอย่างเป็นกลุ่มสับฟันผิดปกติโดยมีค่าดัชนีพาร์ = 38.80 ซึ่งเป็นค่าดัชนีพาร์สะท้อนที่ปัญหาการสับฟันผิดปกติในระดับปานกลาง และกลุ่มเคยจัดฟัน ซึ่งเป็นกลุ่มตัวอย่างที่เคยได้รับการรักษาทางทันตกรรมจัดฟัน กลุ่มตัวอย่างนี้รวมอาสาสมัครที่ยังมีการใช้เครื่องมือคงสภาพฟัน (Retainers) หรืออาจใช้เครื่องมือคงสภาพฟันบางเวลาหรือไม่ใช้เลย จึงอาจเกิดการคืนกลับ (Relapse) ของฟันได้บ้าง โดยที่กลุ่มตัวอย่างนี้

มีค่าดัชนีพาร์ = 3.47 ซึ่งถือว่ามีปัญหาการเรียงตัวของฟันหรือปัญหาการสับฟันน้อยมาก การศึกษาปฏิสัมพันธ์จากปัจจัยการสับฟันผิดปกติ (Between-subjects effects) พบว่า พารามิเตอร์ MD- การเบี่ยงเบนของเส้นแนวกลาง ได้รับผลกระทบจากปัจจัยการมีการสับฟันผิดปกติ โดยมีผลต่อค่า MD ที่วัดจากแบบจำลองฟันดิจิทัลจากเครื่องสแกนในช่องปากทั้งสองชนิด เมื่อมีการสับฟันผิดปกติ ค่า MD จากแบบจำลองดิจิทัลที่ได้จากเครื่องสแกนเนอร์ในช่องปาก TRIOS® และ CEREC Ortho® มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ เมื่อเทียบกับแบบจำลองพลาสติก ค่าเฉลี่ยความแตกต่างการเบี่ยงเบนของเส้นแนวกลางระหว่างแบบจำลองพลาสติก กับแบบจำลองดิจิทัลจากเครื่อง TRIOS® และ CEREC Ortho® เท่ากับ 0.234±0.068 มม. และ 0.169±0.066 มม. ตามลำดับ

ทั้งนี้ในการบันทึกการสับฟันต้องใช้หัวของเครื่องสแกน ที่มีขนาดใหญ่เข้าไปที่ด้านกระพุ้งแก้ม โดยเฉพาะเมื่อผู้ป่วยมีปัญหาการสับฟันอยู่แล้ว ทำให้ไม่มีการสับฟันที่สนิทแม้จะให้ผู้ป่วยกัดฟันแน่นในขณะที่สแกนบันทึกการสับฟันก็ตาม ซึ่งอาจส่งผลให้การบันทึกความสัมพันธ์ระหว่างขากรรไกรเกิดความคลาดเคลื่อนได้ พารามิเตอร์ที่วัดความสัมพันธ์ระหว่างขากรรไกร ได้แก่ ระยะสบเหลี่ยมแนวระนาบ (OJ) ระยะสบเหลี่ยมแนวตั้ง (OB) และ การเบี่ยงเบนเส้นแนวกลาง (MD) แต่พบความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญเฉพาะพารามิเตอร์การเบี่ยงเบนของเส้นแนวกลาง นอกจากนี้อาจเกิดจากการปัญหาการซ้อนทับของภาพสแกนด้านซ้ายและด้านขวาของโปรแกรมของเครื่องสแกนในช่องปาก และมีผลกระทบให้พบความแตกต่างที่บริเวณตรงกลาง ซึ่งเป็นปัญหาที่ควรศึกษาวิจัยหาสาเหตุต่อไป Yoon และคณะ²² ศึกษาในตัวอย่างกลุ่มที่มีฟันซ้อนในระดับ ปานกลางถึงรุนแรง พบแตกต่างเล็กน้อยที่ ระยะความกว้างของฟันบริเวณฟันกราม ทั้งนี้อาจเนื่องจากฟันที่จำกัดในการเข้าทำงานของเครื่องสแกน ตลอดจนความชื้นในช่องปากในระหว่างการสแกน เช่นเดียวกับ Ender และคณะ²⁴ ซึ่งศึกษาความถูกต้องของแบบจำลองดิจิทัลและรอยพิมพ์ดิจิทัล โดยวิธีการซ้อนทับภาพฟันผิว พบว่าบริเวณที่มีความแตกต่างมากปรากฏที่บริเวณฟันกรามซี่ที่สอง ส่วนบริเวณฟันหน้าจะปรากฏความแตกต่างรองลงมา Ender และคณะ ให้ความเห็นว่าการแตกต่างอาจขึ้นกับระบบวิธีการของแต่ละเครื่องที่นำมาซ้อนทับกัน ในการสแกนการสับฟันของเครื่องสแกนในช่องปาก ใช้จุดอ้างอิงที่บริเวณฟันหลัง จึงอาจส่งผลกระทบต่อพารามิเตอร์ที่แสดงความสัมพันธ์ของขากรรไกรบริเวณฟันหน้าได้ เช่น การเบี่ยงเบนเส้นแนวกลาง ดังงานวิจัยนี้

นอกจากนี้ ในผู้ป่วยที่มีการสับฟันผิดปกติ อาจมีความแตกต่างของตำแหน่งสบในศูนย์ – ตำแหน่งสัมพันธ์ในศูนย์ (CO – CR discrepancy) จากการศึกษาของ Costea และคณะ²⁵ เพื่อบันทึกการสับฟันของผู้ป่วยทางทันตกรรมจัดฟัน พบว่ามีเพียงร้อยละ 2.5 ที่มีการสับฟัน

ในตำแหน่งสบในศูนย์ กับตำแหน่งสัมพันธ์ในศูนย์ในตำแหน่งเดียวกัน ผู้ป่วยที่มีการสบฟันผิดปกติจึงมีแนวโน้มที่มีการสบฟันไม่คงที่ วิธีการบันทึกการสบฟันอาจมีผลต่อการบันทึกความสัมพันธ์ระหว่างขากรรไกรได้ งานวิจัยนี้บันทึกการสบฟันเพื่อใช้สำหรับแบบจำลองพลาสติกอร์ โดยการใช้แผ่นซีซีฟิ่งสีชมพู ให้ผู้ป่วยกัดในตำแหน่งสบในศูนย์ ความหนาของซีซีฟิ่งอาจจะส่งผลต่อวิธีการกัดให้ได้ตำแหน่งสบในศูนย์ของผู้ป่วยได้ ในขณะที่เมื่อทำการบันทึกการสบฟันโดยเครื่องสแกนในช่องปากไม่ได้ใช้ซีซีฟิ่ง อีกทั้งผู้วิจัยไม่ได้ทำการตรวจความแตกต่างของตำแหน่งสบในศูนย์ – ตำแหน่งสัมพันธ์ในศูนย์ก่อนการบันทึกการสบฟันของผู้ป่วยแต่ละราย จึงอาจเป็นไปได้ว่าการบันทึกการสบฟันในผู้ป่วยที่มีการสบฟันผิดปกติ เมื่อมีซีซีฟิ่งกับเมื่อไม่มีซีซีฟิ่ง อาจแตกต่างกัน และสะท้อนให้เห็นความแตกต่างของความสัมพันธ์ในแนวขวาง คือ การเบี่ยงเบนเส้นแนวกลางมากกว่ามิติอื่น อย่างไรก็ตามการศึกษาของ Vergos และคณะ²⁶ พบว่าการบันทึกการสบฟันด้วยโพลีเอเทอร์ (Polyether) หรือ โพลีไวนิลไซลิล็อกเซน หรือซีซีฟิ่ง พบมีค่าความคลาดเคลื่อนน้อยกว่า 0.1 มม. โดยแนะนำว่าในทางคลินิกการบันทึกการสบฟันไม่ควรมีความคลาดเคลื่อนเกิน 0.5 มม. ความแตกต่างของการเบี่ยงเบนเส้นแนวกลางระหว่างแบบจำลองพลาสติกอร์กับแบบจำลองดิจิทัลที่ได้จากเครื่อง TRIOS[®] เท่ากับ 0.234 ± 0.068 มม. ส่วนความแตกต่างของการเบี่ยงเบนเส้นแนวกลางระหว่างแบบจำลองพลาสติกอร์กับแบบจำลองที่ได้จากเครื่อง CEREC Ortho[®] เท่ากับ 0.169 ± 0.066 มม. จึงเห็นได้ว่าความแตกต่างของการเบี่ยงเบนเส้นแนวกลางระหว่างแบบจำลองดิจิทัลสองชนิด และแบบจำลองพลาสติกอร์ มีค่าอยู่ในระดับที่ยอมรับได้ทางคลินิก

สำหรับการศึกษาพารามิเตอร์สามมิติ จากการนำภาพแบบจำลองดิจิทัลจากเครื่อง TRIOS[®] และ CEREC Ortho[®] ซ้อนทับกันมากที่สุดด้วยจุดอ้างอิงทางกายวิภาคฟันหน้า และฟันหลังอย่างละ 2 จุด และจุดอ้างอิงจากตำแหน่งใกล้กลางมากที่สุดของคอมโพสิตรีเซซินที่บริเวณฟันเขี้ยวซ้ายและขวา พบว่ามีค่าเฉลี่ยความแตกต่างพื้นผิวจากการซ้อนทับกันของเครื่องสแกนในช่องปาก TRIOS[®] และ CEREC Ortho[®] ระหว่างกลุ่มสบฟันผิดปกติกับกลุ่มเคยจัดฟันไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ โดยค่าเฉลี่ยความแตกต่างของแบบจำลองดิจิทัลจากเครื่องสองชนิด ในขากรรไกรบนและขากรรไกรล่าง คือ 0.064 ± 0.054 มม. ($p = .246$) และ 0.107 ± 0.073 มม. ($p = .150$) ตามลำดับ สอดคล้องกับการศึกษาของ Zhang และคณะ¹³ ซึ่งเปรียบเทียบภาพซ้อนทับของแบบจำลองดิจิทัลจาก iTERO[®] กับแบบจำลองพลาสติกอร์ พบว่าค่าเฉลี่ยความแตกต่างพื้นผิวจากการซ้อนทับในขากรรไกรบนและขากรรไกรล่างไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ คือ 0.10 ± 0.03 , 0.09 ± 0.02 มม. ตามลำดับ ซึ่งมีค่าใกล้เคียงกับงานวิจัยนี้

งานวิจัยนี้ได้ทดลองศึกษาความแตกต่างของการซ้อนทับของภาพแบบจำลองดิจิทัลที่ได้จากเครื่อง TRIOS[®] และ CEREC Ortho[®]

โดยการแบ่งเป็นบริเวณ (Segment) ต่าง ๆ แล้วเปรียบเทียบ ซึ่งมีเกณฑ์ในการให้คะแนนความแตกต่างของปริมาณสีที่ซ้อนทับนั้นในแต่ละบริเวณ แล้วทดสอบโดยสถิติทดสอบแมนวิทนี่-ยู พบว่า ไม่มี ความต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติในการซ้อนทับของแบบจำลองดิจิทัลจากเครื่อง TRIOS[®] และ CEREC Ortho[®] ไม่ว่า Segment ใดเลย จึงไม่ได้รายงานในงานวิจัยนี้

งานวิจัยนี้แสดงให้เห็นว่าการใช้แบบจำลองดิจิทัลในการวินิจฉัย วางแผนการรักษา ตลอดจนการนำมาประยุกต์เพื่อการรักษา เช่น การนำแบบจำลองมาตัดแยกฟันแต่ละซี่ และจัดเรียงใหม่บนส่วนโค้งขากรรไกร (Model set-up) แล้วนำไปพิมพ์สามมิติ (3D printing) ให้ได้แบบจำลองแล้วทำเครื่องมือจัดฟันแบบใส (Clear aligner) จึงควรให้ความระมัดระวังในการสแกนช่องปากบริเวณฟันหน้ารวมถึงการสแกนช่องปากในขณะที่สบฟัน โดยเฉพาะในกลุ่มผู้ป่วยที่มีการสบฟันปกติ นอกจากนี้จากประสบการณ์การใช้เครื่องสแกนในช่องปาก คณะผู้วิจัยมีความเห็นว่าการสแกนช่องปากโดยเฉพาะบริเวณด้านไกลกลางด้านแก้ม (Disto-buccal) ของฟันกรามซี่ในสุด ทั้งขากรรไกรบนและล่าง จะทำการสแกนให้ได้รายละเอียดครบถ้วนยากกว่าบริเวณอื่นของขากรรไกร ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับลักษณะโครงสร้างใบหน้าของผู้ป่วยและปัญหาการสบฟัน โดยเฉพาะผู้ป่วยที่มีโครงสร้างฐานขากรรไกรล่างหมุนในลักษณะตามเข็มนาฬิกา (Clockwise rotation) มีความสูงใบหน้าส่วนล่างมาก (Increased lower face height) ซึ่งมักจะร่วมกับการที่ขากรรไกรล่างส่วนท้ายฟันกรามมีความสูงน้อย (Decreased ramus height) มีการสบฟันเปิด ซึ่งผู้ป่วยมักจะอ้าปากได้น้อย ทำให้การเข้าสแกนในบริเวณฟันกรามซี่สุดท้ายทำได้ยาก แต่ในทางตรงข้าม เครื่องสแกนในช่องปากกลับใช้บริเวณฟันกรามเป็นจุดเริ่มต้น หรือจุดอ้างอิงของการสแกน เพื่อสแกนต่อไปยังส่วนอื่นของขากรรไกร รวมทั้งเพื่อใช้ในการซ้อนทับภาพ ประกอบเป็นแบบจำลองสามมิติ ดังนั้นหากการสแกนบริเวณฟันกรามทำได้ไม่ดีนั้นอาจส่งผลต่อการบันทึกภาพบริเวณฟันหน้าของแต่ละขากรรไกรได้ ซึ่งเป็นประเด็นที่จำเป็นต้องศึกษาวิจัยต่อไป

บทสรุป

แบบจำลองฟันดิจิทัลจากเครื่องสแกนในช่องปาก CEREC Ortho[®] มีความแตกต่างจากแบบจำลองฟันพลาสติกอร์ในพารามิเตอร์ระยะความกว้างแนวขวางระหว่างฟันเขี้ยวบน (UIC) และเมื่อพิจารณาปัจจัยการสบฟันผิดปกติ พบว่า ในกลุ่มสบฟันผิดปกติ การเบี่ยงเบนแนวกลางฟัน (MD) จากแบบจำลองดิจิทัลจากเครื่องสแกนเนอร์ในช่องปาก TRIOS[®] และ CEREC Ortho[®] มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญเมื่อเทียบกับแบบจำลองฟันพลาสติกอร์ เมื่อพิจารณาการซ้อนทับของภาพสามมิติของแบบจำลองดิจิทัลที่ได้จากเครื่องสองชนิด พบว่า ไม่มี ความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ระหว่าง

กลุ่มสบฟันผิดปกติ กับกลุ่มเคยจัดฟัน ดังนั้นจึงควรให้ความระมัดระวังในการสแกนช่องปากบริเวณฟันหน้ารวมถึงการสแกนช่องปาก ในขณะที่สบฟัน โดยเฉพาะในกลุ่มผู้ป่วยที่มีการสบฟันปกติ ในการทำแบบจำลองดิจิทัลเพื่อการวินิจฉัย วางแผนการรักษา หรือการรักษาด้วยเครื่องมือจัดฟันแบบใส

กิตติกรรมประกาศ

งานวิจัยนี้ได้รับทุนอุดหนุนวิจัย จากเงินรายได้ คณะทันตแพทยศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ สัญญาเลขที่ 296/2560 ขอขอบพระคุณบริษัท เดนทัลสพลาย ซีโรนา ประเทศไทย จำกัด (Dentsply Sirona, Thailand) บริษัท แอคคอร์ด คอร์ปอเรชั่น จำกัด (Accord corporation, Thailand) ที่อนุเคราะห์ให้ยืมเครื่องสแกนในช่องปาก ขอขอบพระคุณ ผศ.ดร. นำชัย ศุภฤกษ์ชัยสกุล สถาบันวิจัยพฤติกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ในการให้คำปรึกษาทางด้านสถิติ

เอกสารอ้างอิง

1. Han UK, Vig KWL, Weintraub JA, Vig PS, Kowalski CJ. Consistency of orthodontic treatment decisions relative to diagnostic records. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 1991;100(3):212-9.
2. Lippold C, Kirschneck C, Schreiber K, Abukiress S, Tahvildari A, Moiseenko T, et al. Methodological accuracy of digital and manual model analysis in orthodontics – A retrospective clinical study. *Comput Biol Med* 2015;62:103-9.
3. Anh Jw, Park JM, Chun YS, Kim M, Kim M. A comparison of the precision of three-dimensional images acquired by 2 digital intraoral scanners: effects of tooth irregularity and scanning direction. *Korean J Orthod* 2016;46(1):3-12.
4. Naidu D, Freer TJ. Validity, reliability, and reproducibility of the iOC intraoral scanner: A comparison of tooth widths and Bolton ratios. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 2013;144(2):304-10.
5. Peluso MJ, Josell SD, Levine SW, Lorei BJ. Digital models: An introduction. *Semin Orthod* 2004;10(3):226-38.
6. Mullen SR, Martin CA, Ngan P, Gladwin M. Accuracy of space analysis with emodels and plaster models. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 2007;132(3):346-52.
7. Westerlund A, Tancredi W, Ransjö M, Bresin A, Psonis S, Torgersson O. Digital casts in orthodontics: A comparison of 4 software systems. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 2015;147(4):509-16.
8. Kim J, Park JM, Kim M, Heo SJ, Shin IH, Kim M. Comparison of experience curves between two 3-dimensional intraoral scanners. *J Prosthet Dent* 2016;116(2):221-30.
9. Logozzo S, Kilpelä A, Mäkynen A, Zanetti EM, Franceschini G. Recent advances in dental optics – Part II: Experimental tests for a new intraoral scanner. *Opt Lasers Eng* 2014;54:187-96.
10. Hong-Seok P, Chintal S. Development of High Speed and High Accuracy 3D Dental Intra Oral Scanner. *Procedia Engineer* 2015; 100:1174-81.

11. Nassar U, Aziz T, Flores-Mir C. Dimensional stability of irreversible hydrocolloid impression materials as a function of pouring time: A systematic review. *J Prosthet Dent* 2011;106(2):126-33.
12. Todd JA, Oesterle LJ, Newman SM, Shellhart WC. Dimensional changes of extended-pour alginate impression materials. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 2013;143(4 Suppl):S55-63.
13. Zhang F, Suh KJ, Lee KM. Validity of Intraoral Scans Compared with Plaster Models: An In-Vivo Comparison of Dental Measurements and 3D Surface Analysis. *PLoS ONE* 2016;11(6):e0157713.
14. Bjerling R, Birkeland K, Vandevska-Radunovic V. Anterior tooth alignment: A comparison of orthodontic retention regimens 5 years posttreatment. *Angle Orthod* 2015;85(3):353-9.
15. Richmond S, Shaw WC, O'Brien KD, Buchanan IB, Jones R, Stephens CD, et al. The Development of PAR Index (Peer Assessment Rating): reliability and validity. *Eur J Orthod* 1992;14(2):125-39.
16. Birkeland K, Furevik J, Bøe OE, Wisth PJ. Evaluation of treatment and post-treatment changes by the PAR Index. *Eur J Orthod* 1997; 19(3):279-88.
17. Flügge TV, Schlager S, Nelson K, Nahles S, Metzger MC. Precision of intraoral digital dental impressions with iTero and extraoral digitization with the iTero and a model scanner. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 2013;144(4):471-8.
18. Wiranto MG, Engelbrecht WP, Tutein Nolthenius HE, van der Meer WJ, Ren Y. Validity, reliability, and reproducibility of linear measurements on digital models obtained from intraoral and cone-beam computed tomography scans of alginate impressions. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 2013;143(1):140-7.
19. Dowling AH, Burns A, Macauley D, Garvey TM, Fleming GJ. Can the intra-examiner variability of Little's Irregularity Index be improved using 3D digital models of study casts?. *J Dent* 2013;41(12): 1271-80.
20. Ender A, Zimmermann M, Attin T, Mehl A. *In vivo* precision of conventional and digital methods for obtaining quadrant dental impressions. *Clin Oral Investig* 2016;20(7):1495-504.
21. Jeong ID, Lee JJ, Jeon JH, Kim JH, Kim HY, Kim WC. Accuracy of complete-arch model using an intraoral video scanner: An *in vitro* study. *J Prosthet Dent* 2016;115(6):755-9.
22. Yoon JH, Yu HS, Choi Y, Choi TH, Choi SH, Cha JY. Model analysis of digital models in moderate to severe crowding : *In vivo* validation and clinical application. *Biomed Res Int* 2018:e8414605
23. Gan N, Xiong Y, Jiao T. Accuracy of Intraoral Digital Impressions for Whole Upper Jaws, Including Full Dentitions and Palatal Soft Tissues. *PLoS One* 2016;11(7):e0158800.
24. Ender A, Mehl A. Accuracy of complete-arch dental impressions: a new method of measuring trueness and precision. *J Prosthet Dent* 2013;109(2):121-8.
25. Costea CM, Badea ME, Vasilache S, Mesaro M. Effects of CO-CR discrepancy in daily orthodontic treatment planning. *Clujul Med* 2016;89(2):279-86.
26. Vergos VK, Tripodakis AP. Evaluation of vertical Accuracy of interocclusal records. *Int J Prosthodont* 2003;16(4):365-8.