

การศึกษา เปรียบเทียบแรง เฝื่อนปกของบล็อกโลหะวัดพื้น
ด้วยกลาสไอโอโนเมอร์และซิงค์ฟอสเฟตซีเมนต์



นายทรงชัย นครน้อย

สถาบันวิทยบริการ

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต

ภาควิชาทันตกรรมจัดฟัน


บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

พ.ศ. 2537

ISBN 974-583-975-2

ลิขสิทธิ์ของบัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

Shear/Peel Strength Comparison Between Glassionomer
and Zinc Phosphate Cements for Orthodontic Banding



Mr. Songchai Nakornnoi

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

A Thesis Submitted in Partial Fulfilment of the Requirements

for the Degree of Master of Science

Department of Orthodontics

Graduate School

Chulalongkorn University

1994

ISBN 974-583-975-2

หัวข้อวิทยานิพนธ์

การศึกษา เปรียบเทียบแรง เหนือปกของบล็อกโลหะ รััดพื้น

ด้วยกลาสไอโอโนเมอร์และ ซิงค์ฟอสเฟตซีเมนต์

โดย

นายทรงชัย นครน้อย

ภาควิชา

ทันตกรรมจัดฟัน

อาจารย์ที่ปรึกษา

ผู้ช่วยศาสตราจารย์ วัชระ เพชรคุปต์

อาจารย์ที่ปรึกษาร่วม

ดร.ชลธชา ห้านิรดีศัย




บัณฑิตวิทยาลัย จฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย อนุมัติให้บัณฑิตวิทยาลัยรับเป็น ส่วนหนึ่ง
ของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาโทบัณฑิต

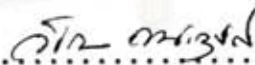

.....คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย

(ศาสตราจารย์ ดร.ถาวร วัชราภัย)


คณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์


.....ประธานกรรมการ


(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ รักษิณ เหล่าสุทธิวงษ์)


.....กรรมการ

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ วัชระ เพชรคุปต์)


.....กรรมการ

(ดร.ชลธชา ห้านิรดีศัย)


.....กรรมการ

(อาจารย์ทันตแพทย์สมศักดิ์ เจ็งประภากร)

ลิขสิทธิ์ของบัณฑิตวิทยาลัย จฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

พิมพ์ต้นฉบับบทคัดย่อวิทยานิพนธ์ลงในกรอบสี่เหลี่ยมนี้เพียงฉบับเดียว



ทรงชัย นครน้อย : การศึกษาเปรียบเทียบแรงเฉือนปอกของปลอกโลหะรัดฟันด้วย
กลาสไอโอโนเมอร์และซิงค์ฟอสเฟตซีเมนต์ (SHEAR/PEEL STRENGTH COMPARISON
BETWEEN GLASSIONOMER AND ZINC PHOSPHATE CEMENTS FOR ORTHODONTIC
BANDING) อ.ที่ปรึกษา : ผศ.ทพ.วัชระ เพชรคุปต์, อ.ที่ปรึกษาร่วม : ทพ.ดร.ชลธษา
ห่านิรัตศิษย์, 71 หน้า, ISBN 974-583-975-2

การวิจัยนี้เพื่อศึกษาเปรียบเทียบแรงเฉือนปอกของกลาสไอโอโนเมอร์กับซิงค์ฟอสเฟตซีเมนต์
ในการยึดปลอกโลหะรัดฟันกับตัวฟันในงานทันตกรรมจัดฟัน ตลอดจนศึกษาถึงลักษณะของความล้มเหลวของ
กลาสไอโอโนเมอร์และซิงค์ฟอสเฟตซีเมนต์ในการยึดปลอกโลหะรัดฟัน

กลุ่มตัวอย่างของการวิจัยคือฟันกรามน้อยซี่ที่ 1 ซึ่งได้จากการถอนฟันในผู้ป่วยทางทันตกรรมจัดฟัน
ซึ่งต้องถอนฟันกรามน้อยซี่ที่ 1 ทั้ง 4 ซี่ จำนวน 30 ราย โดยแบ่งฟันตัวอย่างที่ได้จากการถอนฟันในคนไข้
รายเดียวกันออกเป็นคู่ คือ ฟันกรามน้อยบนด้านขวาและด้านซ้าย ฟันกรามน้อยล่างด้านขวาและด้านซ้าย
ปลอกโลหะรัดฟัน, กลาสไอโอโนเมอร์และซิงค์ฟอสเฟตซีเมนต์ผลิตโดยบริษัท Ormco ทำการยึดปลอก
โลหะรัดฟันที่เลือกขนาดให้เหมาะสมกับฟันแต่ละซี่ ในด้านหนึ่งด้วยกลาสไอโอโนเมอร์และอีกด้านหนึ่งด้วย
ซิงค์ฟอสเฟตซีเมนต์ หลังจากปฏิบัติรักษาก่อตัวของซีเมนต์ไปแล้ว 24 ชั่วโมง นำไปวัดหาค่าเฉลี่ยแรงเฉือนปอก
ทดสอบทางสถิติโดย t-test พบว่า

1. มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ($p < 0.01$) ระหว่างค่าเฉลี่ยแรงเฉือนปอกของ
กลาสไอโอโนเมอร์และซิงค์ฟอสเฟตซีเมนต์ ในการยึดปลอกโลหะรัดฟันในฟันกรามน้อยซี่ที่ 1
2. ไม่พบความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ($p > 0.01$) ระหว่างค่าเฉลี่ยแรงเฉือนปอกของ
กลาสไอโอโนเมอร์ในการยึดปลอกโลหะรัดฟันในฟันกรามน้อยซี่ที่ 1 บนและล่าง และความล้มเหลวในการยึด
ส่วนใหญ่เกิดระหว่างตัวซีเมนต์กับปลอกโลหะรัดฟัน
3. ไม่พบความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ($p > 0.01$) ระหว่างค่าเฉลี่ยแรงเฉือนปอกของ
ซิงค์ฟอสเฟตซีเมนต์ ในการยึดปลอกโลหะรัดฟันในฟันกรามน้อยซี่ที่ 1 บนและล่าง และความล้มเหลวในการ
ยึดส่วนใหญ่เกิดจากภายในตัวซีเมนต์เอง

ภาควิชา.....ทันตกรรมจัดฟัน
สาขาวิชา.....ทันตกรรมจัดฟัน
ปีการศึกษา.....2536

ลายมือชื่อนิพนธ์.....
ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษา.....
ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษาร่วม.....



##C465052 : MAJOR ORTHODONTIC

KEY WORD: GLASSIONOMER/ZINC PHOSPHATE/SHEAR/PEEL STRENGTH

SONGCHAI NAKORNOI : SHEAR/PEEL STRENGTH COMPARISON BETWEEN
GLASSIONOMER AND ZINC PHOSPHATE CEMENTS FOR ORTHODONTIC BANDING.

THESIS ADVISOR : ASSI.PROF.VACHARA PHETCHARAKUPT, THESIS CO-ADVISOR:
DR.CHOLTACHA HARNIRATTISAI, 71 pp. ISBN 974-583-975-2

The purposes of this research were to compare the shear/peel strength between a glassionomer cement and a zinc phosphate cement for cementation of orthodontic bands, and to study the frequency of failure location that occurs.

One hundred and twenty sound, extracted human premolar teeth were selected from orthodontic patients who were extracted 4 first premolars. The teeth of the same patients' were divided into two groups (upper premolars and lower premolars). The cements and bands were the products ofOrmco's. Cement selected bands which were fitted on each tooth by glassionomer cement on one side and zinc phosphate cement on the other. Shear/peel strength was tested 24 hours after cementation. The results were statistically analyzed using T-test.

Research Results :

1. There was significant difference between shear/peel strength of a glassionomer cement and a zinc phosphate cement ($p < 0.01$).
2. Shear/peel strength of glassionomer cement was not significant difference between upper and lower premolars ($p > 0.01$). The frequency of failure location mostly occurred between cement and the stainless steel band.
3. Shear/peel strength of a zinc phosphate cement was not significant difference between upper and lower premolars ($p > 0.01$). The frequency of failure location mostly occurred within the cement.

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ภาควิชา.....ทันตกรรมจัดฟัน

สาขาวิชา.....ทันตกรรมจัดฟัน

ปีการศึกษา.....2536

ลายมือชื่อนิสิต.....*Dr. H*

ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษา.....*Dr. Vachara*

ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษาร่วม.....*Dr. Choltacha*



กิตติกรรมประกาศ

วิทยานิพนธ์เรื่องนี้สำเร็จได้ด้วยความช่วยเหลือทางด้านวิชาการอย่างดียิ่งจาก ผู้ช่วยศาสตราจารย์ทันตแพทย์วัชรระ เพชรคุปต์, อาจารย์ ทพ.ดร.ชลธชา ห้านิวัติชัย และ คณาจารย์ภาควิชาทันตกรรมจัดฟัน คณะทันตแพทยศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ทุกท่านที่ กรุณาให้คำแนะนำซึ่งมีประโยชน์ต่อการวิจัย ผู้วิจัยขอกราบขอบพระคุณมา ณ ที่นี้

ทางด้าน การรวบรวมตัวอย่างฟัน ผู้วิจัยขอขอบพระคุณ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ทันต แพทย์หญิงพรทิพย์ ชิวชรัตน์ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ (พิเศษ) ทันตแพทย์หญิงสมใจ ศาสตร์วาทะ อาจารย์ทันตแพทย์หญิงจินตนา ศิริชุมพันธ์ อาจารย์ทันตแพทย์หญิงศิริเพ็ญ กังวลกิจ และพี่ๆ เพื่อนๆ ที่กรุณาเก็บรวบรวมฟัน

ทางด้าน การรวบรวมข้อมูล ผู้วิจัยขอขอบพระคุณทันตแพทย์หญิงนิมิตดา ภัทรนิฐิโพบูลย์ ที่กรุณาช่วยตรวจสอบและคัดเลือกขนาดของบล็อกโลหะจัดฟัน คุณสุวรรณา อุทยานมรรค์ เจ้าหน้าที่หน่วยวิจัย คณะทันตแพทยศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหิดล ที่สละเวลาและให้คำแนะนำในการใช้อุปกรณ์เครื่องมือในการวิจัยอย่างยิ่ง

ขอกราบขอบพระคุณผู้ช่วยศาสตราจารย์ทันตแพทย์กนก สรเทศน์ และอาจารย์ทันต แพทย์สมศักดิ์ เจ็งประภากร ที่กรุณาให้คำปรึกษาเรื่องการใช้คอมพิวเตอร์ในการวิเคราะห์ข้อมูล และการจัดทำสไลด์

ขอขอบพระคุณบริษัทแอดคอร์ดคอร์ปอเรชั่น จำกัด, บริษัทเด็นตอลเฮาส์ จำกัด, บริษัทยูนิดี จำกัด ที่อนุเคราะห์วัสดุที่ใช้ในการวิจัย และบัณฑิตวิทยาลัยที่สนับสนุนทุนวิจัย

ประโยชน์และความดีใดๆที่พึงได้รับจากการศึกษาวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยขอมอบแต่ผู้มี พระคุณทุกท่านด้วยความจริงใจ

ทรงชัย นครน้อย



สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อภาษาไทย.....	ง
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ.....	จ
กิตติกรรมประกาศ.....	ฉ
สารบัญตาราง.....	ฅ
สารบัญภาพ.....	ฉ
บทที่	
1. บทนำ.....	1
ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา.....	1
วัตถุประสงค์ของการวิจัย.....	3
สมมุติฐานของการวิจัย.....	3
ประโยชน์ของการวิจัย.....	3
ขอบเขตของการวิจัย.....	3
ข้อตกลงเบื้องต้น.....	4
ความไม่สมบูรณ์ของการวิจัย.....	5
คำจำกัดความ.....	6
2. วรรณคดีที่เกี่ยวข้อง.....	8
ความสำเร็จและความล้มเหลวของการยึดบล็อกโลหะรััดฟัน.....	8
ซิงค์ฟอสเฟตซีเมนต์.....	10
ข้อดีของซิงค์ฟอสเฟตซีเมนต์ในการยึดบล็อกโลหะรััดฟัน.....	14
ข้อดีของการใช้ซิงค์ฟอสเฟตซีเมนต์ในการยึดบล็อกโลหะรััดฟัน.....	15
กลาสไอโอโนเมอร์ซีเมนต์.....	15

ปฏิกิริยาก่อตัวของกลาสไอโอโนเมอร์.....	23
ข้อดีของกลาสไอโอโนเมอร์ซีเมนต์ในการยึดปลอกโลหะรัดฟัน.....	28
ข้อด้อยของกลาสไอโอโนเมอร์ซีเมนต์ในการยึดปลอกโลหะรัดฟัน.....	31
การผสมซีเมนต์เพื่อใช้ในการยึดปลอกโลหะรัดฟัน.....	31
เทคนิคการยึดปลอกโลหะรัดฟันด้วยซีเมนต์.....	34
3. ระเบียบการวิจัย.....	40
ประชากร.....	40
กลุ่มตัวอย่าง.....	40
เครื่องมือที่ใช้ในการทดลอง.....	40
การรวบรวมข้อมูล.....	46
การจัดกระทำ.....	47
ตัวแปรของการวิจัย.....	49
การวิเคราะห์ข้อมูล.....	49
4. ผลการวิเคราะห์ข้อมูล.....	50
5. สรุปผลการวิจัยและข้อเสนอแนะ.....	61
เอกสารอ้างอิง.....	66
ประวัติผู้เขียน.....	71

สารบัญตาราง

ตารางที่	หน้า
1 แสดงส่วนประกอบของส่วนมงและส่วนเหลวของซิงค์ฟอสเฟตซีเมนต์.....	11
2. แสดงขนาดของบล็อกโลหะรัดฟันที่พอเหมาะ โดยการยอมรับจากทันตแพทย์ จัดฟันจำนวน 2 คน (บล็อกโลหะรัดฟันเป็นบล็อกสำเร็จรูป ของบริษัท Ormco).....	51
3. แสดงพื้นที่ผิวของบล็อกโลหะรัดฟันแต่ละขนาด ซึ่งได้จากการคำนวณหน่วย เป็นตารางมิลลิเมตร.....	52
4. แสดงแรงสูงสุดที่กระทำต่อซีเมนต์ จนทำให้บล็อกโลหะรัดฟันหลุดออกจาก ตัวฟันกรามน้อยซี่ที่ 1 หน่วยเป็นนิวตัน.....	54
5. แสดงแรงเฉือนลอกสูงสุดที่กระทำต่อซีเมนต์จนทำให้บล็อกโลหะรัดฟันหลุด ออกจากตัวฟันกรามน้อยซี่ที่ 1 หน่วยเป็นนิวตันต่อตารางเซนติเมตร.....	56
6. แสดงค่าเฉลี่ยแรงเฉือนลอก, ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน, ค่าสัมประสิทธิ์การ กระจาย และค่า t-test ที่ระดับความมีนัยสำคัญ 0.01 ของซิงค์ฟอสเฟต และกลาสไอโอโนเมอร์ซีเมนต์ที่ยึดบล็อกโลหะรัดฟันในฟันกรามน้อยซี่ที่ 1 บนและล่าง.....	58
7. แสดงลักษณะความล้มเหลวของซิงค์ฟอสเฟตซีเมนต์และกลาสไอโอโนเมอร์ ซีเมนต์.....	59

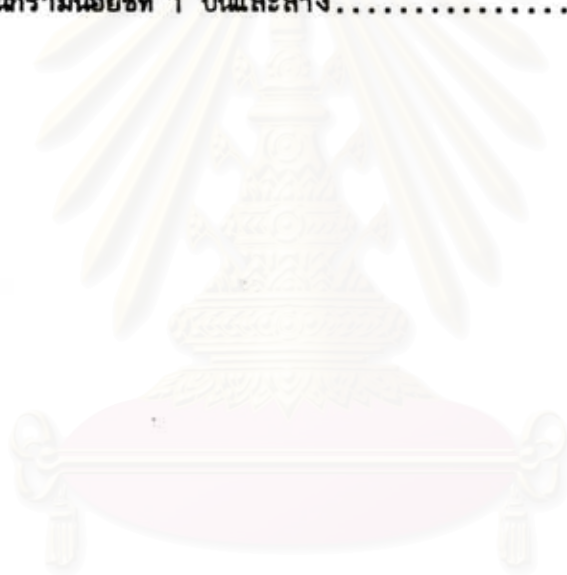
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

สารบัญภาพ

รูปที่	หน้า
1. แสดงลักษณะของความล้มเหลวของซีเมนต์ในการยึดบล็อกโลหะรัดฟันในงานทันตกรรมจัดฟัน.....	5
2. แสดงลักษณะทิศทางของแรงที่กระทำกับบล็อกโลหะรัดฟัน ทำให้เกิดแรงปฏิกิริยาในซีเมนต์ที่ยึดบล็อกโลหะรัดฟัน.....	7
3. แสดงผลของปริมาณของสเตนไฟฟลูออไรด์ ในซิงค์ฟอสเฟตซีเมนต์ที่ใช้ยึดบล็อกโลหะรัดฟัน ที่มีผลต่อการลดการละลายตัวของผิวเคลือบฟัน.....	13
4. แสดงแผนผังส่วนประกอบพื้นฐานของแคลเซียมอลูมิโนซิลิเกต.....	16
5. แสดงผลของสัดส่วนของ ซิลิกา, แคลเซียมฟลูออไรด์ และ อลูมินา ที่มีผลต่อความหีบ, ใส, ชุ่น ของกลาส	17
6. แสดงผลของสัดส่วนของ อลูมินาและซิลิกา ที่มีต่อเวลาการก่อตัว, ความชุ่น, และ ก้ำงความแข็งแรงอัด.....	18
7. แสดงโครงสร้างร่างแหของซิลิกา.....	19
8. แสดงโครงสร้างร่างแหของอลูมิโนซิลิเกต.....	19
9. แสดงการแตกตัว(decomposition)ของ อลูมิโนซิลิเกต เมื่อทำปฏิกิริยากับกรด.....	20
10. แสดงโครงสร้างของกรดโพลีอัสคิโนอิก.....	22
11. แสดงปฏิกิริยาก่อตัวของกลาสไอโอโนเมอร์.....	24
12. แสดง solution ions ในกลาสไอโอโนเมอร์ซีเมนต์.....	25
13. แสดงปฏิกิริยาก่อตัวของกลาสไอโอโนเมอร์ในระยะต่างๆ ได้แก่ ระยะ dissolution, gelation, และ maturation.....	26
14. แสดงโครงสร้างของกลาสไอโอโนเมอร์หลังปฏิกิริยาก่อตัว.....	27

15. แสดงลักษณะการปลดปล่อยฟลูออไรด์ของกลาสไอโอโนเมอร์.....	29
16. แสดงการเกิดพันธะทางเคมี เนื่องจากการมีการแลกเปลี่ยนไอออน ระหว่างกลาสไอโอโนเมอร์กับผิวเคลือบฟัน.....	30
17. แสดงการแช่แม่แก้วผสม โดยวิธี frozen slab technique.....	32
18. แสดงวิธีการผสมของซิงค์ฟอสเฟตซีเมนต์ ซึ่งต้องผสมเป็นวงกว้าง เพื่อ ระบายความร้อน.....	33
19. แสดงวิธีการผสมของกลาสไอโอโนเมอร์ซีเมนต์ ซึ่งผสมเป็นวงแคบ และ รวดเร็วโดยไม่ต้องใช้แรง.....	33
20. แสดงการเลือกบล็อกโลหะรัดฟันที่เหมาะสม.....	35
21. แสดงการกำจัดสารเคลือบผิวเพลลิวไรต์ และแผ่นคราบจุลินทรีย์บนผิว เคลือบฟัน ด้วยผงขัดผิวมีส.....	36
22. แสดงการกันน้ำลายด้วยม้วนสำลี และที่ดูดน้ำลาย.....	36
23. แสดงการใช้ masking tape ป้องกันไม่ให้ซีเมนต์ไหลออกจากบล็อกโลหะ รัดฟัน.....	37
24. แสดงการวางบล็อกโลหะรัดฟันขั้นตอนที่ 1.....	37
25. แสดงการกำจัดซีเมนต์ส่วนเกินออกด้วยแปรงสีฟันที่เปียก.....	38
26. แสดงการวางบล็อกโลหะรัดฟันขั้นตอนที่ 2.....	38
27. แสดงการกำจัดซีเมนต์ส่วนเกินที่เหลือด้วยคิวเรทท์.....	39
28. แสดงบล็อกโลหะรัดฟันที่เชื่อมกระดูกโลหะ 2 ตัวด้านแก้มและด้านลิ้น...	41
29. แสดงเครื่องมือทดสอบทั่วไป Instron universal testing machine รุ่น 4500.....	42
30. แสดงภาพ tower console.....	43
31. แสดงภาพ front panel.....	43
32. แสดงภาพของหน่วยคอมพิวเตอร์.....	44
33. แสดงภาพของ load frame ซึ่งประกอบด้วย fixed crosshead, moving crosshead, และ load cell.....	45

34. แสดงภาพเครื่องมือที่ใช้จับชิ้นงาน ซึ่งออกแบบสำหรับจับบล็อกโลหะรััดพัน
โดยยึดจับบริเวณกระดุมโลหะที่เชื่อมกับบล็อกโลหะรััดพัน..... 46
35. แสดงการคำนวณหาพื้นที่ของบล็อกโลหะรััดพัน..... 46
36. แสดงวิธีตัดแต่งรากกรณีที่ยากโค้งงอ เพื่อให้ขาจับของเครื่องทดสอบแรง
จับได้แน่น..... 47
37. แสดงวิธีการทำความสะอาดผิวพื้นและการทำพื้นให้แห้ง..... 48
38. แสดงแผนภาพค่าเฉลี่ยแรงเฉือนบด, ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน, ค่าสัมประ
สิทธิ์การกระจายของซิงค์ฟอสเฟตซีเมนต์ และกลาสไอโอโนเมอร์ซีเมนต์
ในฟันกรามน้อยซี่ที่ 1 บนและล่าง..... 57



สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

บทที่ 1

บทนำ



ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

วัตถุประสงค์ของการรักษาทางทันตกรรมจัดฟัน คือ การแก้ไขปรับปรุงการสบฟันที่ผิดปกติให้สามารถใช้บดเคี้ยวอาหารได้อย่างมีประสิทธิภาพ มีความสวยงาม ตลอดจนแก้ไขความผิดปกติของความสัมพันธ์ในส่วนโครงสร้างของขากรรไกรบนและล่าง

เครื่องมือที่ใช้ในการบำบัดรักษาผู้ป่วยทางทันตกรรมจัดฟัน สามารถแบ่งออกเป็น 3 ประเภท คือ

1. เครื่องมือทันตกรรมจัดฟันชนิดติดแน่น (Fixed orthodontic appliance)
2. เครื่องมือทันตกรรมจัดฟันชนิดถอดได้ (Removable orthodontic appliance)
3. เครื่องมือทันตกรรมจัดฟันชนิดกึ่งติดแน่นและถอดได้ (Semi-fixed-removable appliance)

การจัดฟันด้วยเครื่องมือทันตกรรมจัดฟันชนิดติดแน่น จะมีส่วนที่ยึดติดกับตัวฟัน เรียกว่าปลอกโลหะรัดฟัน (band) ซึ่งยึดติดกับตัวฟันด้วยซีเมนต์ (cement) เป็นระยะเวลาประมาณ 12-24 เดือน เครื่องมือชนิดนี้จะยึดติดตัวฟันตลอด ทำให้รักษาความสะอาดยากกว่าปกติ ก่อให้เกิดการสะสมของแผ่นคราบจุลินทรีย์ (plaque) ที่บริเวณรอบๆ และข้างใต้ปลอกโลหะรัดฟัน สาเหตุดังกล่าวร่วมกับความล้มเหลวของซีเมนต์ที่อาจเกิดขึ้นในการยึดปลอกโลหะรัดฟันกับผิวเคลือบฟัน (enamel) (Mizrahi, 1979; Copenhaver, 1986; Mizrahi, 1988) จะมีส่วนทำให้เกิดการสูญเสียแร่ธาตุ (demineralization) ของผิวเคลือบฟัน ซึ่งเกิดขึ้นอย่างรวดเร็วภายใน 4 สัปดาห์ ภายหลังการติดเครื่องมือ (Karipidis และ Pearson, 1988) อันเป็นจุดเริ่มของการเกิดโรคฟันผุ ดังนั้นซีเมนต์ที่ใช้ยึดปลอกโลหะรัดฟันจึง

ควรมีคุณสมบัติในการยึดติดกับผิวเคลือบฟันได้ดี สามารถยับยั้งการเจริญเติบโตของเชื้อจุลินทรีย์ และป้องกันการสูญเสียแร่ธาตุของผิวเคลือบฟัน

Noffsinger, Jedrychowski, และ Caputy (1983), Maijer และ Smith (1988) ได้แบ่งความล้มเหลวของการใช้ซีเมนต์ในการยึดปลอกโลหะรัดฟันกับตัวฟันตาม cohesive/adhesive failure ออกเป็น 3 แบบ คือ

1. ความล้มเหลวของแรงยึดที่บริเวณผิวเคลือบฟันกับตัวซีเมนต์ (tooth-cement interface)
2. ความล้มเหลวของแรงยึดที่บริเวณซีเมนต์กับปลอกโลหะรัดฟัน (cement-band interface)
3. ความล้มเหลวภายในตัวซีเมนต์เอง (within the cement itself)

ซีเมนต์ที่ใช้ยึดปลอกโลหะรัดฟันในงานทันตกรรมจัดฟันมีหลายชนิด ที่นิยมใช้ ได้แก่ ซิงค์ฟอสเฟตซีเมนต์ที่ผสมพลูออไรด์ และกลาสไอโอโนเมอร์ซีเมนต์ เนื่องจากซีเมนต์ทั้งสองชนิดมีข้อดีในแง่ของการเป็นแหล่งสะสมพลูออไรด์ โดยเฉพาะอย่างยิ่งตัวกลาสไอโอโนเมอร์เองสามารถปลดปล่อยพลูออไรด์อ่อน ซึ่งเป็นตัวช่วยเสริมสร้างความแข็งแรงของผิวเคลือบฟัน และยับยั้งการเจริญของเชื้อจุลินทรีย์ อันเป็นการป้องกันการสูญเสียแร่ธาตุของผิวเคลือบฟัน

ในงานทันตกรรมจัดฟัน หากสามารถแก้ปัญหาการหลุดของปลอกโลหะรัดฟันในระหว่างการรักษาได้ จะมีประโยชน์อย่างยิ่ง เพราะเป็นการประหยัดวัสดุและเวลาบนเก้าอี้ทันตกรรม และช่วยป้องกันฟันผุใต้ปลอกโลหะรัดฟัน การพิจารณาเลือกใช้ซีเมนต์ชนิดใด นอกจากจะคำนึงถึงคุณสมบัติของการปลดปล่อยพลูออไรด์อ่อนแล้ว ยังต้องพิจารณาถึงความต้านทานแรงเฉือนของซีเมนต์ชนิดนั้นๆ ด้วย เพราะหากซีเมนต์ชนิดใดมีค่าแรงเฉือนปอกสูง ความล้มเหลวในการยึดของปลอกโลหะรัดฟันกับตัวฟันจะมีค่าต่ำลง

ในประเทศไทยยังไม่ปรากฏรายงานการศึกษาเปรียบเทียบแรงเฉือนปอกของซีเมนต์ชนิดใดเลย การศึกษาเปรียบเทียบแรงเฉือนปอกของซิงค์ฟอสเฟตซีเมนต์อันเป็นวัสดุที่ภาคทันตกรรมจัดฟัน คณะทันตแพทยศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัยใช้ในคลินิก กับกลาสไอโอโนเมอร์ซีเมนต์ซึ่งมีคุณสมบัติเด่นในการปลดปล่อยพลูออไรด์อ่อน และการละลายตัวในน้ำลายต่ำ จึงเป็นประโยชน์ในด้านการนำผลการศึกษาที่ได้มาประกอบการพิจารณาเลือกใช้ซีเมนต์ในคลินิก

เพื่อให้ผลการรักษามีประสิทธิภาพยิ่งขึ้นและยังเป็นข้อมูลพื้นฐานในการศึกษาต่อ ๆ ไปด้วย

วัตถุประสงค์ของการวิจัย

1. เพื่อศึกษา เปรียบเทียบแรงเฉือนบดของซิงค์ฟอสเฟตซีเมนต์กับกลาสไอโอโนเมอร์ซีเมนต์ ในการยึดบล็อกโลหะรัดฟันกับตัวฟันในงานทันตกรรมจัดฟัน
2. เพื่อศึกษา ลักษณะของความล้มเหลวของซิงค์ฟอสเฟตซีเมนต์และกลาสไอโอโนเมอร์ซีเมนต์ ในการยึดบล็อกโลหะรัดฟันกับตัวฟันในงานทันตกรรมจัดฟัน

สมมติฐานของการวิจัย

ไม่มีความแตกต่างกันของแรงเฉือนบดของซิงค์ฟอสเฟตซีเมนต์และกลาสไอโอโนเมอร์ซีเมนต์ในการยึดบล็อกโลหะรัดฟันกับตัวฟันในงานทันตกรรมจัดฟัน

ประโยชน์ของการวิจัย

1. เพื่อเป็นข้อมูลพื้นฐานของคุณสมบัติของซีเมนต์ที่ใช้ในงานทันตกรรมจัดฟันในการยึดบล็อกโลหะรัดฟันกับตัวฟัน และเป็นแนวทางในการวิจัยและค้นคว้าต่อไป
2. เพื่อประกอบการพิจารณาเลือกใช้ซีเมนต์ในคลินิก

ขอบเขตของการวิจัย

1. ศึกษาแรงเฉือนบดของซิงค์ฟอสเฟตและกลาสไอโอโนเมอร์ซีเมนต์ในการยึดบล็อกโลหะรัดฟันกับตัวฟันในฟันกรามน้อยซี่ที่หนึ่ง (first premolar) ซึ่งได้จากการถอนฟันผู้ป่วยที่ได้รับการรักษาทางทันตกรรมจัดฟันจำนวนคนละ 4 ซี่
2. ซีเมนต์ที่ใช้ในการวิจัยมี 2 ประเภท คือ

2.1 ซิงค์ฟอสเฟตซีเมนต์ ของบริษัท Ormco สหรัฐอเมริกา

2.2 กลาสไอโอโนเมอร์ซีเมนต์ ของบริษัท Ormco สหรัฐอเมริกา

3. ปลอกโลหะรัดฟัน เป็นชนิดโค้งตามรูปร่างฟัน (contoured band) ของบริษัท Ormco สหรัฐอเมริกา

4. ฟันที่ใช้ในการทดลองเป็นฟันกรามน้อยซี่ที่หนึ่งของผู้ป่วยอายุระหว่าง 10-20 ปี ซึ่งถูกถอนฟันเพื่อการจัดฟัน มีผิวเคลือบฟันสมบูรณ์ ไม่มีรอยโรคใด ๆ หรือได้รับการบูรณะทางทันตกรรม

ข้อตกลงเบื้องต้น

1. ฟันซี่เดียวกันข้างซ้ายและข้างขวาของคนเดียวกัน จะมีขนาดและองค์ประกอบของผิวเคลือบฟันเหมือนกัน

2. การวัดค่าแรงเฉือนปอกจะใช้เครื่อง Instron universal testing machine รุ่น 4500 ซึ่งอ่านค่าเป็นกราฟ และระบบตัวเลข มีค่าความแม่นยำ 0.1%

3. ขนาดของแรงเฉือนปอกที่วัดได้ ไม่ใช่ค่าสมบูรณ์ (absolute value) แต่เป็นค่าเปรียบเทียบ

4. ซิงค์ฟอสเฟตซีเมนต์และกลาสไอโอโนเมอร์ ปลอกโลหะรัดฟัน เป็นผลิตภัณฑ์ของบริษัท Ormco สหรัฐอเมริกา

5. การศึกษาลักษณะของความล้มเหลวของซิงค์ฟอสเฟต และกลาสไอโอโนเมอร์ซีเมนต์ ประเมินจากจำนวนซีเมนต์ที่ติดอยู่กับผิวเคลือบฟัน แบ่งออกเป็น 3 แบบ ตามการทดลองของ Maier และ Smith (1988) คือ

แบบที่ I : ความล้มเหลวของแรงยึดที่บริเวณซีเมนต์กับปลอกโลหะรัดฟัน พบว่าซีเมนต์เกือบทั้งหมดติดกับผิวเคลือบฟัน

แบบที่ II : ความล้มเหลวภายในตัวซีเมนต์เอง พบว่ามีซีเมนต์ติดอยู่กับผิวเคลือบฟันประมาณ $\pm 50\%$

แบบที่ III : ความล้มเหลวของแรงยึดที่บริเวณผิวเคลือบฟันกับซีเมนต์

พบว่าจะมีซีเมนต์ติดกับผิวเคลือบฟันน้อยกว่า 30 %

(ดังรูปที่ 1)

แบบที่ I



Most cement
remaining on enamel

แบบที่ II



± 50% remaining
on enamel

แบบที่ III



Less than
30% on enamel

C=cement remaining, P=premolar

รูปที่ 1 แสดงลักษณะของความล้มเหลวของซีเมนต์ในการยึดบล็อกโลหะรัดฟัน

ในงานทันตกรรมจัดฟัน (Maijer และ Smith, 1988)

ความไม่สมบูรณ์ของการวิจัย

1. การวิจัยนี้เป็นการวิจัยในห้องปฏิบัติการ ซึ่งมีลักษณะต่างไปจากในช่องปาก
ซึ่งมีปัจจัยอื่นมาเกี่ยวข้อง เช่น น้ำลาย, ความชื้น, ลักษณะการสบฟันที่ต่างกัน แต่ใน

การวิจัยนี้ ได้พยายามปรับสภาพแวดล้อมของการทดลอง โดยให้ความชื้นสัมพัทธ์, อุณหภูมิ ใกล้เคียงกับสภาพในช่องปากที่สุด

2.ระยะเวลาในการแช่ฟันในการทดลองนี้ กำหนดไว้ 24 ชั่วโมง ก่อนทำการทดลองก็เพื่อให้ปฏิกิริยาแข็งตัวของซีเมนต์เกิดขึ้นอย่างสมบูรณ์เท่านั้น ในสภาพความเป็นจริงแล้วจะมีการละลายตัวของซีเมนต์เกิดขึ้นด้วยเมื่อเวลานานขึ้น และการละลายตัวนี้ก็จะเป็นปัจจัยอีกตัวหนึ่งที่ทำให้เกิดการล้มเหลวของการยึดปลอกโลหะรัดฟัน

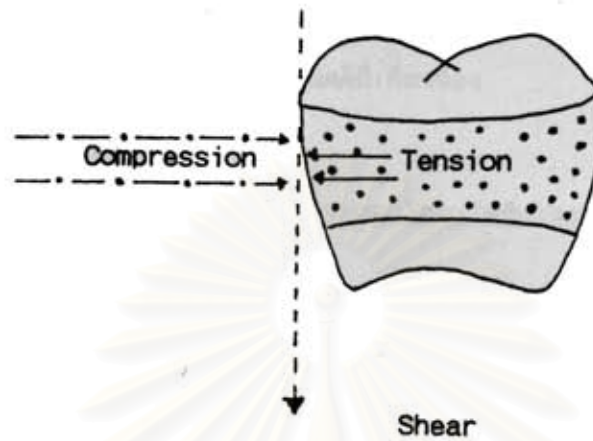
3.ผลการทดลองนี้ไม่อาจอ้างอิงไปถึงกลาสไอโอโนเมอร์, ซิงค์ฟอสเฟต ซีเมนต์ ตลอดจนปลอกโลหะรัดฟันของบริษัทอื่นได้

คำจำกัดความ

1. ความเค้น (Stress) หมายถึง แรงต้านที่เกิดขึ้นภายในของวัสดุใดวัสดุหนึ่งเมื่อมี น้ำหนัก แรงดึง แรงอัด หรือแรงอื่น ๆ มากกระทำกับวัสดุนั้น ค่าความเค้นวัดได้จากแรงหรือน้ำหนักที่กระทำต่อหน่วยพื้นที่ที่วัสดุนั้นถูกกระทำ มีหน่วยเป็นแรงต่อหน่วยพื้นที่ คือ บอนด์/ตารางนิ้ว , กิโลกรัม/ตารางเซนติเมตร หรือเม็กกะนิวตัน/ตารางเมตร (MPa)

2. กำลังแรง (Strength) หมายถึง แรงเค้นที่สูงที่สุดของวัสดุที่สามารถต้านทานได้ เมื่อมีแรงมากกระทำต่อวัสดุ หน่วยของค่ากำลังแรงใช้หน่วยเดียวกับความเค้น

3. แรงเฉือน/บด (Shear/peel force) หมายถึง แรงที่กระทำกับปลอกโลหะรัดฟันที่ยึดอยู่กับผิวเคลือบฟัน ในทิศทางขนานกับพื้นผิวของปลอกโลหะรัดฟัน (Vertical) ทำให้เกิดแรงปฏิกิริยาในซีเมนต์ที่ยึดปลอกโลหะรัดฟันกับผิวฟันในลักษณะของแรงเฉือน (Shear force) ร่วมกับแรงกด (Compressive force) และแรงดึง (Tensile force) ในลักษณะของแรงคู่ควบ (Moment of force) (รูปที่ 2)



รูปที่ 2 แสดงลักษณะทิศทางของแรงที่กระทำกับบล็อกโลหะรัดฟัน ทำให้เกิดแรงปฏิกิริยาในซีเมนต์ที่ยึดบล็อกโลหะรัดฟัน

4. กำลังแรงเฉือน/ลอก (Shear/peel strength) หมายถึง ความเค้นสูงสุดที่วัสดุสามารถต้านทานได้เมื่อมีแรงเฉือน/ลอก มากกระทำ
5. ความต้านทานต่อแรงเฉือนลอก (Shear/peel debond force) หมายถึง แรงปฏิกิริยาสูงสุดที่วัสดุสามารถต้านทานต่อแรงเฉือน/ลอก ที่มากกระทำ

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



วรรณคดีที่เกี่ยวข้อง

ความสำเร็จและความล้มเหลวของการยึดบล็อกโลหะรััดฟันในงานทันตกรรมจัดฟัน

การยึดบล็อกโลหะรััดฟันกับตัวฟันด้วยซีเมนต์ในงานทันตกรรมจัดฟันชนิดติดแน่น ปัญหาที่พบบ่อยคือการหลุดหรือหลวมของบล็อกโลหะรััดฟัน ได้มีการศึกษาถึงความสำเร็จและความล้มเหลวในการยึดบล็อกโลหะรััดฟันทั้งในห้องปฏิบัติการ และการเฝ้าสังเกตทางคลินิก พอสຽບถึงสาเหตุและปัจจัยของความสำเร็จและความล้มเหลวในการยึดบล็อกโลหะรััดฟันได้ดังนี้

1. ขนาดและชนิดของบล็อกโลหะรััดฟัน

การเลือกขนาดของบล็อกโลหะรััดฟันที่หลวมเกินไป ไม่เหมาะสมกับขนาดของฟัน และบล็อกโลหะรััดฟันชนิดที่โค้งตามรูปร่างฟันจะยึดได้ดีกว่า

Seeholzer และ Dasch (1988) แนะนำว่าผิวด้านในของบล็อกโลหะรััดฟันควรได้รับการเป่าทราย หรือทำตะแกรงลวดเพื่อเพิ่มการยึด

2. รูปร่างของฟัน

เป็นที่ทราบกันแล้วว่าฟันซี่เดียวกันซ้ายและขวาจะมีขนาดและองค์ประกอบใกล้เคียงกันมาก และจากการศึกษาของ Maijer และ Smith (1988) พบว่าไม่มี ความแตกต่างของอัตราความล้มเหลวในการยึดบล็อกโลหะรััดฟันในพื้นด้านซ้ายและขวา ซึ่ง สอดคล้องกับการศึกษาของ Mizrahi (1979), Fricker และ Mc Lachlan (1987) แต่กลับพบว่าอัตราความล้มเหลวในการยึดบล็อกโลหะรััดฟัน ในฟันล่างมีมากกว่าฟันบน (Mizrahi, 1988)

3. เพศ

Mizrahi (1982) พบว่าอัตราความล้มเหลวในเพศชายมากกว่าในเพศ

หญิงเล็กน้อย แต่ไม่มีรอยตำหนิทางสัณฐาน

4. ลักษณะของการสบฟันและแรงเคี้ยว (Chewing force)

Gibbs และคณะ (1981) ได้ศึกษาแรงบดเคี้ยวในขณะที่เคี้ยวและกลืน โดยวัดจากเครื่องถ่ายทอดเสียง (Sound transmission) พบว่าแรงเคี้ยวเฉลี่ยจะอยู่ประมาณ 245-1245 นิวตัน

5. การใช้แรงดึงด้วยเครื่องมือนอกปาก (Extraoral traction)

Mizrahi(1982) พบว่าในรายที่ผู้ป่วยใช้แรงดึงด้วยเครื่องมือนอกปาก จะมีอัตราความล้มเหลวในการยึดบล็อกโลหะรัดสูงเกือบเป็น 2 เท่า ของในรายที่ไม่ได้ใช้แรงดึงนอกปาก

6. ชนิดของซีเมนต์

ในงานทันตกรรมจัดฟัน ได้มีการนำซีเมนต์ต่างๆ มาใช้ยึดบล็อกโลหะรัดฟัน เช่น ซิงค์ฟอสเฟตซีเมนต์ , โพลีคาร์บอกซิเลตซีเมนต์ , กลาสไอโอโนเมอร์ซีเมนต์ เป็นต้น แต่ที่นิยมในปัจจุบัน คือ ซิงค์ฟอสเฟต และ กลาสไอโอโนเมอร์ซีเมนต์ ได้มีการศึกษาคุณสมบัติของซีเมนต์ทั้งสองชนิดในการยึดบล็อกโลหะรัดฟันในงานทันตกรรมจัดฟันดังนี้

Rich, Leinfelder และ Hershey (1975) ได้ทำการทดลองวัดแรงยึด(tensile)ของซิงค์ฟอสเฟตและคาร์บอกซิเลตซีเมนต์ในฟันกรามน้อย พบว่าซิงค์ฟอสเฟตสามารถยึดบล็อกโลหะรัดฟันได้ดีกว่าคาร์บอกซิเลตซีเมนต์ ซึ่งเขาอธิบายว่าที่เป็นดังนี้เพราะคาร์บอกซิเลตซีเมนต์สร้างพันธะเคมีได้ไม่ดีในผิวเคลือบฟันที่ไม่เรียบ

Copenhaver (1986) ได้ศึกษาในห้องทดลองถึงผลการยับยั้งการสูญเสียแร่ธาตุที่ผิวเคลือบฟันของซิงค์ฟอสเฟตและกลาสไอโอโนเมอร์ซีเมนต์ โดยวิธี Spectrophotometric analysis พบว่ากลาสไอโอโนเมอร์ซีเมนต์จะสามารถป้องกันการสูญเสียแร่ธาตุของผิวเคลือบฟันได้ดีกว่าซิงค์ฟอสเฟตซีเมนต์

Valk และ Davidson (1987) พบว่า การใช้กลาสไอโอโนเมอร์ซีเมนต์ร่วมกับการใช้แอซิดูเลทโซเดียมฟลูออไรด์ ทำให้เกิดการปลดปล่อยฟลูออไรด์ได้ดีกว่าการใช้แอซิดูเลทโซเดียมฟลูออไรด์ชนิดเฉพาะที่มีลักษณะเป็นรู้นแต่เพียงอย่างเดียว

จึงมีผลยับยั้งการเกิดฟันผุได้ดีกว่า

Fricker และ Mc Lachlan (1985) ได้ทดลองพบว่า ความล้มเหลวในการยึดบล็อกโลหะรัดฟันกับฟันกรามด้วยกลาสไอโอโนเมอร์ซีเมนต์จะเป็น ร้อยละ 0.6 ขณะที่การยึดด้วยซิงค์ฟอสเฟตซีเมนต์จะล้มเหลวถึง ร้อยละ 8.8 ซึ่งไม่ สอดคล้องกับผลการทดลองของ Norris, Schwanger และ Weinberg (1986) ที่พบว่า ไม่มีความแตกต่างของความล้มเหลวในการยึดบล็อกโลหะรัดฟันกับตัวฟัน ที่ยึดด้วย ซีเมนต์ทั้งสองชนิด แต่ได้แนะนำให้ใช้กลาสไอโอโนเมอร์ซีเมนต์ในการยึดบล็อกโลหะรัดฟัน เพราะเนื่องจากซีเมนต์ชนิดนี้ สามารถสร้างพันธะเคมีกับผิวเคลือบฟัน เวลาบล็อกโลหะ รัดฟันหลุดก็ยังคงมีส่วนของซีเมนต์บางส่วนติดกับตัวฟัน จึงเป็นการป้องกันไม่ให้มีการสูญเสียของแร่ธาตุของผิวเคลือบฟัน

Mazrahi (1988) ได้ศึกษาแรงยึดของบล็อกโลหะรัดฟันที่ยึด ด้วยกลาสไอโอโนเมอร์ซีเมนต์ พบว่าความล้มเหลวเกิดในฟันกรามต่ำกว่าฟัน กรามบน โดยเกิดจากลักษณะทางกายวิภาคของฟัน และขณะใส่เครื่องมือ ฟันกรามล่าง จะได้รับแรงบดเคี้ยว (Occlusal stress) มากกว่าฟันกรามบน

Kvam, Broch และ Nissen-Meeyer(1983) เฝ้าสังเกตทางคลินิก พบ ว่าการยึดบล็อกโลหะรัดฟันด้วยซิงค์ฟอสเฟตซีเมนต์และกลาสไอโอโนเมอร์ซีเมนต์ จะ ไม่มี ความแตกต่างกันของดัชนีเหงือกอักเสบ , ดัชนีคราบจุลินทรีย์ แต่จะมีความแตกต่างอย่าง มีนัยสำคัญในดัชนีซีเมนต์(cement index) คือกลาสไอโอโนเมอร์ซีเมนต์จะมีการคงสภาพ ได้ดีกว่าซิงค์ฟอสเฟตซีเมนต์

ซิงค์ฟอสเฟตซีเมนต์

ซิงค์ฟอสเฟตซีเมนต์ เริ่มแรกผลิตขึ้นมาเพื่อใช้ในงานทันตกรรมหัตถการ ใน ปี คศ.1878 โดยนำมาใช้เป็นวัสดุรองพื้น (a base material) เนื่องจากซีเมนต์ ชนิดนี้มีคุณสมบัติที่เหมาะสมกับการเป็นวัสดุรองพื้น คือ (Leinfelder และ Lemons,1988)

1. เป็นฉนวนความร้อน จึงป้องกันโพรงประสาทฟันได้ดี



2. แข็งแรงพอที่จะต้านทานต่อแรงกดขณะอุดด้วยอมัลกัม
3. สารประกอบที่เป็นตัวกัน(chemical barrier) ผลผลิตที่มาจากการย่อยสลายทางชีวภาพ(biodegradation)

ซิงค์ฟอสเฟตซีเมนต์ ได้ถูกนำมาใช้ในงานทันตกรรมอย่างกว้างขวางนอกเหนือไปจากการใช้วัสดุรองพื้น ได้แก่ การอุด restorations การอุดฟันชั่วคราว และใช้ยึดบล็อกโลหะวัดฟันในงานทันตกรรมจัดฟัน

ในปี ค.ศ. 1935 ทันตแพทย์สมาคมแห่งประเทศสหรัฐอเมริกา (American Dental Association ,ADA) ได้กำหนดคุณสมบัติของซิงค์ฟอสเฟตซีเมนต์ว่าประกอบด้วย 2 ส่วน คือ ส่วนผง และ ส่วนเหลว (ตารางที่ 1)

Typical composition of zinc phosphate cement powder and liquid

	Weight Percentage
<u>Powder:</u> ZnO	90.2
MgO	8.2
SiO ₂	1.4
Bi ₂ O ₃	0.1
other oxides	0.1
<u>Liquid:</u> H ₃ PO ₄ (Free acid)	38.2
H ₃ PO ₄ (Combined with Al and Zn)	16.2
Al	2.5
Zn	7.1
H ₂ O	36.0

ตารางที่ 1 แสดงส่วนประกอบของส่วนผงและส่วนเหลวของซิงค์ฟอสเฟตซีเมนต์

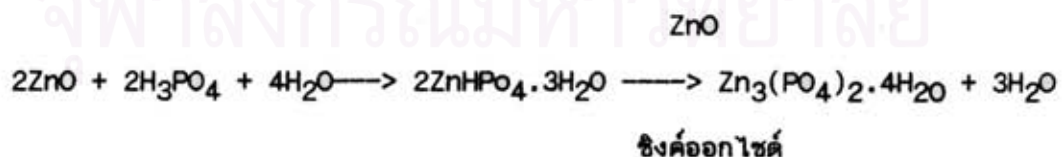
ส่วนผง : ประกอบด้วยซิงค์ออกไซด์ (ZnO) เป็นส่วนใหญ่ ประมาณร้อยละ 90 มีแมกนีเซียมออกไซด์ (MgO) ประมาณร้อยละ 8 เพื่อลดอุณหภูมิขณะเกิดขบวนการแคลซิเนชัน (calcination) มีซิลิคอนไดออกไซด์ (SiO₂) เป็น inaction filler ในขบวนการแคลซิเนชัน และบิสมัทโรออกไซด์ (Bi₂O₃) จะช่วยทำให้เนื้อซีเมนต์ที่ผสมแล้วมีผิวเรียบ หากแต่ใส่ปริมาณมาก ๆ จะทำให้เวลาการก่อตัว (setting time) ยาวขึ้น บางครั้งอาจเติมแทนนินฟลูออไรด์ (tannin fluoride) ทำหน้าที่บดล่อยฟลูออไรด์อื่น

ส่วนประกอบทั้งหมดจะถูกนำมาเผาพร้อมกันเป็นก้อนด้วยอุณหภูมิ 1000-3000 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 4-8 ชั่วโมง เกิดขบวนการแคลซิเนชัน นำมาบดให้เป็นผงละเอียด เติมสีด้วยออกไซด์ของโลหะ เช่น ออกไซด์ของทองแดง, ออกไซด์ของเหล็ก ประมาณ 1/2000 - 1/40000 ส่วน

ส่วนเหลว : เป็นกรดฟอสฟอริก ร้อยละ 45-64 ในน้ำ มีการเติมสังกะสีและอูมิเนียม เพื่อเป็นตัวบัพเฟอร์ จุดประสงค์คือลดปฏิกิริยาของกรดฟอสฟอริกกับซิงค์ออกไซด์ให้พอเหมาะ จึงทำให้เนื้อซีเมนต์ที่ผสมแล้วมีลักษณะเหนียวไม่เป็นเม็ด

ปฏิกิริยาเคมีขณะก่อตัว

เมื่อนำส่วนผงผสมกับส่วนเหลวจะทำให้ผิวของ alkaline powder ถูกละลายโดยกรด เกิดปฏิกิริยา acid-base reaction [ทำให้เกิดปฏิกิริยาคายความร้อน (exothermic reaction)] ได้เทอเตียริซิงค์ฟอสเฟตซึ่งเป็นวัสดุแข็ง และเมื่อนำเทอเตียริซิงค์ฟอสเฟตไปส่องกล้องจุลทรรศน์ จะเห็นกลุ่มของผงซิงค์ออกไซด์ และกรดฟอสฟอริกที่ยังไม่ทำปฏิกิริยากระจายตัวไปในเนื้อของเทอเตียริซิงค์ฟอสเฟต



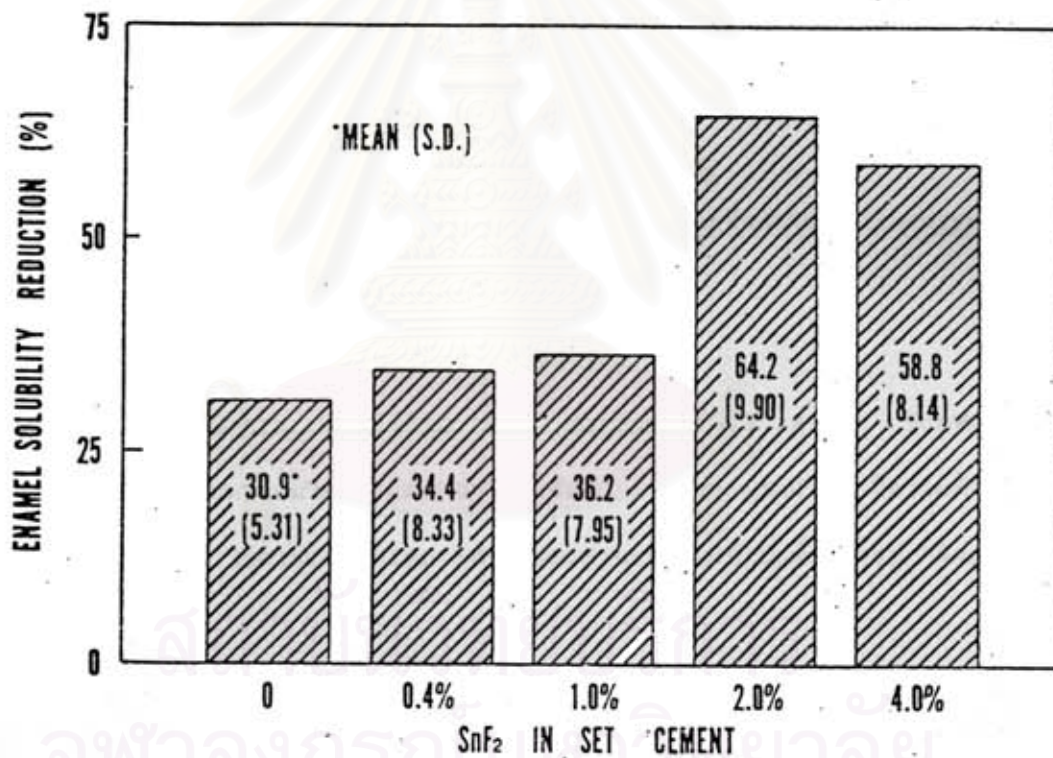
ซิงค์ออกไซด์+กรดฟอสฟอริก+น้ำ \longrightarrow ซิงค์แอสซิดฟอสเฟต \longrightarrow เทอเตียริซิงค์ฟอสเฟต+น้ำ

ในยุคแรกนี้นำซิงค์ฟอสเฟตซีเมนต์ มาใช้ในการยึดปลอกโลหะรัดฟันในงานทันต

กรรมจัดฟันพบว่าการสูญเสียแร่ธาตุของผิวเคลือบฟัน จึงได้มีการเติมสแตนโนสฟลูออไรด์ เข้าไปในส่วนผสมของซิงค์ฟอสเฟตซีเมนต์ ประมาณ 750 ส่วนในล้านส่วน (parts per million)

Wei และ Sierk (1971) พบว่าผิวเคลือบฟันจะสามารถได้รับฟลูออไรด์ จาก ซิงค์ฟอสเฟตซีเมนต์ ภายใน 1-2 วัน แต่ระยะของการทดสอบนี้สั้นมาก โดยเฉพาะเมื่อคำนึง ว่าในการยึดบล็อกโลหะจัดฟันในงานทันตกรรมจัดฟันที่จะต้องยึดอยู่ประมาณ 18-24 เดือน

ENAMEL SOLUBILITY REDUCTION BY SnF_2 IN ORTHODONTIC CEMENT



รูปที่ 3 แสดงผลของปริมาณของสแตนโนสฟลูออไรด์ในซิงค์ฟอสเฟตซีเมนต์ ที่ใช้ยึดบล็อกโลหะจัดฟัน ที่มีผลต่อการลดการละลายตัวของผิวเคลือบฟัน (Skibell และ Shannon, 1973)

Skibell และ Shannon (1973) ศึกษาเกี่ยวกับปริมาณของสเตนเลส พลุอโรด์ ที่เหมาะสมในซิงค์ฟอสเฟตซีเมนต์ที่ใช้ยึดปลูกโลหะรัดฟัน พบว่าความเข้มข้นของสเตนเลสพลุอโรด์ ที่สามารถลดการละลายตัวของผิวเคลือบฟันที่เหมาะสมที่สุด คือ ร้อยละ 2 นั่นคือจะมีสเตนเลสพลุอโรด์ 47.1 มิลลิกรัม ในส่วนผงของซิงค์ฟอสเฟตซีเมนต์ 1.5 กรัม และผสมด้วยส่วนเหลว 0.5 ลูกบาศก์เซนติเมตร ซึ่งจะสามารถลดการละลายตัวของผิวเคลือบฟันถึงร้อยละ 64.2 ความเข้มข้นของสเตนเลสพลุอโรด์ ที่เหมาะสมรองลงมาคือ ร้อยละ 4 สามารถลดการละลายของผิวเคลือบฟันได้ร้อยละ 58.8 ส่วนความเข้มข้นของสเตนเลสพลุอโรด์ที่ร้อยละ 0.4 หรือ 1 จะลดการละลายตัวของผิวเคลือบฟันได้ ร้อยละ 34.4 และ 36.2 ตามลำดับ ซึ่งไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ เมื่อเทียบกับซิงค์ฟอสเฟตซีเมนต์ที่ไม่มีสเตนเลสพลุอโรด์เลย จะมีการละลายตัวของผิวเคลือบฟัน ร้อยละ 30.9 (รูปที่ 3)

ข้อดีของซิงค์ฟอสเฟตซีเมนต์ในการยึดปลูกโลหะรัดฟันในงานทันตกรรมจัดฟัน

1. การนำไปใช้สะดวก

Clark ,Phillip และ Norman (1977) สรุปว่า ซิงค์ฟอสเฟตซีเมนต์มีลักษณะที่เหมาะสมในการยึดปลูกโลหะรัดฟัน เพราะผสมง่าย มีความต้านทานแรงอัดได้ดี เวลาในการแข็งตัวเหมาะสม และส่วนเกินของซีเมนต์สามารถกำจัดออกได้ง่าย

2. สามารถรื้อออกจากผิวเคลือบฟันได้ง่าย

การรื้อซิงค์ฟอสเฟตซีเมนต์ออกจากผิวเคลือบฟัน ทำได้สะดวกไม่ยุ่งยาก สีของซีเมนต์ก็ต่างจากสีฟันอย่างชัดเจน จึงสามารถรื้อออกได้โดยใช้เครื่องมือที่มีคม ขูดออก แล้วขัดด้วยผงขัดฟัน

3. ราคาถูกเมื่อเทียบกับกลาสไอโอโนเมอร์ซีเมนต์

ข้อดีของการใช้ซิงค์ฟอสเฟตซีเมนต์ในการยึดบล็อกโลหะรััดพื้น

1. มีการละลายในช่องปาก

Pluim และคณะ(1984), Pluim และ Arends (1987) ได้ศึกษาการละลายของซีเมนต์ชนิดต่าง ๆ ในน้ำลาย พบว่าซิงค์ฟอสเฟตซีเมนต์สามารถละลายในน้ำลายได้สูงกว่ากลาสไอโอโนเมอร์ซีเมนต์ และการละลายของซีเมนต์ทุกชนิดไม่สัมพันธ์กับสภาพความเป็นกรด-ด่างของน้ำลายซึ่งสอดคล้องกับการศึกษาของ Mitchem และ Gronas (1978)

จากคุณสมบัติการละลายในน้ำลายได้ดี จึงเป็นสาเหตุหนึ่งที่ทำให้บล็อกโลหะรััดพื้นหลุด เมื่อติดตามไปเป็นระยะเวลาานาน ๆ

2. ไม่สามารถสร้างพันธะเคมี กับผิวเคลือบฟันและบล็อกโลหะรััดพื้น

3. ซิงค์ฟอสเฟตซีเมนต์เปราะบางกว่ากลาสไอโอโนเมอร์

4. ตัวซิงค์ฟอสเฟตไม่สามารถกบดบดปล่อยฟลูออไรด์ออกมาป้องกันโรคฟันผุได้

แต่จากการศึกษาของ Freitas (1972) พบว่าการเติมสเตนเนสฟลูออไรด์ 750 ส่วนในล้านส่วน ในซิงค์ฟอสเฟตซีเมนต์ สามารถต่อต้านการเกิดโรคฟันผุได้

กลาสไอโอโนเมอร์ซีเมนต์

กลาสไอโอโนเมอร์ซีเมนต์ หรืออลูมิเนียมซิลิเกต โพลีออลิเกตซีเมนต์ (aluminosilicate polyacrylate cement ย่อว่า ASPA) ถูกนำมาใช้ในงานทันตกรรมในปี ค.ศ.1972 โดย Wilson และ Kent(1973),Wilson(1989) ปัจจุบันกลาสไอโอโนเมอร์ได้มีบทบาทในงานทันตกรรมจัดฟัน โดยถูกนำมาใช้ในการยึดบล็อกโลหะรััดพื้น

ส่วนประกอบของกลาสไอโอโนเมอร์ซีเมนต์ ประกอบด้วย 2 ส่วน คือ ส่วนผง และส่วนเหลว ซึ่งเมื่อผสมกันจะเกิดเป็นยาเปียก(paste)ซึ่งจะแข็งตัวในเวลาต่อมา

ส่วนผง : ประกอบด้วยแคลเซียมฟลูออโรอโรลูมิเนียมซิลิเกตกลาส (ซลซซาและอมรา,

2535; Wilson และ Mc Leean (1988) ซึ่งเตรียมได้จากการใช้ซิลิกา (SiO_2), อลูมินา (Al_2O_3) และแคลเซียมฟลูออไรด์ (CaF_2) (รูปที่ 4) มาหลอมรวมกัน ที่อุณหภูมิประมาณ 1,100 - 1,500 องศาเซลเซียส และทำให้เย็นลงจะได้กลาส ซึ่งมีความโปร่งใสแตกต่างกันไปขึ้นอยู่กับอัตราส่วนของซิลิกาและอลูมินาที่ใช้ ถ้ามีส่วนของซิลิกา มากกว่าร้อยละ 40 กลาสก็จะใสมากขึ้น ในขณะที่ถ้ามีแคลเซียมฟลูออไรด์ หรือ อลูมินามาก กลาสก็จะขุ่น (รูปที่ 5)

นำกลาสที่หลอมได้ไปบดละเอียดเป็นผงจนได้ขนาดตามลักษณะงานที่นำไปใช้ เช่น ถ้าขนาดของผงประมาณ 20 ไมครอน ใช้ในการ luting หรือ lining ในขณะที่ถ้าใช้ในงานอุดฟัน จะใช้ขนาดของผงประมาณ 45-50 ไมครอน

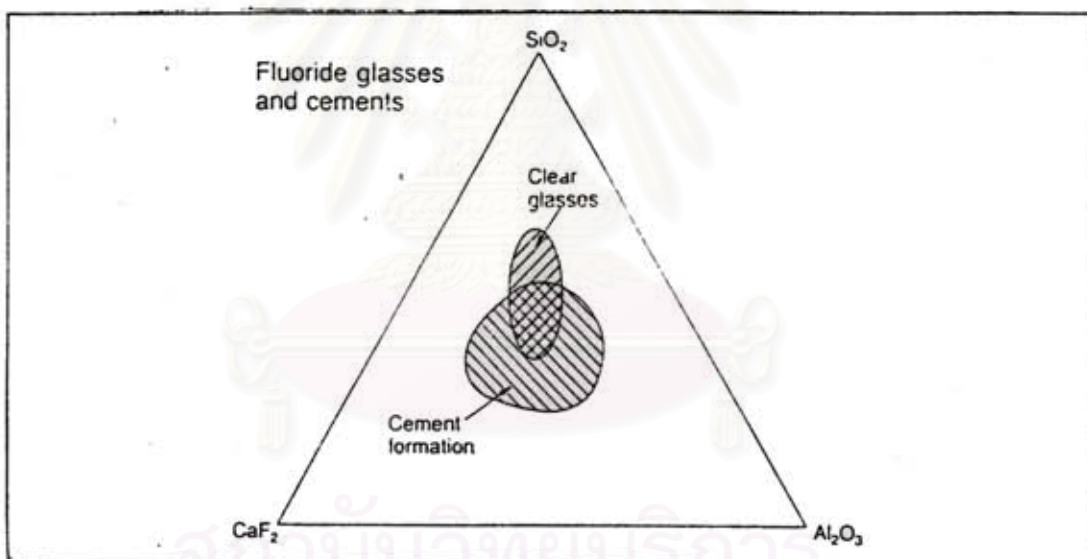


Fig. 2-1 Compositional diagram of the basic SiO_2 - Al_2O_3 - CaF_2 glasses showing areas of cement formation.

รูปที่ 4 แสดงแผนผังส่วนประกอบพื้นฐานของซิลิกา-อลูมินา-แคลเซียมฟลูออไรด์กลาส

(จาก Glassionomer Cement ของ Wilson & McLean, 1988)



รูปที่ 5 แสดงผลของสัดส่วนของ ซิลิกา, แคลเซียมฟลูออไรด์, และ อลูมินา ที่มีผลต่อความทึบ, ใส, ชุ่น (appearance) ของกลาส เช่น ทึบ(บนซ้าย) , ชุ่น(บนขวา) และใส(ล่าง)

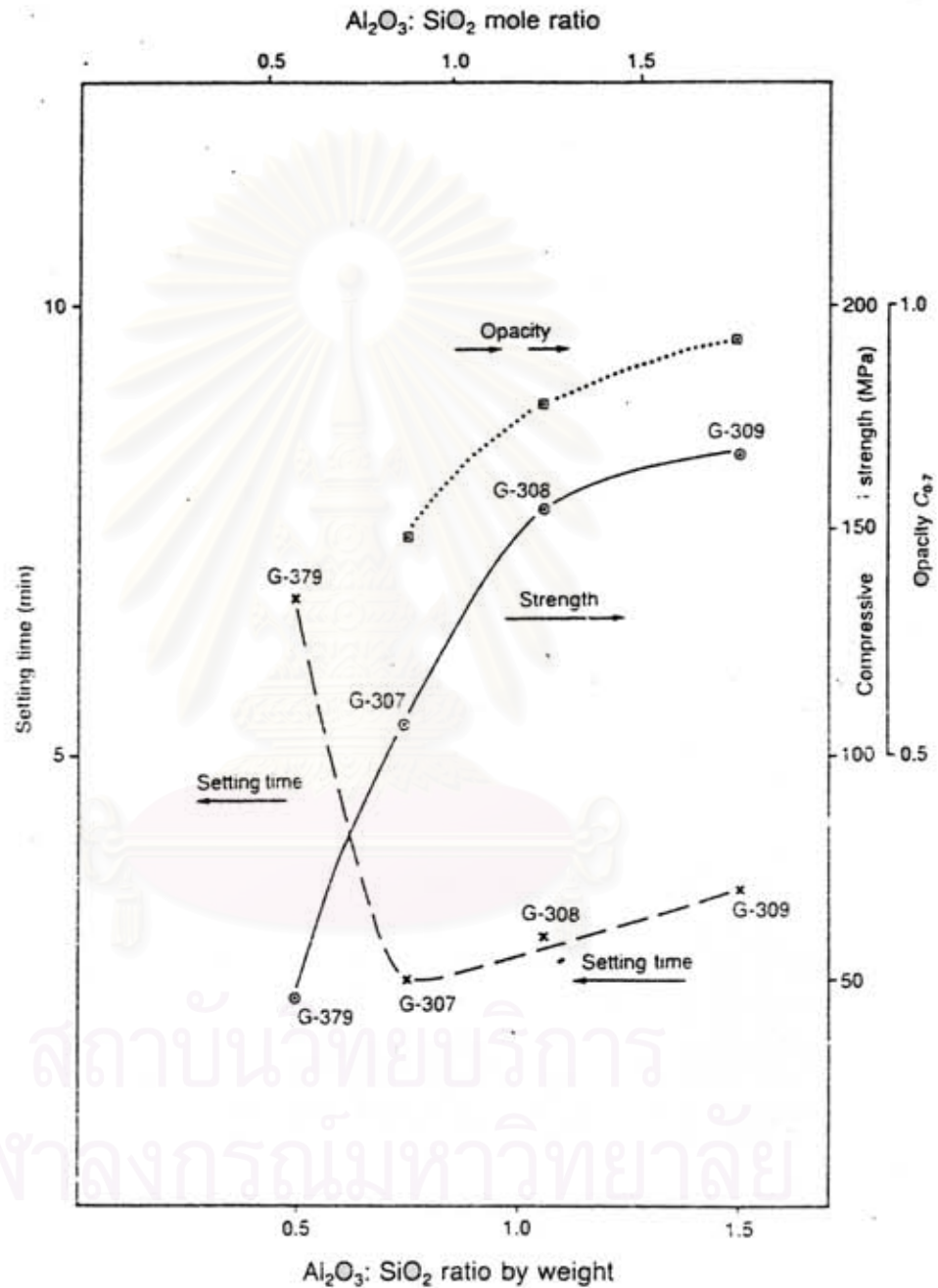
(จาก Glassionomer Cement ของ Wilson & McLean, 1988)

สัดส่วนของอลูมินาและซิลิกา ที่เหมาะสมโดยน้ำหนักควรจะเป็น 1:2 หรือมากกว่าทั้งนี้เพื่อให้มี อลูมินาไปแทนที่ซิลิกาเพียงพอ การเปลี่ยนแปลงสัดส่วนของ อลูมินา และ ซิลิกา (รูป 6) จะมีผลต่อ

1. เวลาการก่อตัวของซีเมนต์ สัดส่วนของ อลูมินา : ซิลิกา ยิ่งมาก เวลาการก่อตัวของซีเมนต์ยิ่งน้อยลง จนถึงที่ระดับสัดส่วน 0.75 : 1 โดยน้ำหนัก ซึ่ง การเพิ่มสัดส่วนนี้ จะมีผลต่อเวลาการก่อตัวของซีเมนต์เพียงเล็กน้อยเท่านั้น

2. ความชุ่น สัดส่วนของ อลูมินา : ซิลิกา ที่มากขึ้นจะทำให้สีของ กลาสไอโอโนเมอร์ทึบขึ้น

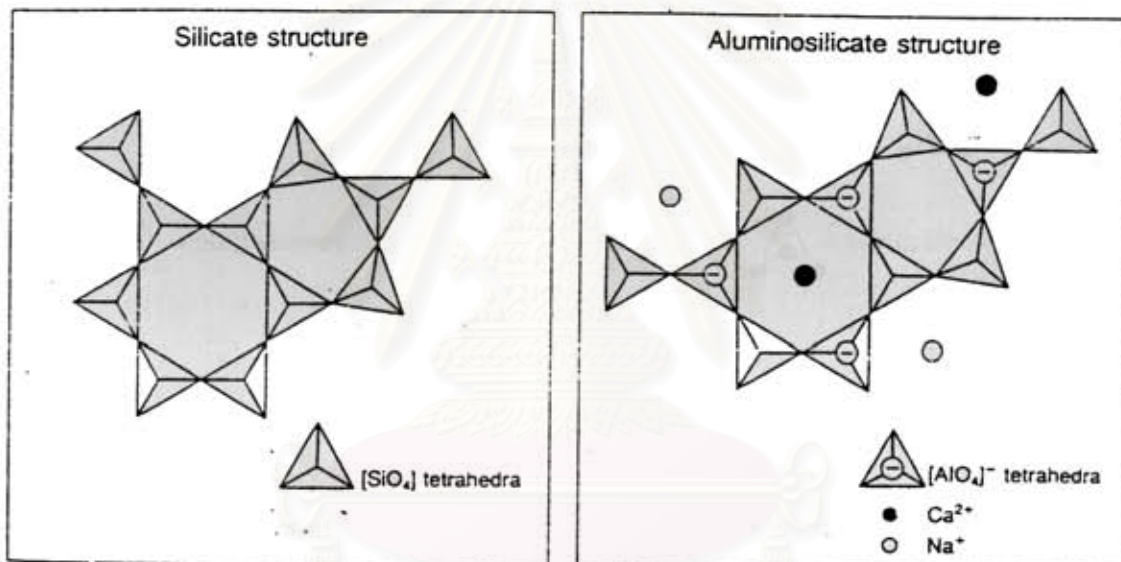
3. กำลังความแข็งแรงอัด(Compressive strength) สัดส่วนของ
 อลูมินาที่มากขึ้นจะทำให้กำลังความแข็งแรงอัดสูงขึ้น



รูปที่ 6 แสดงผลของสัดส่วนของ อลูมินา/ซิลิกา ที่มีผลต่อ เวลาการก่อตัว, ความชุ่ม, และกำลังความแข็งแรงอัด (จาก Glassionomer Cement ของ Wilson & McLean, 1988)

ซิลิกา : เป็นโครงสร้างร่างแหของซิลิกอนอะตอมและออกซิเจนอะตอม (รูปที่ 7) ไม่มีประจุ จึงไม่สามารถทำปฏิกิริยากับกรด

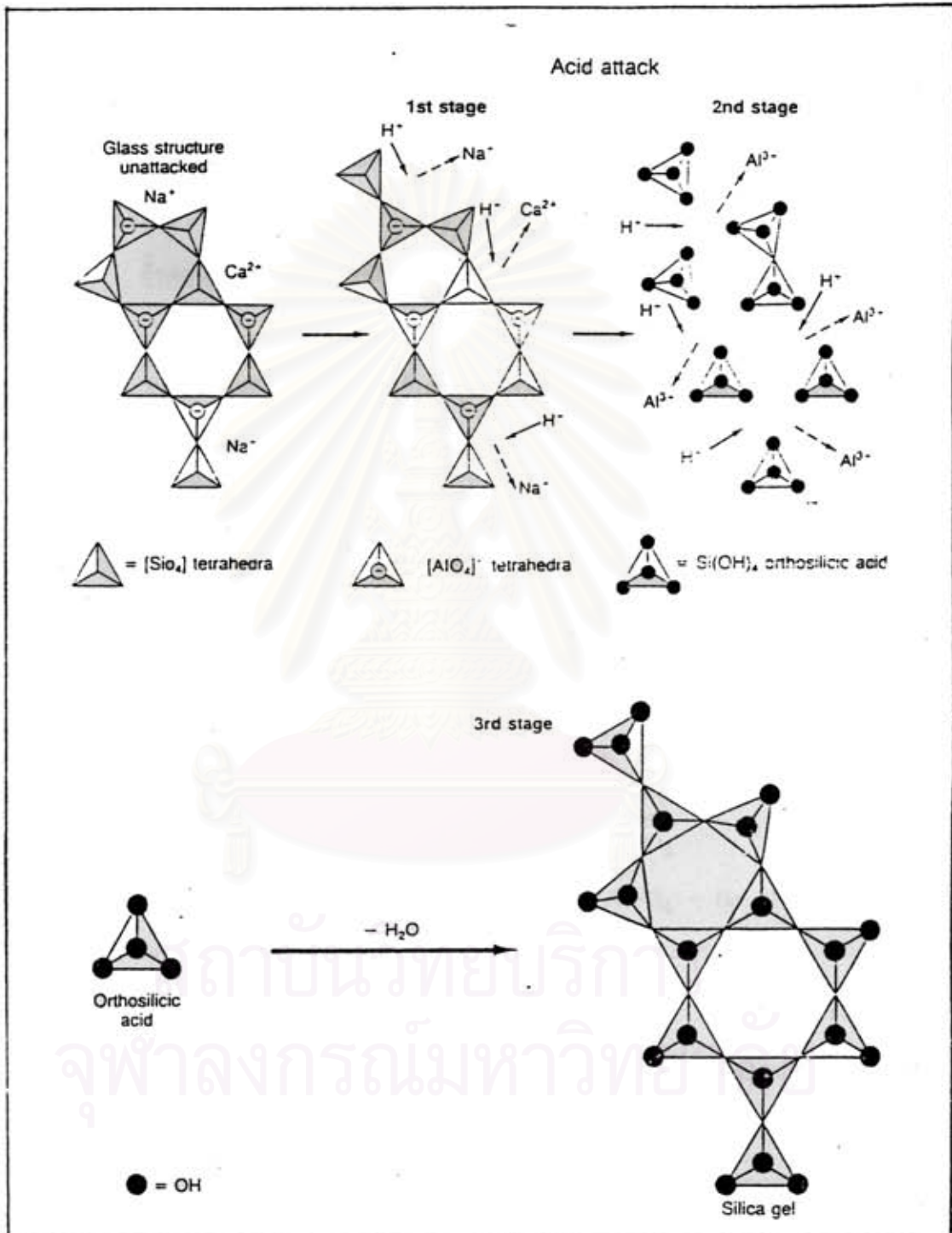
ไอโอโนเมอร์กลาส : เป็นโพลีเมอร์ที่มีลักษณะเป็นร่างแหคล้ายซิลิกา แต่มีประจุ (ionic polymer) เนื่องจากอลูมิเนียมบางส่วนไปแทนที่ซิลิกอนทำให้เกิดประจุลบ (negative site) ซึ่งตำแหน่งประจุลบนี้จะ เป็นตำแหน่งที่ถูกจับด้วยไฮดรอกซิเจนอะตอมที่มีประจุบวก ของกรดได้โดยง่าย (รูป 8)



รูปที่ 7 แสดงโครงสร้างร่างแหของซิลิกา (ไม่มีประจุ) รูปที่ 8 แสดงโครงสร้างร่างแหของ อลูมิโนซิลิเกต (มีประจุ)

ถ้าในร่างแหปริมาณของอลูมิเนียมอะตอมมากพอ จุดต่อในร่างแห (connecting links) ทั้งหมดจะแตกออก และองค์ประกอบต่างๆ ของกลาส จะถูกแยกออกมาสมบูรณ์ (completely decomposed) (รูปที่ 9) และพร้อมที่จะทำปฏิกิริยารวมตัวเป็นซีเมนต์ ดังนั้นสัดส่วนของอลูมินา/ซิลิกา จึงเป็นตัวกำหนดว่าโครงสร้างร่างแหของกลาส จะถูก

แตกออกหมดหรือไม่ เมื่อไปทำปฏิกิริยากับกรด



รูปที่ 9 แสดงการแตกตัวของอลูมิโนซิลิเกต เมื่อทำปฏิกิริยากับกรด

จากรูปที่ 9 พบว่าเมื่อ อลูมิโนซิลิเกตทำปฏิกิริยากับกรด จะเกิดปฏิกิริยา 3 ขั้นตอน คือ

ขั้นตอนที่ 1 : ไฮโดรเจนไอออนของกรด จะเข้าไปจับกับร่างแหบริเวณที่เป็นที่อยู่ของแคลเซียมไอออน และโซเดียมไอออน

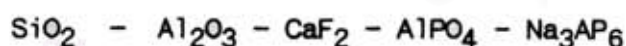
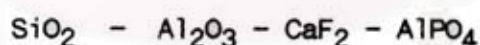
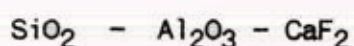
ขั้นตอนที่ 2 : ไฮโดรเจนไอออน เมื่อจับกับร่างแหแล้วจะทำลายร่างแหของกลาสจะแตกตัวให้อลูมิเนียมไอออน

ขั้นตอนที่ 3 : กรดซิลิซิก(silicic acid)จะรวมตัวกันเป็นซิลิกาเจล

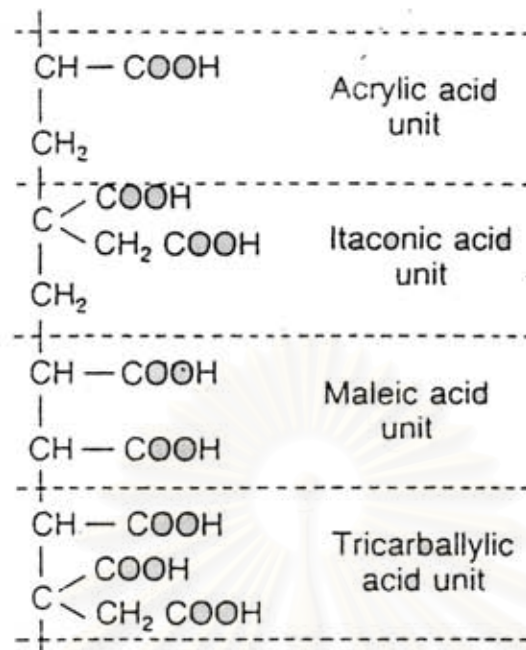
ในบางครั้งการหลอมแคลเซียมฟลูออไรด์ จำเป็นต้องเติมฟลักซ์(flux) คือ โซเดียมฟลูออไรด์ (Na_3AlF_6) เพื่อลดอุณหภูมิในการหลอมตัว (fuse) และช่วยทำให้ความข้นของกลาสสูงขึ้นด้วย

อลูมิเนียมฟอสเฟต ก็เป็นตัวที่ถูกนำมาใช้ในการหลอมตัว (fusion mixture) ทำให้กลาสดู ขุ่น และเห็นชัด

ดังนั้นในบางครั้ง แคลเซียมฟลูออไรด์อลูมิโนซิลิเกตกลาส จึงมีองค์ประกอบเป็น



ส่วนเหลว : คือ กรดโพลีอัลคีนอิก [poly (alkenoic) acid] ร้อยละ 35-60 ซึ่งกรดโพลีอัลคีนอิก อาจจะเป็นโฮโมโพลีเมอร์(homopolymers) หรือ โคโพลีเมอร์(copolymers) ของกรดที่ไม่อิ่มตัวของกรดโมโน, ได, และไตร-คาร์บอกซิลิก [กรดคาร์บอกซิลิก ที่สำคัญคือ กรดมาลิก(maleic), กรดอิทาโคนิก(itaconic)] เช่น กรดโพลีอะครีลิก(polyacrylic acid), โคโพลีเมอร์ของกรดอะครีลิกกับกรดอิทาโคนิก, หรือ โคโพลีเมอร์ของกรดอะครีลิกกับกรดมาลิก (รูป 10)



รูปที่ 10 แสดงโครงสร้างของกรดโพลีอัสซีนอนิก

Abouts และ Jenkin พบว่าซีเมนต์ที่เกิดจากกรดโพลีอะคริลิก จะยึดกับผิวเคลือบฟัน, เนื้อฟัน ได้ดีกว่าซีเมนต์ ที่เกิดจากโคโพลีเมอร์ของกรดอะคริลิกกับกรดอทาโคนิก หรือ กรดมาลิก

สูตรดั้งเดิมของส่วนเหลว (Smith และ William, 1982) ที่ใช้คือ ร้อยละ 50 ของกรดโพลีอะคริลิกในน้ำ แต่พบว่ามีปัญหาเนื่องจากการเกิดเจลเลชันของกรดโพลีอะคริลิก ซึ่งได้แก้ไขโดยการเติมกรดอทาโคนิกลงไป กรดอทาโคนิกยังเป็นตัวลดความหนืดของส่วนเหลว นอกจากนี้ยังมีการเติมกรดทาฮาริก เข้าไปเพื่อช่วยเป็นตัวกระตุ้น (activate) ปฏิกิริยาก่อตัว โดยเป็นตัวทำให้มีการปลดปล่อยไอออนจากส่วนผงของกลาสออกมามากขึ้น

ในบางบริษัทอาจผลิตกรดโพลีอะคริลิกออกมาในรูปของผง (Dry form หรือ dry acid technology) เมื่อต้องการผสมจะนำมามสกับน้ำ หรือกรดทาฮาริก ชนิดที่เจือจางในน้ำ เพื่อลดความหนืด

ดังนั้นเราอาจแบ่งกลาสไอโอโนเมอร์ซีเมนต์ได้เป็น 2 แบบ (White, 1986) คือ

1. Conventional type (Hydrous type) คือ กลาสไอโอโนเมอร์ซีเมนต์

ที่มีส่วนเหลวเป็น aqueous solution ของ กรดโพลีอะคริลิก ที่ใช้ในงานทันตกรรม จัดฟัน

2. Water hardening type (Anhydrous type) คือ กระจกไอโอโนเมอร์ ที่มีการบด (blend) ส่วนผงของกระจกผสมเข้ากับส่วนของกรดโพลีอะคริลิกที่ทำให้แข็ง นำมา ผสมกับส่วนเหลว คือ น้ำ หรือ กรดทาหาริก (ชนิดเจือจาง) White(1986) พบว่ากระจก ไอโอโนเมอร์แบบนี้จะมีเวลาการก่อตัวของซีเมนต์เร็วกว่าแบบแรก แต่ความแข็งแรงน้อยกว่า หากแบ่งชนิดของกระจกไอโอโนเมอร์ตามวัตถุประสงค์ที่นำไปใช้ แบ่งออกเป็นชนิดต่าง ๆ คือ

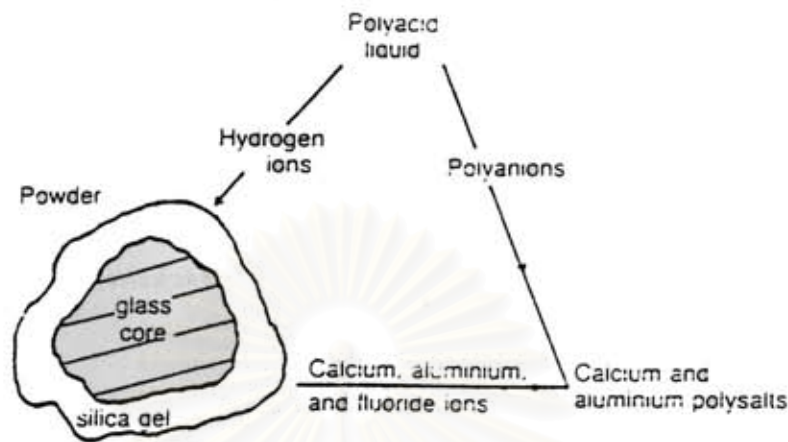
- ชนิด I ใช้เป็น luting cement
- ชนิด II ใช้เป็นวัสดุอุด
- ชนิด III ใช้เป็นวัสดุ lining หรือ base

ปฏิกิริยาก่อตัวของกระจกไอโอโนเมอร์

ปฏิกิริยาก่อตัวของกระจกไอโอโนเมอร์เกิดขึ้นจากการส่งผ่าน (transfer) ของไอออนของโลหะจากกลาสไปยัง polyacid (Wilson และ Kent, 1988) เมื่อ เอซิดิกโพลีอิเล็กโทรไลต์ (acidic polyelectrolyte) สัมผัสกับอนุภาคนิวโรลิติกเกตกลาส จะเกิดปฏิกิริยาดังนี้ (รูปที่ 11)

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

Setting of a glass-ionomer (Ascar) cement



รูปที่ 11 แสดงปฏิกิริยาก่อตัวของกลาสไอโอโนเมอร์

ดังนั้นเราอาจแบ่งปฏิกิริยาการก่อตัวของกลาสไอโอโนเมอร์ ออกเป็น 3 ระยะ คือ

1. ระยะแรก (dissolution phase) เมื่อเริ่มผสมส่วนผงกับเหลว จะมีปฏิกิริยาเคมีแบบ acid-base reaction (หรือ interlacing reaction) (Seeholzer และ Dasch, 1988) โดยมีน้ำเป็นตัวกลางช่วยให้เกิดปฏิกิริยา ในการเกิดปฏิกิริยานั้น กรดจะกัดผิวของกลาส ทำให้มีการปลดปล่อยแคลเซียมไอออน, อลูมิเนียมไอออน, และฟลูออไรด์ไอออน โดยในระยะแรกนั้นแคลเซียมไอออน จะถูกปลดปล่อยออกมาก่อนและเร็วกว่าอลูมิเนียมไอออน ทั้งนี้เนื่องจาก เนื่องจาก ขนาดของรัศมีของอลูมิเนียมไอออนมีขนาดใหญ่กว่า และมีประจุที่มากกว่า (trivalent charge) (รูปที่ 12,13)

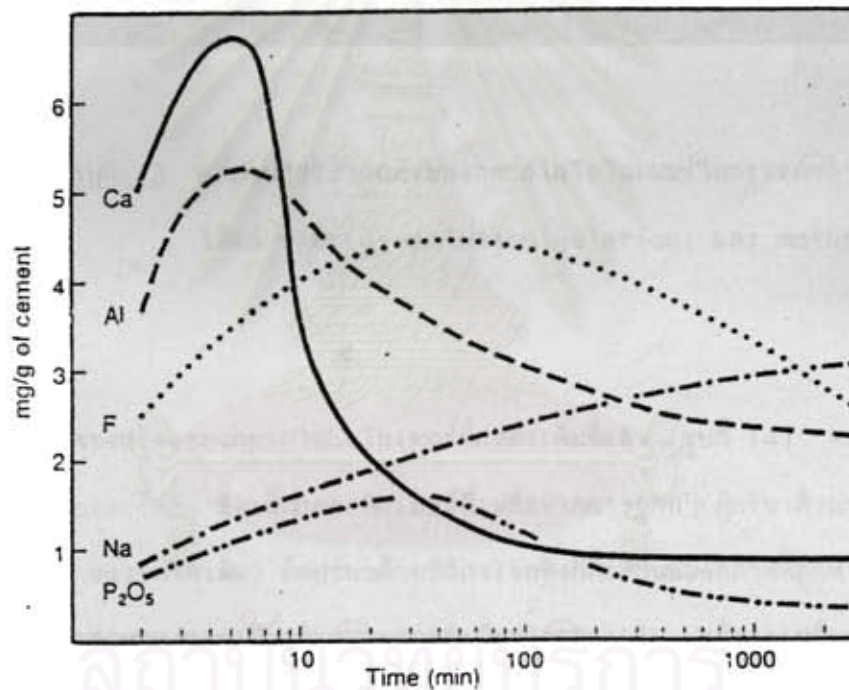
2. ระยะที่ 2 (gelation phase หรือ initial setting) แคลเซียมไอออน จะทำปฏิกิริยากับกลุ่มคาร์บอกซิลของกรด เกิดเกลือแคลเซียมคาร์บอกซิเลต (calcium carboxylate salt) ขึ้นอย่างรวดเร็ว และเป็นเมทริกซ์ (matrix) ยึดเอากลาสฟิลเลอร์ (glass filler) เข้าด้วยกัน เกิดการก่อตัวระยะแรก ซึ่งใช้เวลาประมาณ 4-6 นาที ตั้งแต่เริ่มผสม

เกลือแคลเซียมคาร์บอกซิเลตนั้นละลายน้ำได้ง่ายและไม่คงสภาพ (stable) ในระยะแรกจึงต้องระมัดระวังไม่ให้กลาสไอโอโนเมอร์ที่ผสมใหม่ ๆ สัมผัสกับน้ำ โดยการใช้

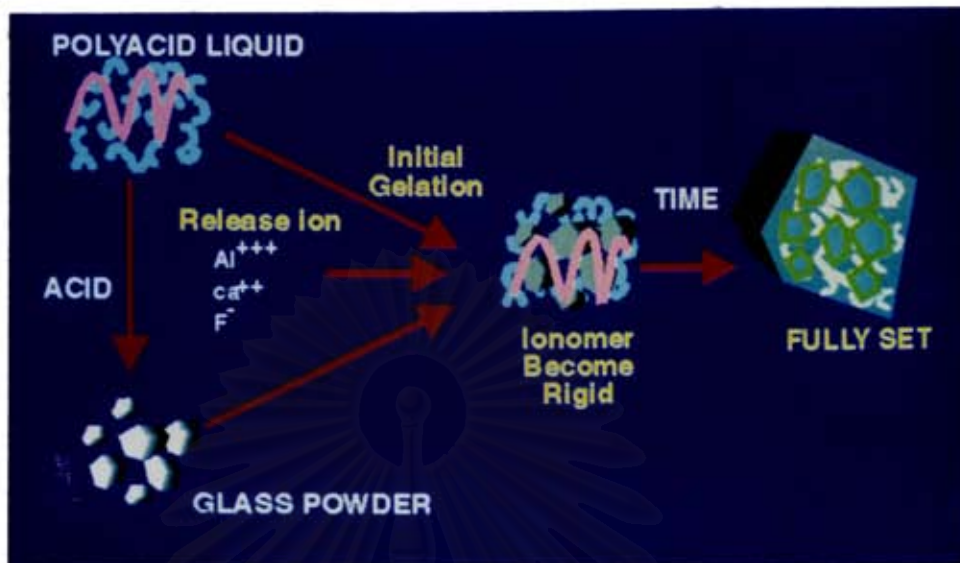
วานิช (varnish) ทาป้องกัน (รูปที่ 12)

3. ระยะที่ 3 Maturation phase (Final setting) ภายหลังจากก่อตัวระยะแรกแล้ว ปฏิกิริยาก็ยังคงดำเนินต่อไป โดยอณูมิเนมอออนซึ่งปลดปล่อยช้ากว่า จะทำปฏิกิริยากับกลุ่มคาร์บอกซิลของกรด เกิดเป็นเกลืออณูมิเนมคาร์บอกซิเลตซึ่งคงสภาพทว่าเกลือแคลเซียมคาร์บอกซิเลต ทำให้เกิดการก่อตัวเต็มที่ (final set) และทำให้เพิ่มความแข็งแรงของวัสดุ การก่อตัวจะใช้เวลาอย่างน้อย 24 ชั่วโมงภายหลังจากการผสม (รูปที่ 13)

Extraction and precipitation of ion during the setting of a glass-ionomer cement

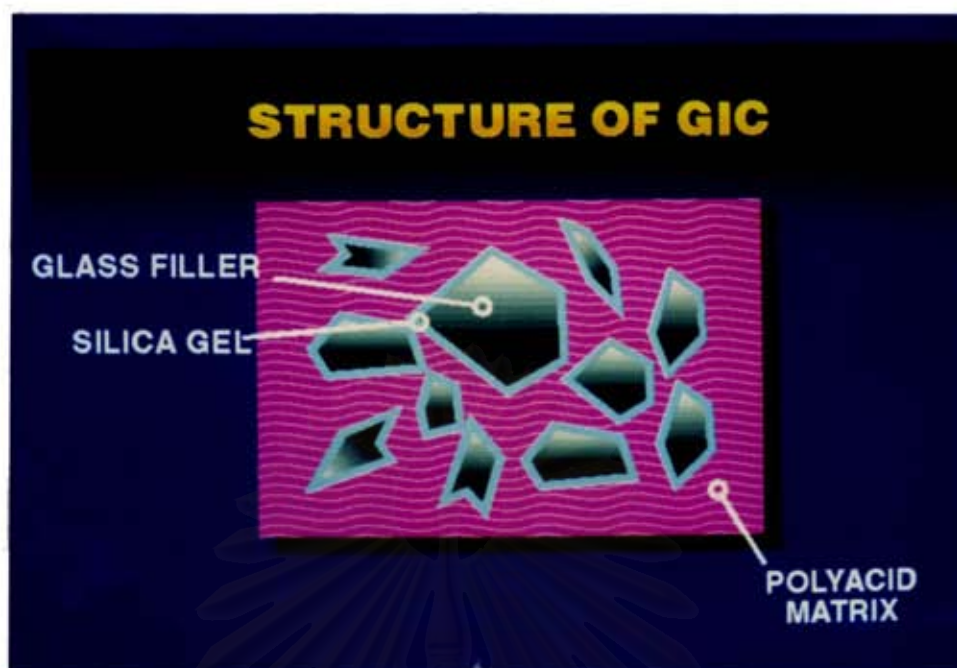


รูปที่ 12 แสดง soluble ions ในกลาสไอโอโนเมอร์ซีเมนต์



รูปที่ 13 แสดงปฏิกิริยาก่อตัวของกลาสไอโอโนเมอร์ในระยะต่างๆ
ได้แก่ ระยะ dissolution, gelation, และ maturation

โครงสร้างของกลาสไอโอโนเมอร์ที่ก่อตัวเต็มที่แล้ว (รูปที่ 14) จะประกอบด้วย core material ซึ่งเป็นกลาสฟิลเลอร์ที่เหลือจากการถูกทำปฏิกิริยาด้วยกรด (ประมาณร้อยละ 70 ของขนาดเดิม) ล้อมรอบด้วยซิลิกาเจลซึ่งก็คือส่วนของกลาสที่ถูกทำปฏิกิริยาด้วยกรด เอาส่วนของแคลเซียมออกไซด์และฟลูออไรด์ออกไป แล้วจะเหลือแต่เฉพาะส่วนซิลิกา ซึ่งทำปฏิกิริยากับไฮโดรเจนออกไซด์ของกรดเกิดเป็นซิลิกาไฮดรอกซิล (silica gel) และประกอบด้วยส่วนเมทริกซ์ที่เป็นโพลีซอลต์ (polysalt) ของฟลูออไรด์คาร์บอกซิเลต และแคลเซียมคาร์บอกซิเลต ซึ่งยึดเอากลาสฟิลเลอร์เข้าไว้ด้วยกัน



รูปที่ 14 แสดงโครงสร้างของกลาสไอโอโนเมอร์หลังปฏิกิริยาก่อตัว

ปัจจัยที่มีผลต่ออัตราการก่อตัวของกลาสไอโอโนเมอร์

1. องค์ประกอบของกลาส โดยเฉพาะอย่างยิ่งสัดส่วนของอลูมินาต่อซิลิกา และปริมาณฟลูออไรด์ เช่น เมื่อสัดส่วนของอลูมินาต่อซิลิกายิ่งสูง การก่อตัวยิ่งเร็ว และเวลาการทำงาน (working time) ยิ่งสั้น
2. ขนาดของอนุภาค (partical) ของส่วนผง ยิ่งมีขนาดเล็กการก่อตัวยิ่งเร็วและเวลาการทำงานยิ่งสั้น
3. กรดคาร์บอริก หากมีกรดคาร์บอริกจะช่วยทำให้การก่อตัวเร็วขึ้น ในขณะที่ไม่ทำให้เวลาการทำงานสั้นลงเลย
4. อัตราส่วนขององค์ประกอบของซีเมนต์ เช่น กลาส/กรดโพลีเอซิด/กรดคาร์บอริก / น้ำ เช่น ยิ่งอัตราส่วนของกลาสมากและน้ำน้อย จะทำให้การก่อตัวเร็วขึ้น และเวลาการทำงานสั้นลง
5. อุณหภูมิขณะผสม ถ้าอุณหภูมิต่ำ เวลาก่อตัวช้า ควบคุมโดยผสมบนแผ่นแก้วแช่เย็น

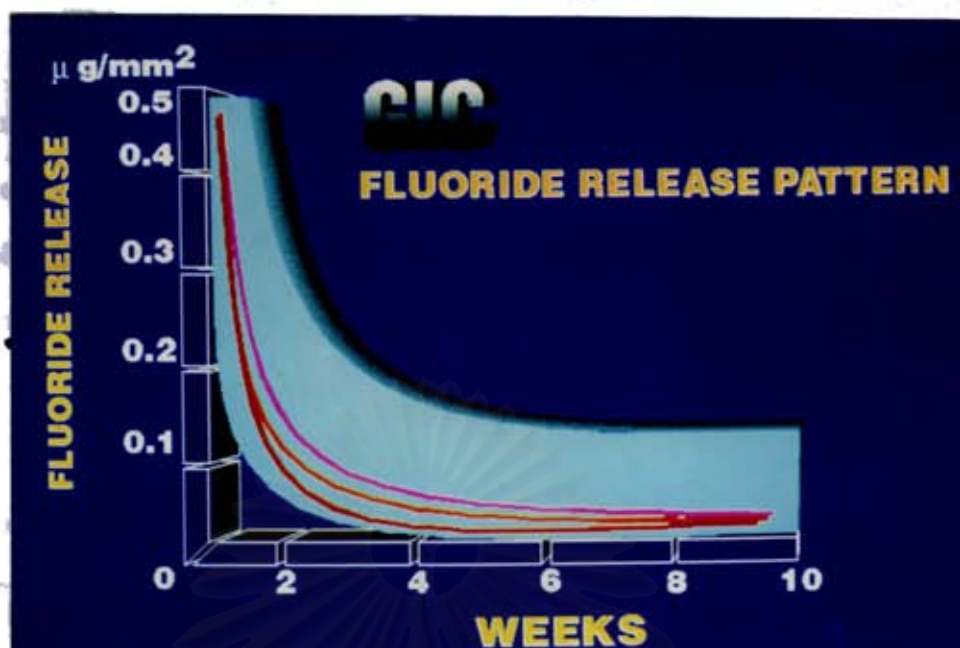
กลาสไอโอโนเมอร์ เป็นซีเมนต์ที่ใช้อยู่ทั่วไปทางด้านทันตกรรมบูรณะและทันตกรรมประดิษฐ์ ปัจจุบันได้นำมาใช้ทางทันตกรรมจัดฟันในการยึดติดบล็อกโลหะรัดฟัน และยึดติดเบรตเก็ต โดยพิจารณาถึงข้อดีและข้อเสีย ดังนี้

ข้อดีของกลาสไอโอโนเมอร์ซีเมนต์ในการยึดติดบล็อกโลหะรัดฟัน

1. เป็นแหล่งสำรองของฟลูออไรด์อ่อน มีการปลดปล่อยฟลูออไรด์อ่อนให้แก่ ผิวเคลือบฟันเป็นเวลานาน

ส่วนประกอบของกลาสไอโอโนเมอร์ที่ก่อตัวเต็มที่แล้ว จะมีฟลูออไรด์อยู่ระหว่างร้อยละ 12-18 ทั้งในส่วนของกลาสฟิลเลอร์และเป็นอิสระอยู่ในส่วนของเมทริกซ์ ส่วนใหญ่ของฟลูออไรด์ที่ปลดปล่อยออกมาจะมาจากส่วนที่อิสระอยู่ในเมทริกซ์ ดังนั้นการปลดปล่อยจึงไม่มีผลทำให้โครงสร้างของกลาสไอโอโนเมอร์ และคุณสมบัติทางฟิสิกส์ต่างๆ ลดน้อยลง

กลาสไอโอโนเมอร์ที่ผสมให้เหลวจะมีการปลดปล่อยฟลูออไรด์ออกมาน้อยกว่า กลาสไอโอโนเมอร์ที่ผสมให้ขึ้น และการปลดปล่อยฟลูออไรด์ของกลาสไอโอโนเมอร์ จะมีลักษณะเป็น burst effect คือ จะปลดปล่อยออกมามากในระยะ 1-2 วันแรก และลดน้อยลงทันทีและลดลงที่ละน้อย การปลดปล่อยฟลูออไรด์ของกลาสไอโอโนเมอร์จะนานถึง 16 เดือน และภายหลังจากนั้นการใช้ฟลูออไรด์เฉพาะที่ หรือการใช้ยาสีฟันที่มีส่วนผสมของฟลูออไรด์ จะช่วยเพิ่มปริมาณฟลูออไรด์ในกลาสไอโอโนเมอร์ ซึ่งจะถูกปลดปล่อยออกมาได้อีกประมาณ 2 เดือน จึงทำให้เหมาะแก่การยึดติดบล็อกโลหะรัดฟัน ในงานทันตกรรมจัดฟันซึ่งใช้เวลาในการยึดประมาณ 12-24 เดือน(รูปที่ 15)



รูปที่ 15 แสดงลักษณะการปลดปล่อยฟลูออไรด์ของกลาสไอโอโนเมอร์

Smith และ Peltoniemi (1982) พบว่าเมื่อหุ้มผิวเคลือบฟันด้วยกลาสไอโอโนเมอร์เพียง 24 ชั่วโมง ปริมาณความเข้มข้นของฟลูออไรด์จะสูงขึ้นอย่างมีนัยสำคัญคือที่ประมาณความลึกที่ 5 ไมครอนจะมีความเข้มข้นของฟลูออไรด์ 2,500 ส่วนในล้านส่วน และที่ความลึก 30 ไมครอนจะมีความเข้มข้น 1,500 ส่วนในล้านส่วน.

จากการศึกษาในห้องปฏิบัติการของ Swatz, Phillip และ Clark (1984) พบว่า ฟลูออไรด์อ็อนจะถูกปลดปล่อยออกมาทันทีภายหลังการผสม และฟลูออไรด์อ็อนนี้จะยังคงถูกปลดปล่อยออกมาอย่างต่อเนื่องในระดับที่มีนัยสำคัญ เป็นเวลานานมากกว่า 12 เดือน ซึ่งฟลูออไรด์อ็อนจากกลาสไอโอโนเมอร์นี้มีความสมบัติป้องกันการเกิดฟันผุได้ เช่นเดียวกับซิงค์ฟอสเฟตซีเมนต์

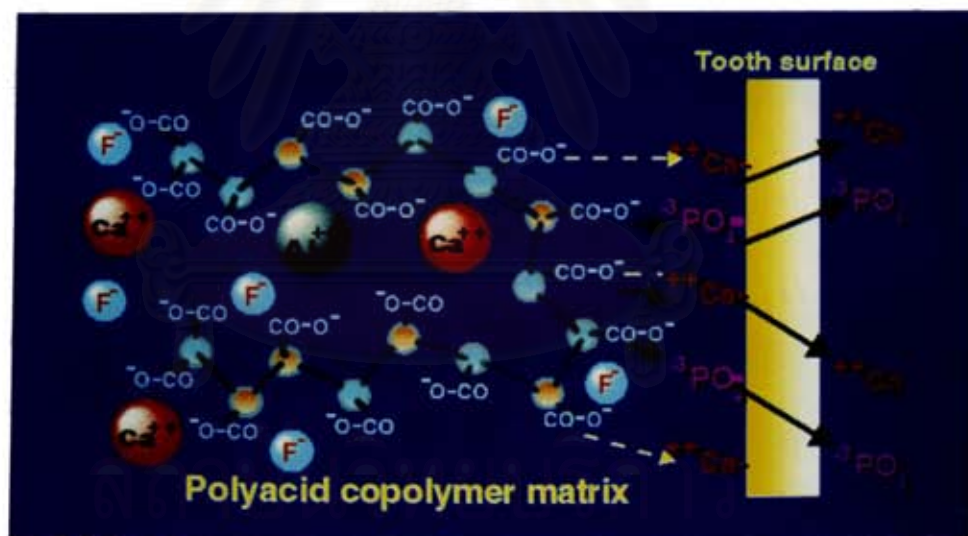
ในปี 1985 Donald J. Copenhaver ศึกษาผลของการยับยั้งการเกิดการสูญเสียแร่ธาตุของผิวเคลือบฟัน โดยวิธีวิเคราะห์ที่เรียกว่าสเปคโตรโฟโตมิเตอร์ พบว่ากลาสไอโอโนเมอร์ซีเมนต์จะสามารถป้องกันผิวเคลือบฟันไม่ให้เกิดการสูญเสียแร่ธาตุได้ดีกว่าซิงค์ฟอสเฟตซีเมนต์

Maijer และ Smith (1986) พบว่าเมื่อใช้กลาสไอโอโนเมอร์ซีเมนต์มาใช้ในการยึดบล็อกโลหะรัศพัน หรือแบรคเก็ต ปริมาณฟลูออไรด์ที่ถูกปลดปล่อยออก

มาไม่เพียงแต่ป้องกันเคลือบฟันที่ถูกขูดขีดไว้เท่านั้น ยังป้องกันการสูญเสียแร่ธาตุของผิวเคลือบฟันบริเวณรอบ ๆ อีกด้วย จึงไม่พบรอยโรคสีขาว (white spot lesion) ในการยึดบล็อกโลหะรัดฟันด้วยกาสไอโอโนเมอร์ซีเมนต์ แต่จะพบรอยโรคดังกล่าวเมื่อยึดบล็อกโลหะรัดฟันด้วยซิงค์ฟอสเฟตซีเมนต์

2. สามารถเกิดพันธะเคมีกับผิวเคลือบฟัน และบล็อกขั้วโลหะรัดฟัน

การยึดติดของกาสไอโอโนเมอร์ซีเมนต์กับผิวเคลือบฟัน เป็นพันธะเคมีเกิดจากการแลกเปลี่ยนอ็อกซิเจนระหว่าง กลุ่มคาร์บอกซิลิกของกรดโพลีอะคริลิกหรือกรดโพลีอิลลิโนอิก กับส่วนของแคลเซียมอ็อกไซด์หรือกลุ่มฟอสเฟตของไฮดรอกซีอะพาไทต์ (hydroxy apatite) ในผิวเคลือบฟัน การยึดติดที่เป็นพันธะทางเคมีนี้ยืนยันได้จาก Infrared spectroscopy (Tay และ Lynch, 1989a) ที่แสดงให้เห็นว่าไฮดรอกซีอะพาไทต์-โพลีอิลลิโนอิกเป็นพันธะอ็อกไซด์ (รูปที่ 16)



รูปที่ 16 แสดงการเกิดพันธะทางเคมี ระหว่างกาสไอโอโนเมอร์กับผิวเคลือบฟัน (จาก Glassionomer cement ของ ซลซซา และ อมรา 2535)

นอกจากนี้ยังมีรายงานว่ากาสไอโอโนเมอร์ซีเมนต์ยังสามารถสร้างพันธะทางเคมีกับโลหะไร้สนิม (Stainless steel), ดีบุก, ดีบุกออกไซด์ที่ฉาบอยู่ที่ผิวของโลหะ (Tay และ Lynch, 1989a)

3. มีการละลายตัวต่ำในช่องปาก

จากการศึกษาของ Maijer และ Smith (1988) โดยศึกษาในผู้ป่วยจัดฟันเป็นระยะเวลาประมาณ 2 ปี พบว่าอัตราการ recementation เมื่อใช้ซิงค์ฟอสเฟตซีเมนต์เป็นร้อยละ 34.6 ซึ่งมากกว่าอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ เมื่อเทียบกับกาสไอโอโนเมอร์ซีเมนต์ที่มีอัตราการ recementation เป็นร้อยละ 16 ทั้งนี้เป็นผลจากการละลายตัวในช่องปากของกาสไอโอโนเมอร์ซีเมนต์น้อยกว่าซิงค์ฟอสเฟตซีเมนต์

4. สามารถรี้ออกจากผิวเคลือบฟันได้ง่าย โดยการทำให้แห้งโดยใช้ลมเป่า (air syringe หรือ hair dryer)(เจน,2518) จะทำให้ซีเมนต์หลุดร่อนออกได้ง่าย เมื่อใช้เครื่องมือที่คมขูดออก(White,1986)

5. ไม่เป็นอันตราย (Biocompatibility) ซึ่งอาจด้วยคุณสมบัติเป็นพิษน้อยและความสามารถในการ seal(ชลชชา และอมรา,2535)

ข้อดีของการใช้กาสไอโอโนเมอร์ซีเมนต์ในการยึดบล็อกโลหะรัดฟัน

1. มีความไวต่อความชื้นสูงขณะก่อตัว และระยะก่อตัวนาน

เนื่องจากในระยะแรกของการเกิดการก่อตัว แคลเซียมอีออนและอคูมิเนียมอีออนอยู่ในรูปของสารละลาย (Wilson,1989) และการป้องกันน้ำลายในช่องปากค่อนข้างยาก ระยะก่อตัวนานถึง 24 ชั่วโมงในทางคลินิกจึงควรหาวิธีที่รอบๆกาสไอโอโนเมอร์

2. ราคาแพงกว่าเมื่อเทียบกับซิงค์ฟอสเฟตซีเมนต์

การผสมซีเมนต์เพื่อใช้ในการยึดบล็อกโลหะรัดฟันในงานทันตกรรมจัดฟัน

เนื่องจากการยึดบล็อกโลหะรัดฟันในงานทันตกรรมจัดฟัน มักกระทำที่ละหลาย ๆ ซี่ ซึ่งต้องการเวลาการทำงานที่ยาวขึ้นและเวลาการก่อตัวที่สั้นลง ดังนั้นการผสมซิงค์ฟอสเฟตซีเมนต์และกาสไอโอโนเมอร์ซีเมนต์ จึงได้มีการแนะนำให้ผสมซีเมนต์ทั้งสองชนิดด้วยวิธี " Frozen slab "(Craig,1989; และ Wilson,1989) ซึ่ง

มีขั้นตอน ดังนี้

1. แช่แผ่นแก้วผสม ในตู้เย็นที่อุณหภูมิ 6 องศาเซลเซียส หรือที่ช่องน้ำแข็ง ที่อุณหภูมิ -10 องศาเซลเซียส (รูปที่ 17)



รูปที่ 17 แสดงการแช่แผ่นแก้วผสม โดยวิธี frozen slab technique

2. นำแผ่นแก้วผสมออกมา หยดส่วนผงและส่วนเหลวลงบนแผ่นแก้วผสม ตามอัตราส่วนที่บริษัทแนะนำ โดยนำส่วนผงจำนวนน้อย ๆ ผสมให้เข้ากับส่วนเหลว ด้วยพายผสมที่ทำด้วยโลหะ ไร้สนิมรูปร่างแคบยาว

ในการผสมซิงค์ฟอสเฟตซีเมนต์ควรผสมเป็นวงกว้างเพื่อระบายความร้อน เนื่องจากผลของปฏิกิริยาเคมี(รูปที่ 18)

ในการผสมกาสไอโอโนเมอร์ซีเมนต์(ซลธชา และอมรา,2535) จะกระทำ เป็นวงแคบ ๆ และรวดเร็วโดยไม่ต้องใช้แรง(รูปที่ 19) ถ้าออกแรงมากเกินไปจะทำให้ อนุภาคของกาสแตก ลักษณะของซีเมนต์ที่ผสมแล้ว ควรมีความเป็นมันวาวซึ่งแสดงว่ามี free polyacid ที่ยังไม่ได้ทำปฏิกิริยากับส่วนแคลเซียมไฮดรอกไซด์หรืออนุมูลไฮดรอกไซด์

เหลืออยู่ และส่วน free acid นี้จะเป็นส่วนสำคัญในการสร้างพันธะเคมีกับผิวเคลือบฟัน



รูปที่ 18 แสดงวิธีการผสมของซิงค์ฟอสเฟตซีเมนต์ ซึ่งต้องผสมเป็นวงกว้าง
เพื่อระบายความร้อน



รูปที่ 19 แสดงวิธีการผสมของกลาสไอโอโนเมอร์ซีเมนต์ ซึ่งผสมเป็นวงแคบ
และรวดเร็วโดยไม่ต้องใช้แรง

ในการปฏิบัติงานทางคลินิก นอกจากใช้อัตราส่วนผงต่อของเหลวตามบริษัท
แนะนำแล้วยังสามารถใช้อัตราส่วนผงต่อของเหลว โดยดูจากความเหนียว(Consistency)
ของซีเมนต์ที่ผสม ซึ่งมีอยู่ 3 ลักษณะ

1. Inlay seating consistency หรือ luting consistency คือ
ระดับความเหนียวที่สามารถยึดซีเมนต์ที่ผสมได้ประมาณ 2-3 เซนติเมตร ใช้ในการยึด
ครอบฟัน

2. Putty like consistency คือระดับความเหนียวของซีเมนต์ที่ใช้เป็น
วัสดุอุดชั่วคราว หรือวัสดุรองพื้นจะหนืดกว่า มีลักษณะเหนียวปั้นได้

3. ความเหนียวอยู่ระหว่าง 1 และ 2 ซึ่งเป็นระดับที่เหมาะสมกับการยึด
บล็อกโลหะรัดฟันในงานทันตกรรมจัดฟัน

เทคนิคการยึดบล็อกโลหะรัดฟันด้วยซีเมนต์ในงานทันตกรรมจัดฟัน(Band cementation
technique)

L.A.White(1986)ได้แนะนำขั้นตอนในการยึดบล็อกโลหะรัดฟันด้วยซีเมนต์ไว้
ดังต่อไปนี้

1. เลือกบล็อกโลหะรัดฟันให้มีขนาดกระชับพอเหมาะกับขนาดของฟัน(รูปที่ 20)
2. ขัดฟันด้วยผงขัดผสมสนิมน้ำ เพื่อกำจัดสารเคลือบผิวเพลาติเคิล และแผ่นคราบ
จุลินทรีย์(รูปที่ 21)
3. กั้นน้ำลายด้วยม้วนสำลี และใช้ที่ดูดน้ำลายร่วมด้วย(รูปที่ 22)
4. ใช้ masking tape ปิดบนด้านบดเคี้ยวของบล็อกโลหะรัดฟัน เพื่ินี้จะ
ช่วยป้องกันไม่ให้ซีเมนต์ไหลออกจากบล็อกโลหะรัดฟัน และทำให้ง่ายต่อการวางบล็อกโลหะ
รัดฟันลงบนฟันด้วยนิ้ว(รูปที่ 23)
5. ผสมซีเมนต์ส่วนผงกับส่วนเหลวบนแผ่นแก้วผสม ที่เย็นจัดโดยวิธี Frozen
slab method ตามอัตราส่วนของบริษัทผู้ผลิต
6. นำซีเมนต์ที่ผสมแล้ว ทาบริเวณด้านในของบล็อกโลหะรัดฟัน

7. วางบล็อกโลหะรัดฟันให้อยู่ในตำแหน่งที่ถูกต้อง โดยใช้วิธี Two-step adaption (Seeholzer และ Dasch, 1988) เพราะวิธีนี้สามารถกำจัดซีเมนต์ส่วนเกิน และเป็นการป้องกันการเกิดการรั่วซึมด้านข้างซึ่งมี 2 ขั้นตอน คือ

7.1 วางบล็อกโลหะรัดฟันในตำแหน่งที่ถูกต้องด้วยนิ้ว และ band seating instrument กำจัดซีเมนต์ส่วนเกินออกด้วยแปรงสีฟันที่เปียก (รูปที่ 24,25)

7.2 ใช้ band seating instrument กดบล็อกโลหะรัดฟัน โดยรอบเพื่อให้เข้าสู่ตำแหน่งที่ถูกต้อง ซีเมนต์ส่วนเกินจะมีเหลืออีกเล็กน้อย ซึ่งสามารถกำจัดออกโดยง่ายด้วยมีวนสำลี หากซีเมนต์แข็งตัวแล้วควรกำจัดซีเมนต์ส่วนเกินที่เหลือด้วย คิวเรนท์ (รูปที่ 26,27)



รูปที่ 20 แสดงการเลือกบล็อกโลหะรัดฟันที่เหมาะสม



รูปที่ 21 แสดงการกำจัดสารเคลือบผิวพลาสติกเค็ดและแผ่นคราบ
จุลินทรีย์บนผิวเคลือบฟันด้วยผงขัดผิวมีส

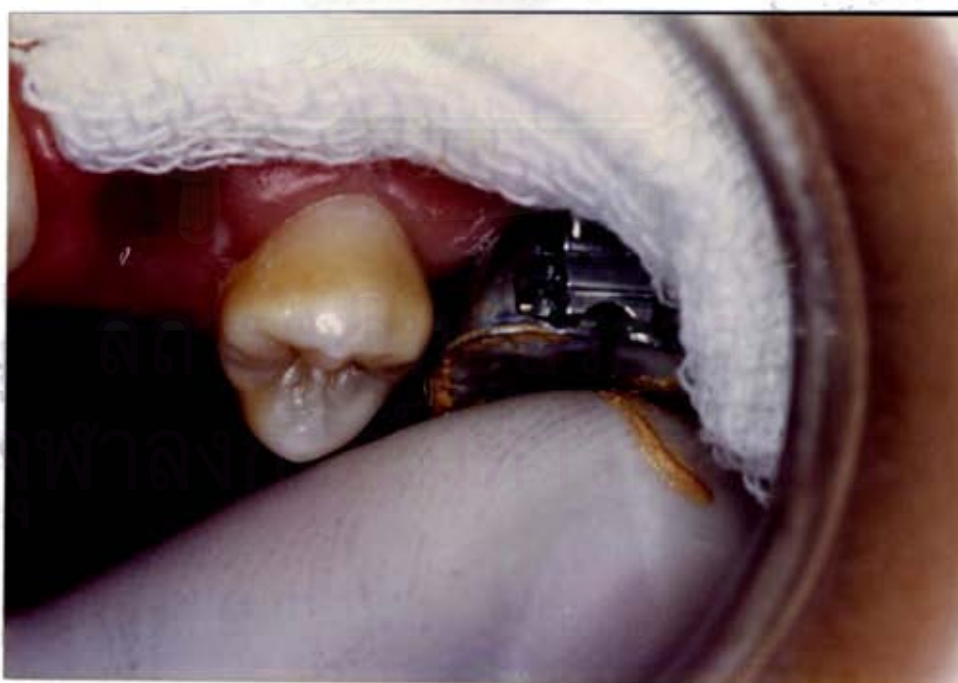


รูปที่ 22 แสดงการกันน้ำลายด้วยม้วนสำลี และที่อุดน้ำลาย

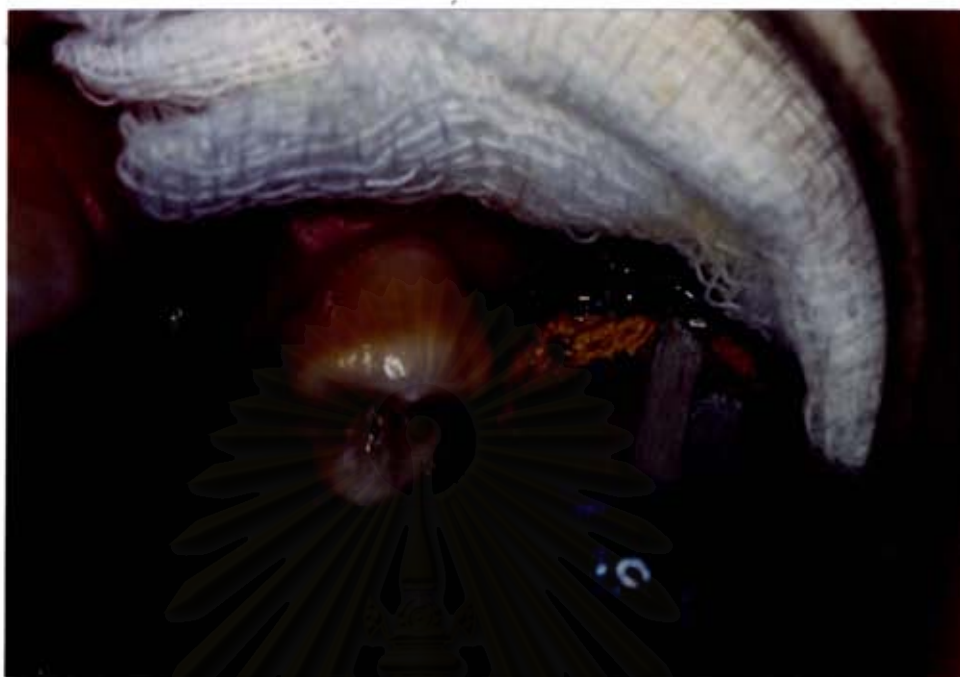




รูปที่ 23 แสดงการใช้ masking tape ป้องกันไม่ให้ซีเมนต์ไหลออกจาก
บล็อกโลหะจัดฟัน



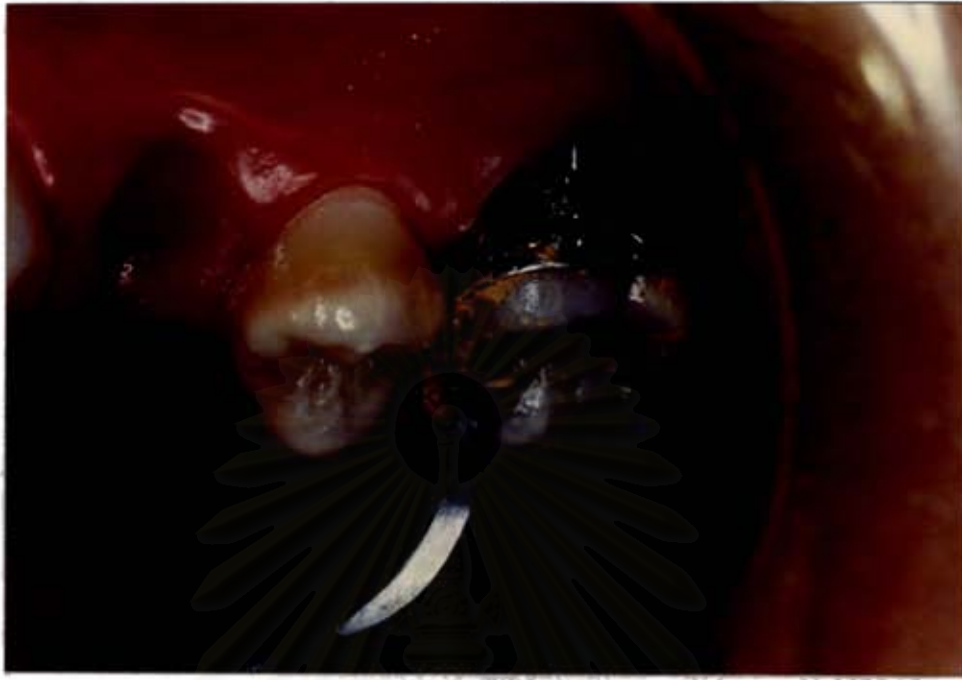
รูปที่ 24 แสดงการวางบล็อกโลหะจัดฟันขั้นตอนที่ 1



รูปที่ 25 แสดงการกำจัดซีเมนต์ส่วนเกินออกด้วยแปรงสีฟันที่เปียก



รูปที่ 26 แสดงการวางบล็อกโลหะรัดฟันขั้นตอนที่ 2



รูปที่ 27 แสดงการกำจัดซีเมนต์ส่วนเกินที่เหลือด้วยคิวเรนท์

สถาบันวิทย์บริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ระเบียบวิธีวิจัย

1. ประชากร

พันธุกรรมน้อยซี่ที่ 1 ทั้งบนและล่างที่ยึดบล็อกโลหะรัดฟันด้วย
กลาสไอโอโนเมอร์และซิงค์ฟอสเฟตซีเมนต์

2. กลุ่มตัวอย่าง

กลุ่มตัวอย่างเป็นพันธุกรรมน้อยซี่ที่ 1 ที่ยึดด้วยกลาสไอโอโนเมอร์
และซิงค์ฟอสเฟตซีเมนต์ของบริษัท Ormco เป็นฟันที่ได้มาจากคนไข้ที่มาขอรับบริการการ
รักษาทางทันตกรรมจัดฟัน ในรายที่ต้องถอนพันธุกรรมน้อยซี่ที่ 1 บนและล่าง ด้านซ้ายและ
ด้านขวาโดยกำหนดช่วงอายุคนไข้อยู่ในระหว่าง 10-20 ปี มีผิวเคลือบฟันปกติ ปราศ
จากรอยโรคใด ๆ ปรากฏให้เห็นเมื่อมองด้วยตาเปล่า จำนวน 120 ซี่

3. เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

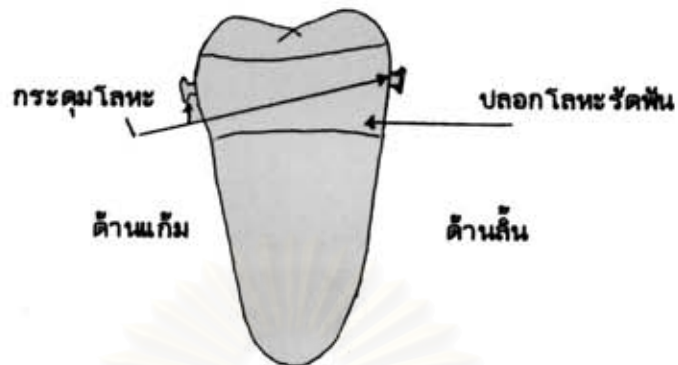
3.1 ซีเมนต์ที่ใช้ในการวิจัย

3.1.1 กลาสไอโอโนเมอร์ซีเมนต์ ยี่ห้อ Protect ซึ่ง
ผลิตโดยบริษัท Ormco สหรัฐอเมริกา อัตราส่วนผสมผง:ของเหลว ตามคำแนะนำ
ของบริษัทคือ 3:2

3.1.2 ซิงค์ฟอสเฟตซีเมนต์ ยี่ห้อ Ormco Gold ซึ่ง
ผลิตโดยบริษัท Ormco สหรัฐอเมริกา อัตราส่วนผสมผง:ของเหลว ตามคำแนะนำ
ของบริษัท คือ 1:4

3.2 บล็อกโลหะรัดฟันชนิดโค้งตามรูปร่างฟัน ของบริษัท
Ormco สหรัฐอเมริกา เชื่อมกระดูกโลหะให้ติดกับบล็อกโลหะรัดฟันด้วยเครื่องมือเชื่อมโลหะ

โพไฟฟ้าทางด้านใกล้แก้มและใกล้ลิ้น ด้านละ 1 ตัว



รูปที่ 28 แสดงปลอกโลหะรัดฟันที่เชื่อมขั้วลบและขั้วบวก 2 ตัว ด้านแก้มและด้านลิ้น

3.3 ตู้อบฆ่าเชื้อ Memmert รุ่น UL-30 (Memmert universal ovens sterilizations-incubator UL-30) ใช้กระแสไฟฟ้าเป็นแหล่งให้กำเนิดความร้อนและควบคุมอุณหภูมิให้คงที่ ความร้อนสูงสุดที่สามารถให้ได้คือ 220 องศาเซลเซียส ใช้ควบคุมอุณหภูมิของกลุ่มตัวอย่างที่ 37 องศาเซลเซียส ความชื้นสัมพัทธ์ประมาณ 100 เปอร์เซ็นต์ เป็นเวลา 24 ชั่วโมง ก่อนนำไปทดสอบ

3.4 เครื่องมือทดสอบทั่วไป (universal testing machine) ของบริษัท Instron รุ่น 4500 (รูปที่29)

เป็นเครื่องมือศึกษาคุณสมบัติเชิงกล (mechanic properties) ของวัสดุ โดยวัดค่าเป็นแรงซึ่งมี 4 ลักษณะคือ แรงดึง (tensile force), แรงอัด (compressive force), แรงดัดโค้ง (bending force) และแรงบิด (torsion force)



รูปที่ 29 เครื่องมือทดสอบทั่วไป Instron universal testing machine รุ่น 4500

ส่วนประกอบของเครื่อง Instron universal testing machine รุ่น 4500 ประกอบด้วย

3.4.1 Tower console เป็นตู้ที่บภายในบรรจุด้วยแผงวงจรรไฟฟ้า ทำหน้าที่เป็นแหล่งพลังงานของเครื่องทั้งหมด (รูปที่ 30)

3.4.2 Front panel เป็นแผงวงจรรอิเล็กทรอนิกส์(รูปที่ 31) ทำหน้าที่ดังนี้

ก.ปรับสมมุคณ์ก่อนทำการวัด ทั้งขนาดของแรงและระยะทางตลอดจนอัตราการเคลื่อนของ moving crosshead

ข.ทำหน้าที่วัดค่าต่างๆออกมาเป็นระบบตัวเลข

ค.ควบคุมการทำงานของส่วน load frame

ง.รับคำสั่งและส่งผลไปยังหน่วยคอมพิวเตอร์

3.4.3 หน่วยประเมินผลกลาง ประกอบด้วยเครื่อง

คอมพิวเตอร์ที่มีโปรแกรมทำหน้าที่รับผลจาก front panel แล้วนำผลการวิจัยที่ได้มาวิเคราะห์ และแสดงผลออกมาทางจอภาพ และเครื่องพิมพ์ ในรูปของกราฟ หรือค่าต่าง ๆ (รูปที่ 32)



รูปที่ 30 แสดงภาพ tower console



รูปที่ 31 แสดงภาพ Front panel



รูปที่ 32 แสดงภาพของหน่วยคอมพิวเตอร์

3.4.4 Load frame ทำหน้าที่จับตัวอย่างที่วิจัยประกอบ

ไปด้วยส่วนหลักๆ คือ (รูปที่ 33)

ก. fixed crosshead เป็นส่วนที่ไม่มีการเคลื่อนที่ จะมี
 ขาจับ (grip) ทำหน้าที่จับตัวอย่างที่ต้องการวัด ในการวิจัยนี้ขาจับของเครื่องสามารถจับ
 กับรากฟันได้กระชับดี ในการใช้รากโคงงอาจต้องมีการกรอแต่งซึ่งจะกล่าวต่อไป

ข. moving crosshead เป็นส่วนที่มีการเคลื่อนที่ ส่วนนี้จะ
 ต่อเข้ากับ load cell ทำหน้าที่ให้แรงต่อตัวอย่างที่นำมาทดสอบ จะมีขาจับจับกับเครื่องมือที่
 ออกแบบมาเป็นพิเศษสำหรับแต่ละการทดลอง ในการทำวิจัยนี้เลือกใช้ความเร็วในการเคลื่อน
 0.2 มิลลิเมตรต่อนาที (Norris, Schwaninger และ Weinberg, 1986; Maijer และ
 Smith, 1986)

ค. load cell ในการทดลองนี้ใช้ load cell ที่ผลิต
 โดยบริษัท Instron ให้แรงสูงสุด 10 กิโลนิวตัน มีค่าความแม่นยำถึง 0.1% ซึ่ง
 หมายความว่า หากทดสอบแรงที่ไม่เกิน 10,000 นิวตัน จะมีโอกาสคลาดเคลื่อน

เพียง 10 นิวตัน



รูปที่ 33 แสดงภาพของ Load frame ซึ่งประกอบด้วย

ก.fixed crosshead

ข.moving crosshead

ค.load cell

3.5 เครื่องมือช่วยในการจับชิ้นงานและช่วยในการดึงของ

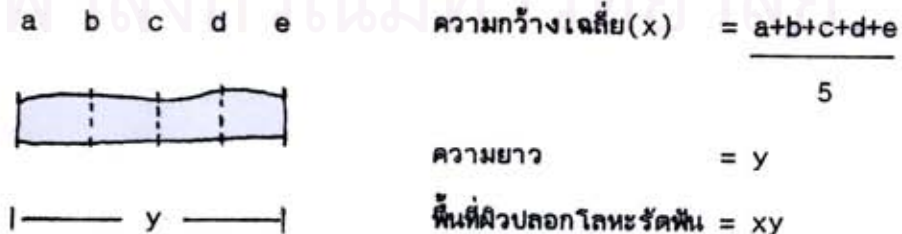
เครื่องทดสอบแรงทั่วไปของ Instron เป็นเครื่องมือซึ่งออกแบบและประดิษฐ์ขึ้นเพื่อใช้ในการทดสอบนี้โดยเฉพาะ เพื่อให้ได้แรงดึงที่ได้จากเครื่องกระทำต่อตัวอย่างที่เตรียมไว้ในตำแหน่งและทิศทางที่ต้องการ ส่วนนี้ติดกับ moving crosshead (รูปที่ 34) ทำหน้าที่ยึดจับกระดุมโลหะที่เชื่อมกับบล็อกโลหะวัดพัน



รูปที่ 34 แสดงภาพเครื่องมือที่ใช้จับชิ้นงาน ซึ่งออกแบบสำหรับจับบล็อกโลหะรัดฟัน โดยยึดจับบริเวณกระดุมโลหะที่เชื่อมกับบล็อกโลหะรัดฟัน

4. การรวบรวมข้อมูล

4.1 หาพื้นที่ผิวบล็อกโลหะรัดฟัน เนื่องจากในการวิจัยนี้เราใช้บล็อกโลหะรัดฟันสำเร็จรูปชนิดโค้งตามลักษณะฟัน ในการคำนวณหาพื้นที่ผิว กระทำโดยการนำบล็อกโลหะรัดฟันมาตัดออกในแนว occluso-gingival แล้วคลี่บล็อกโลหะรัดฟันให้แบนราบ นำไปลอกขอบเขตบนกระดาง แล้วนำไปคำนวณหาพื้นที่ผิวโดยการเฉลี่ย กำหนดให้วัดความกว้างของบล็อกโลหะรัดฟัน 5 ตำแหน่ง แล้วนำมาเฉลี่ย นำค่าเฉลี่ยที่ได้ไปคูณกับความยาวของบล็อกโลหะรัดฟัน (ดังรูปที่ 35)



รูปที่ 35 แสดงการคำนวณหาพื้นที่ของบล็อกโลหะรัดฟัน

4.2 ทาค่าแรงเอนของซีเมนต์ทั้ง 2 ชนิด หน่วยเป็นแรงต่อหน่วยพื้นที่

5. การจัดการกระทำ

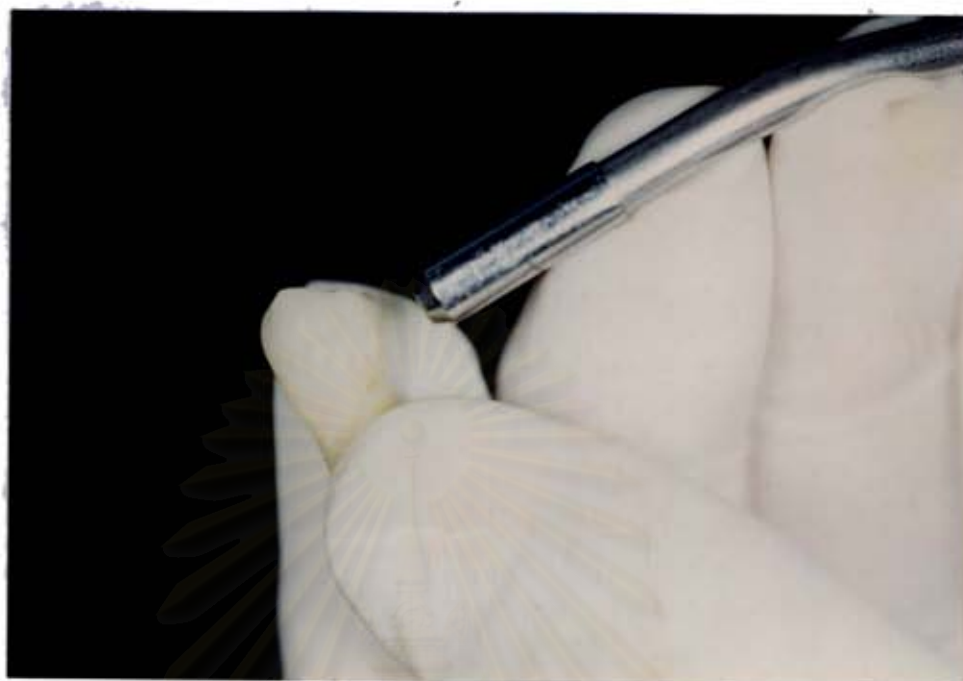
5.1 ทำความสะอาดฟันที่จะนำมาทดลอง โดยการล้างคราบเลือด น้ำลาย และขูดเศษเนื้อเยื่อรอบ ๆ ปลายรากฟันให้สะอาด ขั้วฟันในน้ำกลั่น เก็บไว้ในตู้เย็นที่อุณหภูมิประมาณ 4 องศาเซลเซียส และเปลี่ยนน้ำกลั่นทุกสัปดาห์จนกว่าจะถึงเวลาทดลอง

5.2 นำฟันที่จะทดลองซีที่รากโค้งงอ นำมากรอแต่งให้ตรง เพื่อให้ขาจับของ fixed crosshead จับรากฟันได้แน่น โดยที่รากฟันไม่แตก (รูปที่ 36)



รูปที่ 36 แสดงวิธีตัดแต่งรากกรณีที่รากโค้งงอ เพื่อให้ขาจับจับได้แน่น

5.3 ขัดผิวฟันให้สะอาดด้วยผงขัดฟัน (pumice) ชนิดละเอียด ด้วยเครื่องกรอช้าและหัวขัดยางโดยวิธีขัดเปียก ล้างด้วยน้ำให้สะอาดและเป่าแห้ง (รูปที่ 37)



รูปที่ 37 แสดงวิธีการทำความสะอาดผิวพื้นและการทำพื้นให้แห้ง

5.4 แบ่งพื้นตัวอย่างที่ได้จากการถอนพื้นในคนไ้รายเดียวกัน
ออกเป็นคู่ ๆ คือ

ก. พื้นบนด้านซ้ายและด้านขวา

ข. พื้นล่างด้านซ้ายและด้านขวา

พื้นในแต่ละคู่ซ้าย - ขวา จะต้องนำมาลองกับบล็อกโลหะรัดพื้นที่มี
ขนาดใกล้เคียงกันแล้วให้ความกระชับ (Fitness) ใกล้เคียงกัน

การเลือกใช้ซีเมนต์ในพื้น กำหนดให้ด้านขวาใช้ซิงค์ฟอสเฟตซีเมนต์
และด้านซ้ายใช้กลาสไอโอโนเมอร์ซีเมนต์

5.5 ผสมซิงค์ฟอสเฟตซีเมนต์ และกลาสไอโอโนเมอร์ซีเมนต์
ตามคำแนะนำของบริษัท โดยใช้สัดส่วน : ของเหลว เป็น 1:4 นำไปยึดบล็อกโลหะรัด
พื้นกับตัวพื้น กดบล็อกโลหะรัดพื้นให้เข้าที่ นำพื้นตัวอย่างทั้งหมดใส่ในตู้อบฆ่าเชื้อที่อุณหภูมิ
37 องศาเซลเซียส ความชื้นสัมพัทธ์ 100 % เป็นเวลา 24 ชั่วโมง

5.6 หาค่าแรงยึดของซีเมนต์ด้วยการวัดค่าแรงเงื่อน/ปอก โดยใช้เครื่อง Instron universal testing machine รุ่น 4500

5.7 เปรียบเทียบค่าแรงที่วัดได้ระหว่างซิงค์ฟอสเฟตซีเมนต์ กับกลาสไอโอโนเมอร์ซีเมนต์

6. ตัวแปรของการวิจัย

6.1 ตัวแปรอิสระ (Independent variable) คือ ชนิดของซีเมนต์ ได้แก่

6.1.1 ซิงค์ฟอสเฟตซีเมนต์

6.1.2 กลาสไอโอโนเมอร์ซีเมนต์

6.2 ตัวแปรตาม (Dependent variable) คือ ขนาดของแรงเงื่อน/ปอก ที่ทำให้บล็อกโลหะรัดพื้นหลุดออกจากผิวเคลือบฟัน

7. การวิเคราะห์ข้อมูล

7.1 หาค่าเฉลี่ย (Mean, \bar{X}), ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D) และสัมประสิทธิ์การกระจาย (C.V.) ของแรงเงื่อนปอกของซิงค์ฟอสเฟตซีเมนต์และกลาสไอโอโนเมอร์ซีเมนต์

7.2 เปรียบเทียบความแตกต่างของแรงเงื่อน/ปอก ของซิงค์ฟอสเฟตซีเมนต์และกลาสไอโอโนเมอร์ซีเมนต์ โดยใช้การวิเคราะห์แบบ Student t-test (Two tailed test) ที่ระดับนัยสำคัญ 0.01

7.3 ศึกษาลักษณะความล้มเหลวของซิงค์ฟอสเฟตและกลาสไอโอโนเมอร์ซีเมนต์ โดยดูจากจำนวนพื้นที่มีลักษณะของความล้มเหลวมากที่สุด

ผลการวิเคราะห์ข้อมูล

1. การหาขนาดและพื้นที่ผิวของบล็อกโลหะรัดฟัน

จากข้อตกลงเบื้องต้นกำหนดให้ทันตแพทย์จัดฟัน (orthodontist) จำนวน 2 คนเลือกขนาดของบล็อกโลหะรัดฟันให้พอเหมาะกับฟัน คือมีความกระชับ (fitness) ที่ดี ใกล้เคียงกันทั้งฟันด้านซ้ายและด้านขวา ได้ผลดังตารางที่ 2

ตัวอย่างที่	ขนาดของบล็อกโลหะรัดฟันกรามน้อยซี่ที่หนึ่ง			
	ฟันบน(ZPC)	ฟันบน(GIC)	ฟันล่าง(ZPC)	ฟันล่าง(GIC)
1	31	31	19	19
2	22	24	18	15
3	25	24	18	18
4	24	24	18	19
5	26	28	18	18
6	22	22	19	19
7	30	29	19	18
8	28	24	17	16
9	25	28	18	19
10	27	27	15	15
11	29	27	15	15

12	26	24	15	15
13	26	26	15	15
14	26	25	20	20
15	29	29	18	18
16	27	27	16	17
17	27	27	20	22
18	26	27	20	18
19	23	22	22	22
20	22	22	16	16
21	28	27	19	19
22	30	31	21	21
23	21	22	15	16
24	28	27	18	16
25	23	24	15	15
26	31	30	20	20
27	24	24	19	19
28	30	30	18	18
29	27	27	17	18
30	24	24	20	22

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ 2 แสดงขนาดของบล็อกโลหะรัดฟันที่เหมาะสม โดยการยอมรับจากทันต

แพทย์จัดฟันจำนวน 2 คน (บล็อกโลหะรัดฟันเป็นบล็อกสำเร็จรูปของบริษัท Ormco)

เมื่อได้ขนาดของบล็อกโลหะรััดฟันที่เหมาะสมแล้ว นำมาคำนวณหาพื้นที่ผิวของบล็อกโลหะรััดฟันตามวิธีที่กล่าวข้างต้นในระเบียบวิธีวิจัย ได้ผลดังตารางที่ 3

ขนาดของ บล็อกโลหะรััดฟันบน	พื้นที่ผิว (ตารางมิลลิเมตร)	ขนาดของ บล็อกโลหะรััดฟันล่าง	พื้นที่ผิว (ตารางมิลลิเมตร)
21U	98.56	15L	84.77
22U	99.26	16L	86.50
23U	99.97	17L	88.23
24U	100.32	18L	89.96
25U	101.38	19L	90.83
26U	102.08	20L	92.04
27U	102.61	21L	93.42
28U	103.84	22L	94.29
29U	104.90	23L	95.15
30U	105.60	24L	96.19
31U	106.30	25L	96.88

ตารางที่ 3 แสดงพื้นที่ผิวของบล็อกโลหะรััดฟันแต่ละขนาดซึ่งได้จากการคำนวณหน่วยเป็นตารางมิลลิเมตร

2. การหาแรงเฉือนบออกของซิงค์ฟอสเฟตซีเมนต์และกลาสไอโอโนเมอร์ซีเมนต์

การวิจัยในส่วนนี้เนื่องจากบล็อกโลหะรััดฟันมีขนาดแตกต่างกันในแต่ละตัว

อย่าง ดังนั้นจึงต้องวัดแรงสูงสุดที่กระทำต่อซีเมนต์จนทำให้บล็อกโลหะรัดฟันหลุดออกจากตัวฟันก่อน แล้วจึงนำเอาพื้นที่ผิวที่คำนวณได้จากตารางที่ นำมาหารค่าแรงเหวี่ยงปอกซึ่งจะได้หน่วยเป็นแรงต่อพื้นที่

จากข้อตกลงเบื้องต้น แบ่งกลุ่มตัวอย่างที่ได้ออกเป็นคู่ ๆ คือ

ก. ฟันบนด้านซ้ายและด้านขวา

ข. ฟันล่างด้านซ้ายและด้านขวา

กำหนดให้ฟันด้านหนึ่งใช้ซิงค์ฟอสเฟตซีเมนต์ และฟันอีกด้านหนึ่งใช้ไกลาส

ไอโอโนเมอร์ซีเมนต์ ยึดบล็อกโลหะรัดฟันกับตัวฟัน ได้ผลดังตารางที่ 4 และ 5

ตัวอย่างที่	ฟันบน (ZPC) (นิวตัน)	ฟันบน (GIC) (นิวตัน)	ฟันล่าง (ZPC) (นิวตัน)	ฟันล่าง (GIC) (นิวตัน)
1	278.200	129.100	272.300	208.900
2	312.200	278.700	280.100	145.400
3	386.900	202.300	260.800	171.100
4	309.900	242.500	312.900	208.800
5	396.900	207.000	357.800	268.500
6	248.400	210.700	203.100	99.090
7	340.700	149.200	344.700	157.400
8	317.200	148.200	486.800	109.200
9	242.900	189.700	360.700	242.300
10	283.400	108.900	256.700	224.700
11	218.100	162.700	281.700	103.200
12	417.700	172.900	357.100	151.400
13	324.800	224.700	424.600	208.400

14	247.300	240.500	377.200	165.600
15	352.400	139.900	393.950	166.300
16	214.300	168.100	276.800	223.100
17	314.900	307.000	236.900	228.300
18	372.200	259.600	286.100	199.100
19	363.500	167.700	191.100	265.000
20	228.200	220.700	308.400	211.700
21	374.100	238.100	324.100	205.700
22	336.100	224.800	319.500	241.000
23	336.200	240.300	155.400	101.300
24	383.500	197.000	229.200	163.500
25	257.400	228.900	239.700	118.700
26	259.600	130.200	261.100	205.500
27	219.200	173.000	319.400	109.400
28	389.900	142.600	273.600	131.100
29	314.500	312.600	256.700	148.400
30	307.300	311.600	230.500	219.400

Mean	312.500	204.307	294.647	179.500
S.D.	60.070	55.817	69.897	50.962

ตารางที่ 4 แสดงแรงสูงสุดที่กระทำต่อซีเมนต์จนทำให้บล็อกโลหะรัดพื้นหลุดออก
จากตัวพินกรามน้อยซี่ที่ 1 หน่วยเป็นนิวตัน

ตัวอย่างที่	พื้นบน(ZPC) นิวตัน/ซม. ²	พื้นบน(GIC) นิวตัน/ซม. ²	พื้นล่าง(ZPC) นิวตัน/ซม. ²	พื้นล่าง(GIC) นิวตัน/ซม. ²
1	261.710	121.450	299.790	229.990
2	314.330	277.810	311.360	171.520
3	381.630	201.650	289.910	190.200
4	308.910	241.730	347.820	229.870
5	388.520	199.350	397.730	298.470
6	250.250	212.270	223.600	109.090
7	322.630	142.230	379.500	174.970
8	305.470	147.730	551.740	126.240
9	239.590	182.680	400.960	266.760
10	276.190	106.130	302.820	265.070
11	207.910	158.560	332.310	121.740
12	409.190	172.350	421.260	178.600
13	318.180	220.120	450.310	221.020
14	242.260	237.230	409.820	179.920
15	335.940	133.370	393.950	166.300
16	208.850	163.820	320.000	252.860
17	306.890	299.190	260.820	239.940
18	364.620	253.000	310.840	234.870
19	363.610	168.950	202.670	281.050
20	229.900	222.350	356.530	244.740
21	360.270	232.040	356.820	226.470
22	318.280	211.480	342.000	257.970

23	341.110	242.090	183.320	117.110
24	369.320	191.990	254.780	189.010
25	257.480	228.170	282.770	140.030
26	244.210	123.300	283.680	223.270
27	218.500	172.450	351.650	120.440
28	369.220	138.970	304.140	145.950
29	332.810	304.650	290.940	164.960
30	306.320	310.600	250.430	230.580
Mean	305.137	200.590	328.809	199.967
S.D.	57.976	55.944	77.300	54.063
C.V.	19.000	27.889	23.509	27.036

ตารางที่ 5 แสดงแรงเหวี่ยงบดสูงสุดที่กระทำต่อซีเมนต์จนทำให้บดกลบทะลุพื้นหลุดออกจากตัวพื้นกรามน้อยซี่ที่ 1 หน่วยเป็นนิวตันต่อตารางเซนติเมตร

2.1 ค่าเฉลี่ยแรงเหวี่ยงบดและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของซิงค์ฟอสเฟตซีเมนต์ และกลาสไอโอโนเมอร์ซีเมนต์ เป็นดังนี้ (รูปที่ 38)

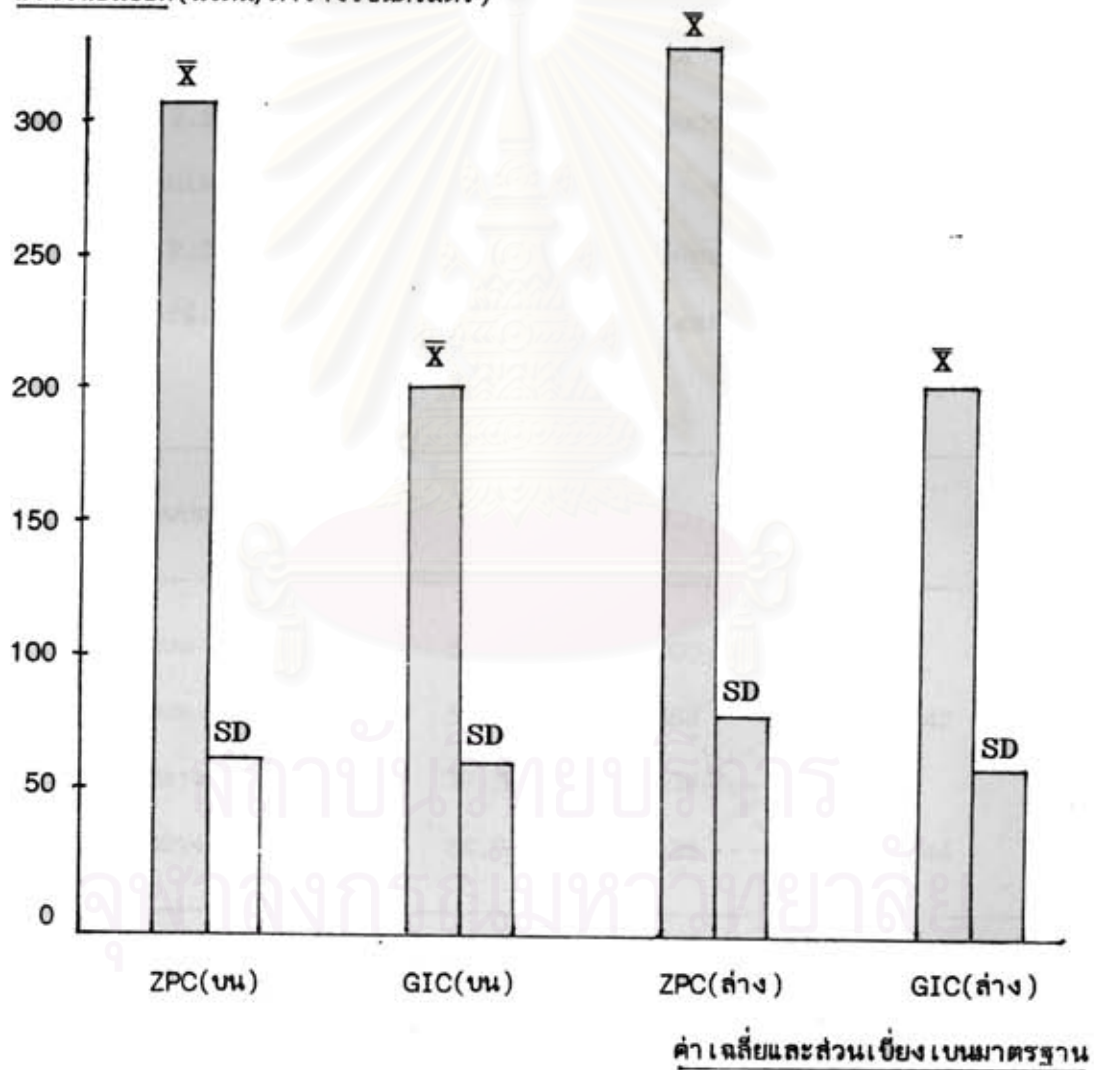
2.1.1 ซิงค์ฟอสเฟตซีเมนต์ ในพื้นกรามน้อยซี่ที่ 1 มีค่าเฉลี่ยแรงเหวี่ยงบดเป็น 305.137 นิวตันต่อตารางเซนติเมตร ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน 57.976 นิวตันต่อตารางเซนติเมตร และค่าสัมประสิทธิ์การกระจาย 19.000

2.1.2 กลาสไอโอโนเมอร์ซีเมนต์ ในพื้นกรามน้อยซี่ที่ 1 มีค่าเฉลี่ยแรงเหวี่ยงบดเป็น 200.590 นิวตันต่อตารางเซนติเมตร ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน 55.944 นิวตันต่อตารางเซนติเมตร ค่าสัมประสิทธิ์การกระจาย 27.889

2.1.3 ซิงค์ฟอสเฟตซีเมนต์ ในพื้นที่รายน้อยต่างซีที 1 มีค่าเฉลี่ยแรงเงือน
ปอกเป็น 328.809 นิวตันต่อตารางเซนติเมตร ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน 77.300 นิวตันต่อ
ตารางเซนติเมตร ค่าสัมประสิทธิ์การกระจาย 23.509

2.1.4 กลาสไอโอโนเมอร์ซีเมนต์ ในพื้นที่รายน้อยต่างซีที 1 มีค่าเฉลี่ยแรง
เงือนปอกเป็น 199.967 นิวตันต่อตารางเซนติเมตร ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน 54.063
นิวตันต่อตารางเซนติเมตร ค่าสัมประสิทธิ์การกระจาย 27.036

แรงเงือนปอก (นิวตัน/ตารางเซนติเมตร)



รูปที่ 38 แสดงแผนภาพค่าเฉลี่ยแรงเงือนปอก, ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของซิงค์ฟอสเฟต
ซีเมนต์และกลาสไอโอโนเมอร์ซีเมนต์ ในพื้นที่รายน้อยซีที 1 บนและล่าง

2.2 ศึกษาเปรียบเทียบความแตกต่างของแรงเหวี่ยงของซิงค์ฟอสเฟตซีเมนต์กับกลาสไอโอโนเมอร์ซีเมนต์ ในพันกรมน้อยซี่ที่ 1 โดยใช้ Student's t-test (two tailed) ที่ระดับนัยสำคัญ 0.01 ได้ผลดังนี้ (ตารางที่ 6)

2.2.1 ไม่มีความแตกต่างกันของแรงเหวี่ยงของซิงค์ฟอสเฟตซีเมนต์ในพันกรมน้อยซี่ที่ 1 บนและล่าง t-test มีค่าเท่ากับ 1.342

2.2.2 ไม่มีความแตกต่างกันของแรงเหวี่ยงของกลาสไอโอโนเมอร์ซีเมนต์ในพันกรมน้อยซี่บนและล่าง t-test มีค่าเท่ากับ 0.044

2.2.3 มีความแตกต่างกันของแรงเหวี่ยงของซิงค์ฟอสเฟตซีเมนต์กับกลาสไอโอโนเมอร์ซีเมนต์ ในพันกรมน้อยซี่ที่ 1 บน t-test เท่ากับ 7.113

2.2.4 มีความแตกต่างกันของแรงเหวี่ยงของซิงค์ฟอสเฟตซีเมนต์กับกลาสไอโอโนเมอร์ซีเมนต์ ในพันกรมน้อยซี่ที่ 1 ล่าง t-test เท่ากับ 7.487

แรงเหวี่ยง	Mean	S.D.	C.V.	t-test
ZPC ในฟันบน	305.136	57.976	19.000	7.113**
GIC ในฟันบน	200.590	55.944	27.889	1.342
ZPC ในฟันล่าง	328.809	77.300	23.509	7.487**
GIC ในฟันล่าง	199.967	54.063	27.036	0.044

ตารางที่ 6 แสดงค่าเฉลี่ยแรงเหวี่ยง, ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน, ค่าสัมประสิทธิ์การกระจาย และค่า t-test ที่ระดับความมีนัยสำคัญ 0.01 ของซิงค์ฟอสเฟตและกลาสไอโอโนเมอร์ซีเมนต์ที่ยึดปลอกโลหะรัดฟันในพันกรมน้อยซี่ที่ 1 บนและล่าง

** แสดงความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

3. ศึกษาลักษณะของความล้มเหลวของซิงค์ฟอสเฟตซีเมนต์และกลาสไอโอโนเมอร์ซีเมนต์

จากข้อตกลงเบื้องต้นเราแบ่งลักษณะความล้มเหลวของซีเมนต์ออกเป็น 3 แบบ โดยพิจารณาจากปริมาณซีเมนต์ที่เหลืติดอยู่กับฟัน คือ

แบบที่ I : ความล้มเหลวของแรงยึดที่บริเวณซีเมนต์กับบล็อกโลหะรัดฟัน พบว่าซีเมนต์เกือบทั้งหมดติดกับผิวฟัน

แบบที่ II : ความล้มเหลวภายในตัวซีเมนต์เอง พบว่ามีซีเมนต์ติดอยู่กับผิวฟันประมาณ $\pm 50\%$

แบบที่ III: ความล้มเหลวของแรงยึดที่บริเวณผิวเคลือบฟันกับซีเมนต์ พบว่าจะมีซีเมนต์ติดอยู่กับผิวฟันน้อยกว่า 30%

ชนิดของซีเมนต์	ฟันกรามน้อยซี่ที่ 1 บน			ฟันกรามน้อยซี่ที่ 1 ล่าง		
	I	II	III	I	II	III
ZPC	7	19	4	5	21	5
%	23.33	63.33	13.33	16.66	70.00	16.66
GIC	16	11	3	15	11	4
%	53.33	36.66	10.00	50.00	36.66	13.33

ตารางที่ 7 แสดงลักษณะความล้มเหลวของซิงค์ฟอสเฟตซีเมนต์และกลาสไอโอโนเมอร์ซีเมนต์

3.1 ลักษณะความถี่เหลือของซิงค์ฟอสเฟตซีเมนต์ในการยึดบล็อกโลหะรัดฟันในฟันกรามน้อยซี่ที่ 1 จะมีลักษณะ เป็นแบบชนิดที่ II ทั้งฟันบนและฟันล่าง

3.2 ลักษณะความถี่เหลือของกลาสไอโอโนเมอร์ในการยึดบล็อกโลหะรัดฟันในฟันกรามน้อยซี่ที่ 1 จะมีลักษณะ เป็นแบบชนิดที่ I ทั้งฟันบนและฟันล่าง



สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

สรุปผลการวิจัยและข้อเสนอแนะ

วัตถุประสงค์ของการวิจัย คือ ศึกษาเปรียบเทียบแรงเฉือนบดของซิงค์ฟอสเฟตซีเมนต์กับกลาสไอโอโนเมอร์ ในการยึดบล็อกโลหะรัดฟัน และศึกษาลักษณะของความล้มเหลวในการยึดบล็อกโลหะรัดฟันของซีเมนต์ทั้งสองชนิด

ผลการวิจัยพบว่าค่าเฉลี่ยของแรงเฉือนบดของซิงค์ฟอสเฟตซีเมนต์ในการยึดบล็อกโลหะรัดฟันในพันกรมน้อยซี่ที่ 1 บนและล่าง มีค่าเท่ากับ 305.137 และ 328.809 นิวตันต่อตารางเซนติเมตร ตามลำดับ เมื่อนำมาทดสอบด้วย t-test พบว่าไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ 0.01

ในขณะที่ค่าเฉลี่ยแรงเฉือนบดของกลาสไอโอโนเมอร์ซีเมนต์ ในการยึดบล็อกโลหะรัดฟันในพันกรมน้อยซี่ที่ 1 บนและล่างมีค่าเท่ากับ 200.590 และ 199.967 นิวตันต่อตารางเซนติเมตร ตามลำดับ เมื่อทดสอบด้วย t-test พบว่าไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ 0.01 เช่นเดียวกัน

เมื่อศึกษาเปรียบเทียบแรงเฉือนบดของซิงค์ฟอสเฟตซีเมนต์กับ กลาสไอโอโนเมอร์ซีเมนต์ ในการยึดบล็อกโลหะรัดฟัน ในพันกรมน้อยซี่ที่ 1 พบว่ามีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ 0.01 ทั้งในพันบนและพันล่าง

การศึกษาลักษณะของความล้มเหลวของซิงค์ฟอสเฟตซีเมนต์ พบว่าส่วนใหญ่ (63.33% ในพันกรมน้อยบนซี่ที่ 1, และ 70 % ในพันกรมน้อยล่างซี่ที่ 1) เป็นแบบชนิดที่ II คือเกิดจากภายในตัวของซีเมนต์เอง

ลักษณะของความล้มเหลวของกลาสไอโอโนเมอร์ซีเมนต์ พบว่าส่วนใหญ่ (53.33% ในพันกรมน้อยบนซี่ที่ 1, และ 50 % ในพันกรมน้อยล่างซี่ที่ 1) เป็นแบบชนิดที่ I คือเกิดจากความล้มเหลวของแรงยึดที่บริเวณบล็อกโลหะรัดฟันกับตัวซีเมนต์

อภิปราย

ซิงค์ฟอสเฟตซีเมนต์เป็นซีเมนต์ที่ใช้ในการยึดบล็อกโลหะรัดฟันในงานทันตกรรม จัดฟันมาช้านาน เมื่อนำมาศึกษาเปรียบเทียบกับกลาสไอโอไอโนเมอร์ซีเมนต์ในห้องปฏิบัติการภายหลังปฏิกิริยาก่อตัว 24 ชั่วโมง พบว่าซิงค์ฟอสเฟตซีเมนต์มีค่าเฉลี่ยแรงเฉือนบดสูงกว่ากลาสไอโอไอโนเมอร์ ซึ่งต่างกับการทดลองของ Norris และคณะ (1986) ที่พบว่า ไม่มีความแตกต่างกันของค่าเฉลี่ยแรงเฉือนบดของซิงค์ฟอสเฟตซีเมนต์และกลาสไอโอไอโนเมอร์ซีเมนต์ ทั้งนี้อาจเนื่องมาจากปัจจัยอื่นๆ เช่น วิธีการทดลอง, การออกแบบการทดลอง, และการใช้กลาสไอโอไอโนเมอร์ซีเมนต์คนละบริษัทกัน (แต่ซิงค์ฟอสเฟตบริษัทเดียวกัน)

เพื่อเป็นการตรวจสอบอย่างคร่าวๆ ว่าปัจจัยที่ทำให้เกิดผลการวิจัยที่ต่างกันนั้น เป็นผลมาจากการออกแบบการทดลอง หรือเป็นผลจากความคลาดเคลื่อนของเครื่องทดสอบทั่วไป จึงได้ทำการทดสอบเพิ่มเติม โดยการนำกลาสไอโอไอโนเมอร์ซีเมนต์ชนิดเดียวกัน คือ ยี่ห้อ Ketac-Cem ซึ่งผลิตโดยบริษัท ESPE ประเทศเยอรมันนี นอกจากนี้อยังใช้กลาสไอโอไอโนเมอร์ซีเมนต์อีกบริษัทหนึ่งที่เป็นชนิด anhydrous คือ Aqua-Cem ซึ่งผลิตโดยบริษัท DE TRAY ประเทศสหรัฐอเมริกา โดยนำมาทดสอบอย่างละ 6 ตัวอย่าง พบว่าค่าเฉลี่ยแรงเฉือนบดของ Ketac-Cem และ Aqua-Cem มีค่าเท่ากับ 215.00 และ 189.25 นิวตันต่อตารางเซนติเมตร ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 52.30 และ 51.80 นิวตันต่อตารางเซนติเมตรตามลำดับ ซึ่งใกล้เคียงกับค่าที่ Norris และคณะ วัดได้ ดังนั้นปัจจัยที่ทำให้ผลการวิจัยที่ต่างกัน จึงไม่น่าที่จะเกิดจากการออกแบบเครื่องมือหรือเกิดจากเครื่องทดสอบทั่วไป

อย่างไรก็ตามค่าแรงเฉือนบดของซิงค์ฟอสเฟตซีเมนต์ที่วัดได้ในการวิจัยครั้งนี้ วัดได้สูงกว่าการทดลองของ Norris และคณะ แม้ว่าจะใช้ซิงค์ฟอสเฟตซีเมนต์บริษัทเดียวกันก็ตาม ได้ทำการทดสอบเพิ่มเติมอีก 6 ตัวอย่าง พบว่าค่าแรงเฉือนบดก็ยังอยู่ในช่วงที่ทำการทดลองครั้งแรก จึงสันนิษฐานว่าอาจเป็นผลมาจากใช้สัดส่วนการผสมของส่วนผงกับส่วนเหลวที่ต่างกัน ซึ่งในการวิจัยนี้ยึดสัดส่วนตามปริมาณที่บริษัทแนะนำมา (ซึ่งบริษัทแนะนำมา

2 วิธี คือ โดยน้ำหนักกับโดยปริมาตร ในการวิจัยครั้งนี้ต้องการนำผลไปใช้ประยุกต์ทางคลินิก จึงเลือกวิธีที่ใช้ปริมาตร ซึ่งเป็นวิธีที่นิยมปฏิบัติในทางคลินิก ในการทดลองของ Norris และคณะ ไม่ได้ระบุว่าใช้สัดส่วนวง:ส่วนเหลว โดยวิธีใด เพียงแต่ระบุว่าตามสัดส่วนที่บริษัทแนะนำมา)

หรืออาจเป็นผลมาจากขบวนการผลิตของซีเมนต์ในแต่ละรุ่น นอกจากนี้ในการทดลองของ Norris และคณะ ใช้ฟันกราม ในขณะที่ในการวิจัยครั้งนี้ใช้ฟันกรามน้อยซี่ที่ 1

นอกจากนี้ยังมีการวิจัยของ Maijer และ Smith (1988), Fricker และ Mc Lacklan (1987) ซึ่งการวิจัยทั้งสองเป็นการเฝ้าสังเกตทางคลินิกเป็นระยะเวลาานประมาณ 24 เดือน ที่พบว่าบล็อกโลหะรัดฟันที่ยึดด้วยซิงค์ฟอสเฟตซีเมนต์มีเปอร์เซ็นต์การหลุดมากกว่าที่ยึดด้วยกลาสไอโอโนเมอร์ ทั้งนี้มาจะเกิดจากปัจจัยอื่นมาเกี่ยวข้อง นอกเหนือจากการใช้กลาสไอโอโนเมอร์คนละบริษัทแล้ว เช่น การละลายตัวของซีเมนต์ในน้ำลาย (ซึ่งซิงค์ฟอสเฟตซีเมนต์จะมีการละลายตัวในน้ำลายสูงกว่ากลาสไอโอโนเมอร์ซีเมนต์)(Norris, Schwaninger และ Weinberg, 1986)

ในการใช้ฟันกรามน้อยซี่ที่ 1 ที่ใช้ในการวิจัยนี้ เมื่อยึดบล็อกโลหะรัดฟันด้วยซีเมนต์ชนิดเดียวกัน คือ ไม่ว่าจะเป็ซิงค์ฟอสเฟตซีเมนต์หรือกลาสไอโอโนเมอร์ซีเมนต์ พบว่าไม่มีความแตกต่างกันของแรงเฉือนบอกระหว่างฟันกรามน้อยซี่ที่ 1 บนฟันกรามน้อยซี่ที่ 1 ต่าง ซึ่งต่างจากการทดลองของ Mizrahi (1979) ซึ่งเฝ้าสังเกตในคลินิก พบว่าบล็อกโลหะรัดฟันที่ยึดด้วยซีเมนต์ ในฟันล่างหลุดง่ายกว่าฟันบน ดังนั้นจากผลการวิจัยนี้อาจสอดคล้องกับข้อสันนิฐานของ Seeholzer และ Dasch (1988) ที่ว่าสาเหตุหลักที่ทำให้บล็อกโลหะรัดฟันในฟันล่างหลุดง่ายกว่าฟันบน มิได้เกิดจากรูปร่างฟัน หากน่าจะเกิดจากผลของการที่ฟันล่างต้องรับความเค้นมากกว่าฟันบน อันเป็นผลจาก occlusal interference ร่วมกับการกันน้ำลายได้ยากกว่าฟันบน

การศึกษาของลักษณะของความล้มเหลวของซิงค์ฟอสเฟตซีเมนต์ พบว่าส่วนใหญ่เป็นแบบชนิดที่ II ซึ่งเกิดจากภายในตัวซีเมนต์เอง รองลงมาเป็นแบบที่ I ซึ่งสอดคล้องกับการทดลองของ Maijer และ Smith (1988)

ในขณะที่ลักษณะความถี่เหวของกลาสไอโอโนเมอร์ซีเมนต์ ส่วนใหญ่จะเป็นแบบชนิดที่ I ซึ่งสอดคล้องกับการทดลองของ Noffsinger, Jedrychowski และ Caputo(1983)และการทดลองของ Maijer และ Smith (1988) จากลักษณะความถี่เหวดังกล่าวของกลาสไอโอโนเมอร์ ทำให้มีเศษของกลาสไอโอโนเมอร์ซีเมนต์ปกคลุมผิวฟัน Copenhaver(1986) เชื่อว่ากลาสไอโอโนเมอร์ซีเมนต์ที่ปกคลุมฟันจะเป็นการป้องกันการสูญเสียแร่ธาตุของผิวฟันบริเวณรอบๆ และข้างใต้ปลอกโลหะรัดฟัน ซึ่งเป็นผลดีกว่าซิงค์ฟอสเฟตซีเมนต์

สรุปผลการวิจัย

1. ค่าเฉลี่ยแรงเหวของซิงค์ฟอสเฟตซีเมนต์ (Ormco) ในการยึดปลอกโลหะรัดฟันในฟันกรามน้อยซี่ที่ 1 บนและล่าง มีค่าเท่ากับ 305.137 และ 328.829 นิวตันต่อตารางเซนติเมตร ตามลำดับ
2. ค่าเฉลี่ยแรงเหวของกลาสไอโอโนเมอร์ (Ormco) ในการยึดปลอกโลหะรัดฟันในฟันกรามน้อยซี่ที่ 1 บนและล่าง มีค่าเท่ากับ 200.590 และ 199.967 นิวตันต่อตารางเซนติเมตร ตามลำดับ
3. ไม่มีความแตกต่างกันของค่าเฉลี่ยแรงเหวของซิงค์ฟอสเฟตในการยึดปลอกโลหะรัดฟันในฟันกรามน้อยซี่ที่ 1 บนและล่าง
4. ไม่มีความแตกต่างกันของค่าเฉลี่ยแรงเหวของกลาสไอโอโนเมอร์ในการยึดปลอกโลหะรัดฟันในฟันกรามน้อยซี่ที่ 1 บนและล่าง
5. มีความแตกต่างกันระหว่างค่าเฉลี่ยแรงเหวของซิงค์ฟอสเฟตและกลาสไอโอโนเมอร์ซีเมนต์ ในการยึดปลอกโลหะรัดฟันในฟันกรามน้อยซี่ที่ 1 ทั้งในฟันบนและฟันล่าง
6. ลักษณะความถี่เหวของซิงค์ฟอสเฟตซีเมนต์ในการยึดปลอกโลหะรัดฟันในฟันกรามน้อยซี่ที่ 1 จะเกิดจากภายในตัวซีเมนต์เอง
7. ลักษณะความถี่เหวของกลาสไอโอโนเมอร์ซีเมนต์ในการยึดปลอกโลหะรัด

ฟันในทันตกรรมน้อยซี่ที่ 1 เกิดระหว่างตัวซีเมนต์กับบล็อกโลหะรัดฟัน

ข้อเสนอแนะ

ในการวิจัยนี้พบว่ารูปร่างและขนาดของทันตกรรมน้อยซี่ที่ 1 ไม่ว่าจะ เป็นฟันบน และล่าง ไม่มีผลต่อค่าเฉลี่ยแรงเฉือนปอก ดังนั้นจึงควรศึกษาค่าเฉลี่ยแรงเฉือนของซีเมนต์ ชนิดต่างๆ และหลายบริษัท เช่น โพลีคาร์บอกซิลเลตซีเมนต์ โดยวิธีกลุ่มตัวอย่างแล้วนำมา เปรียบเทียบ

แม้ว่าการวิจัยครั้งนี้ทดสอบโอโอโนเมอร์ซีเมนต์จะมีค่าเฉลี่ยแรงเฉือนปอกน้อยกว่าซิงค์ฟอสเฟตซีเมนต์ก็ตาม แต่ค่าเฉลี่ยแรงเฉือนที่วัดได้ก็สามารถเพียงพอที่จะต้านทาน แรงบดเคี้ยวได้ ดังนั้นการพิจารณาเลือกใช้ซีเมนต์ในคลินิก นอกจากจะคำนึงถึงแรงเฉือน ปอกแล้ว เราควรศึกษาวิจัยเพิ่มเติมถึงคุณสมบัติเหล่านี้ด้วย

1. การปลดปล่อยฟลูออไรด์ว่ามีปริมาณมากน้อยเท่าไร และปริมาณฟลูออไรด์ ที่ปลดปล่อยออกมา นั้นจะส่งผลในการป้องกันการเกิดการสูญเสียแร่ธาตุของฟันได้นานเท่าไร เพราะ เนื่องจากปัจจุบันได้มีผลิตภัณฑ์ทางทันตกรรมออกมาหลายชนิด โดยเฉพาะอย่างยิ่ง ซีเมนต์ ที่มีการโฆษณาว่ามีฟลูออไรด์ผสมอยู่

2. คุณสมบัติในการละลายในน้ำลาย ทั้งนี้เป็นที่ทราบว่าการละลายตัวใน น้ำลายเป็นสาเหตุหนึ่งที่ทำให้เกิดการหลุดของบล็อกโลหะรัดฟัน เพราะ เนื่องจากผู้ป่วย ทางทันตกรรมจัดฟันส่วนใหญ่ต้องใส่บล็อกโลหะรัดฟันเป็นระยะเวลาประมาณ 2 ปี

3. ผลของซีเมนต์ต่อดัชนีคราบจุลินทรีย์ และดัชนีเหงือกอักเสบซึ่งเป็นเรื่อง ที่ต้องศึกษาต่อไป เพราะ เนื่องจากผู้ป่วยทางทันตกรรมจัดฟันนอกจากจะพบว่าการสูญเสีย แร่ธาตุของผิวเคลือบฟันแล้ว ปัญหาที่มักพบเสมอก็คือโรคปริทันต์ ได้มีการศึกษามลของ ซีเมนต์ชนิดต่างๆ ที่ใช้ยึดบล็อกโลหะรัดฟัน ว่ามีผลต่อดัชนีคราบจุลินทรีย์และดัชนีเหงือก อักเสบอย่างไร ซึ่งยังไม่สามารถสรุปได้แน่นอนเพราะการศึกษาเรื่องนี้ยังมีน้อยมาก

รายการอ้างอิง



ภาษาไทย

เจน รัตนไพศาล ทันตวัสดุศาสตร์. พิมพ์ครั้งที่ 1. กรุงเทพมหานคร.: สำนักพิมพ์
ไทยวัฒนาพานิช, 2518.

ชลชชา ห้านริศภัย และอมรา ม่วงมิ่งสุข Concise Glass Ionomer cement. จำนวน
3000 เล่ม. พิมพ์ครั้งที่ 1.: สำนักพิมพ์ Shutter and Ink, 2535.

ภาษาอังกฤษ

Anderson, G.M. Practical orthodontic. 9th edition. St.Louis. :
Mosby, 1960.

Cahn, R.W., Haasen,P.,and Kramer,E.J. Materials science and
technology. Weinheim.: VCH Verlagsgesellschaft mbH,1992.

Copenhaver, D.J. :In vitro comparision of zinc phosphate and
glassionomer cements ability to inhibit decalcification
under orthodontic band [abstract]. Am.J.Orthod.(1986):528.

Craig, R.G. Restorative dental materials. 8th edition. St.
Louis.: The C.V. Mosby Company,1989.

Forsten,L. : Fluoride release from a glassionomer cement. Scand.
J.Dent.Res. (1977)85:503-504.

Freitas,J.F. :The long term solubility of a stannous fluoride-
zinc phosphate cement. Aust.Dent.J. (1973):167-173.

Fricker,J.P.,and McLachlan,M.D.: Clinical studies of glassiono
mer cements. Aust.Orthod.Mel.(1985):179-180.

_____ : Clinical studies on glassionomer cement. Aust.

Orthod.J. 10(1987):12-14.

Gibb, C.H., et al : Occlusal force during chewing and swallowing as measured by sound transmission J.Prosth.Dent. 46(1981): 443-449.

Karipidis, A., and Pearson, G.J. : The effect of seating pressure and powder/liquid ratio of zinc phosphate cement on the retention of crowns. J.Oral.Rehabil. 15(1988):333-337.

Kent, B.E. and Wilson, A.D. : The properties of a glassionomer cement Brit.Dent.J. 2(1973):322-326.

Kvam, E., Broch, J., and Nissen-Meeyer, I.H. : Comparison between a zinc phosphate cement and a glassionomer cement for cementation of orthodontic bands. Eur.J.Orthod. 5(1983): 307-313.

Leinfelder, K.F. and Lemons, J.E. : Clinical restorative and techniques. Philadelphia.: Lea&Febiger, 1988.

Lynch, E. and Tay, W.M.: Glassionomer cements. part III clinical properties II. J.Ir.Dent.Assoc. 35(1989):66-73.

_____ : Glassionomer cements. part IV clinical property III. J.Ir.dent.Assoc. 35(1989):75-82.

Maijer, R. and Smith, D.C. : A comparison between zinc phosphate and glassionomer cement in orthodontics. J.Dent.Res. 65 (1986):812.

_____ : A comparison between zinc phosphate and glassionomer cement in orthodontics. Am.J.Orthod. 93(1988) :273-279.

Mitchem, J.C. and Gronas, D.G. : Clinical evaluation of cement

- solubility. J.Prosthet.Dent. 40(1978):413-417.
- Mizrahi, E. : The recementation of orthodontic bands using different cements. Angle Orthod. 49(1979):239-246.
- _____ : Success and failure of bonding and banding. Angle Orthod. 52(1982):113-117.
- _____ : Glassionomer cements in orthodontic-An update Am.J. Orthod. 93(1988):505-507.
- Neustadt ,E. : A practical system of orthodontics. New York.: Fairfield Press,1961.
- Noffsinger,D.P., Jedrychowski,J.R., and Caputy,A.A. : Effect of polycarboxylate and glassionomer cements on stainless steel crown retention. Am.Acad.Ped. 5(1983):68-71.
- Norris,D.S., Schwaninger,B., and, Weinberg, R. : Retention of orthodontic bands with new fluoride-releasing cements. Am.J.Orthod. 89(1986):206-211.
- Pluim, L.J. and Arends,J. : The relation between salivary properties and in vivo solubility of dental cements.Dent Mater.3(1987):13-18.
- Pluim,L.J.,Arends,J., Havinga,P., Jongebloed,W.L.,and Stokroos,I. : Quantitative cement solubility experiments in vivo. J.Oral.Rehabil. 11(1984):171-179.
- Radowasky, P.L. ,and Retief,D.H. : Acid resistance of enamel exposed to fluoride-containing orthodontic cements. Am.J. Orthod. 83(1983):33-37.
- Rich, J.M., Leinfelder,K.F. , and Hershey, H.G.: An in vitro study of cement retention as relate to orthodontics

- Angle Orthod. 45(1975):219-225.
- Saiko Fujibayashi, et al : Fluoride content of dental cements and its release in water.:Jap.J.Cons.Dent. 33(1990):39-49.
- Scoville,R.K., Foreman, F.,and Burgess,J.O.: In vitro fluoride uptake by enamel adjacent to a glassionomer luting cement. J.Dent.Child. 35 (1990):352-355.
- Seeholzer, H.W., and Dasch,W. : Banding with a glassionomer cement J.Clin.Orthod.22(1988):165-169.
- Skibell, K.B., and Shannon,I.L. : Adding of stannous fluoride to orthodontic cement. Int.J.Orthod. 11(1973):131-135.
- Smith, D.C., and William ,D.F. : Biocompatibility of dental materials. vol.1, Boca.Raton,CRC Press 1982.
- Swartz,M.L., Phillip,R.W. , and Clark,H.E. : Long-term fluoride release from glassionomer cements. J.Dent.Res. 63(1984): 158-160.
- Swift, E.J. : Fluoride-containing restorative materials. Clin. Prevent.Dent. 10(1988):19-23.
- Tay,W.M. , and Lynch, E. : Glassionomer(polyalkenoate) cements. part I. development,setting reaction,structure and types. J.Ir.Dent.Assoc. 35(1989):53-57.
- _____ : Glassionomer cements. part II. J.Ir.Dent.Assoc. 35 (1989):59-63.
- Valk, J.W.P., and Davidson,C.L. : The relevance of controlled fluoride release with bonded orthodontic appliance.J.Dent. 15(1987):257-260.
- Wei, S.H.Y. ,and Surk,D.L. : Fluoride uptake by enamel from

zinc phosphate cement containing stannous fluoride. J.A.D.A.
83(1971):621-624.

White, L.W. : Glassionomer. J.Clin.Orthod. 20(1986) :387-391.

Wilson, A.D. : The developments in glassionomer cements. Int.J.
Prosth. 2(1989):438-445.

Wilson, A.D., and McLean, J.W. : Glass-ionomer cement ,
Quintessence, 1988.



สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



ประวัติผู้เขียน

นายทรงชัย นครน้อย เกิดวันที่ 29 เมษายน พ.ศ.2504 ที่อำเภอท่าเรือ จังหวัดพระนครศรีอยุธยา สำเร็จการศึกษาทันตแพทยศาสตรบัณฑิต จากคณะทันตแพทยศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหิดล ในปีการศึกษา 2528 เข้ารับราชการที่ฝ่ายทันตกรรม โรงพยาบาล มหาราชนครราชสีมา จังหวัดนครราชสีมา เข้าศึกษาต่อในระดับบัณฑิตศึกษา สาขาวิชา ทันตกรรมจัดฟันของบัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย เมื่อปีการศึกษา 2534



สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย