บทที่ 5

สรุปผลการวิจัยและข้อเสนอแนะ

วัตถุประสงค์ในการวิจัยครั้งนี้เพื่อเปรียบเทียบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยความต้านทานต่อแรงเฉือน/ปอก ของแบรกเก็ตโลหะที่ใช้ในเทคนิกไดเร็กบอนด์ซึ่งมีลักษณะของฐานต่างกัน อันได้แก่แบรกเก็ต Minidiamond ของบริษัท Ormco ซึ่งมีลักษณะของฐานเป็นแบบตะแกรงโลหะขนาด 100 ช่องต่อความยาว 1 นิ้ว แบรกเก็ต Dynalock ของบริษัท Unitek ซึ่งมีลักษณะของฐานเป็นร่อง และ แบรกเก็ต Microloc ของบริษัท Tomy ซึ่งมีลักษณะของฐานเป็นรอยบุ๋มเล็กๆจำนวนมากและได้รับการการกัดกร่อนด้วยน้ำยาไวแสงจนพื้นผิวโลหะมีลักษณะหยาบประการหนึ่ง และอีกประการหนึ่งเพื่อเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยความต้านทานต่อแรงเฉือน/ปอกของแบรกเก็ตโลหะที่ใช้ในเทคนิกไดเร็กบอนด์ ซึ่งมีรูปร่างและลักษณะของฐานเหมือนกันแต่มีพื้นที่ต่างกัน อันได้แก่ แบรกเก็ต Diamond ซึ่งมีพื้นที่ 0.143 ตารางเซนติเมตร และแบรกเก็ต Minidiamond ซึ่งมีพื้นที่ 0.084 ตารางเซนติเมตร แบรกเก็ตทั้งสองชนิดเป็นผลิตภัณฑ์ ของบริษัท Ormco

กลุ่มตัวอย่างเป็นแบรกเก็ตโลหะที่ใช้ในเทคนิกไดเร็กบอนด์ เป็นแบรกเก็ตชนิด Standard Edgewise สำหรับฟันกรามน้อย ได้จากการสุ่มอย่างเฉพาะเจาะจงจากบริษัทผู้ผลิต 3 แห่ง โดยแบ่งออกเป็น 4 กลุ่มกลุ่มละ 40 ตัวอย่าง การทดลองทำโดยยึดแบรกเก็ตลงบนผิวฟันของฟันกรามน้อยธรรมชาติซึ่งได้เตรียมไว้ ด้วยวัสดุยึดชนิดไม่ต้องผสม System 1 Plus ของบริษัท Ormco เก็บไว้ในน้ำลายเทียมที่อุณหภูมิ 37 องศาเซลเซียสเป็นเวลา 24 ชั่วโมง แล้วจึงนำไปทดสอบหาค่าเฉลี่ยความต้านทานแรงเฉือนปอกของแบรกเก็ตในแต่ละกลุ่ม ด้วยเครื่องทดสอบทั่วไป DDS-10T

การวิเคราะห์ข้อมูลกระทำโดยใช้สถิติการวัดแนวโน้มสู่ส่วนกลาง (Measure of Central Tendency) และสถิติการวัดการกระจาย(Measure of Dispersion)

เพื่อหาค่าเฉลี่ย ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน และสัมประสิทธิ์ความแปรปรวน ของแรงเฉือน/ปอก ที่ได้จากแบรกเก็ตทั้ง 4 กลุ่ม โดยคำนวนทั้งแรงที่มีหน่วยเป็นกิโลกรัม และ กิโลกรัมต่อตารางเซนติเมตร พร้อมทั้งทดสอบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยความต้านทานแรงเฉือน/ปอกของแบรกเก็ตที่มีลักษณะของฐานเหมือนกันแต่พื้นที่ต่างกันโดยใช้สถิติการทดสอบความแตกต่างระหว่างค่าเฉลี่ย (t-Test) ที่ระดับนัยสำคัญ 0.01 และทดสอบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยความต้านทานแรงเฉือน/ปอก ของแบรกเก็ตที่มีลักษณะของฐานต่างกัน 3 กลุ่ม โดยใช้สถิติการวิเคราะห์ความแปรปรวนแบบทางเดียว (One Way Fixed Effect ANOVA) ที่ระดับนัยสำคัญ 0.01 พบว่าค่าเฉลี่ยความต้านทานแรงเฉือน/ปอกของแบรกเก็ตทั้งสามกลุ่มมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ จึงทำการเปรียบเทียบพหุคูณ (Multiple Comparison Test) ด้วยวิธีของ Tukey HSD ที่ระดับนัยสำคัญ 0.01 ผลการวิจัยสรุปได้ดังนี้

1. การศึกษาเพื่อเปรียบเทียบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยความต้านทานแรงเฉือน/ปอก ของแบรกเก็ตโลหะที่มีลักษณะของฐานต่างกันพบว่า

1.1 เมื่อวิเคราะห์จากความต้านทานแรงเฉือน/ปอกของแบรกเก็ตโดยไม่คำนึงถึงขนาดของพื้นที่บริเวณฐาน(แรงมีหน่วยเป็น กิโลกรัม) แบรกเก็ต Minidiamond มีความต้านทานแรงเฉือน/ปอกสูงที่สุด 8.594 กิโลกรัม และไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ กับแบรกเก็ต Microloc ซึ่งมีค่า 8.548 กิโลกรัม แต่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ กับแบรกเก็ต Dynalock ซึ่งมีค่าความต้านทานแรงเฉือน/ปอกต่ำที่สุด 6.785 กิโลกรัม

1.2 เมื่อพิจารณากำลังแรงเฉือน/ปอก แบรกเก็ต Minidiamond มีกำลังแรงเฉือน/ปอกสูงที่สุด 102.31 กิโลกรัม/ตารางเซนติเมตร รองลงมาได้แก่แบรกเก็ต Microloc มีค่า 74.33 กิโลกรัม/ตารางเซนติเมตร และต่ำที่สุดได้แก่ แบรกเก็ต Dynalock มีค่า 51.07 กิโลกรัม/ตารางเซนติเมตร แบรกเก็ตทั้งสามกลุ่มนี้ต่างมีกำลังแรงเฉือน/ปอก แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

2. การศึกษาเพื่อเปรียบเทียบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยความต้านทานแรงเฉือน/ปอกของแบรกเก็ตที่มีลักษณะของฐานเหมือนกันแต่มีขนาดไม่เท่ากันพบว่า

2.1 แบรกเก็ต Diamond ซึ่งมีลักษณะของฐานเหมือนกับแบรกเก็ต Minidiamond แต่มีขนาดใหญ่กว่ามีความต้านทานแรง เฉือน/ปอก สูงกว่าแบรกเก็ต Minidiamond และมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

2.2 ความต้านทานแรงเฉือน/ปอกของแบรกเก็ต ที่มีลักษณะของฐานแบบตะแกรงโลหะ แปรผันโดยตรงกับขนาดของพื้นที่บริเวณฐานของแบรกเก็ต โดยมีค่าเฉลี่ย 103.93 กิโลกรัม/ตารางเซนติเมตร

<u>อภิปรายผลการวิจัย</u>

การทดลองในครั้งนี้มีแบบแผนการวิจัยคล้ายคลึงกับการวิจัยเกี่ยวกับแบรกเก็ตที่ผ่านๆ มาอาทิ Lopez(8), Dickinson(9), Ferguson(10), Meijer(58), และRegan(12) ซึ่งบางคนก็ทำการติดแบรกเก็ตกับฟันธรรมชาติ(10,58) บางคนก็ติดแบรกเก็ตกับแท่งพลาสติกสังเคราะห์ (8,9,12) ซึ่งในผู้ที่ทำการติดแบรกเก็ตกับแท่งพลาสติกก็เนื่องมาจากการหาฟันธรรมชาติจำนวนมากๆมาทำการทดลองทำได้ลำบาก อีกทั้งจากการวิจัยที่ผ่านมาพบว่าบริเวณที่แบรกเก็ตหลุดออกจากผิวเคลือบฟันที่ทำการทดลองในห้องปฏิบัติการส่วนใหญ่จะเกิดขึ้นระหว่างวัสดุยึดกับบริเวณฐานของแบรกเก็ต(9,12) อย่างไรก็ตามในการทดลองครั้งนี้ผู้วิจัยมีความต้องการที่จะจำลองสภาพในห้องทดลองให้ใกล้เคียงสภาพการใช้งานในในช่องปาก จึงได้ทำการทดลองติดแบรกเก็ตกับฟันกรามน้อยธรรมชาติ ซึ่งเป็นฟันในบริเวณที่มีรายงานว่ามีการหลุดของแบรกเก็ตในช่องปากมากที่สุด(62,64)

ในส่วนของการทดลองเพื่อวิเคราะห์ความสัมพันธ์ของพื้นที่ กับความต้านทานแรงเฉือน/ปอก ได้ทำการทดลองในแบรกเก็ต Diamond และ Minidiamond ซึ่งเป็นแบรกเก็ตที่มีลักษณะคล้ายคลึงกันมากและผลิตโดยบริษัทผู้ผลิตเดียวกัน จะต่างกันก็เพียงแต่ขนาดของแบรกเก็ต โดยที่แบรกเก็ตMinidiamondมีขนาดเล็กกว่าแบรกเก็ตDiamond ประมาณร้อยละ 30 และมีพื้นที่บริเวณฐานของแบรกเก็ตเพียงร้อยละ 58.7 ของแบรกเก็ต Diamond เท่านั้น

ผลการทดลองที่ได้แสดงให้เห็นอย่างชัดเจนว่าแบรกเก็ต Diamond ซึ่งมีพื้นที่บริเวณฐานมากกว่าแบรกเก็ต Minidiamond มีความต้านทานแรงเฉือน/ปอกมากกว่าอย่างมีนัยสำคัญ ซึ่งสอดคล้องกับข้อเขียนของ Nicoli(65) เกี่ยวกับแรงที่กระทำกับแบรกเก็ตในการจัดฟัน ผลดังกล่าวหากพิจารณาโดยผิวเผินอาจจะดูเหมือนว่าขัดแย้งกับข้อสรุปการวิจัยของ Lopez(8) Dickinson (9) และ Regan (12) ที่กล่าวว่า ขนาดของฐานแบรกเก็ตที่ต่างกันไม่มีผลต่อความแข็งแรงในการยึดของแบรกเก็ตที่มีลักษณะของฐานต่างกัน ทั้งนี้เนื่องจากพวกเขาได้พบว่า

แบรกเก็ตที่มีขนาดของฐานเล็กกว่าบางแบบมีความแข็งแรงในการยึดมากกว่าแบรกเก็ตบางแบบที่มีขนาดของฐานใหญ่กว่า

อย่างไรก็ตามผลการวิจัยในส่วนที่ทำการทดลองเกี่ยวกับแบรกเก็ตที่มีลักษณะของฐานต่างกัน พบว่าแบรกเก็ต Minidiamond ซึ่งมีลักษณะของฐานเป็นแบบตะแกรงโลหะ และเป็นแบรกเก็ตที่มีพื้นที่บริเวณฐานเล็กที่สุด (0.084 ตร.ซม.)เมื่อเทียบกับแบรกเก็ต Dynalock และ Microloc (0.13 และ 0.115 ตร.ซม.) แต่กลับมีความต้านทานแรงสูงที่สุด

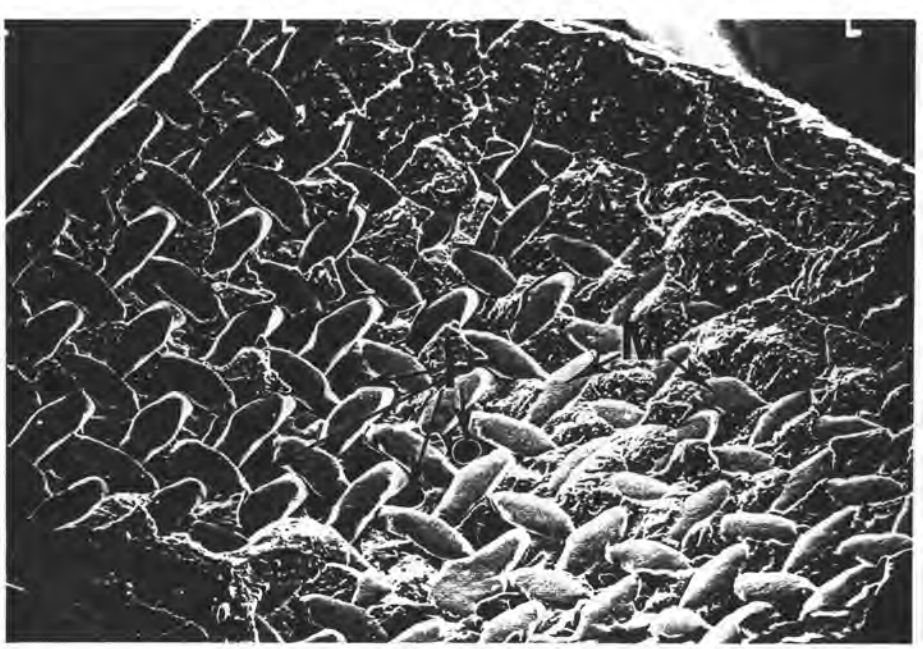
เมื่อพิจารณาจากผลการทดลองทั้งสองส่วนและการวิจัยที่ผ่านมาสรุปได้ว่าแบบหรือลักษณะของบริเวณที่เป็นส่วนเกาะเกี่ยวของฐานแบรกเก็ตมีผลอย่างมากต่อประสิทธิภาพในการยึดอยู่ของแบรกเก็ตกับวัสดุยึด เราจึงอาจจะพบได้ว่าแบรกเก็ตโลหะขนาดเล็ก มีกำลังแรงยึดดีกว่าแบรกเก็ตที่มีขนาดใหญ่กว่า ทั้งนี้เพราะรูปแบบของส่วนเกาะเกี่ยวบริเวณฐานของแบรกเก็ตขนาดเล็กนั้นเป็นแบบหรือลักษณะที่ให้ประสิทธิภาพในการเกาะเกี่ยวที่ดีกว่า แต่ในขณะเดียวกันเราจะไม่สามารถผลิตแบรกเก็ตขนาดเล็กให้มีประสิทธิภาพในการยึดอยู่เท่ากับแบรกเก็ตขนาดใหญ่ได้หากรูปแบบและลักษณะของฐานเหมือนกัน หรือกล่าวอีกนัยหนึ่งก็คือ โอกาสที่แบรกเก็ตที่มีขนาดของฐานเล็กจะมีความต้านทานต่อแรงที่มากระทำได้เทียบเท่าหรือดีกว่าแบรกเก็ตที่มีขนาดของฐานใหญ่กว่าจะมีได้ก็เฉพาะในแบรกเก็ตที่มีลักษณะของฐานต่างกันเท่านั้น

ในการวิจัยครั้งนี้ค่าความต้านทานแรงเฉือน/ปอกของแบรกเก็ต Minidiamond มีค่า 8.594 กิโลกรัมหรือ 102.3 กิโลกรัม/ตารางเซนติเมตร แบรกเก็ต Dynalock มีค่า 6.785 กิโลกรัม หรือ 51.072 กิโลกรัม/ตารางเซนติเมตร แบรกเก็ต Microloc มีค่า 8.548 กิโลกรัม หรือ 74.33 กิโลกรัม/ตารางเซนติเมตร ผลการทดลองดังกล่าวมีค่าของแรงใกล้เคียงกับผลการทดลองที่ได้จากการทดลองของ Regan (12) Ferguson (10)และ Meijer (58) แต่ต่ำกว่าค่าที่ได้จากการทดลองของ กัลยา (23) Lopez (8) ซึ่งอาจจะเนื่องมาจากความแตกต่างของวัสดุยึดที่ใช้และวิธีการติงแบรกเก็ตในการวิจัย

การที่แบรกเก็ตที่มีลักษณะของฐานเป็นแบบตะแกรงโลหะมีความต้านทานแรงเฉือน/ปอกได้ดีกว่าแบรกเก็ตอีกสองชนิดในการวิจัย อาจจะเนื่องมาจากลักษณะของฐานแบรกเก็ตแบบตะแกรงโลหะนี้มีความสามารถหรือประสิทธิภาพในการยึดเกาะกับวัสดุยึดได้ดีกล่าวคือมีบริเวณหรือตำแหน่งที่จะให้วัสดุยึดไปเกาะเกี่ยวได้มาก Sheykholslam และ Brant(17) ได้

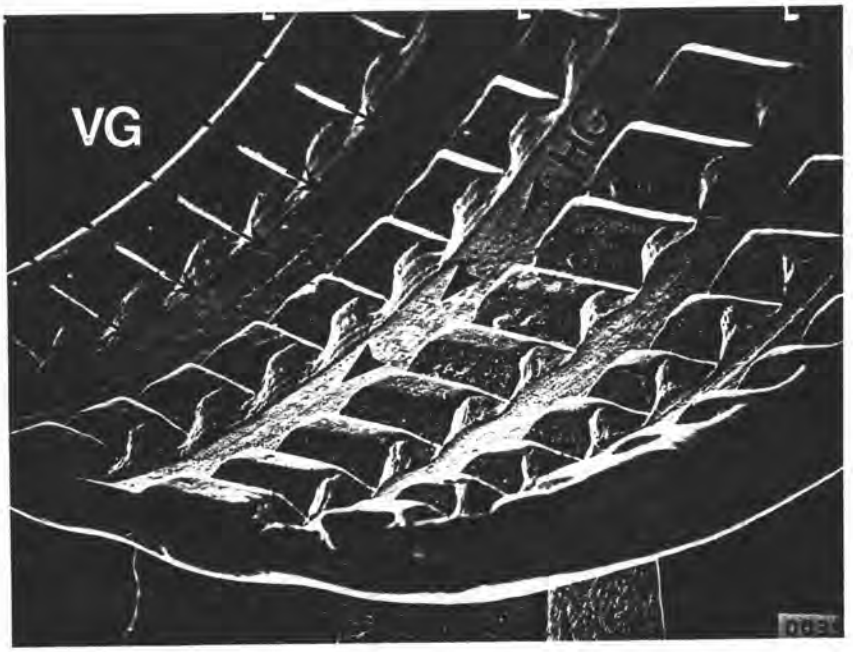
เคยประเมินบริเวณที่วัสดุยึดสามารถจะเกาะเกี่ยวกับฐานแบรกเก็ตที่มีลักษณะเป็นตะแกรงโลหะว่ามีสูงถึง 10,000 จุดต่อพื้นที่ 1 ตารางนิ้ว โดยเฉพาะตะแกรงโลหะของแบรกเก็ตที่ใช้ในการทดลองนี้มีจำนวนรูเปิด 100 ช่องต่อความยาว 1นิ้ว(ขนาด 100) ซึ่งเป็นตะแกรงโลหะที่มีประสิทธิภาพในการยึดสูงกว่าตะแกรงโลหะขนาดอื่น(8,9,58) เนื่องจากมีบริเวณเกาะเกี่ยวต่อพื้นที่สูงและขนาดของลวดที่สานเป็นตะแกรงมีความแข็งแรงเพียงพอในการต้านแรงที่เกิดขึ้น อีกทั้งการยึดตะแกรงโลหะเข้ากับตัวแบรกเก็ตยังทำโดยการบัดกรีทำให้ปราศจากจุดเชื่อมด้วยไฟฟ้าซึ่งทำลายส่วนเกาะเกี่ยวของตะแกรงโลหะลงบางส่วน(9,58)

อย่างไรก็ตาม Regan (12)ได้วิเคราะห์สภาพของแบรกเก็ตที่มีลักษณะของฐานแบบตะแกรงโลหะภายหลังจากการทดสอบแรงเฉือน/ปอกแล้ว พบว่ามีปริมาณของวัสดุยึดติดค้างอยู่กับตะแกรงโลหะในปริมาณที่แตกต่างกันออกไป ทั้งนี้เนื่องมาจากบางบริเวณช่องเปิดของตะแกรงโลหะนั้นมีฟองอากาศเข้าไปแทนที่วัสดุยึด จากการเลือกแบรกเก็ตที่มีลักษณะของฐานเป็นตะแกรงโลหะภายหลังจากการทดสอบแรงในการวิจัยครั้งนี้โดยวิธีสุ่มและนำไปสำรวจบริเวณด้านล่างของฐานด้วยกล้องจุลทรรศอีเลกตรอนแบบส่องกราดพบว่าบางบริเวณของช่องเปิดของตะแกรงโลหะซึ่งควรจะมีวัสดุยึดบรรจุอยู่เต็มถูกแทนที่ด้วยฟองอากาศ(รูปที่49) ซึ่งฟองอากาศเหล่านี้อาจจะไปลดประสิทธิภาพในการยึดเกาะของตะแกรงโลหะ(9,12,58)



รูปที่ 49 ภาพถ่ายจากกล้องจุลทรรศอีเลกตรอนแบบส่องกราดแสดงสภาพด้านล่างของฐานแบรกเก็ตแบบตะแกรงโลหะที่ได้จากการทดลอง A = วัสดุยึด, P= ฟองอากาศ, M= ตะแกรงโลหะ

สำหรับแบรกเก็ต Dynalock ส่วนที่ทำหน้าที่เกาะเกี่ยวกับวัสดุยึดมีเพียงร่องที่ขนานกันในแนวระดับเพียง 4 ร่องเท่านั้น ส่วนร่องเล็กๆตามแนวตั้งที่มีอยู่นั้นเมื่อพิจารณาจากลักษณะของร่องซึ่งเป็นร่องตื้นๆรูปตัว"V"แล้ว ก็อาจจะกล่าวได้ว่าร่องดังกล่าวไม่น่าที่จะมีผลต่อการยึดอยู่ของฐานแบรกเก็ตกับวัสดุยึดแต่อย่างใด (รูปที่ 50)

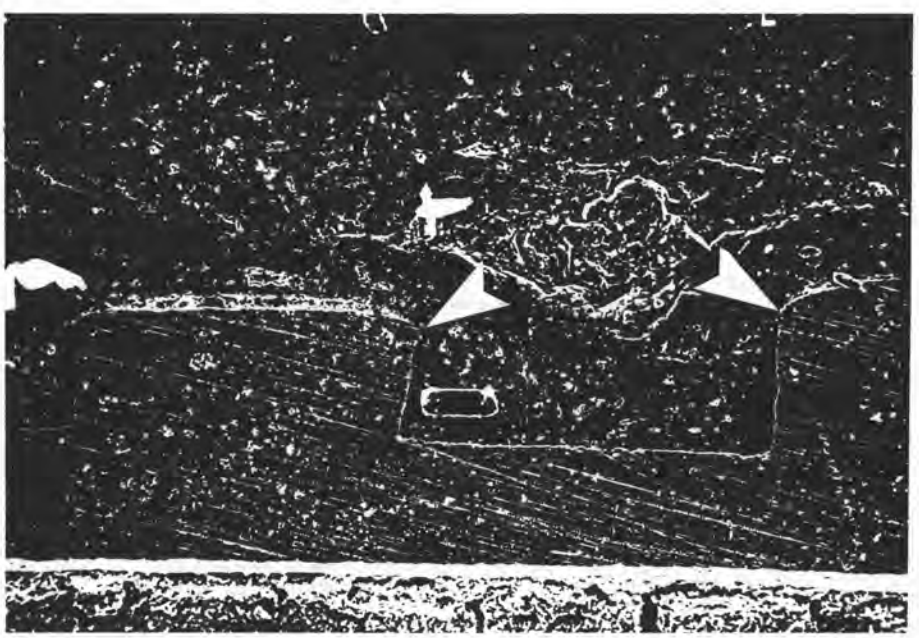


รูปที่ 50 ภาพถ่ายจากกล้องจุลทรรศอีเลกตรอนแบบส่องกราดแสดง บริเวณส่วนเกาะเกี่ยวของฐานแบรกเก็ต Dynalock
HG= ร่องในแนวระดับ, VG= ร่องในแนวตั้ง

นอกจากนี้พื้นผิวของฐานแบรกเก็ต Dynalockยังมีความเรียบมากอันเป็นผลมาจากขบวนการผลิตแบรกเก็ตชนิดซึ่งได้ทำส่วนเกาะเกี่ยวบริเวณฐานของแบรกเก็ตขึ้นภายหลังจากที่หล่อตัวแบรกเก็ตแล้ว โดยนำแบรกเก็ตที่ได้จากการหล่อไปผ่านขบวนการ Milling เพื่อให้เกิดร่องขึ้นบริเวณด้านล่างของฐาน(12) Siomca และ Power() ได้ทดลองนำแบรกเก็ต Dynalockไปทำการกัดกร่อน(Etching)บริเวณด้านล่างของฐานแบรกเก็ต พบว่าจะได้ฐานแบรกเก็ตที่มีพื้นผิวที่ขรุขระ เมื่อนำแบรกเก็ตดังกล่าวไปทดสอบพบว่าแบรกเก็ตจะมีความแข็งแรงในการยึดเพิ่มขึ้นร้อยละ 56 Regan(12)ได้อธิบายว่าผิวที่ขรุขระของฐานแบรกเก็ตจะทำ

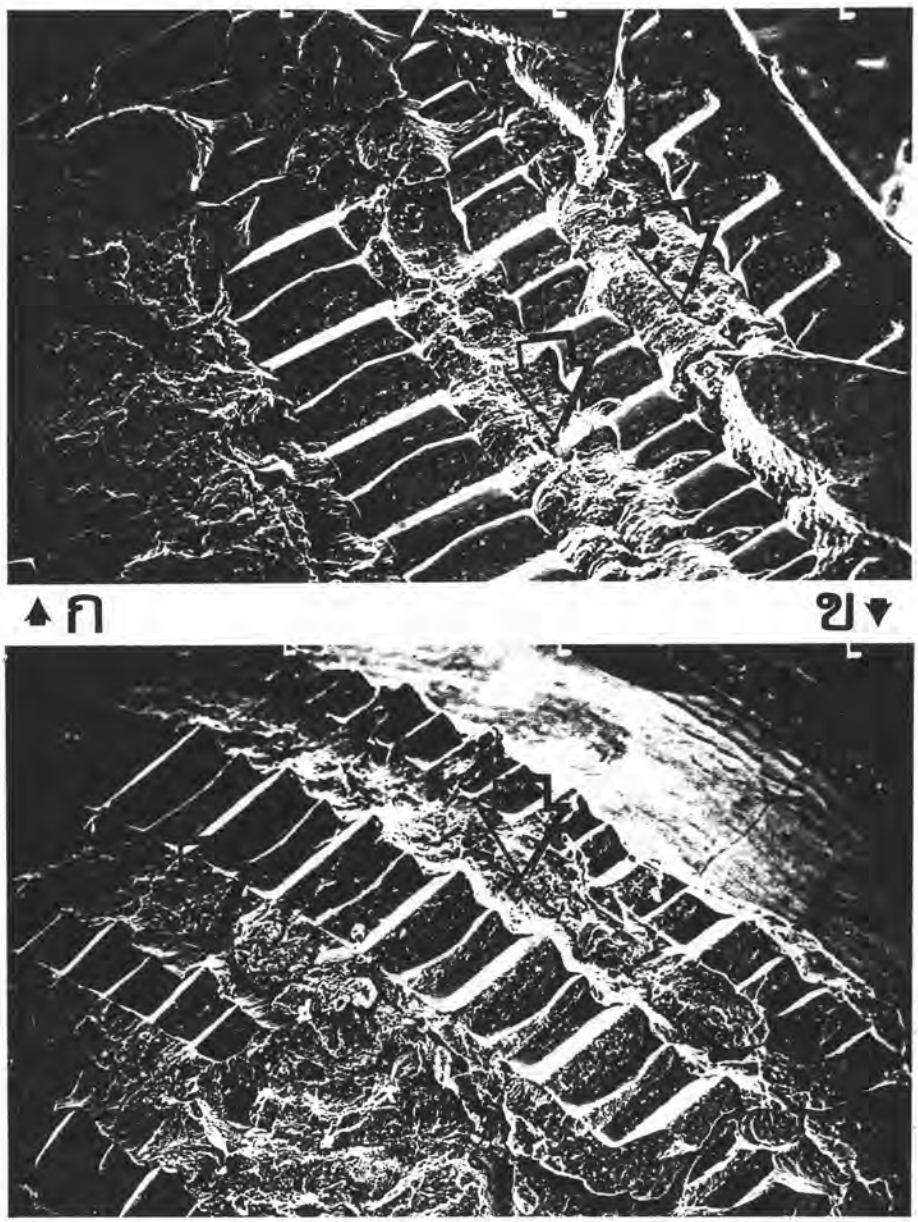
หน้าที่เป็น Micro Retention ช่วยเพิ่มความสามารถในการเกาะเกี่ยวให้กับฐานแบรกเก็ต และจากการทดลองเขาพบว่าแบรกเก็ต Edgeway มีความแข็งแรงในการยึดมากกว่าแบรกเก็ตที่มีลักษณะของฐานเป็นแบบตะแกรงโลหะและแบรกเก็ต Dynalock อย่างมีนัยสำคัญ แบรกเก็ต Edgeway นี้ผลิตโดยการหล่อส่วนตัวและฐานแบรกเก็ตเป็นโลหะชิ้นเดียวเช่นเดียวกับแบรกเก็ต Dynalock ต่างกันตรงที่แบรกเก็ต Edgeway นี้ทำการหล่อส่วนเกาะเกี่ยวบริเวณฐานออกมาด้วย พื้นผิวบริเวณดังกล่าวจึงมีลักษณะขรุขระโดยไม่ต้องผ่านกรรมวิธีใดๆ

Ferguson(10) ได้ให้ความคิดเห็นไว้ว่า บริเวณด้านข้างของร่องบริเวณฐานของแบรกเก็ต Dynalock โลหะมีลักษณะเป็นมุมแหลม(รูปที่ 51) ซึ่งอาจจะเป็นสาเหตุให้เกิดความเค้น(Stress)ขึ้นภายในวัสดุยึดบริเวณนั้น เป็นผลให้ความแข็งแรงในการยึดที่ได้จากฐานแบรกเก็ตชนิดนี้ไม่ดีเท่าที่ควร เขาจึงเสนอให้ทำการดัดแปลงส่วนฐานของแบรกเก็ต Dynalock โดยลบมุมแหลมนี้ออกเพื่อเพิ่มความแข็งแรงในการยึดให้กับแบรกเก็ต



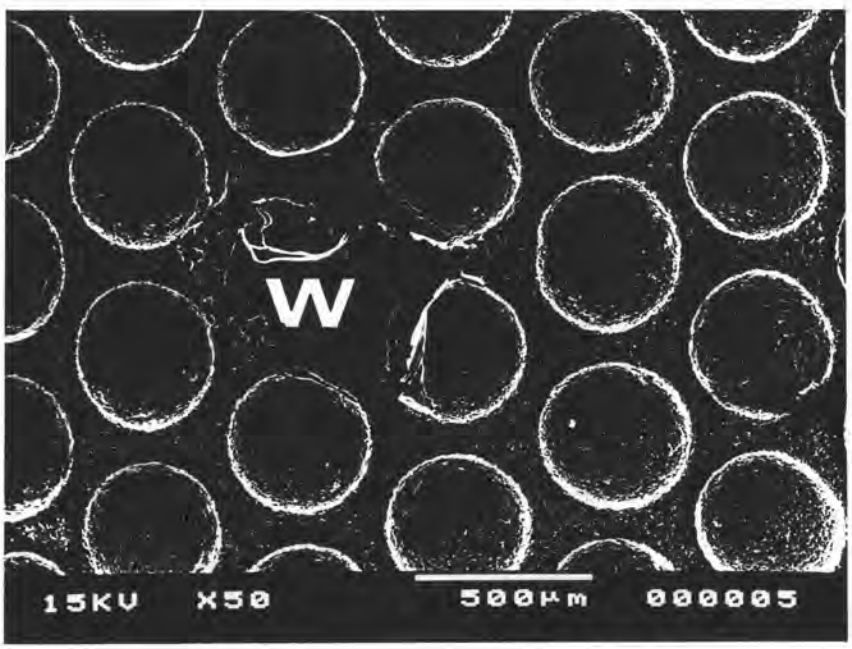
รูปที่ 51 ภาพถ่ายด้านตัดขวางของแบรกเก็ต Dynalockในแนว Occluso-Gingival ซึ่งถ่ายด้วยกล้องจุลทรรศอิเล็กตรอนแบบส่องกราดแสดงบริเวณที่เป็นมุมแหลมของโลหะที่เป็นส่วนเกาะเกี่ยวของฐานแบรกเก็ต (ศรชี้)

จากการสำรวจฐานของแบรกเก็ต Dynalock ซึ่งได้จากการเลือกโดยวิธีสุ่มด้วยกล้องจุลทรรศอิเล็กตรอนแบบส่องกราดภายหลังจากการทดลองพบว่ามีรอยร้าว (Crack) ปรากฏอยู่ทั่วไปในเนื้อของวัสดุยึดทั้งในส่วนที่ติดอยู่กับฐานของแบรกเก็ตและส่วนที่ติดอยู่บนผิวเคลือบฟัน แต่จะไม่พบรอยร้าวนี้ในฐานแบรกเก็ตชนิดอื่น(รูปที่ 52)ปรากฏการณ์ดังกล่าวอาจจะเป็นเพราะความเค้นที่เกิดขึ้นภายในเนื้อวัสดุ เนื่องจากส่วนเกาะเกี่ยวของฐานแบรกเก็ตที่มีลักษณะเป็นมุมแหลม(รูปที่ 51)สอดคล้องกับงานวิจัยของ Ferguson(10)



รูปที่ 52 ภาพถ่ายกล้องจุลทรรศอิเล็กตรอนแบบส่องกราดแสดงรอยร้าว(Crack) (ศรชี้) ที่พบในส่วนของวัสดุยึดที่ติดอยู่กับฐานแบรกเก็ตแบบ Dynalock (ก.) และในส่วนของวัสดุยึดบนผิวเคลือบฟันที่ติดด้วยแบรกเก็ตนี้ (ข.)

สำหรับแบรกเก็ต Microloc เมื่อพิจารณาส่วนเกาะเกี่ยวซึ่งเป็นรอยบุ๋ม เล็กๆบริเวณด้านล่างของฐานจะเห็นว่าส่วนเกาะเกี่ยวดังกล่าวมีจำนวนน้อยมากเมื่อเทียบกับส่วนเกาะเกี่ยวของตะแกรงโลหะ อีกทั้งยังมีจุดเชื่อมอยู่บริเวณกึ่งกลางแบรกเก็ตซึ่งอาจจะเป็นสาเหตุหนึ่งที่ทำให้ความแข็งแรงในการยึดลดลง(9,58) แต่ทว่าพื้นผิวของบริเวณใต้ฐานของแบรกเก็ต Microloc นั้นมีลักษณะหยาบซึ่งผู้วิจัยคิดว่าเป็นส่วนช่วยในการยึดกับวัสดุยึดของฐานแบรกเก็ตชนิดนี้ในลักษณะของ Micro Retention(รูปที่ 53)



รูปที่ 53 ภาพถ่ายกล้องจุลทรรศอิเล็กตรอนแบบส่องกราดแสดงฐานแบรกเก็ตแบบ Microloc W = จุดเชื่อม (Weld Spot)

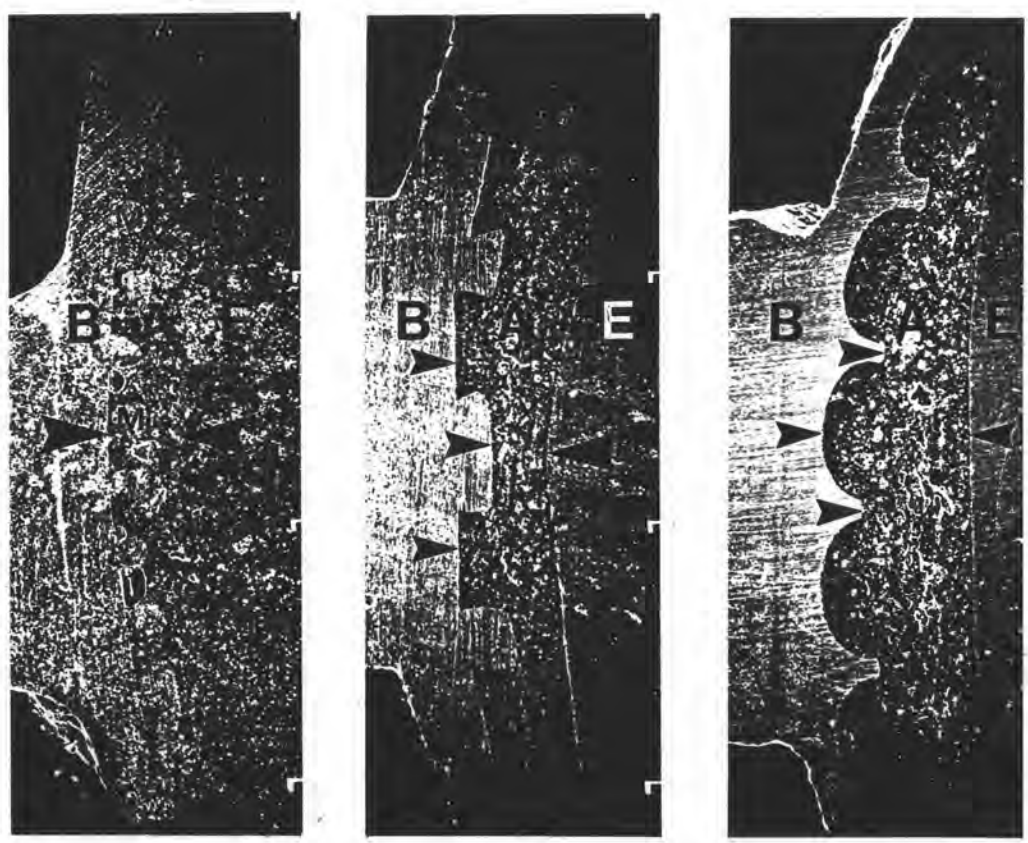
ปัญหาประการหนึ่งที่มีผู้พบเสมอในการใช้ฐานแบรกเก็ตแบบนี้ก็คือ การกักเก็บฟองอากาศเข้าไปอยู่ในส่วนที่เป็นรอยบุ๋มซึ่งเป็นส่วนที่ทำการเกาะเกี่ยวกับวัสดุยึดทำให้ประสิทธิภาพในการยึดของฐานแบรกเก็ตชนิดนี้ลดลง(9,58)โดยเฉพาะเมื่อใช้วัสดุยึดชนิดเพสต์สองส่วน เช่น Concise เพื่อแก้ไขปัญหานี้ Tavas(46)ได้เสนอให้ใช้ฐานแบรกเก็ตชนิดนี้กับวัสดุยึด

ชนิดไม่ต้องผสม เนื่องจากในการใช้งานวัสดุชนิดนี้จำเป็นที่จะต้องทาสารไพรเมอร์ หรือ สารแอคทีเวเตอร์ ลงบนฐานของแบรกเก็ตเสียก่อน สารเหล่านี้มักจะเป็นสารที่มีความข้นหนืดน้อย จึงสามารถไหลเข้าไปแทนที่อากาศในรอบบุ๋มเล็กๆเหล่านั้นได้ดี ทำให้โอกาสที่ฟองอากาศจะถูกกักเก็บไว้ภายใต้ฐานของแบรกเก็ตเกิดขึ้นได้น้อยลง ซึ่งในการวิจัยนี้ได้ใช้วัสดุยึดชนิดไม่ต้องผสมกับแบรกเก็ตที่ใช้ในการวิจัยทำให้ปัญหาการกักเก็บฟองอากาศของฐานแบรกเก็ต Microloc เกิดขึ้นได้น้อยลง

ความหนาของวัสดุยึดที่อยู่ภายใต้ฐานของแบรกเก็ตเป็นปัจจัยหนึ่งที่อาจจะมีผลต่อความแข็งแรงในการยึดของแบรกเก็ตในการวิจัยครั้งนี้ Evans (42) พบว่าวัสดุยึดชนิดไม่ต้องผสม System 1 Plus เป็นวัสดุยึดที่ให้ความแข็งแรงเทียบเท่ากับวัสดุยึดชนิดเพสต์สองส่วน (Concise) แต่เมื่อความหนาของวัสดุชนิดนี้มีความหนามากขึ้นจนถึงจุดหนึ่ง (0.025 นิ้ว) ความแข็งแรงในการยึดของวัสดุนี้จะลดลงอย่างเห็นได้ชัด เนื่องจากส่วนที่เป็นเพสต์ของ System 1 Plus มีความข้นหนืดสูง เมื่อวัสดุมีความหนาเพิ่มขึ้นโอกาสที่สารแอคติเวเตอร์จะแทรกเข้าผสมกับส่วนเพสต์ได้ทั่วถึง จึงมีน้อยลงทำให้มีส่วนของวัสดุยึดที่เกิดโพลีเมอไรเซชันอย่างไม่สมบูรณ์(Incomplete Polimerization) หลงเหลืออยู่ นอกจากนี้ความแข็งแรงของวัสดุยึดที่มีความหนามากอาจจะลดลงได้เนื่องจากการหดตัวของวัสดุภายหลังจากปฏิกริยาโพลิเมอไรเซชัน(Polimerization Shrinkage)อีกด้วย (42) เมื่อพิจารณาจากภาพด้านตัดขวางของฐานแบรกเก็ตเมื่อติดอยู่บนผิวเคลือบฟันของแบรกเก็ตทั้ง 3 ชนิดที่ใช้ในการวิจัยนี้ (รูปที่ 54) จะเห็นได้ว่าแบรกเก็ต Minidiamond ที่มีลักษณะของฐานเป็นแบบตะแกรงโลหะสามารถยึดกับผิวเคลือบฟันโดยมีความหนาของวัสดุยึดน้อยที่สุดในขณะที่ฐานแบรกเก็ตแบบ Dynalock และ Microloc ต่างก็มีความหนาของวัสดุมากโดยเฉพาะภายใต้บริเวณที่เป็นส่วนเกาะเกี่ยวของแบรกเก็ตทั้งสอง ความหนาของวัสดุยึดใต้ฐานแบรกเก็ตนี้จึงอาจจะเป็นอีกปัจจัยหนึ่งที่ทำให้แบรกเก็ตที่มีลักษณะของฐานเป็นแบบตะแกรงโลหะมีความต้านทานแรงเฉือน/ปอกสูงกว่าแบรกเก็ตอีกสองชนิดที่ใช้ในการวิจัย

อนึ่งสัมประสิทธิ์ความแปรปรวนของความต้านทานแรงเฉือน/ปอกของแบรกเก็ตในการทดลองนี้มีค่าค่อนข้างสูง แต่ใกล้เคียงกับการวิเคราะห์ข้อมูลค่าแรงเฉือนของแบรกเก็ตในงานวิจัยของ ทันตแพทย์หญิงกัลยา(23) ซึ่งได้สรุปว่าน่าจะมีสาเหตุมาจากเครื่องทดสอบทั่วไป Universal testing DDS-10T และความแปรปรวนโดยธรรมชาติของผิวเคลือบฟัน

อย่างไรก็ตามเป็นที่น่าสังเกตว่าในกลุ่มของแบรกเก็ต Dynalock ที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ มีค่าสัมประสิทธิ์ความแปรปรวนสูงกว่าแบรกเก็ตในกลุ่มอื่นอีก 3 กลุ่ม ซึ่งอาจจะเนื่องมาจากกลุ่มของแบรกเก็ต Dynalock มีความแปรปรวนภายในสูงกว่าแบรกเก็ตกลุ่มอื่น



รูปที่ 54 ภาพถ่ายจากกล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอนแบบส่องกราด แสดงภาพตัดขวางในแนว ใกล้กลาง-ไกลกลาง (Mesio-distal) ของแบรกเก็ตทั้งสามชนิดขณะยึดอยู่บนผิวเคลือบฟันด้วยวัสดุยึด System 1 Plus
ก. แบรกเก็ต Minidiamond, ข. แบรกเก็ต Dynalock,
ค. แบรกเก็ต Microloc A = วัสดุยึด, B = บริเวณขอบของฐานแบรกเก็ต
E = ผิวเคลือบฟัน, M = ตะแกรงโลหะ

ข้อเสนอแนะ

1. ข้อเสนอแนะเพื่อการวิจัย

งานวิจัยครั้งนี้เป็นเพียงการศึกษาวิจัยในห้องปฏิบัติการ ซึ่งได้ผลสรุปว่า แบรกเก็ตที่มีลักษณะของฐานต่างกันจะมีความต้านทานแรงเฉือน/ปอกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ และสำหรับแบรกเก็ตที่มีลักษณะของฐานเหมือนกัน แบรกเก็ตที่มีพื้นที่บริเวณฐานมากกว่าจะมีความต้านทานแรงเฉือน/ปอกสูงกว่าและแตกต่างกับแบรกเก็ตที่มีขนาดของฐานเล็กกว่าอย่างมีนัยสำคัญ ที่ระดับนัยสำคัญ 0.01 อย่างไรก็ตามยังมีปัจจัยอื่นๆอีกมากที่มีอิทธิพลต่อการยึดอยู่ของแบรกเก็ตกับผิวเคลือบฟัน ที่ควรจะทำการศึกษาเพื่อให้ได้ข้อมูลที่สามารถนำมาสรุปเพื่อประโยชน์ทางด้านวิชาการดังต่อไปนี้

1.1 ทำการศึกษาความต้านทานแรงที่เกิดขึ้นในช่องปากของแบรกเก็ตที่มีลักษณะของฐานต่างกัน โดยอาจจะทำการศึกษาในลักษณะของการหาอัตราการหลุดของแบรกเก็ตในช่องปากของผู้ป่วยเป็นต้น

1.2 การอภิปรายในเรื่องปัจจัยที่เกี่ยวข้องกับความหนาของวัสดุยึดชนิดไม่ต้องผสมเป็นเพียงข้อสันนิษฐานจากผลการวิจัยและเอกสารอ้างอิงเท่านั้น ซึ่งปัจจัยดังกล่าวเป็นปัจจัยที่สำคัญประการหนึ่งซึ่งควรได้รับการศึกษา อีกทั้งวัสดุประเภทนี้เป็นวัสดุที่ได้รับการพัฒนาขึ้นมาใหม่เพื่อความสะดวกในการใช้งานของทันตแพทย์จัดฟันและบุคคลากรซึ่งยังมีรายงานการศึกษาวิจัยอยู่น้อย จึงควรสนับสนุนให้มีการวิจัยเพื่อการพัฒนาวัสดุชนิดนี้ต่อไป

1.3 ประสิทธิภาพในการยึดของฐานแบรกเก็ตที่มีลักษณะต่างกัน นอกจากเป็นผลมาจากปริมาณของส่วนเกาะเกี่ยวที่ต่างกันแล้ว อาจจะเป็นผลมาจากความเค้นที่เกิดจากลักษณะรูปร่างของส่วนเกาะเกี่ยวดังที่ได้อภิปรายไว้ในส่วนของแบรกเก็ต Dynalock การออกแบบการวิจัยเพื่อวิเคราะห์ความเค้นที่เกิดขึ้นจากส่วนเกาะเกี่ยวของฐานแบบต่างๆ จะทำให้เข้าใจและอธิบายถึงความแตกต่างของความต้านทานแรงเฉือน/ปอกของฐานแบรกเก็ตได้ดียิ่งขึ้น

1.4 ในปัจจุบันได้มีการผลิตแบรกเก็ตและวัสดุยึดออกมาจำหน่ายมากมาย แต่ละชนิดก็มีคุณสมบัติแตกต่างกันออกไป จากผลงานการวิจัยที่ผ่านมาพบว่า แบรกเก็ตแต่ละชนิดมีความเหมาะสมกับวัสดุยึดแตกต่างกัน เช่น แบรกเก็ตแบบ Microloc จะยึดกับผิวเคลือบฟันได้ดีกว่าถ้าใช้วัสดุยึดชนิดไม่ต้องผสม แบรกเก็ต Dynalock จะให้กำลังแรงยึด

ไม่ดีเท่าที่ควรหากเลือกใช้กับวัสดุยึดชนิดไม่ต้องผสมเป็นต้น การศึกษาเกี่ยวกับความสัมพันธ์และความเหมาะสมของชนิดของแบรกเก็ตและประเภทของวัสดุยึดในการนำไปใช้งานร่วมกันเพื่อให้ได้ประสิทธิภาพสูงสุดจึงเป็นสิ่งที่ควรกระทำ

1.5 จากผลการวิจัย ถึงแม้ว่าแบรกเก็ต Minidiamond ที่มีลักษณะของฐานเป็นแบบตะแกรงโลหะ จะมีความต้านทานแรงเฉือน/ปอกได้ดีที่สุด อย่างไรก็ตามได้พบว่าลักษณะของฐานแบบนี้ยังมีฟองอากาศหลงเหลืออยู่ภายใต้ฐานหลังจากการยึดด้วยวัสดุยึดแล้ว หากสามารถค้นคว้าหรือปรับปรุงรูปแบบของฐานชนิดนี้เพื่อกำจัดปัญหาดังกล่าวลงได้ ก็จะได้ลักษณะของฐานที่มีประสิทธิภาพในการยึดมากขึ้น ซึ่งหากได้ฐานแบรกเก็ตที่มีประสิทธิภาพในการยึดสูงก็จะทำให้สามารถผลิตแบรกเก็ตที่มีขนาดเล็กกว่าที่เป็นอยู่ในปัจจุบันได้

2. ข้อเสนอแนะสำหรับการนำไปใช้ทางคลินิก

2.1 การพิจารณาเลือกแบรกเก็ตเพื่อการนำไปใช้กับผู้ป่วยในคลินิกนั้น ความแข็งแรงในการยึดของแบรกเก็ตกับผิวเคลือบฟันนับว่าเป็นสิ่งหนึ่งที่มีความสำคัญในการรักษาผู้ป่วยทางทันตกรรมจัดฟัน จากผลการวิจัยจะเห็นได้ว่าลักษณะของฐานแบรกเก็ตเป็นปัจจัยสำคัญประการหนึ่งที่มีผลต่อกำลังแรงยึดของแบรกเก็ต ดังนั้นในการเลือกใช้แบรกเก็ตโลหะกับผู้ป่วยทันตแพทย์จึงควรให้ความสนใจกับลักษณะของฐานแบรกเก็ตร่วมกับปัจจัยอื่นๆ

2.2 จากผลการวิจัยเราสามารถเลือกใช้แบรกเก็ตที่มีขนาดเล็กในการรักษาผู้ป่วยได้โดยมิต้องกังวลว่าแบรกเก็ตขนาดเล็กจะให้กำลังแรงยึดที่ด้อยกว่าแบรกเก็ตขนาดใหญ่เพียงแต่ต้องเลือกลักษณะของฐานแบรกเก็ตให้เหมาะสม แต่ก็ควรพิจารณาถึงข้อดีและข้อเสียจากขนาดที่แตกต่างกันของแบรกเก็ต เช่น แบรกเก็ตขนาดเล็กมีข้อได้เปรียบในด้านความสวยงาม ความสะดวกในการรักษาความสะอาด มีระยะระหว่างแบรกเก็ตเพิ่มขึ้น แต่ก็มีข้อเสียเปรียบในด้านการควบคุมแนวแกนฟันขณะที่ทำการเคลื่อนฟัน ซึ่งต้องพิจารณาปัจจัยอื่นร่วมด้วย

2.3 ฐานของแบรกเก็ตที่มีประสิทธิภาพในการยึดสูงโอกาสที่แบรกเก็ตจะหลุดออกจากผิวเคลือบฟันในระหว่างการรักษาจะมีน้อยกว่าแต่ในขณะเดียวกันหากแรงที่มากระทำมีขนาดมากเพียงพอ โอกาสที่การหลุดของแบรกเก็ตจะทำให้เกิดการแตกร้าวบริเวณผิวเคลือบฟันก็มีได้สูงกว่า จากการวิจัยนี้ไม่พบปรากฏการณ์ดังกล่าวในแบรกเก็ตและฟันที่ทำการทดลอง