

การเปรียบเทียบความเรียบผิวของแคดแคมพอร์ซเลนบล็อกที่ขัดด้วยวิธีต่างๆ



นางสาวสิรินทร วิชชุชาญ

สถาบันวิทยบริการ

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต

สาขาวิชาทันตกรรมประดิษฐ์ ภาควิชาทันตกรรมประดิษฐ์

คณะทันตแพทยศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย


ปีการศึกษา 2548

ISBN 974-17-4430-7

ลิขสิทธิ์ของจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

COMPARISON OF THE SURFACE ROUGHNESS OF TWO CAD-CAM PORCELAIN BLOCKS FINISHED
WITH DIFFERENT SYSTEMS

Miss Sirinate Witchucharn



A Thesis Submitted in Partial Fulfillment of the Requirements
for the Degree of Master of Science Program in Prosthodontics
Department of Prosthodontics

Faculty of Dentistry
Chulalongkorn University
Academic Year 2005
ISBN 974-17-4430-7

หัวข้อวิทยานิพนธ์ การเปรียบเทียบความเรียบผิวของแคดแคมพอร์ชเลนบล็อกที่ขัดด้วย
วิธีต่างๆ

โดย นางสาวสิรินทร วิชาชาญ

สาขาวิชา ทันตกรรมประดิษฐ์

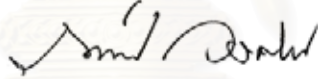
อาจารย์ที่ปรึกษา รองศาสตราจารย์ ทันตแพทย์หญิงอิศราวลัย บุญศิริ

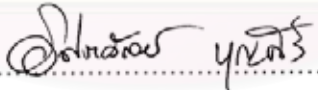
อาจารย์ที่ปรึกษาร่วม ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ทันตแพทย์ศรวิรพงษ์ พงษ์สถิตย์

คณะทันตแพทยศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย อนุมัติให้นับวิทยานิพนธ์ฉบับนี้เป็น
ส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาโทบัณฑิต

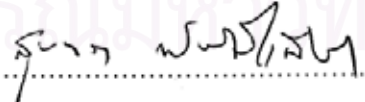
.....  คณบดีคณะทันตแพทยศาสตร์
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ทันตแพทย์หญิงสิติมา บุญศิริ)

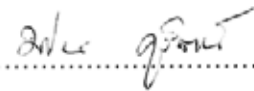
คณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์

.....  ประธานกรรมการ
(รองศาสตราจารย์ ทันตแพทย์ภาณุพงศ์ วงศ์ไทย)

.....  อาจารย์ที่ปรึกษา
(รองศาสตราจารย์ ทันตแพทย์หญิงอิศราวลัย บุญศิริ)

.....  อาจารย์ที่ปรึกษาร่วม
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ทันตแพทย์ศรวิรพงษ์ พงษ์สถิตย์)

.....  กรรมการ
(รองศาสตราจารย์ ทันตแพทย์ ดร.สุนทรา พันธุ์มีเกียรติ)

.....  กรรมการ
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ทันตแพทย์ ดร.มโน คูรัตน์)

สิรินธร วิชาชาญ : การเปรียบเทียบความเรียบผิวของแคดแคมพอร์ซเลนบล็อกที่ขัดด้วยวิธีต่างๆ.
(COMPARISON OF THE SURFACE ROUGHNESS OF TWO CAD-CAM PORCELAIN
BLOCKS FINISHED WITH DIFFERENT SYSTEMS) อ. ที่ปรึกษา :รศ. ทญ. อิศราวัลย์ บุญศิริ,
อ.ที่ปรึกษาร่วม : ผศ. ทพ. ศีรวิรพงษ์ พงษ์สถิตย์, 63 หน้า. ISBN 974-17-4430-7.

ปัจจุบันการนำเทคโนโลยีแคดแคมเข้ามาใช้ในทางทันตกรรมเพื่อสร้างชิ้นงานบูรณะในช่องปากให้เสร็จในหนึ่งครั้งการรักษาแพร่หลายมากขึ้น โดยเฉพาะชิ้นงานเฟลด์สแปติกพอร์ซเลนและพอร์ซเลนที่เพิ่มความแข็งแรงด้วยลูไซต์ ซึ่งจำเป็นต้องยึดติดในช่องปากเพื่อเพิ่มความแข็งแรงก่อนการแก้ไขจุดสบและขัดแต่ง การวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาเปรียบเทียบความเรียบผิวของแคดแคมพอร์ซเลนบล็อก 2 ชนิด วิตามินาคูบล็อกและโปรแคดบล็อกชนิดละ 50 ชิ้นตัวอย่าง จากการขัดด้วยวิธีขัดแบบต่างๆ เทียบกับการเคลือบทับ โดยขั้นแรกนำพอร์ซเลนทั้ง 2 ชนิดมาปรับสภาพผิวให้เหมือนกับกรกลึงจากเครื่องซีเรดด้วยการกรอด้วยเข็มกรอกากเพชรขนาด 50 ไมโครเมตร ด้วยความเร็ว 40,000 รอบ/นาที แล้วนำมาวัดค่าความขรุขระพื้นผิว (Ra) เป็นค่าความขรุขระก่อนการขัด หลังจากนั้นกรอแต่งผิวพอร์ซเลนทั้ง 2 ชนิดด้วยเข็มกรอกากเพชรขนาด 40 ไมโครเมตรและ 15 ไมโครเมตรตามลำดับเป็นเวลา 20 วินาทีเพื่อเตรียมผิวให้เหมือนการแก้ไขในช่องปากแล้วจึงแบ่งกลุ่มพอร์ซเลน 50 ชิ้นตัวอย่างเป็น 10 กลุ่ม กลุ่มละ 5 ชิ้นตัวอย่าง กลุ่ม 1-3 ขัดด้วยหัวขัดยางซิลิโคนโซฟุ กลุ่ม 4-6 ขัดด้วยหัวขัดกระดาษทรายรูปแผ่นกลม กลุ่ม 7-9 ขัดด้วยหัวขัดยางแอสโทรโพลด้วยเวลา 30 60 และ 120 วินาทีตามลำดับ และกลุ่มที่ 10 ทำการเคลือบทับ แล้วนำมาวัดค่า Ra นำผลที่ได้มาวิเคราะห์ทางสถิติด้วย t-test การวิเคราะห์ความแปรปรวนแบบทางเดียวและสองทาง เปรียบเทียบเชิงซ้อนด้วยบอนเฟอโรนีและแทมเฮน ที่ระดับความเชื่อมั่น 95% พบว่าค่าความขรุขระพื้นผิวพอร์ซเลนก่อนการขัดด้วยวิธีต่างๆสูงกว่าพอร์ซเลนที่ผ่านการขัดอย่างมีนัยสำคัญ สำหรับพอร์ซเลนทั้งสองชนิดพบว่ากลุ่มที่ขัดด้วยหัวขัดกระดาษทรายรูปแผ่นกลมให้ผิวเรียบที่สุดแตกต่างกับกลุ่มหัวขัดยางซิลิโคนโซฟุ และกลุ่มหัวขัดยางแอสโทรโพลอย่างมีนัยสำคัญแต่ไม่แตกต่างกับกลุ่มเคลือบทับ ยกเว้นกลุ่ม 4 ของพอร์ซเลนที่เพิ่มความแข็งแรงด้วยลูไซต์ พบว่าให้ผิวที่เรียบกว่าการเคลือบทับอย่างมีนัยสำคัญ

ภาควิชา ทันตกรรมประดิษฐ์
สาขาวิชา ทันตกรรมประดิษฐ์
ปีการศึกษา 2548

ลายมือชื่อนิสิิต.....
ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษา.....
ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษาร่วม.....

4576119232 : MAJOR PROSTHODONTICS

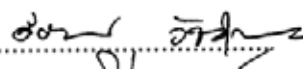
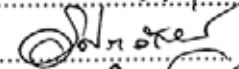
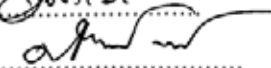
KEY WORD: CAD-CAM / PORCELAIN BLOCK / FINISH / SURFACE ROUGHNESS

SIRINATE WITCHUCHARN : COMPARISON OF THE SURFACE ROUGHNESS OF TWO CAD-CAM PORCELAIN BLOCKS FINISHED WITH DIFFERENT SYSTEMS

THESIS ADVISOR : ASSOC.PROF. ISSARAWAN BOONSIRI , THESIS COADVISOR : ASST. PROF. SRIVORAPONG PONGSATIT , 63 pp. ISBN 974-17-4430-7.

The technology of CAD-CAM using for fabrication of restorations in one visit has found an increased number of applications in recent years. Feldspathic and leucite reinforced porcelains, in particular, have to be fixed with adhesive cement to increase the strength before adjustment and finishing. The objective of this study was to compare the effect of various finishing systems and also overglazing on the surface roughness (Ra) of Vita Mark II blocks (50 specimens) and ProCAD blocks (50 specimens). First, all specimens were ground with 50 μ diamond burs at 40,000 rpm to initiate the milling surface derived from Cerec system. The surface roughness was measured with a surface roughness analyzer and then all the specimens were ground with 40 μ and 15 μ diamond burs respectively for 20 sec as polishing in the mouth. 50 blocks of each type of porcelain were divided into 10 groups (5 blocks each). Group 1-3 were finished with Shofu rubbers, group 4-6 with SofLex disks and group 7-9 with Astropol rubbers for 30, 60 and 120 seconds respectively. And group 10 was overglazed. The mean values of Ra were compared by t-test, 1-way and 2-way ANOVA, Bonferroni and Tamhane test ($\alpha = 0.05$). The surface roughness of porcelain blocks before polishing was significantly higher than the porcelain blocks after polishing. The most effective finishing system for both porcelains was SofLex disks, the surface roughness of which was lower than the other 2 systems but not different from the overglazed group. The only exception was group 4 of ProCAD, i.e., its surface roughness was significantly lower than overglazed one.

Department Prosthodontics
 Field of study Prosthodontics
 Academic year 2005

Student's signature.....
 Advisor's signature.....
 Co-advisor's signature.....

กิตติกรรมประกาศ

วิทยานิพนธ์ฉบับนี้ได้สำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยความช่วยเหลืออย่างดีของรองศาสตราจารย์
ทันตแพทย์หญิง อิศราวลัย บุญศิริ อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ ซึ่งท่านได้ให้คำแนะนำและ
ข้อคิดเห็นต่างของการวิจัยด้วยดีตลอด ขอขอบคุณอาจารย์ทันตแพทย์หญิง กมลพร วัฒนเสริมกิจ
สำหรับคำแนะนำในการเขียนบทวิจารณ์ และเนื่องจากวัสดุอุปกรณ์ในการวิจัยครั้งนี้ได้รับการ
สนับสนุนจากภาควิชาทันตกรรมประดิษฐ์ จึงขอขอบพระคุณอาจารย์ ภาควิชาและเจ้าหน้าที่ที่
เกี่ยวข้องทุกท่านมา ณ ที่นี้ด้วย

ขอขอบคุณเจ้าหน้าที่ศูนย์วิจัยทันตวัสดุศาสตร์ จุฬาลงกรณ์ ทุกท่านที่ได้ให้คำแนะนำใน
การใช้เครื่องมือ อุปกรณ์ต่างๆ ขอขอบคุณ คุณราเชล มีพร้อม สำหรับคำแนะนำ และการเตรียม
วัสดุ และขอขอบคุณคลินิกทันตกรรมอัสวานันท์ สำหรับความเอื้อเฟื้ออุปกรณ์และวัสดุต่างๆ
สำหรับการวิจัยครั้งนี้

กราบขอบพระคุณคณะกรรมการทุกท่าน ที่กรุณาให้คำแนะนำและแก้ไขวิทยานิพนธ์

สุดท้ายนี้ผู้วิจัยใคร่ขอกราบขอบพระคุณบิดา มารดา สำหรับการสนับสนุนในทุกๆด้าน
ด้วยดีเสมอมา

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

สารบัญ

หน้า

บทคัดย่อภาษาไทย.....	ง
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ.....	จ
กิตติกรรมประกาศ.....	ฉ
สารบัญตาราง.....	ช
สารบัญรูปภาพ.....	ฅ
บทที่	
1. บทนำ.....	1
ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา.....	1
วัตถุประสงค์ของการวิจัย.....	5
สมมติฐานการวิจัย.....	5
ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ.....	5
คำถามการวิจัย.....	6
2. วรรณกรรมที่เกี่ยวข้อง.....	7
3. วิธีดำเนินการวิจัย.....	19
การเตรียมชิ้นงานให้มีสภาพเหมือนผ่านการกลิ้งจากเครื่องซีเรด.....	19
การเตรียมชิ้นงานให้มีสภาพเหมือนขั้นตอนการแก้ไขในช่องปาก.....	19
การเตรียมชิ้นงานกลุ่มเคลือบทับ.....	20
การขัดชิ้นงาน.....	20
4. ผลการวิเคราะห์ข้อมูล.....	24
5. สรุปผลการวิจัย อภิปรายผลและข้อเสนอแนะ.....	31
อภิปรายผล.....	31
สรุปผลการศึกษา.....	35
ข้อเสนอแนะ.....	35
รายการอ้างอิง.....	36
ภาคผนวก.....	40

ตารางที่	หน้า
1	แสดงส่วนประกอบของวีต้ามาร์คทูบลิคและโปรแคดบลิค.....12
2	แสดงคุณสมบัติของวีต้ามาร์คทูบลิคและโปรแคดบลิค..... 13
3	แสดงค่าสถิติวิเคราะห์ความแตกต่างระหว่างค่า ความเร็วขมิวก่อนและหลังการขัด..... 24
4	แสดงค่าสถิติวิเคราะห์ความแตกต่างระหว่างค่าความเร็วขมิวก่อนการขัด กับพอร์ชเลนที่ผ่านการเคลือบทับ..... 25
5	แสดงการทดสอบอิทธิพลของระบบขัดและเวลาที่ใช้ในการขัด ต่อความเร็วขมิวกวีต้ามาร์คทูบลิค..... 26
6	แสดงการทดสอบอิทธิพลของระบบขัดและเวลาที่ใช้ในการขัด ต่อความเร็วขมิวโปรแคดบลิค..... 26
7	แสดงค่าสถิติวิเคราะห์ความแปรปรวนแบบทางเดียวกลุ่มวีต้ามาร์คทูบลิค..... 27
8	แสดงค่าเฉลี่ยและการเปรียบเทียบความเร็วขมิวของระบบขัดต่างๆกับ กลุ่มเคลือบทับในวีต้ามาร์คทูบลิค..... 28
9	แสดงค่าสถิติวิเคราะห์ความแปรปรวนแบบทางเดียวกลุ่มโปรแคดบลิค..... 28
10	แสดงค่าเฉลี่ยและการเปรียบเทียบความเร็วขมิวของกลุ่มที่ขัดด้วยวิธีต่างๆ กับกลุ่มเคลือบทับในโปรแคดบลิค..... 29
11	แสดงการแจกแจงข้อมูลทางสถิติด้วย one-sample K-S ตามวัตถุประสงค์ข้อ 1 41
12	แสดงการเปรียบเทียบความเร็วขมิวพอร์ชเลนทั้ง 2 ชนิดก่อนและหลังการขัด..... 43
13	แสดงการเปรียบเทียบความเร็วขมิวพอร์ชเลนทั้ง 2 ชนิดก่อนกับการเคลือบผิว..... 44
14	แสดงการแจกแจงข้อมูลทางสถิติด้วย one-sample K-S ตามวัตถุประสงค์ข้อ 2.1..... 45
15	แสดงการทดสอบ 2-ways ANOVA ตามวัตถุประสงค์ข้อ 2.1 Vita group..... 47
16	แสดงการทดสอบ 2-ways ANOVA ตามวัตถุประสงค์ข้อ 2.1 ProCAD group..... 50
17	แสดงการแจกแจงข้อมูลทางสถิติด้วย one-sample K-S ตามวัตถุประสงค์ข้อ 2.2 Vita group..... 53
18	แสดงการแจกแจงข้อมูลทางสถิติด้วย one-sample K-S ตามวัตถุประสงค์ข้อ 2.2 ProCAD group..... 54
19	แสดงการทดสอบ ANOVA ตามวัตถุประสงค์ข้อ 2.2 Vita group..... 55
20	แสดงการทดสอบ ANOVA ตามวัตถุประสงค์ข้อ 2.2 ProCAD group..... 57

สารบัญรูปร่างภาพ

รูปที่		หน้า
1	แสดงเครื่องวัดความขรุขระพื้นผิว.....	18
2	แสดงตัวจับชิ้นงานและเครื่องกรอความเร็วสูง.....	19
3	แสดงตัวจับชิ้นงานและการขัดด้วยชุดหัวขัดยางซิลิโคน.....	20
4	แสดงตัวจับชิ้นงานและการขัดด้วยหัวขัดกระดาษทรายรูปแผ่นกลมชนิดหยาบ.....	21
5	แสดงตัวจับชิ้นงานและการขัดด้วยหัวขัดยางแอสโทรโพล.....	21
6	แสดงตำแหน่งการวัดความขรุขระพื้นผิวด้วยเครื่องวัดความขรุขระพื้นผิว.....	22
7	แสดงแผนผังแสดงกลุ่มตัวอย่าง.....	23
8	แสดงแผนภาพการทดสอบอิทธิพลร่วมของทั้งสองปัจจัยกลุ่มโปรแคบลิค.....	26
9	แสดงหัวขัดกระดาษทรายรูปแผ่นกลมความหยาบที่ 1 ที่กำลังขยาย 20 เท่า.....	33
10	แสดงหัวขัดยางซิลิโคนไซฟูความหยาบที่ 1 กำลังขยาย 20 เท่า.....	33
11	แสดงหัวขัดยางแอสโทรโพลความหยาบที่ 1 กำลังขยาย 20 เท่า.....	33
12	แสดงชุดหัวขัดยางซิลิโคน.....	61
13	แสดงชุดหัวขัดกระดาษทรายรูปแผ่นกลม.....	61
14	แสดงชุดหัวขัดยางแอสโทรโพล.....	62

บทที่ 1

บทนำ

ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

ในอดีตงานทันตกรรมบูรณะส่วนใหญ่นิยมบูรณะด้วยอมัลกัม หรือครอบฟันด้วยโลหะ แต่ในปัจจุบันการบูรณะฟันเมื่อเกิดการสูญเสียเนื้อฟันไปบางส่วนเช่น จากฟันผุ ผู้ป่วยต้องการบูรณะด้วยวัสดุสีเหมือนฟัน (Craig, 1993) จึงมีการพัฒนาวัสดุบูรณะสีเหมือนฟันขึ้นมาใช้ในการบูรณะฟันหน้าและฟันหลังได้แก่ กลาสไอโอโนเมอร์ ซีเมนต์ (glass-ionomer cement) กลาสไอโอโนเมอร์ชนิดดัดแปลงด้วยเรซิน (resin-modified glass-ionomer) คอมโพสิตเรซิน (composite resins) และ เซรามิก (ceramic) แต่วัสดุบูรณะสีเหมือนฟันที่มีอายุและใช้งานได้ใกล้เคียงกับอมัลกัมมีเพียงคอมโพสิตเรซินและเซรามิกที่ใช้ในการบูรณะฟันหลังได้ (Eley, 1997)

คอมโพสิตเรซินเป็นวัสดุบูรณะฟันหน้าและฟันหลังที่นิยมใช้มานานเนื่องจากสามารถยึดติดกับเนื้อฟันได้ดีด้วยสารยึดติดเนื้อฟัน (dentin bonding agent) ให้ความสวยงามสามารถทำได้ทั้งโดยตรงในปาก (direct technique) หรือโดยอ้อมนอกปาก (indirect technique) แต่มีข้อเสียคือค่าสัมประสิทธิ์การขยายตัวเมื่อได้รับความร้อน (coefficient of thermal expansion) มีความแตกต่างกับฟันธรรมชาติทำให้เกิดการรั่วซึมตามขอบได้ (Roulet, 1987) ซึ่งมีผลต่ออายุการใช้งานของวัสดุลดลง และคอมโพสิตเรซินมีคุณสมบัติเกิดการหดตัวเชิงปริมาตรจากปฏิกิริยาโพลิเมอไรเซชัน (volumetric polymerization shrinkage) ทำให้เกิดการเสียวฟันหลังการบูรณะได้

การครอบฟันด้วยเซรามิกทั้งซี่ (all-ceramic restoration) เริ่มเป็นที่นิยมเนื่องจากไม่มีสีสะท้อนของโลหะ มีสีเหมือนฟันธรรมชาติเนื่องจากการดูดซึมและการกระเจิงของแสงใกล้เคียงกับฟันธรรมชาติ (Craig, 1993) เข้ากันได้ดีกับเนื้อเยื่อในช่องปาก (Bergman, 1990) และคุณสมบัติทางกายภาพและทางเคมีของเซรามิกใกล้เคียงกับฟันธรรมชาติมากกว่าคอมโพสิตเรซิน จึงทำให้เซรามิกเป็นที่นิยมใช้เป็นวัสดุบูรณะฟันแบบโดยอ้อม ถึงแม้ว่าพอร์ซเลนดั้งเดิมที่ใช้ในทางทันตกรรมคือเฟลด์สพาทิกพอร์ซเลนมีข้อเสียที่มีค่ากำลังแรงดึงต่ำ (Combe, 1986) แต่สามารถเพิ่มความแข็งแรงได้โดยใส่ลูมิเนียมออกไซด์ ทำให้ทนต่อการแตกร้าวได้ดีขึ้น (McClean และ Hughes, 1965) ต่อมามีการพัฒนาเพิ่มลูไซต์เข้าไปในเฟลด์สพาทิกพอร์ซเลนเพื่อเพิ่มความ

แข็งแรง รวมถึงพัฒนาเทคนิคการยึดชิ้นงานเซรามิกกับฟันธรรมชาติด้วยเรซินซีเมนต์เป็นการเพิ่มความแข็งแรงให้แก่เซรามิกได้อีกประการหนึ่ง (Noort, 2002)

การสร้างชิ้นงานเฟลด์สปาติกพอร์ซเลนในห้องปฏิบัติการต้องใช้เวลาหลายวัน เพราะต้องมีการเทแบบปูนจำลอง การขึ้นรูปชิ้นงานต้องนำเข้าเตาเผาเพื่อหลอมชิ้นงานและเพิ่มความหนาแน่นโดยการทำซินเทอริง (Anusavice, 1996) ในขั้นตอนนี้ทำให้ชิ้นงานเกิดการหดตัวประมาณ 30% หลังจากได้ชิ้นงานจากเตาเผาแล้วจึงสามารถนำชิ้นงานมาขัดแต่ง เติมสี และเคลือบผิว จึงได้ชิ้นงานมาลงในช่องปาก ต่อมามีการพัฒนาระบบแคดแคม (CAD-CAM, Computer Aided Design – Computer Aided Manufacture) สำหรับทันตกรรมขึ้นเพื่อใช้ในการสร้างชิ้นงานได้สะดวกและรวดเร็วมากขึ้น โดยระบบแคดแคมส่วนใหญ่ในท้องตลาดทำขึ้นเพื่อรองรับการสร้างชิ้นงานในห้องปฏิบัติการทันตกรรม เช่น ดีซีเอสเพรสซิเดน (DCS President, Popp Dental Laboratory) ลาวา (LAVA, 3M ESPE) เซอร์คอน (Cercon, Dentsply Ceramco) โปรเซรา (Procera, Nobel Biocare) เป็นต้น มีเพียงระบบเดียวที่ใช้สร้างชิ้นงานในคลินิกทันตกรรมได้โดยตรงในปากและในห้องปฏิบัติการทันตกรรมคือระบบ ซีเรค (Cerec, Sirona)

การนำระบบซีเรคมาสร้างชิ้นงานเซรามิกทั้งขึ้นทำสำเร็จเป็นครั้งแรกในปี คศ.1985 (Reiss และWalther, 2000) โดย Mormann และ Brandestini ระยะเวลาสร้างชิ้นงานซินดิอินเลย์หรือออนเลย์เท่านั้น หลังจากนั้นทางบริษัทผู้ผลิตได้พัฒนาระบบซีเรคมาเป็นเครื่องรุ่นที่ 2 ในปี คศ.1994 และเครื่องรุ่นที่ 3 ในปี คศ.2000 ซึ่งสามารถสร้างได้ทั้งอินเลย์ ออนเลย์ วีเนียร์ และครอบฟันในคลินิกทันตกรรม และสะพานฟันในห้องปฏิบัติการ และมีการปรับปรุงให้สามารถออกแบบชิ้นงานได้ง่ายขึ้นด้วยระบบ 3 มิติ (Cerec3D) ในปี คศ. 2003

ขั้นตอนการสร้างชิ้นงานพอร์ซเลนในคลินิกทันตกรรมโดยตรงในปากเริ่มจากการพิมพ์ไททาเนียมไดออกไซด์ลงบนพื้นหลักที่กรอแต่งแล้ว จากนั้นถ่ายภาพพื้นหลัก (optical impression) ในปาก ข้อมูลจากกล้องถ่ายภาพในช่องปากถูกส่งไปยังคอมพิวเตอร์ช่วยแปลผลและสร้างเป็นภาพแบบจำลองฟัน (visual model) ขึ้น หลังจากนั้นจึงออกแบบชิ้นงาน และส่งข้อมูลไปยังส่วนกลึงชิ้นงาน (milling unit) หลังจากได้ชิ้นงานอินเลย์และออนเลย์นำไปลองในช่องปากและยึดชิ้นงานด้วยซีเมนต์ถาวรแล้วจึงทำการขัดแต่ง เหตุผลที่ต้องกรอแก้วจุดสบสูงหลังการยึดชิ้นงานในช่องปากเนื่องจากเฟลด์สปาติกพอร์ซเลนหรือพอร์ซเลนที่เสริมความแข็งแรงด้วยลูไซต์มีความเปราะแตกหักง่ายจำเป็นต้องเพิ่มความต้านทานต่อการแตกหักด้วยซีเมนต์ที่ยึดติดกับเนื้อฟัน (Bindi และคณะ, 2006; Attia และคณะ, 2006) แต่ในงานวีเนียร์และครอบฟันโดยเฉพาะฟันหน้า

เมื่อได้ชิ้นงานจากส่วนกลึงแล้วจำเป็นต้องผ่านการแต่งสี สร้างลักษณะเฉพาะของฟันให้เหมือนฟันธรรมชาติ รวมไปถึงการขัดแต่งและเคลือบผิว (autoglazed) หรือเคลือบทับด้วยแก้วที่มีจุดหลอมเหลวต่ำ (overglazed) (Hudis, 1977) แต่ในบางกรณีที่ไม่มีการแก้ไขเพิ่มเติมหลังจากได้ชิ้นงานจากเครื่องกลึง สามารถนำชิ้นงานไปทำการเคลือบผิวหรือเคลือบทับได้ทันที การเคลือบผิวหรือเคลือบทับนอกจากทำให้เกิดผิวพอร์ซเลนที่เรียบแล้วยังช่วยเพิ่มความแข็งแรงต่อการแตกหัก (fracture strength) ให้กับชิ้นงาน (Rosenstiel และคณะ, 1989; Brackett และคณะ 1989) มีการศึกษาที่เปรียบเทียบความแข็งแรงของพอร์ซเลนที่ผ่านการขัดกับการเคลือบผิวและเคลือบทับพบว่า การเคลือบผิวไม่ทำให้พอร์ซเลนมีความแข็งแรงมากขึ้น แต่การเคลือบทับมีผลเพิ่มความแข็งแรงต่อชิ้นงานพอร์ซเลน (Giordano, 1995)

ชิ้นงานวีเนียร์หรือครอบฟันพอร์ซเลนจากห้องปฏิบัติการทันตกรรมผ่านการขัดแต่งและเคลือบผิวแล้ว เมื่อลงในปากจำเป็นต้องกรอแก้ไขทั้งบริเวณด้านสบฟัน (occlusal surface) และจุดสัมผัส (contact point) ซึ่งการกรอแต่งนี้ทำให้เกิดรอยตำหนิที่ผิวพอร์ซเลน (surface flaw) เกิดเป็นจุดรวมของความเค้น (stress concentration) รอยตำหนินี้อาจเป็นต้นกำเนิดของรอยร้าวที่ผิวพอร์ซเลนได้ (Messer, Pidcock และ Lloyd, 1991) และผิวพอร์ซเลนที่หยาบนี้ทำให้ฟันคู่สบสึกมากขึ้น (Monasky และ Taylor, 1971) ยังเป็นที่เก็บสะสมคราบจุลินทรีย์ได้อีกด้วย (Clayton, 1970)

จากปัญหาผิวพอร์ซเลนหยาบที่เกิดจากการกรอแก้ไขทั้งในช่องปากและนอกช่องปาก รวมถึงกรณีที่ไม่ได้ผ่านการเคลือบทับหรือเคลือบผิวทำให้ฟันคู่สบสึก ต่อมาได้มีผู้ศึกษาเพื่อเปรียบเทียบความเรียบของผิวเฟลด์สปาทิกพอร์ซเลนโดยใช้กล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอนชนิดส่องกราด (scanning electron microscope) และเครื่องวัดความขรุขระพื้นผิว (surface roughness analyzer) ของพอร์ซเลนที่เคลือบผิวกับการขัดเรียบด้วยวิธีต่างกัน พบว่าให้ผิวที่เรียบไม่แตกต่างกัน (Schissel และคณะ, 1980; Klausner และคณะ, 1982; Scurria และคณะ, 1994)

มีผู้ศึกษาการขัดผิวพอร์ซเลนมากมาย ด้วยวัสดุอุปกรณ์และวิธีขัดที่แตกต่างกัน มีทั้งการศึกษการขัดเฟลด์สปาทิกพอร์ซเลนชนิดที่พอกขึ้นในห้องปฏิบัติการทันตกรรมและชนิดที่ผลิตมาเป็นบล็อก (Block) จากบริษัทผู้ผลิต วัสดุอุปกรณ์ที่ใช้ในการขัดบางชนิดมีจำหน่ายและใช้กันอย่างแพร่หลายในประเทศไทยแต่มีอีกหลายชนิดที่ไม่นำเข้ามาใช้ ชนิดที่ใช้กันอยู่ในประเทศไทยในปัจจุบันการทําวิจัยเพื่อประเมินคุณภาพการขัดด้วยวัสดุอุปกรณ์ต่างๆกับพอร์ซเลนชนิดบล็อกยังไม่แพร่หลาย ดังนั้นเพื่อให้การเลือกใช้ระบบขัดที่มีคุณภาพและวิธีการขัดที่เหมาะสมจึงมี

การศึกษาวิจัยในครั้งนี้ โดยเปรียบเทียบความเรียบของผิวเฟลด์สปาทิกพอร์ซเลนบล็อก (Vita Mark II Blocks, Vita Zahnfabrik, Germany) และพอร์ซเลนที่เพิ่มความแข็งแรงด้วยลูไซต์ (ProCAD Blocks, Ivoclar Vivadent AG, Liechtenstein) สำหรับระบบซีเรค การขัดด้วยชุดหัวขัดในช่องปากระบบต่างๆ 3 ระบบที่ใช้ในประเทศไทยและผิวพอร์ซเลนที่ผ่านการเคลือบทับ (overglazed) ระบบขัดทั้ง 3 ระบบได้แก่ ชุดหัวขัดยางซิลิโคน (Enamel and Porcelain Adjustment Kit, Shofu Inc., Kyoto, Japan) ชุดหัวขัดกระดาษทรายรูปแผ่นกลม (3M SofLex polishing disc, 3M Dental Product Division, CA, USA) และชุดหัวยางแอสโทรโพล (Astropol, Ivoclar Vivadent AG, Schaan, Liechtenstein)



สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

วัตถุประสงค์ของการวิจัย

เพื่อศึกษาเปรียบเทียบความเรียบของผิววีต้ามาร์คทูบล็อกและโปรแคตบล็อกก่อนการขัด กับหลังการขัดแต่งด้วยระบบขัดชนิดต่างๆ 3 วิธี และผิวพอร์ซเลนที่ผ่านการเคลือบทับ

เพื่อศึกษาเปรียบเทียบความเรียบของผิวพอร์ซเลนชนิดวีต้ามาร์คทูบล็อกและชนิดโปรแคตบล็อกที่ขัดด้วยวิธีต่างๆ 3 วิธีในเวลาต่างๆกัน และผิวพอร์ซเลนที่ผ่านการเคลือบทับ

2.1 ศึกษาระบบขัด 3 ระบบ และระยะเวลาในการขัดว่ามีอิทธิพลต่อความเรียบของผิวพอร์ซเลนหรือไม่ และทั้งสองปัจจัยมีอิทธิพลต่อกันหรือไม่

2.2 เพื่อศึกษาระบบขัด และเวลาในการขัดที่เหมาะสมกับพอร์ซเลนแต่ละชนิด

สมมติฐานการวิจัย

ความเรียบของผิวพอร์ซเลนก่อนการขัดแต่งไม่แตกต่างกับผิวพอร์ซเลนหลังการขัดแต่งและผิวพอร์ซเลนที่ผ่านการเคลือบทับ

ความเรียบของผิวพอร์ซเลนที่ผ่านการขัดด้วยวิธีต่างๆ 3 วิธีไม่มีความแตกต่างกัน และไม่แตกต่างกับผิวพอร์ซเลนที่ผ่านการเคลือบทับ

2.1 ระบบขัด 3 ระบบและระยะเวลาในการขัดไม่มีอิทธิพลต่อความเรียบผิวพอร์ซเลน และทั้งสองปัจจัยไม่มีอิทธิพลต่อกัน

2.2 ความเรียบผิวพอร์ซเลนหลังการขัดด้วยระบบต่างกันและเวลาต่างกันไม่แตกต่างกับผิวพอร์ซเลนที่ผ่านการเคลือบทับ

ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

สามารถเลือกระบบขัดผิวพอร์ซเลนสำหรับใช้ในช่องปากที่มีอยู่ในประเทศไทยที่ทำให้ผิวเรียบกว่าหรือเท่ากับผิวพอร์ซเลนที่ผ่านการเคลือบทับ ให้เหมาะสมกับชิ้นงานพอร์ซเลนทั้งสองชนิดที่สร้างจากระบบแคดแคมข้างแก้อั้ว

รูปแบบการวิจัย

การวิจัยนี้เป็นการวิจัยเชิงทดลองในห้องปฏิบัติการ (Laboratory experimental research)

คำถามการวิจัย

ผิวพอร์ซเลนก่อนการขัดมีความเรียบเท่ากับผิวพอร์ซเลนบดหลังจากการขัดด้วยระบบขัดในช่องปากหรือไม่ และวิธีขัดใดเป็นวิธีที่ทำให้ได้ผิวพอร์ซเลนเรียบที่สุด



สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

บทที่ 2

วรรณกรรมที่เกี่ยวข้อง

พอร์ซเลนเป็นวัสดุที่นิยมใช้ในทางทันตกรรมเนื่องจากมีคุณสมบัติที่ดีหลายประการ เช่น มีสีและความโปร่งแสงคล้ายกับฟันธรรมชาติ มีความแข็งผิวสูง ทนทานต่อสภาวะในช่องปาก มีการนำความร้อนต่ำลักษณะเป็นฉนวนกันการเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิซึ่งมีอันตรายต่อโพรงประสาทฟัน และยังมีลักษณะเข้ากันได้ดีกับเนื้อเยื่อในช่องปาก เริ่มต้นนำมาใช้ตั้งแต่ปลายคริสต์ศตวรรษที่ 18 ในตอนนั้นยังเป็นลักษณะฟันพอร์ซเลนสำหรับฟันปลอมถอดได้ ในปีค.ศ. 1903 ได้มีการสร้างขึ้นครอบฟันด้วยเซรามิกทั้งซี่ (all ceramic restoration) สำเร็จเป็นซี่แรกโดย Dr.Charles Land แต่ก็ไม่สามารถใช้กันได้แพร่หลายเนื่องจากครอบฟันเซรามิกในช่วงต้นนั้นเป็นเฟลด์สปาทิกพอร์ซเลนที่มีความแข็งแรงต่ำมาก เพียง 30-40 เมกกะปาสคาล (Noort, 1994) ดังนั้นจึงมีการนำโครงโลหะมาใช้ร่วมกับเฟลด์สปาทิกพอร์ซเลน (porcelain fused to metal) เพื่อเพิ่มความแข็งแรงในงานฟันปลอมติดแน่นและเป็นที่ยอมรับมาจนถึงปัจจุบัน

ในงานพอร์ซเลนเชื่อมกับโลหะ โลหะที่ใช้จำเป็นต้องมีค่าสัมประสิทธิ์การขยายตัวเมื่อได้รับความร้อนมากกว่าพอร์ซเลนเล็กน้อยเพื่อให้เกิดความเค้นอัดตกค้างอยู่ในผิวพอร์ซเลน เพื่อป้องกันการร่อนตัวของรอยร้าวในเนื้อพอร์ซเลนได้ และช่วยให้เกิดการเชื่อมกันระหว่างวัสดุสองชนิด โดยค่าสัมประสิทธิ์การขยายตัวเมื่อได้รับความร้อนของโลหะเท่ากับ $13.5-14.5 \times 10^{-6}/^{\circ}\text{C}$ ในขณะที่พอร์ซเลนมีค่าเท่ากับ $13-14 \times 10^{-6}/^{\circ}\text{C}$ (Anusavice, 1996)

เมื่อผู้ป่วยต้องการงานบูรณะที่ให้ความสวยงามมากขึ้น ไม่ต้องการให้เห็นสีสะท้อนของโลหะภายใน จึงเป็นที่มาของการพัฒนาเซรามิกทั้งซี่หลายระบบขึ้น โดยเริ่มต้นด้วยการเพิ่มความแข็งแรงของเฟลด์สปาทิกพอร์ซเลนดั้งเดิมด้วยการใส่อลูมิเนียมออกไซด์ (aluminium oxide, Al_2O_3) ลงไป ทำให้วัสดุทนต่อการแตกร้าวได้ดียิ่งขึ้น ได้มีการเรียกพอร์ซเลนชนิดนี้ว่า อลูมินัสพอร์ซเลน (aluminous porcelain) (McLean และ Huges, 1965)

อลูมินัสพอร์ซเลนเป็นพอร์ซเลนที่มีวัสดุอัดแทรกเป็นอลูมินา ถ้าปริมาณของอลูมินาต่อเนื้อพอร์ซเลนเท่ากับร้อยละ 50 โดยน้ำหนัก มีผลให้พอร์ซเลนมีความแข็งแรงมากกว่าเป็น

เท่าตัว เนื่องจากผลึกอลูมินาสามารถต้านทานต่อการแตกหักของเนื้อพอร์ซเลนได้โดยยับยั้งการเกิดการขยายตัวของรอยแตก (crack propagation) เมื่อมีการขยายตัวของรอยแตกมาชนกับผลึกอลูมินาทิศทางการขยายก็จะถูกเบี่ยงเบนไประนาบอื่น ๆ มีผลให้พลังงานถูกลดระดับลง ทำให้วัสดุสามารถทนต่อการแตกร้าวได้ดียิ่งขึ้น โดยหลักการนี้เรียกว่า “dispersion strengthening” นอกจากนี้ผลึกอลูมินาแล้วยังมีผลึกชนิดอื่นๆ เช่นลูไซต์(leucite, $K_2O \cdot Al_2O_3 \cdot 4SiO_2$) ลิเทียมไดซิลิเกต(Lithia disilicate, $Li_2O \cdot 2SiO_2$) แมกนีเซียมอลูมินา-สปิเนล (magnesia-alumina spinel, $MgO \cdot Al_2O_3$) หรือเซอร์โคเนีย(Zirconia, ZrO_2) โดยความแข็งแรงของพอร์ซเลนจะขึ้นกับชนิด ขนาด ปริมาณของผลึกในเนื้อพอร์ซเลน รวมไปถึงค่าสัมประสิทธิ์การขยายตัวเมื่อได้รับความร้อนของผลึกกับวัสดุภาควรรอบๆผลึกเหล่านี้ ตัวอย่างเช่น โซดาไลม์ซิลิกา (soda-lime-silica glass) มีค่าความต้านทานต่อการแตกหัก (fracture toughness) 0.75 เมกกะปาสคาลต่อตารางเมตร เมื่อเติมผลึกลูไซต์เข้าไปร้อยละ 34 โดยปริมาตร (IPS Empress) ทำให้มีค่าความต้านทานต่อการแตกหักเป็น 1.3 เมกกะปาสคาลต่อตารางเมตร ถ้าเปลี่ยนเป็นผลึกลิเทียมไดซิลิเกตร้อยละ 70 โดยปริมาตรค่าความต้านทานต่อการแตกหักเพิ่มเป็น 3.3 เมกกะปาสคาลต่อตารางเมตร (Anusavice, 2003)

การเติมผลึกชนิดต่างๆในเนื้อพอร์ซเลนแม้จะให้ความแข็งแรงที่มากขึ้นแต่มีข้อเสียคือทำให้การกระจายของแสงเปลี่ยนแปลงไป เมื่อเพิ่มปริมาณผลึกมากขึ้นจะลดค่าความโปร่งแสงของเนื้อพอร์ซเลนลง ถึงแม้วัสดุจะแข็งแรงแต่ก็มีลักษณะที่บดบังมาก จึงนิยมใช้วัสดุเหล่านี้เป็นส่วนแกนของครอบฟันหรือสะพานฟัน และใช้เฟลด์สปาทิกพอร์ซเลนพอกทับเพื่อความสวยงาม การขึ้นรูปของอลูมินัสพอร์ซเลนในช่วงต้นจำเป็นต้องใช้ความชำนาญของช่างทันตกรรมอย่างมากเนื่องจากการหดตัวหลังการเผาของอลูมินัสพอร์ซเลนเกิดขึ้นค่อนข้างมากประมาณร้อยละ 15-20 และยังคงเผาในอุณหภูมิที่สูงรวมไปถึงจำเป็นต้องใช้แผ่นทองคำขาวหนา 20-25 ไมครอน ทำให้ค่าใช้จ่ายในการขึ้นรูปค่อนข้างสูง จึงได้มีการพัฒนาปรับปรุงทั้งส่วนประกอบและเทคนิคการขึ้นรูปให้ง่ายขึ้นเพื่อให้ได้ชิ้นฟันปลอมที่มีความถูกต้องแม่นยำมากที่สุด การนำระบบคอมพิวเตอร์มาช่วยในการออกแบบและผลิตชิ้นงานพอร์ซเลนหรือเซรามิกชนิดต่างๆสามารถลดเวลาในการผลิต เพิ่มความถูกต้องแม่นยำ ลดโอกาสการติดเชื้อระหว่างบุคคลจากการผลิตที่มากขึ้นตอนในห้องปฏิบัติการ (Liu, 2005)

การนำระบบแคดแคมเข้ามาใช้ในทางทันตกรรมเริ่มต้นตั้งแต่ปีค.ศ. 1977 โดย Young และ Altschuler ได้ร่วมกันผลิตกล้องถ่ายภาพในช่องปาก และหลังจากนั้น Duret ได้ผลิต

ระบบแคดแคมชื่อโซฟาไบโอคอนเซป (Sopha Bioconcept, Sopha Bioconcept Inc.) เป็นระบบแรกแต่ไม่เป็นที่แพร่หลายเนื่องจากความซับซ้อนของระบบและราคาที่สูงมาก จนในปีค.ศ. 1985 Mormann และ Brandestini ได้พัฒนาระบบซีเรคซึ่งเป็นที่ยอมรับและมีการใช้อย่างแพร่หลายมากขึ้น หลังจากนั้นมีการพัฒนาระบบแคดแคมอื่นๆมา ร่วมกับการสร้างชิ้นงานทางทันตกรรมหลายระบบ โดยเฉพาะสองทศวรรษที่ผ่านมา

ระบบแคดแคมประกอบด้วยส่วนแคด (CAD Computer Aided Design) คือส่วนที่ใช้ในการออกแบบชิ้นงานบูรณะ และส่วนแคม (CAM Computer Aided Manufacturing) คือส่วนที่ใช้สำหรับสร้างชิ้นงานบูรณะโดยเป็นการกึ่งจากการแปรผลของส่วนแคด โดยขั้นตอนการผลิตเริ่มต้นจากการเก็บข้อมูลของฟันหลักหรือแบบจำลองฟันหลัก ซึ่งการเก็บข้อมูลของระบบแคดแคมในปัจจุบันมี 3 ลักษณะ ประกอบไปด้วย 1. การถ่ายภาพด้วยกล้อง (optical camera) 2. การส่องกราดด้วยแสงเลเซอร์ (laser scanning) 3. การใช้เครื่องมือตรวจสัมผัส (contact digitization) หลังจากได้ข้อมูลแล้วคอมพิวเตอร์แปรผลเพื่อเข้าสู่โปรแกรมการออกแบบชิ้นงานบูรณะ เมื่อการออกแบบเสร็จสิ้นข้อมูลจะถูกส่งไปส่วนการผลิต ซึ่งแต่ละระบบแคดแคมมีความแตกต่างกัน มีทั้งการผลิตขนาดใหญ่เป็นระดับอุตสาหกรรม การผลิตขนาดเล็กในคลินิกทันตกรรม วัสดุที่ใช้มีความแตกต่างกันโดยจะกล่าวถึงระบบแคดแคมที่ใช้อยู่ในปัจจุบันดังนี้ ระบบซีเรคและซีเรคอินแลบ (Cerec and Cerec inLab, Sirona Dental Systems) ระบบดีซีเอสเพรสซิเดน (DCS President, Popp Dental Laboratory) ระบบโปรเซรา (Procera, Nobel Biocare) ระบบลาวา (LAVA, 3M ESPE) ระบบเอเวอร์เรสต์ (Everest, Kavo Dental) และระบบเซอร์คอน (Cercon Smart Ceramics, Dentsply Ceramco)

ระบบซีเรคเป็นระบบที่เริ่มต้นจากการสร้างชิ้นงานได้โดยตรงจากในช่องปาก กล่าวโดยไม่มีกรพิมพ์ปากเพื่อทำแบบจำลองฟันเพื่อความสะดวกในการสร้างชิ้นงานให้เสร็จในคลินิกทันตกรรม ในระยะต้นเครื่องรุ่นที่ 1 และเครื่องรุ่นที่ 2 การออกแบบยังใช้โปรแกรมเป็นระบบสองมิติ การเก็บข้อมูลสามารถเก็บได้เฉพาะตำแหน่งฟันหลักและฟันข้างเคียงเท่านั้นไม่สามารถเก็บข้อมูลฟันหลักหลายซี่ติดกันได้ แต่ในปัจจุบันเครื่องรุ่นที่ 3 โปรแกรมการออกแบบเป็นลักษณะสามมิติ และการเก็บข้อมูลสามารถถ่ายภาพฟันหลักหลายซี่ติดต่อกันและประมวลผลออกมาเป็นภาพส่วนโค้งแบบจำลองฟัน (quadrant virtual model) ในส่วนของส่วนกึ่งมีการพัฒนาจากการกึ่งด้วยจานกึ่งสองจานในเครื่องรุ่นที่ 1 มาเป็นจานกึ่งร่วมกับเข็มกรอในเครื่องรุ่นที่ 2 แต่ยังไม่

สามารถผลิตวัสดุบูรณะใกล้เคียงกับฟันหลักได้ ปัจจุบันเครื่องรุ่นที่ 3 จึงพัฒนาเป็นเข็มกรอสองตัว และในส่วนของลิ้งของเครื่องรุ่นที่ 3 นี้ประกอบไปด้วยเครื่องส่งกราดด้วยเลเซอร์ เพื่อใช้ในการเก็บข้อมูลของแบบจำลองฟัน สำหรับการสร้างชิ้นงานในห้องปฏิบัติการด้วย

ระบบดีซีเอสเพรสซิเดนเป็นระบบที่ใช้ผลิตชิ้นงานบูรณะได้หลายวัสดุ ประกอบด้วยพอร์ซเลน กลาสเซรามิก อินซีแรม เซอร์โคเนีย คอมโพสิตเรซินที่เสริมแรงด้วยเส้นใย และโลหะชนิดต่างๆโดยเฉพาะไททานเนียม ซึ่งระบบนี้เป็นหนึ่งในไม่กี่ระบบที่สามารถกลึงชิ้นงานไททานเนียม และเซอร์โคเนียที่ผ่านการชินเทอร์ริงแล้ว การเก็บข้อมูลสามารถทำได้โดยการส่งกราดด้วยเลเซอร์ หลังจากนั้นออกแบบชิ้นงานด้วยโปรแกรมดีซีเอสเดนทฟอร์ม (DCS Dentform) สำหรับงานสะพานฟันโปรแกรมมีการตั้งขนาดและรูปร่างของฟันแขนอย่างอัตโนมัติ ซึ่งเป็นข้อจำกัดของการออกแบบ แต่ระบบนี้สามารถสร้างชิ้นงานติดต่อกันได้ถึง 30 ชิ้นในหนึ่งครั้งของการกลึง

ระบบโปรเซราถูกนำมาใช้ในปีค.ศ. 1994 เป็นระบบที่มีฐานการผลิตขนาดใหญ่ โดยส่วนของการเก็บข้อมูลทำในห้องปฏิบัติการทันตกรรมโดยการใช้เครื่องมือตรวจสอบสัมผัสและบนแม่แบบที่หมุนบนแป้น แล้วแปรผลเป็นภาพแม่พิมพ์สามมิติ หลังจากนั้นข้อมูลที่ได้ถูกส่งไปยังฐานการผลิตของบริษัททางโมเดม การสร้างชิ้นงานเริ่มต้นจากการสร้างแบบจำลองทนไฟขึ้นจากข้อมูลดิจิทัลที่ถูกส่งมาโดยแบบจำลองทนไฟที่สร้างมีขนาดใหญ่กว่าขนาดจริงเพื่อเป็นการทดแทนการหดตัวของวัสดุหลังการชินเทอร์ริง หลังจากได้แบบจำลองทนไฟแล้วถึงมีการสร้างชิ้นแกนฟันโดยการอัดผงอลูมินาบนแบบจำลองนี้และถูกกลึงให้มีความหนาที่เหมาะสมแล้วจึงเข้าเตาเผาเพื่อทำการชินเทอร์ริง วัสดุที่ใช้ในการสร้างแกนฟันของระบบนี้เป็น อลูมินา หรือ เซอร์โคเนีย เมื่อเสร็จจากการผลิตแล้วโครงชิ้นงานถูกส่งกลับไปยังห้องปฏิบัติการทันตกรรมเพื่อทำการพอกวีเนียร์ริงพอร์ซเลนต่อไป

ระบบแคดแคมที่เข้าสู่ท้องตลาดในปีค.ศ. 2002 มีอยู่สองระบบคือ ระบบลาวา และระบบเอเวอร์เรสต์ ซึ่งทั้งสองระบบใช้การเก็บข้อมูลโดยการถ่ายภาพด้วยกล้อง แล้วจึงออกแบบในส่วนของแคด ระบบเอเวอร์เรสต์มีข้อดีในส่วนของกรกลึงคือ หัวกลึงสามารถ

เคลือบไหวได้ 5 แกนสามารถสร้างชิ้นงานให้มีรายละเอียดรูปร่างถูกต้องแม่นยำ และยังสามารถกลึงชิ้นงานไททาเนียม และเซอร์โคเนียที่ผ่านการซินเทอร์ริงได้อีกด้วย

ระบบแคดแคมอีกระบบคือระบบเซอร์คอน ซึ่งมักถูกจัดให้เป็นระบบแคมเพียงอย่างเดียวเนื่องจากระบบนี้ต้องการสร้างโครงสร้างโดยขึ้นมาก่อนแล้วถึงนำไปเป็นต้นแบบในการสร้างชิ้นงานเซรามิก ดังนั้นระบบนี้จึงไม่มีส่วนแคด มีแต่ส่วนเก็บข้อมูลเป็นการส่งกราฟด้วยเลเซอร์ และส่งข้อมูลไปยังส่วนกลึงที่อยู่ติดกันเพื่อกลึงโครงสร้างเซรามิก แล้วถึงทำการซินเทอร์ริงในเตาเผาเพื่อได้โครงสร้างที่พร้อมสำหรับการพอกทับด้วยเฟลด์สปาทิกพอร์ซเลนอีกชั้น

ในปีค.ศ. 2000 มีการศึกษาเปรียบเทียบความน่าเชื่อถือของเซรามิกที่สร้างจากห้องปฏิบัติการเปรียบเทียบกับเซรามิกที่ผลิตจากโรงงานเป็นเซรามิกบล็อก โดยนำเซรามิกสร้างจากห้องปฏิบัติการมา 6 ชนิดและเซรามิกบล็อก 2 ชนิดมาทำเป็นรูปแท่งและทดสอบความเค้นจากการแตกหักโดย “4-point bending test” พบว่าเซรามิกที่ผลิตจากโรงงานมีค่าความเค้นจากการแตกหักแตกต่างกันน้อยที่สุด แต่ความแข็งแรงของวัสดุขึ้นกับชนิดของวัสดุเอง (Tinschert และคณะ, 2000)

อัตราการสึกเซรามิก และอัตราการทำให้ฟันคู่สบสึกเป็นอีกข้อมูลที่เราต้องคำนึงถึง มีการศึกษาอัตราการสึกของเคลือบฟันที่สับกับเซรามิก 3 ชนิด คือ วิต้าเดอร์อัลฟา (vitadur alpha) ดูซีแรมแอลเอฟซี (Duceram-LFC) และวิต้ามาร์คทูบล็อก โดยทดสอบระบบ “3-body wear test” พบว่าทั้งวิต้าเดอร์อัลฟาและดูซีแรมแอลเอฟซี ซึ่งเป็นเซรามิกชนิดสร้างขึ้นในห้องปฏิบัติการไม่ทำให้คู่สบสึกแตกต่างกัน แต่มีความแตกต่างกับวิต้ามาร์คทูบล็อกอย่างมีนัยสำคัญโดยทั้งสองชนิดทำให้เคลือบฟันคู่สบสึกมากกว่าวิต้ามาร์คทูบล็อก ส่วนการสึกของผิวเซรามิกเองวิต้ามาร์คทูมีอัตราการสึกน้อยกว่า เซรามิกอีก 2 ชนิด (al-Hiyasat และคณะ, 1999)

การเลือกใช้ระบบแคดแคมที่มีหลากหลายต้องดูหลายปัจจัยขึ้นกับชนิดของงานที่ทำ ตำแหน่งของฟันหลัก วัสดุที่เหมาะสมกับงานนั้นๆ เวลาในการผลิต ค่าใช้จ่ายในการผลิต ในสถานการณ์ปัจจุบันมีความต้องการความรวดเร็วในการรักษา ประกอบกับความต้องการด้าน

ความสวยงามมากขึ้น ระบบซีเรคจึงเป็นระบบที่ถูกนำมาใช้งานในคลินิกทันตกรรมมากขึ้น เนื่องจากเป็นระบบเดียวที่สามารถสร้างชิ้นงานได้จากในช่องปากโดยตรง

เซรามิกบล็อก (ceramic block) ที่ใช้ในระบบซีเรคนั้นมีอยู่หลายชนิด สำหรับงานอินเลย์ ออนเลย์ วีเนียร์ ครอบฟันในปัจจุบันนิยมใช้ชนิดที่เป็นเฟลด์สปาทิกพอร์ซเลนเรียกว่า วิต้ามาร์คทูบล็อก (Vita Mark II Blocs for Cerec, Vita Zahnfabrik, Germany) และพอร์ซเลนที่เพิ่มความแข็งแรงด้วยลูไซต์เรียกว่า โปรแคดบล็อก (ProCAD Blocks, Ivoclar Vivadent AG, Liechtenstein) ส่วนเซรามิกบล็อกชนิดอื่นใช้สำหรับการสร้างโครงของครอบฟันและสะพานฟัน เช่น อลูมิเนียมออกไซด์ เซรามิกบล็อก (Vita In-Ceram Alumina Blanks, Vita Zahnfabrik, Germany) สปิเนล เซรามิกบล็อก (Vita In-Ceram Spinell Blanks, Vita Zahnfabrik, Germany) เซอร์โคเนียออกไซด์ เซรามิกบล็อก (Vita In-Ceram Zirconia Blanks, Vita Zahnfabrik, Germany) และอิทเทรียเซอร์โคเนียออกไซด์ เซรามิกบล็อก (Vita In-Ceram YZ Cubes, Vita Zahnfabrik, Germany) ซึ่งเซรามิกบล็อกเหล่านี้จำเป็นต้องสร้างขึ้นในห้องปฏิบัติการ และต้องมีการพอกเฟลด์สปาทิกพอร์ซเลนทับโครงชิ้นงาน ดังนั้นการสร้างชิ้นงานเซรามิกโดยตรงจากในช่องปากจึงใช้เฉพาะวิต้ามาร์คทูบล็อกและโปรแคดบล็อก ส่วนประกอบของพอร์ซเลนทั้งสองชนิดดังตารางที่ 1 และคุณสมบัติดังแสดงไว้ในตารางที่ 2

ตารางที่ 1 แสดงส่วนประกอบของวิต้ามาร์คทูบล็อกและโปรแคดบล็อก

Oxide	Vita Mark II (wt%) ^a	ProCAD (wt%) ^b
SiO ₂	60.0-64.0	59.0-63.0
Al ₂ O ₃	20.0-23.0	16.0-21.0
Na ₂ O	7.0-9.0	3.5-6.5
K ₂ O	6.0-8.0	10.0-14.0
CaO	0.3-0.6	0.5-2.5
TiO ₂	0.0-0.01	0.0-0.5
B ₂ O ₃		0.0-1.0
BaO		0.0-1.5
CeO ₂		0.0-1.0
Pigments		0.2-1.0

^a ข้อมูลจาก Vita Zahnfabrik

^b ข้อมูลจาก Ivoclar Vivadent AG

ตารางที่ 2 แสดงคุณสมบัติของวีต้ามาร์คทูบล็อคและโปรแคดบล็อค

Ceramic	Fracture load	3-point flexural strength
Vita Mark II	1800 N	120 N/mm ²
ProCAD	2200 N	140 N/mm ² (non-glazed) 180-220 N/mm ² (glazed)

ข้อมูลจาก Ivoclar Vivadent AG

แม้ว่าระบบแคดแคมสามารถแทนที่การขึ้นรูปเซรามิกในห้องปฏิบัติการได้อย่างมีประสิทธิภาพ ลดระยะเวลาในการทำงาน แต่ขั้นตอนในการกลึงส่งผลให้ผิวเซรามิกเกิดรอยแยกตามผิว มีผลให้ความแข็งแรงของเซรามิกลดลง (Rekow และคณะ, 1991) ทางบริษัทผู้ผลิตแนะนำให้ทำการเคลือบผิวหรือเคลือบทับเซรามิกก่อนนำไปใช้งาน แต่ในทางปฏิบัติขึ้นงานบูรณะที่ได้จากเฟลด์สปาทิกพอร์ซเลนหรือพอร์ซเลนที่เสริมความแข็งแรงด้วยลูไซต์จำเป็นต้องยึดกับฟันหลักด้วยเรซินซีเมนต์ก่อนจึงทำการตรวจสอบและแก้ไขจุดสปนได้ (Rosentiel และคณะ, 1993)

มีการศึกษาเปรียบเทียบค่าความต้านทานต่อการแตกหักของพอร์ซเลน 3 ชนิดคือ ลิเทียไดซิติลิกเกตพอร์ซเลน พอร์ซเลนที่เพิ่มความแข็งแรงด้วยลูไซต์ และเฟลด์สปาทิกพอร์ซเลน ที่ผ่านการยึดด้วยซีเมนต์สองชนิดกับแม่แบบเรซินคอมโพสิต ซีเมนต์ชนิดแรกคือ ซิงค์ฟอสเฟตซีเมนต์ (zinc-phosphate cement) ชนิดที่สองคือ เรซินซีเมนต์ พบว่าค่าความต้านทานต่อการแตกหักของพอร์ซเลนทั้ง 3 กลุ่มที่ยึดด้วยซิงค์ฟอสเฟตซีเมนต์ต่ำกว่าพอร์ซเลนที่ยึดด้วยเรซินซีเมนต์อย่างมีนัยสำคัญ (Bindl และคณะ, 2006) สอดคล้องกับการศึกษาเกี่ยวกับค่าความต้านทานต่อการแตกหักของแคดแคมเซรามิกและคอมโพสิตเรซิน ที่ยึดด้วยซีเมนต์ 3 ชนิดคือ เรซินซีเมนต์ กลาสไอโอโนเมอร์ซีเมนต์ และซิงค์ฟอสเฟตซีเมนต์ หลังนำเข้าเครื่องจำลองการใช้งานในช่องปาก พบว่าชนิดของซีเมนต์มีผลต่อค่าความต้านทานต่อการแตกหัก โดยเรซินซีเมนต์และกลาสไอโอโนเมอร์มีผลให้เซรามิกมีความต้านทานต่อการแตกหักเพิ่มขึ้นเมื่อเทียบกับซิงค์ฟอสเฟตซีเมนต์ (Attia และคณะ, 2006) จากทั้งสองการศึกษารูปได้ว่าแคดแคมเซรามิกชนิดที่สร้างเสร็จในคลินิกทันตกรรมจำเป็นต้องยึดในช่องปากก่อนทำการขัดแต่งเพื่อเพิ่มความแข็งแรงให้แก่ขึ้นงานบูรณะ

มีการศึกษาถึงค่ากำลังดัดขวางของเฟลด์สปาทิกที่เสริมความแข็งแรงด้วยลูไซต์ (Optec HSP, Jeneric/Penton Inc.) ขนาดกว้าง 5 มิลลิเมตร ยาว 20 มิลลิเมตร หนา 1 มิลลิเมตร จำนวน 60 ชิ้น แบ่งเป็น 3 กลุ่ม กลุ่มแรกนำไปกรอด้วยหัวกรอกปากเพชรขนาด 45 ไมโครเมตร กลุ่มที่สองนำไปเคลือบทับ และกลุ่มที่สามขัดแต่งด้วยครีมหักเพชรขนาด 45 ไมโครเมตร หลังจากนั้น

ชิ้นงานครึ่งหนึ่งถูกนำไปเก็บและทดสอบกำลังดัดขวางในสภาวะที่แห้ง ส่วนที่เหลือนำไปเก็บและทดสอบในสภาวะที่เปียก พบว่าสภาวะแห้งหรือเปียกไม่มีผลต่อค่ากำลังดัดขวาง แต่ความเรียบของพื้นผิวมีผลต่อความแข็งแรงของชิ้นงาน โดยกลุ่มเคลือบทับมีค่ากำลังดัดขวางมากที่สุด และกลุ่มที่ผ่านการกรอแต่งมีค่าต่ำสุด ส่วนกลุ่มที่ผ่านการขัดแต่งหลังการเคลือบทับมีค่ากำลังดัดขวางลดลง เนื่องจากการเคลือบทับทำให้บริเวณพื้นผิวเกิดความเค้น จากการหดตัวของพอร์ซเลนที่อยู่ข้างใต้มากกว่าผิวเคลือบเล็กน้อยขณะเย็นตัวลง ส่งผลให้เกิดความเค้นตกค้างที่ผิวเคลือบทับยับยั้งการเจริญของรอยร้าวที่เป็นสาเหตุให้ชิ้นงานแตกหักเสียหาย (Williamson และคณะ, 1996)

การศึกษาของ Giordano และคณะในปี 1995 ได้เปรียบเทียบผลการเตรียมผิวเฟลด์สปาทิกพอร์ซเลน และอลูมินัสพอร์ซเลนต่อค่ากำลังดัดขวาง โดยเตรียมผิวพอร์ซเลนทั้งสองชนิดที่มีขนาดกว้าง 3 มิลลิเมตร ยาว 30 มิลลิเมตร หนา 3 มิลลิเมตร ด้วยลักษณะต่างๆ ได้แก่ กลุ่มแรก ไม่ได้รับการเตรียมผิวใดๆหลังเผา กลุ่มที่สอง ได้รับการเคลือบผิว กลุ่มที่สาม ได้รับการเคลือบทับ กลุ่มที่สี่ได้รับการกรอแต่งด้วยหัวกรออากาศเพชรรูวงล้อ (Buehler Ltd., Lake Bluff) ขนาด 30 ไมโครเมตร กลุ่มที่ห้า ได้รับการขัดแต่งด้วยครีมหากเพชรขนาด 15, 9, 6 และ 3 ไมโครเมตร ตามลำดับ กลุ่มที่หก กรอแต่งเหมือนกลุ่มที่สี่ แล้วทำการอบผานเนื้อ (annealing) แล้วนำไปทดสอบกำลังดัดขวาง พบว่าพอร์ซเลนทั้งสองชนิดที่ผ่านการขัดแต่งด้วยครีมหากเพชรตามลำดับจากหยาบไปละเอียด สามารถเพิ่มค่ากำลังดัดขวางได้ ส่วนการเคลือบทับสามารถเพิ่มกำลังดัดขวางได้แต่ต่ำกว่าค่าที่ได้จากการขัดแต่ง และพบว่าการเคลือบผิวไม่สามารถเพิ่มกำลังดัดขวางของพอร์ซเลนได้ ในการศึกษาแนะนำให้ใช้ครีมหากเพชรในการขัด โดยขัดเป็นลำดับความหยาบ 15, 9, 6 และ 3 ไมโครเมตร ตามลำดับ ลำดับละ 20 วินาที ซึ่งให้ผลดีแต่ครีมหากเพชรนี้มีราคาสูงและเสียเวลาในการขัดมาก และไม่มีขายในประเทศไทย

การศึกษาของ Fairhurst และคณะในปี 1992 ได้ทดสอบกำลังดัดขวางของเฟลด์สปาทิกพอร์ซเลนโดยแบ่งเป็น 4 กลุ่มดังนี้ กลุ่มที่หนึ่ง นำไปเคลือบผิวแล้วขัดด้วยครีมหากเพชร (ECOMET III, Buchler Ltd.) กลุ่มที่สอง ขัดด้วยครีมหากเพชรขนาด 1 ไมโครเมตร จากนั้นนำไปเคลือบผิว กลุ่มที่สาม ขัดด้วยครีมหากเพชรขนาด 1 ไมโครเมตร จากนั้นนำไปเคลือบผิวและค้างไว้ที่อุณหภูมิเคลือบผิว 1 นาที กลุ่มที่สี่ ขัดด้วยครีมหากเพชรขนาด 1 ไมโครเมตร ไม่ต้องเคลือบผิว พบว่ากลุ่มที่สี่ซึ่งผ่านการเผาตอนขึ้นรูปแค่ครั้งเดียวมีความแข็งแรงสูงกว่ากลุ่มอื่นๆที่เผาสองครั้งถึงร้อยละ 8 ผลการศึกษาแสดงให้เห็นว่าการแตกของชิ้นพอร์ซเลนที่ได้รับการขัดแต่งถูกควบคุมโดยการกระจายของรอยตำหนิที่เกิดขึ้นภายใน ซึ่งการกระจายของรอยตำหนิขึ้นกับตำแหน่งและธรรมชาติของอนุภาคโลหะที่มีเมตริกซ์แก้วล้อมรอบ เมตริกซ์แก้วมีค่าสัมประสิทธิ์การ

ขยายตัวเมื่อมีการเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิต่ำ ความแตกต่างของค่าสัมประสิทธิ์นี้ทำให้เกิดรอยร้าว เล็กๆได้ในขณะที่เมตริกซ์แก้วเย็นตัวลง เมื่อดูด้วยกล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอนชนิดส่องกราด ใน กลุ่มที่มีการเคลือบผิวพบรอยตำหนิขนาดใหญ่ ซึ่งไม่สามารถอธิบายได้ว่าเกิดจากสาเหตุใด แต่ รอยตำหนิขนาดใหญ่นี้ส่งผลให้ความแข็งแรงของพอร์ซเลนที่เคลือบผิวลดลง และเมื่อเปรียบเทียบ ในกลุ่มที่ได้รับการเคลือบผิวด้วยกัน กลุ่มที่สาม ที่มีการค้างอุณหภูมิไว้ที่อุณหภูมิเคลือบผิว 1 นาที มีค่ากำลังดัดขวางสูงกว่ากลุ่มเคลือบผิวอื่นๆ อธิบายได้ว่าเวลา 1 นาทีที่ค้างไว้สามารถทำให้รอย ตำหนิที่มีขนาดใหญ่เหล่านั้นถูกปิด เนื่องจากมีการหลอมตัวของอนุภาคเข้ามาชนกัน

จากการศึกษาที่กล่าวมาขึ้นไปในทางเดียวกันว่าผิวพอร์ซเลนที่เรียบทำให้ความ แข็งแรงของชิ้นงานพอร์ซเลนมีความแข็งแรงมากขึ้น สอดคล้องกับการศึกษาของ De Jager และ คณะในปี 2000 ที่พบว่าความเรียบผิวมีความสัมพันธ์กับกำลังดัดขวางของพอร์ซเลน

มีหลายการศึกษาที่เปรียบเทียบความเรียบผิวพอร์ซเลนจากการขัดกับผิวที่ผ่าน การเคลือบผิว และพบว่าไม่มีความแตกต่างกัน ดังการศึกษาของ Sulik และ Plekavich ในปี 1981 พบว่าการขัดพอร์ซเลนด้วยวงล้ออย่างตามด้วยพัมมิสแบบเปียก (wet pumice) และ ดินออกไซด์ แบบเปียก (wet tin oxide) ให้ความเรียบผิวไม่ต่างกับการเคลือบผิว ส่วนการศึกษาของ Haywood และคณะในปี 1988 แนะนำให้ใช้หัวขัดกากเพชร ตามด้วยหัวขัดคาร์ไบด์ชนิด 30 ลอน (30 fluted carbide bur) และครีมขัดกากเพชร ทำให้ผิวพอร์ซเลนไม่แตกต่างกับการเคลือบผิว

แต่มีการศึกษาที่สนับสนุนการเคลือบผิวมากกว่าการขัด Zalkind และคณะ, 1986 ได้ศึกษาเปรียบเทียบการเคลือบผิวและการกรอแต่งรวม 7 วิธีดังนี้ กลุ่มที่ 1 กรอด้วยหัวกรอ กากเพชรใหม่ กลุ่มที่ 2 กรอด้วยหัวกรอกากเพชรที่ใช้แล้ว กลุ่มที่ 3 กรอด้วยหัวกรอคาร์ไบด์ กลุ่มที่ 4 กรอด้วยหินสีขาวของโซฟู กลุ่มที่ 5 กรอด้วยหัวกรอกระดาศทราย (E.C. Moore Co., Dearborn, MI, USA) กลุ่มที่ 6 ทำการเป่าทรายด้วยผงอลูมินัมออกไซด์หลังจากกรอด้วยหัวกรอ กากเพชรใหม่ และกลุ่มที่ 7 กลุ่มควบคุมที่ไม่ได้รับการกรอแต่งแต่ได้รับการเคลือบผิว แล้วนำกลุ่ม ทดลองทั้งหมดไปส่องกล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอนชนิดส่องกราด แล้วนำไปเคลือบผิวอีกครั้งในทุก กลุ่มและถ่ายภาพอีกครั้งเพื่อนำมาเปรียบเทียบกัน พบว่าผิวพอร์ซเลนที่ถูกกรอแต่งมีลักษณะขรุขระ การเคลือบผิวสามารถลดความขรุขระลง เนื่องจากเมื่อได้รับการเคลือบผิว อนุภาคของพอร์ซเลน บางส่วนถูกหลอมเชื่อมกันทำให้ลดความขรุขระลงได้

Ahmad และคณะ, 2005 ได้ศึกษาเปรียบเทียบผลของการขัดต่อความแข็งแรงของชิ้นงานเซรามิก โดยดูชนิดระบบขัด ความเร็วของการขัด แรงกดที่ใช้ในการขัด การเคลือบผิวหลังขัด การเคลือบผิวและการเคลือบทับ พบว่าการขัดด้วยแรงกดและความหยาบของหัวขัดที่ต่างกันไม่มีผลต่อความแข็งแรงของชิ้นงานเซรามิก แต่ความเร็วของหัวขัดที่มากเกินไปเกินกว่าความเร็วที่บริษัทผู้ผลิตแนะนำทำให้ความแข็งแรงของเซรามิกลดลง และการเคลือบผิวรวมไปถึงการเคลือบทับไม่มีผลเพิ่มความแข็งแรงของชิ้นงานเซรามิก

Heintze และคณะ, 2006 ศึกษาเปรียบเทียบความเรียบและความเงาของวัสดุบูรณะหลายชนิด ประกอบไปด้วยไฮบริดเรซินคอมโพสิต ไมโครฟิลเรซินคอมโพสิต คอมโพเมอร์ และอมัลกัม จากการขัดด้วยหัวขัดยางแอลโทรโพลที่แรงกดและเวลาต่างกัน พบว่าความเรียบและความเงาของวัสดุบูรณะขึ้นกับระยะเวลาในการขัดโดยมีการเปลี่ยนแปลงมากที่สุดภายใน 5 วินาทีแรก ยกเว้นในกลุ่มของ อมัลกัมที่หัวขัดตัวละเอียดที่สุดคือแอลโทรโพลเอชพี (Astropol HP) ไม่ทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลง และพบว่าแรงในการขัดที่มากเกินไปเกินกว่าบริษัทแนะนำทำให้ผิวคอมโพสิตขรุขระมากขึ้น

การขัดแต่งชิ้นงานที่ทำจากเซรามิกบลิ๊กระบบซีเรคในช่องปากนั้นจำเป็นต้องใช้ชุดขัดแต่งสำหรับในช่องปากที่ออกแบบให้ใช้งานได้เหมาะสมตามรูปร่างและตำแหน่งของวัสดุบูรณะ มีการศึกษาเปรียบเทียบความขรุขระของพื้นผิววีต้ามาร์ควันเซรามิกบลิ๊ค (Vita Mark I blocs for Cerec, Vita Zahnfabrik, Germany) จากการขัดด้วยผงพัมมิส หัวขัดยางซิลิโคน (Shofu Porcelain Laminate Polishing Kit, Shofu Inc., Kyoto, Japan) และ ชุดขัดกระดาษทรายรูปแผ่นกลม (SofLex, 3M Dental Products Division, St. Paul, Minn., USA) ในเวลาต่างๆ คือ 120, 60 และ 30 วินาที และหัวผ้าสักหลาดฝังครีมหากเพชรอยู่ภายใน (Identoflex Diam-superfinish felt polishing wheel, Identoflex, Buchs SG, Switzerland) พบว่าผิวพอร์ซเลนที่ขัดด้วยชุดขัดกระดาษทรายรูปแผ่นกลมหรือหัวขัดยางซิลิโคน จะให้ผิวเรียบที่สุดเมื่อใช้เวลา 60 วินาที ส่วนการขัดด้วยครีมหากเพชรขั้นสุดท้ายหลังจากการใช้ชุดขัดกระดาษทรายรูปแผ่นกลมไม่ช่วยปรับปรุงความเรียบของพื้นผิว แต่ในกลุ่มของหัวขัดยางซิลิโคนพบว่าให้ผลหลากหลาย โดยหลังจากใช้ครีมหากเพชรขัดพอร์ซเลนหลังจากใช้ชุดขัดยางซิลิโคนจะลดความขรุขระพื้นผิวได้จาก 30 วินาที และ 60 วินาที ($p < 0.01$) แต่ไม่พบความแตกต่างในทางสถิติในการขัดที่ 120 วินาที (Hulterstrom และ Bergman, 1993)

จากการศึกษาที่กล่าวมาข้างต้นแสดงให้เห็นว่าเวลาที่ใช้ในการขัดมีผลต่อความเรียบของพื้นผิวพอร์ซเลน ส่วนอีกการศึกษาหนึ่งมีการเปรียบเทียบความเรียบของผิวพอร์ซเลน 2 ชนิดคือ เฟลด์สปาทิกพอร์ซเลน (Ceramco II ceramic, Ceramco Inc., Burlington, NJ, USA) และไดคอร์เอ็มจีซี (Dicor MGC ceramic, L.D. Caulk Division, Densply International Inc., Milford, DE, USA) (Scurria และ Powers, 1994) ซึ่งใช้สำหรับระบบแคดแคมเช่นกัน โดยนำมาขัดด้วยหัวกรอกากเพชรชนิดหยาบ 60 ไมโครเมตร ตามด้วยหัวกรอกากเพชรละเอียด 45, 25, 10 ไมโครเมตรตามลำดับ และผลการขัดแตกต่างกันไปดังนี้ คือใช้เจลกากเพชรขัดพอร์ซเลน (Two-striper MPS, Premier Dental Products Co., Norristown, PA, USA) ใช้หัวขัดซิลิกอนคาร์ไบด์ ขนาด 48 และ 28 กริต และครีมนลูมิเนียมออกไซด์ขนาด 1 และ 0.3 ไมโครเมตร (Enchance finishing/polishing system, L.D. Caulk Division, Densply International Inc., Milford, DE, USA) แล้วนำมาประเมินค่าความขรุขระของพื้นผิว และดูด้วยกล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอนชนิดส่องกราด พบว่าไดคอร์เอ็มจีซีให้ผิวที่เรียบมากกว่าเฟลด์สปาทิกพอร์ซเลน และการขัดละเอียดขั้นสุดท้ายในทุกกลุ่มของพอร์ซเลนทั้งสองชนิดให้ผิวที่เรียบกว่าผิวเคลือบ แต่ในทางตรงกันข้ามมีการศึกษาที่ผ่านมากล่าวในลักษณะว่าไม่มีการขัดแบบใดที่สามารถทำให้ผิวพอร์ซเลนเรียบเท่าผิวเคลือบได้ (Smith และ Wilson, 1981; Campbell, 1989)

มีการศึกษาที่พบว่าการใช้ครีมกากเพชรร่วมกับการขัดช่วยให้ผิวเรียบขึ้น โดย Patterson และคณะในปี 1991 ได้เปรียบเทียบพื้นผิวเฟลด์สปาทิกพอร์ซเลน 4 กลุ่ม กลุ่มแรกได้รับการเคลือบผิว กลุ่มที่ 2 ผ่านการขัดด้วยครีมกากเพชรขัดพอร์ซเลน (Chameleon diamond paste, Chameleon Dental Products Inc., Kansas City, USA) กลุ่มที่ 3 ได้รับการกรอด้วยหัวกรอกากเพชรชนิดละเอียด (Komet diamond bur, Gebr. Brasseler GmbH & Co. KG, Lemgo, Germany) และกลุ่มที่ 4 พื้นผิวที่ได้รับการกรอด้วยหัวกรอกากเพชรชนิดละเอียด ตามด้วยครีมกากเพชรขัดพอร์ซเลน พบว่าการใช้ครีมขัดสามารถทำให้ผิวเรียบขึ้นกว่าการกรอด้วยหัวกรอกากเพชรชนิดละเอียดอย่างมีนัยสำคัญแต่ไม่สามารถขัดได้เรียบเท่าผิวที่ผ่านการเคลือบผิว ซึ่งในปีถัดมา Patterson และคณะ (1992) ได้ทำการศึกษาในลักษณะนี้อีก แต่เปรียบเทียบเพิ่มโดยใช้หัวกรอกากเพชรชนิดละเอียด (30 ไมโครเมตร) และหัวกรอกากเพชรชนิดละเอียดมาก (15 ไมโครเมตร) แล้วขัดด้วยครีมกากเพชรขัดพอร์ซเลน พบว่าหลังการกรอแต่งด้วยหัวกรอกากเพชรชนิดละเอียดมากแล้วขัดด้วยครีมกากเพชรให้ผิวที่เรียบกว่าผิวที่ผ่านการกรอแต่งด้วยหัวกรอกากเพชรชนิดละเอียดอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ แต่ไม่สามารถให้ผิวที่เรียบเท่ากลุ่มเคลือบผิวได้ จากการศึกษานี้เห็นได้ว่าเมื่อพื้นผิวได้รับการขัดแต่งด้วยหัวกรอที่ละเอียดขึ้นให้ผิวที่เรียบขึ้น ดังนั้นเมื่อการกรอแก้ไขในช่องปากเป็นสิ่งที่หลีกเลี่ยงไม่ได้ จึงควรรหาวิธีการขัดเพื่อให้ผิวที่เรียบมากที่สุด

จากการศึกษาที่ผ่านมาไม่มีการศึกษาใดที่เปรียบเทียบความเรียบของผิวเฟลด์สปาทิกพอร์ซเลน (Vita Mark II, Vita Zahnfabrik, Germany) และพอร์ซเลนที่เพิ่มความแข็งแรงด้วยลูไซต์ (ProCAD Blocks, Ivoclar Vivadent AG, Liechtenstein) สำหรับระบบซีเรค โดยการขัดด้วยชุดหัวขัดในช่องปากที่ใช้ในประเทศไทย การวิจัยนี้จึงจัดทำขึ้นเพื่อเปรียบเทียบความเรียบของผิวพอร์ซเลนทั้งสองชนิดจากการขัดด้วยชุดหัวขัดยางซิลิโคน (Enamel Adjustment Kit, Shofu Inc., Kyoto, Japan) ชุดหัวขัดกระดาษทรายรูปแผ่นกลม (3M SofLex polishing disc, 3M Dental Product Division, CA, USA) ชุดหัวยางแอสโตรโพล (Astropol, Ivoclar Vivadent AG, Schaan, Liechtenstein)

การวัดความเรียบของผิวพอร์ซเลนวัดโดยใช้เครื่องวัดความขรุขระพื้นผิว (Surface Roughness Analyzer, Taylor Hobson Limited, Leicester, England) ตามรูปที่ 1 โดยใช้ค่าพารามิเตอร์ Ra ซึ่งคือค่าเฉลี่ยความขรุขระของพื้นผิวที่แยกออกจากเส้นกลางที่หัวเข็มลากผ่าน คำนวณได้จากสูตร

$$Ra = \frac{1}{l} \int_0^l |z(x)| dx$$



รูปที่ 1 แสดงเครื่องวัดความขรุขระพื้นผิว

บทที่ 3

วิธีดำเนินการวิจัย

การเตรียมชิ้นงานให้มีสภาพเหมือนผ่านการกลึงจากเครื่องซีเรค

เตรียมชิ้นตัวอย่างโดยนำวีต้ามาร์คทูบล็อก ขนาด I10 (Vita Mark II, Vita Zahnfabrik, Germany) และโปรแคดบล็อก ขนาด I10 (ProCAD Blocks, Ivoclar Vivadent AG, Liechtenstein) มาอย่างละ 50 ชิ้นตัวอย่าง กรอด้วยหัวกรอกากเพชรขนาด 50 ไมโครเมตร ด้วยความเร็ว 40,000 รอบ/นาที โดยใช้น้ำระบายความร้อน เป็นเวลา 30 วินาที เพื่อเลียนแบบผิวชิ้นงานจากส่วนกลึงของเครื่องซีเรค จากนั้นทำความสะอาดชิ้นตัวอย่างด้วยน้ำกลั่นในเครื่องเขย่าอัลตราโซนิค (Ultrasonic cleanser) เป็นเวลา 5 นาที แล้วจึงนำชิ้นตัวอย่างไปวัดค่าความขรุขระของพื้นผิว (Ra) เพื่อเป็นข้อมูลของกลุ่มควบคุม

จากนั้นแบ่งกลุ่มชิ้นตัวอย่างทั้งวีต้ามาร์คทูบล็อกและโปรแคดบล็อกเป็นอย่างละ 10 กลุ่ม กลุ่มละ 5 ชิ้นตัวอย่าง ดังแสดงตามรูปที่ 7

การเตรียมชิ้นงานให้มีสภาพเหมือนขั้นตอนการแก้ไขในช่องปาก

ก่อนที่จะทำการขัดด้วยระบบขัดต่างๆ นำชิ้นตัวอย่างกลุ่มที่ 1-9 ของพอร์ซเลนทั้งสองชนิด มาขัดด้วยหัวกรอกากเพชรละเอียดขนาด 40 ไมโครเมตร และ 15 ไมโครเมตร ตามลำดับ เพื่อเลียนแบบการกรอแต่งรูปร่างในปาก ด้วยเครื่องกรอความเร็วสูง 120,000 รอบ/นาที โดยใช้น้ำระบายความร้อน และควบคุมการกรอด้วยเครื่องจับชิ้นงานและด้ามกรอ กรอด้วยอัตรากรอ 56 ครั้ง/นาที ในทิศทางเดียวกัน ชนิดละ 20 วินาที บนตัวจับชิ้นงานซึ่งแสดงไว้ในรูปที่ 2



รูปที่ 2 แสดงตัวจับชิ้นงานและเครื่องกรอความเร็วสูง

การเตรียมชิ้นงานกลุ่มเคลือบทับ

กลุ่มที่ 10 ของพอร์ซเลนทั้งสองชนิดนำมาเคลือบทับ โดยนำพอร์ซเลนบดล็อกทั้งสองชนิดที่ได้รับการกรอผิวเสมือนออกจากเครื่องซีเรมาทาสารเคลือบทับ วิต้ามาร์คทูปล็อกใช้สารเคลือบทับ Vita Alzent (Vita Zahnfabrik, Bad Sackingen Germany) ทาแล้วนำเข้าเตาเผาที่อุณหภูมิ 600°C เป็นเวลา 3 นาทีแล้วเพิ่มเป็น 900°C เป็นเวลา 2 นาที สำหรับโปรแคตบดล็อกใช้สารเคลือบทับ Empress Universal Glazing Paste (Ivoclar Vivadent, Schaan Liechtenstein) ทาแล้วนำเข้าเตาเผาที่อุณหภูมิ 450°C เป็นเวลา 4 นาทีแล้วเพิ่มเป็น 780°C เป็นเวลา 2 นาที

การขัดชิ้นงาน

นำพอร์ซเลนกลุ่มที่ 1-3 ของพอร์ซเลนทั้งสองชนิดมายึดบนตัวจับชิ้นงานและขัดด้วยชุดหัวขัดยางซิลิโคน ซึ่งประกอบด้วยหัวกรอหินสีขาวและหัวขัดยางซิลิโคนที่มีความหยาบ 3 ระดับ โดยกลุ่มที่ 1 ใช้เวลาขัดหัวละ 30 วินาที กลุ่มที่ 2 ใช้เวลาขัดหัวละ 60 วินาที และกลุ่มที่ 3 ใช้เวลาขัดหัวละ 120 วินาที ในสภาวะที่แห้ง ด้วยเครื่องกรอความเร็วเข้าที่ถูกยึดบนตัวจับด้ามกรอ (ตามรูปที่ 3) ที่ความเร็ว 10,000 รอบ/นาที (ตามคำแนะนำของบริษัท)



รูปที่ 3 แสดงตัวจับชิ้นงานและการขัดด้วยชุดหัวขัดยางซิลิโคน

นำกลุ่มที่ 4-7 ของพอร์ซเลนทั้งสองชนิดมายึดบนตัวจับชิ้นงานและขัดด้วยหัวขัดกระดาษทรายรูปแผ่นกลม ซึ่งประกอบด้วยหัวกรอที่มีความหยาบ 4 ระดับ โดยยึดด้ามกรอบนตัวจับด้ามกรอ (ตามรูปที่ 4) และกรอด้วยความเร็ว 10,000 รอบ/นาที สำหรับหัวขัดหยาบและหัวขัดระดับกลาง ส่วนหัวขัดละเอียดสองลำดับสุดท้ายกรอด้วยความเร็ว 30,000 รอบ/นาที ตามคำแนะนำของบริษัท ภายใต้สภาวะที่แห้ง โดยใช้เวลาในการขัดกลุ่มที่ 4 เป็นเวลาหัวละ 30 วินาที กลุ่มที่ 5 ใช้เวลาขัดหัวละ 60 วินาที และกลุ่มที่ 6 ใช้เวลาขัดหัวละ 120 วินาที



รูปที่ 4 แสดงตัวจับชิ้นงานและการตัดด้วยหัวตัดกระดาด مخروطารูปแผ่นกลมชนิดหยาบ

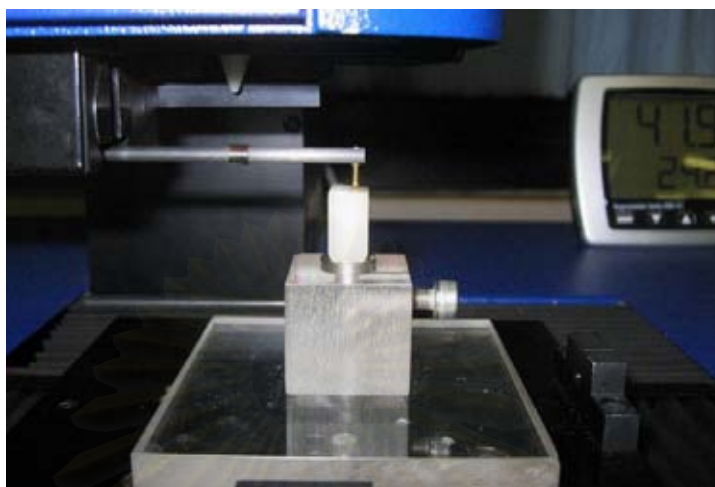
นำกลุ่มที่ 7-9 ของพอร์ชเลนทั้งสองชนิดมายึดบนตัวจับและตัดด้วยชุดหัวตัดแอสโทรโพล ซึ่งประกอบด้วยหัวกรอที่มีความหยาบ 3 ระดับ กรอด้วยความเร็ว 10,000 รอบ/นาที ด้วยเครื่องกรอความเร็วช้าที่ถูกยึดบนตัวจับด้ามกรอ (ตามรูปที่ 5) โดยกลุ่มที่ 7 ใช้เวลาตัดหัวละ 30 วินาที กลุ่มที่ 8 ใช้เวลาตัดหัวละ 60 วินาที และกลุ่มที่ 9 ใช้เวลาตัดหัวละ 120 วินาที



รูปที่ 5 แสดงตัวจับชิ้นงานและการตัดด้วยหัวตัดแอสโทรโพล

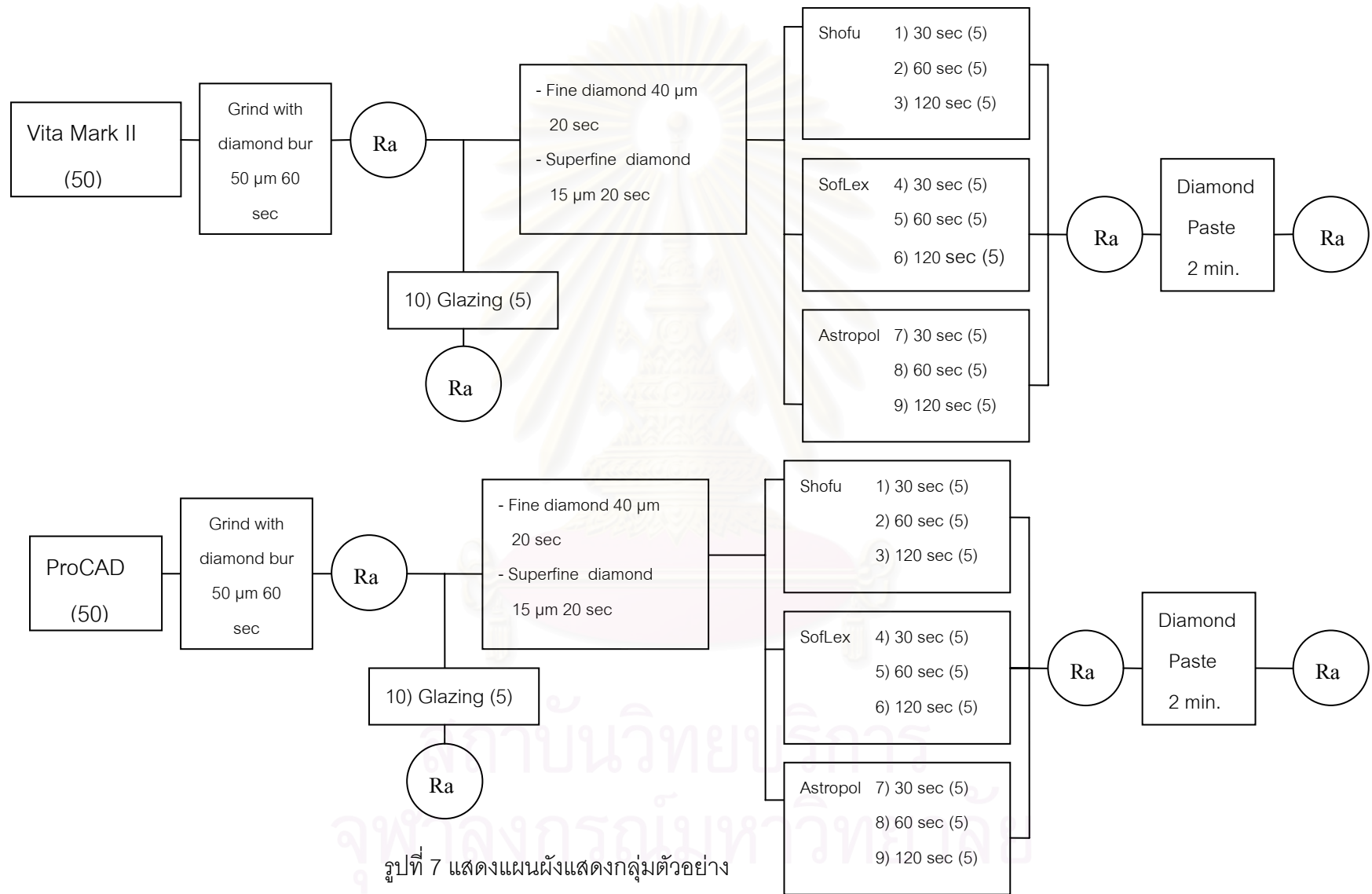
จากนั้นนำชิ้นตัวอย่างทุกกลุ่มมาวัดค่า Ra โดยยึดชิ้นงานพอร์ชเลนบนตัวจับชิ้นงานที่เครื่องวัดความขรุขระพื้นผิว ตามรูปที่ 6 ทำการวัดค่า Ra ชิ้นตัวอย่างละ 3 เส้นขนานกัน ห่างกัน

เส้นละ 0.5 มม. และใช้ค่าเฉลี่ยเป็นค่า Ra ของแต่ละชั้นตัวอย่าง โดยวัดจากที่ตำแหน่งห่างจากขอบ 1 mm. ของแต่ละชั้นตัวอย่าง



รูปที่ 6 แสดงตำแหน่งการวัดความขรุขระพื้นผิวด้วยเครื่องวัดความขรุขระพื้นผิว

หลังจากได้ข้อมูลของทุกกลุ่มนำข้อมูลที่ได้มาทดสอบการกระจาย ถ้าการกระจายตัวปกติเปรียบเทียบความแตกต่างระหว่างกลุ่มควบคุมและผลจากการขัดแบบละเอียดและกลุ่มเคลือบทับตามวัตถุประสงค์ข้อที่ 1 ด้วยการทดสอบ unpaired-t-test ส่วนการเปรียบเทียบตามวัตถุประสงค์ที่ 2 จะทดสอบอิทธิพลของปัจจัยเรื่องระบบขัดและเวลาที่มีต่อความเรียบผิวโดยสถิติวิเคราะห์ความแปรปรวนแบบสองทาง (2-way ANOVA) จากนั้นจึงวิเคราะห์ความแตกต่างระหว่างกลุ่มทดลองด้วยสถิติวิเคราะห์ความแปรปรวนทิศทางเดียว (one-way ANOVA) และการทดสอบระหว่างคู่ด้วย Bonferroni เมื่อค่าความแปรปรวนในแต่ละกลุ่มย่อยไม่แตกต่างกันหรือ Tamhane เมื่อค่าความแปรปรวนในแต่ละกลุ่มย่อยแตกต่างกัน แต่ถ้าการกระจายตัวของข้อมูลไม่ปกติ เปรียบเทียบความแตกต่างระหว่างกลุ่มควบคุมและผลจากการขัดแบบละเอียดและกลุ่มเคลือบผิวด้วยการทดสอบ Wilcoxon match-pair signed-ranks test และเปรียบเทียบความแตกต่างระหว่างกลุ่มทดลองด้วยสถิติ Kruskal-Wallis และเปรียบเทียบระหว่างคู่ด้วยตัวสถิติ Mann-Whitney U test



บทที่ 4

ผลการวิเคราะห์ข้อมูล

จากการศึกษาความเรียบผิวพอร์ซเลนบล็อกโดยการวัดค่าความขรุขระพื้นผิว (Ra) ของชิ้นตัวอย่างขึ้นละ 3 จุดและใช้ค่าเฉลี่ยเป็นค่าความขรุขระพื้นผิวของแต่ละชิ้นตัวอย่างมาศึกษาเปรียบเทียบทางสถิติ โดยเรียงตามวัตถุประสงค์ดังนี้

วัตถุประสงค์ข้อที่ 1 เปรียบเทียบความเรียบผิววิต้ามาร์คูปบล็อกและโปรแคด บล็อก ก่อนการขัดกับค่าความเรียบผิวหลังการขัดแต่งทุกวิธี โดยนำค่าเฉลี่ยของกลุ่มตัวอย่างที่ผ่านการกรอเตรียมผิวเสมือนผ่านการกลึงจากเครื่องซีเรด (n=50) และค่าเฉลี่ยของกลุ่มตัวอย่างหลังการขัดทุกวิธีรวมกัน (n=45) มาทดสอบการแจกแจงของข้อมูลทางสถิติด้วย Kolmogorov-Smirnov พบว่าไม่มีความแตกต่างทางสถิติ (p-value>0.05) แสดงว่าการกระจายตัวของข้อมูลเป็นแบบ normal distribution มีการแจกแจงข้อมูลปกติ จึงใช้สถิติทดสอบแบบ independent sample t-test พบว่าค่าความเรียบผิวก่อนและหลังการขัดมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ดังแสดงตามตารางที่ 3

ตารางที่ 3 แสดงค่าสถิติวิเคราะห์ความแตกต่างระหว่างค่าความเรียบผิวก่อนและหลังการขัด

วัสดุ	ค่าเฉลี่ยก่อนการขัด±ค่า SD	ค่าเฉลี่ยหลังการขัด±ค่า SD	P value
Vita	0.6673±0.0901 mm.	0.0781±0.0434 mm.	0.000*
Procad	0.7157±0.0698 mm.	0.0632±0.0301 mm.	0.000*

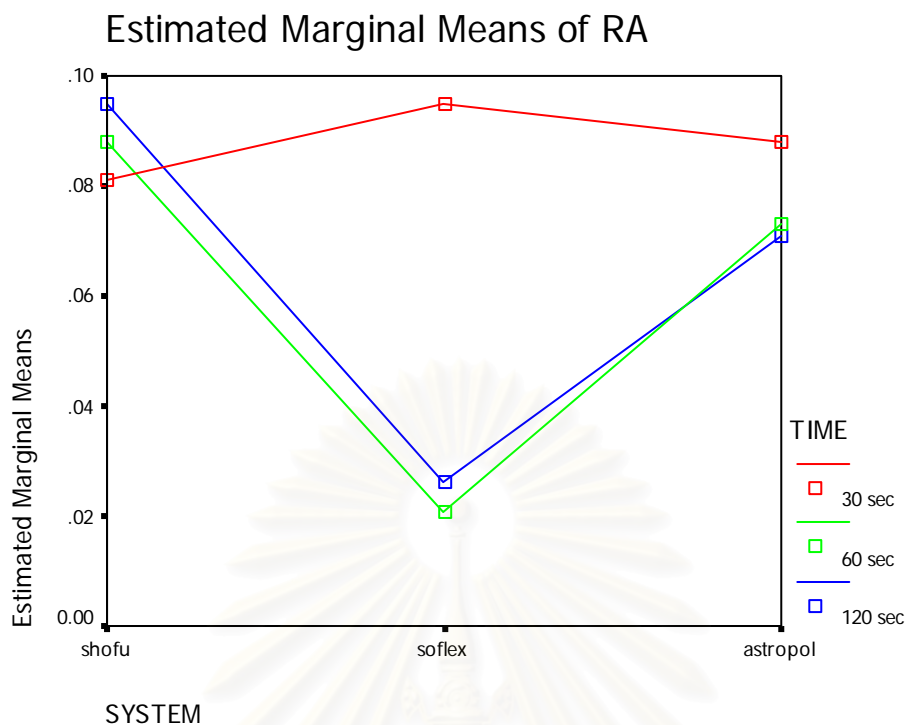
สำหรับการเปรียบเทียบความเรียบผิวพอร์ซเลนทั้งสองชนิดก่อนการขัดแต่งกับกลุ่มพอร์ซเลนที่ผ่านการเคลือบทับ โดยนำค่าเฉลี่ยของพอร์ซเลนก่อนการขัด (n=50) และค่าเฉลี่ยของพอร์ซเลนที่ผ่านการเคลือบทับ (n=5) มาทดสอบการแจกแจงของข้อมูลทางสถิติด้วย Kolmogorov-Smirnov พบว่าค่า p-value มากกว่าระดับนัยสำคัญที่กำหนด 0.05 จึงใช้สถิติทดสอบแบบ independent sample t-test พบว่าความเรียบผิวก่อนการขัดแตกต่างกับผิวพอร์ซเลนที่ผ่านการเคลือบทับอย่างมีนัยสำคัญ ตามตารางที่ 4

ตารางที่ 4 แสดงค่าสถิติวิเคราะห์ความแตกต่างระหว่างค่าความเรียบผิวก่อนการขัดกับพอร์ชเลนที่ผ่านการเคลือบทับ

วัสดุ	ค่าเฉลี่ยก่อนการขัด±ค่า SD	ค่าเฉลี่ยกลุ่มเคลือบทับ±ค่า SD	P value
Vita	0.6673±0.0901 mm.	0.0291±0.0074 mm.	0.000*
Procad	0.7157±0.0698 mm.	0.0435±0.0070 mm.	0.000*

จากการทดสอบข้อแรกแสดงว่าพอร์ชเลนมีความเรียบผิวมากขึ้นหลังการขัดและหลังการเคลือบทับ การศึกษาในวัตถุประสงค์ข้อ 2 เพื่อเปรียบเทียบผิวพอร์ชเลนที่ผ่านการขัดด้วยระบบขัดต่างกันและเวลาต่างกันโดยใช้กลุ่มพอร์ชเลนที่ผ่านการเคลือบทับเป็นกลุ่มเปรียบเทียบ การศึกษาในวัตถุประสงค์ข้อนี้แบ่งเป็นสองขั้นตอน

ขั้นตอนแรกตามวัตถุประสงค์ข้อ 2.1 ศึกษาว่าระบบขัด และระยะเวลาในการขัดมีอิทธิพลต่อความเรียบผิวพอร์ชเลนหรือไม่และทั้งสองปัจจัยมีอิทธิพลต่อกันหรือไม่ โดยการนำค่าเฉลี่ยของกลุ่มที่ 1-9 ของทั้งสองวัสดุมาทดสอบการแจกแจงของข้อมูลด้วย Kolmogorov-Smirnov พบว่ามีการกระจายตัวของข้อมูลเป็นปกติ จึงใช้สถิติทดสอบพาราเมตริกแบบ 2-way ANOVA จากการทดสอบพบว่าระบบขัดมีอิทธิพลต่อความเรียบผิวของวีต้ามาร์คบูบล็อกแต่เวลาไม่มีอิทธิพลต่อความเรียบผิว และทั้งสองปัจจัยไม่มีอิทธิพลต่อกันดังรายละเอียดตามตารางที่ 5 สำหรับโปรแกรมบล็อกพบว่าระบบขัดและเวลาที่ใช้ในการขัดมีอิทธิพลต่อความเรียบผิวพอร์ชเลนและทั้งสองปัจจัยมีอิทธิพลต่อกันโดยค่า p-value น้อยกว่า 0.05 ดังตารางที่ 6 และเมื่อทำการสร้างแผนภาพแสดงความสัมพันธ์ของปัจจัยเรื่องเวลากับระบบขัดต่อความเรียบผิวตามรูปที่ 8 แสดงให้เห็นว่าเมื่อเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของเวลาในการขัดพบว่าลำดับของเวลาแตกต่างกันในแต่ละกลุ่มหัวขัด และมีจุดตัดของปัจจัยเรื่องเวลาและระบบขัดชัดเจนแสดงให้เห็นถึงความมีอิทธิพลต่อกันของทั้งสองปัจจัย



รูปที่ 8 แสดงแผนภาพการทดสอบประสิทธิภาพร่วมของทั้งสองปัจจัยกลุ่มโปรแกรมบล็อก

ตารางที่ 5 แสดงการทดสอบประสิทธิภาพของระบบชุดและเวลาที่ใช้ในการขัดต่อความเรียบผิววีต้า มาร์คทูบล็อก

Source	Type III Sum of Squares	df	Mean Square	F	P-value
SYSTEM	.072	2	.036	161.552	.000*
SYSTEM * TIME	.001	4	.000	1.117	.364
TIME	.001	2	.001	2.957	.065

ตารางที่ 6 แสดงการทดสอบประสิทธิภาพของระบบชุดและเวลาที่ใช้ในการขัดต่อความเรียบผิวโปรแกรม บล็อก

Source	Type III Sum of Squares	df	Mean Square	F	P-value
SYSTEM	.013	2	.007	56.402	.000*
SYSTEM * TIME	.012	4	.003	24.781	.000*
TIME	.007	2	.003	28.026	.000*

ดังนั้นการทดสอบขั้นตอนถัดไปตามวัตถุประสงค์ข้อ 2.2 เพื่อหาระบบขัด และ เวลาขัดที่เหมาะสมกับพอร์ชเลนแต่ละชนิดโดยแยกทดสอบตามชนิดของพอร์ชเลน สำหรับวีต้า มาร์คทูบล็อกทำการทดสอบเปรียบเทียบเฉพาะระบบขัด 3 ระบบ (n=15) กับกลุ่มพอร์ชเลนที่ผ่านการเคลือบทับ (n=5) เนื่องจากเวลาที่ใช้ในการขัดไม่มีอิทธิพลต่อความเรียบของผิวพอร์ชเลน เมื่อทดสอบการแจกแจงของข้อมูลกลุ่มย่อยด้วย Kolmogorov-Smirnov พบว่ามีการแจกแจงแบบปกติค่า p-value มากกว่า 0.05 จึงใช้สถิติทดสอบพารามेटริกวิเคราะห์ความแปรปรวนแบบทางเดียว (ANOVA) จากการตรวจสอบค่าความแปรปรวนของแต่ละกลุ่มย่อยพบว่ามีค่าความแปรปรวนอย่างน้อย 2 กลุ่มแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ การทดสอบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยจึงใช้ตัวสถิติ Welch ทดสอบ พบว่ามีอย่างน้อย 2 กลุ่มที่มีค่าเฉลี่ยต่างกัน ตามตารางที่ 7 จึงทำการเปรียบเทียบเชิงซ้อนโดยใช้ แทมเฮน (Tamhane) พบว่า กลุ่มที่ใช้หัวขัดกระดาษทรายรูปแผ่นกลม ($0.0220 \pm 0.0046 \text{mm.}$) และกลุ่มพอร์ชเลนที่ผ่านการเคลือบทับ ($0.0291 \pm 0.0074 \text{mm.}$) ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ แต่ทั้ง 2 กลุ่มแตกต่างกับกลุ่มที่ใช้หัวขัดยางซิลิโคน ($0.0990 \pm 0.0186 \text{mm.}$) และกลุ่มที่ใช้หัวขัดยางแอสโทรไฟล ($0.1133 \pm 0.0197 \text{mm.}$) อย่างมีนัยสำคัญ โดยให้ผิวที่เรียกว่า และกลุ่มที่ใช้หัวขัดยางทั้งสองชนิดไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ตามตารางที่ 8 แสดงว่าระบบขัดที่เหมาะสมกับพอร์ชเลนชนิดวีต้ามาร์คทูบล็อกนั้นคือการขัดด้วยหัวขัดกระดาษทรายรูปแผ่นกลม

ตารางที่ 7 แสดงค่าสถิติวิเคราะห์ความแปรปรวนแบบทางเดียวกลุ่มวีต้ามาร์คทูบล็อก

	Statistic(a)	df1	df2	Sig.
Welch	161.224	3	15.041	.000*
Brown-Forsythe	146.049	3	33.152	.000*

a Asymptotically F distributed.

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ 8 แสดงค่าเฉลี่ยและการเปรียบเทียบความเรียบผิวของระบบขัดต่างๆกับกลุ่มเคลือบทับ
ในวีต้ามาร์คทูบลิค

	astropol	shofu	soflex	glazing
astropol (0.1133±0.0197)		NS	*	*
shofu (0.0990±0.0186)	NS		*	*
glazing (0.0291±0.0074)	*	*		NS
soflex (0.0220±0.0046)	*	*	NS	

NS = non significantly

* = significantly different at $P < 0.05$

การศึกษาเปรียบเทียบหาระบบขัดและเวลาขัดที่เหมาะสมสำหรับโปรแคดบลิค
ทำโดยเปรียบเทียบพอร์ซเลนทุกกลุ่มกับกลุ่มพอร์ซเลนที่ผ่านการเคลือบทับ เนื่องจากทั้งระบบ
และเวลาในการขัดมีอิทธิพลต่อความเรียบผิวของโปรแคดบลิค หลังจากทดสอบการແจกແจงของ
ข้อมูลกลุ่มย่อยด้วย Kolmogorov-Smirnov พบว่ามีการແจกແจงแบบปกติ จึงใช้สถิติทดสอบพารา
เมตริกวิเคราะห์ความแปรปรวนแบบทางเดียว จากการตรวจสอบค่าความแปรปรวนความขรุขระ
พื้นผิวของแต่ละกลุ่มย่อยพบว่ามีค่าความแปรปรวนทุกกลุ่มเท่ากัน จึงใช้สถิติ F ในการทดสอบ
ความแตกต่างของค่าเฉลี่ยของแต่ละกลุ่ม พบว่ามีอย่างน้อย 2 กลุ่มที่มีค่าเฉลี่ยต่างกันตามตาราง
ที่ 9 จากนั้นเปรียบเทียบเชิงซ้อนโดย Bonferroni พบความแตกต่างดังแสดงตามตารางที่ 10

ตารางที่ 9 แสดงค่าสถิติวิเคราะห์ความแปรปรวนแบบทางเดียวกลุ่มโปรแคดบลิค

	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Between Groups	.040	9	.004	67.625	.000*
Within Groups	.003	40	.000		
Total	.042	49			

ตารางที่ 10 แสดงค่าเฉลี่ยและการเปรียบเทียบความเรียบผิวของกลุ่มที่ฉีดด้วยวิธีต่างๆ กับกลุ่มเคลือบทับในโปรแคตบล็อก

กลุ่ม	4	5	6	10	8	1	9	7	2	3
4 (0.0207±0.0050)		NS	NS	*	*	*	*	*	*	*
5 (0.0260±0.0061)	NS		NS	NS	*	*	*	*	*	*
6 (0.0260±0.0053)	NS	NS		NS	*	*	*	*	*	*
10 (0.0435±0.0070)	*	NS	NS		*	*	*	*	*	*
8 (0.0731±0.0059)	*	*	*	*		NS	NS	NS	NS	*
1 (0.0809±0.0071)	*	*	*	*	NS		NS	NS	NS	NS
9 (0.0811±0.0056)	*	*	*	*	NS	NS		NS	NS	NS
7 (0.0881±0.0112)	*	*	*	*	NS	NS	NS		NS	NS
2 (0.0881±0.0034)	*	*	*	*	NS	NS	NS	NS		NS
3 (0.0948±0.0159)	*	*	*	*	*	NS	NS	NS	NS	

NS = non significantly

* = significantly different at P < 0.05

กลุ่มที่ 1 = กลุ่มหัวขัดยางซิลิโคน 30 วินาที กลุ่มที่ 4 = กลุ่มหัวขัดกระดาษทรายรูปแผ่นกลม 30 วินาที

กลุ่มที่ 2 = กลุ่มหัวขัดยางซิลิโคน 60 วินาที กลุ่มที่ 5 = กลุ่มหัวขัดกระดาษทรายรูปแผ่นกลม 60 วินาที

กลุ่มที่ 3 = กลุ่มหัวขัดยางซิลิโคน 120 วินาที กลุ่มที่ 6 = กลุ่มหัวขัดกระดาษทรายรูปแผ่นกลม 120 วินาที

กลุ่มที่ 7 = กลุ่มหัวขัดยางแอสโทรโพล 30 วินาที

กลุ่มที่ 8 = กลุ่มหัวขัดยางแอสโทรโพล 60 วินาที

กลุ่มที่ 9 = กลุ่มหัวขัดยางแอสโทรโพล 120 วินาที

กลุ่มที่ 10 = กลุ่มเคลือบทับ

จากการเปรียบเทียบเชิงซ้อนสามารถแบ่งความแตกต่างได้เป็น 3 กลุ่มเมื่อเทียบกับกลุ่มเคลือบทับ โดยกลุ่มแรกคือกลุ่มที่ 4 ที่ใช้หัวขัดกระดาษทรายรูปแผ่นด้วยระยะเวลา 30 วินาทีที่มีค่าเฉลี่ยความขรุขระพื้นผิวต่ำสุด มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญกับกลุ่มที่ผ่านการเคลือบทับและกลุ่มที่ขัดด้วยหัวยางซิลิโคนและแอสโทรโพลในทุกเวลา โดยมีค่าเฉลี่ยความขรุขระพื้นผิวต่ำกว่าทั้งกลุ่มเคลือบทับและกลุ่มที่ใช้หัวขัดระบบอื่น กลุ่มที่ถัดมาคือกลุ่มที่ 5 และ 6 ที่ขัดด้วยกระดาษทรายรูปแผ่นกลมระยะเวลา 60 และ 120 วินาทีตามลำดับ ไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญกับกลุ่มเคลือบทับ แต่แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญกับกลุ่มหัวขัดยางซิลิโคนและแอสโทรโพล โดยมีค่าเฉลี่ยความขรุขระพื้นผิวต่ำกว่า นั่นคือให้ความเรียบผิวดีกว่าหัวขัดยางทั้งสองชนิด กลุ่มสุดท้ายคือกลุ่มที่มีค่าเฉลี่ยความขรุขระพื้นผิวแตกต่างกับกลุ่มเคลือบทับอย่างมีนัยสำคัญโดยมีค่าเฉลี่ยความขรุขระพื้นผิวสูงกว่า ประกอบไปด้วยกลุ่มที่ใช้หัวขัดยางซิลิโคนและหัวขัดยางแอสโทรโพลในทุกเวลา

จากการเปรียบเทียบความเรียบผิวพอร์ซเลนทั้งสองชนิดพบว่าระบบขัดที่ให้ผิวพอร์ซเลนเรียบที่สุดคือชุดขัดกระดาษทรายรูปแผ่นกลม โดยให้ความเรียบผิวไม่แตกต่างกับพอร์ซเลนที่ผ่านการเคลือบทับ โดยเฉพาะโปรแคดบลิคนั้น ถ้าขัดด้วยระยะเวลา 30 วินาทีพบว่าสามารถทำให้ผิวพอร์ซเลนเรียบได้มากกว่าพอร์ซเลนที่ผ่านการเคลือบทับ ส่วนหัวขัดยางซิลิโคนและหัวขัดยางแอสโทรโพลไม่สามารถทำให้ผิวพอร์ซเลนเรียบได้เท่ากับพอร์ซเลนที่ผ่านการเคลือบทับ

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

บทที่ 5

สรุปผลการวิจัย อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ

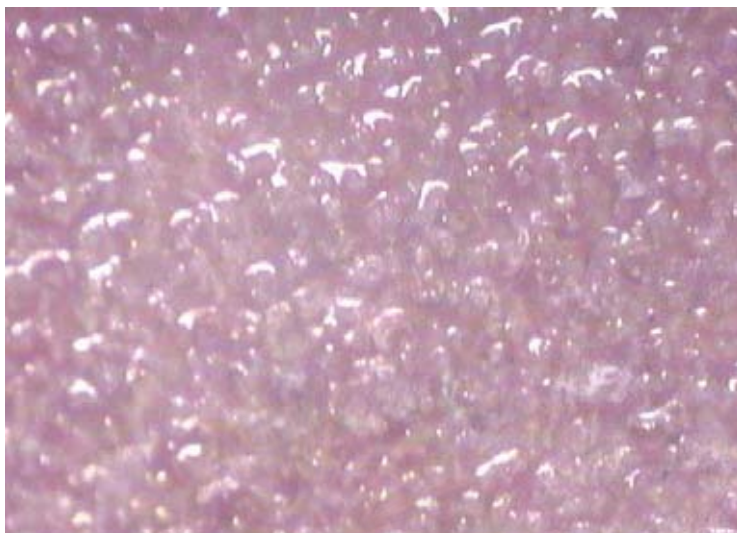
อภิปรายผล

การกรอแต่งวัสดุบุรณะในช่องปากเป็นขั้นตอนที่มีความจำเป็นอย่างยิ่งเพื่อกำจัดจุดสบสูงและแก้ไขรูปร่างของวัสดุบุรณะให้เหมาะสม โดยเฉพาะพอร์ซเลนซึ่งมีกำลังแรงดึงที่ต่ำเปราะ แตกหักง่าย เช่นเฟลด์สปาทิกพอร์ซเลนและพอร์ซเลนที่เพิ่มความแข็งแรงด้วยลูไซต์ ดังนั้นการตรวจสอบการสบฟันของชิ้นวัสดุบุรณะจำเป็นต้องทำหลังจากการยึดด้วยเรซินซีเมนต์กับฟันก่อนเพื่อเพิ่มความแข็งแรงของชิ้นงาน การกรอแก้ไขจุดสบสูงและปรับแต่งรูปร่างของพอร์ซเลนในช่องปากจึงมีความจำเป็นอย่างยิ่ง ถึงแม้จากการศึกษาในอดีตพบว่าผิวพอร์ซเลนที่ผ่านการเคลือบผิวเป็นวัสดุที่ทำให้ความสะอาดง่าย ไม่พบความผิดปกติของเนื้อเยื่อโดยรอบมากกว่าพอร์ซเลนที่ไม่ได้ผ่านการเคลือบผิว (Henry และคณะ, 1966) และพบว่าเมื่อทำการขัดแต่งหรือเคลือบผิวซ้ำหลังการกรอแต่งทำให้เนื้อเยื่อโดยรอบมีการอักเสบเล็กน้อยใน 5 วันแรกและหายเป็นปกติภายใน 30 วัน (Stein, 1966) แต่จากการศึกษานี้พบว่าพอร์ซเลนที่ผ่านการกรอแต่งและขัดด้วยระบบขัดที่เหมาะสม คือกลุ่มที่ขัดด้วยหัวขัดกระดาษทรายรูปแผ่นกลมซึ่งให้ความเรียบผิวของพอร์ซเลนไม่ต่างไปกับกลุ่มพอร์ซเลนที่ผ่านการเคลือบทับ โดยพอร์ซเลนที่ผ่านการเคลือบทับให้ความเรียบผิวที่ดีกว่าพอร์ซเลนที่ผ่านการเคลือบผิว ดังนั้นพอร์ซเลนที่ผ่านการขัดแต่งที่เหมาะสมจึงไม่มีผลกระทบต่อ การตอบสนองของเนื้อเยื่อและการเกาะติดของคราบจุลินทรีย์ (Clayton, 1970)

พอร์ซเลนที่ไม่ได้ผ่านการขัดแต่งที่เหมาะสม หรือไม่ได้ผ่านการเคลือบผิวนอกจากก่อให้เกิดปัญหาต่อเนื้อเยื่อและการเกาะติดของคราบจุลินทรีย์แล้ว ยังส่งผลถึงความแข็งแรงของชิ้นงาน และทำให้ฟันคู่สบสึกอีกด้วย (Clayton, 1970; Finger, 2000) โดย de Jager N. และคณะ, 2000 ศึกษาผลของความเรียบผิวพอร์ซเลนต่อความแข็งแรงของชิ้นงานพอร์ซเลน พบว่าผิวพอร์ซเลนที่เรียบขึ้นมีผลให้กำลังดัดขวางของชิ้นงานมากขึ้น และมีการศึกษามากมายที่ไปในทิศทางเดียวกันว่า การขัดผิวพอร์ซเลนที่เหมาะสมทำให้พอร์ซเลนมีค่ากำลังดัดขวางมากกว่าการเคลือบผิว (Rosentiel และคณะ, 1989; Kelly และคณะ, 1997) และมีหลายการศึกษาที่พบว่า การเคลือบผิวไม่ได้ทำให้ผิวพอร์ซเลนเรียบไปกว่าการขัด (Sulik และ Plekavich, 1981, Haywood และคณะ, 1988) แต่มีการศึกษาที่ขัดแย้งว่าผิวที่เรียบที่สุดคือการเคลือบผิว (Zalkind, 1996) บางการศึกษาพบว่า การขัดทำให้ผิวพอร์ซเลนเรียบกว่าการเคลือบผิว (Wright, 2004) ซึ่งเป็นไปในทิศทางเดียวกับการศึกษานี้ที่พบว่า การขัดด้วยหัวขัดกระดาษทรายรูปแผ่นกลมให้ความเรียบผิวที่

ไม่ต่างกับพอร์ชเลนที่ผ่านการเคลือบทับ และในบางกลุ่มทำให้เกิดผิวที่เรียกว่า เช่นเดียวกับ การศึกษาของ Smith และ Wilson ในปี 1981 โดยการขัดที่เรียบที่สุดของพอร์ชเลนชนิดโปรแคด บล็อกพบว่า เป็นกลุ่มที่ขัดด้วยหัวขัดกระดาษทรายรูปแผ่นกลมด้วยเวลา 30 วินาที ให้ผิวที่เรียบ กว่า การเคลือบทับ แต่เมื่อขัดด้วยเวลานานขึ้นไม่พบว่าให้ความเรียบผิวแตกต่างไปจากกลุ่ม เคลือบทับ อาจเนื่องมาจากหัวขัดกระดาษทรายนั้นเป็นลักษณะทรายขัด เมื่อขัดบนผิวพอร์ชเลนที่ มีความหยาบมากและมีวัสดุสอดแทรกที่แข็ง นั่นคือลูไซต์ ไประยะหนึ่ง ผิวของกระดาษทรายหลุด ลอกออกไปบางส่วน เมื่อขัดนานขึ้นความไม่เสมอกันของทรายขัดทำให้ผิวพอร์ชเลนไม่เรียบเท่ากับการ ขัดขณะที่ทรายขัดอยู่ในสภาพสมบูรณ์ ซึ่งระยะเวลาในการขัดของการศึกษานี้แตกต่างกับการ ศึกษาของ Hulterstom และ Burgman ในปี 1993 ที่พบว่าระยะเวลาในการขัดที่เหมาะสมคือ 60 วินาที แต่พอร์ชเลนที่ใช้ต่างชนิดกันซึ่งคือวีต้ามาร์ควันบล็อก กับโปรแคดบล็อก สำหรับกลุ่ม วีต้ามาร์ควันไม่มีความแตกต่างกันในระยะเวลาที่ต่างกัน เนื่องจากวีต้ามาร์ควันเป็นเฟลด์สปาทิก พอร์ชเลนที่ปรับปรุงให้ผิวมีความเรียบและขัดแต่งได้ง่ายขึ้น เมื่อใช้วีต้ามาร์ควันบล็อกจึงไม่มีความ แตกต่างกันเมื่อขัดในระยะเวลาต่างกัน

ในการทดลองนี้พบว่ากลุ่มพอร์ชเลนที่ขัดด้วยหัวขัดยางซิลิโคนโซฟุและหัวขัดยาง แอสโทรโพล ไม่สามารถทำให้ผิวพอร์ชเลนทั้งสองชนิดเรียบได้เท่ากับการเคลือบทับ ซึ่งแตกต่าง จากการศึกษาของ Goldstein ในปี 1989 ที่พบว่าหัวขัดยางซิลิโคนโซฟุให้ความเรียบผิวที่ดีที่สุด การที่พอร์ชเลนที่ผ่านการขัดด้วยหัวขัดยางซิลิโคนโซฟุไม่สามารถทำให้ผิวพอร์ชเลนเรียบเท่ากลุ่ม เคลือบทับอาจเกิดจากลักษณะของหัวขัดมีส่วนผสมของซิลิโคน หรืออย่างมากกว่าส่วนกากเพชร โดยระบบโซฟุนั้นมีหัวขัด 4 ขั้นตอน ประกอบด้วยหินขัด และหัวขัดยาง 3 ระดับความหยาบ หลังจากขัดด้วยหินขัดพบว่าผิวของพอร์ชเลนไม่เรียบขึ้นไปจากเดิม ในขณะที่หัวขัดกระดาษทราย รูปแผ่นกลมซึ่งประกอบด้วยหัวขัด 4 ระดับความหยาบ เมื่อขัดด้วยหัวขัดตัวแรกพบว่าทำให้ผิว พอร์ชเลนเรียบขึ้นอย่างเห็นได้ชัด และเมื่อเปรียบเทียบกับ ลักษณะของหัวขัดพบว่าหัวขัดยางโซฟุ มี ความหยาบน้อยกว่าหัวขัดกระดาษทรายรูปแผ่นกลมอย่างเห็นได้ชัดดังรูปที่ 9 โดยลักษณะของหัว ขัดยางโซฟุมีส่วนประกอบของยางซิลิโคนมากกว่ากากเพชรที่แทรกอยู่อย่างเห็นได้ชัดตามรูปที่ 10 และลักษณะของหัวขัดยางแอสโทรโพลมีบางส่วนประกอบหลักเช่นเดียวกับหัวขัดยางโซฟุ แต่ ในระดับความหยาบแรกใน 3 ระดับของหัวขัดยางแอสโทรโพลมีความหยาบมากกว่าหัวขัดยางโซ ฟุ ดังรูปที่ 11



รูปที่ 9 หัวขัดกระดาษทรายรูปแผ่นกลมความหยาบที่ 1 ที่กำลังขยาย 20 เท่า



รูปที่ 10 หัวขัดยางซิลิโคนไซฟุความหยาบที่ 1 ที่กำลังขยาย 20 เท่า



รูปที่ 11 หัวขัดยางแอสโตรโพลความหยาบที่ 1 ที่กำลังขยาย 20 เท่า

ผลของการขัดด้วยหัวขัดยางทั้งสองระบบไม่ทำให้เกิดความเรียบผิวที่แตกต่างกัน ยกเว้นในกลุ่ม 3 ของโปรแคตบล็อกพบที่ขัดด้วยหัวขัดยางโซฟุในเวลา 120 วินาทีพบว่ามีความละเอียดความขรุขระพื้นผิวมากขึ้นแม้ว่าไม่แตกต่างกับเวลาอื่นอย่างมีนัยสำคัญก็ตาม อาจมีสาเหตุจากลักษณะของหัวขัดที่มียางซิลิโคนเป็นส่วนประกอบส่วนใหญ่ เมื่อขัดบนวัสดุที่มีหยาบและมีวัสดุสอดแทรกที่แข็งไปเวลานานขึ้นทำให้ผิวหัวขัดส่วนที่เป็นยางหลุดลอกออกไป ลักษณะของหัวขัดจึงไม่เรียบทำให้เมื่อขัดระยะเวลานานขึ้น ผิวพอร์ซเลนจึงขรุขระขึ้นเล็กน้อย และอาจเป็นเหตุผลที่ทำให้กลุ่มนี้มีความแตกต่างกับกลุ่ม 8 ที่ขัดด้วยหัวขัดยางแอสโทรโพล 60 วินาที เนื่องจากในกลุ่มที่ 8 เป็นกลุ่มที่มีความละเอียดความขรุขระพื้นผิวต่ำที่สุดในกลุ่มหัวขัดยางแอสโทรโพล แต่อย่างไรก็ตามจากการศึกษาพบว่าทั้งหัวขัดยางซิลิโคนโซฟุ และหัวขัดยางแอสโทรโพลไม่สามารถทำให้ผิวพอร์ซเลนทั้งสองชนิดเรียบได้เท่ากับการเคลือบทับ

อย่างไรก็ตามการขัดวัสดุบูรณะในช่องปากที่มีความนุ่มความเว้าและร่องลึกตามกายวิภาคฟัน จำเป็นต้องใช้ลักษณะหัวขัดที่เหมาะสมในแต่ละด้านของฟัน หัวขัดกระดาศทราย อาจจะเหมาะสมกับฟันด้านแก้ม ด้านลิ้น ด้านติดกับฟันข้างเคียง หรือด้านบดเคี้ยวส่วนนูน แต่ในด้านบดเคี้ยวส่วนที่เป็นร่องลึก ซึ่งมักได้รับการกรอแต่งในช่องปากจำเป็นต้องใช้หัวขัดในรูปร่างที่เหมาะสม ดังนั้นจึงจำเป็นต้องใช้หัวขัดชนิดอื่นร่วมกันด้วย

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

สรุปผลการศึกษา

- 1) ความเร็วขงวีต้ามาร์คทูบลิ้งกและโปรแคดบลิ้งกก่อนการช้ดและหลังการช้ดมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ และก่อนการช้ดแตกต่างกับกลุ่มเคลือบทับอย่างมีนัยสำคัญ
- 2) ระบบช้ดที่ต่างกันมีอิทธิพลต่อความเร็วขงพอร์ชเลนชนิดวีต้ามาร์คทูบลิ้งกโดยเวลาไม่มีอิทธิพลต่อความเร็วขงพอร์ชเลนชนิดโปรแคดบลิ้งกได้รับอิทธิพลทั้งจากระบบช้ดและเวลาที่ใช้ในการช้ดที่แตกต่างกัน และทั้งสองปัจจัยมีอิทธิพลต่อกัน
- 3) พอร์ชเลนชนิดวีต้าบลิ้งกมาร์คทูบเหมาะสมกับหัวช้ดกระดาศทรายรูปแผ่นกลม โดยไม่แตกต่างกันในทุกช่วงเวลา และไม่แตกต่างกับพอร์ชเลนที่ผ่านการเคลือบทับ
- 4) พอร์ชเลนชนิดโปรแคดบลิ้งกเหมาะสมกับหัวช้ดกระดาศทรายรูปแผ่นกลมด้วยระยะเวลา 30 วินาที โดยให้ความเร็วขงพอร์ชเลนที่มากกว่าการเคลือบทับ แต่เมื่อช้ดนานขึ้นความเร็วขงพอร์ชเลนไม่แตกต่างจากกลุ่มเคลือบทับ

ข้อเสนอแนะ

เนื่องจากการวิจัยในครั้งนี้ไม่สามารถควบคุมแรงในการช้ดได้อย่างชัดเจน เพียงแต่ควบคุมระยะเวลาขงตัวจับชันงานต่อการกดขงด้ามกรอให้คงที่และใกล้เคียงกันในแต่ละช้ดตัวอย่าง และกระทำโดยผู้วิจัยเพียงบุคคลเดียว ในอนาคตมีการพัฒนาทางเทคโนโลยีมากขึ้นทำให้สามารถควบคุมแรงช้ดได้ชัดเจน ทำให้ผลขงการช้ดมีมาตรฐานเพิ่มขึ้นได้

สถาบันนวัตขงบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

รายการอ้างอิง

- al-Hiyasat A S, Saunders W P, Smith G M. Three-body wear associated with three ceramics and enamel. **J Prosthet Dent** 82(4) (1999): 476-481.
- Ahmad R, Morgano S M, Wu B M, Giordano R A. An evaluation of the effects of handpiece speed, abrasion characteristics, and polishing load on the flexural strength of polished ceramics. **J Prosthet Dent** 94(5) (2005):421-429.
- Anusavice K J. **Phillips's science of dental material**. 10th ed. Philadelphia: W.B.Saunders, 1996.
- Anusavice K J. **Phillips's science of dental material**. 11th ed. Philadelphia: W.B.Saunders, 2003.
- Attia A, Abdelaziz K M, Freitag S, Kern M. Fracture load of composite resin and feldspathic all-ceramic CAD/CAM crowns. **J Prosthet Dent** 95(2) (2006):117-123.
- Bergman M. Side-effects of amalgam and its alternatives: local, systemic and environmental. **Int Dent J** 40 (1990): 4-10.
- Bindl A, Luthy H, Monrmann W H. Strength and fracture pattern of monolithic CAD/CAM-generated posterior crowns. **Dent Mater** 22(1) (2006): 29-36.
- Brackett S E, Leary J M, Turner K A, Jordan R D. An evaluation of porcelain strength and the effect of surface treatment. **J Dent** 61 (1989): 446-451.
- Campbell S D. Evaluation of surface roughness and polishing technique for new ceramic materials. **J Prosthet Dent** 61 (1989): 563-568.
- Clayton J A, Green E. Roughness of pontic materials and dental plaque. **J Prosthet Dent** 23 (1970): 407-411.
- Combe E C. **Note on dental materials**. 5th ed. Edinburgh: Longman group, 1986.
- Craig R G. **Restorative dental materials**. 9th ed. St. Louis: The C.V. Mosby, 1993.
- De Jager N, Feilzer A J, Davidson C L. The influence of surface roughness on porcelain strength. **Dent Mater** 16 (2000): 381-388.
- Eley B M. The future of dental amalgam: A review of the literature part 7: Possible alternative materials to amalgam for the restoration of posterior teeth. **Brit Dent J** 183 (1997): 11-14.

- Fairhurst C W, Lockwood P E, Ringle R D, Thompson W O. The effect of glaze on porcelain strength. **Dent Mater** 8 (1992): 203-207.
- Finger W J, Noack M D. Postadjustment polishing of CAD/CAM ceramic with luminescence diamond gel. **American Journal of Dentistry** 13(1) (2000): 8-12.
- Giordano R, Cima M, Pober R. Effect of surface finish on the flexural strength of feldspathic and aluminous dental ceramics. **Int J Prosthodont** 8 (1995): 311-319.
- Haywood V B, Haymann H O, Kusy R P. Polishing porcelain veneers: an SEM and specular reflectance analysis. **Dent Mater** 4 (1988): 116-121.
- Henry P J, Johnston J F, Michell D F. Tissue change beneath fixed partial dentures. **J Prosthet Dent** 16 (1966): 937-947.
- Heintze S D, Forjanic M, Rousson V. Surface roughness and gloss of dental materials as a function of force and polishing time in vitro. **Dent Mater** 22 (2006): 146-165.
- Hudis M M. **Dental Laboratory Prosthodontics**. Philadelphia: W.B. Saunders Company, 1977.
- Hulterstrom A K, Bergman M. Polishing systems for dental ceramics. **Acta Odont Scand** 51 (1993): 229-234.
- Kelly J R. Ceramics in restorative and prosthetic dentistry. **Material Science** 27 (1997): 443-468.
- Liu Perng-Ru. A panoramic of dental CAD/CAM restorative systems. **Compend Conin Educ** 26(7) (2005): 507-516.
- Klausner L H, Cartwright C B, Charbeneau G T. Polished versus autoglazed porcelain surfaces. **J Prosthet Dent** 47 (1982): 157-162.
- Mclean J W, Hughes T H. The reinforcement of dental porcelain with ceramic oxides. **Br Dent J** 119 (1965): 251-267.
- Messer P F, Piddock V, Lloyd C H. The strength of dental ceramics. **J Dent** 19 (1991): 51-55.
- Monasky G E, Taylor D F. Studies on the wear of porcelain, enamel, and gold. **J Prosthet Dent** 25 (1971): 299-306.
- Noort R V. **Introduction to Dental Materials**. London: Time Mirror Internation Publishers, 1994.
- Noort R V. **Introduction to Dental Materials**. London: Elsevier Science, 2002.

- Patterson C J, McLundie A C, Stirrups D R, Taylor W G. Refinish of porcelain by using
refinish kit. **J Prosthet Dent** 65 (1991): 383-388.
- Patterson C J, McLundie A C, Stirrups D R, Taylor W G. Efficacy of a porcelain
refinishing system in restoring surface finishing after grinding with fine and extra-
fine diamond burs. **J Prosthet Dent** 68 (1992): 402-406.
- Raimondo R L, Richardson J T, Wiedner B. Polished versus autoglazed dental porcelain.
J Prosthet Dent 64 (1990): 553-557.
- Reiss B, Walther W. Clinical long-term results and 10-year Kaplan-Meier analysis of
Cerec restorations. **Int J Comp Dent** 3 (2000): 9-23.
- Rekow E D, Erdman A G, Riley D R, Klamecki B. CAD/CAM for dental restorations—some
of the curious challenges. **IEEE Trans Biomed Eng** 38 (1991): 314-318.
- Rosenstiel S F, Baiker M A, Johnston W M. A comparison of glazed and polished dental
porcelain. **Int J Prosthodont** 2 (1989): 524-529.
- Rosentiel S F, Gupta P K, Van Der Sluys R A, Zimmerman M H. Strength of a dental
glass-ceramic after surface coating. **Dent Mater** 9(4) (1993): 274-279.
- Roulet J F. A materials scientist's view: Assessment of wear and marginal integrity.
Quintessence Int 18 (1987): 543-552.
- Schlissel E R, Newitter D A, Renner R R, Gwinnett A J. An evaluation of postadjustment
polishing techniques for porcelain denture teeth. **J Prosthet Dent** 43 (1980):
258-265.
- Scurria M S, Powers J M. Surface roughness of two polished ceramic materials. **J
Prosthet Dent** 71 (1994): 174-177.
- Smith G A, Wilson N H. The surface finish of trimmed porcelain. **Br Dent J** 151 (1981):
222-224.
- Stein R S. Pontic-residual ridges relationship: A research report. **J Prosthet Dent** 16
(1966): 251-285.
- Sulik W D, Plekavich E J. Surface finishing of dental porcelain. **J Prosthet Dent** 46
(1981):
217-221.
- Tinschert J, Zvez D, Marx R, Anusavice K J. Structural reliability of alumina-, feldspar-,
Leucite-, mica- and zirconia-based ceramics. **J Dent** 28 (2000): 529-535.

Williamson R T, Kovarik R E, Mitchell R J. Effects of grinding, polishing and overglazing on the flexural strength of a high-leucite feldspathic porcelain. *Int J Prosthodont* 9 (1996): 30-37.

Wright M D. Comparison of three systems for the polishing of an ultra-low fusing dental porcelain, *J Prosthet Dent* 92(5) (2004): 486-490.

Zalkind M, Lauer S, Stern N. Porcelain surface texture after reduction and natural glazing. *J Prosthet Dent* 55 (1986): 30-33.



สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



ภาคผนวก

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ 11 แสดงการแจกแจงข้อมูลทางสถิติด้วย One-Sample K-S ตามวัตถุประสงค์ข้อที่ 1

NPar Tests

Descriptive Statistics

	N	Mean	Std. Deviation	Minimum	Maximum
Vita Control	50	.667368	.0900892	.4710	.8700
Vita Test	45	.078116	.0433578	.0160	.1457

One-Sample Kolmogorov-Smirnov Test

		Vita Control	Vita Test
N		50	45
Normal Parameters ^{a,b}	Mean	.667368	.078116
	Std. Deviation	.0900892	.0433578
Most Extreme Differences	Absolute	.100	.198
	Positive	.100	.198
	Negative	-.053	-.166
Kolmogorov-Smirnov Z		.706	1.330
Asymp. Sig. (2-tailed)		.701	.058

a. Test distribution is Normal.

b. Calculated from data.

NPar Tests

One-Sample Kolmogorov-Smirnov Test

		Vita Control	Vita Test	Procad Control	Procad Test
N		50	45	50	45
Normal Parameters ^{a,b}	Mean	.667368	.078116	.715738	.063204
	Std. Deviation	.0900892	.0433578	.0698341	.0300963
Most Extreme Differences	Absolute	.100	.198	.101	.176
	Positive	.100	.198	.052	.176
	Negative	-.053	-.166	-.101	-.174
Kolmogorov-Smirnov Z		.706	1.330	.716	1.178
Asymp. Sig. (2-tailed)		.701	.058	.685	.125

a. Test distribution is Normal.

b. Calculated from data.

Descriptive Statistics

	N	Mean	Std. Deviation	Minimum	Maximum
Vita Control	50	.667368	.0900892	.4710	.8700
Vita Test	45	.078116	.0433578	.0160	.1457
Procad Control	50	.715738	.0698341	.5050	.8377
Procad Test	45	.063204	.0300963	.0143	.1090

NPar Tests

One-Sample Kolmogorov-Smirnov Test

		Vita Glaze	Procad Glaze	Vita Control	Procad Control
N		5	5	50	50
Normal Parameters ^{a,b}	Mean	.029180	.043500	.667368	.715738
	Std. Deviation	.007444	.007022	.090089	.069834
Most Extreme Differences	Absolute	.224	.199	.100	.101
	Positive	.212	.199	.100	.052
	Negative	-.224	-.157	-.053	-.101
Kolmogorov-Smirnov Z		.500	.445	.706	.716
Asymp. Sig. (2-tailed)		.964	.989	.701	.685

a. Test distribution is Normal.

b. Calculated from data.

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ 12 เปรียบเทียบความเรียบผิวพอร์ซเลนทั้ง 2 ชนิดก่อนขัดและหลังขัด

T-Test

Group Statistics

	TYPE	N	Mean	Std. Deviation	Std. Error Mean
Vita	control	50	.667368	.0900892	.0127405
	test	45	.078116	.0433578	.0064634
Procad	control	50	.715738	.0698341	.0098760
	test	45	.063204	.0300963	.0044865

Independent Samples Test

		Levene's Test for Equality of Variances		t-test for Equality of Means		
		F	Sig.	t	df	Sig. (2-tailed)
Vita	Equal variances assumed	14.451	.000	39.900	93	.000
	Equal variances not assumed			41.246	72.145	.000
Procad	Equal variances assumed	19.278	.000	57.998	93	.000
	Equal variances not assumed			60.156	68.082	.000

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ 13 เปรียบเทียบความเรียบผิวพอร์ซเลนทั้ง 2 ชนิดก่อนขัดกับการเคลือบผิว

T-Test

Group Statistics

	TYPE	N	Mean	Std. Deviation	Std. Error Mean
Procad	control	50	.715738	6.98341E-02	.009876
	glazing	5	.043500	7.02246E-03	.003141
Vita	control	50	.667368	9.00892E-02	.012741
	glazing	5	.029180	7.44359E-03	.003329

Independent Samples Test

		Levene's Test for Equality of Variances		t-test for Equality of Means		
		F	Sig.	t	df	Sig. (2-tailed)
Procad	Equal variances assumed	7.074	.010	21.336	53	.000
	Equal variances not assumed			64.867	52.797	.000
Vita	Equal variances assumed	6.803	.012	15.703	53	.000
	Equal variances not assumed			48.464	52.899	.000

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ 14 แสดงการแจกแจงข้อมูลทางสถิติด้วย One-Sample K-S ตามวัตถุประสงค์ข้อ
ที่ 2.1

NPar Tests

One-Sample Kolmogorov-Smirnov Test

		Vita Glaze	Procad Glaze	VISO1	VISO2	VISO3
N		5	5	5	5	5
Normal Parameters ^{a,b}	Mean	.029180	.043500	.106720	.093480	.096860
	Std. Deviation	.0074436	.0070225	.0266829	.0160388	.0082294
Most Extreme Differences	Absolute	.224	.199	.307	.246	.138
	Positive	.212	.199	.307	.153	.114
	Negative	-.224	-.157	-.164	-.246	-.138
Kolmogorov-Smirnov Z		.500	.445	.686	.551	.308
Asymp. Sig. (2-tailed)		.964	.989	.734	.922	1.000

a. Test distribution is Normal.

b. Calculated from data.

One-Sample Kolmogorov-Smirnov Test

		VISOFL1	VISOFL2	VISOFL3	VIAS1	VIAS2
N		5	5	5	5	5
Normal Parameters ^{a,b}	Mean	.022800	.019660	.023600	.127800	.110880
	Std. Deviation	.0067831	.0016149	.0041431	.0124294	.0174137
Most Extreme Differences	Absolute	.287	.164	.302	.252	.229
	Positive	.287	.146	.302	.252	.229
	Negative	-.252	-.164	-.199	-.189	-.175
Kolmogorov-Smirnov Z		.641	.368	.676	.563	.512
Asymp. Sig. (2-tailed)		.806	.999	.751	.909	.956

a. Test distribution is Normal.

b. Calculated from data.

One-Sample Kolmogorov-Smirnov Test

		VIAS3	PROSO1	PROSO2	PROSO3	PROSOFL1
N		5	5	5	5	5
Normal Parameters ^{a,b}	Mean	.101240	.080920	.088140	.094860	.020720
	Std. Deviation	.0213153	.0071103	.0034041	.0159586	.0050296
Most Extreme Differences	Absolute	.210	.237	.169	.279	.203
	Positive	.210	.146	.122	.188	.141
	Negative	-.165	-.237	-.169	-.279	-.203
Kolmogorov-Smirnov Z		.469	.531	.378	.623	.453
Asymp. Sig. (2-tailed)		.980	.941	.999	.833	.986

a. Test distribution is Normal.

b. Calculated from data.

One-Sample Kolmogorov-Smirnov Test

		PROSOFL2	PROSOFL3	PROAST1	PROAST2	PROAST3
N		5	5	5	5	5
Normal Parameters ^{a,b}	Mean	.026020	.026020	.088140	.073180	.070840
	Std. Deviation	.0061182	.0053115	.0112616	.0059167	.0168696
Most Extreme Differences	Absolute	.289	.334	.209	.205	.238
	Positive	.289	.334	.165	.205	.238
	Negative	-.248	-.253	-.209	-.157	-.202
Kolmogorov-Smirnov Z		.647	.747	.468	.459	.532
Asymp. Sig. (2-tailed)		.797	.632	.981	.984	.940

a. Test distribution is Normal.

b. Calculated from data.



สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ 15 แสดงการทดสอบ 2-way ANOVA ตามวัตถุประสงค์ข้อที่ 2.1

Vita Group

Univariate Analysis of Variance

Between-Subjects Factors

		Value Label	N
SYSTEM	1	shofu	15
	2	soflex	15
	3	astropol	15
TIME	1	30 sec	15
	2	60 sec	15
	3	120 sec	15

Descriptive Statistics

Dependent Variable: RA

SYSTEM	TIME	Mean	Std. Deviation	N
shofu	30 sec	.106720	.0266829	5
	60 sec	.093480	.0160388	5
	120 sec	.096860	.0082294	5
	Total	.099020	.0181679	15
soflex	30 sec	.022800	.0067831	5
	60 sec	.019660	.0016149	5
	120 sec	.023600	.0041431	5
	Total	.022020	.0046790	15
astropol	30 sec	.127800	.0124294	5
	60 sec	.110880	.0174137	5
	120 sec	.101240	.0213153	5
	Total	.113307	.0197412	15
Total	30 sec	.085773	.0496438	15
	60 sec	.074673	.0428517	15
	120 sec	.073900	.0388960	15
	Total	.078116	.0433578	45

Tests of Between-Subjects Effects

Dependent Variable: RA

Source	Type III Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Corrected Model	.075 ^b	8	.009	41.686	.000
Intercept	.275	1	.275	1226.589	.000
SYSTEM	.072	2	.036	161.552	.000
SYSTEM * TIME	.001	4	.000	1.117	.364
TIME	.001	2	.001	2.957	.065
Error	.008	36	.000		
Total	.357	45			
Corrected Total	.083	44			

a. Computed using alpha = .05

b. R Squared = .903 (Adjusted R Squared = .881)

Estimated Marginal Means

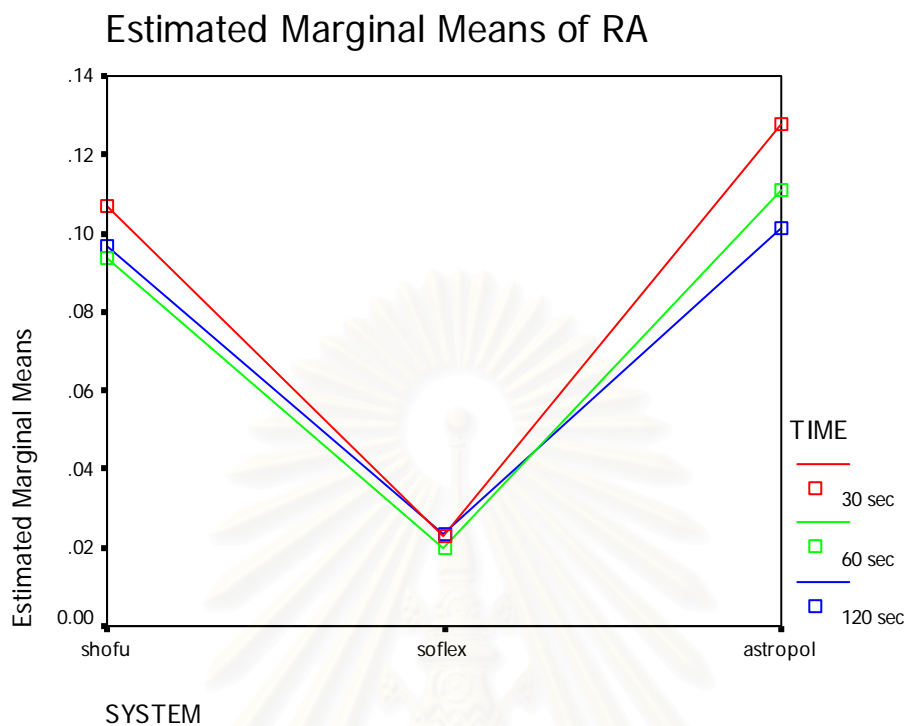
SYSTEM * TIME

Dependent Variable: RA

SYSTEM	TIME	Mean	Std. Error	95% Confidence Interval	
				Lower Bound	Upper Bound
shofu	30 sec	.107	.007	.093	.120
	60 sec	.093	.007	.080	.107
	120 sec	.097	.007	.083	.110
soflex	30 sec	.023	.007	.009	.036
	60 sec	.020	.007	.006	.033
	120 sec	.024	.007	.010	.037
astropol	30 sec	.128	.007	.114	.141
	60 sec	.111	.007	.097	.124
	120 sec	.101	.007	.088	.115

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

Profile Plots



สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ 16 แสดงการทดสอบ 2-way ANOVA ตามวัตถุประสงค์ข้อที่ 2.1

Procad Group

Univariate Analysis of Variance

Between-Subjects Factors

		Value Label	N
SYSTEM	1	shofu	15
	2	soflex	15
	3	astropol	15
TIME	1	30 sec	15
	2	60 sec	15
	3	120 sec	15

Descriptive Statistics

Dependent Variable: RA

SYSTEM	TIME	Mean	Std. Deviation	N
shofu	30 sec	.080920	.0071103	5
	60 sec	.088140	.0034041	5
	120 sec	.094860	.0159586	5
	Total	.087973	.0111909	15
soflex	30 sec	.094860	.0159586	5
	60 sec	.020720	.0050296	5
	120 sec	.026020	.0053115	5
	Total	.047200	.0361930	15
astropol	30 sec	.088140	.0112616	5
	60 sec	.073180	.0059167	5
	120 sec	.070840	.0168696	5
	Total	.077387	.0138011	15
Total	30 sec	.087973	.0125762	15
	60 sec	.060680	.0302644	15
	120 sec	.063907	.0321579	15
	Total	.070853	.0286784	45

Tests of Between-Subjects Effects

Dependent Variable: RA

Source	Type III Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Corrected Model	.032 ^b	8	.004	33.497	.000
Intercept	.226	1	.226	1897.644	.000
SYSTEM	.013	2	.007	56.402	.000
SYSTEM * TIME	.012	4	.003	24.781	.000
TIME	.007	2	.003	28.026	.000
Error	.004	36	.000		
Total	.262	45			
Corrected Total	.036	44			

a. Computed using alpha = .05

b. R Squared = .882 (Adjusted R Squared = .855)

Estimated Marginal Means

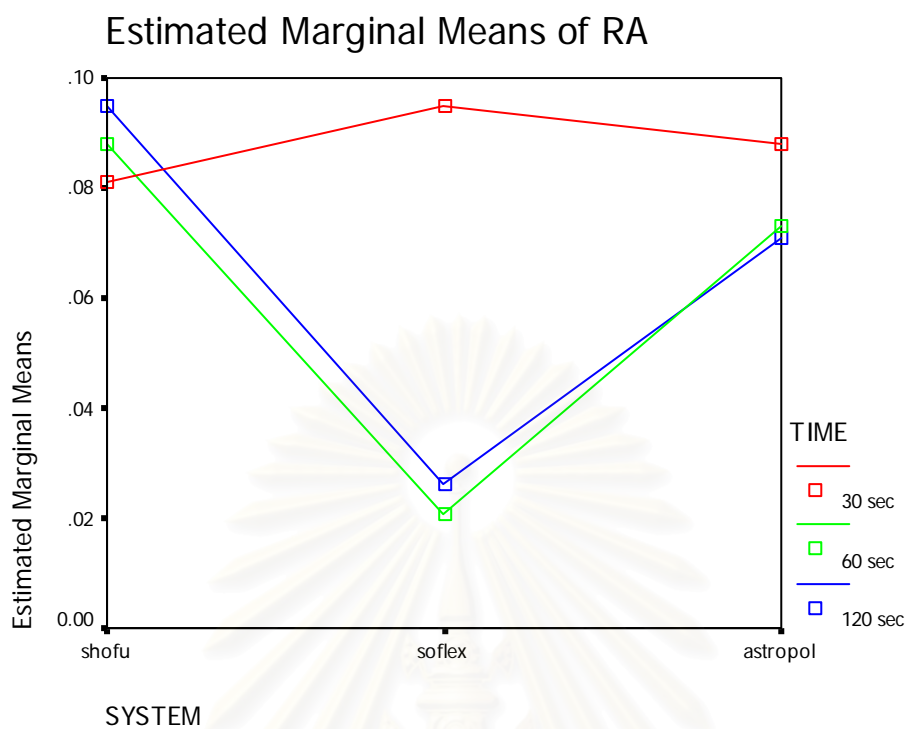
SYSTEM * TIME

Dependent Variable: RA

SYSTEM	TIME	Mean	Std. Error	95% Confidence Interval	
				Lower Bound	Upper Bound
shofu	30 sec	.081	.005	.071	.091
	60 sec	.088	.005	.078	.098
	120 sec	.095	.005	.085	.105
soflex	30 sec	.095	.005	.085	.105
	60 sec	.021	.005	.011	.031
	120 sec	.026	.005	.016	.036
astropol	30 sec	.088	.005	.078	.098
	60 sec	.073	.005	.063	.083
	120 sec	.071	.005	.061	.081

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

Profile Plots



สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ 17 แสดงการแจกแจงข้อมูลทางสถิติด้วย One-Sample K-S ตามวัตถุประสงค์ข้อ
ที่ 2.2

Vita Group

NPar Tests

One-Sample Kolmogorov-Smirnov Test

		Vita Glaze	VITASHOF	VITASOFL	VITAAST
N		5	15	15	15
Normal Parameters ^{a,b}	Mean	.029180	.099020	.02202	.113307
	Std. Deviation	.007444	.018168	.00468	.019741
Most Extreme Differences	Absolute	.224	.141	.244	.116
	Positive	.212	.141	.244	.109
	Negative	-.224	-.089	-.152	-.116
Kolmogorov-Smirnov Z		.500	.547	.943	.448
Asymp. Sig. (2-tailed)		.964	.926	.336	.988

a. Test distribution is Normal.

b. Calculated from data.

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ 18 แสดงการแจกแจงข้อมูลทางสถิติด้วย One-Sample K-S ตามวัตถุประสงค์ข้อ
ที่ 2.2

Procad Group

NPar Tests

One-Sample Kolmogorov-Smirnov Test

		Procad Glaze	PROSO1	PROSO2	PROSO3	PROSOFL1
N		5	5	5	5	5
Normal Parameters ^{a,b}	Mean	.043500	.080920	.088140	.094860	.020720
	Std. Deviation	.0070225	.0071103	.0034041	.0159586	.0050296
Most Extreme Differences	Absolute	.199	.237	.169	.279	.203
	Positive	.199	.146	.122	.188	.141
	Negative	-.157	-.237	-.169	-.279	-.203
Kolmogorov-Smirnov Z		.445	.531	.378	.623	.453
Asymp. Sig. (2-tailed)		.989	.941	.999	.833	.986

a. Test distribution is Normal.

b. Calculated from data.

One-Sample Kolmogorov-Smirnov Test

		PROSOFL2	PROSOFL3	PROAST1	PROAST2	PROAST3
N		5	5	5	5	5
Normal Parameters ^{a,b}	Mean	.026020	.026020	.088140	.073180	.070840
	Std. Deviation	.0061182	.0053115	.0112616	.0059167	.0168696
Most Extreme Differences	Absolute	.289	.334	.209	.205	.238
	Positive	.289	.334	.165	.205	.238
	Negative	-.248	-.253	-.209	-.157	-.202
Kolmogorov-Smirnov Z		.647	.747	.468	.459	.532
Asymp. Sig. (2-tailed)		.797	.632	.981	.984	.940

a. Test distribution is Normal.

b. Calculated from data.

ตารางที่ 19 แสดงการทดสอบ ANOVA ตามวัตถุประสงค์ข้อ 2.2

Vita Group

Oneway

Descriptives

VITAPOST

	N	Mean	Std. Deviation	95% Confidence Interval for Mean		Minimum	Maximum
				Lower Bound	Upper Bound		
Shofu	15	.099020	.0181679	.088959	.109081	.0713	.1447
Soflex	15	.022020	.0046790	.019429	.024611	.0160	.0303
Astropol	15	.113307	.0197412	.102374	.124239	.0805	.1457
Glazing	5	.029180	.0074436	.019938	.038422	.0217	.0377
Total	50	.073222	.0437323	.060793	.085651	.0160	.1457

Test of Homogeneity of Variances

VITAPOST

Levene Statistic	df1	df2	Sig.
5.790	3	46	.002

ANOVA

VITAPOST

			Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Between Groups	(Combined)		.083	3	.028	120.160	.000
	Linear Term	Unweighted	.006	1	.006	23.935	.000
		Weighted	.001	1	.001	4.620	.037
		Deviation	.082	2	.041	177.930	.000
Within Groups			.011	46	.000		
Total			.094	49			

Robust Tests of Equality of Means

VITAPOST

	Statistic ^a	df1	df2	Sig.
Welch	161.224	3	15.041	.000
Brown-Forsythe	146.049	3	33.152	.000

a. Asymptotically F distributed.

Post Hoc Tests

Multiple Comparisons

Dependent Variable: VITAPOST

	(I) SYSTEM	(J) SYSTEM	Mean Difference (I-J)	Std. Error	Sig.
Bonferroni	Shofu	Soflex	.077000*	.0055443	.000
		Astropol	-.014287	.0055443	.079
		Glazing	.069840*	.0078409	.000
	Soflex	Shofu	-.077000*	.0055443	.000
		Astropol	-.091287*	.0055443	.000
		Glazing	-.007160	.0078409	1.000
	Astropol	Shofu	.014287	.0055443	.079
		Soflex	.091287*	.0055443	.000
		Glazing	.084127*	.0078409	.000
	Glazing	Shofu	-.069840*	.0078409	.000
		Soflex	.007160	.0078409	1.000
		Astropol	-.084127*	.0078409	.000
Tamhane	Shofu	Soflex	.077000*	.0048440	.000
		Astropol	-.014287	.0069272	.258
		Glazing	.069840*	.0057521	.000
	Soflex	Shofu	-.077000*	.0048440	.000
		Astropol	-.091287*	.0052384	.000
		Glazing	-.007160	.0035413	.462
	Astropol	Shofu	.014287	.0069272	.258
		Soflex	.091287*	.0052384	.000
		Glazing	.084127*	.0060879	.000
	Glazing	Shofu	-.069840*	.0057521	.000
		Soflex	.007160	.0035413	.462
		Astropol	-.084127*	.0060879	.000

*. The mean difference is significant at the .05 level.

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ 20 แสดงการทดสอบ ANOVA ตามวัตถุประสงค์ข้อ 2.2

Procad Group

Oneway

Descriptives

PROCPOST							
	N	Mean	Std. Deviation	95% Confidence Interval for Mean		Minimum	Maximum
				Lower Bound	Upper Bound		
1	5	.080920	.0071103	.072091	.089749	.0704	.0896
2	5	.088140	.0034041	.083913	.092367	.0833	.0924
3	5	.094860	.0159586	.075045	.114675	.0688	.1090
4	5	.020720	.0050296	.014475	.026965	.0143	.0264
5	5	.026020	.0061182	.018423	.033617	.0208	.0330
6	5	.026020	.0053115	.019425	.032615	.0212	.0320
7	5	.088140	.0112616	.074157	.102123	.0731	.0991
8	5	.073180	.0059167	.065833	.080527	.0667	.0811
9	5	.081100	.0056978	.074025	.088175	.0752	.0886
10	5	.043500	.0070225	.034780	.052220	.0362	.0538
Total	50	.062260	.0293640	.053915	.070605	.0143	.1090

Test of Homogeneity of Variances

PROCPOST			
Levene Statistic	df1	df2	Sig.
1.576	9	40	.156

ANOVA

PROCPOST					
	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Between Groups	.040	9	.004	67.625	.000
Within Groups	.003	40	.000		
Total	.042	49			

Robust Tests of Equality of Means

PROCPOST				
	Statistic ^a	df1	df2	Sig.
Welch	102.301	9	16.192	.000
Brown-Forsythe	67.625	9	18.612	.000

a. Asymptotically F distributed.

Post Hoc Tests

Multiple Comparisons

Dependent Variable: PROCPOST

	(I) TIME	(J) TIME	Mean Difference (I-J)	Std. Error	Sig.
Bonferro ni	1	2	-.007220	.0051044	1.000
		3	-.013940	.0051044	.421
		4	.060200(*)	.0051044	.000
		5	.054900(*)	.0051044	.000
		6	.054900(*)	.0051044	.000
		7	-.007220	.0051044	1.000
		8	.007740	.0051044	1.000
		9	-.000180	.0051044	1.000
		10	.037420(*)	.0051044	.000
			2	1	.007220
3	-.006720			.0051044	1.000
4	.067420(*)			.0051044	.000
5	.062120(*)			.0051044	.000
6	.062120(*)			.0051044	.000
7	.000000			.0051044	1.000
8	.014960			.0051044	.250
9	.007040			.0051044	1.000
10	.044640(*)			.0051044	.000
	3			1	.013940
		2	.006720	.0051044	1.000
		4	.074140(*)	.0051044	.000
		5	.068840(*)	.0051044	.000
		6	.068840(*)	.0051044	.000
		7	.006720	.0051044	1.000
		8	.021680(*)	.0051044	.006
		9	.013760	.0051044	.460
		10	.051360(*)	.0051044	.000
			4	1	-.060200(*)
2	-.067420(*)			.0051044	.000
3	-.074140(*)			.0051044	.000
5	-.005300			.0051044	1.000
6	-.005300			.0051044	1.000
7	-.067420(*)			.0051044	.000
8	-.052460(*)			.0051044	.000
9	-.060380(*)			.0051044	.000
10	-.022780(*)			.0051044	.003

	(I) TIME	(J) TIME	Mean Difference (I-J)	Std. Error	Sig.
Bonferro ni	5	1			
		2	-.054900(*)	.0051044	.000
		3	-.062120(*)	.0051044	.000
		4	-.068840(*)	.0051044	.000
		6	.005300	.0051044	1.000
		7	.000000	.0051044	1.000
		8	-.062120(*)	.0051044	.000
		9	-.047160(*)	.0051044	.000
		10	-.055080(*)	.0051044	.000
			10	-.017480	.0051044
	6	1			
		2	-.054900(*)	.0051044	.000
		3	-.062120(*)	.0051044	.000
		4	-.068840(*)	.0051044	.000
		5	.005300	.0051044	1.000
		7	.000000	.0051044	1.000
		8	-.062120(*)	.0051044	.000
		9	-.047160(*)	.0051044	.000
		10	-.055080(*)	.0051044	.000
			10	-.017480	.0051044
	7	1			
		2	.007220	.0051044	1.000
		3	.000000	.0051044	1.000
		4	-.006720	.0051044	1.000
		5	.067420(*)	.0051044	.000
		6	.062120(*)	.0051044	.000
		8	.062120(*)	.0051044	.000
		9	.014960	.0051044	.250
		10	.007040	.0051044	1.000
			10	.044640(*)	.0051044
	8	1			
		2	-.007740	.0051044	1.000
		3	-.014960	.0051044	.250
		4	-.021680(*)	.0051044	.006
		5	.052460(*)	.0051044	.000
		6	.047160(*)	.0051044	.000
		7	.047160(*)	.0051044	.000
		9	-.014960	.0051044	.250
		10	-.007920	.0051044	1.000
			10	.029680(*)	.0051044

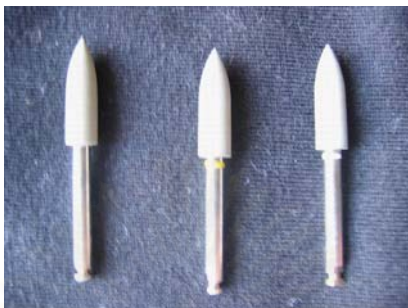
	(I) TIME	(J) TIME	Mean Difference (I-J)	Std. Error	Sig.
Bonferro ni	9	1	.000180	.0051044	1.000
		2	-.007040	.0051044	1.000
		3	-.013760	.0051044	.460
		4	.060380(*)	.0051044	.000
		5	.055080(*)	.0051044	.000
		6	.055080(*)	.0051044	.000
		7	-.007040	.0051044	1.000
		8	.007920	.0051044	1.000
		10	.037600(*)	.0051044	.000
		10	10	1	-.037420(*)
2	-.044640(*)			.0051044	.000
3	-.051360(*)			.0051044	.000
4	.022780(*)			.0051044	.003
5	.017480			.0051044	.065
6	.017480			.0051044	.065
7	-.044640(*)			.0051044	.000
8	-.029680(*)			.0051044	.000
9	-.037600(*)			.0051044	.000

* The mean difference is significant at the .05 level.

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ข้อมูลหัวขัด

ชุดหัวขัดยางซิลิโคน



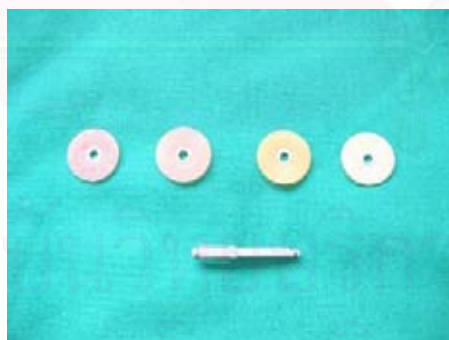
รูปที่ 12 ชุดหัวขัดยางซิลิโคน

- ประกอบด้วย:
 - Ceramiste standard polisher
 - Ceramiste ultra polisher (คาดเหลือง)
 - Ceramiste ultra II polisher (คาดขาว)

ซึ่งแต่ละหัวขัดประกอบด้วยยางซิลิโคนที่มีกากเพชรแทรกตัวกระจายอย่างสม่ำเสมอ

- ความเร็วหัวกรอที่บริษัทแนะนำ 10,000-12,000 รอบ/นาที

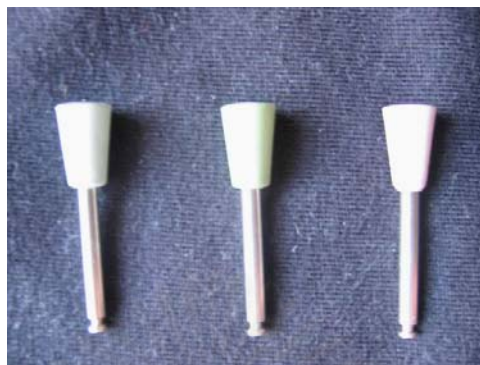
ชุดหัวขัดกระดาษทรายรูปแผ่นกลม



รูปที่ 13 ชุดหัวขัดกระดาษทรายรูปแผ่นกลม

- ประกอบด้วย แผ่นขัดโพลีเอสเตอร์ที่มีอลูมิเนียมออกไซด์เป็นองค์ประกอบ มี 4 ระดับ ความหยาบ คือ coarse disc, medium disc, fine disc, superfine disc
- ความเร็วหัวกรอที่บริษัทแนะนำ
 - coarse และ medium disc 10,000 รอบ/นาที
 - fine และ superfine disc 30,000 รอบ/นาที

ชุดหัวขัดแอสโตรโพล



รูปที่ 14 ชุดหัวขัดยางแอสโตรโพล

- ประกอบด้วย หัวขัด 3 ระดับ คือ
 - Finishing bur (สีเทา)
 - Polishing bur (สีเขียว)
 - High gloss polishing bur (สีชมพู)

ซึ่งแต่ละหัวขัดประกอบไปด้วย ยางอินเดียม ซิลิคอนคาร์ไบด์ อลูมิเนียมออกไซด์ ไททานเนียมออกไซด์ และเหล็กออกไซด์ และในหัวขัดสีชมพูมีส่วนประกอบของผงกากเพชรรวมอยู่ด้วย

- ความเร็วหัวกรอที่บริษัทแนะนำ 10,000 รอบ/นาที

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ประวัติผู้เขียน

นางสาวสิรินธร วิชชุชาญ เกิดเมื่อวันที่ 27 พฤศจิกายน พ.ศ. 2519 ที่ กรุงเทพมหานคร สำเร็จการศึกษาปริญญาตรีทันตแพทยศาสตรบัณฑิต จากคณะทันตแพทยศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ในปีการศึกษา 2543 เข้ารับราชการตำแหน่งอาจารย์ ภาควิชาทันตกรรมทั่วไป คณะทันตแพทยศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร เป็นเวลา 2 ปี จึงเข้าศึกษาต่อในหลักสูตรวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต ภาควิชาทันตกรรมประดิษฐ์ ที่จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ในปีการศึกษา 2545 ปัจจุบันเป็นทันตแพทย์ประจำของคลินิกเอกชน



สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย