บทที่ 5
อภิปรายผลและข้อเสนอแนะ

จากสมมติฐานที่ตั้งไว้ว่าค่ากำลังแรงยึดเฉือนของการยึดติดระหว่างเรซินซีเมนต์แต่ละชนิดกับเซอร์โคเนียเซรามิกส์ที่ไม่ปรับสภาพผิวและปรับสภาพพื้นผิวด้วยเมทัลแอดฮีซีฟไพรเมอร์ชนิดต่างๆ ไม่มีความแตกต่างกัน ความชื้นและการเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิไม่มีผลต่อค่ากำลังแรงยึดเฉือนของการยึดติดระหว่างเรซินซีเมนต์ชนิดต่างๆกับเซอร์โคเนียเซรามิกส์ที่ไม่ปรับสภาพผิวและปรับสภาพพื้นผิวด้วยเมทัลแอดฮีซีฟไพรเมอร์ชนิดต่างๆนั้นได้รับการปฏิเสธ เนื่องจากมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติของค่าเฉลี่ยกำลังแรงยึดเฉือนระหว่างเรซินซีเมนต์ชนิดต่างๆกับการเตรียมพื้นผิวเซอร์โคเนียเซรามิกส์ก่อนหลังการเทอร์โมไซคลิง โดยเซอร์โคเนียเซรามิกส์กลุ่มที่มีการเตรียมพื้นผิวด้วยเมทัลแอดฮีซีฟไพรเมอร์ชนิดอัลลอยด์ไพรเมอร์แล้วยึดด้วยเรซินซีเมนต์พานาเวียเอฟสองจุดศูนย์แช่น้ำ 24 ชั่วโมงให้ค่าเฉลี่ยกำลังแรงยึดเฉือนสูงสุด ส่วนกลุ่มที่ไม่มีการเตรียมพื้นผิวใดๆแล้วยึดด้วยเรซินซีเมนต์รีไลเอกซ์ยูร้อยหลังเทอร์โมไซคลิงให้ค่าเฉลี่ยกำลังแรงยึดเฉือนต่ำที่สุด

ในปัจจุบันความต้องการของผู้ป่วยที่ต้องการครอบฟันที่มีสีเหมือนฟันได้เพิ่มมากขึ้น จึงได้มีการพัฒนาระบบครอบฟันกระเบื้องล้วนขึ้นมา ซึ่งแต่ละระบบก็ให้ความสวยงามและคุณสมบัติที่แตกต่างกัน เซอร์โคเนียเซรามิกส์ได้เข้ามามีบทบาทมากขึ้น เนื่องจากมีความสวยงาม สามารถวางขอบของครอบฟันอยู่ที่บริเวณขอบเหงือกหรือต่ำกว่าขอบเหงือก 0.5 มิลลิเมตรได้ จึงปลอดภัยต่ออวัยวะปริทันต์ มีความเข้ากันได้กับเนื้อเยื่อ (biocompatibility) ส่งผ่านความร้อนเย็นได้น้อยกว่าครอบฟันโลหะ จึงลดการเกิดอาการเสียวและการระคายเคืองต่อเนื้อเยื่อโพรงประสาทฟันจากการเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิได้[69] นอกจากนี้ยังมีความแข็งแรงและมีความต้านทานต่อการแตกหักสูง จึงสามารถนำมาใช้เป็นครอบฟันและฟันเทียมติดแน่นทั้งฟันหน้าและฟันหลังได้

การยึดติดระหว่างครอบฟันเซอร์โคเนียเซรามิกส์กับตัวฟันนั้น ต้องอาศัยเรซินซีเมนต์เป็นตัวยึด ถึงแม้เซอร์โคเนียเซรามิกส์สามารถยึดด้วยซีเมนต์ทั่วไป เช่น ซิงค์ฟอสเฟตซีเมนต์ ซิงค์โพลีคาร์บอกซีเลทซีเมนต์ (zinc polycarboxylate cement) ได้ แต่อาจนำไปสู่ความแนบของขอบ (marginal adaptation) ที่ไม่เพียงพอ ทำให้เกิดฟันผุต่อ (secondary caries) เกิดการติดสีบริเวณขอบครอบฟันหรือเกิดการหลุดของครอบได้ [14] การใช้เรซินซีเมนต์จึงให้ผลที่ดีกว่าหลายประการ เช่น ทำให้เกิด

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ความแนบของขอบ ป้องกันการรั่วซึมตามขอบ (microleakage) และเพิ่มการยึดอยู่ (retention) ของครอบฟันได้[1,70,71]

เรซินซีเมนต์ที่มีใช้อยู่ในปัจจุบันมีหลายรูปแบบและหลายประเภทซึ่งมีส่วนประกอบแตกต่างกันออกไป การใช้เรซินซีเมนต์ชนิดไดเมทาครัยเลตซีเมนต์พวกบิสจีเอ็มเอ ที่ไม่มีกลุ่มทำงานพวกฟอสเฟตโมโนเมอร์กับเซอร์โคเนียเซรามิกส์นั้น ให้ค่าเฉลี่ยแรงยึดเฉือนที่ค่อนข้างต่ำเมื่อเทียบกับใช้เรซินซีเมนต์ที่มีฟอสเฟตโมโนเมอร์ และเมื่อผ่านการเทอร์โมไซคลิงมักเกิดการหลุดของซีเมนต์ก่อนนำไปทดสอบเป็นส่วนมาก[14] มีหลายการศึกษาที่แนะนำให้ทำการเป่าทรายและใช้เรซินซีเมนต์ที่มีฟอสเฟตโมโนเมอร์ในการยึดเซอร์โคเนียเซรามิกส์[14,15,69,72] เนื่องจากให้ค่าแรงยึดติดที่สูงกว่าเรซินซีเมนต์ที่ไม่มีกลุ่มทำงานฟอสเฟตและอยู่ในเกณฑ์ที่ยอมรับได้ทางคลินิก คือ อยู่ระหว่าง 10 -13 เมกกะปาสคาล[73] นอกจากนี้ยังมีการศึกษาที่กล่าวว่าเมื่อเป่าทรายแล้วใช้เรซินซีเมนต์ที่มีส่วนผสมของฟอสเฟตโมโนเมอร์เป็นตัวยึดเซอร์โคเนียเซรามิกส์นั้น มีค่าแรงยึดติดที่ดีและคงทนกว่าการเตรียมพื้นผิวเซอร์โคเนียเซรามิกส์ด้วยการใช้ซิลิกาเคลือบผิวแล้วตามด้วยสารไซเลนอีกด้วย[16] เนื่องจากข้อเสียของการเคลือบซิลิกาก็คือ อาจเกิดการปนเปื้อนของชิ้นงานระหว่างลองชิ้นงานบนฟันหลักในช่องปาก ซึ่งอาจส่งผลให้ค่าการยึดติดลดลงได้[74] เรซินซีเมนต์ที่ใช้ในการศึกษาครั้งนี้คือเรซินซีเมนต์พานาเวียเอฟสองจุดศูนย์และรีไลเอ็กซ์ยูร้อย เป็นชนิดที่มีฟอสเฟตโมโนเมอร์ทั้งคู่ ส่วนของพานาเวียเอฟสองจุดศูนย์นั้นจะประกอบด้วยบิสโพลีเอทอกซีเลตเรซิน (bis-polyethoxy-lated resin) ปริมาณร้อยละ 78 โดยน้ำหนัก โดยมีกลุ่มทำงานคือ เอ็มดีพี[75] ส่วนรีไลเอ็กซ์ยูร้อยประกอบด้วยเมทาครัยเลตโมโนเมอร์ที่มีกลุ่มทำงานเป็นกรดฟอสฟอริก[76] (methacrylate monomers containing phosphoric acid groups) ซึ่งกลุ่มทำงานทั้งสองตัวนี้มีความแตกต่างกัน พบได้จากการศึกษานี้ว่าฟอสเฟตโมโนเมอร์ที่เป็นเอ็มดีพีให้ค่าเฉลี่ยกำลังแรงยึดเฉือนที่สูงกว่ากลุ่มทำงานที่เป็นกรดฟอสฟอริก

จากผลการศึกษานี้พบว่าเซอร์โคเนียเซรามิกส์ที่ไม่ได้เตรียมพื้นผิวทั้งกลุ่มที่แช่น้ำ 24 ชั่วโมง และกลุ่มที่ผ่านเทอร์โมไซคลิง การใช้เรซินซีเมนต์รีไลเอกซ์ยูร้อยให้ค่าเฉลี่ยกำลังแรงยึดติดที่ต่ำกว่าเรซินซีเมนต์พานาเวียเอฟสองจุดศูนย์อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ที่เป็นเช่นนี้อาจเนื่องมากจากปฏิกิริยาการยึดติดของเรซินซีเมนต์รีไลน์เอกซ์ยูร้อยนั้นคล้ายกับปฏิกิริยาของกลาสไอโอโนเมอร์ซีเมนต์ รีไลน์เอกซ์ยูร้อยประกอบด้วยกลุ่มทำงานมัลติฟังชันนอลฟอสฟอริกแอซิด (multi-functional phosphoric acid) ที่สามารถทำปฏิกิริยากับฟันหรือโลหะ เพื่อให้เกิดการยึดติดได้[15,76] โดยในช่วงเวลาแรกของการผสม ถึงแม้ค่าความเป็นกรดหรือพีเอช (pH) ที่เกิดขึ้นในตอนแรกจะต่ำ โดยลดลงต่ำกว่า 2 ซึ่งความเป็นกรดนี้เกิดมาจากกลุ่มทำงานมัลติฟังชันนอลโมโนเมอร์ทำให้เกิดการยึดติดได้กับทั้งเนื้อฟันและเซรามิกส์ แต่ในช่วงแรกค่าแรงยึดติดจะยังไม่สูงมาก เนื่องจากเรซินซีเมนต์

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

จะยังไม่มีการบ่มตัวที่สมบูรณ์ (maturation) แต่เมื่อเวลาผ่านไปเรซินซีเมนต์มีการบ่มตัวสมบูรณ์ ค่าแรงยึดติดก็จะสูงขึ้น[77]

ค่ากำลังแรงดัด (flexural strength) ของเรซินซีเมนต์ ขนาดและปริมาณของวัสดุอัดแทรกในเรซินซีเมนต์ส่งผลต่อค่าแรงยึดติด โดยวัสดุอัดแทรกที่มีขนาดใหญ่อาจไปขัดขวางไม่ให้เรซินเมทริกซ์แทรกซึมเข้าไปในพื้นผิวที่ขรุขระ ทำให้ค่าแรงยึดติดลดลง[78] และเรซินซีเมนต์ที่มีปริมาณวัสดุอัดแทรกน้อยมักดูดน้ำมากกว่าเรซินซีเมนต์ที่มีปริมาณวัสดุอัดแทรกสูง ส่งผลให้เกิดการสลายตัวของเรซินซีเมนต์ ทำให้ค่าแรงยึดติดลดลง[79] จากการศึกษานี้เมื่อเปรียบเทียบขนาดของวัสดุอัดแทรกในเรซินซีเมนต์ทั้งสองชนิด พบว่าเรซินซีเมนต์รีไลเอกซ์ยูร้อยมีขนาดของวัสดุอัดแทรกโดยเฉลี่ย 12.5 ไมโครเมตรและมีปริมาณวัสดุอัดแทรกร้อยละ 70 โดยน้ำหนัก[80] เรซินซีเมนต์พานาเวียเอฟสองจุดศูนย์มีขนาดของวัสดุอัดแทรกระหว่าง 0.04 ถึง 0.9 ไมโครเมตรและมีปริมาณวัสดุอัดแทรกร้อยละ 73 โดยน้ำหนัก[75] ขนาดของวัสดุอัดแทรกที่ใหญ่ของเรซินซีเมนต์รีไลเอกซ์ยูร้อยอาจไปขัดขวางการแทรกซึมของเรซินเมทริกซ์ร่วมกับมีปริมาณวัสดุอัดแทรกน้อย ทำให้ดูดน้ำสูง เกิดการสลาย (degradation) ของตัวเรซินซีเมนต์ ส่งผลให้ค่าเฉลี่ยกำลังแรงยึดติดที่ได้ต่ำกว่าเรซินซีเมนต์พานาเวียเอฟสองจุดศูนย์

สำหรับค่าเฉลี่ยกำลังแรงยึดเฉือนหลังเทอร์โมไซคลิงเมื่อเปรียบเทียบกับการแช่น้ำ 24 ชั่วโมง ไม่ว่าจะเป็นเรซินซีเมนต์พานาเวียเอฟสองจุดศูนย์หรือรีไลน์เอกซ์ยูร้อยก็ให้ค่าที่ลดลงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ เนื่องจากเกิดการสลายของตัวเรซินซีเมนต์เอง[81] หรือเกิดพลาสติไซส์เซชั่น (plasticization effect) ของเรซินเมทริกซ์เมื่อมีน้ำเข้าแทรก โดยน้ำที่มีขนาดโมเลกุลเล็กสามารถแทรกซึมเข้าไปในช่องว่างอิสระระดับนาโน (nano-size free-volume space) ระหว่างสายโพลีเมอร์หรือเข้าไปแทรกรอบๆ กลุ่มทำงานที่ทำให้เกิดพันธะไฮโดรเจน ส่งผลให้ความเสถียรต่ออุณหภูมิ (thermal stability) ลดลง[51,82,83] เกิดการเปลี่ยนแปลงคุณสมบัติทางกายภาพ (mechanical properties) ของเรซินซีเมนต์[84] นอกจากนี้เมื่อมีการดูดซึมน้ำ (water sorption) ส่งผลให้เกิดการย่อยสลายโดยน้ำและอุณหภูมิ (hydrothermal degradation) ซึ่งเกิดจากขบวนการเทอร์โมไซคลิง ทำให้ชั้นเรซินซีเมนต์เกิดการอ่อนตัวลงและมีการกระจายแรงบริเวณรอยต่อ (interface) ระหว่างเรซินซีเมนต์และเซอร์โคเนียเซรามิกส์เปลี่ยนแปลงไป โดยถึงแม้จะมีแรงมากระทำเพียงเล็กน้อยก็ทำให้เกิดการหลุดได้[79,81] ซึ่งสอดคล้องกับรูปจากกล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอนแบบส่องกราดว่าหลังการผ่านเทอร์โมไซคลิงจะพบลักษณะการแตกหักเป็นทั้งแบบแอดฮีซีฟและแบบรวมที่มากขึ้น

นอกจากการเลือกใช้เรซินซีเมนต์ที่เหมาะสมแล้ว การยึดติดที่ดีจะเกิดขึ้นได้ต้องมีการเตรียมพื้นผิวของตัวเซรามิกส์ด้วย เซอร์โคเนียเซรามิกส์ที่ไม่มีการเตรียมพื้นผิวใดๆ เลยจะมีความเฉื่อย (inert) มีพลังงานพื้นผิวและการไหลแผ่ต่ำ[85,86] มีการศึกษาที่กล่าวว่าการใช้เอ็มดีพีโมโนเมอร์เตรียม

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

พื้นผิวเซอร์โคเนียเซรามิกส์ที่ไม่ได้ผ่านการเป่าทรายแล้วยึดด้วยเรซินซีเมนต์ได้ค่าแรงยึดติดที่ไม่ดี และส่วนมากจะเกิดการหลุดก่อนที่จะนำไปทดสอบ แสดงให้เห็นว่าอย่างไรก็ตามการยึดติดทางกลเป็นปัจจัยที่สำคัญที่สุดในการทำให้เกิดการยึดติดที่ดี สำหรับการยึดติดทางเคมีนั้นเป็นเพียงตัวช่วยเสริมเท่านั้น[68,87] การเตรียมพื้นผิวโดยการใช้กรดไฮโดรฟลูออริกกัดเซอร์โคเนียเซรามิกส์นั้นไม่สามารถทำได้เหมือนกับการใช้กรดกัดกลาสเซรามิกส์ เนื่องจากเซอร์โคเนียเซรามิกส์ไม่มีส่วนที่เป็นซิลิกาอยู่เลย[88] การเป่าทรายอาจเป็นอีกทางเลือกหนึ่งซึ่งเป็นการช่วยเพิ่มพื้นที่ผิวของเซอร์โคเนียเซรามิกส์ที่จะสัมผัสกับเรซินซีเมนต์ เพิ่มพลังงานพื้นผิว ทำให้เอื้อต่อการเกิดการยึดติดทางจุลกลศาสตร์ นอกจากนี้ยังช่วยลดแรงตึงผิว (surface tension) ด้วย[89] ขนาดของทรายที่ใช้เป่าก็มีความสำคัญ ควรเลือกใช้ทรายที่มีขนาดอนุภาคเล็กและละเอียด โดยเฉพาะบริเวณขอบของครอบฟันหรือฟันเทียมติดแน่น การเลือกใช้ทรายที่มีขนาดใหญ่หรือใช้ความแรงในการเป่าสูงอาจทำให้ขอบของครอบฟันเสียหายได้[90]

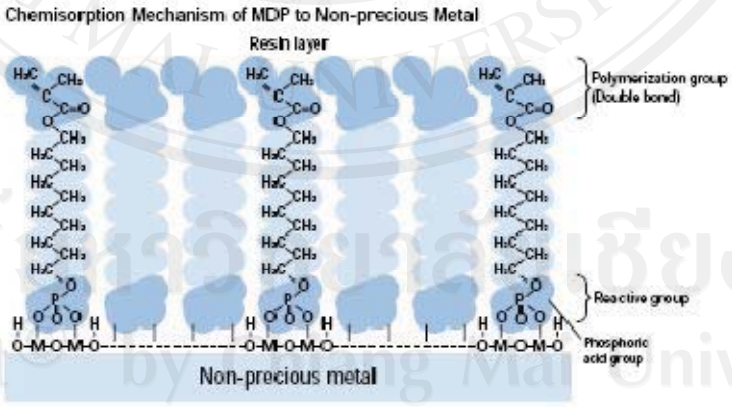
มีการศึกษากล่าวว่าการเป่าทรายอาจทำให้เกิดรอยแตกเล็กๆ (microcrack) บนเซอร์โคเนียเซรามิกส์ ซึ่งอาจทำให้ความต้านทานการแตกหักลดลง[90] แต่บางการศึกษาก็ให้ผลที่แตกต่าง โดยหลังการเป่าทรายแล้วใช้เรซินซีเมนต์ในการยึดเซอร์โคเนียเซรามิกส์ ตัวเรซินซีเมนต์จะช่วยทำให้เซอร์โคเนียเซรามิกส์แข็งแรงขึ้น เนื่องจากเรซินซีเมนต์จะไปสมาน (healing) ตำหนิเล็กๆ ที่เกิดขึ้นได้[91,92,93,94] บางการศึกษากล่าวว่าโดยปกติการเป่าทรายบนพื้นผิวเซรามิกส์ทำให้เกิดรอยร้าว แต่สำหรับเซอร์โคเนียเซรามิกส์เมื่อเกิดรอยร้าวจะมีการเปลี่ยนแปลงของเซอร์โคเนียจากเตตร้าโกนอลเฟสไปเป็นโมโนคลินิกเฟสบริเวณรอยร้าว ทำให้เกิดการขยายขนาดของปริมาตร และเกิดแรงกดในบริเวณนั้น มีผลทำให้การแตกร้าวนั้นหยุดลง[94] ดังนั้นการเป่าทรายอาจเป็นอีกทางเลือกหนึ่งในการเตรียมพื้นผิวเซอร์โคเนียเซรามิกส์ โดยต้องเลือกใช้ขนาดอนุภาคและความดันที่เหมาะสมในการเตรียมพื้นผิว เพื่อให้เกิดการยึดติดที่ดีที่สุด[95]

สำหรับการใช้เมทัลแอดฮีซีฟไพรเมอร์จากการทดลองนี้ กลุ่มที่เตรียมพื้นผิวด้วยเมทัลแอดฮีซีฟไพรเมอร์ให้ค่าเฉลี่ยแรงยึดติดที่สูงกว่ากลุ่มที่ไม่มีการเตรียมพื้นผิวในกรณีแช่น้ำ 24 ชั่วโมงและกลุ่มที่ผ่านการเทอร์โมไซคลิง ผลตรวจลักษณะการหลุดของเรซินซีเมนต์กับพื้นผิวเซอร์โคเนียเซรามิกส์ที่มีการเตรียมพื้นผิวด้วยเมทัลแอดฮีซีฟไพรเมอร์ พบว่าลักษณะการหลุดบางส่วนเป็นแบบรวมไม่เป็นแบบแอดฮีซีฟทั้งหมด ดังที่พบในกลุ่มที่ไม่ได้เตรียมพื้นผิวใดๆ แสดงว่าเมทัลแอดฮีซีฟไพรเมอร์มีส่วนช่วยเพิ่มการยึดติดของเรซินซีเมนต์กับผิวเซอร์โคเนียเซรามิกส์ โดยเมทัลแอดฮีซีฟไพรเมอร์ชนิดอัลลอยด์ไพรเมอร์ให้ค่าเฉลี่ยแรงยึดติดที่สูงกว่ากลุ่มที่ใช้เมทัลเซอร์โคเนียไพรเมอร์อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ เนื่องจากเอ็มดีพีซึ่งเป็นส่วนประกอบในอัลลอยด์ไพรเมอร์ สามารถยึดติดโดยตรงได้กับเซอร์โคเนียมออกไซด์และเกิดพันธะทางเคมีที่ต้านทานต่อน้ำได้ (water-resistant

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

bond)[14] ต่างจากเมทัลเซอร์โคเนียไพรเมอร์ ที่มีกลุ่มทำงานที่เกิดพันธะทางเคมีกับเซอร์โคเนียมออกไซด์ แต่ก็เป็นพันธะที่ไม่คงทนและมีลักษณะที่ชอบน้ำ (hydrophilic) สอดคล้องกับการศึกษาของ Yang และคณะ[96] เปรียบเทียบค่าเฉลี่ยแรงยึดติดระหว่างการเตรียมพื้นผิวเซอร์โคเนียเซรามิกส์ด้วยเมทัลแอดฮีซีฟไพรเมอร์ 3 ชนิด (เมทัลเซอร์โคเนียไพรเมอร์ อัลลอยด์ไพรเมอร์และเคลียร์ฟิลเซรามิกส์ไพรเมอร์ (Clearfil Ceramic Primer®, Kuraray, Japan)) และกลุ่มควบคุมที่ไม่มีการเตรียมพื้นผิวใดๆ หลังแช่น้ำ 3 วัน และ 150 วัน พบว่าหลังแช่น้ำ 150 วัน กลุ่มที่ใช้อัลลอยด์ไพรเมอร์และเคลียร์ฟิลเซรามิกส์ไพรเมอร์ให้ค่าเฉลี่ยแรงยึดติดสูงกว่ากลุ่มที่ไม่เตรียมพื้นผิวและกลุ่มเมทัลเซอร์โคเนียไพรเมอร์อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

เมทัลแอดฮีซีฟไพรเมอร์ที่มีเอ็มดีพีเป็นส่วนประกอบมีประสิทธิภาพในการทำให้ค่ากำลังแรงยึดเฉือนระหว่างเรซินซีเมนต์และเซอร์โคเนียเซรามิกส์ที่แช่น้ำ 24 ชั่วโมงสูงขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ เหมือนการใช้เมทัลแอดฮีซีฟไพรเมอร์กับโลหะผสมพื้นฐานที่ยึดติดกันด้วยพันธะเคมีในชั้นออกไซด์ที่ผิวโลหะ[97,98,99] ดังรูปที่ 34[100] โดยพื้นผิวของเซอร์โคเนียเซรามิกส์นั้นก็มีเซอร์โคเนียมออกไซด์ (zirconium oxide) ซึ่งเป็นออกไซด์ของโลหะที่สามารถยึดติดด้วยพันธะเคมีได้ มีหลายการศึกษากล่าวว่าเอ็มดีพีสามารถยึดติดโดยตรงได้กับออกไซด์ของโลหะ ได้แก่ โครเมียม (chromium) นิกเกิ้ล (nickel) อลูมิเนียม ไทเทเนียม(titanium) และเซอร์โคเนียม[99] การยึดติดทางเคมีระหว่างเอ็มดีพีกับเซอร์โคเนียเซรามิกส์อาจมาจากการเกิดพันธะไฮโดรเจนระหว่างกลุ่มไฮดรอกซิล (hydroxyl) ในเอ็มดีพีและกลุ่มไฮดรอกซิลที่พื้นผิวเซอร์โคเนียเซรามิกส์[68]



รูป 34 การยึดด้วยพันธะเคมีระหว่างโลหะผสมพื้นฐานกับเอ็มดีพี[100]

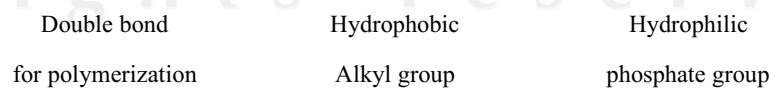
โดยปกติแล้วเอ็มดีพีสามารถมีพันธะทางเคมีกับไฮดรอกซี่แอพาไทด์และออกไซด์ของโลหะต่างๆ ได้ นอกจากนี้พันธะที่เกิดขึ้นยังเป็นพันธะที่เกิดการละลายได้ต่ำ เนื่องจากมีสายคาร์บอนิลที่ยาว (long carbonyl chain)[101,102,103]

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ส่วนประกอบของอัลลอยด์ไพรเมอร์นอกจากประกอบด้วยเอ็มดีพียังมีวีบีเอทีดีที มีรายงานว่าวีบีเอทีดีทีอาจจะยับยั้งการเกิดโพลีเมอร์ไรเซชั่นของเรซินซีเมนต์ที่ประกอบด้วยเบนโซอิลเปอร์ออกไซด์เอมีน (benzoyl peroxide-amine initiator system) เช่น พานาเวียยี่สิบเอ็ดและพานาเวียเอฟสองจุดศูนย์[104,105] ส่งผลให้ค่าแรงยึดติดไม่ดี สอดคล้องกับการศึกษาของ Yun และคณะ[106] ที่พบว่ากลุ่มที่ใช้เมทัลแอดฮีซีฟไพรเมอร์ที่มีเพียงวีบีเอทีดีอย่างเดียวให้ค่าแรงยึดติดที่ต่ำกว่ากลุ่มที่ใช้ไพรเมอร์ที่มีเอ็มดีพีเป็นส่วนประกอบ จากการศึกษาครั้งนี้พบว่าการแตกหักที่เกิดขึ้นมักเป็นแบบแอดฮีซีฟ มีแบบรวมบ้างเล็กน้อย แสดงว่าวีบีเอทีดีทีอาจมีผลต่อการโพลีเมอร์ไรเซชั่นของเรซินซีเมนต์เพียงเล็กน้อย เพราะการแตกหักที่เกิดส่วนใหญ่เป็นแบบแอดฮีซีฟ แสดงว่าจุดอ่อนไม่ได้อยู่ที่ตัวเรซินซีเมนต์ การที่เรซินซีเมนต์และอัลลอยด์ไพรเมอร์มีส่วนผสมของเอ็มดีพีเป็นส่วนสำคัญทำให้แรงยึดติดกับเซอร์โคเนียเซรามิกส์ดีขึ้น เห็นได้ว่าค่าเฉลี่ยกำลังแรงยึดเฉือนในกลุ่มอัลลอยด์ไพรเมอร์สูงกว่ากลุ่มอื่นๆอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ จึงอาจสรุปได้ว่าวีบีเอทีดีทีเพียงอย่างเดียวไม่ช่วยให้ค่าแรงยึดติดดีขึ้น แต่ถ้ามีทั้งเอ็มดีพีและวีบีเอทีดีทีค่าแรงยึดติดที่ได้สูงขึ้น สอดคล้องกับการศึกษาของ de Souza และคณะ[107]

เอ็มดีพีที่มีในพานาเวียเอฟสองจุดศูนย์และอัลลอยด์ไพรเมอร์นั้นประกอบด้วย 3 องค์ประกอบที่ทำงานแตกต่างกัน คือ เมต้าครัยโลอิล (methacryloyl) กลุ่มเดซิลหรืออัลคิล (decyl or alkyl groups) และ กลุ่มไดไฮโดรเจน ฟอสเฟต (dihydrogen phosphate)[108] ดังรูปที่ 35 เมต้าครัยโลอิลเป็นสิ่งจำเป็นทำให้เกิดโพลีเมอร์ไรเซชั่นร่วมกันระหว่างเอ็มดีพีโมโนเมอร์กับเรซินเมทริกซ์ของเรซินซีเมนต์ ไดไฮโดรเจนฟอสเฟตเป็นส่วนที่ทำให้เกิดพันธะทางเคมีกับออกไซด์ของโลหะ และกลุ่มเดซิลซึ่งเป็นกลุ่มไม่ชอบน้ำจะเป็นตัวป้องกันการแทรกซึมของน้ำบริเวณรอยต่อ (adhesive interface) ลดการเกิดไฮโดรไลซิสหรือเกิดช้าลงได้ สอดคล้องกับผลการศึกษาครั้งนี้ที่พบว่ากลุ่มที่เตรียมพื้นผิวเซอร์โคเนียเซรามิกส์ด้วยอัลลอยด์ไพรเมอร์ให้ค่าเฉลี่ยกำลังแรงยึดเฉือนที่ดีกว่ากลุ่มอื่นๆ ถึงแม้จะผ่านการเทอร์โมไซคลิงมาแล้วก็ตาม

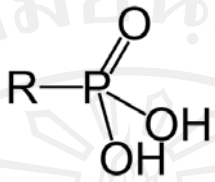
ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved



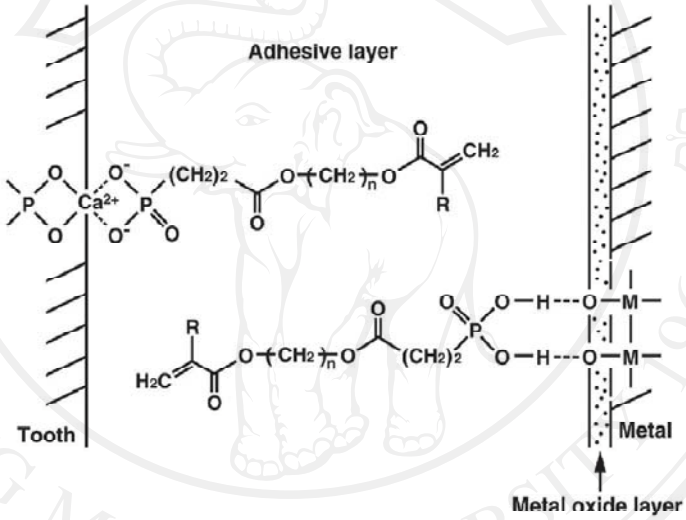
รูป 35 โครงสร้างโมเลกุลของเอ็มดีพี[108]

เมทัลเซอร์โคเนียไพรเมอร์ประกอบด้วยส่วนหลักๆ คือ กรดฟอสโฟนิก (phosphonic acid : -$P(=O)(OH)_2$) ดังรูปที่ 36[109] กรดฟอสโฟนิกมีประสิทธิภาพทำให้ค่ากำลังแรงยึดเฉือนระหว่างเรซิน

ซีเมนต์และเซอร์โคเนียเซรามิกส์หลังแช่น้ำ 24 ชั่วโมงสูงกว่ากลุ่มที่ไม่มีการเตรียมพื้นผิวใดๆอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ การยึดติดทางเคมีระหว่างกรดฟอสโฟนิกกับเซอร์โคเนียเซรามิกส์อาจเกิดจากการยึดติดด้วยพันธะไอออนิก (ionic bond) ระหว่างกรดฟอสโฟนิกกับออกไซด์ของโลหะ ดังรูปที่ 37[110]



รูป 36 โครงสร้างโมเลกุลของกรดฟอสโฟนิก[109]



รูป 37 การยึดติดระหว่างกรดฟอสโฟนิกกับเนื้อฟันและกรดฟอสโฟนิกกับโลหะ[110]

กลุ่มที่เตรียมพื้นผิวด้วยเมทัลเซอร์โคเนียไพรเมอร์ให้ค่าเฉลี่ยกำลังแรงยึดเฉือนที่ต่ำกว่ากลุ่มที่ใช้อัลลอยด์ไพรเมอร์ อาจเนื่องจากกลุ่มทำงานที่มีความเป็นกรดในเมทัลเซอร์โคเนียไพรเมอร์ทำปฏิกิริยากับเทอร์เชียรี่เอมีน (tertiary amine) ที่เป็นตัวเริ่มปฏิกิริยา (initiator) ในเรซินซีเมนต์ เกิดตะกอนสีเหลือง (yellowish salts) ไปยับยั้งปฏิกิริยาโพลีเมอร์ไรเซชั่นของเรซินซีเมนต์ได้[111] ทำให้พบว่าภาพจากกล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอนแบบส่องกราดของกลุ่มที่ใช้เมทัลเซอร์โคเนียไพรเมอร์มีการหลุดของซีเมนต์แบบรวมมากกว่ากลุ่มที่ไม่ได้เตรียมพื้นผิวใดๆ

ปัจจัยสำคัญที่ทำให้ความสามารถในการยึดติดของไพรเมอร์แต่ละชนิดแตกต่างกันขึ้นอยู่กับความแตกต่างของโครงสร้างทางเคมี ซึ่งส่งผลต่อความเป็นขั้วของโมโนเมอร์ชนิดนั้นๆ โดยกรดฟอสโฟนิกมีลักษณะที่เป็นขั้วและชอบน้ำ อาจดูดน้ำแม้เกิดการโพลีเมอร์ไรเซชั่นไปแล้ว ส่งผลให้ค่าแรงยึดติดลดลงได้ ซึ่งแตกต่างจากอัลลอยด์ไพรเมอร์ที่มีกลุ่มสเปซเซอร์ (spacer group) เป็นสาย

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

คาร์บอนที่อิ่มตัว (saturated carbon chain) ไม่มีขั้วและไม่ชอบน้ำ ส่วนนี้เองเป็นตัวกั้นไม่ให้โมเลกุลน้ำเข้าไประหว่างพันธะที่เกิดขึ้นและยับยั้งการเกิดปฏิกิริยาไฮโดรไลซิสได้[12]

จากข้อจำกัดของการศึกษาในครั้งนี้ทั้งในด้านเวลา จำนวนตัวอย่างและวิธีออกแบบการทดลองยังไม่สมบูรณ์มากนักเมื่อเทียบกับสภาวะจริงในทางคลินิก เนื่องจากเป็นการทดสอบกำลังแรงยึดเฉือนเฉพาะเรซินซีเมนต์กับเซอร์โคเนียเซรามิกส์โดยใช้ชิ้นเรซินคอมโพสิตในการยึดติด ในความเป็นจริงมีรอยต่อระหว่างฟันกับเรซินซีเมนต์และระหว่างเรซินซีเมนต์กับเซอร์โคเนียเซรามิกส์ ผลที่ได้จากการศึกษานี้เป็นเพียงข้อมูลพื้นฐานซึ่งควรมีการศึกษาเพิ่มเติมต่อไป โดยเพิ่มจำนวนกลุ่มตัวอย่าง ชนิดของเมทัลแอดฮีซีฟไพรเมอร์ ตลอดจนออกแบบการทดลองที่ค่อนข้างจำเพาะเจาะจง เช่น ยึดเซอร์โคเนียเซรามิกส์ด้วยเรซินซีเมนต์กับผิวฟัน ศึกษารอยต่อระหว่างเรซินซีเมนต์กับเซอร์โคเนียและรอยต่อระหว่างเรซินซีเมนต์กับผิวฟัน เป็นต้น นอกจากนี้อาจศึกษาลักษณะและความขรุขระของพื้นผิว (surface characteristic and surface roughness) ของเซอร์โคเนียเซรามิกส์หลังการเป่าทราย ร่วมกับความทนทานต่อการแตกหัก (fracture toughness) การใช้ไพรเมอร์ชนิดต่าง ๆ และซิลิกาเคลือบทับบนผิวเซรามิกส์ และศึกษารูปแบบการหลุดของเรซินซีเมนต์ร่วมกับปริมาณที่หลงเหลืออยู่บนพื้นผิวเซรามิกส์ เพื่อให้ได้ข้อสรุปที่ชัดเจนและเป็นประโยชน์ต่องานทางทันตกรรมบูรณะมากขึ้น

<u>การใช้งานทางคลินิก</u>

เนื่องจากคุณสมบัติทางกายภาพที่แข็งแรงของเซอร์โคเนียเซรามิกส์ คือ มีค่ากำลังแรงดัดและค่าความต้านทานการแตกหักสูง ใช้เป็นแกนของครอบฟันได้ทุกบริเวณในช่องปาก และสามารถสร้างฟันเทียมติดแน่นบริเวณฟันหน้าและฟันเทียมติดแน่น 3 ซี่ในฟันหลัง การพิจารณาใช้ทางคลินิกจำเป็นต้องติดตามผลของการรักษาในระยะยาวประกอบ เนื่องจากความล้าหลังการใช้งานมีผลต่อความล้มเหลวของชิ้นงานบูรณะ การใช้เมทัลแอดฮีซีฟไพรเมอร์เตรียมพื้นผิวชิ้นงานบูรณะเซอร์โคเนียเซรามิกส์ก่อนการยึดด้วยเรซินซีเมนต์ มีส่วนช่วยเพิ่มการยึดติดระหว่างเรซินซีเมนต์กับเซอร์โคเนียเซรามิกส์ อย่างไรก็ตามพันธะทางเคมีที่เกิดขึ้นเป็นเพียงส่วนเสริมเท่านั้น ส่วนเพิ่มการยึดติดของชิ้นงานบูรณะกับตัวฟันด้วยเรซินซีเมนต์ทางกลศาสตร์ เช่น การเป่าทราย อาจเกิดรอยร้าวเล็กๆบนผิวเซอร์โคเนียเซรามิกส์ ส่งผลให้ความต้านทานการแตกหักลดลง ขนาดของอนุภาคผงทรายที่ใช้มีความสำคัญ ควรเลือกใช้ทรายที่มีขนาดอนุภาคเล็กและละเอียด โดยเฉพาะบริเวณขอบของครอบฟันหรือฟันเทียมติดแน่น การเลือกใช้ทรายที่มีขนาดใหญ่หรือใช้ความแรงในการเป่าสูงอาจทำให้ขอบของครอบฟันเสียหายได้ ส่วนมากเครื่องเป่าทรายข้างเก้าอี้มีขนาดอนุภาคค่อนข้างใหญ่ (110 ไมโครเมตร) และไม่สามารถควบคุมความดันในการเป่าได้ อาจทำให้เกิดความเสียหายของชิ้นงานบูรณะ ดังนั้นควรกรอแต่งฟันหลักโดยยึดตามหลักการกรอแต่งฟัน (Principles of tooth

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

preparation)[113] เพื่อให้ได้การยึดอยู่ที่ดี หลักทั่วไปคือกรอแต่งให้มีการต้านทานต่อการหลุดทั้งในแนวการถอดใส่และแนวอื่น (retention and resistance) โดยกรอแต่งให้ผนังสองด้านที่อยู่ตรงข้ามกัน เช่น ผนังด้านใกล้แก้มและผนังด้านใกล้ลิ้นมีความขนานหรือสอบเข้าหากันเล็กน้อย ปกติครอบฟันโลหะควรกรอแต่งฟันให้มีความสอบ 2-6 องศาและครอบฟันเซรามิกล้วนมีความสอบ 5-10 องศา ความสูงของฟันในแนวบดเคี้ยว-ใกล้เหงือก (occluso-gingival length) มีส่วนเกี่ยวข้องโดยตัวฟันที่ยาวต้านทานการหลุดที่เกิดจากแรงในแนวเฉียง (tipping force) ได้ดีกว่าตัวฟันที่สั้น กรณีที่ตัวฟันหลักสั้นทำได้โดยการวางขอบของฟันหลักไว้ใต้เหงือก

ชิ้นงานบูรณะทำหน้าที่ได้ดีเมื่อติดแน่นอยู่บนฟันหลัก การยึดติดทางกลศาสตร์และทางเคมีเป็นเพียงส่วนเสริม ฉะนั้นการกรอฟันหลักให้มีการต้านทานต่อการหลุดในแนวการถอดใส่และแนวอื่นอย่างพอเพียงเป็นสิ่งจำเป็น เพื่อต้านทานการหลุดของชิ้นงานบูรณะ

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved