

นิพนธ์ฉบับ

การเปรียบเทียบความแนบบริเวณขอบและช่องว่างภายในของครอบฟันเซอริกโคเนียที่ผลิตด้วยเทคนิคแคด/แคม โดยศูนย์เทคโนโลยีโลหะและวัสดุแห่งชาติ (เอ็มเทค) และระบบลาวาในห้องปฏิบัติการ

นันทวรรณ กระจ่างตา, เลิศฤทธิ์ ศรีนนภากร

บทคัดย่อ

- บทนำ:** ศูนย์เทคโนโลยีโลหะและวัสดุแห่งชาติ (เอ็มเทค) ประเทศไทยพัฒนาการผลิตเซรามิกเซอริกโคเนียที่ออกแบบและผลิตด้วยระบบคอมพิวเตอร์ (แคด/แคม) เพื่อใช้ในงานบูรณะฟัน ปัจจัยสำคัญหนึ่งที่มีผลต่อความสำเร็จของวัสดุบูรณะคือความแนบบริเวณขอบและช่องว่างภายใน ดังนั้น งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อเปรียบเทียบความแนบบริเวณขอบและช่องว่างภายในของแกนครอบฟันเซอริกโคเนียกับฟันหลัก โดยศึกษาครอบฟันเซอริกโคเนียที่ผลิตโดยเอ็มเทคและระบบลาวา
- วิธีการศึกษา:** เตรียมฟันกรามน้อยบนซี่ที่ ๑ จำนวน ๔๐ ซี่ สำหรับครอบฟันเซอริกโคเนียแล้วสุ่มแบ่ง กลุ่มละ ๒๐ ซี่ เป็นกลุ่มเอ็มเทค และระบบลาวา แกนฟันเซอริกโคเนียจะถูกผลิตด้วยเทคนิคแคด/แคมและยึดเข้ากับฟันหลัก แล้วตัดแกนฟันเซอริกโคเนียที่ยึดแล้วในแนวใกล้แก้มใกล้ลิ้น และใกล้กลางไกลกลางเพื่อวัดความแนบบริเวณขอบและช่องว่างภายใน โดยวัดช่องว่างที่ ๗ ตำแหน่งอ้างอิง (ช่องว่างบริเวณขอบ ๒ ตำแหน่ง ช่องว่างภายในของบริเวณแกนฟัน ๒ ตำแหน่ง และช่องว่างภายในบริเวณด้านบดเคี้ยว ๓ ตำแหน่ง) จากแต่ละด้านที่ถูกตัดภายใต้เครื่องสเตอริโอไมโครสโคป (๘๐ เท่า)
- ผลการศึกษา:** ค่าเฉลี่ย \pm ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน ของความแนบบริเวณขอบ ช่องว่างภายในของบริเวณแกนฟัน และช่องว่างภายในบริเวณด้านบดเคี้ยวของแกนครอบฟันที่ผลิตด้วยเอ็มเทค เท่ากับ ๙๖.๐๖ ± ๒๘.๘๕ , ๗๗.๓๘ ± ๒๖.๑๓ และ ๒๓๔ ± ๖๗.๖๑ ไมโครเมตร และระบบลาวา เท่ากับ ๘๕.๕๑ ± ๓๖ , ๖๑.๙๙ ± ๑๖.๕๗ และ ๒๑๑.๔๒ ± ๘๙.๖๕ ไมโครเมตร
- วิจารณ์ และสรุปผลการศึกษา:** จากการทดสอบสถิติค่าที่ไม่พบความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติของความแนบบริเวณขอบ และช่องว่างภายในบริเวณด้านบดเคี้ยวระหว่างกลุ่ม แต่พบความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติของช่องว่างภายในของบริเวณแกนฟันระหว่างกลุ่ม
- คำสำคัญ:** แคด/แคม, ช่องว่างภายใน, ความแนบบริเวณขอบ, ครอบฟันเซอริกโคเนีย

วันที่รับบทความ: ๑๑ กรกฎาคม ๒๕๕๙

วันที่อนุญาตให้ตีพิมพ์: ๑๗ กุมภาพันธ์ ๒๕๖๐

* สาขาทันตกรรมหัตถการ คณะทันตแพทยศาสตร์ มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์

** สาขาทันตกรรมประดิษฐ์ คณะทันตแพทยศาสตร์ มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์

ผู้ให้ติดต่อ: ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ทันตแพทย์หญิงนันทวรรณ กระจ่างตา สาขาทันตกรรมหัตถการ คณะทันตแพทยศาสตร์ มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์ ถนนพหลโยธิน อำเภอคลองหลวง จังหวัดปทุมธานี ๑๒๑๒๑ โทรศัพท์ ๐ ๒๙๘๖ ๙๐๕๑ โทรสาร ๐ ๒๙๘๖ ๙๒๐๕ อีเมล knantawa@gmail.com

บทนำ

ครอบฟันเซรามิกล้วนเป็นครอบฟันที่มีความสวยงาม มีสีใกล้เคียงฟันธรรมชาติโดยไม่มีโลหะเจือปน ได้รับความนิยมมากขึ้นในการใช้บูรณะฟันที่มีการสูญเสียเนื้อฟันจำนวนมากทั้งในฟันหน้าและฟันหลังโดยเฉพาะอย่างยิ่งเซรามิกชนิดเซอรโคเนียซึ่งมีความต้านการแตกหักสูงกว่าเซรามิกชนิดอื่น^๑ ปัจจุบันเซรามิกชนิดเซอรโคเนียมีการผลิตโดยการขึ้นรูปและกลึงด้วยเทคโนโลยีการออกแบบและผลิตด้วยระบบคอมพิวเตอร์ หรือแคด/แคม (computer aided design/computer aided manufacturing; CAD/CAM) โดยหลายบริษัทจากต่างประเทศ ตัวอย่างเช่น โพรเซราอลเซอร์คอน (ProCera[®] AllZirkon; Nobel Biocare, Goteborg, Sweden) เซอร์คอน (Cercon[®]; Dentsply Ceramco, Burlington, NJ, USA) ระบบลาวา (LavaTM, 3M-ESPE, St. Paul, MN, USA) ไอพีเอสอีแมค เซอร์แคด (IPS e.max[®] ZirCAD; Ivoclar Vivadent AG, Schaan, Liechtenstein) ปัจจุบันในประเทศไทย ศูนย์เทคโนโลยีโลหะและวัสดุแห่งชาติ (เอ็มเทค) ซึ่งเป็นหน่วยงานของสำนักงานพัฒนาวิทยาศาสตร์ และเทคโนโลยีแห่งชาติได้พัฒนาการผลิตวัสดุเซรามิกประเภทเซอรโคเนียขึ้นมาใช้เองภายในประเทศ โดยสามารถออกแบบและผลิตด้วยระบบคอมพิวเตอร์หรือระบบแคด/แคม ซึ่งมีข้อมูลจากการศึกษาทางห้องปฏิบัติการจำนวนน้อยเกี่ยวกับคุณสมบัติต่าง ๆ ที่มีความสำคัญต่อความสำเร็จในการใช้งานทางคลินิก ทั้งนี้ความสำเร็จของการบูรณะด้วยครอบฟันขึ้นกับ ๒ ปัจจัยหลัก^{๒-๔} คือความแข็งแรงของครอบฟันและความแนบของครอบฟัน และยังพบว่าความแนบของครอบฟันเป็นหนึ่งในปัจจัยที่สำคัญที่สุดของความสำเร็จระยะยาวในการทำครอบฟันเซรามิก^{๕-๖} โดยการตรวจสอบความแนบสนิทของครอบฟัน สามารถประเมินได้จากค่าความกว้างช่องว่างบริเวณขอบ (marginal gap) ระหว่างครอบฟันและตัวฟันรวมถึงช่องว่างภายในครอบฟัน (internal gap) ความกว้างช่องว่างบริเวณขอบมากจะส่งผลให้อัตราการละลายของซีเมนต์เพิ่มขึ้นจากการที่ซีเมนต์ถูกเผย (exposed) ต่อของเหลวในช่องปาก มีผลให้เกิดฟันที่ยึดติดของคราบจุลินทรีย์มากขึ้น อาจเป็นสาเหตุของการเกิดฟันผุซ้ำได้วัสดุบูรณะ มีการเปลี่ยนแปลงของจุลชีพได้เหงือกส่งผลต่อการทำลายอวัยวะปริทันต์ และเกิดการรอยโรคปลายรากที่จะส่งผลต่อโพรงประสาทฟันได้^{๗,๘} และการมีช่องว่างภายในครอบฟันมากและไม่สม่ำเสมอ อาจมีผลต่อคุณสมบัติทางกลของครอบฟัน ได้แก่ ความแข็งแรง (strength) ความสามารถในการต้านทานการหลุด (retention) ความสามารถในการต้านทานการแตกหัก (resistance)^{๘,๙} โดยหลายการศึกษา

ยอมรับว่าช่องว่างบริเวณขอบครอบฟันในช่วง ๑๐๐ ถึง ๑๕๐ ไมโครเมตร สามารถยอมรับได้ในทางคลินิก^{๑๐-๑๔} โดยการศึกษาที่ผ่านมาเกี่ยวกับความแนบของครอบฟันเซอรโคเนียพบว่า ความแนบบริเวณขอบมีค่าอยู่ในช่วง ตั้งแต่ ๗๕.๒ ถึง ๒๑๕ ไมโครเมตร^{๑๕-๑๘} อย่างไรก็ตาม ทั้งการพัฒนาระบบการผลิตด้วยระบบคอมพิวเตอร์แคด/แคม และวัสดุเซรามิกประเภทเซอรโคเนียที่พัฒนาใหม่ในประเทศไทยโดยเอ็มเทคยังขาดข้อมูลทางห้องปฏิบัติการเกี่ยวกับความแนบบริเวณขอบและความกว้างช่องว่างภายในของครอบฟันเซอรโคเนีย ดังนั้นการศึกษานี้จึงมีวัตถุประสงค์เพื่อเปรียบเทียบความแนบบริเวณขอบ และช่องว่างภายในของครอบฟันเซอรโคเนียที่ผลิตด้วยเทคนิคแคด/แคมโดยเอ็มเทค และระบบลาวาซึ่งเป็นระบบวัสดุเซอรโคเนียสำหรับทำครอบฟันและสะพานฟันชนิดที่ผลิตด้วยระบบแคด/แคมในประเทศไทย

วิธีการศึกษา

การเตรียมตัวอย่างทดสอบ

เตรียมฟันกรามน้อยบนซี่ที่หนึ่งที่ถูกถอนเพื่อเตรียมจัดฟัน จำนวน ๔๐ ซี่ แขนงในสารละลายคลอรามินความเข้มข้นร้อยละ ๐.๕ เป็นเวลา ๑ สัปดาห์ และเก็บโดยแช่น้ำกลั่นที่ ๔ องศาเซลเซียส ไม่เกิน ๖ เดือน นำฟันมาเตรียมลงบอลคอปุนเพื่อช่วยในการจับยึดฟันในขั้นตอนการกรอเตรียมฟัน พิมพ์แบบและตัดฟัน โดยให้แนวแกนฟันตั้งฉากกับแนวระนาบ และรอยต่อเคลือบฟันและเคลือบรากฟัน (CEJ) อยู่เหนือแบบปูน ๒ มิลลิเมตร จากนั้นเตรียมฟันสำหรับครอบฟันโดยใช้หัวกรอกรอกเพชรทรงสอบปลายมนชนิดหยาบ ซึ่งมีเส้นผ่านศูนย์กลางตรงปลายหัวกรอ ๑ มิลลิเมตรในการกรอแต่งเริ่มต้น และใช้หัวกรอกรอกเพชรทรงสอบปลายมนชนิดละเอียดซึ่งมีเส้นผ่านศูนย์กลางตรงปลายหัวกรอ ๑ มิลลิเมตรในการกรอแต่งขั้นสุดท้ายด้วยผู้วิจัยคนเดียวกัน และเปลี่ยนหัวกรอใหม่ทุกซี่ โดยกรอลดด้านบดเคี้ยว (occlusal reduction) ๒ มิลลิเมตร กรอลดแนวแกนฟัน (axial reduction) โดยรอบ ๑ มิลลิเมตร ให้มีความสอบ ๖ ถึง ๑๐ องศา กรอขอบครอบฟันแบบรอยตัดเฉียงโค้ง (chamfer) ขนาด ๑ มิลลิเมตร

พิมพ์แบบฟันด้วยวัสดุพิมพ์ปากชนิดไวน์ลโพลีซิลอกเซน (vinyl polysiloxane) พุดดีและไลท์บอดี้แบบไฮโดรฟิลิก (hydrophilic putty and light body, ExpressTM, 3M ESPE, St. Paul, MN, USA) ชนิดเวลาที่อตัวสั้นสุดเร็วปานกลาง โดยถาดพิมพ์ปากบางส่วน (partial tray) โดยผู้วิจัยเพียงคนเดียว โดยให้ฟันอยู่กึ่งกลางถาดพิมพ์ปาก และกวดถาดพิมพ์ปากจนขอบถาดพิมพ์ปากอยู่ใต้ต่อรอยต่อเคลือบฟันและเคลือบรากฟัน

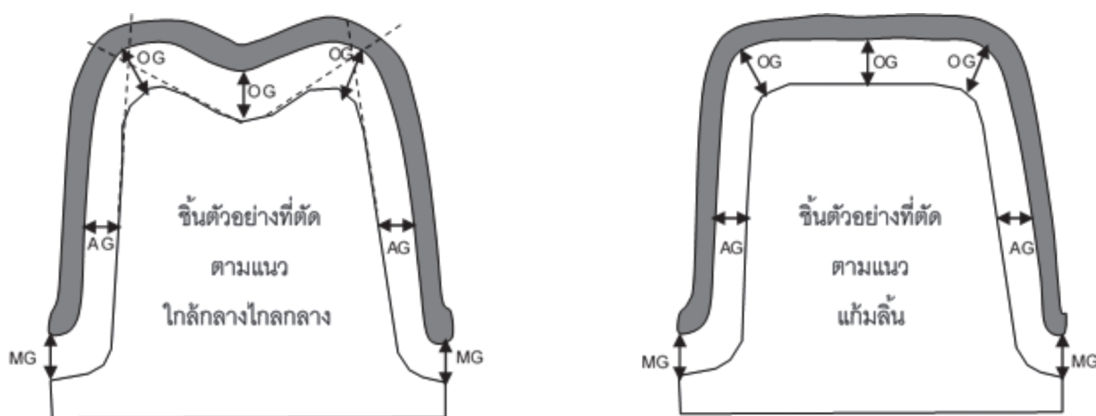
๕ มิลลิเมตรเพื่อให้ความหนาวัสดุพิมพ์ปากของรอยพิมพ์โดยรอบมีขนาดเท่า ๆ กัน และเหมือนกันในทุกแบบพิมพ์มากที่สุด เพื่อลดการบิดเบี้ยวของแบบพิมพ์ขณะตั้งรอยพิมพ์ และเทหล่อรอยพิมพ์ด้วยปูนเวลมิคซ์ (velmix stone) ด้วยอัตราส่วนผงต่อน้ำเท่ากับ ๑๐๐ กรัมต่อ ๒๐ มิลลิลิตรและใช้เครื่องสั่น (vibrator) ในการเทแบบหล่อเวลมิคซ์ สุ่มตัวอย่างแบบหล่อเวลมิคซ์ เป็น ๒ กลุ่ม กลุ่มละ ๒๐ ซี่ คือ กลุ่มทดสอบ (เอ็มเทค) และกลุ่มควบคุม (ระบบลาวา) เพื่อเข้าสู่กระบวนการผลิตแกนครอบฟันเซอรโคเนียด้วยกระบวนการแคด/แคม โดยช่างทันตกรรมคนเดียวกันในแต่ละกลุ่มตัวอย่าง

กระบวนการผลิตชิ้นงานครอบฟันในการศึกษานี้ในขั้นตอนการสแกน (scanning process) แบบหล่อเวลมิคซ์ในห้องปฏิบัติการ การออกแบบด้วยโปรแกรมคอมพิวเตอร์ และการกลึงด้วยเครื่องกลึงด้วยระบบคอมพิวเตอร์ จนกระทั่งการเผาชิ้นงานทำตามคำแนะนำของผู้ผลิตโดยช่างทันตกรรมที่มีความชำนาญในระบบนั้นคนเดียวกันในแต่ละระบบ ทั้งนี้กลุ่มทดสอบ (เอ็มเทค) จะผลิตด้วยระบบแคด/แคมที่พัฒนาโดยเอ็มเทค (dental CAD/CAM/CNC, MTEC, Thailand) และกลุ่มควบคุม (ระบบลาวา) จะผลิตด้วยระบบแคด/แคมระบบลาวา (Lava CAD/CAM system: Lava Scan/Lavadesign 7.0 software/LAVA CNC milling machine, 3M ESPE, St. Paul, MN, USA) ในขั้นตอนออกแบบขึ้นรูปด้วยโปรแกรมคอมพิวเตอร์ ให้แกนเซอรโคเนียมีความหนา ๐.๕ มิลลิเมตร และมีช่องว่างภายใน ๕๐ ไมโครเมตรแล้วจึงส่งกลึงด้วยเครื่องกลึงของแต่ละระบบ เมื่อได้แกนเซอรโคเนียจากเครื่องกลึงของแต่ละระบบแล้วจะนำเข้าเตาเผาเพื่อเผาแกนเซอรโคเนียให้มีการเกิดผลึกที่สมบูรณ์ตามคำแนะนำของผู้ผลิตแต่ละระบบ

นำแกนครอบฟันเซอรโคเนียมายึดกับพื้นแม่แบบของแต่ละชิ้นงานด้วยเรซินซีเมนต์ (RelyX™ Unicem Clicker, 3M ESPE, St. Paul, MN, USA) ตามคำแนะนำของบริษัท โดยผสมส่วนประกอบเรซินซีเมนต์ให้เข้ากัน ป้ายเรซินซีเมนต์ด้านในแกนครอบฟันเซอรโคเนียและใส่ลงบนแบบพื้นนั้น ๆ แล้วฉายแสงด้านใกล้กลาง ใกล้กลาง ด้านแก้ม ด้านลิ้น ด้านละ ๒ วินาที แล้วกำจัดซีเมนต์ส่วนเกินรอบชิ้นงานออก และฉายแสงอีกครั้งด้านละ ๔๐ วินาที ด้วยเครื่องฉายแสงแอลอีดี (Elipar™ FreeLight2 LED Curing Light, 3M ESPE, St. Paul, MN, USA) ที่ความยาวคลื่นแสง ๔๖๕ นาโนเมตร และระดับความเข้มแสง ๑,๐๐๐ มิลลิวัตต์ต่อตารางเซนติเมตร โดยตลอดขั้นตอนการยึดครอบฟันจะใช้กดชิ้นงานกับพื้นตลอดเวลาจนเรซิน ซีเมนต์แข็งตัวเต็มที่ ตั้งทิ้งไว้ที่อุณหภูมิห้อง ๒๔ ชั่วโมง

การวัดความแนบบริเวณขอบ และช่องว่างภายในครอบฟัน

นำตัวอย่างฟันที่ยึดแกนครอบฟันเซอรโคเนียแล้วมาตัดครึ่งตามแนวแกนฟันเป็น ๒ ซีก ด้วยเครื่องตัดใบเลื่อยวงกลม (Accutom-50, Willich, Germany) โดยสุ่มแบ่งตัวอย่างแต่ละกลุ่ม เป็น ๒ กลุ่มย่อย คือ กลุ่มที่ตัดฟันตามแนวใกล้แก้มใกล้ลิ้น (buccal-lingual section) และ ตัดฟันตามแนวใกล้กลางใกล้กลาง (mesial-distal section) นำชิ้นตัวอย่างจากการตัดแต่ละซีก มาวัดช่องว่างบริเวณขอบ (marginal gap ; MG) ๒ ตำแหน่ง ช่องว่างภายในตามแนวแกนฟัน (axial internal gap; AG) ๒ ตำแหน่ง และ ช่องว่างภายในทางด้านบดเคี้ยว (occlusal internal gap ; OG) ๓ ตำแหน่ง ดังรูปที่ ๑ ด้วยโปรแกรมวิเคราะห์รูปภาพ (Image-pro plus version 5.1, Media cybernetics Inc., Maryland, USA) ภายใต้กล้องสเตอริโอไมโครสโคป (Stemi 2000 stereomicroscope, Zeiss, Germany) ที่กำลังขยาย ๘๐ เท่า



รูปที่ ๑ ตำแหน่งการวัดช่องว่างบริเวณขอบ (marginal gaps, MG) ช่องว่างภายในบริเวณแกนฟัน (axial internal gaps, AG) และช่องว่างภายในด้านบดเคี้ยว (occlusal internal gaps, OG)

การวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ

นำผลการทดสอบมาหาค่าเฉลี่ยความแนบของครอบฟันในตำแหน่งต่าง ๆ ของแต่ละชิ้นตัวอย่างในกลุ่มการทดสอบของ เอ็มเทค และกลุ่มควบคุมระบบลลาวา แล้วนำมาตรวจสอบลักษณะการกระจายตัวของข้อมูลด้วยวิธีแชปิโร-วิลค์ (Shapiro-Wilk test) และใช้การวิเคราะห์สถิติค่าที (T test) เพื่อทดสอบความแตกต่างค่าเฉลี่ยช่องว่างบริเวณขอบช่องว่างภายในบริเวณแกนฟัน และช่องว่างภายในด้านบดเคี้ยว เปรียบเทียบระหว่างกลุ่มทดสอบ และกลุ่มควบคุม ที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ ๙๕

ผลการศึกษา

ค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน ของความแนบบริเวณขอบ ช่องว่างภายในของบริเวณแกนฟัน และช่องว่างภายในบริเวณด้านบดเคี้ยวของแกนครอบฟันที่ผลิตด้วย

เอ็มเทค เท่ากับ ๙๖.๐๖ ± ๒๘.๘๕ , ๗๗.๓๘ ± ๒๖.๑๓ และ ๒๓๔ ± ๖๗.๖๑ ไมโครเมตร และระบบลลาวา เท่ากับ ๘๕.๕๑ ± ๓๖ , ๖๑.๙๙ ± ๑๖.๕๗ และ ๒๑๑.๔๒ ± ๘๙.๖๕ ไมโครเมตร ตามลำดับ เมื่อวิเคราะห์ค่าเฉลี่ย และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน ช่องว่างบริเวณขอบ ช่องว่างภายในบริเวณแกนฟันและช่องว่างภายในทางด้านบดเคี้ยวของแกนครอบฟันเซอรโคเนียของแต่ละกลุ่ม ได้แก่ เอ็มเทค และระบบลลาวา พบว่าค่าเฉลี่ยช่องว่างบริเวณขอบ ช่องว่างภายในบริเวณแกนฟันและช่องว่างภายในทางด้านบดเคี้ยวของแกนครอบฟันเซอรโคเนียที่ผลิตโดย เอ็มเทคมีค่ามากกว่าระบบลลาวา อย่างไรก็ตาม ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติระหว่างกลุ่มสำหรับค่าเฉลี่ยช่องว่างบริเวณขอบ ($p = ๐.๑๖$) และ ช่องว่างภายในทางด้านบดเคี้ยว ($p = ๐.๒๑$) มีเพียงค่าเฉลี่ยช่องว่างภายในบริเวณแกนฟันที่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติระหว่างกลุ่มเอ็มเทค และระบบลลาวา ($p = ๐.๐๐๒$) ดังแสดงในตารางที่ ๑

ตารางที่ ๑ ค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานช่องว่างบริเวณขอบช่องว่างภายในบริเวณแกนฟัน และช่องว่างภายในทางด้านบดเคี้ยวของแกนครอบฟันเซอรโคเนียในแต่ละกลุ่ม

Mean \pm S.D. of gap (μm)			
Group	Marginal gap	Axial internal gap	Occlusal internal gap
MTEC	96.06 ± 28.85^A	77.38 ± 26.13^B	234 ± 67.61^D
LavaTM	85.51 ± 36.74^A	61.99 ± 16.57^C	211.42 ± 89.65^D

* Different upper case letters in rows indicate statistically significant difference (T test, $p < 0.05$)

วิจารณ์ และสรุปผลการศึกษา

ศูนย์เทคโนโลยีโลหะและวัสดุแห่งชาติ (เอ็มเทค) ประเทศไทย ได้พัฒนาการผลิตวัสดุเซรามิกประเภทเซอรโคเนียควบคู่กับการพัฒนาเทคโนโลยีการผลิตด้วยระบบแคด/แคมขึ้นมาใช้เอง โดยยังคงขาดข้อมูลที่ศึกษาเกี่ยวกับคุณสมบัติต่าง ๆ ที่จำเป็นต่อความสำเร็จในการใช้งาน โดยผู้วิจัยที่ศึกษาเกี่ยวกับครอบฟันจำนวนมากยอมรับว่า ช่องว่างบริเวณขอบ และช่องว่างภายในระหว่างครอบฟันและฟันเป็นปัจจัยที่มีความสำคัญต่อความสำเร็จในทางคลินิกของการบูรณะด้วยครอบฟัน^{๒-๔} โดยมีหลายปัจจัยที่มีผลต่อค่าช่องว่างบริเวณขอบครอบฟันเซอรโคเนีย ได้แก่ ประเภทแห่งเซรามิกที่ใช้แบบเผาสมบูรณ์ (fully-sinter) หรือแบบก่อนเผาสมบูรณ์ (pre-sinter) ชนิดพอร์ซเลนวีเนียร์ รูปแบบการกรอเตรียมครอบฟัน ขั้นตอนการออกแบบและผลิตครอบฟันชนิดซีเมนต์ยึดติด เป็นต้น

คณะผู้วิจัยจึงทำการศึกษาขึ้นเพื่อศึกษาเกี่ยวกับความแนบของแกนครอบฟันที่ผลิตโดยเอ็มเทคเปรียบเทียบกับระบบลลาวาเป็นกลุ่มควบคุม เนื่องจากเซอรโคเนียระบบลลาวาที่ผลิตด้วยระบบแคด/แคมที่ได้รับความนิยม มีตัวแทนการผลิตในประเทศไทยและแห่งเซรามิกที่ใช้กลึงเป็นแบบก่อนเผาสมบูรณ์เหมือนกันโดยการศึกษาที่ใช้แบบหล่อเวลมิคซีในการนำเข้าสู่กระบวนการผลิตแกนครอบฟันเซอรโคเนียด้วยแคด/แคมทั้งสองระบบเพื่อเลียนแบบขั้นตอนทางคลินิกเสมือนจริงที่ต้องส่งแบบจากการพิมพ์ปากไปสแกนรายละเอียดจากห้องปฏิบัติการของแต่ละระบบ นอกจากนี้การใช้แบบเวลมิคซีในขั้นตอนการสแกนจะใช้เทคนิคการสแกนที่ไม่จำเป็นต้องใช้ผงในขั้นตอนการสแกน (powder free) จึงสามารถลดความคลาดเคลื่อนจากความหนาของผงบนแบบพิมพ์ซึ่งเป็นปัจจัยหนึ่งที่มีผลต่อช่องว่างของครอบฟัน และการวัดความแนบในการศึกษาขึ้น

เตรียมชิ้นงานเฉพาะส่วนแกนครอบฟันเซอร์โคเนีย เพื่อกำจัดผลกระทบจากกระบวนการเผาพอร์ซเลนวีเนียร์ในชั้นนอกที่อาจมีผลต่อความแนบของแกนฟัน เนื่องจากมีหลายการศึกษาที่พบว่าอุณหภูมิในการเผาพอร์ซเลนวีเนียร์ในชั้นนอกมีผลต่อความแนบของครอบฟัน^{๑๙-๒๑} และยังมีการศึกษาพบว่าการใช้พอร์ซเลนวีเนียร์ชนิดต่างกันที่มีค่าสัมประสิทธิ์การขยายตัวเหตุความร้อน (coefficient of thermal expansion: CTE) ต่างกันจะมีผลต่อความแนบของครอบฟันที่มีแกนชนิดเซอร์โคเนียอีกด้วย^{๒๑}

จากหลายการศึกษาที่ผ่านมาพบว่า ค่าช่องว่างบริเวณขอบครอบฟันเซอร์โคเนียมีความหลากหลายแตกต่างกัน ตั้งแต่ ๗๕.๒ - ๒๑๕ ไมโครเมตร^{๑๕-๑๘} หลายการศึกษายอมรับว่า ช่องว่างบริเวณขอบครอบฟันในช่วง ๑๐๐ ถึง ๑๕๐ ไมโครเมตร สามารถยอมรับได้ในทางคลินิก^{๒, ๑๐-๑๔} โดยส่วนใหญ่อ้างอิงผลการศึกษาในทางคลินิกของ McLean และ Von Fraunhofer^{๒๒, ๒๓} ที่ทำการศึกษครอบฟันมากกว่า ๑,๐๐๐ ชิ้นในทางคลินิกเป็นเวลา ๕ ปี สรุปว่าช่องว่างบริเวณขอบของครอบฟันมีค่าน้อยกว่า ๑๒๐ ไมโครเมตร ถือว่ายอมรับได้ในทางคลินิกโดยการศึกษาที่พบว่าแกนครอบฟันเซอร์โคเนียทั้งที่ผลิตโดยเอ็มเทคและระบบลาวามีค่าเฉลี่ยช่องว่างบริเวณขอบของแกนฟันเซอร์โคเนียอยู่ในระดับที่ยอมรับได้ในทางคลินิก โดยค่าเฉลี่ยช่องว่างบริเวณขอบของแกนฟันเซอร์โคเนียที่ผลิตด้วยระบบแคด/แคมของระบบลาวามีค่าเท่ากับ ๘๕.๕๑ (± ๓๖.๗๔) ไมโครเมตร สอดคล้องกับผลการศึกษาในคลินิกของ Reich S และคณะ ในปี ค.ศ. ๒๐๐๕^{๑๕} ซึ่งประเมินค่าเฉลี่ยช่องว่างบริเวณขอบของครอบฟันระบบลาวามีค่าเท่ากับ ๘๐ (± ๕๐) ไมโครเมตร และการศึกษาในห้องปฏิบัติการของ Song TJ และคณะ ในปี ค.ศ. ๒๐๑๓^{๒๔} ที่พบว่า ระบบลาวาให้ค่าเฉลี่ยความแนบบริเวณขอบ เท่ากับ ๗๘.๗๑ (± ๒๙.๒๔) ไมโครเมตร ขณะที่ค่าเฉลี่ยช่องว่างบริเวณขอบของแกนฟันเซอร์โคเนียของเอ็มเทคที่ได้จากการศึกษานี้มีค่าเท่ากับ ๙๖.๐๖ (± ๒๘.๘๕) ไมโครเมตร ซึ่งมีค่าสูงกว่าช่องว่างบริเวณขอบของระบบลาวา อย่างไรก็ตาม เมื่อทดสอบทางสถิติแล้วพบว่าไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ

การวัดความแนบของครอบฟันภายใน (internal fit) วัดได้จาก ๒ ส่วน ได้แก่ ช่องว่างบริเวณขอบแกนฟัน และช่องว่างบริเวณด้านบดเคี้ยว มีการศึกษาสรุปว่าช่องว่างภายในครอบฟันระหว่าง ๕๐ ถึง ๑๐๐ ไมโครเมตรเป็นค่าที่ยอมรับได้^{๒๕} จากการศึกษาที่พบว่าค่าเฉลี่ยช่องว่างภายในบริเวณแกนฟันเซอร์โคเนียที่ผลิตด้วยระบบแคด/แคมของระบบลาวามีค่าเท่ากับ ๖๑.๙๙ (± ๑๖.๕๗) ไมโครเมตร ใกล้เคียงกับหลายการศึกษาที่พบว่าค่าเฉลี่ยช่องว่างภายใน

บริเวณแกนฟันเซอร์โคเนียที่ผลิตด้วยระบบแคด/แคมของระบบลาวาอยู่ในช่วง ๗๑ - ๙๘ ไมโครเมตร^{๑๐, ๑๕, ๑๗} ในขณะที่ค่าเฉลี่ยช่องว่างภายในบริเวณแกนฟันเซอร์โคเนียของเอ็มเทคเท่ากับ ๗๗.๓๘ (± ๒๖.๑๓) ไมโครเมตร ซึ่งมีค่ามากกว่าอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติเมื่อเทียบกับค่าเฉลี่ยช่องว่างภายในบริเวณแกนฟันเซอร์โคเนียของระบบลาวา อย่างไรก็ตาม ยังอยู่ในช่วงที่สามารถยอมรับได้และไม่มีความแตกต่างของครอบฟันเซรามิกล้วน ตามที่ Tuntiprawon และ Wilson สรุปว่าเมื่อความหนาของซีเมนต์ต่ำกว่า ๑๒๒ ไมโครเมตร จะไม่มีผลต่อความแนบบริเวณขอบของครอบฟัน^{๒๖}

จากการศึกษาที่พบว่าช่องว่างภายในบริเวณด้านบดเคี้ยวของครอบฟันระบบลาวามีค่าเท่ากับ ๒๑๑.๔๒ (± ๘๙.๖๕) ไมโครเมตร ใกล้เคียงกับผลการศึกษาหลายการศึกษาที่พบว่าค่าเฉลี่ยช่องว่างบริเวณด้านบดเคี้ยวของครอบฟันระบบลาวามีค่าอยู่ในช่วง ๑๐๘ ถึง ๒๑๕ ไมโครเมตร^{๑๐, ๑๕} ซึ่งมีค่าต่ำกว่าช่องว่างภายในบริเวณด้านบดเคี้ยวของเอ็มเทค ซึ่งมีค่าเท่ากับ ๒๓๔ (± ๖๗.๖๑) ไมโครเมตร อย่างไรก็ตาม เมื่อทดสอบทางสถิติแล้วพบว่าไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญโดยมีการศึกษาพบว่าค่าช่องว่างภายในทางด้านบดเคี้ยวของแกนครอบฟันจะมีผลต่อเสถียรภาพทางกล (mechanical stability) ของเซอร์โคเนีย จากการศึกษาที่พบว่าช่องว่างภายในแกนครอบฟันทางด้านบดเคี้ยว มีค่าสูงที่สุดเมื่อเทียบกับบริเวณอื่นทั้งแกนครอบฟันที่ผลิตจากเอ็มเทคและระบบลาวา สอดคล้องกับการศึกษาที่เคยศึกษามาก่อน^{๑๕, ๒๗} อาจเนื่องจากข้อจำกัดของความละเอียดในการแสดงผลของภาพ (resolution) ของการสแกนภาพจากแบบปูน (die) เพื่อนำเข้าสู่กระบวนการออกแบบด้วยระบบคอมพิวเตอร์ โดยเฉพาะทางด้านบดเคี้ยวซึ่งมีความโค้งมน (round) และส่วนชันของปุ่มฟัน (cusp slope) และบริเวณมุมรอยต่อแกนฟันกับด้านบดเคี้ยว การประมวลผลภาพจะแปลงให้ส่วนฟันมีความเรียบและต่อเนื่องในลักษณะโค้งมน นอกจากนี้การออกแบบครอบฟันในคอมพิวเตอร์เพื่อกำจัดลักษณะของการค้ำของครอบฟันบริเวณส่วนชันปุ่มฟัน ทำให้ต้องมีการเผื่อพื้นที่ช่องว่างบริเวณด้านบดเคี้ยวของครอบฟันอีกด้วย

โดยสรุปจากการศึกษานี้พบว่า ช่องว่างบริเวณขอบ และช่องว่างภายในทางด้านบดเคี้ยวของแกนครอบฟันเซอร์โคเนียที่ผลิตโดยเอ็มเทค และระบบลาวาไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ขณะที่ช่องว่างภายในบริเวณแกนฟันของแกนครอบฟันเซอร์โคเนียที่ผลิตโดยเอ็มเทคมีค่ามากกว่าระบบลาวาอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติแต่ก็อยู่ในช่วงที่ไม่มีผลต่อความแนบบริเวณขอบของครอบฟัน^{๒๖}

ซึ่งปัจจัยที่อาจมีผลต่อความแนบของครอบฟันเซอรโคเนียที่ผลิตด้วยเทคนิคแคด/แคมทั้งสองระบบนี้ อาจเนื่องจากหลายปัจจัย ทั้งคุณสมบัติของวัสดุเซอรโคเนีย และปัจจัยอื่น ๆ ในกระบวนการผลิต^{๒๗} ได้แก่ การกรอฟัน ขั้นตอนการสแกน ขั้นตอนการออกแบบด้วยซอฟต์แวร์ (software-based design) ขั้นตอนการกลึงชิ้นงาน (milling process) และการเผาเซรามิกหลังจากขั้นตอนการกลึงซึ่งต้องทำการศึกษาต่อไป

กิตติกรรมประกาศ

คณะผู้วิจัยขอขอบคุณทุนสนับสนุนงานวิจัยสำหรับนักวิจัยรุ่นใหม่ ประจำปีงบประมาณ พ.ศ. ๒๕๕๔ จากมหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์ ขอขอบคุณคณาบดี คณะทันตแพทยศาสตร์ มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์ ที่ให้การสนับสนุนสถานที่การทำงานวิจัย รวมถึงขอขอบคุณ ดร.กฤษณ์ไกรภู่ สิทธิเสรีประทีป และคณะนักวิจัยศูนย์เทคโนโลยีโลหะและวัสดุแห่งชาติ (เอ็มเทค) และบริษัท ๓ เอ็ม (ประเทศไทย) ในการให้ข้อมูล และช่วยเหลือในขั้นตอนการผลิตชิ้นงานในการศึกษานี้ และขอขอบคุณเจ้าหน้าที่ห้องปฏิบัติการวิจัยคณะทันตแพทยศาสตร์ มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์ ที่อำนวยความสะดวกในการใช้เครื่องมือ และติดต่อประสานงานการจัดหาวัสดุอุปกรณ์ในการทำงานวิจัยในครั้งนี้

เอกสารอ้างอิง

๑. Manicone PF, Rossi I, Lommetti P, Raffaelli L. An overview of zirconia ceramics: basic properties and clinical applications. *J Dent* 2007;35:819-26.
๒. Bindl A, Mormann WH. Marginal and internal fit of all-ceramic CAD/CAM crown-copings on chamfer preparations. *J Oral Rehabil* 2005;32:441-7.
๓. Naert I, Van der Donck A, Beckers L. Precision of fit and clinical evaluation of all-ceramic full restorations followed between 0.5 and 5 years. *J Oral Rehabil* 2005;32:51-7.
๔. Romeo E, Iorio M, Storelli S, Camandona M, Abati S. Marginal adaptation of full-coverage CAD/CAM restorations: in vitro study using a non-destructive method. *Minerva Stomatol* 2009;58:61-72.
๕. Karatasli O, Kursoglu P, Capa N, Kazazoglu E. Comparison of the marginal fit of different coping materials and designs produced by computer aided manufacturing systems. *Dent Mater J* 2011;30:97-102.
๖. Coli P, Karlsson S. Precision of a CAD/CAM technique for the production of zirconium dioxide copings. *Int J Prosthodont* 2004;17:577-80.
๗. Komine F, Iwai T, Kobayashi K, Matsumura H. Marginal and internal adaptation of zirconium dioxide ceramic copings and crowns with different finish line designs. *Dent Mater J* 2007;26:659-64.
๘. Rekow ED, Harsono M, Janal M, Thompson VP, Zhang G. Factorial analysis of variables influencing stress in all-ceramic crowns. *Dental materials: official publication of the Academy of Dental Materials* 2006;22:125-32.
๙. Rekow D, Thompson VP. Near-surface damage-a persistent problem in crowns obtained by computer-aided design and manufacturing. *Proc Inst Mech Eng H* 2005;219:233-43.
๑๐. Abduo J, Lyons K, Swain M. Fit of zirconia fixed partial denture: a systematic review. *J Oral Rehabil* 2010;37:866-76.
๑๑. Kokubo Y, Ohkubo C, Tsumita M, Miyashita A, Vult von Steyern P, Fukushima S. Clinical marginal and internal gaps of Procera AllCeram crowns. *J Oral Rehabil* 2005;32:526-30.
๑๒. Quintas AF, Oliveira F, Bottino MA. Vertical marginal discrepancy of ceramic copings with different ceramic materials, finish lines, and luting agents: an in vitro evaluation. *J Prosthet Dent* 2004;92:250-7.
๑๓. Tsukada G, Tanaka T, Kajihara T, Torii M, Inoue K. Film thickness and fluidity of various luting cements determined using a trial indentation meter. *Dental materials: official publication of the Academy of Dental Materials* 2006;22:183-8.

๑๔. Iwai T, Komine F, Kobayashi K, Saito A, Matsu-
mura H. Influence of convergence angle and
cement space on adaptation of zirconium
dioxide ceramic copings. *Acta Odontol Scand*
2008;66:214-8.
๑๕. Reich S, Wichmann M, Nkenke E, Proeschel P.
Clinical fit of all-ceramic three-unit fixed partial
dentures, generated with three different CAD/
CAM systems. *Eur J Oral Sci* 2005;113:174-9.
๑๖. Reich S, Kappe K, Teschner H, Schmitt J. Clinical
fit of four-unit zirconia posterior fixed dental
protheses. *Eur J Oral Sci* 2008;116:579-84.
๑๗. Beuer F, Naumann M, Gernet W, Sorensen JA.
Precision of fit: zirconia three-unit fixed dental
protheses. *Clin Oral Investig* 2009;13:343-9.
๑๘. Beuer F, Korczynski N, Rezac A, Naumann M,
Gernet W, Sorensen JA. Marginal and internal
fit of zirconia based fixed dental protheses
fabricated with different concepts. *Clin Cosmet
Investig Dent* 2010;2:5-11.
๑๙. Att W, Komine F, Gerds T, Strub JR. Marginal
adaptation of three different zirconium dioxide
three-unit fixed dental protheses. *J Prosthet
Dent* 2009;101:239-47.
๒๐. Dittmer MP, Borchers L, Stiesch M, Kohorst P.
Stresses and distortions within zirconia-fixed
dental protheses due to the veneering process.
Acta Biomater 2009;5:3231-9.
๒๑. Kohorst P, Brinkmann H, Dittmer MP, Borchers
L, Stiesch M. Influence of the veneering process
on the marginal fit of zirconia fixed dental pros-
theses. *J Oral Rehabil* 2010;37:283-91.
๒๒. McLean JW. Polycarboxylate cements. Five
years' experience in general practice. *Br Dent J*
1972;132:9-15.
๒๓. McLean JW, von Fraunhofer JA. The estimation
of cement film thickness by an in vivo tech-
nique. *Br Dent J* 1971;131:107-11.
๒๔. Song TJ, Kwon TK, Yang JH, Han JS, Lee JB, Kim
SH, et al. Marginal fit of anterior 3-unit fixed
partial zirconia restorations using different CAD/
CAM systems. *J Adv Prosthodont* 2013;5:219-25.
๒๕. Ishikiriama A, Oliveira Jde F, Vieira DF, Mondelli J.
Influence of some factors on the fit of cemented
crowns. *J Prosthet Dent* 1981;45:400-4.
๒๖. Tuntiprawon M, Wilson PR. The effect of cement
thickness on the fracture strength of all-ceramic
crowns. *Aust Dent J* 1995;40:17-21.
๒๗. Bornemann G, Lemelson S, Luthardt R. Innova-
tive method for the analysis of the internal 3D
fitting accuracy of Cerec-3 crowns. *Int J Comput
Dent* 2002;5:177-82.

Abstract

A comparison of marginal fit and internal gap of MTEC and Lava CAD/CAM zirconia crowns, *in vitro*

Nantawan Krajangta*, Lertrit Sarinnaphakorn**

* Department of Operative Dentistry, Faculty of Dentistry, Thammasat University

** Department of Prosthodontic, Faculty of Dentistry, Thammasat University

Corresponding author: Asist. Prof. Nantawan Krajangta Department of Operative Dentistry, Faculty of Dentistry, Thammasat University Telephone: 02-9869051 Fax: 029869205 Email: knantawa@gmail.com

Introduction: The National Metal and Materials Technology Center (MTEC), Thailand was recently introduced the dental computer aided design and computer aided manufacturing (CAD/CAM) zirconia ceramic. The important factor for the success of the restoration is marginal and internal gap. Therefore, the aim of this study was to compare marginal fit and internal gaps of zirconia coping made by MTEC and LavaTM system.

Method: 40 upper first premolars were prepared for zirconia crowns and randomly assigned to either MTEC or LavaTM system, 20 each. CAD/CAM zirconia substructures were fabricated and cemented with corresponding tooth. To assess the marginal and internal fit, the cemented zirconia substructures were sectioned buccolingually and mesiodistally. Seven gap reference points (2 points of marginal gap, 2 points of axial internal gap and 3 points of occlusal internal gap) of each surface of section were evaluated under stereomicroscope (80X).

Result: The mean \pm S.D. for the marginal fit, axial internal gap and occlusal internal gap were: 96.06 ± 28.85 , 77.38 ± 26.13 and 234 ± 67.61 μm for MTEC group, and 85.51 ± 36 , 61.99 ± 16.57 and 211.42 ± 89.65 μm for LavaTM system.

Discussion and Conclusion: T-test showed no significant differences between groups for marginal fit and occlusal internal gap but there was significant differences between groups for axial internal gap.

Key words: CAD/CAM, Internal gap, Marginal fit, Zirconia crown