

การบันทึกแบบพินระบบดิจิทัลเปรียบเทียบกับวิธีพิมพ์แบบดั้งเดิม

เสาวดี ลัมบุตร* นปภา เอี่ยมจิรกุล**

บทคัดย่อ

การพิมพ์แบบเป็นขั้นตอนที่สำคัญต่อความถูกต้องแม่นยำในการสร้างชิ้นงานบูรณะ โดยเฉพาะในงานทันตกรรมประดิษฐ์ที่แน่นอน การใช้วัสดุพิมพ์แบบจะได้รับการยอมรับว่ามีเสถียรภาพเชิงมิติสามารถลอกเลียนรายละเอียด และมีความเที่ยงตรงที่ดี แม้ว่าความคลาดเคลื่อนหลายอย่างซึ่งมีผลต่อความถูกต้องของชิ้นงานบูรณะอาจเกิดขึ้นระหว่างขั้นตอนทางคลินิกและห้องปฏิบัติการ

ในปัจจุบันเทคโนโลยีคอมพิวเตอร์ช่วยในการออกแบบและผลิตร่วมกับการบันทึกแบบพินระบบดิจิทัลโดยตรงจากภายในช่องปากจะสามารถข้ามขั้นตอนสำคัญหลายอย่างจากวิธีการดั้งเดิมโดยการใช้วัสดุพิมพ์แบบได้อีกทั้งการบันทึกแบบพินระบบดิจิทัลมีหลากหลายระบบให้เลือกใช้ และมีการพัฒนาอย่างต่อเนื่อง เป็นอีกทางเลือกหนึ่งและอาจจะมาแทนที่การใช้วัสดุพิมพ์แบบดั้งเดิมในอนาคต

คำสำคัญ: การบันทึกแบบพินระบบดิจิทัล วัสดุพิมพ์แบบ ไวนิลพอลิอีเทอร์ซิลิโคน

*ทันตแพทย์ คลินิกทันตกรรมมูลนิธิ 600/490 ถ.พหลโยธิน ต.คูคต อ.ลำลูกกา จ.ปทุมธานี 12130

**ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ภาควิชาทันตกรรมอนุรักษ์และทันตกรรมประดิษฐ์ คณะทันตแพทยศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ สุขุมวิท 23 เขตวัฒนา กรุงเทพมหานคร 10110

Digital Versus Conventional Impressions

Saowadee Limboot* Napapa Aimjirakul**

Abstract

Impression is a critical step in processing of precisely fabricating indirect prosthetic restoration, especially in fixed dental prostheses. Conventional impression materials has been accepted that good dimensional stability and detail reproduction. However, several potential errors which influence the accuracy of restorations may occur during clinical and laboratory procedures.

The computer-aided design/computer-aided manufacture (CAD/CAM) which accompanied with intraoral digital impression camera is currently available are able to capture directly in oral cavity. Therefore, many critical steps can be skipped by using this technique. Various digital impression systems have been developed and introduced to dental expertise. As an alternative choice, intraoral scanning technology might be able to competitive the use of conventional impression materials.

Key words : Digital impression, Impression materials, Vinyl polyether silicone

*Dentist, Koonnitee Dental Clinic, 600/490, Phahonyothin Rd., Kukot, Lamlukka, Pathumthani, 12130

**Assistant Professor, Department of Conservative Dentistry and Prosthodontics, Faculty of Dentistry, Srinakharinwirot University, Sukhumvit 23, Wattana, Bangkok 10110

บทนำ

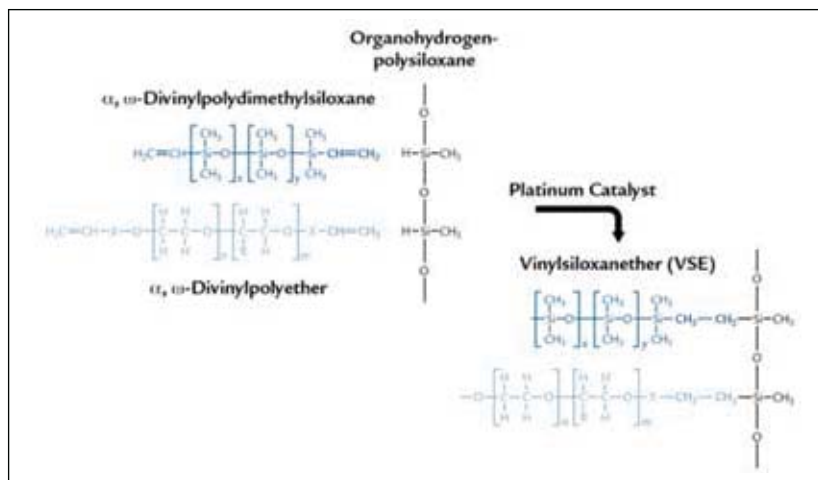
การพิมพ์แบบเป็นขั้นตอนสำคัญในการสร้างชิ้นงานฟันเทียมชนิดติดแน่น ไม่ว่าจะเป็นสะพานฟันหรือครอบฟัน โดยวัสดุพิมพ์แบบจะต้องมีคุณสมบัติเสถียรภาพเชิงมิติ (dimensional stability) และความแม่นยำในการลอกเลียนรายละเอียด (detail reproduction) ที่ดี [1]

วัสดุพิมพ์แบบแบ่งออกเป็น 2 ชนิด ได้แก่ วัสดุพิมพ์แบบชนิดไฮโดรคอลลอยด์ (hydrocolloid impression materials) แบ่งเป็นไฮโดรคอลลอยด์ชนิดผันกลับได้ (reversible hydrocolloid) ได้แก่ วัสดุพิมพ์วุ้น (agar impression) และไฮโดรคอลลอยด์ชนิดผันกลับไม่ได้ (irreversible hydrocolloid) หรือที่รู้จักกันในชื่ออัลจินेट (alginate) ใช้อย่างกว้างขวางในการทำชิ้นหล่อศึกษา (study model) และชิ้นหล่อหลัก (master cast) สำหรับงานฟันเทียมถอดได้ [2] และอีกชนิดหนึ่งคือวัสดุพิมพ์แบบอีลาสโตเมอร์ ได้แก่ พอลิซัลไฟด์ (polysulfides) ซิลิโคนชนิดควบแน่น (condensation silicones) ซิลิโคนชนิดเติม (addition silicones) และพอลิอีเทอร์ (polyethers) แต่ที่นิยมใช้กันอย่างแพร่หลายในงานทันตกรรมประดิษฐ์ติดแน่น ได้แก่ วัสดุพิมพ์ซิลิโคนชนิดเติม และพอลิอีเทอร์ [1-4]

แม้ว่าวัสดุพิมพ์ซิลิโคนชนิดเติมจะมีคุณสมบัติเสถียรภาพเชิงมิติดี มีการคืนกลับของความยืดหยุ่นสูง (elastic recovery) และเก็บรอยพิมพ์ไว้ได้นานถึง 7 วัน

แต่มีคุณสมบัติไม่ชอบน้ำ (hydrophobicity) ทำให้เป็นอุปสรรคในการพิมพ์บริเวณที่ยากต่อการควบคุมความชื้นโดยเฉพาะบริเวณเส้นลึ้นสุดใต้เหงือก ในขณะที่พอลิอีเทอร์มีคุณสมบัติชอบน้ำ แต่มีความแข็งตึง (stiffness) กว่าวัสดุพิมพ์แบบอีลาสโตเมอร์ชนิดอื่น จึงยากต่อการพิมพ์บริเวณที่มีส่วนคอด (undercut) [2]

ในปัจจุบันจึงมีการแนะนำวัสดุพิมพ์แบบชนิดใหม่คือ ไวนิลพอลิอีเทอร์ซิลิโคน (vinyl polyether silicone) เป็นการรวมกันของวัสดุพิมพ์ซิลิโคนชนิดเติมและพอลิอีเทอร์ มีความสามารถในการไหลแทรกของวัสดุพิมพ์ที่ดี และสามารถลอกเลียนรายละเอียดบริเวณที่ยากต่อการควบคุมความชื้นได้ดี เนื่องจากมีการเติมสารลดแรงตึงผิว (surfactants) ซึ่งเป็นส่วนประกอบของพอลิอีเทอร์เพื่อปรับปรุงคุณสมบัติชอบน้ำ (hydrophilicity) และยังคงมีคุณสมบัติการคืนกลับของความยืดหยุ่น และต้านการฉีกขาด (tear strength) ได้ดีจากส่วนประกอบที่เป็นซิลิโคนชนิดเติม [1,7] ซึ่งทางบริษัทผู้ผลิตให้ข้อมูลส่วนประกอบโดยประมาณ ดังนี้ ส่วนของพอลิอีเทอร์ร้อยละ 5-20 และส่วนประกอบที่เหลือเป็นของวัสดุพิมพ์ซิลิโคนชนิดเติม ได้แก่ ไวนิลไดเมทิลพอลิซิลอกเซน (vinyl dimethyl polysiloxane) ร้อยละ 10-50 เมทิลไฮโดรเจนไดเมทิลพอลิซิลอกเซน (methyl hydrogen dimethyl polysiloxane) ร้อยละ 3-10 และซิลิโคนไดออกไซด์ (silicon dioxide) ร้อยละ 30-65 ดังรูปที่ 1 [1]



รูปที่ 1 แสดงสูตรทางเคมีของวัสดุพิมพ์แบบไว้นิลพอลิอีเทอร์ซิลิโคน
Fig 1. Chemical structure formula of vinyl polyether silicone.

ตัวอย่างวัสดุพิมพ์ไวเนิลพอลิอีเทอร์ซิลิโคน ได้แก่ EXA'lence ถูกนำเข้ามาในตลาดปี 2009 โดยบริษัท GC America มีให้เลือกใช้หลายความหนืด (viscosity) และหลายระยะเวลาการก่อตัว (setting time) และทางบริษัทผู้ผลิตให้การรับรองว่าสามารถเก็บรอยพิมพ์ไว้เทแบบหล่อได้นานถึง 2 สัปดาห์ [4,7] อย่างไรก็ตาม Nassar และคณะ แนะนำว่าควรเทแบบหล่อก่อน 2 สัปดาห์ เนื่องจากเมื่อเก็บรอยพิมพ์ไว้นาน 2 สัปดาห์แล้วเทแบบหล่อ พบว่ามีการเปลี่ยนแปลงเชิงมิติเพิ่มขึ้น [4] และหากเป็นไปได้ควรเทแบบหล่อทันทีหรือเร็วที่สุดหลังจากผ่านการใช้น้ำยาฆ่าเชื้อเพราะพบว่ามีการหดตัวน้อยที่สุด และมีความถูกต้องแม่นยำมากที่สุด [4,7]

อย่างไรก็ตามการใช้วัสดุพิมพ์แบบนั้นมีขั้นตอนต่าง ๆ ทั้งในคลินิกและในห้องปฏิบัติการ ที่อาจจะส่งผลทำให้เกิดความคลื่อนและความแม่นยำของชิ้นงานได้ ซึ่งการใช้เทคโนโลยีคอมพิวเตอร์ช่วยในการออกแบบและผลิต (CAD/CAM) ด้วยการบันทึกแบบฟันด้วยระบบดิจิทัล (intraoral digital impression) โดยตรงจากภายในช่องปากจะสามารถลดขั้นตอนเหล่านี้ได้และเป็นอีกทางเลือกหนึ่ง ที่อาจจะมาแทนที่การใช้วัสดุพิมพ์แบบดั้งเดิมที่ทันตแพทย์ใช้กันมาอย่างยาวนาน [5,6]

การบันทึกแบบฟันระบบดิจิทัล (Intraoral digital impressions)

การบันทึกแบบฟันระบบดิจิทัล เป็นส่วนหนึ่งของการใช้เทคโนโลยีคอมพิวเตอร์ช่วยในการออกแบบและผลิต โดยถ่ายภาพบันทึกบริเวณที่มีการเตรียมฟันหลักและข้อมูลของขากรรไกรโดยตรงจากภายในช่องปาก จากนั้นใช้โปรแกรมออกแบบชิ้นงานบูรณะให้ได้ลักษณะตามที่ต้องการ แล้วจึงใช้คอมพิวเตอร์ผลิตชิ้นงาน [8] สำหรับระบบที่มีส่วนการออกแบบและการผลิตเป็นระบบเดียวกันจัดเป็นระบบปิด (closed system) ในขณะที่ระบบที่มีส่วนการออกแบบและการผลิตแยกกันจัดเป็นระบบเปิด (open system) [5]

เมื่อเปรียบเทียบกับวิธีพิมพ์แบบดั้งเดิม การบันทึกแบบฟันระบบดิจิทัลนอกจากจะประหยัดเวลาแล้วยังสามารถลดข้อผิดพลาดที่อาจเกิดจากในแต่ละขั้นตอนของวิธีการพิมพ์แบบดั้งเดิมได้ เช่น การเลือกขนาดถาดพิมพ์แบบ การพิมพ์แบบ การทำให้ปราศจากเชื้อ การเทแบบหล่อ ทาสารคั่นกลาง (die spacer) เป็นต้น [5,9] อีกทั้งยังช่วยให้ผู้ป่วยรู้สึกสบายและพึงพอใจกว่าการพิมพ์แบบดั้งเดิม ซึ่งจะเห็นได้ชัดจากการศึกษาหนึ่งทำการพิมพ์แบบในผู้ป่วยจำนวน 24 คนที่ไม่เคยมีประสบการณ์พิมพ์แบบมาก่อน พบว่าทุกคนพึงพอใจกับการพิมพ์แบบด้วยระบบดิจิทัลมากกว่า [10] ในกรณีที่รอยพิมพ์มีข้อผิดพลาดสามารถแก้ไขได้โดยง่ายเพียงสแกนเฉพาะบริเวณที่ต้องการแก้ไขไม่ต้องเสียเวลาพิมพ์แบบใหม่ทั้งหมด หรือกรณีที่ระบบทำการวัดระยะปิดการสบ (occlusal clearance) แล้วพบว่าไม่เพียงพอ ทันตแพทย์สามารถรอฟันเพิ่มเติมได้ และยังสามารถเก็บข้อมูลแบบบันทึกฟันไว้ใช้ได้อีกด้วย [5,6]

อย่างไรก็ตามการบันทึกแบบฟันระบบดิจิทัลก็พบปัญหาเช่นกัน ในบางระบบ เช่น CEREC Bluecam Lava C.O.S ที่จะต้องพ่นผงไทเทเนียมไดออกไซด์ (powder coating of titanium dioxide) บนผิวของฟันก่อนบันทึกเพื่อให้เกิดการกระจายของแสงเท่ากัน หากเกิดความไม่เป็นเนื้อเดียวกันของผงดังกล่าวจะส่งผลให้รูปร่างของฟันเปลี่ยนแปลงไปได้ [8] และในขณะที่บันทึกอาจเกิดการเคลื่อนที่ของสแกนเนอร์ได้นอกจากนี้บางบริเวณยากต่อการเข้าถึงของสแกนเนอร์ (accessibility) โดยเฉพาะบริเวณแผ่นนวมด้านท้ายของฟันกรามล่าง (retromolar pad) [11]

การบันทึกแบบฟันระบบดิจิทัลในปัจจุบันมีด้วยกันหลายระบบ เช่น CEREC (Sirona) Lava C.O.S. (3M ESPE) iTero (Cadent) และ E4D (D4D Technologies) ซึ่งมีความแตกต่างกัน ได้แก่ หลักการทำงาน แหล่งของแสง การพ่นผงไทเทเนียม ขั้นตอนการทำงาน และชนิดของไฟล์ส่งออก (output file format) [5]

ระบบ CEREC (Sirona Dental Systems)

CEREC เป็นระบบแรกของการบันทึกแบบฟันระบบดิจิทัลโดยบริษัท Sirona ประเทศเยอรมัน ใช้หลักการของ Triangulation of light แหล่งกำเนิดแสงคือแสงสีฟ้าที่มองเห็นได้ (visible blue light) ถูกนำมาใช้ตั้งแต่ปี 1987 มีการพัฒนามาอย่างต่อเนื่องและมีหลายรุ่น รุ่นแรกๆ นั้นยังคงต้องใช้ผงไทเทเนียมไดออกไซด์อยู่ สำหรับรุ่นที่ใช้กันแพร่หลายคือ CEREC Bluecam และรุ่นใหม่สุดมีชื่อว่า CEREC Omnicam ถูกนำเข้ามาในตลาดปี 2012 ไม่ต้องใช้ผงไทเทเนียมไดออกไซด์ก่อนสแกน และสามารถสแกนทั้งขากรรไกรได้ CEREC เป็นระบบที่มีคอมพิวเตอร์ลิงก์ชันงานข้างเก้าอี้ (chairside milling) จึงสามารถลิงก์ชันงานบูรณะได้เลย [5] จัดเป็นระบบปิด เนื่องจากชนิดของไฟล์ส่งออกมีแค่ชนิดที่จดทะเบียน ไม่สามารถส่งไปยังห้องปฏิบัติการของระบบอื่นได้

ระบบ Lava Chairside Oral Scanner (3M ESPE)

ระบบนี้เป็นของบริษัท 3M ESPE ถูกคิดค้นขึ้นในปี 2006 และนำเข้าสู่ตลาดปี 2008 ใช้หลักการทำงานของ active wavefront sampling แหล่งกำเนิดแสงคือ pulsating visible blue light เป็นระบบที่มี หัวสแกนเนอร์ขนาดเล็กที่สุดกว้างเพียง 13.2 มิลลิเมตร สามารถถ่ายภาพได้เร็วกว่าระบบอื่น ๆ เป็นระบบที่ต้องใช้ผงไทเทเนียมไดออกไซด์ร่วมด้วยเช่นเดียวกับ CEREC Bluecam [8] ระบบ Lava จะมีซอฟต์แวร์เฉพาะที่ใช้ในการออกแบบเพื่อรองรับชนิดไฟล์ส่งออกที่ได้จดทะเบียนเป็นกรรมสิทธิ์ของบริษัทเอง แต่ก็มีชนิดไฟล์ส่งออกที่สามารถส่งไปออกแบบและผลิตกับซอฟต์แวร์ของระบบอื่นได้ ได้แก่ DWOS (Dental Wings Operational System) จึงจัดเป็นระบบกึ่งเปิด (semi-open) [5]

ระบบ iTero (Cadent)

บริษัท Cadent Inc ได้แนะนำระบบ iTero เข้าสู่ตลาดปี 2007 การถ่ายภาพใช้หลักการของ parallel confocal imaging โดยใช้เลเซอร์และการสแกนออปติคัล (optical scanning) แหล่งกำเนิดแสงคือเลเซอร์สีแดง

เป็นระบบที่ไม่ต้องพ่นผงไทเทเนียมไดออกไซด์ก่อนสแกน iTero จัดเป็นระบบเปิด เนื่องจากไฟล์ส่งออกเป็นชนิด STL สามารถส่งไปยังห้องปฏิบัติการของระบบอื่นที่มีซอฟต์แวร์รองรับไฟล์ชนิดนี้ได้ ได้แก่ DWOS [8] ระบบ E4D (D4D Technologies)

ระบบ E4D ถูกพัฒนาขึ้นโดยบริษัท D4D Technologies ภายใต้หลักการ optical coherence tomography และกล้องจุลทรรศน์แบบคอนโฟคอล (confocal microscopy) ใช้เลเซอร์สีแดงเป็นแหล่งกำเนิดแสงและกระจกขนาดเล็ก (micromirrors) ทำให้เกิดการสั่น 20,000 รอบต่อวินาที เพื่อสร้างแบบจำลอง 3D ไฟล์ส่งออกมีทั้งชนิดที่จดทะเบียนและ SLT จึงจัดเป็นระบบกึ่งเปิด เป็นระบบที่ไม่ต้องใช้ผงไทเทเนียมไดออกไซด์พ่นก่อนสแกนและมีคอมพิวเตอร์ลิงก์ชันงานข้างเก้าอี้เช่นเดียวกับระบบ CEREC [8]

ความถูกต้องและความเที่ยงตรงของการบันทึกแบบฟันระบบดิจิทัล (accuracy of intraoral digital impressions)

ความแนบสนิทตามขอบและความแนบสนิทด้านใน (marginal and internal fit) ของชันงานบูรณะมีผลต่ออายุการใช้งานและเป็นปัจจัยสำคัญต่อความสำเร็จ เนื่องจากหากชันงานบูรณะมีความไม่แนบสนิทดังกล่าวแล้วจะเป็นสาเหตุให้เกิดการสะสมของคราบจุลินทรีย์ เกิดการผุซ้ำ (secondary caries) การอักเสบของอวัยวะปริทันต์ (periodontal inflammation) และอาจเกิดการรั่วซึมตามขอบ (microleakage) ได้ [12,13] หลายงานวิจัยจึงได้ทำการศึกษาถึงความแนบสนิทตามขอบดังกล่าว ในปี 2010 Syrek และคณะ พบว่าวิธีการพิมพ์แบบดั้งเดิมมีช่องว่างตามขอบเท่ากับ 71 ไมโครเมตร ในขณะที่การบันทึกแบบฟันด้วยระบบดิจิทัลมีช่องว่างตามขอบเล็กกว่าเท่ากับ 49 ไมโครเมตร และยังมีสัมผัสด้านประชิด (interproximal contact) ดีกว่าการใช้วัสดุพิมพ์แบบอีกด้วย [11] จากนั้นปี 2014 Ng ศึกษาพบช่องว่างตามขอบของวิธีบันทึกแบบฟันด้วยระบบดิจิทัลมีค่าเท่ากับ 48 ± 25 ไมโครเมตร ซึ่งเล็กกว่าวิธีการพิมพ์แบบดั้งเดิมที่มีค่าเท่ากับ 74 ± 47 ไมโครเมตร [14] จากการทบทวนวรรณกรรมอย่าง

มีระบบ (systematic review) ในปี 2016 ของ Chochildakis พบว่าการบันทึกแบบฟันด้วยระบบดิจิทัลมีความแม่นยำตามขอบและความแม่นยำด้านในดีกว่าการพิมพ์แบบดั้งเดิม [15] ในขณะที่การทบทวนวรรณกรรมอย่างมีระบบของ Tsirogiannis ในปีเดียวกันนี้พบว่าทั้ง 2 วิธีมีความแม่นยำตามขอบไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติและสามารถยอมรับได้ทางคลินิกทั้งคู่ [16] สำหรับในสะพานฟัน 3 ยูนิต Su และ Sun ทำการศึกษาในโครงเซอร์โคเนีย (zirconia FPD frameworks) พบว่าความแม่นยำตามขอบและความแม่นยำด้านในของการบันทึกแบบฟันด้วยระบบดิจิทัลมีค่าเท่ากับ 64 ± 16 ไมโครเมตร และ 111 ± 34 ไมโครเมตรตามลำดับซึ่งเล็กกว่าวิธีการพิมพ์แบบดั้งเดิมที่มีค่าความแม่นยำตามขอบและความแม่นยำด้านในเท่ากับ 76 ± 18 ไมโครเมตรและ 132 ± 44 ไมโครเมตรตามลำดับ [17] ส่วนในสะพานฟัน 4 ยูนิต Ueda พบว่าการบันทึกแบบฟันด้วยระบบดิจิทัลมีความแม่นยำตามขอบดีกว่าการพิมพ์แบบดั้งเดิมทั้งโครงโคบอลต์โครเมียม (cobalt-chromium) และโครงเซอร์เนีย [12] อย่างไรก็ตามหลายการศึกษา รายงานว่าช่องว่างตามขอบที่ไม่เกิน 100-150 ไมโครเมตรสามารถยอมรับได้ทางคลินิก [18-20] ดังนั้นการบันทึกแบบฟันด้วยระบบดิจิทัลจึงมีความถูกต้องแม่นยำเพียงพอในการทำครอบฟัน 1 ซี่ ไปจนถึงสะพานฟันติดแน่น 4 ยูนิต [11,12][21]

สำหรับงานบูรณะที่จะต้องบันทึกแบบฟันทั้งขากรรไกรนั้น ยังมีการศึกษาไม่มากนัก แต่ก็มีหลายการศึกษาพบว่าการใช้วัสดุพิมพ์แบบดั้งเดิมมีความเที่ยงตรงมากกว่าการบันทึกแบบฟันระบบดิจิทัล [22-25] เนื่องจากการสแกนแบบฟันทั้งขากรรไกรนั้นเกิดจากการสแกนของ 2 จุดภาค (quadrant) มารวมกันบริเวณฟันหน้าซึ่งเป็นบริเวณที่มีลักษณะโครงสร้างที่เล็กและมีความชันค่อนข้างมาก เป็นผลทำให้เกิดความคลาดเคลื่อนและความเบี่ยงเบนได้ [23,24] โดยในปี 2011 Ender และ Mehl ทำการศึกษาในห้องปฏิบัติการสแกนแบบพิมพ์โมเดลขากรรไกรที่ได้จากวิธีการพิมพ์แบบดั้งเดิม และการบันทึกแบบฟันระบบดิจิทัล เทียบกับโมเดลอ้างอิง พบว่าวิธีการบันทึกแบบฟันระบบ

ดิจิทัลมีความเบี่ยงเบนมากกว่า กล่าวคือมีความถูกต้องเที่ยงตรงน้อยกว่า [25] และในปี 2016 Ender และคณะ ได้ทำการศึกษาโดยพิมพ์แบบฟันทั้งขากรรไกรจากช่องปาก แทนการใช้โมเดลอ้างอิง พบผลการทดลองที่สอดคล้องกันคือ การบันทึกแบบฟันระบบดิจิทัลมีความเที่ยงตรงน้อยกว่าการใช้วัสดุพิมพ์แบบอีลาสโทเมอร์ แต่อย่างไรก็ตามวิธีการบันทึกแบบฟันระบบดิจิทัลก็มีความถูกต้องเที่ยงตรงเพียงพอในการบันทึกแบบฟันทั้งขากรรไกร อีกทั้งระบบยังมีการพัฒนาอย่างต่อเนื่องจนอาจมีความถูกต้องแม่นยำดีขึ้นเทียบเท่าหรือดีกว่าวิธีการพิมพ์แบบดั้งเดิมได้ในอนาคต [24]

การบันทึกแบบฟันดิจิทัลในงานรากเทียม (digital intraoral implant impression)

เนื่องด้วยการพัฒนาไปอย่างรวดเร็วของการใช้เทคโนโลยีการออกแบบและการผลิต ทำให้ในปัจจุบันมีการใช้การบันทึกแบบฟันดิจิทัลกับงานทันตกรรมรากเทียมและมีการพัฒนาให้ใช้ได้กับรากเทียมบางระบบหลายระบบมากขึ้น และยังสามารถบันทึกรากเทียมได้หลายตำแหน่งมากขึ้นด้วย [6] เช่น รากเทียมเพื่อรองรับสะพานฟันบางส่วนหรือทั้งขากรรไกร รวมถึงรากเทียมเพื่อรองรับฟันเทียมทับราก (implant-retained overdenture)

เนื่องจากรากเทียมไม่มีเอ็นยึดปริทันต์ (periodontal ligament) เหมือนในฟันธรรมชาติ ฟันธรรมชาติสามารถปรับตัวเคลื่อนในแนวตั้ง (axial direction) ได้ 25-100 ไมโครเมตร และแนวด้านข้าง (lateral direction) ได้ 56-108 ไมโครเมตร [26,27] ในขณะที่รากเทียมเกิดการเชื่อมประสานกับกระดูก (osseointegration) สามารถเคลื่อนที่ได้เพียงเล็กน้อย 3-5 ไมโครเมตรในแนวตั้ง และ 10-50 ไมโครเมตรในแนวด้านข้าง [26] หากเกิดการไม่แนบสนิท (misfit) ของชิ้นงานบูรณะเป็นผลให้โครงโลหะไม่แนบสนิทกับรากเทียม โดยเฉพาะในฟันเทียมบางส่วนติดแน่น จะทำให้เกิดความตึงเครียด (stress) ไปยังรอยต่อระหว่างรากเทียมและกระดูก เป็นผลให้เกิดการละลายของกระดูกตามมาได้ [9,28] ดังนั้นความแนบสนิทโดยไม่มีแรงตึงเครียด (passive fit) ของโครงโลหะต่อรากเทียมจึงเป็นสิ่งสำคัญที่มีผล

ต่อความสำเร็จในระยะยาวของรากเทียม [29,30] อย่างไรก็ตามการจะทำให้ไม่มีแรงดึงเครียดมากกระทำกับรอยต่อดังกล่าวโดยสิ้นเชิงอาจไม่สามารถทำได้ แต่จะต้องระวังให้เกิดน้อยที่สุด [31]

ขั้นตอนการพิมพ์แบบเป็นจุดเริ่มต้นของขั้นตอนการทำงานที่มีผลต่อความถูกต้องแม่นยำของชิ้นงานบูรณะ โดยการบันทึกระบบดิจิทัลสแกนโดยตรงจากภายในช่องปากและส่งข้อมูลไปยังห้องปฏิบัติการเพื่อออกแบบและกลึงชิ้นงาน สามารถลดข้อผิดพลาดที่อาจเกิดในขั้นตอนของการพิมพ์แบบดั้งเดิมได้ เช่น วัสดุพิมพ์แบบเกิดการเปลี่ยนแปลงเชิงมิติ (dimensional changes) แบบหล่อปูนเกิดการขยายตัวขณะก่อตัว (expansion) การเปลี่ยนแปลงรูปร่างของโครงโลหะขณะเย็นตัว เป็นต้น [29]

การศึกษาความถูกต้องแม่นยำของการบันทึกระบบดิจิทัลในงานรากเทียมยังมีไม่มากนัก ส่วนใหญ่จะเป็นลักษณะของรายงานผู้ป่วย ซึ่งผลการศึกษาค่อนข้างหลากหลาย กล่าวคือบางการศึกษาแสดงให้เห็นว่าการบันทึกด้วยระบบดิจิทัลสแกนรากเทียมมีความถูกต้องแม่นยำไม่ต่างจากวิธีการพิมพ์แบบดั้งเดิม [32-34] ในขณะที่บางการศึกษาพบว่ามีความถูกต้องแม่นยำน้อยกว่าวิธีการพิมพ์แบบดั้งเดิม [35,36]

ในปี 2012 Lee และ Gallucci ทำการศึกษาเปรียบเทียบระหว่างการบันทึกระบบดิจิทัล และการพิมพ์แบบด้วยวัสดุพิมพ์แบบกับรากเทียม ในนักศึกษาทันตแพทย์ที่ไม่เคยมีประสบการณ์พิมพ์แบบทั้ง 2 วิธีมาก่อน พบว่าการใช้งานของวิธีการบันทึกระบบดิจิทัลมีความยุ่งยากน้อยกว่า ใช้เวลาน้อยกว่า และกรณีที่ต้องมีการแก้ไขก็สามารถทำได้เพียงสแกนเฉพาะบริเวณนั้นใหม่เท่านั้น ไม่ต้องเสียเวลาเริ่มใหม่ทั้งหมด [37]

สำหรับขั้นตอนการทำงานในแต่ละระบบของการบันทึกแบบฟันระบบดิจิทัล จะมีขั้นตอนที่คล้ายกัน กล่าวคือเมื่อทำการปกรากเทียมไปจนกระทั่งเกิดการเชื่อมประสาน และเนื้อเยื่อมีการเจริญเติบโตเรียบร้อยแล้ว (tissue maturation) ก็จะนัดผู้ป่วยมาสแกนโดยใช้ตัวถอดแบบรอยพิมพ์ที่สามารถสแกนได้ (scanable impression coping) แทนการใช้ตัวถอดแบบรอยพิมพ์

(impression coping) ที่ใช้ในการพิมพ์แบบด้วยวัสดุพิมพ์แบบดั้งเดิม ยึดติดกับรากเทียมและถ่ายภาพรังสีเพื่อให้แน่ใจว่า ตัวถอดแบบรอยพิมพ์ที่สามารถสแกนได้แนบสนิทเข้ากับรากเทียม จากนั้นทำการสแกนเพื่อให้ได้ข้อมูลแบบจำลอง 3 มิติ ตรวจสอบข้อมูลจากจอแสดงผลซึ่งจะต้องแสดงบริเวณตัวถอดแบบรอยพิมพ์เนื้อเยื่อเหงือก ด้านประชิดซี่ข้างเคียงทั้งหมด ขากรรไกร และฟันด้านที่เป็นคู่สบ และการสบฟัน (bite registration) จากนั้นส่งข้อมูลไปยังห้องปฏิบัติการผ่านระบบอินเทอร์เน็ตเพื่อออกแบบและผลิตชิ้นงานต่อไป [6]

บทวิจารณ์และสรุป

แม้ว่าการใช้วัสดุพิมพ์แบบจะได้รับการยอมรับแล้วว่ามีความเสถียรภาพเชิงมิติสามารถลอกเลียนรายละเอียด และมีความเที่ยงตรงที่ดี แต่ขั้นตอนต่าง ๆ ทั้งในคลินิกและในห้องปฏิบัติการ สามารถทำให้เกิดความเคลื่อนไหวและความไม่แนบสนิทของชิ้นงานได้

เป็นที่พิสูจน์แล้วว่าการบันทึกแบบฟันระบบดิจิทัลมีความถูกต้องแม่นยำในการสร้างชิ้นงานบูรณะติดแน่นถึง 4 ซี่ได้ดีกว่าการใช้วิธีการพิมพ์แบบดั้งเดิม [11-14][21] อีกทั้งช่วยลดกระบวนการทำงาน ประหยัดเวลา และสร้างความพึงพอใจแก่ผู้ป่วย ในขณะที่งานบูรณะที่จะต้องบันทึกแบบฟันทั้งขากรรไกรพบว่ายังมีความเที่ยงตรงน้อยกว่าวิธีการพิมพ์แบบดั้งเดิม [23-25] ส่วนในงานรากเทียมแม้จะมีการใช้ระบบดิจิทัลสแกนโดยตรงจากภายในช่องปากมากขึ้น แต่การศึกษาถึงความถูกต้องแม่นยำมีอยู่จำกัด และควรจะมีการศึกษาเพิ่มเติมโดยเฉพาะการศึกษาทางคลินิก

แต่ทั้งนี้ด้วยการพัฒนาอย่างรวดเร็วของเทคโนโลยีการใช้คอมพิวเตอร์ช่วยออกแบบและผลิต อาจมีผลให้ในอนาคตการใช้ระบบดิจิทัลในการบันทึกแบบฟันจะสามารถมีความถูกต้องแม่นยำเป็นที่ยอมรับและมาแทนที่การใช้วัสดุพิมพ์แบบในโรงงานของทันตกรรมประดิษฐ์ได้ ซึ่งทันตแพทย์ควรจะให้ความสนใจกับความเคลื่อนไหวของเทคโนโลยีการใช้เครื่องมือให้เป็นปัจจุบันอยู่เสมอ เพื่อที่จะสามารถปรับตัวให้เข้ากับสถานการณ์การพัฒนาได้อย่างทันทั่วถึง

เอกสารอ้างอิง

1. Stober T, Johnson GH, Schmitter M. Accuracy of the newly formulated vinyl siloxanether elastomeric impression material. *J Prosthet Dent* 2010; 103(4): 228–239.
2. Powers JM, Sakaguchi RL. *Craig's Restorative Dental Materials* 12th ed. St. Louis: Mosby; 2006. p269–305.
3. Powers JM, Sakaguchi RL. *Craig's Restorative Dental Materials* 13th ed. St. Louis: Mosby; 2012. p.277–325.
4. Nassar U, Oko A, Adeeb S, El-Rich M, Flores-Mir C. An in vitro study on the dimensional stability of a vinyl polyether silicone impression material over a prolonged storage period. *J Prosthet Dent* 2013; 109(3): 172–178.
5. Ting-Shu S, Jian S. Intraoral Digital Impression Technique: A Review. *J Prosthodont Off J Am Coll Prosthodont* 2015; 24(4): 313–321.
6. Wilk BL. Intraoral Digital Impressioning for Dental Implant Restorations Versus Traditional Implant Impression Techniques. *Compend Contin Educ Dent* 2015; 36(7): 529–530, 532–533.
7. Nassar U, Chow AK. Surface detail reproduction and effect of disinfectant and long-term storage on the dimensional stability of a novel vinyl polyether silicone impression material. *J Prosthodont Off J Am Coll Prosthodont* 2015; 24(6): 494–498.
8. Galhano GÁP, Pellizzer EP, Mazaro JVQ. Optical impression systems for CAD-CAM restorations. *J Craniofac Surg* 2012; 23(6): 575–579.
9. Papaspyridakos P, Chen C-J, Gallucci GO, Doukoudakis A, Weber H-P, Chronopoulos V. Accuracy of implant impressions for partially and completely edentulous patients: a systematic review. *Int J Oral Maxillofac Implants* 2014; 29(4): 836–845.
10. Wismeijer D, Mans R, van Genuchten M, Reijers HA. Patients' preferences when comparing analogue implant impressions using a polyether impression material versus digital impressions (Intraoral Scan) of dental implants. *Clin Oral Implants Res* 2014; 25(10): 1113–1118.
11. Syrek A, Reich G, Ranftl D, Klein C, Cerny B, Brodesser J. Clinical evaluation of all-ceramic crowns fabricated from intraoral digital impressions based on the principle of active wavefront sampling. *J Dent* 2010; 38(7): 553–539.
12. Ueda K, Beuer F, Stimmelmayer M, Erdelt K, Keul C, Güth J-F. Fit of 4-unit FDPs from CoCr and zirconia after conventional and digital impressions. *Clin Oral Investig* 2016; 20(2): 283–289.
13. Almeida e Silva JS, Erdelt K, Edelhoff D, Araújo É, Stimmelmayer M, Vieira LCC, et al. Marginal and internal fit of four-unit zirconia fixed dental prostheses based on digital and conventional impression techniques. *Clin Oral Investig* 2014; 18(2): 515–523.
14. Ng J, Ruse D, Wyatt C. A comparison of the marginal fit of crowns fabricated with digital and conventional methods. *J Prosthet Dent* 2014; 112(3): 555–560.

15. Chochlidakis KM, Papaspyridakos P, Geminiani A, Chen C-J, Feng IJ, Ercoli C. Digital versus conventional impressions for fixed prosthodontics: A systematic review and meta-analysis. *J Prosthet Dent* 2016;116(2): 184-190. e12.
16. Tsirogiannis P, Reissmann DR, Heydecke G. Evaluation of the marginal fit of single-unit, complete-coverage ceramic restorations fabricated after digital and conventional impressions: A systematic review and meta-analysis. *J Prosthet Dent* 2016; 116(3): 328–335.e2.
17. Su T-S, Sun J. Comparison of marginal and internal fit of 3-unit ceramic fixed dental prostheses made with either a conventional or digital impression. *J Prosthet Dent* 2016; 116(3): 362–367.
18. McLean JW, von Fraunhofer JA. The estimation of cement film thickness by an in vivo technique. *Br Dent J* 1971; 131(3): 107–111.
19. Andersson M, Carlsson L, Persson M, Bergman B. Accuracy of machine milling and spark erosion with a CAD/CAM system. *J Prosthet Dent* 1996; 76(2): 187–193.
20. Att W, Komine F, Gerds T, Strub JR. Marginal adaptation of three different zirconium dioxide three-unit fixed dental prostheses. *J Prosthet Dent* 2009; 101(4): 239–247.
21. Güth J-F, Keul C, Stimmelmayer M, Beuer F, Edelhoff D. Accuracy of digital models obtained by direct and indirect data capturing. *Clin Oral Investig* 2013; 17(4): 1201–1208.
22. Ender A, Mehl A. In-vitro evaluation of the accuracy of conventional and digital methods of obtaining full-arch dental impressions. *Quintessence Int* 2015; 46(1): 9-17
23. Ender A, Mehl A. Accuracy of complete-arch dental impressions: a new method of measuring trueness and precision. *J Prosthet Dent* 2013; 109(2): 121–128.
24. Ender A, Attin T, Mehl A. In vivo precision of conventional and digital methods of obtaining complete-arch dental impressions. *J Prosthet Dent* 2016; 115(3): 313–320.
25. Ender A, Mehl A. Full arch scans: conventional versus digital impressions--an in-vitro study. *Int J Comput Dent* 2011; 14(1): 11–21.
26. Kim Y, Oh T-J, Misch CE, Wang H-L. Occlusal considerations in implant therapy: clinical guidelines with biomechanical rationale: Occlusal consideration in implant therapy. *Clin Oral Implants Res* 2004; 16(1): 26–35.
27. Sahin S, Cehreli MC. The significance of passive framework fit in implant prosthodontics: current status. *Implant Dent* 2001; 10(2): 85–92.
28. Sahin S, Cehreli MC, Yalçın E. The influence of functional forces on the biomechanics of implant-supported prostheses: a review. *J Dent* 2002; 30(7–8): 271–282.
29. van der Meer WJ, Andriessen FS, Wismeijer D, Ren Y. Application of intra-oral dental scanners in the digital workflow of implantology. *PloS One* 2012; 7(8): e43312.
30. Kurtzman GM, Dompkowski DE. Using digital impressions and CAD/CAM in implant dentistry. *Dent Today* 2014; 33(3): 114, 116–117.
31. Moreno A, Giménez B, Özcan M, Pradíes G. A clinical protocol for intraoral digital impression of screw-retained CAD/CAM framework on multiple implants based on wavefront sampling technology. *Implant Dent* 2013; 22(4): 320–325.

32. Karl M, Graef F, Schubinski P, Taylor T. Effect of intraoral scanning on the passivity of fit of implant-supported fixed dental prostheses. *Quintessence Int* 2012; 43(7): 555–562.

33. Lee SJ, Betensky RA, Gianneschi GE, Gallucci GO. Accuracy of digital versus conventional implant impressions. *Clin Oral Implants Res* 2015; 26(6): 715–719.

34. Moreira AHJ, Rodrigues NF, Pinho ACM, Fonseca JC, Vilaça JL. Accuracy Comparison of Implant Impression Techniques: A Systematic Review. *Clin Implant Dent Relat Res* 2015; 17 Suppl 2: e751–764.

35. Howell KJ, McGlumphy EA, Drago C, Knapik G. Comparison of the accuracy of Biomet 3i Encode Robocast Technology and conventional implant impression techniques. *Int J Oral Maxillofac Implants* 2013; 28(1): 228–240.

36. Al-Abdullah K, Zandparsa R, Finkelman M, Hirayama H. An in vitro comparison of the accuracy of implant impressions with coded healing abutments and different implant angulations. *J Prosthet Dent* 2013; 110(2): 90–100.

37. Lee SJ, Gallucci GO. Digital vs. conventional implant impressions: efficiency outcomes. *Clin Oral Implants Res* 2013; 24(1): 111–115.

ติดต่อขอความ:

ผศ.ทพญ.ดร. ณปภา เอี่ยมจิระกุล
ภาควิชาทันตกรรมอนุรักษ์และทันตกรรมประดิษฐ์
คณะทันตแพทยศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ
สุขุมวิท 23 เขตวัฒนา กรุงเทพมหานคร 10110
โทรศัพท์ 02-649-5212
จดหมายอิเล็กทรอนิกส์ napapa@g.swu.ac.th

Corresponding author:

Assistant Professor Dr. Napapa Aimjirakul
Department of Conservative Dentistry and
Prosthodontics, Faculty of Dentistry,
Srinakharinwirot University, Sukhumvit 23,
Wattana, Bangkok 10110
Tel: 02-649-5212
E-mail: napapa@g.swu.ac.th