

บทที่ 4

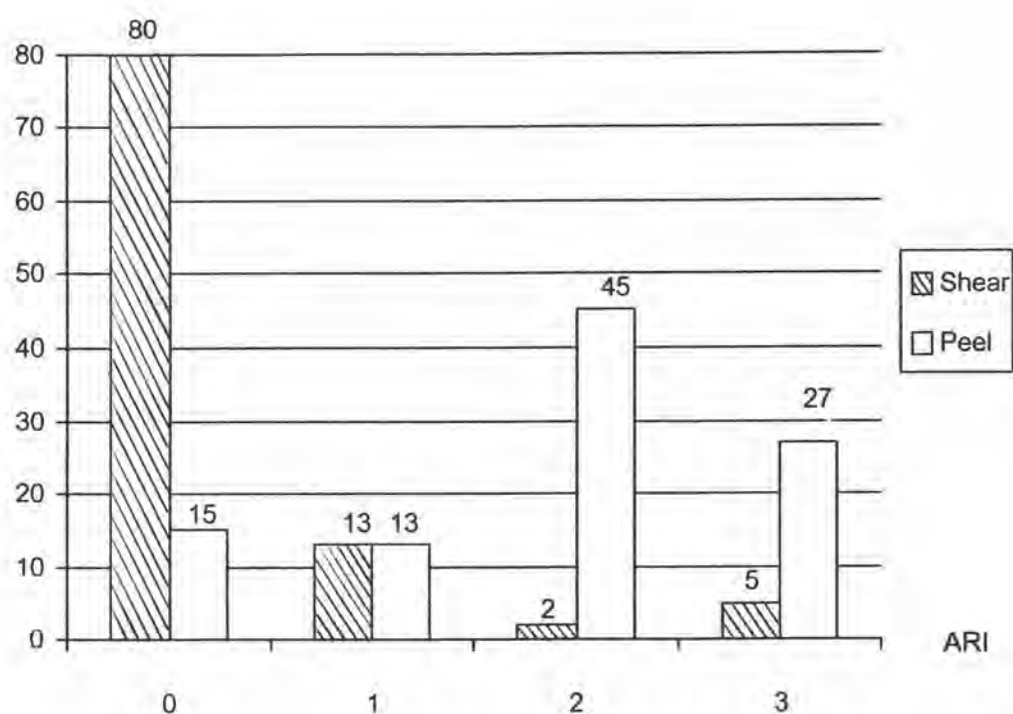
ผลการศึกษาและวิเคราะห์ข้อมูล

1. การศึกษาผลการถอดแบรคเกิดด้วยแรงเฉือนและแรงปอกในพินกรามน้อยบนและล่างจำนวน 120 ซี่ พบว่าปริมาณของแอดฮีซีฟเรซินที่เหลืออยู่บนผิวเคลือบฟันเมื่อประเมินตามค่า ARI มีค่าคะแนน 4 ค่า คือ 0, 1, 2 และ 3 และจำนวนฟันในแต่ละค่าคะแนนคิดเป็นอัตราส่วนร้อยละ ดังตารางที่ 2 และรูปที่ 23

ปริมาณของแอดฮีซีฟเรซินที่เหลือบนผิวเคลือบฟันตามค่า ARI	จำนวนฟันที่เกิดจากการถอดแบรคเกิดด้วยแรงเฉือน (ซี่)	จำนวนฟันที่เกิดจากการถอดแบรคเกิดด้วยแรงปอก (ซี่)	รวม
0	48	9	57
1	8	8	16
2	1	27	28
3	3	16	19
จำนวนฟันทั้งหมด	60	60	120

ตารางที่ 2 แสดงจำนวนฟันที่เกิดจากการใช้แรงเฉือนและแรงปอกในการถอดแบรคเกิด โดยประเมินตามค่า ARI

ร้อยละของจำนวนฟัน



รูปที่ 23 แสดงอัตราส่วนร้อยละของจำนวนฟันที่เกิดจากการใช้แรงเฉือนและแรงปอก ในการถอดแบร็กเกต โดยประเมินตามค่า ARI

2. การศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างลักษณะของแรงที่ใช้ในการถอดแบร็กเกตกับปริมาณของแอตชีฟเรซินที่เหลืออยู่บนผิวเคลือบฟันหลังจากการถอดแบร็กเกต ตามค่า ARI ด้วยสถิติวิเคราะห์ไคสแควร์ (ตารางที่ 6 ภาคผนวก ก) แสดงว่าการถอดแบร็กเกตด้วยแรงปอก ทำให้ปริมาณของแอตชีฟเรซินที่เหลือค้างอยู่บนผิวเคลือบฟันเมื่อประเมินตามค่า ARI แตกต่างจากการถอดแบร็กเกตด้วยแรงเฉือนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ $p < 0.05$

นอกจากนี้ในการถอดแบร็กเกตด้วยแรงปอกที่ให้แรงไปยังปีกของแบร็กเกต พบว่าปีกแบร็กเกตงอเข้าหากัน ทำให้แอตชีฟเรซินมีรอยร้าวตามแนวการงอของปีกแบร็กเกตในแนวสบฟัน-คอฟัน (occluso-cervical line) เป็นส่วนใหญ่ แต่อาจพบรอยแตกของแอตชีฟเรซินในแนวใกล้กลาง-ไกลกลาง (mesio-distal line) ได้บ้าง ซึ่งไม่พบลักษณะทั้งสองนี้ในการถอดแบร็กเกตด้วยแรงเฉือน

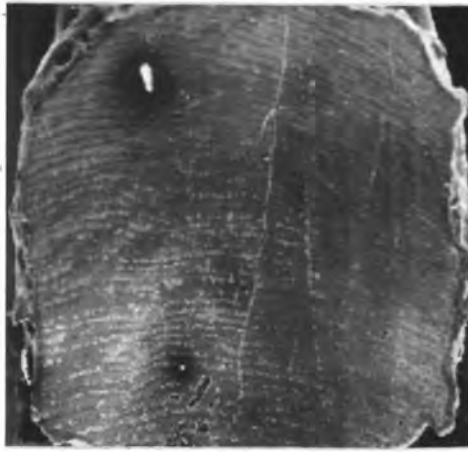
3. ในการศึกษาการสูญเสียผิวเคลือบฟันที่ติดอยู่บนแอตฮีสีฟเรซินของฐานแบร็กเกต ภายหลังจากการถอดแบร็กเกตด้วยแรงเฉือน และแรงปอก ในกลุ่มที่มีค่า ARI เท่ากับ 0, 1 และ 2 ด้วยกล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอนแบบส่องกราดพบว่า ในการถอดแบร็กเกตด้วยแรงเฉือนลักษณะพื้นผิวของแอตฮีสีฟเรซินมีการแตกหักของผิวเคลือบฟันร่วมออกมาด้วยเป็นชั้นๆ ลักษณะเหมือนเส้นของเรทเซียสอย่างชัดเจนในบางตำแหน่ง และเป็นวงโค้งตามแนวของร่องเพอริคัลมาตา ดังรูปที่ 24 A-C ส่วนการถอดแบร็กเกตด้วยแรงปอกพบลักษณะดังกล่าวได้ชัดเจนน้อยกว่า ดังรูปที่ 24 D-F

เมื่อเพิ่มกำลังขยายมากขึ้น การถอดแบร็กเกตด้วยแรงเฉือนในบริเวณที่มีการแตกหักของผิวเคลือบฟัน จะพบลักษณะแท่งเคลือบฟันเรียงตัวเหมือนเกล็ดปลาซ้อนกันเป็นแนวตามเส้นของเรทเซียส ดังรูปที่ 25 โดยเฉพาะรูปที่ 25C พบลักษณะดังกล่าวได้ชัดเจนมาก

ในการถอดแบร็กเกตด้วยแรงปอก บริเวณที่มีการแตกหักของผิวเคลือบฟันพบว่าการเรียงตัวของแท่งเคลือบฟันเป็นไปในลักษณะเดียวกัน โดยมีความหนาแน่นของแท่งเคลือบฟันน้อยกว่าและกระจายเป็นบริเวณกว้างกว่า ดังรูปที่ 26A, B และ F ส่วนในตำแหน่งที่ไม่พบการแตกหักของผิวเคลือบฟัน พบว่าพื้นผิวของแอตฮีสีฟเรซินค่อนข้างเรียบ ในบางตำแหน่งมีรอยขีดข่วน ดังรูปที่ 26C หรือมีลักษณะเหมือนร่องเพอริคัลมาตาบนผิวเคลือบฟัน ดังรูปที่ 26D และ E นอกจากนี้ยังพบรอยร้าวของแอตฮีสีฟเรซินร่วมด้วย ดังรูปที่ 26A, E และ F

เมื่อเพิ่มกำลังขยายให้มากขึ้นอีก พบว่าผิวเคลือบฟันที่แตกหักจากทั้งการถอดแบร็กเกตด้วยแรงเฉือนและแรงปอกในบริเวณที่พบการแตกหักของผิวเคลือบฟัน พบว่าผิวเคลือบฟันมีลักษณะคล้ายรวงผึ้ง และพบแกนกลางของแท่งเคลือบฟันอย่างชัดเจนโดยไม่พบขอบของแท่งเคลือบฟัน ดังรูปที่ 27A และ 28A ในกำลังขยายที่สูงขึ้นไปอีก จะพบลักษณะของผลึกไฮดรอกซีอะพาไทต์ ดังรูปที่ 27B และ 28B

ส่วนในบริเวณที่ไม่พบการแตกหักของผิวเคลือบฟัน พบว่าแอตฮีสีฟเรซินมีลักษณะของผลึกซิลิกาที่เป็นส่วนประกอบของแอตฮีสีฟเรซินและลักษณะแตกต่างจากผลึกผิวเคลือบฟัน ดังรูปที่ 27C



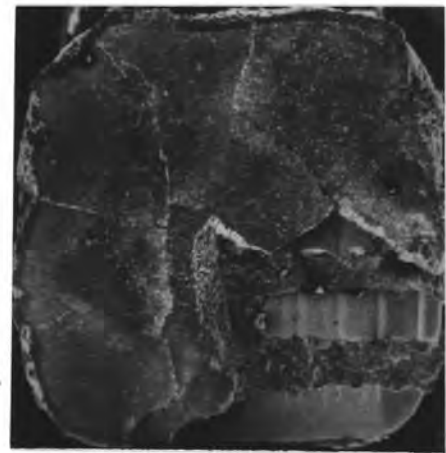
A



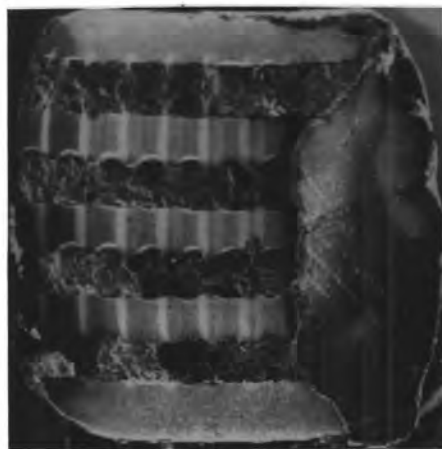
B



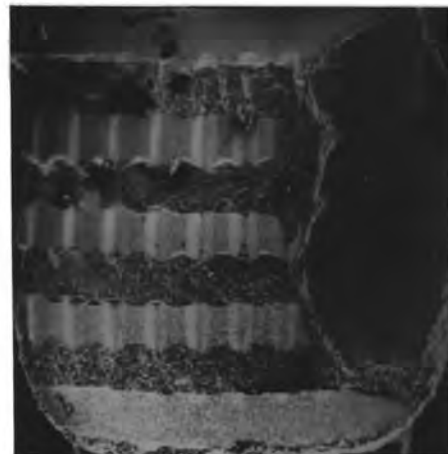
C



D



E

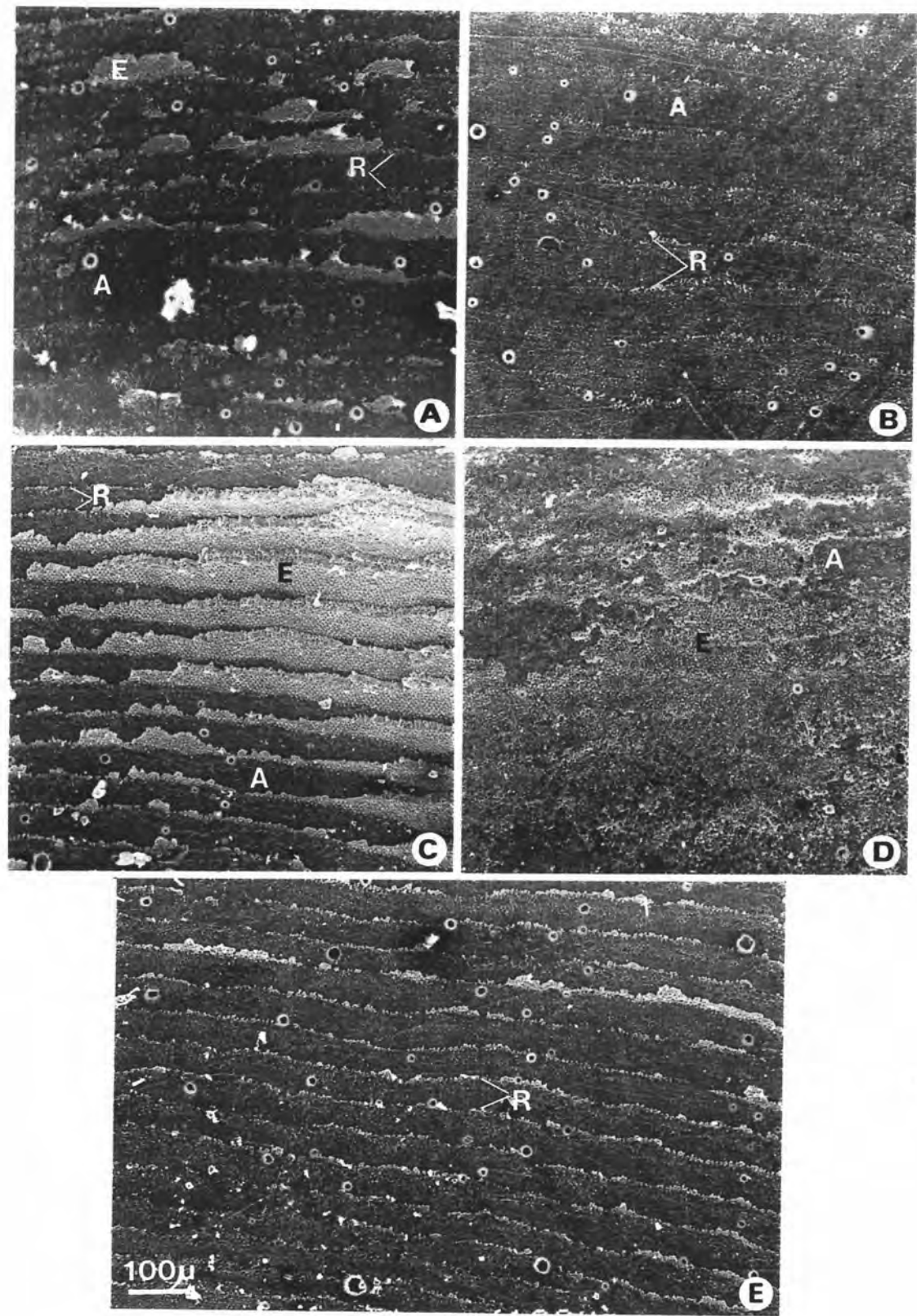


F

รูปที่ 24 แสดงพื้นผิวของแอคทีซีไฟเรซินที่ติดอยู่บนฐานแบรกกะตภายหลังการถอดแบรกกะต จากการศึกษาด้วยกล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอนแบบส่องกราดที่กำลังขยาย 27 เท่า

A-C การถอดแบรกกะตด้วยแรงเฉือน ในกลุ่มที่มีค่า ARI เท่ากับ 0, 1, 2

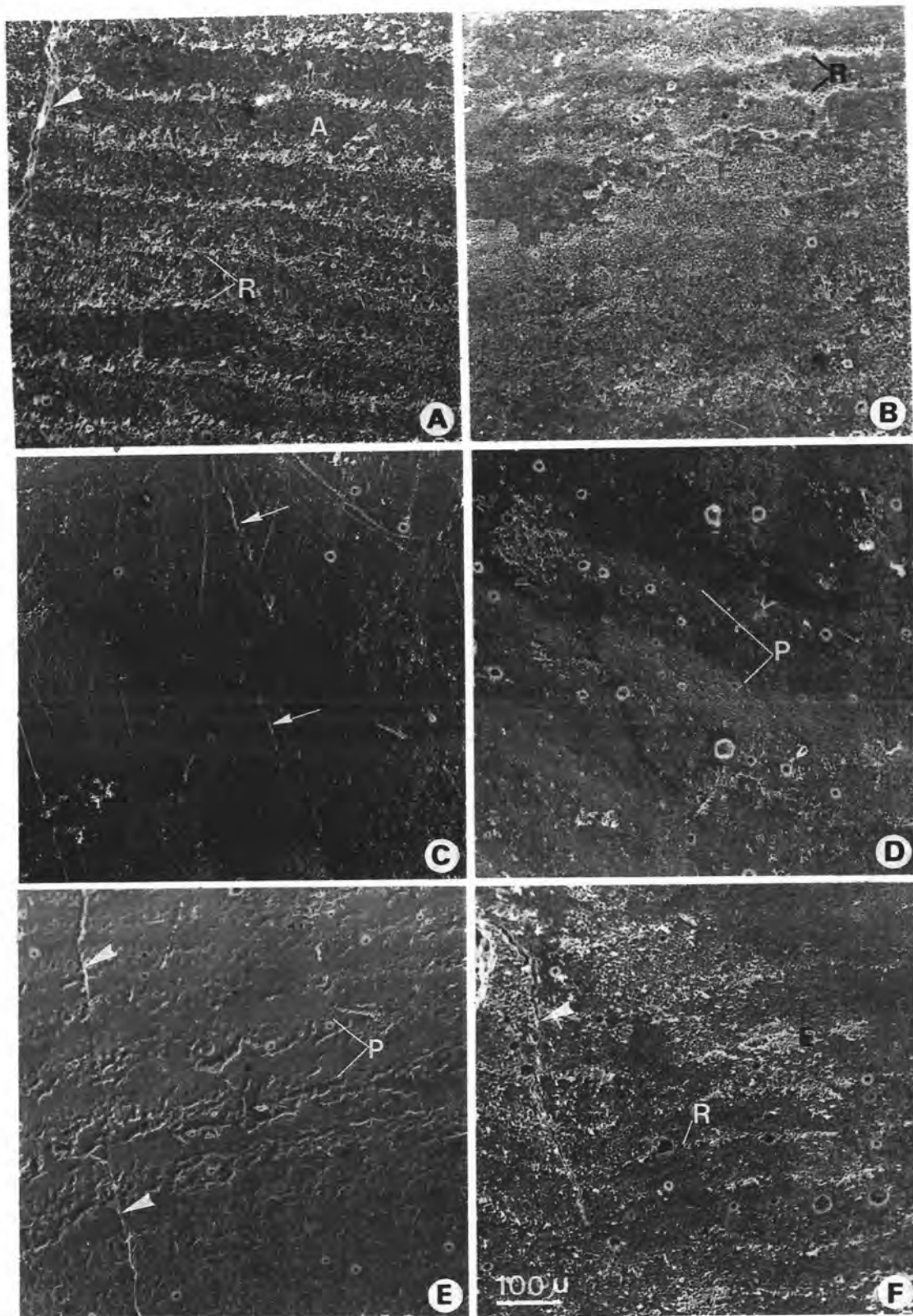
D-F การถอดแบรกกะตด้วยแรงปอก ในกลุ่มที่มีค่า ARI เท่ากับ 0, 1, 2



รูปที่ 25 ภาพจากกล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอนแบบส่องกราด แสดงพื้นผิวของแอตชีฟเรซินที่ติดอยู่บนฐานแบรคเกตภายหลังจากการถอดแบรคเกตด้วยแรงเฉือน ที่กำลังขยาย 100 เท่า

- A, B ในกลุ่มที่มีค่า ARI เท่ากับ 0
- C, D ในกลุ่มที่มีค่า ARI เท่ากับ 1
- E ในกลุ่มที่มีค่า ARI เท่ากับ 2

E= Enamel
 A= Adhesive resin
 R= Striae of Retzius



รูปที่ 26 ภาพจากกล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอนแบบส่องกราด แสดงพื้นผิวของแอคฮีซีฟเรซินที่ติดอยู่บนฐานแบร็กเกตภายหลังจากการถอดแบร็กเกตด้วยแรงปก ที่กำลังขยาย 100 เท่า

A, B ในกลุ่มที่มีค่า ARI เท่ากับ 0

C, D ในกลุ่มที่มีค่า ARI เท่ากับ 1

E, F ในกลุ่มที่มีค่า ARI เท่ากับ 2

E= Enamel

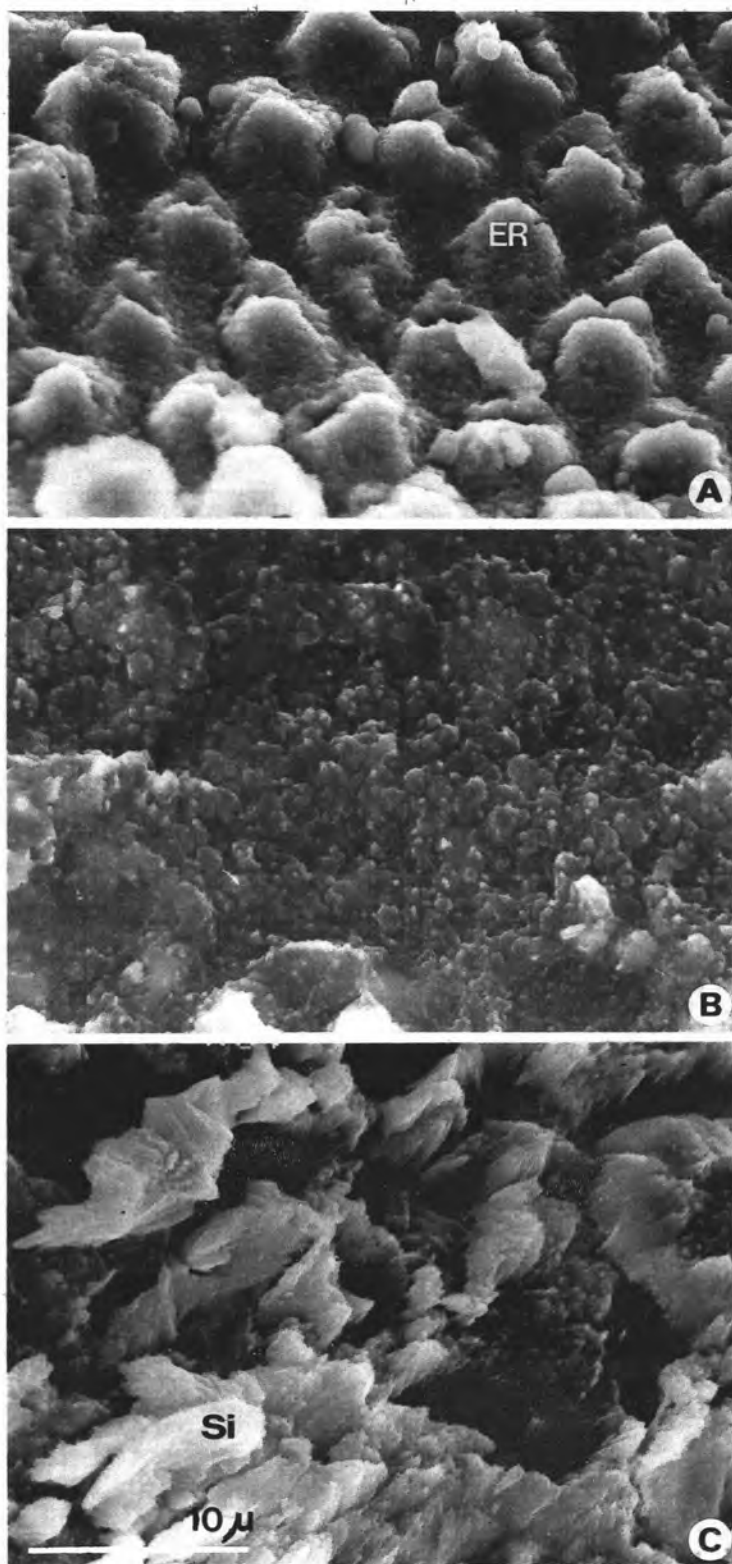
A= Adhesive resin

R= Striae of Retzius

P= Perikymata

หัวลูกศร= Adhesive resin crack

ลูกศร= Scratch



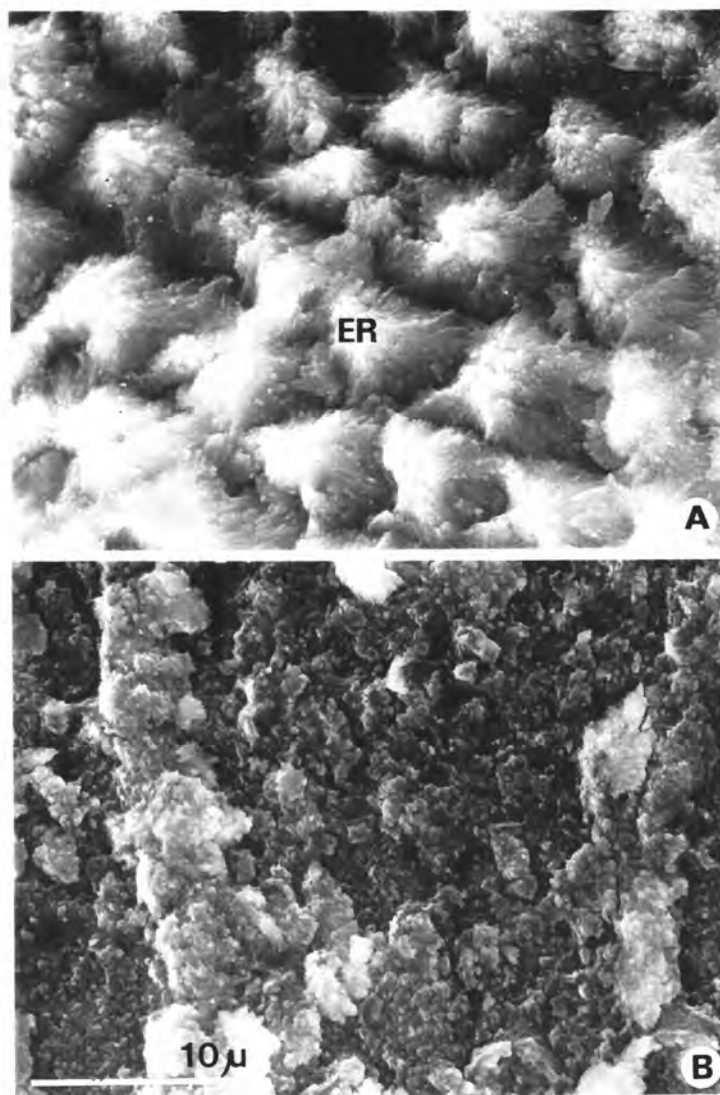
รูปที่ 27 ภาพจากกล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอนแบบส่องกราดแสดงพื้นผิวของเคลือบพื้นและแอตซีซีฟเรซินที่ติดอยู่บนฐานแบบรกเกิดภายหลังจากการถอดแบบรกเกิดด้วยแรงเฉือน

A. แสดงแท่งเคลือบพื้น (ER) ที่มีลักษณะคล้ายรวงผึ้ง ที่กำลังขยาย 3000 เท่า

B. แสดงผลึกไฮดรอกซีอะพาไทต์ ที่กำลังขยาย 5000 เท่า

C. แสดงผลึกซิลิกา (Si) ซึ่งเป็นส่วนประกอบของแอตซีซีฟเรซิน ที่กำลังขยาย

5000 เท่า

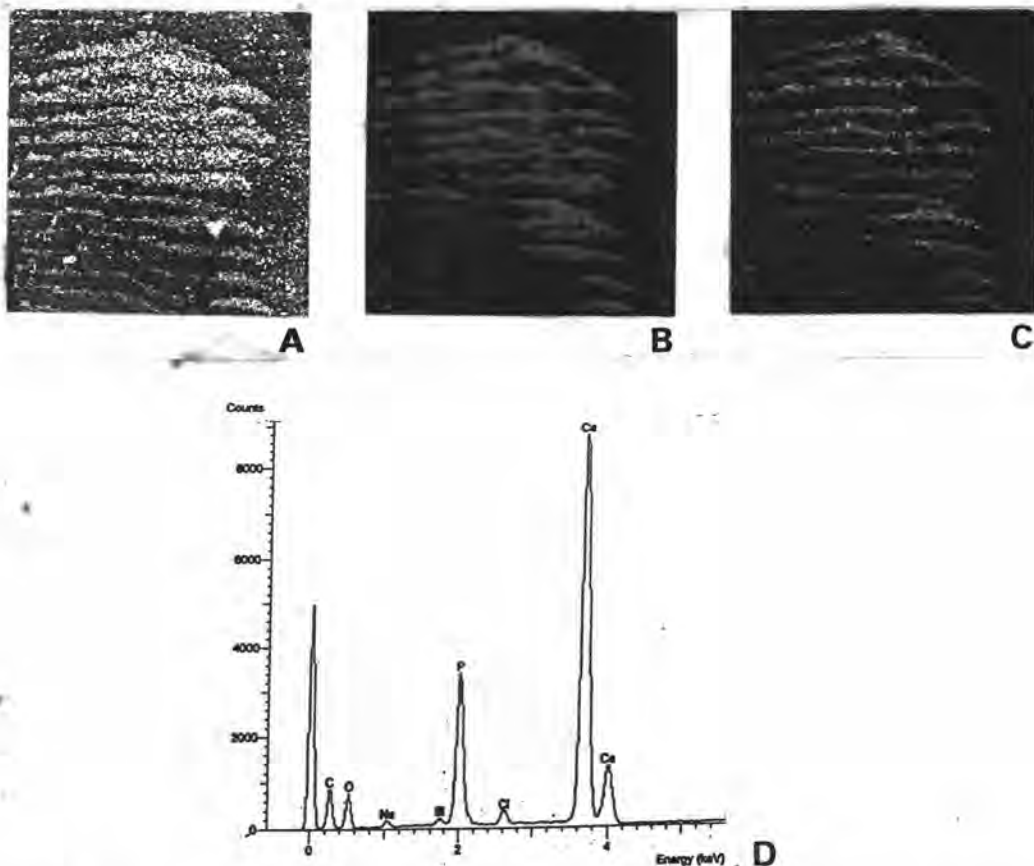


รูปที่ 28 ภาพจากกล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอนแบบส่องกราดแสดงพื้นผิวของเคลือบฟันและแอตตีซีฟเรซินซึ่งติดอยู่บนฐานแบร็กเกตภายหลังจากการถอดแบร็กเกตด้วยแรงปก

A. แสดงแท่งเคลือบฟัน (ER) ที่มีลักษณะคล้ายรวงผึ้ง ที่กำลังขยาย 3000 เท่า

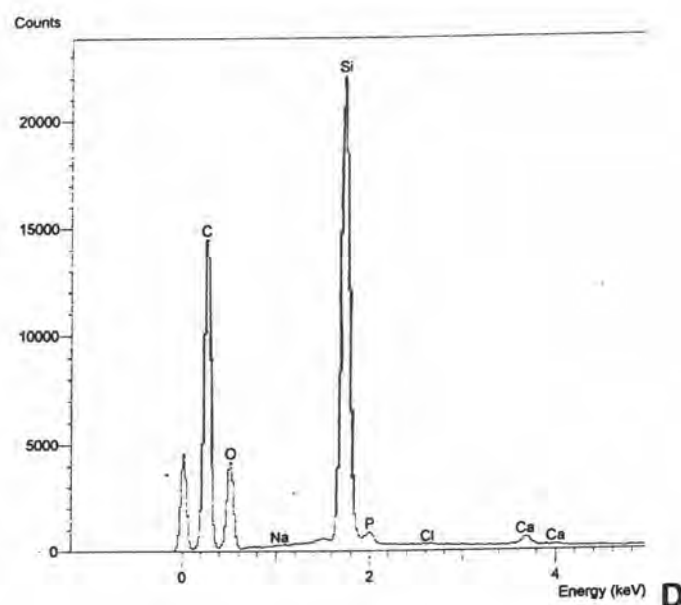
B. แสดงผลึกไฮดรอกซีอะพาไทต์ ที่กำลังขยาย 5000 เท่า

เพื่อยืนยันว่าลักษณะของแท่งเคลือบฟันที่เห็นในภาพจากกล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอนแบบส่องกราดเป็นเคลือบฟันจริง จึงได้ทำการศึกษาด้วยกล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอนแบบส่องกราดที่มีระบบการวิเคราะห์ธาตุด้วยรังสีเอกซ์เรืองแบบอีดีเอส ที่เลือกแสดงเฉพาะภาพของธาตุแคลเซียมหรือฟอสฟอรัสซึ่งเป็นส่วนประกอบของผลึกไฮดรอกซีอะพาไทต์ในแท่งเคลือบฟัน ได้ผลดังรูปที่ 29 และ 30



รูปที่ 29 เปรียบเทียบภาพแสดงพื้นผิวของแอคทีฟไฟเรซินที่ติดอยู่บนฐานแบร็กเกตจากการถอดแบร็กเกตด้วยแรงเฉือน ระหว่างกล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอนแบบส่องกราดและกล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอนแบบส่องกราดที่มีระบบการวิเคราะห์ธาตุด้วยรังสีเอกซ์เรืองแบบอีดีเอส

- A. ภาพจากกล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอนแบบส่องกราด
- B. ภาพจากกล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอนแบบส่องกราดที่มีระบบการวิเคราะห์ธาตุด้วยรังสีเอกซ์เรืองแบบอีดีเอส ที่แสดงธาตุแคลเซียม (แสดงด้วยสีเขียว)
- C. ภาพจากกล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอนแบบส่องกราดที่มีระบบการวิเคราะห์ธาตุด้วยรังสีเอกซ์เรืองแบบอีดีเอส ที่แสดงธาตุฟอสฟอรัส (แสดงด้วยสีแดง)
- D. กราฟแสดงการวิเคราะห์ธาตุด้วยรังสีเอกซ์เรืองแบบอีดีเอส (Ca: calcium, P: phosphorus, Si: silica)



รูปที่ 30 เปรียบเทียบภาพแสดงพื้นผิวของแอตฮีซีฟเรซินที่ติดอยู่บนฐานแบร็กเกตจากการถอดแบร็กเกตด้วยแรงปอก ระหว่างกล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอนแบบส่องกราดและกล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอนแบบส่องกราดที่มีระบบการวิเคราะห์ธาตุด้วยรังสีเอกซ์เรืองแบบอีดีเอส

- A. ภาพจากกล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอนแบบส่องกราด
- B. ภาพจากกล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอนแบบส่องกราดที่มีระบบการวิเคราะห์ธาตุด้วยรังสีเอกซ์เรืองแบบอีดีเอส ที่แสดงธาตุแคลเซียม (แสดงด้วยสีเขียว)
- C. ภาพจากกล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอนแบบส่องกราดที่มีระบบการวิเคราะห์ธาตุด้วยรังสีเอกซ์เรืองแบบอีดีเอส ที่แสดงธาตุฟอสฟอรัส (แสดงด้วยสีแดง)
- D. กราฟแสดงการวิเคราะห์ธาตุด้วยรังสีเอกซ์เรืองแบบอีดีเอส (Ca: calcium, P: phosphorus, Si: silica)

จากภาพที่ได้จากกล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอนแบบส่องกราด ส่วนที่แสดงผิวเคลือบฟันจะเป็นสีขาวแตกต่างจากพื้นผิวของแอตอีซีพีเรซินที่เป็นสีดำ (รูปที่ 29A, 30A) และเมื่อนำไปวิเคราะห์ธาตุโดยการแจกแจงรายละเอียดแบบแผนที่ของรังสีเอกซ์ (X-ray mapping) ของธาตุแคลเซียมและฟอสฟอรัส ทั้งจากการถอดแบบรอกเก็ตด้วยแรงเฉือนและแรงปอก พบว่าการกระจายของธาตุแคลเซียมมีลักษณะเหมือนการเรียงตัวของผิวเคลือบฟันในภาพจากกล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอนแบบส่องกราด (รูปที่ 29B, 30B) เช่นเดียวกันกับภาพของการวิเคราะห์ธาตุฟอสฟอรัส (รูปที่ 29C, 30C) แต่มีพื้นที่เล็กกว่าเนื่องจากปริมาณธาตุฟอสฟอรัสมีน้อยกว่า เมื่อสังเกตความเข้มของรังสีเอกซ์ของธาตุแคลเซียมและฟอสฟอรัสที่ได้จากการถอดแบบรอกเก็ตด้วยแรงเฉือน จะพบว่ามีความเข้มของรังสีเอกซ์มากกว่าที่เกิดจากการถอดแบบรอกเก็ตด้วยแรงปอก

และในการตรวจจับพลังงานของรังสีเอกซ์เฉพาะธาตุแคลเซียม ฟอสฟอรัสและซิลิกา จากตัวอย่างที่ได้จากการถอดแบบรอกเก็ตด้วยแรงเฉือน ดังกราฟ 29D จากความสูงของกราฟที่แตกต่างกันแสดงว่าปริมาตรของธาตุแคลเซียมและธาตุฟอสฟอรัสได้ผิวตัวอย่างที่ตรวจทดสอบ มีมากกว่าปริมาตรของซิลิกาซึ่งเป็นส่วนประกอบที่สำคัญของแอตอีซีพีเรซิน ในกรณีของธาตุแคลเซียมมีเส้นกราฟจำนวนสองยอดเนื่องจากเป็นพลังงานที่ได้จากวงโคจร K และ L (ภาคผนวก ข)

ส่วนในการถอดแบบรอกเก็ตด้วยแรงปอก ดังกราฟ 30D แสดงว่าปริมาตรของธาตุซิลิกาได้ผิวตัวอย่างที่ตรวจทดสอบ มีมากกว่าปริมาตรของธาตุแคลเซียมและฟอสฟอรัส

บริเวณสีขาวเข้มและไม่มีลักษณะของแท่งเคลือบฟัน เป็นสิ่งรบกวน (artefact) ในภาพที่เกิดจากขบวนการเตรียมชิ้นตัวอย่างและความเสียหายต่อผิวตัวอย่างจากลำอิเล็กตรอน (ภาคผนวก ข) เมื่อวิเคราะห์ธาตุโดยการแจกแจงรายละเอียดแบบแผนที่ของรังสีเอกซ์ ไม่พบว่ามีธาตุแคลเซียมหรือฟอสฟอรัส ทำให้สามารถรองบริเวณนี้ออกไปได้ก่อนนำไปคำนวณพื้นที่ด้วยโปรแกรมคณิตศาสตร์ชนิดอิมเมจ 4

ในการหาปริมาณธาตุแคลเซียมและฟอสฟอรัสโดยคิดจากน้ำหนักเมื่อนำมาคำนวณอัตราส่วนระหว่างธาตุแคลเซียมและฟอสฟอรัส พบว่ามีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 2.08 ± 0.04 ความแปรปรวนเท่ากับ 0.0013 และสัมประสิทธิ์การกระจายเท่ากับ 0.02

5. การศึกษาการสูญเสียผิวเคลือบฟันเมื่อเทียบกับพื้นที่ของแอตฮิซีฟเรซิน ที่ติดอยู่บนฐานแบร็กเกต ภายหลังจากการถอดแบร็กเกตด้วยแรงเฉือนและแรงปอก ในกลุ่มที่มีค่า ARI เท่ากับ 0 และ 1 เพื่อหาค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน ความแปรปรวน และสัมประสิทธิ์ของการกระจายได้ผลดังตารางที่ 3

ค่าสถิติ	ค่า ARI	การสูญเสียผิวเคลือบฟันจากการถอดแบร็กเกตด้วยแรงเฉือน	การสูญเสียผิวเคลือบฟันจากการถอดแบร็กเกตด้วยแรงปอก
ค่าเฉลี่ย (\bar{X})	0	54.27	20.90
	1	46.11	14.94
ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D.)	0	2.20	2.17
	1	4.89	2.27
ความแปรปรวน (Variance)	0	4.84	4.69
	1	23.95	5.17
สัมประสิทธิ์การกระจาย (C.V.)	0	4.05	10.38
	1	10.61	15.19

ตารางที่ 3 แสดงค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน ความแปรปรวน และสัมประสิทธิ์ของการกระจายของการสูญเสียผิวเคลือบฟันเมื่อเทียบกับพื้นที่ของแอตฮิซีฟเรซินที่ติดอยู่บนฐานแบร็กเกตภายหลังจากการถอดแบร็กเกตด้วยแรงเฉือน และแรงปอก

การสูญเสียผิวเคลือบฟันเมื่อเทียบกับปริมาณของแอตฮิซีฟเรซินที่ติดอยู่บนฐานแบร็กเกต คิดเป็นร้อยละต่อหน่วยพื้นที่ ในกลุ่มที่มีค่า ARI เท่ากับ 0 จากการถอดแบร็กเกตด้วยแรงเฉือนมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 54.27 ± 2.20 ความแปรปรวนเท่ากับ 4.84 และสัมประสิทธิ์การกระจายเท่ากับ 4.05

การสูญเสียผิวเคลือบฟันเมื่อเทียบกับปริมาณของแอตฮิซีฟเรซินที่ติดอยู่บนฐานแบร็กเกต คิดเป็นร้อยละต่อหน่วยพื้นที่ ในกลุ่มที่มีค่า ARI เท่ากับ 1 จากการถอดแบร็กเกตด้วยแรงเฉือนมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 46.11 ± 4.89 ความแปรปรวนเท่ากับ 23.95 และสัมประสิทธิ์การกระจายเท่ากับ 10.61

การสูญเสียผิวเคลือบฟันเมื่อเปรียบเทียบกับปริมาณของแอตซีซีฟเรซินที่ติดอยู่บนฐานแบรACKET คิดเป็นร้อยละต่อหน่วยพื้นที่ ในกลุ่มที่มีค่า ARI เท่ากับ 0 จากการถอดแบรACKETด้วยแรงปอกมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 20.90 ± 2.17 ความแปรปรวนเท่ากับ 4.69 และสัมประสิทธิ์การกระจายเท่ากับ 10.38

การสูญเสียผิวเคลือบฟันเมื่อเปรียบเทียบกับปริมาณของแอตซีซีฟเรซินที่ติดอยู่บนฐานแบรACKET คิดเป็นร้อยละต่อหน่วยพื้นที่ ในกลุ่มที่มีค่า ARI เท่ากับ 1 จากการถอดแบรACKETด้วยแรงปอกมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 14.94 ± 2.27 ความแปรปรวนเท่ากับ 5.17 และสัมประสิทธิ์การกระจายเท่ากับ 15.19

6. เปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของการสูญเสียผิวเคลือบฟันเมื่อเทียบกับปริมาณของแอตซีซีฟเรซินที่ติดอยู่บนฐานแบรACKET ภายหลังจากการถอดแบรACKETด้วยแรงเฉือนและแรงปอก ในกลุ่มที่มีค่า ARI เท่ากับ 0 และ 1 ด้วยสถิติ (ตารางที่ 8 ภาคผนวก ก) พบว่า ในกลุ่มที่มีค่า ARI เท่ากับ 0 ที่ได้จากการถอดแบรACKETด้วยแรงเฉือน มีค่าเฉลี่ยของการสูญเสียผิวเคลือบฟันเมื่อเปรียบเทียบกับพื้นที่ผิวทั้งหมดของแอตซีซีฟเรซินบนฐานแบรACKET แตกต่างจากการถอดแบรACKETด้วยแรงปอกอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ $p < 0.05$ และในกลุ่มที่มีค่า ARI เท่ากับ 1 ที่ได้จากการถอดแบรACKETด้วยแรงเฉือน ก็มีค่าเฉลี่ยของการสูญเสียผิวเคลือบฟันเมื่อเทียบกับพื้นที่ผิวทั้งหมดของแอตซีซีฟเรซินบนฐานแบรACKET แตกต่างจากการถอดแบรACKETด้วยแรงปอกอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ $p < 0.05$ เช่นเดียวกัน