

ความแข็งแรงยึดติดและสีของครอบฟันเซรามิกหลังยึดด้วยซีเมนต์บนหลักยึดเซอรโคเนีย

พีรยา หล่อสีฟ้า* มะลิ พลาบุเวช**

บทคัดย่อ

วัตถุประสงค์: เพื่อศึกษาค่าความแข็งแรงยึดติดและสีของครอบฟันเซรามิก 2 ชนิด หลังยึดด้วยซีเมนต์ชนิดต่างๆบนหลักยึดเซอรโคเนีย

วัสดุอุปกรณ์และวิธีการ: สร้างครอบฟันเซรามิกชนิดลิเทียมไดซิลิเกต (ไอพีเอส อีแม็ค แคด) 30 ชั้น ครอบฟันเซอรโคเนีย (อินคอริส ทีแซดโอ) 30 ชั้น และหลักยึดเซอรโคเนีย (ลาวาพลัส ไฮ ทรานส์ลูเซ็นซี) 60 ชั้น ด้วยกระบวนการแคด/แคม สร้างชิ้นงานโดยยึดครอบฟันกับหลักยึดโดยใช้ซีเมนต์ 3 ชนิด (ซูเปอร์บอนด์ซี แอนด์บีซีไอ รีไลย์เอ็กซ์ลูตติ้งทู และซิสเต็มลิงคัสไอ) วัดสีของครอบฟันก่อนและหลังยึดด้วยซีเมนต์ด้วยเครื่องสเปกโตรโฟโตมิเตอร์เพื่อประเมินค่าความเปลี่ยนแปลงสีของครอบฟัน และหาค่าความแข็งแรงยึดติดด้วยการทดสอบแรงดึง เปรียบเทียบค่าความเปลี่ยนแปลงสีด้วยสถิติการจำแนกความแปรปรวนแบบสองทางและวิธีทดสอบของทูเกีย และเปรียบเทียบความแข็งแรงยึดติดด้วยสถิติการวิเคราะห์ความแปรปรวนร่วมและวิธีบอนเฟอร์โรนี ที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 99

ผลการทดลอง: ค่าเฉลี่ยความเปลี่ยนแปลงสี ได้แก่ ซูเปอร์บอนด์ซีแอนด์บี (ไอพีเอส อีแม็ค แคด 1.65 ± 0.30 เซอรโคเนีย 1.66 ± 0.48) รีไลย์เอ็กซ์ลูตติ้งทู (ไอพีเอส อีแม็ค แคด 2.43 ± 0.63 เซอรโคเนีย 1.94 ± 0.71) และซิสเต็มลิงคัส (ไอพีเอส อีแม็ค แคด 0.74 ± 0.18 เซอรโคเนีย 0.69 ± 0.28) โดยรีไลย์เอ็กซ์ลูตติ้งทูมีความเปลี่ยนแปลงสีสูงสุดอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.01$) ค่าเฉลี่ยความแข็งแรงยึดติดหลังปรับด้วยตัวแปรร่วม (เมกะปาสคาล) ได้แก่ ซูเปอร์บอนด์ซีแอนด์บี (ไอพีเอส อีแม็ค แคด 8.14 เซอรโคเนีย 10.15) รีไลย์เอ็กซ์ลูตติ้งทู (ไอพีเอส อีแม็ค แคด 0.73 เซอรโคเนีย 0.61) และซิสเต็มลิงคัส (ไอพีเอส อีแม็ค แคด 0.44 เซอรโคเนีย -0.08) โดยซูเปอร์บอนด์ซีแอนด์บีมีค่าเฉลี่ยความแข็งแรงยึดติดสูงสุดอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.01$)

บทสรุป: การเปลี่ยนแปลงของสีครอบฟันหลังยึดด้วยซีเมนต์ทั้ง 3 ชนิด มีค่าที่ยอมรับได้ทางคลินิก และซูเปอร์บอนด์ซีแอนด์บีมีค่าความแข็งแรงยึดติดสูงสุด

คำสำคัญ: หลักยึดเซอรโคเนีย ค่าความเปลี่ยนแปลงของสี ความแข็งแรงยึดติด ครอบฟันลิเทียมไดซิลิเกต ครอบฟันไอพีเอส อีแม็ค แคด ครอบฟันเซอรโคเนีย

*นิสิตปริญญาโท ทันตแพทย์, หลักสูตรวิทยาศาสตร์มหาบัณฑิต สาขาทันตกรรมคลินิก(ทันตกรรมประดิษฐ์) คณะทันตแพทยศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ เลขที่ 114 สุขุมวิท 23 เขตวัฒนา กรุงเทพมหานคร 10110, โรงพยาบาลโนนสูง เลขที่ 182 ต.โนนสูง อ.โนนสูง จ.นครราชสีมา 30160

**ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ภาควิชาทันตกรรมอนุรักษ์และทันตกรรมประดิษฐ์ คณะทันตแพทยศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ เลขที่ 114 สุขุมวิท 23 เขตวัฒนา กรุงเทพมหานคร 10110

Retentive strength and color of cemented ceramic crown on zirconia abutment

Phiraya Lolilaha* Mali Palanuwech**

Abstract

Objective: The purpose of this study was to investigate retentive strength and total color difference of three different types of cement between two ceramic crowns and zirconia abutment.

Material and methods: 30 lithium disilicate crowns (IPS e.max CAD), 30 zirconia crowns (inCoris TZI) and 60 zirconia abutments (Lava Plus high translucency) were fabricated by CAD/CAM. Each specimen was made by cementation one crown into one abutment. There were three cements; Superbond C&B/clear (CB), RelyX luting 2 (RX2), and Systemp.link/clear (SL) were used. To evaluate the total color difference (ΔE) before and after cementation, each specimen was measured using a spectrophotometer. To evaluate the mean retentive strength (MRS), each specimen was measured using a pull-out test. The mean ΔE were calculated using 2-way ANOVA and a Tukey's test. The MRS were calculated using ANCOVA and a Bonferroni test ($p < 0.01$).

Result: The results showed that the mean ΔE were CB (e.max 1.65 ± 0.30 , zir 1.66 ± 0.48), RX2 (e.max 2.43 ± 0.63 , zir 1.94 ± 0.71) and SL (e.max 0.74 ± 0.18 , zir 0.69 ± 0.28). RX2 had the highest ΔE values ($p < 0.01$). The MRS (MPa), after adjustment with the covariate were CB (e.max 8.14, zir 10.15), RX2 (e.max 0.73, zir 0.61) and SL (e.max 0.44, zir -0.08). CB had the highest MRS ($p < 0.01$).

Conclusion: The total color difference of ceramic crown after cementation with 3 types of cement were clinically acceptable. CB had the highest level of MRS.

Keywords: Zirconia abutment, Total color difference, Retentive strength, Lithium disilicate crown, IPS e.max CAD crown, Zirconia crown

***Postgraduated student, Dentist, Master of Science Program in Clinical Dentistry (Prosthodontics), Faculty of Dentistry, Srinakharinwirot University, 114 Sukhumvit 23 Rd, Wattana, Bangkok 10110, Thailand. and Non Sung Hospital, 182, Non Sung, Non Sung, Nakhon Ratchasima 30160, Thailand.*

***Assistant Professor, Department of Conservative Dentistry and Prosthodontics, Faculty of Dentistry, Srinakharinwirot University, 114 Sukhumvit 23 Rd, Wattana, Bangkok 10110 Thailand.*

บทนำ

การรักษาทางเลือกในการทดแทนฟันที่สูญเสียไปหนึ่งซี่ คือ การรักษาด้วยรากเทียม ตั้งแต่ปี 1993 จนถึงปัจจุบัน มีการรายงานถึงอัตราการอยู่รอด (Survival rate) ด้วยรากเทียมทดแทนฟันซี่เดียวเป็นจำนวนมาก Haas และคณะ (1) รายงานการศึกษาในรากเทียมทดแทนฟันซี่เดียว เมื่อเวลาผ่านไป 6 ปีพบว่าอัตราการอยู่รอดร้อยละ 96.3 ในปี 2005 Fugazzotto (2) พบว่าเมื่อเวลาผ่านไป 133 เดือน ในชากรรไกรบนรากเทียมมีอัตราการอยู่รอดร้อยละ 97.2 และในชากรรไกรล่างมีอัตราการอยู่รอดร้อยละ 97.4 การศึกษาของ Guo และคณะ (3) ในปี 2015 พบว่าเมื่อเวลาผ่านไป 1 ปี มีอัตราการอยู่รอดร้อยละ 98.8 และเมื่อเวลาผ่านไป 5 ปี มีอัตราการอยู่รอดร้อยละ 93.9 การศึกษาของ Teichmann และคณะ (4) ในปี 2017 พบว่าเมื่อติดตามผลการรักษาในระยะเวลา 10 ปี รากเทียมมีอัตราการอยู่รอด ร้อยละ 93.8

รากเทียมรองรับวัสดุบูรณะ (Implant-supported restoration) แบ่งตามการยึดชิ้นงานเป็น 2 ชนิด คือ สกรูยึดชิ้นงานบูรณะบนรากเทียม และซีเมนต์ยึดชิ้นงานบูรณะบนรากเทียม (5) ข้อจำกัดของสกรูยึดชิ้นงานบูรณะบนรากเทียม คือ การคลายเกลียวสกรู ซีเมนต์ยึดชิ้นงานบูรณะบนรากเทียมมีข้อดี คือ ความสวยงาม ขั้นตอนการทำงานในคลินิกและห้องปฏิบัติการง่าย ไม่มีช่องเปิดทางสำหรับรูสกรู (Screw access opening) ที่บริเวณพื้นผิวด้านสบฟัน (Occlusal surface) หรือพื้นผิวด้านลิ้น (Lingual surface) ของชิ้นงานบูรณะบนรากเทียมทำให้ปรับแรงสบฟันให้ลงตามแนวแกนรากเทียมได้อย่างเหมาะสม มีค่าใช้จ่ายต่ำ และสามารถใช้ในกรณีที่รากเทียมฝังตำแหน่งไม่เหมาะสม (6-7) ข้อจำกัดของซีเมนต์ยึดชิ้นงานบูรณะบนรากเทียมคือ ค่าการยึดอยู่ (Retention) ขึ้นกับชนิดของซีเมนต์ ซีเมนต์ส่วนเกินส่งผลเสียต่ออวัยวะบริทัศน์ และซ่อมแซมยาก (8)

วัสดุที่นิยมใช้ทำหลักยึดของรากเทียมได้แก่ ไทเทเนียม (Titanium) เหล็กกล้าไร้สนิม (Stainless steel) โลหะหล่อผสมทอง (Cast-gold alloy) เซอร์โคเนีย (Zirconia) และ/หรือโพลีเอเธอร์อีเทอร์คีโตน (Polyether

ether ketone/PEEK) วัสดุแต่ละชนิดมีกลสมบัติแตกต่างกันไป หลักยึดเซอร์โคเนียเป็นหลักยึดที่นิยมใช้ในบริเวณที่ต้องการความสวยงาม โดยเฉพาะบริเวณฟันหน้าบนที่มีเหงือกชนิดไบโอไทป์บาง (Thin gingival biotype) (9) หลักยึดแบ่งได้เป็นหลักยึดสำเร็จรูป (Prefabricated abutment) และ/หรือหลักยึดเฉพาะบุคคล (Customized abutment) มีการใช้เทคโนโลยีแคด/แคม (CAD/CAM, Computer aided design/Computer aided manufacture) เพื่อสร้างหลักยึดเฉพาะบุคคลด้วยวัสดุชนิดต่างๆ การทดแทนฟันที่สูญเสียไปบริเวณฟันหน้าด้วยรากเทียมด้วยวัสดุชนิดเซรามิกล้วน (All-ceramic) เพื่อหวังผลของความสวยงามสูงสุดต้องคำนึงปัจจัยหลายประการ เนื่องจากชนิดของเซรามิก องค์ประกอบ ความโปร่งแสง การเลือกสีความหนาของเซรามิก ความหนาของซีเมนต์ชนิดของซีเมนต์ที่เลือกใช้ รวมทั้งสีของฟันหลักหรือหลักยึดเป็นปัจจัยที่ส่งผลต่อการเปลี่ยนแปลงของสีของเซรามิก (10-11) การใช้เครื่องวัดสี เช่น เครื่องสเปกโตรโฟโตมิเตอร์ (Spectrophotometer) ใช้วัดสีของวัสดุ โดยแปรผลเป็นระบบซีไออี (Commission Internationale de l'Eclairage, CIE) ค่าตัวเลขที่วัดได้มาคำนวณหาค่าความเปลี่ยนแปลงของสี (Total color difference, ΔE) และใช้เปรียบเทียบการเปลี่ยนแปลงของสีในวัสดุ การศึกษาพบว่าค่าความเปลี่ยนแปลงของสีมากกว่า 3.30 แสดงถึงการเปลี่ยนแปลงของสีอย่างชัดเจนและไม่สามารถยอมรับทางคลินิก (12-15)

ซีเมนต์ที่ใช้ยึดชิ้นงานบูรณะบนหลักยึดในปัจจุบันแบ่งเป็นซีเมนต์ยึดชั่วคราว (Provisional cement) และซีเมนต์ยึดถาวร (Permanent cement) การศึกษาแนะนำให้ใช้ซีเมนต์ยึดชั่วคราวเนื่องจากสามารถถอดชิ้นงานบูรณะออกมาซ่อมแซมได้ง่ายมีข้อเสียคือความทนแรงดึง (Tensile strength) ต่ำและมีการละลายตัวสูงซีเมนต์ยึดถาวรได้แก่ ซิงก์ฟอสเฟตซีเมนต์ (Zinc phosphate cement) ซิงก์โพลีคาร์บอกซีเลตซีเมนต์ (Zinc polycarboxylate cement) กลาสไอโอโนเมอร์ซีเมนต์ (Glass ionomer cement) และเรซินซีเมนต์ชนิดเซลฟ์แอดฮีซีฟ (Self-adhesive resin cements) มีข้อดี คือ มีกลสมบัติดีและมีสีให้เลือกใช้ (16-17)

การยึดติดระหว่างผิวของเซรามิกชนิดที่มีซิลิกา เป็นองค์ประกอบพื้นฐานกับเรซินซีเมนต์เกิดการยึดติดเชิงกลในระดับจุลภาค (Micromechanical interlocking) ผ่านการปรับสภาพผิวโดยการไฮโดรฟลูออริก (Hydrofluoric acid) และการยึดติดด้วยพันธะเคมี (Chemical bonding) ด้วยกระบวนการไซเลนไนเซชัน (Silanization) (18-19) เซอร์โคเนียนิยมใช้การเป่าทรายเพื่อปรับสภาพพื้นผิวก่อนการยึดติด เพื่อทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงรูปร่างหรือวัฏภาค (Phase transformation) จากเททราโกนอล (Tetragonal) เป็นมอโนคลินิก (Monoclinic) ที่พื้นผิววัสดุ เป็นการเพิ่มพื้นที่ผิว (Surface area) เพิ่มพลังงานพื้นที่ผิว (Surface energy) และเพิ่มความสามารถของการเปียก (Wettability) ให้กับวัสดุบูรณะซึ่งทำให้ผลการยึดติดระยะยาวประสบความสำเร็จมากยิ่งขึ้น มีข้อเสีย คือ อาจทำให้เกิดรอยร้าวขนาดเล็กที่พื้นผิว (Surface microcracks) และลดความแข็งแรงรวมทั้งลดการทนความเค้นต่อความต้านทานการแตกหัก (Fracture toughness) (20) การเพิ่มแรงยึดให้กับเซอร์โคเนียด้วยการใช้ไพรเมอร์ หรือ เรซินซีเมนต์ที่มีสารประกอบหมู่โพร์เมทา (4-methacryloyloxyethyl trimellitate anhydride; 4-META) หรือ เท็นเอ็มดีพี (10-methacryloyloxydecyl dihydrogen phosphate; 10-MDP) ทำหน้าที่เป็นสารคู่ควบ (Coupling agents) พบว่าให้ค่าความแข็งแรงยึดติดสูงเนื่องจากเกิดพันธะเคมีกับเซอร์โคเนีย นอกจากนี้การใช้เซอร์โคเนียไพรเมอร์ (Zirconia primer) ร่วมกับเรซินซีเมนต์ให้แรงยึดติดดีและใช้งานง่ายทางคลินิกและไม่ทำลายพื้นผิวของหลักยึดรากเทียม (21-23)

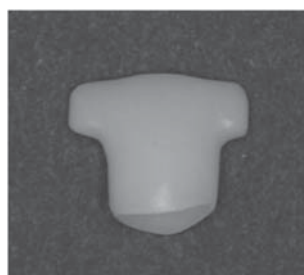
กลาสส์ไอโอโนเมอร์ซีเมนต์ชนิดดัดแปรด้วยเรซินใช้เวลาอย่างน้อยหรือมากกว่า 24 ชั่วโมงเพื่อเกิดการบ่มตัวอย่างสมบูรณ์ (24) สามารถเกิดพันธะเคมีกับพื้นธรรมชาติและวัสดุบูรณะที่เป็นโลหะ การยึดติดระหว่างกลาสส์ไอโอโนเมอร์ซีเมนต์ชนิดดัดแปรด้วยเรซินกับเซรามิกสามารถเพิ่มแรงยึดได้โดยการปรับสภาพพื้นผิวเพื่อเพิ่มการยึดติดเชิงกล (25) การศึกษาของ Sellers และคณะ (26) ศึกษาค่าความแข็งแรงยึดติดระหว่างหลักยึดเซอร์โคเนียกับครอบฟันเซรามิกชนิดลิเทียมไดซิลิเกตที่มีการปรับสภาพพื้นผิวด้วยการเป่าทรายร่วมกับการกัดด้วยกรดไฮโดรฟลูออริก พบว่าค่าความแข็งแรงยึดติดของกลาสส์ไอโอโนเมอร์ซีเมนต์ และกลาสส์

ไอโอโนเมอร์ซีเมนต์ชนิดดัดแปรด้วยเรซินน้อยกว่ากลุ่มเรซินซีเมนต์แต่มากกว่ากลุ่มซีเมนต์ยึดชั่วคราว

จากการศึกษาของ Tarica และคณะ ในปี 2010 (27) พบว่าทันตแพทย์ส่วนใหญ่นิยมใช้กลาสส์ไอโอโนเมอร์ซีเมนต์ชนิดดัดแปรด้วยเรซิน (Resin modified glass ionomer cement) เนื่องจากใช้งานง่าย มีคุณสมบัติการยึดติดดี และมีการละลายตัวต่ำ เมื่อเปรียบเทียบกับกลุ่มเรซินซีเมนต์ที่กำจัดซีเมนต์ส่วนเกินได้ยาก ดังนั้นจึงพบว่าซีเมนต์ส่วนเกินมากกว่าเมื่อเปรียบเทียบกับกลาสส์ไอโอโนเมอร์ซีเมนต์ชนิดดัดแปรด้วยเรซินและซิงก์ฟอสเฟตซีเมนต์ (27-28) วัตถุประสงค์ของการศึกษานี้ คือ ศึกษาค่าความเปลี่ยนแปลงของสี และค่าความแข็งแรงยึดติดของซีเมนต์แต่ละชนิดระหว่างครอบฟันเซรามิก 2 ชนิด และหลักยึดเซอร์โคเนีย

วัสดุอุปกรณ์และวิธีการ

แต่งซี่ฟันให้เป็นลักษณะหลักยึดฟันตัดหน้าบนซี่ข้างซ้าย (Upper left lateral incisor) เพื่อรองรับครอบฟัน จากนั้นเติมซี่ฟันให้มีบ่ายื่นออกมาทางด้านข้างทั้งสองข้าง เพื่อยึดกับเรซินอะคริลิก (Acrylic resin) สแกนหลักยึดด้วยกระบวนการแคด/แคม โดยใช้เครื่องกราดวิเคราะห์ (Scanner) ซีเรค ออมนิแคม (CEREC Omnicam, Sirona, Germany) ออกแบบครอบฟันโอพีเอส อีแม็ค แคด และครอบฟันเซอร์โคเนียด้วยซอฟต์แวร์ช่วยออกแบบ (Design software) ซีเรคซอฟต์แวร์สี่จุดสี่ (CEREC software 4.4, Sirona, Germany) และสร้างบ่ายื่นออกมาทางด้านข้างจากบริเวณปลายฟันทั้ง 2 ข้าง (รูปที่ 1) เพื่อใช้ยึดกับอุปกรณ์กำหนดตำแหน่งของครอบฟันเมื่อนำไปทดสอบกับเครื่องทดสอบวัสดุสากล (Universal testing machine, Shimadzu, EZtest, Japan)



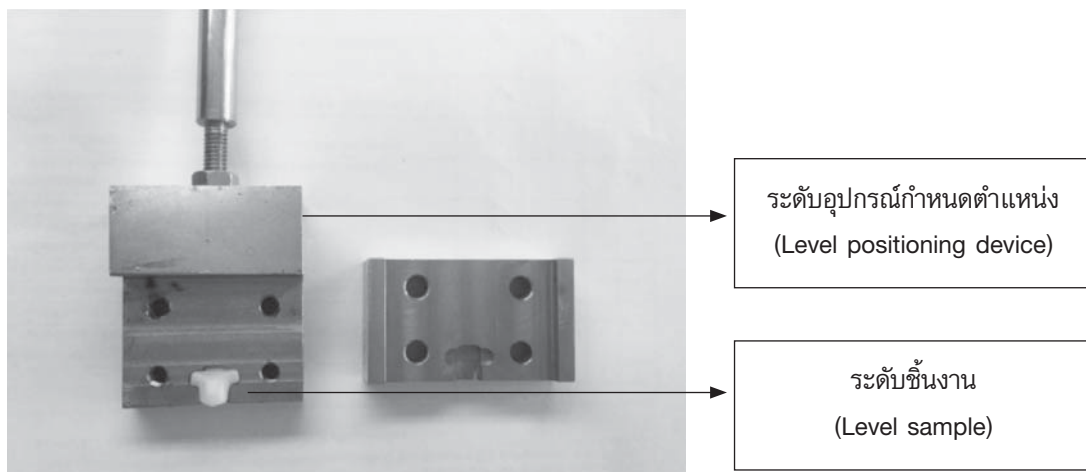
รูปที่ 1 ลักษณะครอบฟันเซอร์โคเนียด้านใกล้ริมฝีปาก
Fig 1. Labial surface of zirconia crown.

ชั้นรูปหลักยึดเซอรโคเนียชนิดลาวาพลัส ไฮทรานส์ ลูเซินซ์ (Lava™ Plus High Translucency, 3M ESPE, USA) สีเอสอง (A2) จำนวน 60 ชิ้น และครอบฟันเซอรโคเนียชนิดอินคอร์ริส ทีแซดโอ (inCoris TZI, Sirona, Germany) สีเอสอง จำนวน 30 ชิ้นด้วยเครื่องกลึงชั้นรูปชั้นงานซีเรค อินแลป เอ็มซี เอ็กซ์ไฟว์ (CEREC inLab MC X5 milling system, Sirona, Germany) และชั้นรูปครอบฟันไอพีเอส อีแม็ค แคด (IPS e.max CAD, Ivoclar vivadent, Liechtenstein) ชนิดแสงผ่านได้น้อย (Low translucent/LT) สีเอสอง จำนวน 30 ชิ้นด้วยเครื่องกลึงซีเรค อินแลป เอ็มซี เอ็กซ์แอล (CEREC inLab MC XL milling system, Sirona, Germany) ทำความสะอาดพื้นผิวของหลักยึดและพื้นผิวด้านในของครอบฟันด้วยเครื่องอัลตราโซนิค (Ultrasonic cleaner) นาน 10 นาที เป่าลมให้แห้ง นำหลักยึดเซอรโคเนียฝังลงในท่อพีวีซี (Polyvinyl chloride; PVC) แบบดัดแปลงโดยใช้เครื่องสำรวจความขนาน (Surveyor) กำหนดตำแหน่งที่ฝังหลักยึด

สวมครอบฟันบนหลักยึดเพื่อวัดสีของครอบฟันก่อนยึดด้วยซีเมนต์โดยใช้เครื่องสเปกโทรโฟโต-มิเตอร์ชนิดวีต้า อีซีแฉดไฟว์ (Vita Easyshade V, Germany)

ทำการสอบเทียบเครื่องมือ วัดสีครอบฟันในกึ่งกลางฟิล์ม (Film) ที่ตำแหน่งกึ่งกลางของส่วนกลางฟัน (Central zone of the middle third) บนผิวฟันด้านริมฝีปากโดยใช้ซิลิโคนชนิดบีนได้สร้างแบบกำหนดตำแหน่งที่วัดสีฟัน บันทึกค่า L^* a^* และ b^*

นำชิ้นงานมาทดสอบกับเครื่องทดสอบวัสดุสากล โดยใช้อุปกรณ์กำหนดตำแหน่งของครอบฟันกับเครื่องทดสอบวัสดุชนิดสากล (รูปที่ 2) ทำการทดสอบด้วยแรงดึง (Pull-out test) เพื่อหาแรงดึงของครอบฟันก่อนยึดด้วยซีเมนต์ ทำการสอบเทียบเครื่องมือ ตั้งค่าความเร็วหัวทดสอบ 0.5 มิลลิเมตรต่อวินาที วัดแรงดึงที่ทำให้ครอบฟันหลุดจากหลักยึด หาค่าความแข็งแรงยึดติดหน่วยเป็นเมกะปาสคาล (Megapascal) ได้โดยนำแรงดึงหารด้วยพื้นที่ผิวของหลักยึด โดยคำนวณพื้นที่ผิวหลักยึดจากเครื่องวิเคราะห์ความหนาแน่นตัวอย่างแบบโทโมกราฟีชนิดสกายสแกน (29-30) (Micro-CT Scan; Skyscan 1173, Skyscan, Belgium) ร่วมกับซอฟต์แวร์ช่วยวิเคราะห์ซีทีอะนาไลเซอร์ (CT-Analyzer software 1.16.1.0, Skyscan, Belgium) ได้พื้นที่ผิวของหลักยึดเท่ากับ 57.12 ตารางมิลลิเมตร



รูปที่ 2 อุปกรณ์กำหนดตำแหน่งของครอบฟันเมื่อนำไปทดสอบกับเครื่องทดสอบวัสดุชนิดสากล
Fig 2. Positioning device of crowns while testing with universal testing machine.

แบ่งหลักยึดเซอรโคเนียเป็น 2 กลุ่ม ๆ ละ 30 ชิ้น สุ่มตัวอย่างโดยวิธีการสุ่มอย่างง่าย (Simple random sampling) กลุ่มที่ 1 ยึดกับครอบฟันโอพีเอส อีแม็ค แคด 30 ชิ้น กลุ่มที่ 2 ยึดกับครอบฟันเซอรโคเนีย 30 ชิ้น และแบ่งเป็น 3 กลุ่มย่อย กลุ่มย่อยละ 10 ชิ้น กลุ่มย่อยที่ 1 ยึดด้วยซีเมนต์ยึดชั่วคราวซิสเต็มลิงค์ ลีส์ (Systemp®. link, Ivoclar Vivadent, USA) กลุ่มย่อยที่ 2 ยึดด้วยกลาสส์ไอโอโนเมอร์ซีเมนต์ชนิดดัดแปรด้วยเรซินรีไลย์ เอ็กซ์ลูตติ้งทู (RelyX™ Luting 2, 3M ESPE, USA) และกลุ่มย่อยที่ 3 ยึดด้วยเรซินซีเมนต์ชนิดซูเปอร์บอนด์ ซีแอนด์บี ลีส์ (Superbond C&B®, Sun medical, Japan)

$$\Delta E = [(L \cdot \text{cement}_L \cdot \text{air})^2 + (a \cdot \text{cement}_a \cdot \text{air})^2 + (b \cdot \text{cement}_b \cdot \text{air})^2]^{1/2}$$

แปรผลทางสถิติจากค่าความเปลี่ยนแปลงของสี โดยใช้โปรแกรมคำนวณทางสถิติเอสพีเอสเอส (SPSS) รุ่น 22 (IBM, New York, USA) สถิติที่ใช้ทดสอบคือ การจำแนกความแปรปรวนแบบสองทาง (2-way ANOVA) และเปรียบเทียบความแตกต่างระหว่างกลุ่มด้วยวิธีทดสอบของทูกีย์ (Tukey's test) ที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 99 ($p < 0.01$) จากนั้นหาค่าความแข็งแรงยึดติดหลังยึดครอบฟันด้วยซีเมนต์ด้วยวิธีการเดียวกันกับก่อนยึดครอบฟันด้วยซีเมนต์ นำข้อมูลมาวิเคราะห์ทางสถิติด้วยการวิเคราะห์ความแปรปรวนร่วม (Analysis of covariance; ANCOVA) และเปรียบเทียบความแตกต่างระหว่างกลุ่มด้วยวิธีบอนเฟอร์โรนี (Bonferroni test) ที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 99 ($p < 0.01$)

นำชิ้นทดสอบส่องด้วยกล้องจุลทรรศน์แบบใช้แสง (Light microscope, SZ-CTV, Olympus, Japan) เพื่อศึกษาลักษณะความล้มเหลวบริเวณแตกหัก (Mode

of failure) โดยจำแนกเป็น 4 ลักษณะ ดัดแปลงจากการศึกษาของ Yang และคณะ (31) ได้แก่ การแตกหักบริเวณรอยต่อระหว่างหลักยึดและซีเมนต์ไม่ต่ำกว่าร้อยละ 80 ของพื้นที่บริเวณแตกหัก (Adhesive failure at the abutment-cement interface) การแตกหักบริเวณรอยต่อระหว่างซีเมนต์และครอบฟันไม่ต่ำกว่าร้อยละ 80 ของพื้นที่บริเวณแตกหัก (Adhesive failure at the cement-crown interface) การแตกหักในหลักยึด/ซีเมนต์/ครอบฟัน ไม่ต่ำกว่าร้อยละ 80 ของพื้นที่บริเวณแตกหัก (Cohesive failure) และการแตกหักแบบผสม (Mixed failure) คือ มีการแตกหักบริเวณรอยต่อระหว่างหลักยึดและซีเมนต์ หรือ การแตกหักบริเวณรอยต่อระหว่างซีเมนต์และครอบฟัน ร่วมกับการแตกหักในหลักยึด/ซีเมนต์/ครอบฟัน บันทึกค่าที่ได้และนำข้อมูลมาวิเคราะห์ทางสถิติโดยแปรผลเป็นร้อยละ

ผลการทดลอง

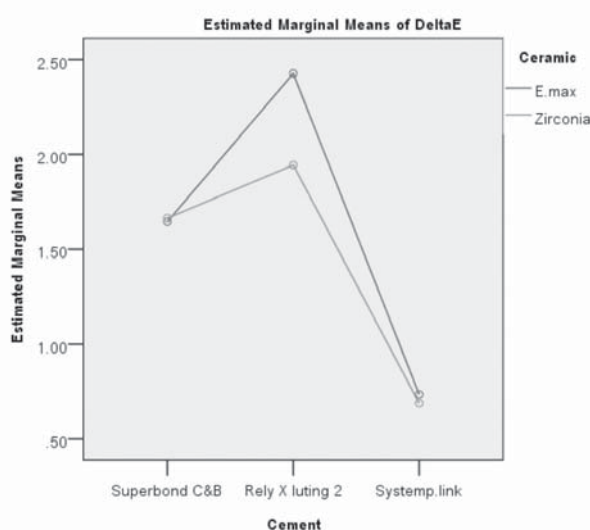
1. การวิเคราะห์ข้อมูลค่าความเปลี่ยนแปลงของสี

ตารางที่ 1 ค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของค่าความเปลี่ยนแปลงของสีจำแนกตามชนิดของซีเมนต์และเซรามิก

Table 1. Mean and standard deviation of total color difference, classified according to type of cement and ceramic.

Ceramic	E.max	Zirconia	Estimate
Cement			mean
Superbond C&B	1.65±0.30	1.66±0.48	1.66
RelyX luting 2	2.43±0.63	1.94±0.71	2.19
Systemp.link	0.74±0.18	0.69±0.28	0.71
Estimate mean	1.60	1.43	

ตารางที่ 1 แสดงค่าเฉลี่ยความเปลี่ยนแปลงของสีในครอบฟันโอพีเอส อีแม็ค แคด และครอบฟันเซอรโคเนียเรียงลำดับจากน้อยไปมาก ได้แก่ ซิสเต็มลิงค์ ซูเปอร์บอนด์ซีแอนด์บี และรีเลย์เอ็กซ์ลูตติ้งทู ตามลำดับ และจากการทดสอบปฏิสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรซีเมนต์และเซรามิกพบว่าไม่มีปฏิสัมพันธ์กันระหว่างตัวแปร (รูปที่ 3)



รูปที่ 3 กราฟแสดงปฏิสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรซีเมนต์ และเซรามิกของการวิเคราะห์ค่าความเปลี่ยนแปลงของสี

Fig 3. Graph showed interaction between cement and ceramic in analysis of total color difference.

เมื่อทดสอบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยความเปลี่ยนแปลงของสีของซีเมนต์ทั้ง 3 พบว่าทุกชนิดของ

ซีเมนต์มีค่าเฉลี่ยความเปลี่ยนแปลงของสีแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.01$)

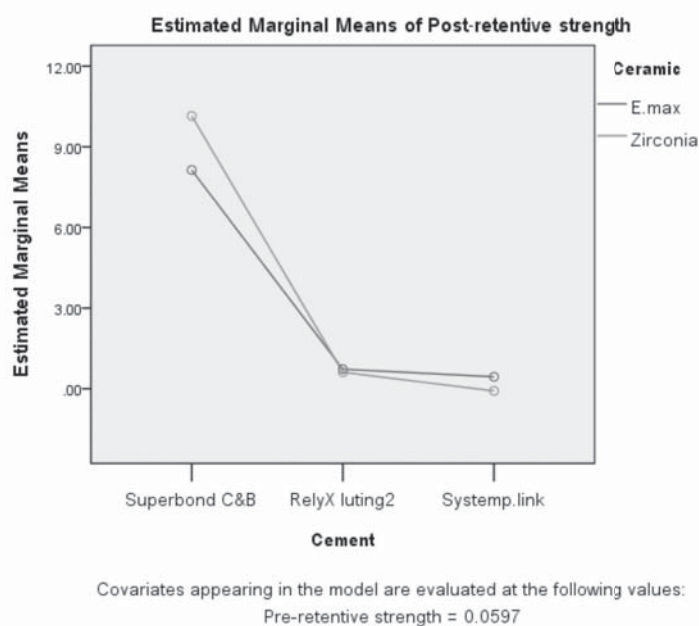
2. การวิเคราะห์ข้อมูลค่าความแข็งแรงยึดติดและความล้มเหลวบริเวณแตกหัก

ตารางที่ 2 ค่าเฉลี่ยความแข็งแรงยึดติดหลังปรับ (Adjusted mean of retentive strength) จำแนกตามชนิดของซีเมนต์ และเซรามิก เมื่อใช้ค่าความแข็งแรงยึดติดก่อนซีเมนต์เป็นตัวแปรร่วม

Table 2. Adjusted Mean of retentive strength (MPa), classified according to type of cement and ceramic when using the retentive strength of pre-cementation as covariance.

Cement	Ceramic	Adjusted mean of retentive strength (MPa)	SE
Superbond C&B	E.max	8.14	0.423
	Zirconia	10.15	0.423
RelyX luting 2	E.max	0.73	0.452
	Zirconia	0.61	0.433
Systemp.link	E.max	0.44	0.433
	Zirconia	-0.08	0.449

ค่าเฉลี่ยความแข็งแรงยึดติดในครอบฟันไอพีเอส อีแม็ค แคด และครอบฟันเซอร์โคเนียเรียงลำดับจากมากไปน้อย ได้แก่ ซุปเปอร์บอนด์ซีแอนด์บี รีไลเอ็กซ์ลูตติ้งทู และซิสเต็มลิงค์ ตามลำดับดังตารางที่ 2



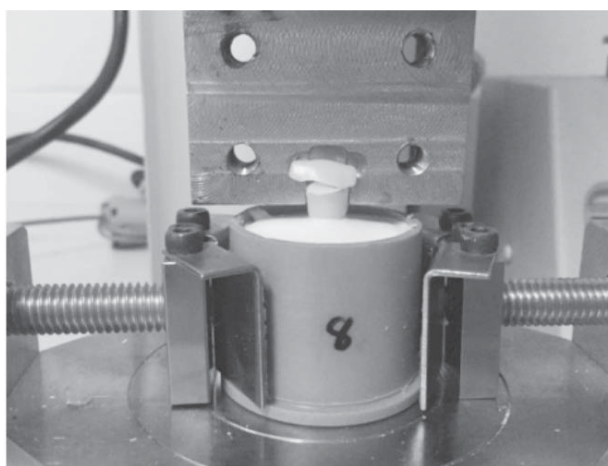
รูปที่ 4 กราฟแสดงปฏิสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรซีเมนต์ และเซรามิก ของการวิเคราะห์ค่าความแข็งแรงยึดติด
Fig 4. Graph showed interaction between cement and ceramic in analysis of retentive strength.

จากกราฟแสดงปฏิสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรซีเมนต์และเซรามิก (รูปที่ 4) เมื่อพิจารณาอิทธิพลหลักพบว่า ชนิดของซีเมนต์มีอิทธิพลต่อค่าเฉลี่ยความแข็งแรงยึดติดอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.01$) เมื่อทดสอบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยความแข็งแรงยึดติดหลังปรับของซีเมนต์ทั้ง 3 ชนิด พบว่า ซุปเปอร์บอนด์ซีแอนด์บีมี

ค่าเฉลี่ยความแข็งแรงยึดติดหลังปรับแตกต่างกับรีไลย์เอ็กซ์ลุตติ้งทู และซิสเต็มลิงค์อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.01$) ขณะที่รีไลย์เอ็กซ์ลุตติ้งทู มีค่าเฉลี่ยความแข็งแรงยึดติดหลังปรับไม่แตกต่างกับซิสเต็มลิงค์อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.01$)

ตารางที่ 3 ลักษณะความล้มเหลวบริเวณแตกหักของครอบฟันไอพีเอส อีแม็ค แคด และครอบฟันเซอร์โคเนีย
Table 3. Mode of failure of IPS e.max CAD and zirconia crowns.

Mode of failure	Ceramic	Superbond C&B	RelyX luting 2	Systemp.link
		Adhesive at the abutment-cement interface	E.max	0
	Zirconia	0	0	1
Adhesive at the cement-crown interface	E.max	0	0	0
	Zirconia	0	0	4
Cohesive	E.max	10	10	2
	Zirconia	10	10	5



รูปที่ 5 การแตกหักในครอบฟันของครอบฟันไอพีเอส อีแม็ค แคดในกลุ่มซุปเปอร์บอนด์ซีแอนด์บี
Fig 5. Crown fracture (cohesive failure) of IPS e.max CAD crown of Superbond C&B.

จากตาราง 3 ลักษณะความล้มเหลวบริเวณแตกหักของครอบฟันโอพีเอส อีแม็ค แคด ในกลุ่มชุปเปอร์บอนด์ซีเอนด์บี เมื่อวิเคราะห์เป็นร้อยละพบลักษณะความล้มเหลวบริเวณแตกหักชนิดการแตกหักในหลักยึด/ซีเมนต์/ครอบฟันร้อยละ 100 โดยแบ่งเป็นการแตกหักของครอบฟันที่บริเวณปากของครอบฟันร้อยละ 50 (รูปที่ 5) และการแตกหักในซีเมนต์ร้อยละ 50 รีไลย์เอ็กซ์ลูตตั้งทูปพบความล้มเหลวบริเวณแตกหักชนิดการแตกหักในซีเมนต์ร้อยละ 100 และซิสเต็มลิงค์ พบความล้มเหลวบริเวณแตกหักชนิดการแตกหักบริเวณรอยต่อระหว่างหลักยึดและซีเมนต์ร้อยละ 80 และแตกหักชนิดการแตกหักในซีเมนต์ร้อยละ 20 ลักษณะความล้มเหลวบริเวณแตกหักของครอบฟันเซอร์โคเนีย ชุปเปอร์บอนด์ซีเอนด์บีพบความล้มเหลวบริเวณแตกหักชนิดการแตกหักในซีเมนต์ร้อยละ 100 รีไลย์เอ็กซ์ลูตตั้งทูปพบความล้มเหลวบริเวณแตกหักชนิดการแตกหักในซีเมนต์ร้อยละ 100 และซิสเต็มลิงค์พบความล้มเหลวบริเวณแตกหักบริเวณรอยต่อระหว่างหลักยึดและซีเมนต์ร้อยละ 10 การแตกหักบริเวณรอยต่อระหว่างซีเมนต์และครอบฟันร้อยละ 40 และการแตกหักในซีเมนต์ร้อยละ 50

บทวิจารณ์

1. อภิปรายผลค่าความเปลี่ยนแปลงของสี

การศึกษานี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาค่าความเปลี่ยนแปลงสีของครอบฟันเมื่อยึดกับซีเมนต์แต่ละชนิดระหว่างครอบฟันเซรามิก 2 ชนิด และหลักยึดเซอร์โคเนีย พบว่าค่าเฉลี่ยความเปลี่ยนแปลงของสีครอบฟันแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.01$) โดยขึ้นอยู่กับชนิดของซีเมนต์จึงปฏิเสธสมมติฐานว่าง ค่าเฉลี่ยความเปลี่ยนแปลงของสีครอบฟันโอพีเอส อีแม็ค แคด และครอบฟันเซอร์โคเนียในซีเมนต์ทั้ง 3 ชนิดแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.01$) ในการทดลองนี้ใช้ค่าความเปลี่ยนแปลงของสีที่ยอมรับได้ทางคลินิกเท่ากับ 3.3 (12-15) โดยพบว่าไม่มีซีเมนต์ชนิดใดมีค่าความเปลี่ยนแปลงสีของครอบฟันมากกว่าค่าที่ยอมรับได้ทางคลินิก

ในปี 2017 Dede และคณะ (32) ศึกษาผลของชั้นทดสอบลิเทียมไดซิลิเกตกลาสส์เซรามิกพบว่าค่าความเปลี่ยนแปลงสีของครอบฟันหลังยึดด้วยเรซินซีเมนต์สีขาวขุ่น (White opaque) มากกว่าการยึดครอบฟันด้วยเรซินซีเมนต์สีอื่น การศึกษาของ Barath (33) ในปี 2003 พบว่าเมื่อใช้ซีเมนต์ชนิดซิงก์ฟอสเฟตซีเมนต์ กลาสส์ไอโอโนเมอร์ซีเมนต์ และคอมโพลูต (Compolute) ยึดครอบฟันเซรามิกล้วน ซิงก์ฟอสเฟตซีเมนต์มีค่าความโปร่งแสงน้อยที่สุด ตามด้วยกลาสส์ไอโอโนเมอร์ซีเมนต์ และคอมโพลูตให้ค่าความโปร่งแสงมากที่สุด และเซรามิกโอพีเอส เอ็มเพรสซู (IPS Empress II) มีความใสมากกว่าอินซีเรม อะลูมินา (In-Ceram alumina) ดังนั้นเซรามิกที่มีความใส สีของซีเมนต์ และพื้นหลังส่งผลต่อความสวยงาม และค่าความเปลี่ยนแปลงสีของครอบฟัน

มีการศึกษาพบว่าเซรามิกชนิดแสงผ่านได้มากมีค่าความใสสูงกว่าเซรามิกชนิดแสงผ่านได้น้อย และมีความใสใกล้เคียงกับเคลือบฟันในฟันธรรมชาติ (34) การศึกษาของ Pecho และคณะ (35) พบว่าเซอร์โคเนียมีความใสใกล้เคียงกับเนื้อฟันในฟันธรรมชาติ ดังนั้นในการทดลองของผู้วิจัยจึงเลือกใช้ครอบฟันโอพีเอส อีแม็ค แคดชนิดแสงผ่านได้น้อย Yaun และคณะ (36) ศึกษาผลของการแปรงฟัน และขบวนการเทอร์โมไซเคิลต่อเซรามิกที่ขึ้นรูปด้วยระบบการแคด/แคม พบว่าเมื่อจำลองระยะเวลา 10 ปีในการแปรงฟันและเทอร์โมไซเคิล เซอร์โคเนียมีค่าความเปลี่ยนแปลงของสีสูงสุด และมีค่าความเปลี่ยนแปลงของสีที่ยอมรับได้ทางคลินิก ในปี 2006 Fazi และคณะ (37) ศึกษาผลของซีเมนต์ชนิดซิงก์ฟอสเฟตซีเมนต์ กลาสส์ไอโอโนเมอร์ซีเมนต์ชนิดตัดแปรด้วยเรซินชนิดฟูจิ พลัส (Fuji Plus) และเรซินซีเมนต์ชนิดรีไลย์เอ็กซ์ ยูนิเซ็ม (RelyX Unicem) ผลการศึกษาพบว่าซิงก์ฟอสเฟตซีเมนต์มีค่าความเปลี่ยนแปลงของสีมากที่สุด เมื่อเซอร์โคเนียมีความหนา ลดลง ควรเลี่ยงการใช้ซิงก์ฟอสเฟตซีเมนต์ที่มีความทึบแสงมาก เนื่องจากส่งผลต่อสีของชั้นงานบูรณะนอกจากนี้ ชนิดของซีเมนต์ส่งผลต่อสีของวัสดุที่มีความโปร่งแสง (38) บริษัทผู้ผลิตแนะนำให้เซอร์โคเนียมีความหนาอย่างน้อย 0.5 มิลลิเมตร ผู้วิจัยเลือกความหนา 1 มิลลิเมตร

เพื่อให้ได้ความหนาเท่ากับครอบฟันไอพีเอส อีแม็ค แคด เซรามิกที่หนาน้อยกว่า 2 มิลลิเมตร สีของซีเมนต์ จะส่งผลต่อค่าความเปลี่ยนแปลงของสี (10-11) จาก ผลการศึกษาพบว่าซีเมนต์ทั้ง 3 ชนิดมีค่าเฉลี่ยความ เปลี่ยนแปลงสีของครอบฟันแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ทางสถิติ ($p < 0.01$) โดยรีไลย์เอ็กซ์ลูตตั้งทงูมีค่าความ เปลี่ยนแปลงสีของครอบฟันสูงสุดทั้งในครอบฟัน ไอพีเอส อีแม็ค แคด และครอบฟันเซอร์โคเนีย เนื่องจาก รีไลย์เอ็กซ์ลูตตั้งทงูมีสีขาวขุ่นจึงมีความทึบแสงมากกว่า เมื่อเปรียบเทียบกับซูปเปอร์บอนด์ซีแอนด์บีและซิสเต็ม ลิงค์ที่มีสีใส และซิสเต็มลิงค์มีความใสมากกว่าหรือ มีความโปร่งแสงมากกว่าซูปเปอร์บอนด์ซีแอนด์บี

2. อภิปรายผลค่าความแข็งแรงยึดติดและความล้มเหลว บริเวณแตกหัก

การศึกษานี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาค่าความ แข็งแรงยึดติดของซีเมนต์แต่ละชนิดบนรากเทียมชนิด ซีเมนต์ยึดชิ้นงานบูรณะ เมื่อใช้ครอบฟันเซรามิก ชนิด ลิเทียมไดซิลิเกตกลาสส์ด้วยครอบฟันไอพีเอส อีแม็ค แคด และครอบฟันเซอร์โคเนียบนหลักยึดเซอร์โคเนีย จากผลการทดลองปฏิบัติธรรมมติฐานเนื่องจากซูปเปอร์ บอนด์ซีแอนด์บีมีค่าเฉลี่ยความแข็งแรงยึดติดสูงสุด และมีความแตกต่างกับรีไลย์เอ็กซ์ลูตตั้งทงู และซิสเต็ม ลิงค์อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.01$) ทั้งในกลุ่ม ครอบฟันไอพีเอส อีแม็ค แคด และครอบฟันเซอร์โคเนีย เนื่องจากซูปเปอร์บอนด์ซีแอนด์บีมีสารประกอบไฟรเมทา โดยสามารถสร้างพันธะเคมีกับครอบฟันและหลักยึด เซอร์โคเนียได้ อย่างไรก็ตามยังไม่มีรายงานที่แน่นอน ของพันธะเคมีระหว่างสารไฟรเมทากับเซอร์โคเนียม ออกไซด์ (Zirconium oxide) (21) การยึดติดระหว่าง ซูปเปอร์บอนด์ซีแอนด์บีกับครอบฟันทั้ง 2 ชนิดและ หลักยึดเซอร์โคเนียที่ไม่ผ่านการปรับสภาพพื้นผิวหน้า จะเกิดจากการยึดติดเชิงกลจากความพรุนหรือความ ขรุขระของวัสดุ นอกจากนี้ซูปเปอร์บอนด์ซีแอนด์บีเป็น เรซินซีเมนต์ที่เกิดพอลิเมอร์แบบเคมี (Chemical polymerization) ทำให้เกิดปฏิกิริยาอย่างสมบูรณ์ที่บริเวณ รอยต่อระหว่างซีเมนต์และครอบฟันหรือหลักยึด (39)

การศึกษาพบการแตกหักในครอบฟันไอพีเอส อีแม็ค แคด ร้อยละ 50 ในซูปเปอร์บอนด์ซีแอนด์บี อาจอธิบายปรากฏการณ์นี้ได้ว่าซีเมนต์ชนิดนี้มีความ แข็งแรงยึดติดสูง ร่วมกับซีเมนต์ซูปเปอร์บอนด์ซีแอนด์บี ที่มีสารไฟรเมทาสร้างพันธะเคมีได้โดยตรงกับเซอร์โคเนีย ที่เป็นหลักยึด ส่งผลให้ครอบฟันเกิดการแตกหักก่อน ที่จะสามารถทำลายพันธะดังกล่าวได้ คล้ายคลึงกับการ แตกหักของครอบฟันไอพีเอส อีแม็ค แคดในการศึกษา ของ Sellers และคณะที่ศึกษาความแข็งแรงยึดติด ระหว่างครอบฟันไอพีเอส อีแม็ค แคดในเรซินซีเมนต์ ที่มีสารประกอบเทินเอ็มดีพีร่วมกับหลักยึดเซอร์โคเนีย (26) ในขณะที่กลุ่มครอบฟันเซอร์โคเนียพบว่าไม่มีซีเมนต์ หลงเหลือในครอบฟันและหลักยึด ไม่พบการแตกหัก ของครอบฟันเซอร์โคเนีย

จากผลการทดลองของผู้วิจัยพบว่าค่าความแข็งแรง ยึดติดของในครอบฟันทั้ง 2 ชนิด รีไลย์เอ็กซ์ลูตตั้งทงู แตกต่างกับซูปเปอร์บอนด์ซีแอนด์บีอย่างมีนัยสำคัญ ทางสถิติ ($p < 0.01$) และไม่แตกต่างกับซิสเต็มลิงค์อย่าง มีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.01$) ลักษณะความล้มเหลว บริเวณแตกหักของรีไลย์เอ็กซ์ลูตตั้งทงูเป็นชนิดการ แตกหักในซีเมนต์ร้อยละ 100 ในครอบฟันทั้ง 2 ชนิด ซึ่งอธิบายได้จากคุณสมบัติเชิงกลและองค์ประกอบทาง เคมีของซีเมนต์ เมื่อความหนาแน่นของปฏิกิริยาการ เชื่อมขวาง (Cross-linking) ในซีเมนต์เพิ่มขึ้น ทำให้ ความทนแรงอัด (Compressive strength) ลดลง เป็น สาเหตุให้ซีเมนต์เกิดความเปราะและเกิดรอยร้าวที่ พื้นผิวส่งผลให้ความแข็งแรงของกลาสส์ไอโอโนเมอร์ ซีเมนต์ลดลง (40-44)

ผลการศึกษาของผู้วิจัยพบว่าค่าเฉลี่ยความ แข็งแรงยึดติดของซิสเต็มลิงค์มีค่าน้อยที่สุดและไม่ แตกต่างกับรีไลย์เอ็กซ์ลูตตั้งทงูอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.01$) ส่วนใหญ่ของลักษณะความล้มเหลวของ ครอบฟันไอพีเอส อีแม็ค แคด พบการแตกหักบริเวณ รอยต่อระหว่างหลักยึดและซีเมนต์ โดยพบซีเมนต์ติด อยู่ด้านในผิวของครอบฟันไอพีเอส อีแม็ค แคด ในกลุ่ม ครอบฟันเซอร์โคเนีย พบความล้มเหลวบริเวณแตกหัก ชนิดแตกหักบริเวณรอยต่อระหว่างซีเมนต์และครอบฟัน และการแตกหักในซีเมนต์ ซิสเต็มลิงค์ยึดกับพื้นผิว

ครอบฟันไอพีเอส อีแม็ค แคคได้ดีกว่าครอบฟันหรือหลักยึดเซอรโคเนีย มีสาเหตุจากพื้นผิวของไอพีเอส อีแม็ค แคค หลังจากกลึงเสร็จพื้นผิวมีความขรุขระ ทำให้เกิดการยึดติดเชิงกลกับซีเมนต์ยึดชั่วคราวมากกว่า เซอรโคเนียที่มีความขรุขระและไม่เป็นระเบียบน้อยกว่า จากการศึกษาพื้นผิวของเซอรโคเนียหลังจากกลึงขึ้นรูป ด้วยกล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอนแบบส่องกราด (SEM) ที่กำลังขยาย 1,000 เท่า พบว่าพื้นผิวปรากฏลักษณะ หัวกรอที่มีทิศทางขนานกัน ร่วมกับมีความขรุขระเล็กน้อย และรูพรุนตื้น ขณะที่การปรับสภาพพื้นผิวช่วยเพิ่มความขรุขระและรูพรุนได้ (45) ในกรณีเดียวกันที่พบว่าซีเมนต์ บางส่วนของซิสเต็มลิ่งค์ติดอยู่บนหลักยึดเซอรโคเนีย และมีบางส่วนพบว่าติดที่ครอบฟัน เนื่องจากหลักยึดและครอบฟันเป็นวัสดุชนิดเดียวกัน ไม่พบการศึกษาเกี่ยวกับ รากเทียมของซิสเต็มลิ่งค์ ในการศึกษาที่คล้ายคลึงกัน เป็นการศึกษาความแข็งแรงยึดติดของซีเมนต์ยึดชั่วคราว ชนิดต่างๆ ในฟันธรรมชาติ (46) การศึกษาส่วนใหญ่ ทดสอบกับซีเมนต์ยึดชั่วคราวดั้งเดิมชนิดเทมพ์บอนด์ (Temp bond) เทมพ์บอนด์ เอ็นอี (Temp bond NE) (47-48) หรือซีเมนต์ยึดชั่วคราวสำหรับรากเทียมชนิด อิมพรูฟ (Improve) เทลิโอ (Telio TS) ซึ่งซีเมนต์ ยึดชั่วคราวสำหรับรากเทียมที่มีส่วนประกอบของเรซิน ให้ค่าความแข็งแรงยึดติดมากกว่าซีเมนต์ยึดชั่วคราว ดั้งเดิม (46)

การศึกษาของ Kirsch และคณะ (49) ศึกษา ความแม่นยำของเครื่องกลึงที่ใช้ในกระบวนการแคค/ แคม 4 ระบบ ได้แก่ เครื่องกลึงชนิด 5 แกน (IMES CORiTEC 450i, inLab MCX5) และเครื่องกลึงชนิด 4 แกน (CEREC MCXL, CEREC MCXL-EF) โดยพบว่า ความแม่นยำของเครื่องกลึงชนิด 5 แกนสูงกว่าเครื่อง กลึงชนิด 4 แกน ในปี 2014 Baston และคณะ (50) ศึกษาผลลัพธ์ทางคลินิกของชิ้นงานเซรามิกที่ได้จาก การกลึงขึ้นรูปด้วยกระบวนการแคค/แคม และพบว่า ชิ้นงานเซอรโคเนียแตกต่างกับชิ้นงานเซรามิกลิเทียม ไดซิลิเกตโดยพบว่าร้อยละ 80 ของชิ้นงานเซอรโคเนีย ไม่ต้องการปรับแต่งด้านบดเคี้ยวภายในช่องปาก ขณะที่ร้อยละ 100 ของชิ้นงานลิเทียมไดซิลิเกตต้องการทำ การปรับแต่ง ในการศึกษาของผู้วิจัย ใช้เครื่องกลึงที่

แตกต่างกันในการกลึงขึ้นรูปชิ้นงานไอพีเอส อีแม็ค แคค และเซอรโคเนีย ซึ่งอาจส่งผลต่อค่าความแข็งแรงยึดติด ก่อนและหลังซีเมนต์ได้ ด้วยเหตุนี้จึงได้นำปัจจัยค่าความ แข็งแรงยึดติดก่อนซีเมนต์เป็นปัจจัยร่วมในการวิเคราะห์ และแปลผลทางสถิติ

จากผลการทดลองเรซินซีเมนต์ให้ค่าความแข็งแรงยึดติดสูงสุด ตามด้วยกลาสส์ไอโอโนเมอร์ซีเมนต์ ชนิดดัดแปรด้วยเรซิน และซีเมนต์ยึดชั่วคราว ตามลำดับ สอดคล้องกับผลการศึกษาของ Sellers และคณะ (26) Mansour และคณะ (51) Nejatidanesh และคณะ (52) และ Carnaggio และคณะ (53)

การศึกษาของ Consani และคณะ (54) ศึกษา ผลของซีเมนต์ต่อความทนแรงดึงในครอบฟันโลหะบน ฟันวัวที่มีการเตรียมพื้นหลักแบบฟันหน้าคล้ายคลึงกับ การศึกษานี้ พบว่าซิงก์ฟอสเฟตซีเมนต์ให้ค่าเฉลี่ยความ ทนแรงดึง 1.30 ± 0.27 เมกะปาสคาล กลาสส์ไอโอโนเมอร์ ซีเมนต์ชนิดดัดแปรด้วยเรซินชนิดวิตรีเมอร์ (Vitremar) 0.99 ± 0.34 เมกะปาสคาล และเรซินซีเมนต์ชนิดรีไลย์ เอ็กซ์ (RelyX resin cement) 2.42 ± 0.71 เมกะปาสคาล เมื่อพิจารณาจากความสวยงามร่วมกับค่าความแข็งแรง ยึดติดของผู้วิจัยที่ศึกษาในหลักยึดเซอรโคเนียร่วมกับ ครอบฟันเซรามิกเปรียบเทียบกับการศึกษาของ Consani และคณะ (54) ในกลุ่มครอบฟันไอพีเอส อีแม็ค แคค และครอบฟันเซอรโคเนียบนหลักยึดเซอรโคเนีย ผู้วิจัย เสนอให้เลือกใช้ซูเปอร์บอนด์ซีแอนด์บีลี โดยไม่ต้อง ปรับสภาพพื้นผิวของครอบฟันและหลักยึด แต่ต้องระมัด ระวังในขั้นตอนการยึดติดเพื่อไม่ให้มีซีเมนต์ส่วนเกิน หลงเหลืออยู่บริเวณเนื้อเยื่อรอบรากเทียม หรือเลือก รีไลย์เอ็กซ์ชุดตั้งทู่ร่วมกับทำการปรับสภาพพื้นผิวบน ครอบฟันและ/หรือหลักยึด จากการศึกษาของ Pameijer ในปี 2012 (55) ไม่แนะนำให้ใช้กลาสส์ไอโอโนเมอร์ ซีเมนต์ชนิดดัดแปรด้วยเรซินในครอบฟันเซรามิกล้วน ที่ไม่ผ่านการปรับสภาพพื้นผิว หากหลักยึดมีขนาดสั้น ควรเลือกใช้ซูเปอร์บอนด์ซีแอนด์บีลีสีร่วมกับปรับ สภาพพื้นผิวของครอบฟันและหลักยึด เมื่อหวังผลใน การซ่อมแซมอาจเลือกใช้ซิสเต็มลิ่งค์สีสี ร่วมกับปรับ สภาพพื้นผิวของครอบฟันและหลักยึด

ข้อจำกัดของการทดลองนี้ มีการทดสอบแรงในทิศทางเดียวเท่านั้น ซึ่งแตกต่างจากแรงในช่องปากที่มีหลายทิศทาง ควรมีการทำขบวนการเทอร์โมไซคลิกเพื่อจำลองสภาพในช่องปากแล้วจึงวัดค่าความแข็งแรงยึดติด นอกจากนี้ควรเพิ่มการปรับสภาพพื้นผิวของวัสดุ และเพิ่มระยะเวลาศึกษาให้นานขึ้นเพื่อประเมินความแข็งแรงยึดติดของซีเมนต์ในระยะยาว และจากผลการทดลองของผู้วิจัยพบความล้มเหลวบริเวณแตกหักชนิดการแตกหักในครอบฟันร้อยละ 50 ในครอบฟันไอพีเอส อีแม็ค แคดในกลุ่มซูปเปอร์บอนด์ซีแอนด์บี ค่าความแข็งแรงยึดติดที่ได้ไม่ใช่ค่าความแข็งแรงยึดติดที่แท้จริง เนื่องจากการแตกหักของวัสดุ ในการทดลองต่อไปอาจพิจารณาเปลี่ยนการออกแบบครอบฟันเพื่อไม่ให้เกิดการแตกหักขณะที่ทำการทดสอบด้วยแรงดึง นอกจากนี้ค่าความแปรปรวนของการทดลองสูง อาจเกิดจากปัจจัยต่างๆ โดยเรียงลำดับความสำคัญจากมากไปน้อย ได้แก่ การผสมของซีเมนต์ด้วยวิธีผสมแบบดั้งเดิม (Conventional mixing technique) มีผลทำให้คุณภาพของซีเมนต์ลดลง เนื่องจากการอัตราส่วนผสมไม่คงที่ ความแตกต่างเพียงเล็กน้อยของพื้นผิวของชิ้นงานครอบฟันและหลักยึดที่ได้หลังจากการกลึงอาจส่งผลต่อค่าความแข็งแรงยึดติดได้ การรักษาความชื้นของพื้นผิวของซีเมนต์ ปริมาณความชื้นในอากาศขณะที่ทำการผสมซีเมนต์ไม่คงที่ ซึ่งอาจส่งผลให้มีน้ำจากความชื้นปนเปื้อนในซีเมนต์ (51)

สรุปผลงานวิจัย

ซูปเปอร์บอนด์ซีแอนด์บี รีไลย์เอ็กซ์ลูตติ้งทู และซิสเต็มลิงค์ให้ค่าความเปลี่ยนแปลงของสีที่ยอมรับได้ทางคลินิก และซูปเปอร์บอนด์ซีแอนด์บีมีค่าความแข็งแรงยึดติดสูงสุด

กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบพระคุณบริษัทเดนทส์พลาย ชิโรนา ประเทศไทย จำกัด (Dentsply Sirona, Thailand) อ.ทพ.สนธิ คีรีรัมย์ และศูนย์แคด/แคมทันตรกรรมทีเอส (3S Dental CAD-CAM Center) บริษัท 3 เอ็ม เอสแป้ ประเทศไทย จำกัด (3M ESPE, Thailand) ที่ให้ความอนุเคราะห์เครื่องมือและวัสดุเพื่อทำการศึกษา ขอขอบ

พระคุณเจ้าหน้าที่ห้องวิจัยทันตวัสดุศาสตร์ คณะทันตแพทยศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ที่ให้คำแนะนำในการใช้เครื่องมือและอุปกรณ์ในงานวิจัยครั้งนี้ และขอขอบพระคุณอาจารย์ ดร.นำชัย ศุภฤกษ์ชัยสกุล สถาบันวิจัยพฤติกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ที่ปรึกษาเกี่ยวกับการวิเคราะห์ทางสถิติ

เอกสารอ้างอิง

1. Haas R, Mensdorff-Pouilly N, Mailath G, Watzek G. Branemark single tooth implants: a preliminary report of 76 implants. *J Prosthet Dent.* 1995;73(3):274-79.
2. Fugazzotto PA. Success and failure rates of osseointegrated implants in function in regenerated bone for 72 to 133 months. *Int J Oral Maxillofac Implants.* 2005;20(1):77-83.
3. Guo Q, Lalji R, Le AV, Judge RB, Bailey D, Thomson W, et al. Survival rates and complication types for single implants provided at the Melbourne Dental School. *Aust Dent J.* 2015;60(3):353-61.
4. Teichmann M, Göckler F, Weber V, Yildirim M, Wolfart S, Edelhoff D. Ten-year survival and complication rates of lithium-disilicate (Empress 2) tooth-supported crowns, implant-supported crowns, and fixed dental prostheses. *J Dent.* 2017;56:65-77.
5. Misch CE. Contemporary implant dentistry. 3rd ed. St.Louis: Mosby; 2008. p. 3-365.
6. Salinas TJ, Block MS, Sadan A. Fixed partial denture or single-tooth implant restoration? Statistical considerations for sequencing and treatment. *J Oral Maxillofac Surg.* 2004;62 Suppl 2: 2-16
7. Drago C. Implant restorations a step-by-step guide. 3rd ed. Pondicherry: Wiley Publisher; 2014. p. 1-15.

8. Nematollahi F, Beyabanaki E, Alikhasi M. Cement selection for cement-retained implant-supported prostheses: a literature review. *J Prosthodont.* 2016;25(7):599-606.
9. Shafie HR. Clinical and laboratory manual of dental implant abutments. Oxford,UK: Wiley-Blackwell;2014.
10. Vichi A, Ferrari M, Davidson CL. Influence of ceramic and cement thickness on the masking of various types of opaque posts. *J Prosthet Dent.* 2000;83(4):412-17.
11. Dozic A, Kleverlaan CJ, Meegdes M, van der Zel, Feilzer AJ. The influence of porcelain layer thickness on the final shade of ceramic restorations. *J Prosthet Dent.* 2003;90(6):563-70.
12. Johnston WM. Color measurement in dentistry. *J Dent.* 2009;37 Suppl1:e2-6.
13. Della Bona A, Nogueira AD, Pecho OE. Optical properties of CAD-CAM ceramic systems. *J Dent.* 2014;42(9):1202-9.
14. Comlekoglu ME, Paken G, Tan F, Dundar-Comlekoglu M, Özcan M, Akan E, et al. Evaluation of different thickness, die color, and resin cement shade for veneers of multilayered CAD/CAM blocks. *J Prosthodont.* 2016 Oct;25(7):563-69.
15. Paris S, Schwendicke F, Keltsch J, Dorfer C, Meyer-Lueckel H. Masking of white spot lesions by resin infiltration in vitro. *J Dent.* 2013 Nov;41(Suppl5):e28-34.
16. von Maltzahn NF, Holstermann J, Kohorst P. Retention forces between titanium and zirconia components of two-part implant abutments with different techniques of surface modification. *Clin Implant Dent Relat Res.* 2016; 18(4):735-44.
17. Gultekin P, Gultekin BA, Aydin M, Yalcin S. Cement selection for implant-supported crowns fabricated with different luting space settings. *J Prosthodont.* 2013;22(2):112-9.
18. Bernal G, Okamura M, Muñoz C. The effects of abutment taper, length and cement type on resistance to dislodgement of cement-retained, implant-supported restorations. *J Prosthodont.* 2003;12(2):111-5.
19. Tian T, Tsoi JK, Matinlinna JP, Burrow MF. Aspects of bonding between resin luting cements and glass ceramic materials. *Dent Mater.* 2014;30(7):147-62.
20. Nejatidanesh F, Savabi O, Jabbari E. Effect of surface treatment on the retention of implant-supported zirconia restorations over short abutments. *J Prosthet Dent.* 2014;112(1):38-44.
21. Kim SM, Yoon JY, Lee MH, Oh NS. The effect of resin cements and primer on retentive force of zirconia copings bonded to zirconia abutments with insufficient retention. *J Adv Prosthodont.* 2013;5(2):198-203.
22. Moon JE, Kim SH, Lee JB, Han JS, Yeo IS, Ha SR. Effects of airborne-particle abrasion protocol choice on the surface characteristics of monolithic zirconia materials and the shear bond strength of resin cement. *Ceram Int.* 2016;42(1): 1552-62.
23. Blatz MB, Chiche G, Holst S, Sadan A. Influence of surface treatment and simulated aging on bond strengths of luting agents to zirconia. *Quintessence Int.* 2007;38(9):745-53.
24. Swift EJ, Pawlus MA, Vargas MA, Fortin D. Depth of cure of resin-modified glass ionomers. *Dent Mater.* 1995;11(3):196-200.

25. Rahiotis C, Schricker S. Bonding with glass ionomer cements and resin-modified glass ionomer cements. Eliades T, Brantley WA, editors. *Orthodontic Applications of Biomaterials*. Woodhead Publishing; 2017. p. 253-65.
26. Sellers K, Powers JM, Kiat-amnuay S. Retentive strength of implant-supported CAD-CAM lithium disilicate crowns on zirconia custom abutments using 6 different cements. *J Prosthet Dent*. 2017;117(2):247-52.
27. Tarica DY, Alvarado VM, Truong ST. Survey of United States dental schools on cementation protocols for implant crown restorations. *J Prosthet Dent*. 2010;103(2):68-79.
28. Brajkovic D, Antonijevic D, Milovanovic P, Kistic D, Zelic K, Djuric M, et al. Surface characterization of the cement for retention of implant supported dental prostheses: in vitro evaluation of cement roughness and surface free energy. *Appl. Surf. Sci*. 2014;311:131-8.
29. Swain MV, Xue J. State of the art of micro-CT applications in dental research. *Int J Oral Sci*. 2012;40 Suppl 2:e34-40.
30. Gu Y, Zhu Q, Tang Y, Feng X. Measurement of root surface area of permanent teeth in a Chinese population. *Arch Oral Biol*. 2017; 81:26-30.
31. Yang B, Ludwig K, Adelung R, Kern M. Micro-tensile bond strength of three luting resins to human regional dentin. *Dent Mater*. 2006;22(1): 45-56.
32. Dede DÖ, Sahin O, Özdemir OS, Yilmaz B, Celik E, Köroglu A. Influence of the color of composite resin foundation and luting cement on the final color of lithium disilicate ceramic systems. *J Prosthet Dent*. 2017;117(1):138-43.
33. Barath VS, Faber FJ, Westland S, Niedermeier W. Spectrophotometric analysis of all-ceramic materials and their interaction with luting agent and different backgrounds *Adv Dent Res*. 2003;17:55-60.
34. Hernandez DK, Arrais CA, Lima E, Cesar PF, Rodrigues JA. Influence of resin cement shade on the color and translucency of ceramic veneers. *J Appl Oral Sci*. 2016;24(4):391-96.
35. Pecho OE, Ghinea R, Ionescu AM, Cardona Jde L, Paravina RD, Perez Mdel M. Color and translucency of zirconia ceramics, human dentine and bovine dentine. *J Dent*. 2012;40 Suppl 2:e34-40.
36. Yuan JC, Barao VAR, Wee AG, Alfaro MF, Afshari FS, Sukotjo C. Effect of brushing and thermocycling on the shade and surface roughness of CAD-CAM ceramic restorations *J Prosthet Dent*. 2018;119(6):1000-6.
37. Fazi G, Vichi A, Ferrari M. Influence of four different cements on the color of zirconia structures of varying ceramic thickness. *Int Dent SA*. 2006;9:54-61.
38. Kürklü D, Azer SS, Yilmaz B, Johnston WM. Porcelain thickness and cement shade effects on the colour and translucency of porcelain veneering materials. *J Dent*. 2013;41(11):1043-50.
39. Marocho SM, Özcan M, Amaral R, Bottino MA, Valandro LF. Effect of resin cement type on the microtensile bond strength to lithium disilicate ceramic and dentin using different test assemblies. *J Adhes Dent*. 2013;15(4):361-68.
40. Derand T, Molin M, Kvam K. Bond strength of composite luting cement to zirconia ceramic surfaces. *Dent Mater*. 2005;21(12):1158-62.

41. Luthy H, Loeffel O, Hammerle CH. Effect of thermocycling on bond strength of luting cements to zirconia ceramic. *Dent Mater.* 2006;22(2):195-200.
42. Nothdurft FP, Motter PJ, Pospiech PR. Effect of surface treatment on the initial bond strength of different luting cements to zirconium oxide ceramic. *Clin Oral Investig.* 2009;13(2):229-35.
43. Wolfart M, Lehmann F, Wolfart S, Kern M. Durability of the resin bond strength to zirconia ceramic after using different surface conditioning methods. *Dent Mater.* 2007;23(1):45-50.
44. Nicholson J, Czarnecka B. *Materials for the Direct Restoration of Teeth.* 1st ed. Woodhead Publishing; 2016.
45. El-Shrkawy ZR, El-Hosary MM, Saleh O, Mandour MH. Effect of different surface treatments on bond strength, surface and microscopic structure of zirconia ceramic. *Future Dent. J.* 2016;2(1):41-53.
46. Rodríguez JLR, Martínez DM, Font AF, Agustín-Panadero R, Estevan LF. Traction test of temporary dental cements. *J Clin Exp Dent.* 2017;9(4):564-68.
47. Lepe X, Bales DJ, Johnson GH. Retention of provisional crowns fabricated from two materials with the use of four temporary cements. *J Prosthet Dent.* 1999;81(4):469-75.
48. Rego MR, Santiago LC. Retention of provisional crowns cemented with eight temporary cements. *J Appl Oral Sci.* 2004;12(3):209-12.
49. Kirsch C, Ender A, Attin T, Mehl A. Trueness of four different milling procedures used in dental CAD/CAM systems. *Clin Oral Investig.* 2017;21(2):551-58.
50. Batson ER, Cooper LF, Duqum I, Mendonça G. Clinical outcomes of three different crown systems with CAD/CAM technology. *J Prosthet Dent.* 2014;112(4):770-7.
51. Mansour A, Ercoli C, Graser G, Tallents R, Moss M. Comparative evaluation of casting retention using the ITI solid abutment with six cements. *Clin Oral Implants Res.* 2002;13(4):343-8.
52. Nejatidanesh F, Savabi O, Shahtoosi M. Retention of implant-supported zirconium oxide ceramic restorations using different luting cement. *Clin Oral Implants Res.* 2013;24 Suppl A100:20-4.
53. Carnaggio TV, Conrad R, Engelmeier RL, Gerngross P, Paravina R, Perezous L, et al. Retention of CAD/CAM all-ceramic crowns on prefabricated implant abutments: an in vitro comparative study of luting agents and abutment surface area. *J Prosthodont.* 2012;21(7):523-28.
54. Consani S, Santos JG, Sobrinho LC, Sinhoreti MA, Sousa-Neto MD. Effect of cement types on the tensile strength of metallic crowns submitted to thermocycling. *Braz Dent J.* 2003;14(3):193-6.
55. Pameijer CH. A review of luting agents. *Int J Dent* 2012; 2012: Article ID 752861.

ติดต่อบทความ

ทันตแพทย์หญิง พีรยา หล่อสีพิทา
โรงพยาบาลโนนสูง เลขที่ 182 ต.โนนสูง อ.โนนสูง
จ.นครราชสีมา 30160
โทรศัพท์ 087-6559686
จดหมายอิเล็กทรอนิกส์ p_p188@hotmail.com

Corresponding author:

Dr. Phiraya Lolilaha
Non Sung Hospital, 182, Non Sung, Non Sung,
NakhonRatchasima 30160, Thailand.
Tel: +66 87-6559686
E-mail: p_p188@hotmail.com

Received Date: May 28, 2018

Revised Date: Jun 28, 2018

Accepted Date: Sep 17, 2018