

นิพนธ์ฉบับ

อิทธิพลการฝึกเนื้อฟันด้วยสารยัดติดเซลฟ์เอทซ์ต่อการบ่มตัวของวัสดุพิมพ์ชนิดซิลิโคน

เอกลักษณ์ หวังหงษ์หิรัญ, นิยม อารังคือนันต์สกุล

บทคัดย่อ

- บทนำ:** การศึกษานี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาผลของสารยัดติดที่ฝึกเนื้อฟันต่อการบ่มตัวของวัสดุพิมพ์ชนิดพอลิไวนิลไซลอกเซน
- วิธีการศึกษา:** ฟันกรามใหญ่ของมนุษย์ที่ปราศจากรอยผุ จำนวน ๓๖ ซี่ ฝังในท่อพลาสติกด้วยเรซิน โดยให้ตัวฟันโผล่เหนือขอบท่อ ตัดด้านบดเคี้ยวออกด้วยเครื่องตัดความเร็วต่ำจนเนื้อฟันเผยออก แบ่งฟันเป็น ๓ กลุ่ม กลุ่มละ ๑๒ ซี่ ตามชนิดของสารยัดติดที่ใช้ฝึกเนื้อฟัน ได้แก่ กลุ่มที่ ๑ ไม่ทาด้วยสารใด ๆ กลุ่มที่ ๒ ทาด้วยเซลฟ์เอทซ์ซีโนไฟรฟอส และกลุ่มที่ ๓ ทาด้วยเซลฟ์เอทซ์ซิงเกิลบอนด์ยูนิเวอร์ซอล บ่มสารยัดติดด้วยแสงที่ตามองเห็นจากเครื่องฉายแสง จากนั้นปิดทับด้วยวัสดุพิมพ์พอลิไวนิลไซลอกเซนกลุ่มละ ๑๐ ซี่ โดยกระบวนการทั้งหมดทำในตู้ควบคุมที่อยู่ในสภาวะก๊าซไนโตรเจน ปล่อยให้วัสดุพิมพ์บ่มตัว ๑๐ นาที แล้วจึงแกะวัสดุพิมพ์ออกเพื่อตรวจสอบการบ่มตัวที่ผิวหน้าด้วยตาเปล่าและด้วยกล้องจุลทรรศน์ชนิดสเตอริโอ นำส่วนชิ้นทดสอบที่เหลืออีกกลุ่มละ ๒ ชิ้น เพื่อวิเคราะห์หาธาตุที่ผิวหน้าด้วยกล้องอิเล็กตรอนส่องกราดฟังก์ชันอีดีเอกซ์
- ผลการศึกษา:** ร้อยละ ๑๐๐ ของวัสดุพิมพ์ที่สัมผัสกับผิวหน้าของชิ้นทดสอบกลุ่มที่ ๒ ถูกยับยั้งการบ่มตัว ขณะที่ผิวหน้าของชิ้นทดสอบกลุ่มที่ ๑ และ ๓ ไม่มีผลต่อการบ่มตัวของวัสดุพิมพ์ เมื่อดูด้วยตาเปล่าและด้วยกล้องจุลทรรศน์ชนิดสเตอริโอ ส่วนการหาธาตุนิวตันของทั้งสามกลุ่ม พบว่าผิวเนื้อฟันของกลุ่มที่ ๒ มีองค์ประกอบของธาตุซิลิเคอร์ ขณะที่กลุ่มที่ ๑ และ ๓ ไม่พบธาตุดังกล่าว
- วิจารณ์และสรุปผลการศึกษา:** สารยัดติดเซลฟ์เอทซ์ซีโนไฟรฟอสมีผลต่อการบ่มตัวของวัสดุพิมพ์ชนิดพอลิไวนิลไซลอกเซน
- คำสำคัญ:** การฝึกเนื้อฟัน, สารยัดติด, พอลิไวนิลไซลอกเซน

วันที่รับบทความ: ๓ พฤษภาคม ๒๕๖๑

วันที่อนุญาตให้ตีพิมพ์: ๔ กรกฎาคม ๒๕๖๑

บทนำ

การบูรณะฟันด้วยชิ้นงานที่ผลิตจากห้องปฏิบัติการ (indirect restoration) จำเป็นต้องมีการจำลองฟันหลักเพื่อใช้ขึ้นรูปชิ้นงานนอกช่องปาก โดยเริ่มจากการกรอแต่งฟันหลัก การพิมพ์ฟันหลักขั้นสุดท้าย (final impression) การใส่ชิ้นงานชั่วคราว (temporary restoration) และยึดชิ้นงานด้วยซีเมนต์ตามลำดับ เป็นต้น ซึ่งที่กล่าวมาข้างต้นเป็นขั้นตอนอย่างคร่าวๆ แต่กรณีที่ฟันหลักมีชีวิต ได้มีการแนะนำขั้นตอนเพิ่มเติมที่เรียกว่า “การผนึกเนื้อฟันโดยทันที (immediate dentin sealing)” โดยวิธีนี้ได้มีการนำเสนอตั้งแต่ปี ค.ศ. ๑๙๙๒ ซึ่งแนะนำให้เคลือบเนื้อฟันด้วยสารยึดติด (dentin bonding agents) หลังสิ้นสุดการกรอแต่งก่อนที่จะพิมพ์ฟันหลัก^๑ สาเหตุที่ต้องผนึกเนื้อฟันโดยทันทีด้วยเหตุเพราะ ๑.การกรอแต่งเนื้อฟันก่อให้เกิดช่องทางสำหรับแบคทีเรียเดินทางตามท่อเนื้อฟัน (dental tubule) เข้าสู่โพรงเนื้อเยื่อใน (pulp cavity) อาจส่งผลให้เกิดการอักเสบของเนื้อเยื่อใน (pulp) นอกจากนี้การเผยของท่อเนื้อฟันยังก่อให้เกิดอาการเสียวฟันเมื่อได้รับสิ่งกระตุ้นจากภายนอก เช่น ความร้อน เย็น และอาหารรสหวาน เป็นต้น^๒ ๒. สามารถเพิ่มแรงยึดติดระหว่างชิ้นงานกับฟันหลักเมื่อใช้เรซินซีเมนต์เป็นวัสดุยึด^๓

สารยึดติดที่ใช้ในการผนึกเนื้อฟันโดยทันทีที่สามารถแบ่งได้เป็น ๒ กลุ่ม คือ ๑. ระบบโททอลเอทซ์ (total etch system) ซึ่งระบบนี้จะมีการกำจัดชั้นสเมียร์ (smear layer) บนผิวฟันออกทั้งหมด^๔ โดยเริ่มจากการใช้กรดทาที่ผิวฟันแล้วล้างน้ำออก จากนั้นหาสารไพรเมอร์ (กรณีที่เป็นระบบโททอลเอทซ์แบบ ๓ ขั้นตอน) แล้วตามด้วยสารยึดติดซึ่งมอนอเมอร์ในสารยึดติดจะแทรกซึมไปตามเส้นใยคอลลาเจนและไหลเข้าสู่ท่อเนื้อฟัน ซึ่งหลังการบ่มตัวจะเกิดการผนึกเนื้อฟันโดยเกิดเป็นชั้นไฮบริดและเรซินแท็ก (resin tag)^๕ อนึ่งระบบโททอลเอทซ์ มีข้อควรระวังในแต่ละขั้นตอนเป็นอย่างดี^๖ เช่น การเป่าลมที่ผิวเนื้อฟันที่ผ่านการกัดด้วยกรดจนแห้งเกินไปทำให้เส้นใยคอลลาเจนเกิดการพับตัว^๖ จนมอนอเมอร์ไม่สามารถแทรกซึมไปตามช่องว่างระหว่างเส้นใยได้ ส่งผลต่อค่าแรงยึดติด และถ้าใช้กรดปรับสภาพเนื้อฟันด้วยระยะเวลาที่นานเกินไป (over-etch) ก็จะส่งผลเสียต่อค่าแรงยึดติดได้เช่นกัน เพราะมอนอเมอร์ไม่สามารถแทรกซึมลงไปบริเวณที่เกิดการละลายของอนินทรีย์สารในตำแหน่งที่ลึกที่สุดได้ ก่อให้เกิดชั้นของเส้นใยคอลลาเจนที่ปราศจากการ

ห่อหุ้มด้วยเรซิน ย่อมส่งผลให้เกิดการรั่วซึมระดับจุลภาคตามมา และเกิดอาการเสียวฟันได้ในภายหลัง (post-operative sensitivity)^๗ ๒. ระบบเซลฟ์เอทซ์ (self-etching system) ถูกพัฒนาเพื่อแก้ไขปัญหาของระบบของโททอลเอทซ์ และยังคงขั้นตอนการทำงานเพราะไม่มีการใช้กรดแล้วล้างน้ำออกเหมือนระบบที่ ๑ โดยระบบเซลฟ์เอทซ์จะใช้ฟังก์ชันนัลมอนอเมอร์ที่มีฤทธิ์เป็นกรดเพื่อละลายอนินทรีย์สารที่เนื้อฟัน (demineralized dentin) และเกิดการแทรกซึมของมอนอเมอร์ไปพร้อมๆ กัน^๘ ลดปัญหาเส้นใยคอลลาเจนที่ปราศจากการห่อหุ้มด้วยเรซิน และยังลดโอกาสการเกิดอาการเสียวฟันได้ สารยึดติดเซลฟ์เอทซ์จะสามารถแบ่งออกเป็นกลุ่มย่อยตามค่าความเป็นกรด - ด่าง (pH) ที่แตกต่างกัน^๙ และนอกจากนี้ยังพบว่าสารยึดติดในระบบเซลฟ์เอทซ์บางผลิตภัณฑ์เกิดปฏิกิริยาแบบเทอร์นารี รีดอกซ์ (ternary redox) โดยผู้ผลิตได้ใส่เกลือซัลไฟเนทเพื่อช่วยให้มีค่าแรงยึดที่ดีขึ้น^{๑๐-๑๒}

การบ่มตัวของสารยึดติดทั้งของระบบโททอลเอทซ์และระบบเซลฟ์เอทซ์ ภายใต้สภาวะที่มีออกซิเจน จะพบลักษณะเหนียวๆ ที่ผิวหน้าเสมอ ซึ่งเรียกว่า *ชั้นที่ถูกการยับยั้งโดยออกซิเจน (oxygen inhibited layer, OIL) หรือเรียกสั้นๆ ว่าโอไอเอล* โดยชั้นนี้จะเป็นส่วนของมอนอเมอร์ที่หลงเหลืออยู่เนื่องจากอนุมูลอิสระทำปฏิกิริยากับออกซิเจนส่งผลให้มอนอเมอร์ไม่สามารถเกิดพอลิเมอร์ (polymerization) ได้^{๑๓} ดังนั้นการเคลือบผิวเนื้อฟันด้วยสารยึดติด หลังการบ่มด้วยแสงแล้วย่อมเกิดชั้นโอไอเอลเสมอ เมื่อวัสดุพิมพ์ฟันสัมผัสกับชั้นโอไอเอลอาจมีผลต่อการบ่มตัวของวัสดุพิมพ์ฟันชนิดพอลิไวน์ลิลซอลอกเซนหรือพอลิอีเทอร์ได^{๑๔, ๑๕} จึงมีการเสนอวิธีกำจัดชั้นโอไอเอลก่อนพิมพ์ฟันครั้งสุดท้าย อาทิ เช่น ป้องกันการเกิดชั้นนี้ด้วยการปกปิดไม่ให้สัมผัสกับอากาศ (air blocking) โดยการทาวันกลีเซอริน (glycerin jelly)^{๑๖} วิธีการกำจัดชั้นโอไอเอลด้วยอะซิโตน^{๑๗} หรือ แอลกอฮอล์^{๑๘, ๑๙} นอกจากนี้มีการศึกษาก่อนหน้านี้ว่าวัสดุพิมพ์ฟันพอลิไวน์ลิลซอลอกเซนยังสามารถถูกยับยั้งการบ่มตัวด้วยสารซิลเฟอร^{๒๐-๒๕} และในการผนึกเนื้อฟันโดยทันทีด้วยสารยึดติดที่มีซิลเฟอรอาจมีผลต่อบ่มตัวของวัสดุพิมพ์ฟันได้ ดังนั้น วัตถุประสงค์ของวิจัยนี้ต้องการศึกษาว่าการยับยั้งการบ่มตัวของพอลิไวน์ลิลซอลอกเซนอาจไม่ได้เป็นผลมาจากชั้นโอไอเอลเพียงอย่างเดียวแต่อาจเป็นเพราะสารซิลเฟอรที่อยู่ในสารยึดติดร่วมด้วย

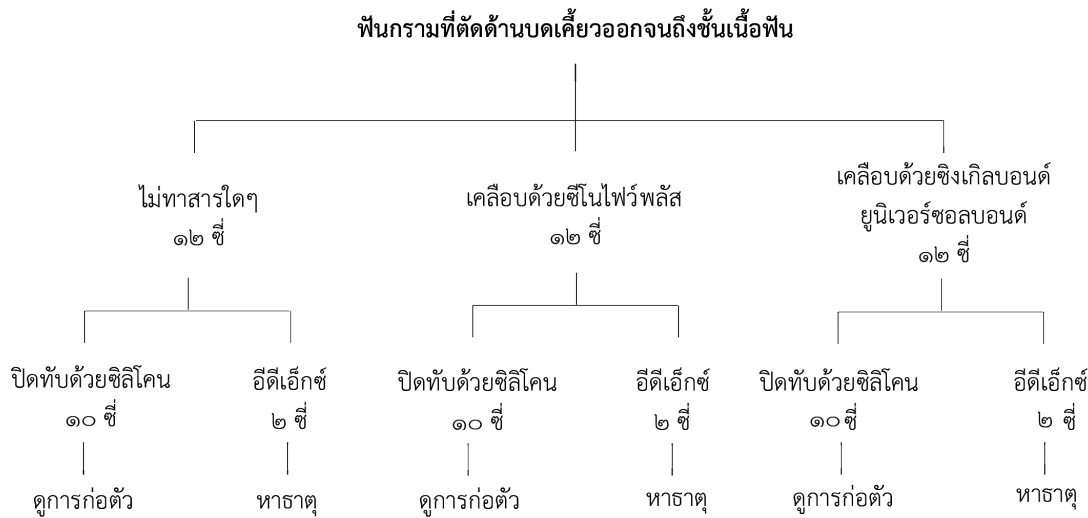
วิธีการศึกษา

งานวิจัยนี้ได้รับอนุญาตจากคณะกรรมการพิจารณาจริยธรรมการวิจัยในมนุษย์คณะทันตแพทยศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย เลขที่ จธ ๑๙๐/๒๕๕๙ ผลิตภัณฑ์สารยึดติดเซลฟ์เอทช์ที่ใช้ในการศึกษาแสดงไว้ในตารางที่ ๑ โดยแบ่งกลุ่มการทดลองเป็น ๓ กลุ่ม ได้แก่ ๑. เนื้อฟันที่ไม่ผ่านการเคลือบด้วยสารยึดติด ๒. เนื้อฟันที่เคลือบด้วยสารยึดติดเซลฟ์เอทช์ซีโนไฟว์พลัส ๓. เนื้อฟันที่เคลือบด้วยสารยึดติดเซลฟ์เอทช์ซิงเกิลบอนด์ยูนิเวอร์ซอล กลุ่มตัวอย่างเป็นฟันกรามมนุษย์ที่ไม่มีพยาธิสภาพ ถูกถอนด้วยเหตุผลทางทันตกรรม จำนวน ๓๖ ซี่ เก็บรักษาซีฟันตามมาตรฐานไอเอสโอ/ทีเอส 11405 (ISO/TS 11405) การตัดแต่งฟันทำโดยยึดซีฟันในท่อพลาสติกด้วยเรซิน ตัดด้านบดเคี้ยวออกประมาณ ๓ มิลลิเมตร ในแนวตั้งฉากกับแนวแกนฟันเพื่อเผยให้เห็นเนื้อฟัน ด้วยเครื่องตัดฟันความเร็วต่ำ (slow speed cutting machine, Isomet ๑๐๐๐[®], Buehler, Lake Bluff, IL, USA) ที่มีน้ำหล่อตลอดเวลาด้วยความเร็ว ๔๕๐ รอบต่อนาที แรงกด ๑๕๐ นิวตัน จากนั้นขัดผิวเนื้อฟันด้วยกระดาษ

ซิลิกอนคาร์ไบด์ (SiC) ระดับความละเอียด ๖๐๐ กริท (600-grit silicon carbide paper; PACE technologies, Tucson, AZ, USA) ภายใต้น้ำหล่อเลี้ยง ด้วยเครื่องขัดอัตโนมัติ (Automatic polishing machine; DPS 3200, Impitech, Boksburg, South Africa) ด้วยน้ำหนกกด ๒ กิโลกรัมต่อตารางเซนติเมตร โดยกระดาษซิลิกอนคาร์ไบด์จะหมุนด้วยความเร็ว ๑๐๐ รอบต่อนาที ในทิศทางทวนเข็มนาฬิกา ขณะที่ชิ้นงานจะหมุนตามเข็มนาฬิกา ซึ่งใช้เวลาขัด ๒ นาที และกระดาษซิลิกอนคาร์ไบด์จะถูกเปลี่ยนเป็นแผ่นใหม่ทุกครั้งเมื่อเริ่มต้นกระบวนการขัดใหม่ จากนั้นทำความสะอาดผิวเนื้อฟันด้วยการฉีบน้ำและลมพร้อมกันจากทรีปเปิลไซริงจ์ ที่ปราศจากละอองน้ำและน้ำมันจากเครื่องกรอฟันเคลื่อนที่ (Mobiledental unit, Thai Dental Products (T.D.P), Bangkok, Thailand) ที่แรงดัน ๔๐ - ๕๐ ปอนด์ต่อตารางนิ้ว ระยะห่าง ๑๐ มิลลิเมตร สเปย์นาน ๑๐ วินาที แล้วเก็บซีฟันที่ตัดไว้ในภาชนะที่มีฝาปิดมิดชิด และมีความชื้นสัมพัทธ์ร้อยละ ๑๐๐ โดยผังแสดงการแบ่งกลุ่มการศึกษาได้แสดงไว้ในรูปที่ ๑

ตารางที่ ๑ แสดงสารยึดติดเซลฟ์เอทช์ที่ใช้ในการศึกษา (Self-etch bonding agents used in the study)

Single-step adhesive systems	manufacturer	Composition
Xeno V plus Lot no 1501000296	Dentsply De Trey, Konstanz, Germany	bifunctional acrylates, acryloylamino alkylsulfonic acid, functionalized phosphoric acid ester, acidic acrylate, camphorquinone, coinitiator, butylated benzenediol, water, tertiary butanol, initiator, stabilizers
Adper™ Single Bond Universal Lot no 51202	3M ESPE, St. Paul, MN, USA	2-hydroxyethyl methacrylate (HEMA), bisphenol A diglycidyl ether dimethacrylate (Bis-GMA), methacrylated phosphoric ester, 1,6-hexanediol dimethacrylate, methacrylate functionalized polyalkenoic (Vitrebond™ Copolymer), finely dispersed bonded silica filler, ethanol, water, camphorquinone, silane, stabilizers



รูปที่ ๑ ผังแสดงการแบ่งกลุ่มการศึกษา

การสร้างสภาวะก๊าซไนโตรเจนในตู้ควบคุม

ฟันในกลุ่มที่ ๑ ๒ ๓ ขวดบรรจุสารยึดติดทั้งซีโนไฟร์พลัสและซิงเกิลบอนด์ยูนิเวอร์ซอล ถูกวางสำหรับเป่าลม พู่กัน เครื่องฉายแสง และวัสดุพิมพ์พอลิไวไนลไซลอกเซน ถูกเก็บไว้ในตู้พลาสติกที่ควบคุมให้อยู่ในสภาวะก๊าซไนโตรเจน เริ่มโดยการปล่อยก๊าซไนโตรเจนจากถังผ่านมายังท่อส่งโทลูอีน (toluene hose) เข้าสู่ตู้ควบคุม (glove box compact, AS-ONE, Tokyo, Japan) โดยผ่านมาโนมิเตอร์ (manometer) ที่ติดกับตัวถัง เริ่มต้นปล่อยก๊าซไนโตรเจนเข้าสู่ตู้ด้วยความดัน ๒๕ ปอนด์ต่อตารางนิ้ว เพื่อไล่ออกซิเจนออกอย่างต่อเนื่องเป็นเวลาหนึ่งชั่วโมงก่อนเริ่มทำการทดสอบ ทาสารยึดติดแต่ละชนิดตามกลุ่มที่กำหนดไว้โดยระหว่างทำการทดสอบการปล่อยก๊าซไนโตรเจนจะยังคงดำเนินต่อไปเรื่อยๆ เริ่มจากหยดสารยึดติดลงในภาตหลุม ใช้พู่กันชุบและทาบนเนื้อฟัน ๒ รอบ รอบแรกให้ทาไปทางเดียวกันจากด้านซ้ายไปทางด้านขวา รอบที่สองให้ทาไปทางเดียวกันจากด้านขวาไปทางด้านซ้าย ใช้เวลาทา ๑๐ วินาที เป่าลมเบาๆ ด้วยลูกยาง ด้วยระยะห่าง ๑๐ มิลลิเมตร จนสังเกตได้ว่าไม่มีการไหลของสารยึดติดและผิวหน้าของเนื้อฟันมีความมันเงา บ่มด้วยแสง ๒๐ วินาที ด้วยเครื่องฉายแสง (The Elipar FreeLight 2, 3M ESPE, St. Paul, MN, USA) ซึ่งมีความเข้มแสง ๑,๒๐๐ มิลลิวัตต์ต่อตารางเซนติเมตร ที่ระยะห่างจากสารยึดติดประมาณ ๒ มิลลิเมตร

การทดสอบการบ่มตัวของวัสดุพิมพ์พอลิไวไนลไซลอกเซน

ฟันกลุ่มที่ ๑, ๒ และ ๓ นำออกจากตู้ควบคุมก๊าซไนโตรเจน ผสมวัสดุพิมพ์พอลิไวไนลไซลอกเซน (Express VPS impression material, 3 M ESPE, St. Paul, MN, USA) ตามที่บริษัทผู้ผลิตกำหนด ตักวัสดุที่ผสมเสร็จป้ายลงที่ผิวเนื้อฟันแล้วกดทับด้วยน้ำหนัก ๓๐๐ กรัม ทิ้งไว้ ๑๐ นาที จากนั้นแกะวัสดุพิมพ์พอลิไวไนลไซลอกเซนที่บ่มตัวสมบูรณ์แล้วออกจากผิวเนื้อฟัน สังเกตด้วยตาเปล่าเบื้องต้นที่ผิวหน้าของวัสดุพิมพ์ด้านที่สัมผัสกับเนื้อฟันหรือสารยึดติด โดยนำไม้พันสำลีเช็ดลงบนผิวของวัสดุพิมพ์เพื่อดูสีที่ติดอยู่บนสำลีและตรวจร่องรอยที่ปรากฏบนผิววัสดุพิมพ์ จากนั้นนำไปส่องด้วยกล้องจุลทรรศน์ชนิดสเตอริโอ (Stereomicroscope; ML 9300, Meiji Techno Co. Ltd., Saitama, Japan) ที่กำลังขยาย ๑๐ เท่าอีกครั้ง โดยการทดลองของกลุ่มทั้งสามกลุ่มจะปฏิบัติด้วยวิธีเดียวกันดังที่บรรยายมาข้างต้น

การหาธาตุนบนผิวฟันที่ทำด้วยสารยึดติดด้วยกล้องอิเล็กตรอนส่องกราด

กลุ่มที่ ๒ และ ๓ หลังการทาสารยึดติดและบ่มด้วยแสงในตู้ควบคุมก๊าซไนโตรเจนแล้ว นำขึ้นทดสอบมากลุ่มละ ๒ ชิ้น ส่วนกลุ่มที่ ๑ เป็นกลุ่มที่ผิวเนื้อฟันไม่ได้รับการทาด้วยสารใดๆ ก็นำมา ๒ ชิ้นเช่นกัน เพื่อศึกษาหาธาตุที่ผิวหน้า โดยเคลือบขึ้นทดสอบด้วยคาร์บอนในตู้สุญญากาศ (vacuum evaporator, Quick Coater Type SC-701; Sanyu Denshi Inc., Tokyo, Japan) แล้ววิเคราะห์หาธาตุด้วยกล้องอิเล็กตรอนส่องกราดฟังก์ชันอีดีเอ็กซ์เอส (EDXS function of scanning electron microscopy, SEM; ERA 8800 FE; Elionix Co., Ltd.)

ผลการศึกษา

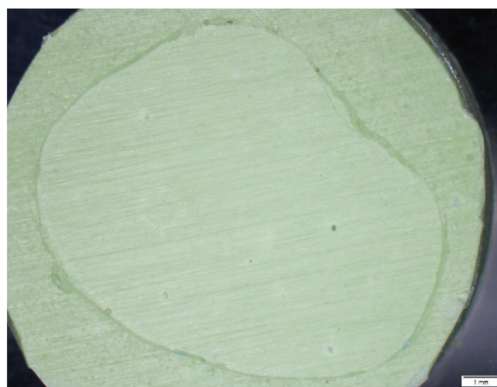
จากการศึกษาครั้งนี้ใช้พื้นที่ทั้งหมด ๓๖ ซี่ โดยแบ่งเป็นการศึกษาผลกระทบต่อการบ่มตัวของวัสดุพิมพ์พอลิไวนิลไซลอกเซน จำนวน ๓๐ ซี่ และการศึกษาหาธาตุที่ผิวหน้าจำนวน ๖ ซี่ พบว่าพื้นที่ ๑๐ ซี่ (ร้อยละ ๑๐๐) ของกลุ่มที่ ๒ ที่ฉนิกเนื้อพ่นด้วยสารยึดติดเซลฟ์เอทซ์ซินไฟว์พลัส มีผลต่อการยับยั้งการบ่มตัวของวัสดุพิมพ์พ่น เมื่อใช้ไม้พ่นสำลีเช็ดที่ผิวหน้าพบว่าไม่มีสีของวัสดุติดที่สำลี และเมื่อส่องด้วยกล้องจุลทรรศน์ชนิดสเตอริโอ พบว่าที่ผิวหน้าของวัสดุพิมพ์มีร่องรอยที่เกิดจากการเช็ดด้วยสำลี (ดังรูปที่ ๒) และร้อยละ ๑๐๐ ของกลุ่มที่ ๑ และ ๓ ที่เนื้อพ่นไม่ได้หาสารใดๆ และหาด้วยสารยึดติดเซลฟ์เอทซ์ซิงเกลบอนด์ยูนิเวอร์ซอล ตามลำดับนั้น เมื่อใช้ไม้พ่นสำลีเช็ดที่ผิวหน้าพบว่าไม่มีสีของวัสดุติด

ที่สำลี และเมื่อส่องด้วยกล้องจุลทรรศน์ชนิดสเตอริโอ พบว่าที่ผิวหน้าของวัสดุพิมพ์ไม่มีร่องรอยที่เกิดจากการเช็ดด้วยสำลีเช่นกัน (ดังรูปที่ ๓ และ ๔ ตามลำดับ)

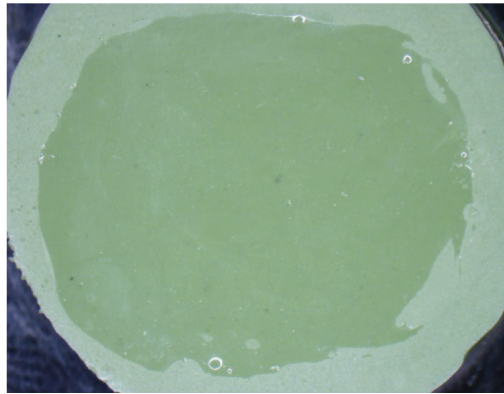
ส่วนของการหาธาตุบนผิวพ่นของทั้งสามกลุ่มแสดงดังตารางที่ ๒, ๓ และ ๔ พบว่าผิวเนื้อพ่นของกลุ่มที่ ๒ ที่ฉนิกเนื้อพ่นด้วยสารยึดติดเซลฟ์เอทซ์ซินไฟว์พลัสทั้ง ๒ ชั้น มีองค์ประกอบของธาตุซิลเฟอร์อยู่ประมาณร้อยละ ๐.๗๘ และตรวจพบกระจายอยู่ทุกตำแหน่งของผิวเนื้อพ่น ส่วนกลุ่มที่ ๓ ที่ฉนิกเนื้อพ่นด้วยสารยึดติดเซลฟ์เอทซ์ซิงเกลบอนด์ยูนิเวอร์ซอล ทั้ง ๒ ชั้น ไม่พบว่ามีองค์ประกอบของธาตุซิลเฟอร์เลย เช่นเดียวกับกลุ่มที่ ๑ ที่ไม่มีการฉนิกเนื้อพ่นด้วยสารใดๆ ก็ไม่พบองค์ประกอบของธาตุซิลเฟอร์อยู่บนผิวเนื้อพ่นเช่นกัน



รูปที่ ๒ แสดงผิวของวัสดุพิมพ์ชนิดพอลิไวนิลไซลอกเซน ด้านที่สัมผัสกับเนื้อพ่นที่ไม่ได้ฉนิกด้วยสารใดๆ จะพบว่าผิวหน้ามีการบ่มตัวสมบูรณ์



รูปที่ ๓ แสดงผิวของวัสดุพิมพ์ชนิดพอลิไวนิลไซลอกเซน ด้านที่สัมผัสกับเนื้อพ่นที่ฉนิกด้วยสารซินไฟว์พลัส จะพบว่าผิวหน้ามีการบ่มตัวที่ไม่สมบูรณ์ สามารถใช้สำลีเช็ดผิวหน้าออกและทำให้เกิดรอยได้



รูปที่ ๔ แสดงผิวของวัสดุพิมพ์ชนิดพอลิไวนิลไซลออกเซน ด้านที่สัมผัสกับเนื้อฟันที่ฉีกด้วยสารซิงเกิลบอนด์ ยูนิเวอร์ซอล จะพบว่า ผิวหน้ามีการบ่มตัวที่สมบูรณ์ โดยมีลักษณะเงามัน ซึ่งไม่สามารถใช้สำลีเช็ดผิวหน้าออกได้

ตารางที่ ๒ การตรวจหาธาตุบนผิวฟันที่ไม่ได้ฉีกด้วยสารใดๆ

Element	Percent	Tooth		
		Position		
		Left	Middle	Right
C	Element	31.71	31.72	30.51
	Atom	53.08	52.72	51.67
P	Element	13.59	13.95	14.02
	Atom	8.83	9.17	9.20
O	Element	13.94	13.28	14.23
	Atom	17.52	16.88	18.10
Ca	Element	40.40	41.25	40.83
	Atom	20.27	20.94	20.72
Cl	Element	0.00	0.18	0.18
	Atom	0.00	0.10	0.10
Na	Element	0.20	0.21	0.23
	Atom	0.17	0.19	0.20
Mg	Element	0.15	0.00	0.00
	Atom	0.13	0.00	0.00
S	Element	-	-	-
	Atom	-	-	-
Si	Element	-	-	-
	Atom	-	-	-
Al	Element	-	-	-
	Atom	-	-	-

ตารางที่ ๓ การตรวจธาตุบนผิวพื้นที่ผิวกด้วยสารซีโนไฟว์พลัส

Element	Percent	Xeno V plus		
		Position		
		Left	Middle	Right
C	Element	51.59	59.65	57.87
	Atom	72.04	77.53	76.06
P	Element	9.62	8.18	8.36
	Atom	5.21	4.12	4.26
O	Element	10.27	9.79	10.63
	Atom	10.76	9.56	10.49
Ca	Element	27.98	21.60	22.36
	Atom	0.54	0.78	0.78
Cl	Element	-	-	-
	Atom	-	-	-
Na	Element	-	-	-
	Atom	-	-	-
Mg	Element	-	-	-
	Atom	-	-	-
S	Element	0.54	0.78	0.78
	Atom	0.28	0.38	0.38
Si	Element	-	-	-
	Atom	-	-	-
Al	Element	-	-	-
	Atom	-	-	-

ตารางที่ ๔ ธาตุบนผิวฟันที่พบบ่อยด้วยซิงเกิลบอนด์ยูนิเวอร์ซอล

Element	Percent	Single universal		
		Position		
		Left	Middle	Right
C	Element	95.94	93.98	98.25
	Atom	98.22	97.33	99.23
P	Element	-	-	-
	Atom	-	-	-
O	Element	-	-	-
	Atom	-	-	-
Ca	Element	-	-	-
	Atom	-	-	-
Cl	Element	-	-	-
	Atom	-	-	-
Na	Element	-	-	-
	Atom	-	-	-
Mg	Element	-	-	-
	Atom	-	-	-
S	Element	-	-	-
	Atom	-	-	-
Si	Element	4.06	6.02	1.11
	Atom	1.78	2.67	0.48
Al	Element	0.00	0.00	0.65
	Atom	0.00	0.00	0.29

วิจารณ์ และสรุปผลการศึกษา

การพ่นเนื้อฟันโดยทันตด้วยสารยึดติด ภายหลังการบ่มด้วยแสงในสภาวะที่มีออกซิเจนจะปรากฏชั้นที่ถูกการยับยั้งโดยออกซิเจน^{๒๖} ซึ่งมีลักษณะเหนียวๆ เนื่องจากมีมอนอเมอร์และโอลิโกเมอร์ ที่หลงเหลือจากการเกิดพอลิเมอร์ เพราะออกซิเจนในอากาศไปทำปฏิกิริยากับอนุมูลอิสระของตัวเริ่มต้นหรืออนุมูลอิสระที่ปลายสายโซ่พอลิเมอร์เกิดเป็นเปอร์ออกซิเรดิคัลและสามารถเกิดยับยั้งการเกิดพอลิเมอร์^{๓๓} จากการศึกษาของ Magne และคณะ^{๓๔} กับ Ghiggi และคณะ^{๓๕} พบว่าในการพ่นเนื้อฟันโดยทันตด้วยสารยึดติดชนิดที่เป็นโททอลเอทซ์และชนิดที่เป็นเซลฟ์เอทซ์ภายใต้สภาวะที่มีออกซิเจนจะสามารถยับยั้งการบ่มตัวของวัสดุพิมพ์ฟันทั้งชนิดที่เป็นพอลิไวไนลไซลอคเซนและพอลิอีเทอร์ได้ เนื่องจากสารยึดติดที่บ่มด้วยแสงในสภาวะที่มีออกซิเจน ส่งผลให้เกิด

ชั้นโอไอเอลเสมอ ซึ่งผู้ทำการศึกษาได้ความพยายามที่จะกำจัดชั้น ดังกล่าวออกไป โดยเชื่อว่าเป็นสาเหตุที่ทำให้เกิดการยับยั้งการบ่มตัวของวัสดุพิมพ์ฟัน และได้กำจัดชั้นโอไอเอลโดยเช็ดด้วยแอลกอฮอล์หรือใช้วันกลีเซอรินปิบบนผิวของสารยึดติดก่อนบ่มด้วยแสง ซึ่งวิธีการเหล่านี้เป็นที่ยอมรับในทางคลินิกเพื่อกำจัดชั้นโอไอเอลได้^{๓๘} ถึงแม้ว่าจะมีการกำจัดชั้นดังกล่าวแล้วก็ตาม ผลคือบางครั้งไม่สามารถทำให้วัสดุพิมพ์ฟันเกิดการบ่มตัวได้สมบูรณ์^{๓๔, ๓๕}

จากการศึกษาก่อนหน้านี้ได้มีการควบคุมชั้นโอไอเอลบนผิวของเรซินคอมโพสิตในตู้ที่บรรจุก๊าซไนโตรเจนเพื่อศึกษาแรงยึดของวัสดุบูรณะด้วยวิธีการอุดเป็นชั้นๆ (incremental filling technique)^{๒๗, ๒๘} และในการศึกษาครั้งนี้จึงได้ตัดแปลงวิธีดังกล่าว เพื่อพ่นเนื้อฟันโดยทันตด้วยสารยึด

ติดภายในสภาวะก๊าซไนโตรเจนในตู้ควบคุม เพื่อไม่ให้เกิดชั้นโอไอเอล จากผลการศึกษาด้วยกล้องอิเล็กตรอนส่องกราด ฟังก์ชันอีทีเอ็กซ์ ประกอบกับข้อมูลของบริษัทผู้ผลิต พบว่าสารยึดติดเซลฟ์เอทซ์ไนไฟว์พลัสมีธาตุซัลเฟอร์อยู่ เนื่องจากมีการใส่อะคริลอิลอะมิโน อัลคิลซัลโฟนิค แอซิด (acryloyl-amino alkylsulfonic acid) ดังนั้นเมื่อสัมผัสกับพอลิไวนิลไซลอกเซน จึงเกิดยับยั้งการบ่มตัวได้ ซึ่งการศึกษานี้ได้ทำการฉายแสงสารยึดติดภายในตู้ภาวะไนโตรเจนโดยเริ่มปล่อยก๊าซไนโตรเจนก่อนครึ่งชั่วโมงเพื่อไล่ก๊าซออกซิเจนออกจากตู้ควบคุมและปล่อยก๊าซไนโตรเจนต่อเนื่องเพื่อควบคุมไม่ให้เกิดชั้นโอไอเอล และถึงแม้ว่าสารยึดติดทั้งสองชนิดอาจจะมีค่าความเป็นกรด-ด่างที่แตกต่างกัน แต่เป็นที่ทราบกันค่าความเป็นกรด-ด่างจะมีผลกระทบต่อการบ่มตัวของวัสดุประเภทพอลิอีเทอร์เท่านั้น^{๒๔} และไม่มีผลต่อการบ่มตัวของพอลิไวนิลไซลอกเซน ดังนั้นการที่วัสดุพิมพ์ในกลุ่มที่ ๒ เกิดการบ่มตัวไม่สมบูรณ์ จึงน่าจะเป็นผลมาจากซัลเฟอร์นั่นเอง จึงยอมรับสมมุติฐานที่ว่า การยับยั้งการบ่มตัวของวัสดุพิมพ์ฟันชนิดพอลิไวนิลไซลอกเซนนั้นอาจมาจากสารซัลเฟอร์ที่อยู่ในสารยึดติด โดยสารซัลเฟอร์อาจไปยับยั้งคลอโรแพลทินิกแอซิด (chloroplatinic acid) ซึ่งเป็นแคตตาลิสต์ (catalyst) ที่อยู่ในวัสดุพอลิไวนิลไซลอกเซน^{๓๐}

การเลือกใช้สารยึดติดเซลฟ์เอทซ์เพื่อทำการฉนิกเนื้อฟันโดยทันตชนมีความสำคัญ ถึงแม้จะควบคุมการเกิดชั้นโอไอเอลได้ แต่ถ้าสารยึดติดนั้นมืองค์ประกอบของสารซัลเฟอร์อยู่ ก็อาจส่งผลให้เกิดการยับยั้งการบ่มตัวของวัสดุพิมพ์ปากพอลิไวนิลไซลอกเซนได้เช่นกัน

เอกสารอ้างอิง

๑. Pashley EL, Comer RW, Simpson MD, Horner JA, Pashley DH, Caughman WF. Dentin permeability: sealing the dentin in crown preparations. *Oper Dent.* 1992;17:13-20.
๒. Jacobsen PL, Bruce G. Clinical dentin hypersensitivity: understanding the causes and prescribing a treatment. *J Contemp Dent Pract.* 2001;2:1-12.
๓. Pashley DH, Tay FR. Aggressiveness of contemporary self-etching adhesives. Part II: etching effects on unground enamel. *Dental Mater.* 2001;17:430-44.
๔. Van Meerbeek B, De Munck J, Yoshida Y, Inoue S, Vargas M, Vijay P, et al. Buonocore memorial lecture. Adhesion to enamel and dentin: current status and future challenges. *Oper Dent.* 2003;28:215-35.
๕. Van Meerbeek B, Van Landuyt K, De Munck J, Hashimoto M, Peumans M, Lambrechts P, et al. Technique-sensitivity of contemporary adhesives. *Dent Mat J.* 2005;24:1-13.
๖. Pashley DH, Ciucchi B, Sano H, Horner JA. Permeability of dentin to adhesive agents. *Quintessence int.* 1993;24:618-31.
๗. Pashley DH, Tay FR, Breschi L, Tjaderhane L, Carvalho RM, Carrilho M, et al. State of the art etch-and-rinse adhesives. *Dental Mater.* 2011;27:1-16.
๘. Tay FR, Pashley DH, Suh BI, Carvalho RM, Itthagarun A. Single-step adhesives are permeable membranes. *J Dent.* 2002;30:371-82.
๙. Grégoire G, Millas A. Microscopic evaluation of dentin interface obtained with 10 contemporary self-etching systems: Correlation with their pH 2005.481-91
๑๐. Yamauchi J, Yamada K, Shibatani K. Adhesive compositions for the hard tissues of the human body. United States Patents Number 4, 182,035;1980.
๑๑. Blackwell GB, Huang CT. Biologically compatible adhesive containing a phosphorus adhesion promoter and a sulfinic accelerator. United States Patents Number 4, 657,941;1987.
๑๒. Nyunt MM, Imai Y. Adhesion to Dentin with Resin Using Sulfinic Acid Initiator System. *Dent Mat J.* 1996;15:175-82.
๑๓. Lee TY, Guymon CA, Jönsson ES, Hoyle CE. The effect of monomer structure on oxygen inhibition of (meth) acrylates photopolymerization. *Polymer.* 2004;45:6155-62.

๑๔. Magne P, Nielsen B. Interactions between impression materials and immediate dentin sealing. *J Prosthet Dent.* 2009;102:298-305.
๑๕. Ghiggi PC, Steiger AK, Marcondes ML, Mota EG, Burnett LHJ, Spohr AM. Does immediate dentin sealing influence the polymerization of impression materials? *Eur J Dent.* 2014;8:366-72.
๑๖. Magne P, Kim TH, Cascione D, Donovan TE. Immediate dentin sealing improves bond strength of indirect restorations. *J Prosthet Dent.* 2005;94:511-9.
๑๗. Eliades GC, Caputo AA. The strength of layering technique in visible light-cured composites. *J Prosthet Dent.* 1989; 61: 31-8.
๑๘. Udo T, Nikaido T, Ikeda M, Weerasinghe DS, Harada N, Foxton RM, et al. Enhancement of Adhesion between Resin Coating Materials and Resin Cements. *Dent Mat J.* 2007;26:519-25.
๑๙. Nakano M, Takada T, Nikaido T, Tagami J. Effect of Impression Materials on Adhesion of Resin Cement to Resin-coated Dentin. *Adhesive Dent.* 1999;17:198-204.
๒๐. Sábio S, Franciscone PA, Mondelli J. Effect of conventional and experimental gingival retraction solutions on the tensile strength and inhibition of polymerization of four types of impression materials. *J Appl Oral Sci.* 2008;16: 280-5.
๒๑. Machado CE, Guedes CG. Effects of sulfur-based hemostatic agents and gingival retraction cords handled with latex gloves on the polymerization of polyvinyl siloxane impression materials. *J Appl Oral Sci.* 2011;19:628-33.
๒๒. Reitz CD, Clark NP. The setting of vinyl polysiloxane and condensation silicone putties when mixed with gloved hands. *J Am Den Assoc.* 1988;116:371-5.
๒๓. Matis BA, Valadez D, Valadez E. The effect of the use of dental gloves on mixing vinyl polysiloxane putties. *J Prosthodont.* 1997;6:189-92.
๒๔. Neissen LC, Strassler H, Levinson PD, Wood G, Greenbaum J. Effect of latex gloves on setting time of polyvinylsiloxane putty impression material. *J Prosthet Dent.* 1986;55:128-9.
๒๕. Peregrina A, Land MF, Feil P, Price C. Effect of two types of latex gloves and surfactants on polymerization inhibition of three polyvinylsiloxane impression materials. *J Prosthet Dent.* 2003;90:289-92.
๒๖. Gauthier MA, Stangel I, Ellis TH, Zhu XX. Oxygen inhibition in dental resins. *J Dent Res.* 2005;84:725-9.
๒๗. Endo T, Osada T, Finger WJ, Hoffmann M, Kanehira M, Komatsu M. Effect of oxygen inhibition of self-etching adhesives on enamel-dentin polymer bond. *J Adhe Dent.* 2007;9:33-8.
๒๘. Dall'Oca S, Papacchini F, Goracci C, Cury AH, Suh BI, Tay FR, et al. Effect of oxygen inhibition on composite repair strength over time. *J Biomed Mater Res.* 2007;81:493-8.
๒๙. http://lasvegasdentallab.com/wp-content/uploads/2013/10/impression_guide.pdf retrieved on line May 3, 2018
๓๐. De Camargo LM, Chee WWL, Donovan TE. Inhibition of polymerization of polyvinyl siloxanes by medicaments used on gingival retraction cords. *J Prosthet Dent.* 1993;70:114-7.

Abstract

The Influence of Dentin Sealing with self-etch Adhesive on Polymerization of Silicone Impression Material

Akekaluck Hwanghonghirun, Niyom Thamrongananskul

Department of Prosthodontics, Faculty of Dentistry, Chulalongkorn University

Introduction: The purpose of this study was to determine the effect of dentin sealing agents on curing process of polyvinyl siloxane impression material.

Method: Thirty six carries free human molar teeth were vertically imbedded in plastic tube, leaving clinical crown evenly exposed above the potting surface (resin surface). Occlusal of them were removed perpendicular to the long axis and flat surfaces of dentin were exposed with a slow speed diamond saw. The specimens were divided into 3 groups (n = 12) according to surface treatments: no treatment (group 1); sealing with self-etching system Xeno V plus (group 2); sealing with self-etching Single bond universal (group 3). After bonding agent applying, the specimens were cured with visible light curing unit then polyvinyl siloxane impression material was mixed and applied on dentin surface and left it 10 minutes. All the process that described above were performed in nitrogen chamber. The impression materials were removed from specimens and examined by the naked eye and the stereo microscopy. The remaining two specimens from each group were subject to analyze element on dentin surface by EDX function of scanning electron microscopy.

Results: From visual detection by naked eye and stereo microscopy, one hundred percent of impression materials at interface attached to bonding agent in group 2 were inhibited the curing process whereas in group 1 and group 3 the impression materials were complete curing. For EDX analysis, sulfur elements were found on sealed dentin in group 2 only.

Discussion and Conclusion: Xeno V plus self-etch adhesive affected the curing process of polyvinyl siloxane impression material.

Key words: Dentin sealing, Adhesive, Polyvinyl siloxane