

# The Effect of Different Debonding Techniques on Adhesive Remnants of Porcelain Surface

Suchon Vatarugegrid

Dental Department, Hatyai Hospital, Hatyai, Songkhla, Thailand

## Correspondence to:

Suchon Vatarugegrid. Dental Department, Hatyai Hospital, Hatyai, Songkhla, 90110 Thailand Tel: 074-273100 ext. 1753  
Fax: 074-273134 E-mail: abbot\_dt@yahoo.com

## Abstract

The purpose of this study was to compare the porcelain surfaces after debonding with two debonding methods. Feldspathic porcelain discs ( $n = 68$ ) were randomly assigned to one of four groups, seventeen specimens for each; 3MS: Gemini metal brackets with a mesh base (3M Unitek, USA) were debonded with shear force, 3MP: Gemini metal brackets were debonded with peel force, TMS: MicroLine metal brackets that have machined undercut base (TOMY, Japan) were debonded with shear force, TMP: MicroLine metal bracket were debonded with peel force. The peel force was produced by conventional ligature cutter and the shear force was produced by conventional debonding plier. All surface discs were treated with silane primer (porcelain primer,Ormco Corp., USA), and the Transbond XT adhesive system (3M Unitek, Monrovia, USA) was used to bond all brackets to the discs. After debonding, the amount of residual adhesive on porcelain discs were examined according to Adhesive Remnant Index (ARI) score under 10x magnification. Data were statistically analyzed by Kruskal-Wallis test and multiple comparisons test. The ARI scores were statistically significant difference ( $\chi^2 = 19.612, p = 0.00$ ) in bond failure pattern of 3MS-TMS, 3MS-TMP and 3MP-TMP groups. In general, brackets from the same company debonded with shear or peel force showed no statistically significant within group. About 5 – 10 % of porcelain damages were observed for 3 groups, while 0 % of porcelain damage was found in 3MP group. MicroLine brackets debonded with two techniques tended to leave a significant amount of all adhesive on porcelain surface.

**Key words:** ARI score; Debonding technique; Porcelain surface

# ผลของวิธีการถอดแบร็กเกตที่มีต่อการตกค้างของสารยึดติดบนผิวหน้าพอร์ซเลน

สุชนม์ วัตรจิกฤต

กลุ่มงานทันตกรรม โรงพยาบาลหาดใหญ่ อำเภหาดใหญ่ จังหวัดสงขลา

## ติดต่อเกี่ยวกับบทความ:

สุชนม์ วัตรจิกฤต กลุ่มงานทันตกรรม โรงพยาบาลหาดใหญ่ อำเภหาดใหญ่ จังหวัดสงขลา 90110 โทรศัพท์: 074-273100 ต่อ 1753  
โทรสาร: 074-273134 อีเมล: abbot\_dt@yahoo.com

## บทคัดย่อ

การวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อเปรียบเทียบผิวพอร์ซเลนภายหลังการถอดแบร็กเกตด้วยวิธีการถอด 2 วิธี กลุ่มทดลองทำจากแผ่นเฟลด์สปาทิกพอร์ซเลนจำนวน 68 ชิ้นแบ่งเป็นกลุ่ม 4 กลุ่ม กลุ่มละ 17 ชิ้น ดังนี้ กลุ่ม 3MS: ถอดแบร็กเกตโลหะรุ่นเจมินี ซึ่งฐานมีลักษณะเป็นร่างดาข่าย (3M Unitek, USA) ด้วยแรงเฉือน, 3MP: ถอดแบร็กเกตโลหะรุ่นเจมินีด้วยแรงปอก, TMS: ถอดแบร็กเกตโลหะรุ่นไมโครไลน์ ซึ่งฐานมีลักษณะเป็นร่องจากการกลึง (TOMY, Japan) ด้วยแรงเฉือน, TMP: ถอดแบร็กเกตโลหะรุ่นไมโครไลน์ด้วยแรงปอก โดยใช้คีมตัดลวดทำให้เกิดแรงปอก และใช้คีมถอดแบร็กเกตทำให้เกิดแรงเฉือน ปรับสภาพผิวพอร์ซเลนทุกชิ้นด้วยสารตั้งต้นไซเลน (porcelain primer,Ormco Corp., USA) และติดแบร็กเกตด้วยวัสดุยึดติดทรานส์บอนด์เอ็กซ์ที (3M Unitek, Monrovia, USA) หลังถอดแบร็กเกตตรวจสอบการหลงเหลือของสารยึดติดด้วยกำลังขยาย 10 เท่า โดยใช้ระดับคะแนนดัชนีส่วนที่เหลือของสารยึดติดหรือค่าเออาร์ไอเป็นตัวประเมิน วิเคราะห์ความแตกต่างของค่าเออาร์ไอระหว่างกลุ่มด้วยสถิติทดสอบครัสคัล-วอลลิสและการเปรียบเทียบพหุคูณ พบว่า กลุ่มทดลองที่มีค่าเออาร์ไอแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (ไครสแคร์ = 19.612,  $p = 0.00$ ) คือ ระหว่างกลุ่ม 3MS และ TMS, กลุ่ม 3MS และ TMP, และสุดท้ายคือระหว่างกลุ่ม 3MP และ TMP กล่าวโดยสรุปได้ว่า ไม่พบความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติของค่าเออาร์ไอระหว่างแบร็กเกตที่มาจากบริษัทเดียวกันเมื่อถอดแบร็กเกตด้วยวิธีการทั้งสองวิธี พบการแตกหักของพอร์ซเลนประมาณร้อยละ 5 - 10 ในกลุ่มทดลองทั้งสามกลุ่ม ยกเว้นกลุ่ม 3MP ไม่พบการแตกหักของพอร์ซเลน การถอดแบร็กเกตไมโครไลน์ด้วยวิธีการถอดทั้งสองวิธี มีแนวโน้มที่จะทำให้เกิดการตกค้างของสารยึดติดทั้งหมดบนผิวหน้าของพอร์ซเลน

**คำสำคัญ:** ดัชนีเออาร์ไอ; เทคนิคการถอดแบร็กเกต; ผิวพอร์ซเลน

## บทนำ

เมื่อกล่าวถึงการติดแบร็กเกตบนวัสดุบูรณะฟันที่เป็นพอร์ซเลน เช่น ครอปฟัน หรือวีเนียร์ งานวิจัยส่วนใหญ่กล่าวถึงวิธีการปรับสภาพผิวพอร์ซเลนเพื่อให้เกิดการยึดติดกับแบร็กเกตได้ดีที่สุด ไม่หลุดระหว่างการจัดฟัน เช่น การปรับสภาพผิวพอร์ซเลนด้วยกรดไฮโดรฟลูออริก การเป่าทราย หรือการทาสารไซเลน เป็นต้น<sup>1-6</sup> นอกจากนี้มีงานวิจัยอีกบางส่วนที่กล่าวถึงวิธีการทำความสะอาดหรือขัดแต่งผิวพอร์ซเลน และการซ่อมพอร์ซเลนที่เสียหายหลังการถอดเครื่องมือจัดฟัน เพื่อให้ผิวหน้าของพอร์ซเลนคืนสภาพเดิมมากที่สุด เช่น การขัดวัสดุยึดติดออกจากผิวพอร์ซเลนด้วยหัวกรอคาร์ไบด์ การขัดละเอียดด้วยหัวขัดเฉพาะสำหรับขัดพอร์ซเลน หรือการใช้ผงขัดผสมกากเพชร และการซ่อมพอร์ซเลนด้วยคอมโพสิต เป็นต้น<sup>7-11</sup> แต่มีงานวิจัยเพียงส่วนน้อยที่กล่าวถึงความเสียหายของผิวพอร์ซเลนภายหลังการถอดแบร็กเกตโดยตรง เช่น งานวิจัยของ Kao และคณะ<sup>12</sup> ที่อธิบายถึงสาเหตุการแตกหักของพอร์ซเลนวีเนียร์ว่ามีความสัมพันธ์กับแรงยึดระหว่างแบร็กเกตกับผิวพอร์ซเลน และชนิดของพอร์ซเลน หากแรงยึดมากเกินไปกำลังแรงยึดภายในเนื้อพอร์ซเลน (cohesive strength) (มากกว่า 80 นิวตัน: การวิจัยนี้ไม่ได้คำนวณแรงต่อพื้นที่) ก็จะทำให้เกิดความเสียหายที่ผิวหน้าพอร์ซเลนในรูปของรอยร้าว (surface crazing) และมีการแตกหักในเนื้อพอร์ซเลน (cohesive failure) โดยไม่พบการหักของพอร์ซเลนทั้งชิ้นหรือการหลุดของวีเนียร์เกิดขึ้น งานวิจัยส่วนใหญ่มีวัตถุประสงค์หลักเพื่อวัดแรงยึดและมีวัตถุประสงค์รองคือ การตรวจสอบสภาพผิวหน้าของพอร์ซเลนว่ามีการแตกหักหรือไม่ ไม่ได้จำแนกความเสียหายว่ามีแตกต่างกันอย่างไร มีเพียงงานวิจัยของ Bourke และ Rock ที่ได้กำหนดดัชนีการแตกหักของพอร์ซเลน (Porcelain Fracture Index) ไว้ 4 ระดับมาอธิบายระดับความรุนแรงของความเสียหายที่พอร์ซเลน<sup>13</sup>

การทดลองของ Pannes และคณะ<sup>14</sup> พบเพียงการแตกหักในชั้นของสารยึดติด (adhesive failure) โดยไม่พบการแตกหักของพอร์ซเลนเลย เมื่อถอดด้วยแรงเฉือน แม้ว่าจะมีการปรับสภาพผิวพอร์ซเลนด้วยสารไซเลนมาก่อน สอดคล้องกับงานวิจัยของ Eustaquio และคณะ<sup>15</sup> ที่ไม่พบการแตกหักของพอร์ซเลนเมื่อใช้แรงดึง (tensile force) ในการถอดแบร็กเกตที่ยึดด้วยสารยึดติด System 1+® ร่วมกับการใช้สารไซเลน ในขณะที่ Sant' Anna และคณะ<sup>16</sup> พบการแตกหักของพอร์ซเลนทุกกลุ่มทดลอง ได้แก่ การกรอเปิดผิวพอร์ซเลนด้วยหัวกรอกากเพชร การกัดด้วยกรดไฮโดรฟลูออริกความเข้มข้นร้อยละ 10 และการเป่าผิวหน้าด้วยผงอะลูมินัมออกไซด์ขนาดอนุภาค 50 ไมครอน ซึ่งกลุ่มทดลองเหล่านี้ทำไซเลนร่วมด้วยและถอดแบร็กเกตด้วยแรงเฉือน และยังพบอีกว่ากลุ่มควบคุมที่ไม่ได้มีการปรับสภาพผิวหน้าพอร์ซเลนใด ๆ เลยก็มีการแตกหักบริเวณผิวหน้าของพอร์ซเลนได้เช่นกัน ส่วน Winchester ศึกษาพบว่า มีพอร์ซเลนแตกหักในกลุ่มที่ใช้แรงเฉือน/ปอก (shear/peel) มากกว่ากลุ่มที่ใช้แรงดึง/

ปอก (tensile/peel) ในการถอดแบร็กเกต โดยที่พอร์ซเลนแตกหักติดฐานแบร็กเกตร้อยละ 20 - 80 ขึ้นกับสารยึดติดที่ใช้ ส่วนการถอดด้วยแรงดึง/ปอก มักพบการหลุดของแบร็กเกตที่บริเวณรอยต่อของฐานแบร็กเกตกับชั้นของสารยึดติดมากกว่า<sup>17</sup>

งานวิจัยเหล่านี้มีความแตกต่างกันในเรื่องของแรงที่ใช้ถอดแบร็กเกต วิธีการปรับสภาพผิวของพอร์ซเลน เกณฑ์ในการตรวจสอบพอร์ซเลนและชนิดของสารยึดติดที่ใช้ จึงยากต่อการนำมาเปรียบเทียบกัน การถอดแบร็กเกตมีโอกาสที่จะทำให้เกิดพอร์ซเลนแตกหักหากการแตกหักเกิดขึ้นเพียงเล็กน้อย ทันตแพทย์ก็สามารถบูรณะใหม่หรือขัดแต่งเพื่อให้พอร์ซเลนคืนสู่สภาพเดิมใกล้เคียงกับก่อนการรักษาให้มากที่สุดได้ แต่ถ้าพอร์ซเลนนั้นแตกหักมากจนกระทั่งไม่สามารถบูรณะใหม่ได้ ผู้ป่วยก็ต้องเสียค่าใช้จ่ายในการทำชิ้นงานใหม่ ดังนั้น นอกจากการพยายามแก้ไขสภาพผิวพอร์ซเลนภายหลังการถอดแบร็กเกตให้กลับคืนสู่สภาพเดิม ทันตแพทย์จัดฟันจึงควรพิจารณาวิธีการป้องกันการแตกหักของพอร์ซเลนในระหว่างการถอดแบร็กเกตหรือหาวิธีการถอดแบร็กเกตที่ทำให้เกิดความเสียหายต่อผิวพอร์ซเลนน้อยที่สุดด้วย ผู้วิจัยจึงสนใจที่จะศึกษาเปรียบเทียบผลโดยตรงของวิธีการถอดแบร็กเกตโลหะด้วยวิธีการให้แรงที่แตกต่างกันต่อสภาพผิวหน้าของพอร์ซเลนภายหลังการถอดแบร็กเกต ด้วยการตรวจดูการแตกหักและปริมาณสารยึดติดที่หลงเหลือบนผิวของพอร์ซเลน

## วัสดุอุปกรณ์และวิธีการ

### การเตรียมชิ้นตัวอย่าง

นำแผ่นพอร์ซเลนชนิดเฟลด์สปาทิก (Vita VMK95, VITA Zahnfabrik, Bad Sackingen, Germany) ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 1 เซนติเมตร หนา 4 มิลลิเมตร จำนวน 68 ชิ้น แบ่งเป็น 4 กลุ่ม กลุ่มละ 17 ชิ้น ขัดผิวหน้าพอร์ซเลนให้เรียบด้วยหัวกรอหินสีเขียวทรงกระบอกนาน 10 วินาที หล่อด้วยน้ำขณะขัด จากนั้นขัดซ้ำด้วยผงฟุ้งผสมความละเอียดเบอร์ 2 ชุมน้ำชนิดปราศจากฟลูออไรด์นาน 10 วินาที ล้างผงขัดออกด้วยน้ำและลมจากกระบอกฉีดนาน 10 วินาที เป่าแห้งด้วยลมที่ปราศจากน้ำมันนาน 10 วินาที ตรวจดูผิวหน้าของแผ่นพอร์ซเลนด้วยกล้องจุลทรรศน์สเตอริโอ (EMZ-TR model, MEJI Techno Co., LTD., Japan) ด้วยกำลังขยาย 10 เท่าว่า มีความสมบูรณ์ไม่มีรอยแตกหรือหลุมก่อนการติดแบร็กเกต ทาสารตั้งต้นไซเลน (porcelain primer,Ormco Corp., USA) ที่ผิวหน้าพอร์ซเลนตามคำแนะนำของบริษัทผู้ผลิต ติดแบร็กเกตด้วยสารยึดติดทางทันตกรรมจัดฟันชนิดบ่มตัวด้วยแสง (Transbond XT primer and Transbond XT light cure adhesive paste, 3M Unitek, USA) โดยที่การติดแบร็กเกตแต่ละตัวจะใช้แรงกด 300 กรัมจากเกจวัดแรง (pressure tension gauge, Human Yayi Medical Instruments Co.,Ltd., China) ทำมุมตั้งฉากกับผิวหน้าแบร็กเกต ออกแรงกดเป็นเวลานาน 10 วินาทีเพื่อให้แน่ใจว่า สาร

ยึดติดมีการไหลแผ่อย่างสม่ำเสมอและแบร็กเกตแนบสนิทกับผิวหน้า  
ฟอร์ชเลนพอดี ขจัดสารยึดติดส่วนเกินด้วยเครื่องมือชุดแต่งอะมัลกัม  
ที่คม (sharp amalgam carver) หลังจากนั้นฉายแสงตามคำ  
แนะนำของบริษัทผู้ผลิตด้วยเครื่องฉายแสงแอลอีดีไร้สาย (PenCure,  
J Morita INC., Japan)

กลุ่มที่ 1 และ 2 ติดแบร็กเกตโลหะสำหรับฟันตัดซี่กลางบน  
รุ่น Gemini ของบริษัท 3M (3M Unitek, USA) ขนาดร่อง 0.018 นิ้ว  
ซึ่งมีฐานแบร็กเกตเป็นแบบร่างตาข่าย (mesh type) ส่วนกลุ่มที่ 3  
และ 4 ติดด้วยแบร็กเกตโลหะสำหรับฟันตัดซี่กลางบน รุ่น MicroLine  
ของบริษัท TOMY (TOMY, Tokyo, Japan) ขนาดร่อง 0.018 นิ้ว  
ซึ่งเป็นแบร็กเกตชนิดที่ผลิตด้วยการใช้โลหะหลอมฉีดเข้าไปในแม่แบบ  
(metal injection molding: MIM) โดยที่ฐานและตัวแบร็กเกต  
ต่อเนื่องเป็นชิ้นเดียวกันไม่มีการเชื่อมต่อ ฐานแบร็กเกตมีลักษณะเป็น  
ร่องจากการกลึงตัด (machined undercut) (รูปที่ 1)

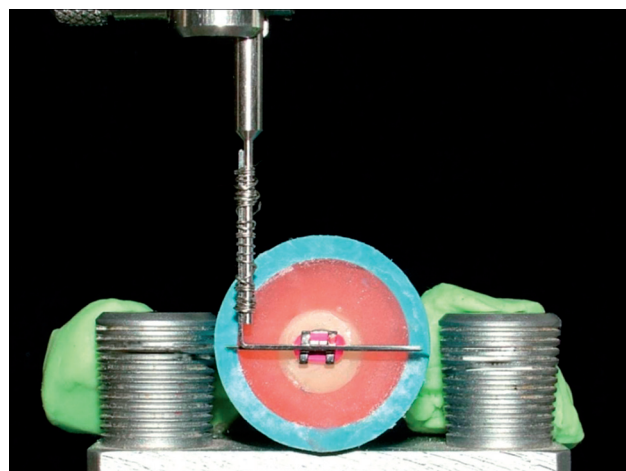


รูปที่ 1 ฐานแบร็กเกต: ชนิดร่างตาข่าย (ซ้าย) และชนิดร่อง (ขวา)  
Figure 1 Bracket bases: mesh type (left) and machined undercut (right)

เมื่อติดแบร็กเกตเสร็จ นำแผ่นฟอร์ชเลนมาฝังในท่อพีวีซีด้วย  
เรซินอะคริลิกชนิดบ่มตัวเองโดยให้ผิวหน้าของแบร็กเกตขนาน  
กับพื้น หลังเรซินอะคริลิกแข็งตัวนำลวดเหล็กกล้าไร้สนิมขนาด  
0.016 x 0.022 นิ้ว ยาว 2 เซนติเมตร ใส่ในร่องของแบร็กเกตแต่ละตัว  
รัดด้วยยางโอริง (O-ring) เพื่อเลียนแบบสภาพจริงในช่องปากก่อนการ  
ถอดแบร็กเกตในคลินิก จากนั้นนำชิ้นตัวอย่างทั้งหมดไปแช่น้ำกลั่นที่  
อุณหภูมิ 37 องศาเซลเซียสในตู้ควบคุมอุณหภูมิ (Contherm series  
five, USA) นาน 24 ชั่วโมงก่อนการถอดแบร็กเกต

### วิธีการทดลอง

นำชิ้นตัวอย่างมาปรับระดับลวดให้อยู่ในแนวระนาบด้วย  
เครื่องสำรวจความขนาน (Degussa รุ่น VG 1N, Germany) โดย  
ปรับให้ลวดที่ยึดบนแบร็กเกตขนานกับแกนของเข็มสำรวจที่ดัดแปลง  
ให้มีแขนตั้งฉากกับแนวตั้ง (รูปที่ 2) เมื่อปรับตำแหน่งดีแล้ว ลวดจะ  
อยู่ในแนวระนาบพอดี ยึดชิ้นตัวอย่างให้ติดแน่นบนแป้นของเครื่อง  
สำรวจความขนานด้วยดินน้ำมัน การจัดตำแหน่งของลวดนี้จะช่วยให้  
เข้าถอดแบร็กเกตง่าย และมองเห็นตำแหน่งของการวางคีมชัดเจน  
จากนั้นจึงใช้แรงเฉือนและแรงปอกในการถอดแบร็กเกตโดยมีทิศทาง

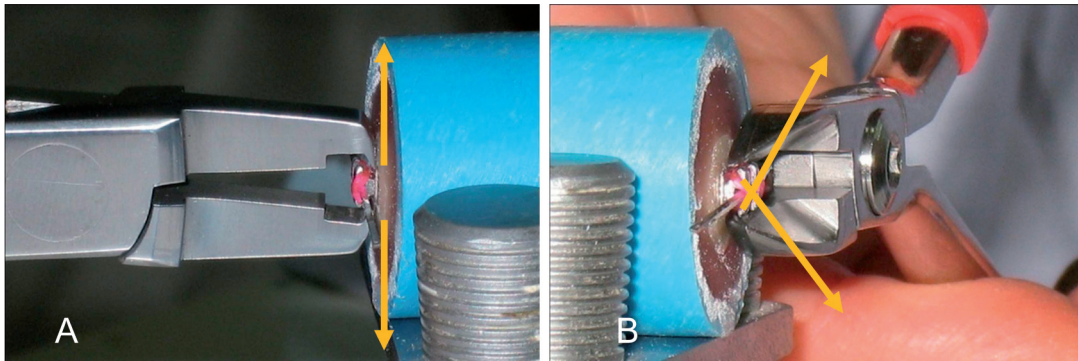


รูปที่ 2 การจัดตำแหน่งของแบร็กเกตด้วยเครื่องสำรวจความขนาน  
ก่อนการถอดแบร็กเกต

Figure 2 Dental surveyor used to align brackets before  
debonding

การให้แรงตามการทดลองของพาซันและคณะ<sup>18</sup> โดยขึ้นตัวอย่างกลุ่ม  
ที่ 1 (3MS) และ 3 (TMS): ถอดแบร็กเกตด้วยแรงเฉือน (shear  
force) ด้วยการวางขอบคมของคีมถอดแบร็กเกต (TP-25, Task Inc.,  
Japan) ระหว่างรอยต่อของฐานแบร็กเกตกับผิวฟอร์ชเลน ออกแรง  
บีบคีมจนกระทั่งแบร็กเกตหลุด ส่วนกลุ่มที่ 2 (3MP) และ 4 (TMP):  
ถอดแบร็กเกตด้วยแรงปอก (peel force) โดยใช้คีมตัดลวด (Mini  
pin and ligature cutter, AEZ, USA) วางขอบคมของคีมใต้ปีก  
แบร็กเกตและขนานกับผิวหน้าของฟอร์ชเลน ออกแรงบีบคีม  
จนกระทั่งแบร็กเกตหลุด (รูปที่ 3) การถอดแบร็กเกตทุกตัวใช้แรงจาก  
มือผู้วิจัย ไม่ได้วัดแรงที่ใช้ในการถอดเพื่อเป็นการเลียนแบบการถอด  
จริงในช่องปาก และการวิจัยอื่น ๆ พบว่า แรงยึดระหว่างแบร็กเกต  
กับฟอร์ชเลนที่ผ่านการปรับสภาพผิวด้วยไซเลนมีกำลังแรงยึด  
มากพอ (8.06 - 18.64 เมกะปาสคาล) ที่จะใช้ในทางคลินิก  
มาก่อนแล้ว<sup>13,16,19</sup>

ตรวจสอบสภาพผิวหน้าของฟอร์ชเลนด้วยการดูปริมาณการ  
หลงเหลือของสารยึดติดที่กำลังขยาย 10 เท่าด้วยกล้องจุลทรรศน์  
สเตอริโอ บันทึกค่าโดยการวัดดัชนีส่วนที่เหลือของสารยึดติด  
(Adhesive Remnant Index score; ARI score) ตามเกณฑ์ของ  
Årtun และ Bergland<sup>20</sup> ดัดแปลงเพิ่มเติมโดยเพิ่มระดับคะแนน  
เป็น 5 ระดับ ดังนี้ คือ 0 หมายถึง ไม่มีสารยึดติดเหลือค้างบนผิว  
ฟอร์ชเลน, 1 หมายถึง มีสารยึดติดเหลือค้างบนผิวฟอร์ชเลนน้อย  
กว่าครึ่งหนึ่งของพื้นที่ฐานแบร็กเกต, 2 หมายถึง มีสารยึดติดเหลือ  
ค้างบนผิวฟอร์ชเลนมากกว่าครึ่งหนึ่งของพื้นที่ฐานแบร็กเกต,  
3 หมายถึง มีสารยึดติดทั้งหมดเหลืออยู่บนผิวฟอร์ชเลน โดยที่ผิวหน้า  
ของสารยึดติดมีลักษณะเหมือนพิมพ์ด้วยฐานแบร็กเกต และ 4  
หมายถึง มีการแตกหักของผิวฟอร์ชเลน ผู้วิจัยเพียงคนเดียวเป็นผู้



รูปที่ 3 ตำแหน่งการวางคีมและทิศทางของแรง

A. การถอดแบร็กเก็ตด้วยการใช้แรงเฉือน B. การถอดแบร็กเก็ตด้วยการใช้แรงปอก

Figure 3 The position of pliers and directions of forces

A. Bracket removal by using shear force B. Bracket removal by using peel force

อ่านค่าเออาร์ไอ ซึ่งผู้วิจัยผ่านการทดสอบความสามารถในการวัดค่าเออาร์ไอโดยสุ่มตัวอย่าง 20 ชิ้นจากกลุ่มตัวอย่างทั้งหมดมาอ่านค่าเออาร์ไอซ้ำในกลุ่มตัวอย่างเดียวกัน ท่างกันอย่างน้อย 2 สัปดาห์ วิเคราะห์ความสามารถในการวัดซ้ำด้วยค่าแคปปาในผู้วัดคนเดียว (intra-examiner Kappa) แสดงค่าความสอดคล้องในระดับดีมาก (0.859) จากนั้นวิเคราะห์ค่าเออาร์ไอระหว่างกลุ่มด้วยสถิติทดสอบครัสคัล-วอลลิส (Kruskal-Wallis test) ที่ระดับนัยสำคัญทางสถิติ 0.05 โดยใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์เอสพีเอสเอส 11.5 (SPSS version 11.5, SPSS Inc., Chicago, IL., USA) หากพบความแตกต่างระหว่างกลุ่ม จะทดสอบต่อด้วยการเปรียบเทียบพหุคูณ (multiple comparisons)

## ผล

จากการศึกษาผลของแรงเฉือนและแรงปอกที่มีต่อผิวพอร์ซเลนด้วยการพิจารณาตำแหน่งการยึดติดล้มเหลวโดยพิจารณา

จากคะแนนเออาร์ไอพบว่า มีค่าความถี่ของค่าดัชนีเออาร์ไอของแต่ละกลุ่ม ดังแสดงในตารางที่ 1 เมื่อทดสอบด้วยสถิติครัสคัล-วอลลิสพบว่า มีกลุ่มทดลองอย่างน้อย 2 กลุ่มที่มีค่าเออาร์ไอแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (ตารางที่ 2) จึงทดสอบต่อด้วยการเปรียบเทียบพหุคูณ (ตารางที่ 3) ผลการทดสอบทางสถิติไม่พบความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญระหว่างการถอดแบร็กเก็ตด้วยแรงเฉือนหรือแรงปอกในแบร็กเก็ตชนิดเดียวกัน ทั้งแบร็กเก็ต Gemini (3MS และ 3MP) และแบร็กเก็ต MicroLine (TMS และ TMP) แต่จะพบความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติเมื่อเปรียบเทียบการถอดด้วยแรงเฉือน ระหว่างกลุ่มที่ใช้แบร็กเก็ต Gemini (3MS) กับกลุ่มที่ใช้แบร็กเก็ต MicroLine (TMS) และยังพบความแตกต่างระหว่างการถอดแบร็กเก็ตด้วยแรงเฉือนหรือแรงปอกในกลุ่มที่ใช้แบร็กเก็ต Gemini (3MS และ 3MP) เมื่อเปรียบเทียบกับถอดด้วยแรงปอกในกลุ่มแบร็กเก็ต MicroLine (TMP) อีกด้วย

ตารางที่ 1 การแจกแจงความถี่ของค่าเออาร์ไอตามวิธีการถอดแบร็กเก็ต 2 วิธี

Table 1 Frequencies of ARI Score for 2 debonding techniques

Group	N	ARI Score				
		0	1	2	3	4
3MS	17	4	3	6	3	1
3MP	17	1	8	2	6	0
TMS	17	2	0	0	13	2
TMP	17	0	0	0	16	1



ตารางที่ 2 ผลการเปรียบเทียบค่าเออาร์ไอระหว่างกลุ่มด้วยสถิติทดสอบครัสคัล-วอลลิส  
Table 2 Kruskal-Wallis test to compare ARI score between comparative groups

Group	ARI score
	Mean rank
3MS	23.85
3MP	25.85
TMS	43.53
TMP	44.76

Chi -square = 19.612, df = 3; p = 0.00

ตารางที่ 3 ผลการวิเคราะห์ด้วยการเปรียบเทียบพหุคูณ  
Table 3 Results of multiple comparison tests among groups

	3MS	3MP	TMS	TMP
3MS				
3MP	2			
TMS	19.68*	17.68		
TMP	20.91*	18.91*	1.23	

Critical difference = 18.86

\* Significant difference between the groups (different observed value ≥ critical difference at p = 0.05)

บทวิจารณ์

การติดแบร็กเก็ตทางทันตกรรมจัดฟันต้องการแรงยึดอย่างน้อยที่สุดระหว่าง 5.9 - 7.8 เมกะปาสคาล ตามคำแนะนำของ Reynolds<sup>21</sup> จึงจะสามารถทนต่อแรงกระทำในช่องปากได้ตลอดระยะเวลาการรักษาประมาณ 2 ปี แรงยึดระหว่างแบร็กเก็ตโลหะกับฟอร์ชเลนขึ้นกับหลายปัจจัย เช่น ชนิดของลักษณะฐานแบร็กเก็ต ชนิดของสารยึดติด และวิธีการปรับสภาพผิวฟอร์ชเลน เป็นต้น<sup>4-7,22-25</sup> งานวิจัยของสุชนม์และสมรศรี<sup>19</sup> ศึกษาพบว่า การเตรียมผิวฟอร์ชเลนด้วยการทาเจลเอพิโอฟความเข้มข้นร้อยละ 1.23 เป็นเวลา 10 นาทีให้แรงยึดระหว่างแบร็กเก็ตโลหะกับฟอร์ชเลนไม่ต่างจากการเตรียมผิวฟอร์ชเลนด้วยการทาสารไซเลน คือ ได้แรงยึดเฉลี่ย 9.42 เมกะปาสคาลและ 9.68 เมกะปาสคาลตามลำดับ ซึ่งมากกว่าที่ Reynolds ได้แนะนำไว้ แต่ Thurmond และคณะ<sup>26</sup> พบว่าแรงยึดที่สูงกว่า 13 เมกะปาสคาลจะทำให้เกิดการแตกหักในเนื้อ

ฟอร์ชเลน เพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญ ดังนั้นแรงยึดที่มากเกินไป จึงเป็นปัจจัยหนึ่งที่ทำให้เกิดการแตกหักให้เนื้อฟอร์ชเลนภายหลังการถอดแบร็กเก็ตได้ แต่ถ้าแรงยึดอยู่ในระดับต่ำแล้ว ยังมีการแตกหักของฟอร์ชเลน แสดงว่าอาจมีความผิดปกติในเนื้อฟอร์ชเลนเอง เช่น การมีฟองอากาศ (void) หรือการมีรอยร้าว (crack line) ก่อนการถอดแบร็กเก็ต ประเด็นนี้มีความเป็นไปได้น้อย เนื่องจากได้ตรวจสอบสภาพผิวหน้าฟอร์ชเลนก่อนการติดแบร็กเก็ตมาแล้ว ในงานวิจัยนี้พบการแตกหักของฟอร์ชเลนในระดับ 2 ทั้งหมดเมื่อพิจารณาตามเกณฑ์ของดัชนีการแตกหักของฟอร์ชเลน<sup>13</sup> ซึ่งหมายถึงมีความเสียหายของผิวฟอร์ชเลนที่ต้องการการซ่อมแซมด้วยคอมโพสิตหรือทำวัสดุบูรณะใหม่ จากการประเมินของผู้วิจัยเอง การแตกหักที่พบนี้อยู่ในระดับที่ไม่รุนแรง สามารถบูรณะได้ด้วยการอุดคอมโพสิตตามปกติ หากทันตแพทย์หลีกเลี่ยงการแตกหักของฟอร์ชเลนด้วยการลดแรงยึดของแบร็กเก็ตกับฟอร์ชเลนให้น้อยลง อาจทำให้เกิดความไม่มั่นใจว่าแบร็กเก็ตจะสามารถทนต่อแรงกระทำ

ในช่องปากได้ตลอดการรักษาหรือไม่ อาจต้องเสียเวลาและค่าใช้จ่ายเพิ่มขึ้นเมื่อต้องมาติดแบร็กเกตใหม่ ดังนั้นทางเลือกในการลดความเสียหายที่จะเกิดกับผิวหน้าของฟอร์ชเลน จึงควรใช้วิธีการอื่นแทน คือ มุ่งเน้นไปที่ขั้นตอนสุดท้ายของการรักษา คือ การถอดแบร็กเกตและการทำความสะอาดสารยึดติดออกจากผิวหน้าฟอร์ชเลน เพื่อให้ฟอร์ชเลนกลับคืนสู่สภาพเดิมมากที่สุด

ผลการศึกษานี้พบว่า การตกค้างของสารยึดติดบนผิวฟอร์ชเลนภายหลังการถอดแบร็กเกตโลหะที่มีฐานแบบเดียวกันด้วยแรงถอดที่ต่างกันคือ แรงเฉือนและแรงปอกไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ แต่หากเป็นแบร็กเกตที่มีฐานแตกต่างกันซึ่งการทดลองนี้ใช้แบร็กเกตที่มีฐานเป็นรูปร่างดาวยเปรียบเทียบกับแบร็กเกตที่มีฐานเป็นร่องจากการกลึงพบว่า ตำแหน่งการยึดติดล้มเหลวมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ โดยพบว่าแบร็กเกตที่มีฐานเป็นร่องมีค่าเออาร์ไอระดับ 3 มากที่สุดคือ กลุ่ม TMS พบร้อยละ 76.47 และกลุ่ม TMP ร้อยละ 94.12 ในขณะที่แบร็กเกตกลุ่ม 3MS และ 3MP พบเพียงร้อยละ 17.64 และ 35.29 ตามลำดับ ซึ่งอาจเป็นเพราะฐานแบร็กเกตที่มีลักษณะเป็นร่องมีส่วนคอด (undercut) สำหรับการเกาะของสารยึดติดได้น้อยกว่ากรณีที่มีฐานแบร็กเกตเป็นแบบรูปร่างดาวย ทำให้เมื่อถอดแบร็กเกตออกจึงพบสารยึดติดทั้งหมดติดอยู่บนผิวฟอร์ชเลนเป็นส่วนใหญ่ และจากการวิจัยในครั้งนี้อย่างได้ข้อพิจารณาเพิ่มเติมอีกว่า หากเลือกใช้แบร็กเกตที่มีฐานเป็นรูปร่างดาวยควรจะถอดแบร็กเกตด้วยแรงเฉือน จึงจะมีโอกาสทำให้เกิดการแตกหักของผิวฟอร์ชเลนลดลง การตรวจค่าเออาร์ไอภายหลังการถอดแบร็กเกต งานวิจัยส่วนใหญ่ใช้ระดับกำลังขยาย 10 เท่า<sup>12,13,19,24,25</sup> แต่ Montasser และคณะ<sup>27</sup> ศึกษาความน่าเชื่อถือของการตรวจค่าเออาร์ไอด้วยระดับกำลังขยายที่แตกต่างกันคือ ดูด้วยตาเปล่า ดูด้วยกำลังขยาย 10 เท่าและดูด้วยกำลังขยาย 20 เท่า พบว่า การตรวจดูด้วยตาเปล่าและที่กำลังขยาย 10 เท่าให้ผลไม่แตกต่างกัน แต่การตรวจดูด้วยตาเปล่าเปรียบเทียบกับ การดูที่กำลังขยาย 20 เท่าให้ผลแตกต่างกัน คือ มีแนวโน้มตรวจให้คะแนนที่มีค่าน้อยลดลง แต่จะตรวจให้คะแนนที่มีค่ามากขึ้น นอกจากนั้นยังพบอีกว่า การตรวจด้วยกำลังขยาย 10 เท่าให้ผลแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติเมื่อเปรียบเทียบกับกำลังขยาย 20 เช่นกัน ดังนั้นหากจะดำเนินการวิจัยในลักษณะนี้ต่อไปในอนาคตควรจะตรวจด้วยระดับกำลังขยาย 20 เท่าขึ้นไป

ข้อจำกัดบางประการของงานวิจัยนี้คือ ไม่ได้วัดขนาดแรงที่ใช้ถอดแบร็กเกตเนื่องจากในสภาวะจริงทางคลินิกเราไม่สามารถกำหนดแรงถอดได้ แต่จำเป็นต้องทำให้แบร็กเกตหลุดให้ได้ไม่ว่าจะต้องใช้แรงมากน้อยเพียงใด สิ่งที่ทันตแพทย์ควรคำนึงคือ แรงที่ใช้ในการถอดแบร็กเกตจากวิธีการถอดที่แตกต่างกันย่อมทำให้ผู้ป่วยมีความเจ็บปวดไม่เท่ากัน ดังนั้นควรมีการวิจัยเพิ่มเติมในส่วนนี้ด้วย เพื่อให้ผู้ป่วยรู้สึกสบายที่สุดในขณะที่กำลังถอดเครื่องมือ นอกจากนี้เมื่ออยู่ในคลินิกทิศทางการให้แรงหรือทิศทางของการเข้า

ถอดแบร็กเกตและตำแหน่งของการวางคีมถอดแบร็กเกตในช่องปากอาจมีความแตกต่างจากทิศทางที่ใช้ทดสอบในห้องวิจัยไม่มากนักน้อย เนื่องจากการเข้าทำงานมีความจำกัดมากกว่า ตลอดจนเครื่องมือหรือคีมที่ทันตแพทย์เลือกใช้ก็เป็นอีกปัจจัยหนึ่งซึ่งส่งผลต่อวิธีการให้แรง ในขณะที่ดำเนินการถอดแบร็กเกตทำให้ได้ผลการถอดที่แตกต่างกัน

ดังนั้นอาจกล่าวได้ว่าทันตแพทย์สามารถเลือกใช้แบร็กเกตที่มีลักษณะฐานแตกต่างกันไปเพื่อให้เกิดผลหลังการถอดแบร็กเกตที่ต่างกัน เช่น หากทันตแพทย์มองว่าการเหลือสารยึดติดที่ผิวหน้าฟอร์ชเลนมากที่สุดเป็นการช่วยประกันได้ว่าจะไม่มีฟอร์ชเลนแตกหักก่อนการขัดแต่ง ทันตแพทย์ก็ควรเลือกแบร็กเกตที่มีฐานมีลักษณะเป็นร่องร่วมกับการถอดแบร็กเกตด้วยการใช้แรงเฉือนหรือแรงปอกก็ได้ จากนั้นค่อยพิจารณาหาวิธีการในการขจัดสารยึดติดออกจากผิวหน้าของฟอร์ชเลนที่ทำให้เกิดความเสียหายต่อฟอร์ชเลนน้อยที่สุด แต่หากทันตแพทย์ไม่ต้องการเสียเวลาขัดแต่งมากก็อาจเลือกแบร็กเกตชนิดที่มีฐานเป็นแบบรูปร่างดาวยเพื่อให้ภายหลังการถอดแบร็กเกตจะมีสารยึดติดเหลือตกค้างที่ผิวหน้าฟอร์ชเลนน้อยที่สุด ซึ่งจะช่วยให้เสียเวลาในการขัดแต่งน้อยตามไปด้วย แต่ก็มีความเสี่ยงที่จะพบการแตกหักของฟอร์ชเลนก่อนการขัดแต่งมากขึ้นเช่นกัน โดย Herison และคณะ<sup>11</sup> แนะนำขั้นตอนการขัดผิวฟอร์ชเลนดังนี้ คือ ขจัดสารยึดติดที่ตกค้างด้วยหัวขัดคาร์ไบด์ ตามด้วยชุดขัดฟอร์ชเลน และขัดซ้ำด้วยครีมขัดผสมกากเพชร ส่วน Karan และคณะ<sup>10</sup> ศึกษาพบว่า การขัดแต่งฟอร์ชเลนด้วยหัวขัด Sof-Lek (3M ESPE) ตามลำดับความหยาบของหัวขัด ทำให้ผิวหน้าฟอร์ชเลนเรียกว่า การขัดด้วยชุดขัดแต่งฟอร์ชเลนร่วมกับการขัดด้วยครีมขัดผสมกากเพชร แต่ทั้งนี้ก็ยังไม่สามารถขัดแต่งให้ผิวเรียบได้เท่ากับก่อนการติดแบร็กเกตเช่นกันเมื่อตรวจด้วยกล้องจุลทรรศน์ แต่ในสภาพจริงทางคลินิกแล้ว ทันตแพทย์และผู้ป่วยอาจไม่สามารถแยกความแตกต่างได้

## บทสรุป

ด้วยข้อจำกัดของการทดลองนี้จึงสรุปได้ว่า แบร็กเกตที่มีฐานแบบเดียวกันจะให้ค่าเออาร์ไอไม่แตกต่างกันเมื่อใช้แรงในการถอดแบร็กเกตแตกต่างกัน และแบร็กเกตที่มีฐานต่างชนิดกันจะได้ค่าเออาร์ไอแตกต่างกัน ทันตแพทย์จัดฟันที่ใช้แบร็กเกตชนิดที่แตกต่างกัน จึงควรตรวจสอบหรือทดสอบเพิ่มเติมว่าแบร็กเกตที่ตนเองใช้เหมาะกับการถอดด้วยแรงแบบใด จึงจะส่งผลเสียหายต่อผิวฟอร์ชเลนน้อยที่สุด หรือช่วยทำให้การบูรณะฟื้นฟูสภาพผิวหน้าของฟอร์ชเลนให้กลับคืนสู่สภาพเดิมได้ง่ายที่สุด ปัจจัยด้านแรงถอดเป็นเพียงปัจจัยหนึ่งเท่านั้นที่ส่งผลต่อการหลงเหลือสารยึดติดบนผิวฟอร์ชเลน ยังมีปัจจัยอื่น ๆ อีกหลายประการที่มีส่วนเกี่ยวข้อง ดังนั้นจึงเป็นความรับผิดชอบของทันตแพทย์เอง ที่จะต้องควบคุมปัจจัยต่าง ๆ อย่างรอบคอบเพื่อให้เกิดผลดีต่อผู้ป่วยมากที่สุด

1. Newman SM, Dresseler KB, Grenadier MR. Direct bonding of orthodontic brackets to esthetic restorative materials using a silane. *Am J Orthod* 1984;86:503-6.
2. Kao EC, Boltz KC, Johnston WM. Direct bonding of orthodontic brackets to porcelain veneer laminates. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 1988;94:458-68.
3. Zachrisson BU, Büyükyilmaz T. Recent advances in bonding to gold, amalgam and porcelain. *J Clin Orthod* 1993;27:661-75.
4. Major PW, Koehler JR, Manning KE. 24-hour shear bond strength of metal orthodontic brackets bonded to porcelain using various adhesion promoters. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 1995;108:322-9.
5. Nebbe B, Stein E. Orthodontic brackets bonded to glazed and deglazed porcelain surfaces. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 1996;109:431-6.
6. Schmäge P, Nergiz I, Hermann W, Özcan M. Influence of various surface-conditioning methods on the bond strength of metal brackets to ceramic surfaces. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 2003;123:540-6.
7. Tylka DF, Stewart GP. Comparison of acidulated phosphate fluoride gel and hydrofluoric acid etchants for porcelain-composite repair. *J Prosthet Dent* 1994;72:121-7.
8. Diaz-Arnold AM, Wiström DW, Aquilino SA, Swift EJ. Bond strengths of porcelain repair adhesive systems. *Am J Dent* 1993;6:291-4.
9. Aida M, Hayakawa T, Mizukawa K. Adhesion of composite to porcelain with various surface conditions. *J Prosthet Dent* 1995;73:464-70.
10. Karan S, Toroglu MS. Porcelain refinishing with two different polishing systems after orthodontic debonding. *Angle Orthod* 2008;78:947-53.
11. Herion DT, Ferracane JL, Covell DA. Porcelain surface alterations and refinishing after use of two orthodontic bonding methods. *Angle Orthod* 2010;80:167-74.
12. Kao EC, Johnston WM. Fracture incidence on debonding of orthodontic brackets from porcelain veneer laminates. *J Prosthet Dent* 1991;66:631-7.
13. Bourke BM, Rock WP. Factors affecting the shear bond strength of orthodontic brackets to porcelain. *Br J Orthod* 1999;26:285-90.
14. Pannes DD, Bailey DK, Thompson JY, Pietz DM. Orthodontic bonding to porcelain: a comparison of bonding systems. *J Prosthet Dent* 2003;89:66-9.
15. Eustaquio R, Garner LD, Moore BK. Comparative tensile strengths of brackets bonded to porcelain with orthodontic adhesive and porcelain repair systems. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 1988;94:421-5.
16. Sant' Anna EF, Monnerat ME, Chevitarese O, Stuardi MBS. Bonding brackets to porcelain-*in vitro* study. *Braz Dent J* 2002;13:191-6.
17. Winchester L. Direct orthodontic bonding to porcelain: An *in vitro* study. *Br J Orthod* 1991;18:299-308.
18. Thipsoonthornchai P, Chiewcharat P, Apinhasmit W, Thanboonsombut B. Bracket removal effect on adhesive remaining on enamel and enamel loss by using shear and peel forces. *J Dent Assoc Thai* 1999;49:268-82.
19. Vatarugegrid S, Viteporn S. Shear-peel bond strength of metal bracket to porcelain surface treated with 1.23% acidulated phosphate fluoride gel. *CU Dent J* 2010;33:109-18.
20. Årtun J, Bergland S. Clinical trials with crystal growth conditioning as an alternative to acid-etch enamel pretreatment. *Am J Orthod* 1984;85:333-40.
21. Reynolds IR. A review of direct orthodontic bonding. *Br J Orthod* 1975;2:171-8.
22. Smith NR, Reynolds IR. A comparison of three bracket bases: an *in vitro* study. *Br J Orthod* 1991;18:29-35.
23. Mackay F. The effect of adhesive type and thickness on bond strength of orthodontic brackets. *Br J Orthod* 1992;19:35-9.
24. Bishara SE, Soliman MM, Oonsombat C, Laffoon JF, Ajlouni R. The effect of variation in mesh-base design on the shear bond strength of orthodontic brackets. *Angle Orthod* 2004;74:400-4.
25. Sharma-Sayal SK, Rossouw PE, Kulkarni GV, Titley KC. The influence of orthodontic bracket base design on shear bond strength. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 2003;124:74-82.
26. Thurmond J, Barkmeier W, Wilwerding T. Effect of porcelain surface treatments on bond strengths of composite resin bonded to porcelain. *J Prosthet Dent* 1994;72:355-9.
27. Montasser M, Drummond JL. Reliability of the adhesive remnant index score system with different magnifications. *Angle Orthod* 2009;79:773-6.