

บทที่ 3

ระเบียบและวิธีการศึกษา

ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

กลุ่มตัวอย่างเป็นฟันกรามแท้มนุษย์จำนวน 66 ซี่ที่ไม่มีรอยผุและไม่มีการบูรณะใด ๆ โดยได้รับเอกสารรับรองโครงการศึกษาวิจัยในมนุษย์จากคณะกรรมการพิทักษ์สิทธิสวัสดิภาพและป้องกันอันตรายของผู้ถูกวิจัย คณะทันตแพทยศาสตร์เชียงใหม่ เลขที่ 15/2559 โดยแบ่งกลุ่มตัวอย่างฟันเป็น 3 ส่วน คือ

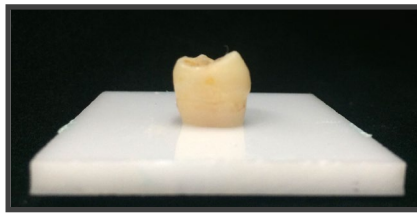
1. กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ทดสอบค่าความแข็งแรงยึดติดแบบดึงระดับจุลภาค ลักษณะความล้มเหลวบริเวณรอยแตก และใช้ศึกษาลักษณะการเกิดชั้นไฮบริดและเรซินแทรก จำนวน 50 ซี่
2. กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ศึกษาลักษณะเนื้อฟันที่ได้รับการเตรียมพื้นผิวชนิดต่าง ๆ จำนวน 6 ซี่
3. กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ศึกษาลักษณะผิวเนื้อฟันภายหลังการปรับสภาพด้วยกรดฟอสฟอริก หรือไพโรเมอร์ของสารยึดติดเคลียร์ฟิลเอสอีบอนด์ จำนวน 10 ซี่

ขั้นตอนการศึกษา

การเตรียมตัวอย่าง

1. เก็บฟันกรามแท้จำนวน 50 ซี่ที่ไม่มีรอยผุบริเวณตัวฟันในสารละลายไทมอล (thymol) ความเข้มข้นร้อยละ 0.1 ที่อุณหภูมิห้อง และใช้ฟันภายในระยะเวลา 3 เดือนหลังถอน⁽⁵¹⁾ จากนั้นทำความสะอาดฟันทุกซี่ด้วยเครื่องดูดหินน้ำลาย ตามด้วยผงฟัมมิชร่วมกับหัวขัดรูปถ้วยผสมน้ำ ตัดปลายรากฟันออกด้วยเครื่องตัดปูน (model trimmer) ให้เหลือความยาวรากฟันได้รอยต่อระหว่างเคลือบฟันและเคลือบรากฟัน (cemento-enamel junction; CEJ) ประมาณ 5 มิลลิเมตร และให้ด้านปลายตัดของรากฟันนั้นตั้งฉากกับแนวแกนฟัน จากนั้นยึดรากฟันกับแผ่นอะคริลิกรูปสี่เหลี่ยมจัตุรัสขนาด 4x4

เซนติเมตร ความหนา 4 มิลลิเมตร ด้วยกาวยาโนอะครีเลตโมเดลรีแพร์ทูบลู (Model repair II Blue; Dentsply-Sankin, Tochigi, Japan) ดังรูปที่ 3.1

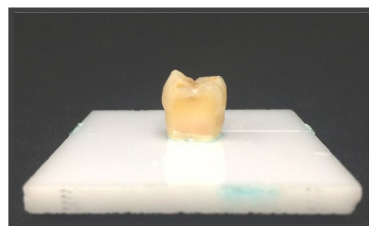


รูปที่ 3.1 แสดงการยึตรากฟันกับแผ่นอะคริลิก

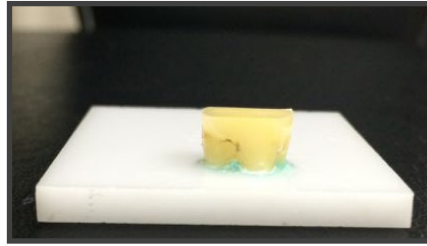
ตัดฟันด้านใกล้แก้ม (buccal) และใกล้ลิ้น (lingual) ห่างจากแนวกึ่งกลางฟัน (central groove) ประมาณ 3 มิลลิเมตรด้วยเครื่องตัดใบเลื่อยเพชร (ISOMET 1000 low speed, Buehler, Evanston, IL, USA) โดยมีน้ำลดความร้อนตลอดการตัด ดังรูปที่ 3.2 เพื่อให้เห็นรอยต่อระหว่างเคลือบฟันและเนื้อฟันชัดเจน ดังรูปที่ 3.3 จากนั้นตัดฟันด้านบดเคี้ยว (occlusal) ตั้งฉากกับแนวแกนฟันโดยตัดให้ต่ำกว่ารอยต่อระหว่างเคลือบฟันและเนื้อฟันประมาณ 1 มิลลิเมตร เพื่อให้หน้าตัดเป็นเนื้อฟันทั้งหมด ดังรูปที่ 3.4 แล้วขัดฟันผิวรอยตัดด้านบดเคี้ยวด้วยกระดาษทรายน้ำซิลิกอนคาร์ไบด์ 600 กริต (grit) ร่วมกับน้ำไหลผ่านเป็นเวลา 1 นาทีเพื่อให้ได้เนื้อฟันที่เรียบสม่ำเสมอและได้ชั้นสเมียร์มาตรฐาน จากนั้นล้างด้วยน้ำกลั่นและเป่าลมเบา ๆ ด้วยสเปรย์ฉีดลมนาน 5 วินาที



รูปที่ 3.2 แสดงเครื่องตัดใบเลื่อยเพชร



รูปที่ 3.3 แสดงรอยต่อระหว่างเคลือบฟันและเนื้อฟันด้านบดเคี้ยว



รูปที่ 3.4 แสดงพื้นที่ตัดด้านบดเคี้ยวและเป็นเนื้อฟันทั้งหมด

2. แบ่งฟันออกเป็น 5 กลุ่มใหญ่ กลุ่มละ 10 ซี่ โดยการสุ่ม แบ่งกลุ่มการทดลองดังนี้

กลุ่มที่ 1 คือ กลุ่มควบคุมผลลบ (Negative Control)

แปรงฟันด้วยเครื่องแปรงฟันไฟฟ้าร่วมกับน้ำกลั่นนานครั้งละ 1 นาที วันละ 2 ครั้งคือช่วงเช้า เวลา 8 นาฬิกา และช่วงเย็นเวลา 20 นาฬิกา เป็นเวลา 14 วัน โดยวางขนแปรงตั้งฉากกับระนาบผิวฟัน ดังรูปที่ 3.5 และใช้น้ำหนักในการแปรง 200 กรัม⁽⁵²⁾ จากนั้นล้างด้วยน้ำสะอาดนาน 10 วินาที แล้วแช่ ฟันในน้ำลายเทียมอุณหภูมิ 37 องศาเซลเซียสระหว่างการเตรียมผิวฟันแต่ละครั้ง

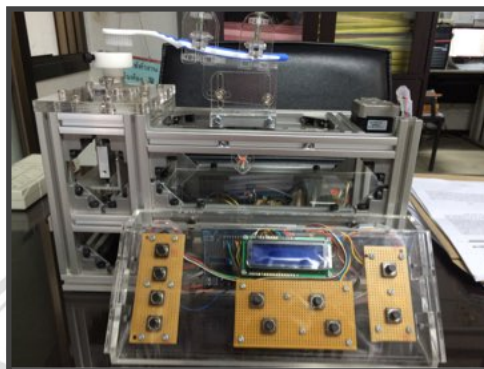
กลุ่มที่ 2 คือ กลุ่มควบคุมผลบวก (Positive Control)

แช่ฟันที่ผ่านการขัดพื้นผิวรอยตัดด้วยกรดซิตริกในสารละลายกรดซิตริกความเข้มข้น ร้อยละ 6 (6% citric acid) ซึ่งมีค่าความเป็นกรดค่าเท่ากับ 1.5 นาน 1 นาที เพื่อกำจัดชั้นสเมียร์ที่เกิด ในขั้นตอนการขัดด้วยกรดซิตริก โดยหวังผลให้เกิดการแพร่ผ่านของยาสีฟันและน้ำยาบ้วนปาก ลดอาการเสียวฟันให้ได้มากที่สุด อีกทั้งยังเป็นการจำลองการเกิดอาการเสียวฟันด้วย จากนั้นล้างออก ด้วยน้ำกลั่นไหลผ่านเป็นเวลา 1 นาที แปรงฟันด้วยเครื่องแปรงฟันไฟฟ้าร่วมกับน้ำกลั่น ล้างด้วยน้ำ สะอาดนาน 10 วินาที โดยแปรงวันละ 2 ครั้ง เป็นเวลา 14 วันเช่นเดียวกันกับกลุ่มที่ 1 แช่ฟันในน้ำลาย เทียมอุณหภูมิ 37 องศาเซลเซียสระหว่างการเตรียมผิวฟันแต่ละครั้ง

กลุ่มที่ 3 คือ กลุ่มที่เตรียมผิวเนื้อฟันด้วยยาสีฟันผสมโปรอาร์จิน คอลเกตเซนซิทีฟโปรริลีฟ (Pro-Argin)

แช่ฟันที่ผ่านการขัดพื้นผิวรอยตัดด้วยกรดซิตริกในกรดซิตริกเช่นเดียวกันกับกลุ่มที่ 2 แล้วล้างออกด้วยน้ำกลั่นไหลผ่านเป็นเวลา 1 นาที จากนั้นแปรงฟันด้วยเครื่องแปรงฟันไฟฟ้าร่วมกับ ยาสีฟันผสมโปรอาร์จิน คอลเกตเซนซิทีฟโปรริลีฟที่ผสมน้ำกลั่นในอัตราส่วน 1 ต่อ 1 โดยน้ำหนัก

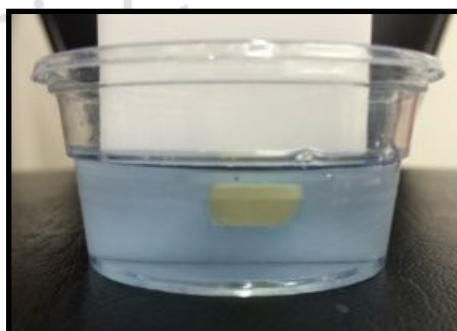
นาน 1 นาที ล้างออกด้วยน้ำสะอาดนาน 10 วินาที โดยแปรงวันละ 2 ครั้ง เป็นเวลา 14 วัน และผสมยาสีฟันกับน้ำกลั่นใหม่ทุกครั้งที่จะทำการเตรียมผิวฟันด้วยยาสีฟันดังกล่าว แช่ฟันในน้ำลายเทียมอุณหภูมิ 37 องศาเซลเซียสระหว่างการเตรียมผิวฟันแต่ละครั้ง



รูปที่ 3.5 แสดงการแปรงฟันด้วยแปรงสีฟันไฟฟ้า

กลุ่มที่ 4 คือ กลุ่มที่เตรียมผิวฟันด้วยยาสีฟันผสมโปรอาร์จิน คอลเกตเซนซิทีฟโปรรีลีฟ ร่วมกับน้ำยาบ้วนปากผสมโปรอาร์จิน คอลเกตเซนซิทีฟโปรรีลีฟ (Pro-Argin + MW)

แช่ฟันที่ผ่านการขัดพื้นผิวรอยตัดด้วยกระดาษทรายน้ำในกรดซิตริกเช่นเดียวกันกับกลุ่มที่ 2 แล้วล้างออกด้วยน้ำกลั่นไหลผ่านเป็นเวลานาน 1 นาที จากนั้นทำการแปรงฟันด้วยเครื่องแปรงฟันไฟฟ้าร่วมกับยาสีฟันผสมโปรอาร์จิน คอลเกตเซนซิทีฟโปรรีลีฟ โดยมีการเตรียมยาสีฟันเช่นเดียวกับชิ้นงานในกลุ่มที่ 3 จากนั้นล้างออกด้วยน้ำสะอาดนาน 10 วินาที แล้วแช่ฟันในน้ำยาบ้วนปากผสมโปรอาร์จิน คอลเกตเซนซิทีฟโปรรีลีฟ ปริมาตร 20 มิลลิลิตรในแก้วขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 6 เซนติเมตร ดังรูปที่ 3.6 เป็นเวลา 30 วินาที ตามคำแนะนำของบริษัทผู้ผลิต แช่ฟันในน้ำลายเทียมอุณหภูมิ 37 องศาเซลเซียสระหว่างการเตรียมผิวฟันแต่ละครั้ง



รูปที่ 3.6 แสดงการแช่ชิ้นงานในน้ำยาบ้วนปากลดอาการเสียวฟัน

กลุ่มที่ 5 คือ กลุ่มที่เตรียมผิวฟันด้วยยาสีฟันผสมโนวามิน เช่น โซคายนีร์แพร์แอนด์โพรเท็ก (Novamin)

แช่ฟันที่ผ่านการขัดพื้นผิวรอยตัดด้วยกระดาษทรายน้ำในกรดซิตริกเช่นเดียวกันกับกลุ่มที่ 2 แล้วล้างออกด้วยน้ำกลั่นไหลผ่านเป็นเวลา 1 นาที จากนั้นทำการแปร่งฟันด้วยเครื่องแปร่งฟันไฟฟ้า ร่วมกับยาสีฟันผสมโนวามิน เช่น โซคายนีร์แพร์แอนด์โพรเท็ก ในอัตราส่วน 1 ต่อ 1 โดยใช้น้ำหนักนาน 1 นาที ล้างออกด้วยน้ำสะอาดนาน 10 วินาที โดยแปร่งวันละ 2 ครั้ง เป็นเวลา 14 วัน และผสมยาสีฟันกับน้ำกลั่นใหม่ทุกครั้งที่จะทำการเตรียมผิวฟันด้วยยาสีฟันดังกล่าว แช่ฟันในน้ำลายเทียม อุณหภูมิ 37 องศาเซลเซียสระหว่างการเตรียมผิวฟันแต่ละครั้ง

3. สุ่มชิ้นงานในแต่ละกลุ่มใหญ่ออกเป็น 2 กลุ่มย่อย กลุ่มย่อยละ 5 ซี่ โดยแบ่งเป็นกลุ่มที่ใช้สารยึดติดออปติบอนด์เอฟแอล (OP) และเคลียร์ฟิลเอสอีบอนด์ (SE) ซึ่งเป็นตัวแทนสารยึดติดที่มีมาตรฐานสูงสุดของสารยึดติดระบบเอนต์รีนส์และระบบเซลฟ์เอตซ์ตามลำดับ⁽⁵³⁾

3.1 สำหรับกลุ่มที่ใช้ออปติบอนด์เอฟแอล ทากรดฟอสฟอริกความเข้มข้นร้อยละ 37.5 บนผิวฟันให้ทั่ว ทั้งไว้ 15 วินาทีแล้วล้างน้ำจากสเปรย์ฉีดโดยให้น้ำไหลผ่านฟันนาน 15 วินาทีเพื่อล้างกรดออกให้หมด เป่าลมนาน 3 วินาทีให้เนื้อฟันหมาด จากนั้นทาสารปรับสภาพผิวฟันในลักษณะถูไปมาเบา ๆ เป็นเวลา 15 วินาทีแล้วเป่าลมให้แห้งเพื่อให้ตัวทำละลาย (solvent) ส่วนเกินระเหยไป ทาสารยึดแล้วเป่าลมเบา ๆ 5 วินาทีตามบริษัทผู้ผลิตกำหนด แล้วฉายแสงนาน 20 วินาทีด้วยเครื่องฉายแสงชนิดแอลอีดี (Bluphase[®] LED curing light, Ivoclar Vivadent, Liechtenstein) ความเข้มแสง 1,200 มิลลิวัตต์ต่อตารางเซนติเมตร โดยวางปลายหลอดนำแสงห่างจากพื้นผิวฟันเป็นระยะห่าง 1 มิลลิเมตร



รูปที่ 3.7 แสดงสารยึดติดระบบเอนต์รีนส์
ออปติบอนด์เอฟแอล



รูปที่ 3.8 แสดงสารยึดติดระบบเซลฟ์เอตซ์
เคลียร์ฟิลเอสอีบอนด์

ตารางที่ 3.1 แสดงส่วนประกอบและวิธีใช้งานของผลิตภัณฑ์ต่างๆ

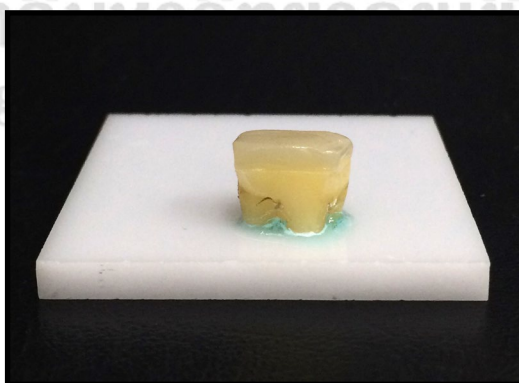
ผลิตภัณฑ์	ส่วนประกอบ	วิธีใช้
Optibond™ FL (KERR Co, CA, USA) Batch No. 5372636	<u>Etchant</u> : 37.5% phosphoric acid <u>Primer</u> : 2-Hydroxyethyl methacrylate (HEMA), Glycero-phosphate dimethacrylate (GPDM), Mono-2-methacryloyloxyethyl phthalate (MMEP), ethanol, water, initiators <u>Bonding agent</u> : Bisphenol A Glycidyl Methacrylate (Bis-GMA), HEMA, GPDM, Barium-aluminum borosilicate glass, Disodium hexafluorosilicate, Fumed silica (48% filler)	- ทากรด 15 วินาที ล้างน้ำ 15 วินาที เป่าลม - ทาไพรเมอร์ลักษณะดูโปมาเบาๆ 15 วินาที เป่าลม - ทาสารยึดติด เป่าลมเบาๆ แล้วฉายแสง 20 วินาที
Clearfil™ SE Bond (Kuraray Noritake Dental Inc., Japan) Batch No. 000001	<u>Primer</u> : 10-Methacryloyloxydecyl dihydrogen phosphate (MDP), dl-Camphorquinone, Hydrophilic dimethacrylate, N, HEMA, N-Diethanol-p-toluidine, Water <u>Bonding agent</u> : MDP, Bis-GMA, HEMA, Hydrophobic dimethacrylate, dl-Camphorquinone, N-Diethanol-p-toluidine, Silanated colloidal silica	- ทาไพรเมอร์แล้วทิ้งไว้นาน 20 วินาที เป่าลม - ทาสารยึดติด เป่าลมเบาๆ แล้วฉายแสง 10 วินาที
Premise® (Kerr, Orange, CA, USA) Batch No. 5058377	<u>Resin</u> : Ethoxylated bisphenol a glycidyl methacrylate (Bis-EMA), triethyleneglycol dimethacrylate (TEGDMA) <u>Filler</u> : Pre-polymerized filler, barium glass, silica filler	อุดเป็นชั้นๆ ความหนาไม่เกิน 2 มิลลิเมตร ฉายแสง 20 วินาที

3.2 สำหรับกลุ่มที่ใช้เคลียร์ฟิลเอสอีบอนด์ ทาไพรเมอร์แล้วทิ้งไว้เป็นเวลา 20 วินาที แล้วเป่าลมให้แห้งเพื่อให้ตัวทำละลายส่วนเกินระเหยไป ทาสารยึด เป่าลมเบาๆ 5 วินาทีแล้ว ฉายแสงนาน 10 วินาที

3.3 อุดเรซินคอมโพสิตพรีไมส์ บอดี สี A3 ให้ได้ความหนาของคอมโพสิตรวม 4 มิลลิเมตร ดังรูปที่ 3.10 โดยอุดเป็น 2 ชั้น ๆ ละ 2 มิลลิเมตร ฉายแสงนาน 20 วินาทีต่อชั้น แช่ ชิ้นงานทั้งหมดในน้ำกลั่นอุณหภูมิ 37 องศาเซลเซียสด้วยตู้ปรับอุณหภูมิ (incubator, Memmert BE-200, Memmert GmbH. Co. KG, Germany) เป็นเวลา 24 ชั่วโมงเพื่อให้วัสดุเรซินคอมโพสิตเกิดการบ่มตัวอย่างสมบูรณ์



รูปที่ 3.9 แสดงวัสดุบูรณะเรซินคอมโพสิต พรีไมส์

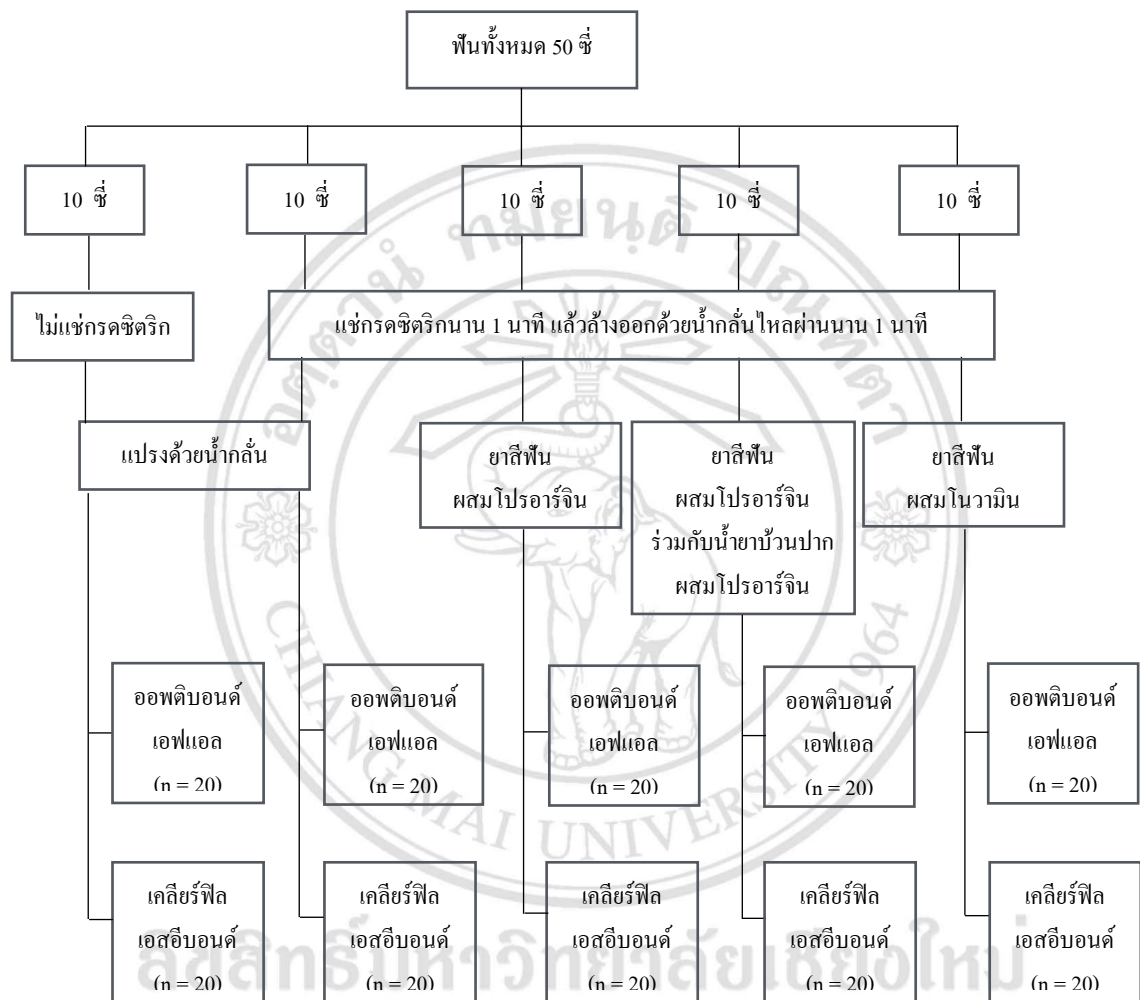


รูปที่ 3.10 แสดงชิ้นงานที่อุดเรซินคอมโพสิตความหนารวม 4 มิลลิเมตร

ตารางที่ 3.2 แสดงกลุ่มการทดลองทั้งหมดในการศึกษา

กลุ่ม	การเตรียมผิวเนื้อฟัน	สารยึดติด	ชื่อแทนกลุ่ม
1	ไม่แช่กรดซिटริก ก่อนการแปรงด้วยน้ำกลั่น (Negative Control)	ออฟติบอนด์เอฟแอล	Negative Control OP
2		เคลียร์ฟิลเอสอีบอนด์	Negative Control SE
3	แช่กรดซिटริก ก่อนการแปรงด้วยน้ำกลั่น (Positive Control)	ออฟติบอนด์เอฟแอล	Positive Control OP
4		เคลียร์ฟิลเอสอีบอนด์	Positive Control SE
5	กรดซिटริกความเข้มข้นร้อยละ 6 + ยาสีฟันผสมโปรอาร์จิน (Pro-Argin)	ออฟติบอนด์เอฟแอล	Pro-Argin OP
6		เคลียร์ฟิลเอสอีบอนด์	Pro-Argin SE
7	กรดซिटริกความเข้มข้นร้อยละ 6 + ยาสีฟันผสมโปรอาร์จิน + น้ำยาบ้วนปากผสมโปรอาร์จิน (Pro-Argin + MW)	ออฟติบอนด์เอฟแอล	Pro-Argin + MW OP
8		เคลียร์ฟิลเอสอีบอนด์	Pro-Argin + MW SE
9	กรดซिटริกความเข้มข้นร้อยละ 6 + ยาสีฟันผสมโนวามิน (Novamin)	ออฟติบอนด์เอฟแอล	Novamin OP
10		เคลียร์ฟิลเอสอีบอนด์	Novamin SE

หมายเหตุ OP คือ สารยึดติดออฟติบอนด์เอฟแอล
SE คือ สารยึดติดเคลียร์ฟิลเอสอีบอนด์



รูปที่ 3.11 แผนภูมิแสดงสรุปการแบ่งกลุ่มการทดลองในการศึกษา

การทดสอบความแข็งแรงยึดติดเชิงกลระดับจุลภาค

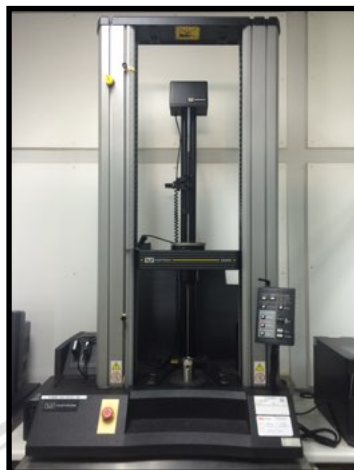
1. นำพื้นที่อุดด้วยวัสดุบูรณะเรซินคอมโพสิตร่วมกับการใช้สารยึดติดแล้วมาทำการตัดในแนวใกล้แก้มและใกล้ลิ้นด้วยเครื่องให้ได้ขนาดชิ้นทดสอบหนา 0.7 มิลลิเมตรด้วยเครื่องตัดใบเลื่อยเพชรด้วยแรงกด 100 นิวตัน (newton) อ้างอิงการศึกษาของ Yang และคณะ ในปี 2014⁽³⁶⁾ จะได้ชิ้นทดสอบประมาณ 5 ชิ้นต่อฟัน 1 ซี่ รวมได้ 25 ชิ้นงานต่อกลุ่มการทดลอง

2. ตัดชิ้นงานออกจากตัวฟันด้วยเครื่องตัดใบเลื่อยเพชร สุ่มชิ้นงานจำนวน 20 ชิ้นมาตัดแต่งเป็นรูปนาฬิกาทรายขนาดความกว้าง 1.5 มิลลิเมตร โดยใช้หัวกรอากเพชรความละเอียดสูงรูปทรงกระบอก กรอตัดด้านข้างของชิ้นงานทั้งสองด้านบริเวณรอยต่อระหว่างเนื้อฟันและเรซินคอมโพสิตด้วยเครื่องกรอความเร็วสูงร่วมกับน้ำ ให้มีพื้นที่หน้าตัดในการยึดติดประมาณ 1 ตารางมิลลิเมตร ดังรูปที่ 3.12



รูปที่ 3.12 แสดงชิ้นงานที่ได้รับการตัดแต่งเป็นรูปนาฬิกาทราย

3. ยึดชิ้นงานเข้ากับแท่นทดสอบความแข็งแรงยึดติดแบบดึงระดับจุลภาคด้วยกาวไซยาโนอะคริเลตโมเดลิรีแฟร์ทูบลู และทดสอบความแข็งแรงยึดติดแบบดึงระดับจุลภาคด้วยเครื่องทดสอบสากล (Universal testing machine; Instron[®] 5566, Instron Limited, Thailand) ดังรูปที่ 3.13 โดยใช้น้ำหนักหัวกดเท่ากับ 100 นิวตัน ความเร็วหัวกดที่อัตรา 1 มิลลิเมตรต่อนาที แล้วบันทึกค่าแรงเป็นนิวตันที่ทำให้เนื้อฟันและเรซินคอมโพสิตขาดออกจากกัน



รูปที่ 3.13 แสดงเครื่องทดสอบสากล

4. ใช้เครื่องวัดคิจิตอล (Digital vernier caliper, Keiba, Japan) วัดความกว้างในแนวใกล้ แก้ม ใกล้ลิ้น ใกล้กลาง และใกล้กลาง ของบริเวณรอยต่อระหว่างเนื้อฟันกับเรซินคอมโพสิตหลัง ทำการทดสอบแล้ว บันทึกพื้นที่หน้าตัดของชิ้นงานแต่ละชิ้น คัดเลือกเฉพาะชิ้นงานที่มีพื้นที่หน้าตัด 1.0 ± 0.3 มิลลิเมตร นำค่าแรงเป็นนิวตันที่ทำให้เนื้อฟันและเรซินคอมโพสิตขาดออกจากกันแปลงเป็น หน่วยเมกะพาสคาล โดยนำค่าดังกล่าวหารด้วยพื้นที่หน้าตัดของชิ้นงานนั้น ๆ เพื่อหาค่าความแข็งแรง ยึดติดแบบดึงระดับจุลภาค

การวิเคราะห์ผลการทดลองทางสถิติ

เริ่มจากการวิเคราะห์การแจกแจงปกติของค่าแรงดึงเชิงกลขนาดอนุภาคด้วยสถิติชาปิโร-วิลค์ (Shapiro-Wilk test) และวิเคราะห์การกระจายของค่าความแปรปรวนด้วยสถิติทดสอบของเลวิน (Levene's test) ด้วยโปรแกรม SPSS V22.0 (SPSS Inc., USA) ทำการวิเคราะห์ความแปรปรวนแบบ ทางเดียว (One-way ANOVA) โดยเปรียบเทียบความแตกต่างระหว่างกลุ่มด้วยการเปรียบเทียบ เชิงซ้อนชนิดต้นเนตที่ 3 (Dunnett's T3 multiple comparison) ที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 ($p < 0.05$) และเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยความแข็งแรงยึดติดแบบดึงระดับจุลภาคระหว่างการใช้สารยึดติด ออฟติบอนด์เอฟแอลและเคลียร์ฟิลเอสอีบอนด์ในการเตรียมผิวเนื้อฟันแต่ละชนิดด้วยการวิเคราะห์ ค่าเฉลี่ยแบบจับคู่ (Independent sample t -tests) ที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 ($p < 0.05$)

การศึกษาลักษณะความล้มเหลวบริเวณรอยแตก

นำชิ้นงานทั้งหมดที่ผ่านการทดสอบค่าความแข็งแรงยึดติดแบบดึงระดับจุลภาคแล้วมาส่องบริเวณพื้นที่หน้าตัดรอยแตกด้วยกล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอนแบบส่องกราด (Scanning electron microscope; SEM, JSM-5910LV SEM, JOEL Ltd., Japan) ที่กำลังขยาย 90 และ 500 เท่า เพื่อวิเคราะห์และบันทึกชนิดของความล้มเหลวที่เกิดขึ้น โดยจะสามารถแบ่งชนิดของความล้มเหลวเป็น 4 ชนิด ดังนี้

1. ความล้มเหลวระหว่างชั้น (Adhesive failure) คือ การแตกทั้งหมดอยู่ระหว่างชั้นเรซินคอมโพสิตกับเนื้อฟัน หรือภายในเนื้อสารยึดติด
2. ความล้มเหลวในเนื้อฟัน (Cohesive failure in dentin) คือ การแตกทั้งหมดอยู่ภายในเนื้อฟัน
3. ความล้มเหลวในเนื้อเรซิน (Cohesive failure in resin) คือ การแตกทั้งหมดอยู่ภายในเนื้อเรซินคอมโพสิต
4. ความล้มเหลวแบบผสม (Mixed failure) คือ มีการแตกระหว่างชั้นเรซินคอมโพสิตกับเนื้อฟันหรือภายในเนื้อสารยึดติด ร่วมกับการแตกภายในเนื้อฟันหรือในเนื้อเรซินคอมโพสิต

การศึกษาลักษณะการเกิดขึ้นไฮบริด

1. เตรียมชิ้นงานจำนวน 5 ชิ้นของแต่ละกลุ่มการทดลองที่ไม่ได้ทำการตัดแต่งเป็นรูปนาฬิกาทรายก่อนการศึกษาลักษณะชั้นไฮบริด โดยการทากรดฟอสฟอริกความเข้มข้นร้อยละ 37.5 นาน 1 นาที ล้างน้ำสะอาดและแช่ในสารละลายโซเดียมไฮโปคลอไรด์ ความเข้มข้นร้อยละ 5.25 นาน 1 นาที ล้างน้ำสะอาด จากนั้นแช่ชิ้นงานในเครื่องล้างความถี่สูง (ultrasonic cleanser) นาน 10 นาที
2. วางชิ้นงานทั้งหมดบนกระดาษกรอง (filter paper) เก็บในตู้รับอุณหภูมิที่อุณหภูมิ 60 องศาเซลเซียสเป็นเวลา 24 ชั่วโมง ก่อนนำชิ้นงานทั้งหมดไปเคลือบทองและส่องด้วยกล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอนแบบส่องกราดที่กำลังขยาย 3,000 เท่า

การศึกษาลักษณะเนื้อฟันที่ได้รับการเตรียมพื้นผิวชนิดต่าง ๆ

1. ตัดแต่งฟันจำนวน 6 ซี่ให้ได้พื้นผิวด้านบนเป็นเนื้อฟันทั้งหมด (dentin disc) โดยมีความหนาประมาณ 2 มิลลิเมตร แล้วบากร่องเนื้อฟันด้านใต้ลึกประมาณ 1.5 มิลลิเมตร
2. ทำการเตรียมผิวเนื้อฟันทั้ง 5 ชนิดตามที่ได้แบ่งกลุ่มการศึกษาไว้ และเนื้อฟันอีก 1 ซี่ที่เหลือทำการแซ่กรดซิดริกความเข้มข้นร้อยละ 6 นาน 1 นาที เพื่อศึกษาประสิทธิภาพการกำจัดชั้นสเมียร์ด้วยกรดดังกล่าว
3. หักเนื้อฟันแบ่งครึ่งตามรอยบากแล้วทำให้แห้งโดยแช่ในสารละลายเอทานอลความเข้มข้นร้อยละ 25 นาน 20 นาที ความเข้มข้นร้อยละ 50 นาน 20 นาที ความเข้มข้นร้อยละ 95 นาน 30 นาที และความเข้มข้นร้อยละ 100 นาน 60 นาทีตามลำดับ จากนั้นแช่ชิ้นงานในสารละลายเฮกซะ-เมทิลไดไซลาเซน (hexamethyldisilazane; HMDS) นาน 10 นาทีเป็นขั้นตอนสุดท้าย วางชิ้นงานบนกระดาษกรองและเก็บในตู้ปรับอุณหภูมิที่อุณหภูมิ 60 องศาเซลเซียสเป็นเวลา 24 ชั่วโมง ก่อนนำชิ้นงานทั้งหมดไปเคลือบทองและส่องด้วยกล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอนแบบส่องกราดที่กำลังขยาย 5,000 และ 10,000 เท่า

การศึกษาลักษณะการกัดกร่อนผิวเนื้อฟันเมื่อใช้สารยัดติดแต่ละชนิด

1. ตัดแต่งฟันจำนวน 10 ซี่ให้ได้พื้นผิวด้านบนเป็นเนื้อฟันทั้งหมดแล้วทำการเตรียมผิวฟันทั้ง 5 ชนิด ๆ ละ 2 ซี่ โดยแบ่งศึกษาลักษณะการกัดกร่อนผิวเนื้อฟันจากกรดฟอสฟอริกของสารยัดติดออฟติบอนด์เอฟแอลและการใช้มอนอเมอร์ที่มีความเป็นกรดของสารยัดติดเคลียร์ฟิลเอสอ๊อบอนด์
2. การศึกษาลักษณะการกัดกร่อนผิวเนื้อฟันด้วยกรดฟอสฟอริกทำโดยการทากรดดังกล่าวบนผิวเนื้อฟันนาน 15 วินาที แล้วล้างน้ำออก
3. การศึกษาลักษณะการกัดกร่อนผิวเนื้อฟันด้วยมอนอเมอร์ที่มีความเป็นกรดทำโดยการทาไพรเมอร์ของสารยัดติดเคลียร์ฟิลเอสอ๊อบอนด์นาน 15 วินาทีแล้วเป่าลมให้แห้ง แช่ฟันในสารละลายอะซิโตน (acetone) ความเข้มข้นร้อยละ 50 นาน 5 นาทีเพื่อละลายมอนอเมอร์บนเนื้อฟันออก อ้างอิงจากการศึกษาของ Prasansuttiporn และคณะ ในปี 2012⁽⁵⁴⁾
4. หักเนื้อฟันแบ่งครึ่งตามรอยบากแล้วทำให้แห้งตามที่ได้กล่าวไว้ข้างต้นแล้วส่องชิ้นงานทั้งหมดด้วยกล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอนแบบส่องกราดที่กำลังขยาย 3,000 เท่า