

## ผลของทิศทางการฉายแสงที่มีต่อความแข็งแรงการยึดติดทนแรงเฉือน และระดับการบ่มของวัสดุยึดติดทางทันตกรรมจัดฟันที่บ่มตัวด้วยแสง

เสาวลักษณ์ ผดุงวรศาสตร์

นิสิตวิทยาศาสตร์มหาบัณฑิต

ภาควิชาทันตกรรมจัดฟัน

คณะทันตแพทยศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ไพบุณย์ เตชะเลิศไพศาล

ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ภาควิชาทันตกรรมจัดฟัน

คณะทันตแพทยศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ติดต่อเกี่ยวกับบทความ:

ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ทันตแพทย์ ดร.ไพบุณย์ เตชะเลิศไพศาล

ภาควิชาทันตกรรมจัดฟัน

คณะทันตแพทยศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ถนนอังรีดูนังต์ ปทุมวัน กรุงเทพฯ 10330

โทรศัพท์: 02-2188930

อีเมล: paiboon.t@chula.ac.th

### บทคัดย่อ

การวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาผลของทิศทางการฉายแสงที่มีต่อความแข็งแรงการยึดติดทนแรงเฉือนและระดับการบ่มของวัสดุยึดติดที่บ่มตัวด้วยแสง โดยใช้ฟันกรามน้อยมนุษย์ที่ถอนแล้ว 72 ซี่ แบ่งเป็น 6 กลุ่ม ๆ ละ 12 ซี่ และยึดแบร็กเกตโลหะด้วยวัสดุยึดติดเรซินที่บ่มตัวด้วยแสง ฉายแสงใน 3 ลักษณะคือ 1) ฉายจากด้านใกล้กลางและไกลกลาง 2) ด้านแก้ม และ 3) ด้านบดเคี้ยวของผิวฟัน ทดสอบความแข็งแรงการยึดติดทนแรงเฉือนด้วยเครื่องทดสอบเอนกประสงค์ ภายหลังการฉายแสง 5 นาที และ 24 ชั่วโมง และในการศึกษาระดับการบ่มของวัสดุยึดติด ใช้ฟันกรามน้อย 1 ซี่ ยึดแบร็กเกตโลหะด้วยวัสดุยึดติดเรซินที่บ่มตัวด้วยแสง ฉายแสงในลักษณะเช่นเดียวกับการศึกษาความแข็งแรงการยึดติดทนแรงเฉือน ทำการวิเคราะห์ห้ระดับการบ่มด้วยเครื่องโฟลว์เรย์ทรานสฟอรัมอินฟราเรดสเปกโทรสโกปีทำการทดสอบกลุ่มละ 5 ตัวอย่าง หลังการฉายแสง 5 นาทีและ 24 ชั่วโมง ผลการศึกษาพบว่า ความแข็งแรงการยึดติดทนแรงเฉือนมีค่าไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญในแต่ละทิศทางการฉายแสง ทั้งในกลุ่มทดสอบ 5 นาที และ 24 ชั่วโมงหลังการฉายแสง ในขณะที่ระดับการบ่มของวัสดุยึดติดมีค่าแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ โดยระดับการบ่มของวัสดุยึดติดในกลุ่มที่ฉายแสงจากด้านใกล้กลางและไกลกลางมีค่ามากกว่ากลุ่มที่ฉายแสงจากด้านแก้มอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติทั้งกลุ่มทดสอบ 5 นาที และ 24 ชั่วโมงหลังการฉายแสง ในขณะที่กลุ่มที่ฉายแสงจากด้านบดเคี้ยวมีค่าระดับการบ่มตัวของวัสดุยึดติดไม่แตกต่างจากทั้ง 2 กลุ่มอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ สรุปได้ว่า ทิศทางการฉายแสงมีผลต่อระดับการบ่มของวัสดุยึดติดที่บ่มตัวด้วยแสงแต่ไม่มีผลต่อความแข็งแรงการยึดติดทนแรงเฉือน

### บทนำ

การยึดติดเครื่องมือจัดฟันกับผิวเคลือบฟันโดยตรงเกิดขึ้นในช่วงปี ค.ศ. 1980 การยึดติดดังกล่าวอาศัยการเชื่อมต่อเชิงกลระหว่างวัสดุยึดติดกับผิวเคลือบฟัน และระหว่างวัสดุยึดติดกับฐานของเครื่องมือจัดฟัน<sup>1</sup> พื้นฐานการยึดติดดังกล่าวได้มาจากการใช้กรดฟอสฟอริกกัดผิวเคลือบฟันทำให้เกิดลักษณะขรุขระบนผิวเคลือบฟันซึ่งเป็นการเพิ่มการยึดติดของวัสดุอุดฟัน<sup>2</sup> และต่อมามีการแนะนำเทคนิคนี้ในการยึดติดแบร็กเกตโดยตรงกับผิวฟัน<sup>3</sup>

มีวัสดุยึดติดหลายประเภทสำหรับใช้ในการยึดติดแบร็กเกตกับผิวฟัน ที่นิยมใช้ได้แก่ เรซิน ไดอะคริเลต ซึ่งเป็นอะคริลิกที่ถูกดัดแปลงด้วยเรซินอีพ็อกซี เป็นที่รู้จักในนามบิส จีเอ็มเอ (Bis GMA; Bisphenylglycidyl dimethacrylate) ในปัจจุบันวัสดุยึดติดที่บ่มตัวด้วยแสงได้รับความนิยมมากที่สุด จากการสำรวจพบว่า มีการใช้วัสดุยึดติดเรซิน ที่บ่มตัวด้วยแสงถึงร้อยละ 75.0 ของทันตแพทย์จัดฟัน<sup>4</sup> วัสดุยึดติดชนิดนี้มีความสะดวกในการทำงานให้ระยะเวลาการทำงานที่เหมาะสม มีการบ่มของวัสดุอย่างรวดเร็วเมื่อฉายแสง และการศึกษาต่าง ๆ พบว่า วัสดุยึดติดที่บ่มตัวด้วยแสงมีประสิทธิภาพเทียบเท่ากับวัสดุยึดติดที่บ่มตัวทางเคมีที่มีเริ่มใช้มาก่อน<sup>5,6</sup> โดยระดับการบ่มตัวเป็นปัจจัยหนึ่งที่มีความสำคัญต่อคุณสมบัติต่าง ๆ ของวัสดุยึดติด เช่น คุณสมบัติเชิงกล ได้แก่ ความทนแรงดึง ความทนแรงอัด และความแข็งแรง<sup>7</sup> คุณสมบัติทางกายภาพ ได้แก่ การละลายและการเสื่อมสลาย<sup>8</sup> และคุณสมบัติทางชีวภาพ<sup>9-11</sup> การศึกษาระดับการบ่มสามารถทำได้ทั้งวิธีตรงคือการวิเคราะห์ด้วยสเปกโตรมิเตอร์อินฟราเรด และวิธีอ้อม ได้แก่ การทดสอบความแข็งแรงการยึดติดหรือการทดสอบความแข็งผิวระดับจุลภาค<sup>8,12</sup>

การยึดติดแบร็กเกตโลหะนั้นมีข้อจำกัดในการใช้แสงเพื่อบ่มวัสดุยึดติด จึงมีข้อเสนอแนะเกี่ยวกับทิศทางการฉายแสงเพื่อให้ระดับของการบ่มตัวของเรซินยึดติดที่สูงพอที่จะให้ความแข็งแรงยึดติดที่เพียงพอต่อการใช้งานในทางคลินิก Tavas และ Watts<sup>6,13</sup> แนะนำวิธีการฉายแสงส่องผ่านฟัน โดยวางท่อนำแสงเป็นมุม 45 องศาต่อด้านบดเคี้ยวของฟัน ซึ่งให้ค่าความแข็งแรงการยึดติดทนแรงเฉือนเพียงพอต่อแรงทางทันตกรรมจัดฟันและไม่ต่างจากเรซินคอมโพสิตที่บ่มตัวทางเคมี Oesterle และ Shellhart<sup>14</sup> แนะนำการฉายแสงผ่านฟันทางด้านใกล้ลิ้น แต่ต้องเพิ่มระยะเวลาการฉายแสงให้มากขึ้นเพื่อให้ค่าความแข็งแรงการยึดติดที่เหมาะสม บริษัทผู้ผลิตแนะนำการฉายแสงโดยให้ท่อนำแสงอยู่ด้านข้างและตั้งฉากกับซี่ฟัน (ด้านใกล้กลางและไกลกลาง) สอดคล้องกับคำแนะนำและการวิจัยต่าง ๆ ที่ใช้วิธีการฉายแสงดังกล่าว<sup>15-18</sup> นอกจากนี้ ยังมีการแนะนำการฉายแสงจากทั้ง 4 ด้าน (ด้านใกล้กลาง ไกลกลาง ด้านบดเคี้ยว และด้านใกล้เหงือก)<sup>19</sup> แต่ในการปฏิบัติงานทางคลินิกจริงนั้น การฉายแสงจากด้านไกลกลางและใกล้เหงือกของฟันหลังทำได้ยาก ส่วนการฉายแสงจากทางด้านแก้มหรือทางด้านบดเคี้ยวทำได้ง่ายกว่า อย่างไรก็ตาม การฉายแสงที่ต่างออกไปจากคำแนะนำนี้อาจมีผลกระทบต่อระดับการบ่มตัวของวัสดุยึดติดและส่งผลถึงความแข็งแรงของการยึดติดทนแรงเฉือน

จุดประสงค์ของการวิจัยนี้คือต้องการศึกษาผลของทิศทางการฉายแสงใน 3 ทิศทางคือ ด้านใกล้กลางและไกลกลาง (ตามบริษัทผู้ผลิตแนะนำ) ด้านบดเคี้ยว และด้านแก้ม (ที่สะดวกต่อการทำงานโดยเฉพาะที่ฟันหลัง) ที่มีต่อทั้งความแข็งแรงการยึดติดทนแรงเฉือน ตำแหน่งการยึดติดล้มเหลว และระดับการบ่มตัวของวัสดุยึดติด การศึกษานี้จะทดสอบค่าดังกล่าว 2 ช่วงเวลา คือ 5 นาที และ 24 ชั่วโมงหลังการฉายแสง

## วัสดุอุปกรณ์และวิธีการ

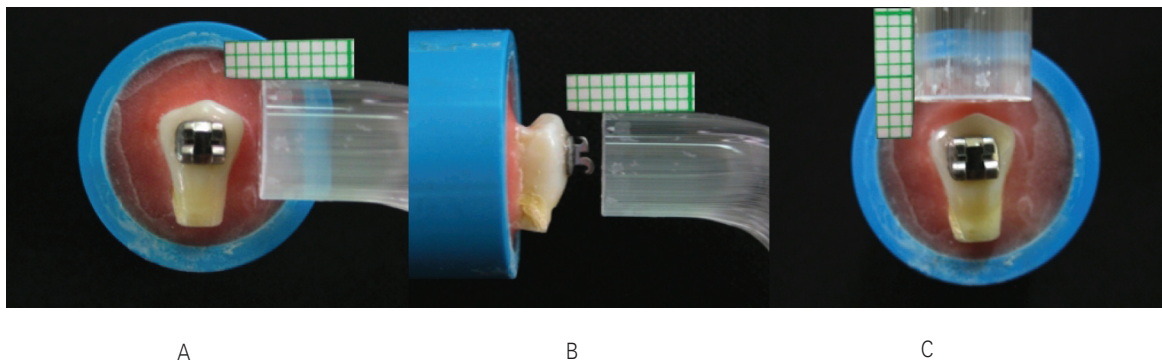
เก็บฟันกรามน้อย 73 ซี่ ที่ไม่มีพยาธิสภาพและไม่เคยได้รับการเตรียมผิวฟันใดๆ มาก่อนที่ถอนจากผู้ป่วยเพื่อการจัดฟัน ในสารละลายไทมอลในน้ำกลั่น ร้อยละ 0.5 เป็นเวลาไม่เกิน 6 เดือน

### การทดสอบความแข็งแรงการยึดติดทนแรงเฉือนและตำแหน่งการยึดติดล้มเหลว

ทำความสะอาดฟันตัวอย่าง 72 ซี่ ตัดรากฟันออกให้เหลือส่วนของรากฟันติดอยู่กับตัวฟัน 3 มม. จากระยะต่อระหว่างเคลือบฟันและเคลือบรากฟัน แบ่งฟันโดยการสุ่มฟันออกเป็น 6 กลุ่ม ๆ ละ 12 ซี่ ผึงฟันในท่อพลาสติกพีวีซีด้วยอะคริลิกชนิดบ่มตัวเองโดยให้ด้านใกล้แก้มโผล่พ้นผิวอะคริลิกจากนั้นขัดฟันด้วยผงขัดฟัมมิช 10 วินาที ล้างและเป่าแห้ง เตรียมผิวเคลือบฟันโดยทากรดฟอสฟอริกความเข้มข้น ร้อยละ 35.0 (Gluma, Heraeus Kulzer GmbH, Germany) ที่ผิวฟัน 15 วินาที ล้าง 10 วินาที เป่าแห้งจนผิวเคลือบฟันขาวขุ่น ทาสารยึดติดเรซิน (Transbond XT, 3M/Unitek, USA) ที่ผิวเคลือบฟัน ยึดแบร็กเกตโลหะสำหรับฟันกรามน้อย ขนาดร่อง 0.018 นิ้ว ฟันที่ฐานเฉลี่ย 15.25 ตารางมิลลิเมตร (Dyna-Lock™ standard edgewise, 3M/Unitek, USA) ด้วยวัสดุยึดติดเรซินที่บ่มตัวด้วยแสง (Transbond XT, 3M/Unitek, USA) ในปริมาณที่เท่า ๆ กันในแต่ละชิ้นงาน ฉายแสงด้วยเครื่องฉายแสงชนิด LED (Elipar S10, 3M/ESPE, USA) ที่มีความเข้มแสง 750 มิลลิวัตต์ต่อตารางเซนติเมตร วัดด้วยเครื่องวัดความเข้มแสง (100 Curing Radiometer, SdsKerr, USA) โดยในกลุ่ม 1 และกลุ่ม 4 หน้าตัดของท่อนำแสงขนานด้านใกล้กลางและไกลกลางของผิวฟัน ห่างจากฐานแบร็กเกต 3 มม. ฉายแสงด้านละ 10 วินาที ดังแสดงในรูปที่ 1A ส่วนกลุ่ม 2 และกลุ่ม 5 หน้าตัดของท่อนำแสงขนานด้านแก้มของผิวฟัน ห่างจากฐานแบร็กเกต 3 มม. ฉายแสง 20 วินาที ดังแสดงในรูปที่ 1B และกลุ่ม 3 และกลุ่ม 6 หน้าตัดของท่อนำแสงขนานด้านบดเคี้ยวของผิวฟัน ห่าง

จากฐานแบร็กเกต 3 มม.ฉายแสง 20 วินาที ดังแสดงในรูปที่ 1C จากนั้น นำชิ้นงานที่ได้มาทดสอบความแข็งแรงการยึดติดทนแรงเฉือน โดยกลุ่ม 1 2 และ 3 ทดสอบภายหลังการฉายแสง 5 นาที กลุ่ม 4 5 และ 6 ทดสอบภายหลังการฉายแสง 24 ชั่วโมง โดย 3 กลุ่มหลังนี้ก่อนทดสอบเก็บฟันตัวอย่างในน้ำกลั่น ในตู้ควบคุมอุณหภูมิ 37 องศาเซลเซียสเป็นเวลา 24 ชั่วโมง ทดสอบความแข็งแรงการยึดติดทนแรงเฉือนด้วยเครื่องทดสอบเอนกประสงค์ (Shimadzu, EZTest EZ-L/EZ-s Series) ตูมน้ำหนักขนาด 500 นิวตัน ความเร็ว 0.5 มิลลิเมตร/นาที หลังแบร็กเกตหลุด นำฟันและฐาน

แบร็กเกตมาส่งดูด้วยกล้องจุลทรรศน์สเตอริโอ (ML 9300, MEIJI, Japan) ที่กำลังขยาย 10 เท่า เพื่อศึกษาตำแหน่งการยึดติดล้มเหลว และประเมินตามดัชนีส่วนที่เหลือของวัสดุยึดติด (Adhesive remnant index; ARI score)<sup>20</sup> ได้แก่ ระดับ 1 = วัสดุยึดติดทั้งหมดอยู่บนผิวฟัน (ปรากฏรอยพิมพ์ของฐานแบร็กเกต) ระดับ 2 = วัสดุยึดติดมากกว่า ร้อยละ 90.0 อยู่บนผิวฟัน ระดับ 3 = วัสดุยึดติดมากกว่า ร้อยละ 10.0 แต่น้อยกว่าร้อยละ 90.0 อยู่บนผิวฟัน ระดับ 4 = วัสดุยึดติดน้อยกว่าร้อยละ 10.0 อยู่บนผิวฟัน ระดับ 5 = ไม่มีวัสดุยึดติดหลงเหลืออยู่บนผิวฟัน



รูปที่ 1 ทิศทางการฉายแสง A) ด้านใกล้กลางและไกลกลาง B) ด้านแก้ม C) ด้านบดเคี้ยว

Fig. 1 Light curing direction ; A) mesial&distal direction B) buccal direction C) occlusal direction

**การทดสอบระดับการบ่มของวัสดุยึดติดเรซิน**

เริ่มด้วยการทำความสะอาดพื้นกรามน้อยตัวอย่าง 1 ซี่ นำมายึดลงบนบล็อกเรซินใส เตรียมแบร็กเกตที่ใช้ในการทดลองโดยการกรอเอาส่วนของตะแกรงที่ฐานแบร็กเกตโลหะออกจนเรียบ หุ้มฟันตัวอย่างด้านใกล้แก้มให้เรียบตึงด้วยแผ่นฟิล์มใส ยึดแบร็กเกตด้วยวัสดุยึดติดเรซินที่บ่มด้วยแสง (Transbond XT, 3M/Unitek, USA) ฉายแสงด้วยเครื่องฉายแสง LED (Elipar S10, 3M/ESPE, USA) โดยฉายแสงในทิศเช่นเดียวกับการทดสอบความแข็งแรงการยึดติดทนแรงเฉือน จากนั้นแกะเอาแผ่นฟิล์มใสและแบร็กเกตออก จะได้แผ่นวัสดุยึดติดเรซินที่มีขนาดประมาณฐานแบร็กเกต ทำแต่ละกลุ่มซ้ำกลุ่มละ 5 ตัวอย่าง และนำไปทดสอบระดับการบ่มที่ 5 นาที และ 24 ชั่วโมงหลังฉายแสงเช่นเดียวกัน

ทำการวิเคราะห์ระดับการบ่มโดยเตรียมตัวอย่างในรูปแผ่นกลมโพแทสเซียมโบรมาйд (KBr pellet) โดยนำแผ่นวัสดุยึดติดเรซินมาบดรวมกับโพแทสเซียมโบรมาйдด้วยโกร่งและสาก จากนั้น

อัดสารตัวอย่างให้เป็นแผ่นบางเพื่อให้แสงผ่านได้ด้วยเครื่องอัดแผ่น (Rotary vacuum pump, SHIMADZU, JAPAN) แล้ววัดระดับการบ่มด้วยเครื่องอินฟราเรดสเปกโทรสโกปี (FT-IR Spectrometer, Spectrum One, PerkinElmer) โดยศึกษาในช่วงความยาวคลื่น 4000-400 ต่อเซนติเมตร ความคมชัด 4 ต่อเซนติเมตร จำนวน 16 สแกน ระดับการบ่มตัวของวัสดุยึดติดเรซินจากกราฟอินฟราเรดสเปกตรัมพิจารณาที่ 2 ความถี่โดยการยึดหดของพันธะคาร์บอนอะลิฟาติก (C=C) ที่ 1638 ต่อเซนติเมตร ถือเป็นความถี่วิเคราะห์ (analytical frequency) และการยึดหดของพันธะคาร์บอนอะโรมาติก (C..C) ที่ 1605 ต่อเซนติเมตรเป็นความถี่อ้างอิง (reference frequency) สูตรร้อยละระดับการบ่ม คือ

$$\%DC = 100 \left[ 1 - \frac{A_p(C=C) * A_m(C..C)}{A_m(C=C) * A_p(C..C)} \right]$$

Ap (C=C) คือ พื้นที่การดูดกลืนสูงสุดของวัสดุที่บ่มตัวแล้ว ที่ความถี่ 1638 ต่อเซนติเมตร, Am (C=C) คือ พื้นที่การดูดกลืนสูงสุดของวัสดุก่อนบ่มตัวที่ความถี่ 1638 ต่อเซนติเมตร, Am (C..C) คือ พื้นที่การดูดกลืนสูงสุดของวัสดุก่อนบ่มตัวที่ความถี่ 1605 ต่อเซนติเมตร, Ap (C..C) คือ พื้นที่การดูดกลืนสูงสุดของวัสดุที่บ่มตัวแล้วที่ความถี่ 1605 ต่อเซนติเมตร

ทำการวิเคราะห์ข้อมูลด้วยโปรแกรมเอสพีเอสเอสเวอร์ชัน 17 เปรียบเทียบระหว่างกลุ่มของค่าความแข็งแรงการยึดติดทนแรงเฉือนด้วยสถิติการวิเคราะห์ความแปรปรวนทางเดียวและสถิติทดสอบทีแบบอิสระ เปรียบเทียบระดับการบ่มตัวของวัสดุยึดติดด้วยสถิติการทดสอบนันทวารามาตริกคริสคัล-วอลลิส และสถิติการทดสอบมันน์-วิตนีย์ และคะแนนเออาร์ไอ (ARI score) ด้วยสถิติการทดสอบไคสแควร์ทุกการวิเคราะห์พิจารณาที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95.0

**ผล**

**ความแข็งแรงการยึดติดทนแรงเฉือน**

ค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของความแข็งแรงการยึดติดทนแรงเฉือนเมื่อฉายแสงในทิศทางต่าง ๆ ทดสอบที่ 5 นาที และ 24 ชั่วโมงหลังฉายแสง แสดงตามตารางที่ 1 และจากการศึกษาผลของทิศทางการฉายแสงด้วยสถิติการวิเคราะห์ความแปรปรวนทางเดียวที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95.0 พบว่า ไม่มี ความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติของค่าความแข็งแรงการยึดติดทนแรงเฉือนระหว่างแต่ละทิศทางการฉายแสงทั้งการทดสอบหลังฉายแสง 5 นาที และ 24 ชั่วโมง แต่จากการศึกษาผลของระยะเวลาการทดสอบหลังฉายแสงด้วยสถิติทดสอบทีแบบอิสระที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95.0 พบว่า กลุ่มตัวอย่างที่ทดสอบหลังการฉายแสง 24 ชั่วโมง มีค่าเฉลี่ยความแข็งแรงการยึดติดทนแรงเฉือนมากกว่ากลุ่มตัวอย่างที่ทดสอบหลังการฉายแสง 5 นาทีอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ทุกกลุ่มทิศทางการฉายแสง

**ตำแหน่งการยึดติดล้มเหลว**

จากการศึกษาตำแหน่งการยึดติดล้มเหลวโดยพิจารณาจากค่าคะแนนเออาร์ไอพบว่า มีความถี่ของค่าคะแนนเออาร์ไอ ดังแสดง

ตารางที่ 1 ค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของค่าความแข็งแรงการยึดติดทนแรงเฉือน (เมกะปาสคาล)

Table 1 Means and standard deviations of shear bond strength (MPa)

Testing time	Light direction	
	5 Minutes	24 hours
	Mean ± s.d.	Mean ± s.d.
Mesial & Distal	13.25 ± 2.20	21.90 ± 2.29
Buccal	13.08 ± 1.24	21.62 ± 1.73
Occlusal	13.45 ± 1.55	20.06 ± 2.82

n = 12 ในแต่ละกลุ่ม, \*\*\* ค่าเฉลี่ยมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ p < .001

n = 12 in each group, \*\*\* indicate statistically different mean values p < .001

ในตารางที่ 2 และจากการวิเคราะห์ด้วยสถิติการทดสอบไคสแควร์ ที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95.0 พบว่า ทิศทางการฉายแสงและระยะเวลาทดสอบหลังการฉายแสงไม่มีความสัมพันธ์กับค่าคะแนนเออาร์ไออย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

**ระดับการบ่มตัวของวัสดุยึดติด**

ค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของระดับการบ่มตัวของวัสดุยึดติดเมื่อฉายแสงในแต่ละทิศทางเมื่อทดสอบที่ 5 นาที และ 24 ชั่วโมง หลังการฉายแสงแสดงตามตารางที่ 2 และจากการวิเคราะห์ด้วยสถิติการทดสอบนันทวารเมตริกครัสคัล-วอลลิส ที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95.0 พบว่า ค่าเฉลี่ยของระดับการ

บ่มตัวของวัสดุยึดติดในแต่ละทิศทางการฉายแสงมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ โดยค่าเฉลี่ยของระดับการบ่มตัวของวัสดุยึดติดที่ฉายแสงจากทิศใกล้กลางและไกลกลาง มีค่ามากกว่าที่ฉายแสงจากทิศใกล้แก้มอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ทั้งกลุ่มทดสอบภายหลังจากการฉายแสง 5 นาที และ 24 ชั่วโมง ในขณะที่ไม่พบความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติระหว่างกลุ่มการฉายแสงอื่น ๆ และจากการวิเคราะห์ด้วยสถิติการทดสอบ มันทวารเมตริกครัสคัล-วอลลิสที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95.0 พบว่า ค่าเฉลี่ยระดับการบ่มตัวของวัสดุยึดติดเรซินเมื่อทดสอบภายหลังจากการฉายแสง 24 ชั่วโมง มีค่ามากกว่าเมื่อทดสอบหลังฉายแสง 5 นาที อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ในทุกกลุ่มทิศทางการฉายแสงทั้งหมด ดังแสดงในตารางที่ 3

ตารางที่ 2 แสดงการแจกแจงความถี่ของค่า ARI score

Table 2 Frequency distribution of ARI score

Light direction	ARI score	ARI score				
		1	2	3	4	5
Mesial & Distal	5 Minutes	0	1	6	5	0
	24 Hours	0	1	8	3	0
Buccal	5 Minutes	0	0	6	6	0
	24 Hours	0	0	7	5	0
Occlusal	5 Minutes	0	0	4	8	0
	24 Hours	0	0	7	5	0

ตารางที่ 3 ค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของระดับการบ่มตัวของวัสดุยึดติด (ร้อยละ)

Table 3 Means and standard deviations of degree of curd (%)

Light direction	Testing time	
	5 minutes Mean ± s.d.	24 Hours Mean ± s.d.
Mesial & Distal	65.91 ± 3.27	83.17 ± 0.44
Buccal	57.07 ± 4.97	79.31 ± 2.60
Occlusal	60.18 ± 3.97	82.54 ± 3.52

n = 5 ในแต่ละกลุ่ม, \* ค่าเฉลี่ยมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ  $p < .05$ , \*\*  $p < .01$

n = 5 in each group, \* indicate statistically different mean values  $p < .05$ , \*\*  $p < .01$

## บทวิจารณ์

การศึกษาความแข็งแรงการยึดติด สามารถทดสอบได้ด้วยหลายแนวแรงกระทำ การวิจัยนี้เลือกใช้การทดสอบด้วยแรงเฉือนเนื่องจากเป็นแรงที่คล้ายคลึงกับแรงบิดเคี้ยวที่เกิดขึ้นในช่องปากที่มีแนวโน้มทำให้เกิดความล้มเหลวของการยึดอยู่ของแบร็กเกตเช่นเดียวกับหลายการศึกษาก่อนหน้านี้<sup>19,21,22</sup> โดยใช้เครื่องทดสอบที่มีความเร็ว 0.5 มิลลิเมตร/นาที่ ซึ่งเป็นความเร็วส่วนใหญ่จากการศึกษาวิเคราะห์หรือปริมาณ<sup>23</sup> แต่หากเพิ่มความเร็วเครื่องทดสอบมากกว่านี้ ค่าความแข็งแรงการยึดติดที่ได้อาจลดลง ดังการศึกษาก่อนหน้านี้พบว่า เมื่อเพิ่มความเร็วเครื่องทดสอบจาก 0.5 ถึง 5.0 มิลลิเมตร/นาที่ และ 1 ถึง 200 มิลลิเมตร/นาที่ ค่าความแข็งแรงการยึดติดลดลงอย่างมีนัยสำคัญ<sup>24,25</sup>

จากผลการวิจัยนี้พบว่า ทิศทางการฉายแสงทั้งสามทิศทางไม่มีผลต่อค่าความแข็งแรงการยึดติดทนแรงเฉือน สอดคล้องกับการศึกษาของ Dall'Igna และคณะ<sup>21</sup> ที่ศึกษาผลของระยะเวลาการฉายแสงที่มีต่อความแข็งแรงการยึดติดทนแรงเฉือนพบว่า ไม่มีผลแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญเมื่อฉายแสงจากด้านปลายฟัน 5 วินาที ด้านใกล้และไกลกลางด้านละ 5 วินาที และจากทั้งสามด้านด้านละ 5 วินาที และเมื่อพิจารณาตำแหน่งการยึดติดล้มเหลวหรือค่าคะแนนเออาร์ไอ จากผลการวิจัยพบว่า ทั้งทิศทางการฉายแสงและระยะเวลาทดสอบหลังการฉายแสงไม่มีความสัมพันธ์กับค่าคะแนนเออาร์ไออย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ สอดคล้องกับการศึกษาอื่น ๆ ที่ผ่านมา<sup>18,21</sup> ค่าคะแนนเออาร์ไอขึ้นอยู่กับปัจจัยอื่น เช่น ความแข็งแรงการยึดติด ลักษณะฐานแบร็กเกตและลักษณะผิวฟัน<sup>26</sup> ในการศึกษาส่วนใหญ่พบการยึดติดล้มเหลวมากที่สุดที่คะแนนเออาร์ไอระดับ 3 และ 4 ซึ่งหมายถึงมีวัสดุยึดติดที่พื้นร้อยละ 10.0 ถึง 90.0 หรือน้อยกว่าร้อยละ 10.0 ลักษณะความล้มเหลวการยึดอยู่เช่นนี้ แสดงให้เห็นถึงลักษณะการยึดติดที่แข็งแรงกว่าเกิดขึ้นระหว่างฐานแบร็กเกตและวัสดุยึดติด และลักษณะการยึดติดที่อ่อนแอกว่าที่ระหว่างผิวฟันและวัสดุยึดติด สาเหตุที่เป็นเช่นนี้อาจมาจากแบร็กเกตที่ใช้ในการทดลองมีลักษณะฐานที่ทำให้เกิดการยึดอยู่ของวัสดุยึดติดสูง

ผลของระยะเวลาการทดสอบหลังฉายแสงพบว่า ค่าความแข็งแรงการยึดติดทนแรงเฉือนมีค่าเพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติเมื่อเพิ่มระยะเวลาทดสอบหลังการติดแบร็กเกต สอดคล้องกับการศึกษาก่อนหน้านี้<sup>6,15-18</sup> โดยพบค่าความแข็งแรงการยึดติดทนแรงเฉือนหลังจากบ่มตัว 5 นาที มีค่าประมาณร้อยละ 60.0 ถึง 70.0 ของหลังบ่มตัว 24 ชั่วโมง เช่นเดียวกับการศึกษาของ Tavas และ

Watts<sup>6</sup> แต่อย่างไรก็ตาม ความแข็งแรงการยึดติดและระดับการบ่มควรมีค่าเพียงพอเพื่อต้านแรงที่จะทำให้เกิดการหลุดของแบร็กเกตและมีคุณสมบัติที่เหมาะสมตั้งแต่ช่วงแรกคือช่วง 5 นาที เพื่อการใช้งานทางคลินิก แม้ว่ามีการศึกษาที่กล่าวว่าความแข็งแรงการยึดติดมีค่าไม่เพียงพอในช่วงแรกหลังการฉายแสง<sup>27</sup> และมีคำแนะนำการใส่ลวดชั่วคราวใส่หลังติดเครื่องมือเป็นเวลา 24 ชั่วโมง<sup>28</sup> แต่จากการวิจัยนี้พบว่า การฉายแสงด้วยเครื่องฉายแสง (LED) ที่มีความเข้มแสง 750 มิลลิวัตต์ต่อตารางเซนติเมตร เป็นเวลา 20 วินาที ทุกทิศทางการฉายแสงก่อให้เกิดค่าความแข็งแรงการยึดติดที่เพียงพอเมื่อทำการทดลองหลังฉายแสง 5 นาที โดยค่าความแข็งแรงการยึดติดที่น้อยที่สุดที่ได้จากการทดลอง คือ 10.32 เมกะปาสคาล เมื่อเทียบกับค่าที่น้อยที่สุดที่ยอมรับได้ที่แนะนำโดย Reynolds คือ 5.9-7.8 เมกะปาสคาล<sup>29</sup>

การใช้วิธีการวิเคราะห์สเปกตรัมอินฟราเรด (FTIR) ซึ่งเป็นวิธีการวัดโดยตรง เป็นการปล่อยรังสีอินฟราเรดผ่านเนื้อวัสดุเพื่อตรวจสอบและศึกษาโมเลกุลของสาร มีความแม่นยำในการวิเคราะห์ค่าระดับการบ่มตัวของวัสดุมากกว่าการวัดความแข็งแรงการยึดติดหรือความแข็งแรงผิวระดับจุลภาคซึ่งเป็นวิธีการวัดโดยอ้อม<sup>8,12</sup> แต่อย่างไรก็ตามมีการตั้งสมมติฐานว่าการวัดระดับการบ่มจากก่อนคอมโพสิตโดยวิธีเอฟทีไออาร์ (FTIR) อาจมีความไม่ถูกต้องเนื่องจากการบ่มของชั้นตัวอย่างเกิดขึ้นไม่เท่ากันทั้งก้อน<sup>31</sup> การวิจัยนี้ใช้วิธีบ่มทั้งชิ้นตัวอย่างอย่างละเอียด และสุ่มใช้ผงปริมาณเล็กน้อยในการวิเคราะห์ ดังนั้นผงที่นำไปทดลองจึงถือเป็นตัวแทนของชิ้นตัวอย่างทั้งก้อนได้ และจากการวิจัยนี้พบค่าระดับการบ่มของวัสดุยึดติดมีค่าอยู่ระหว่างร้อยละ 57.07 ถึง 83.17 เช่นเดียวกับหลายการศึกษาที่ผ่านมาที่มีค่าระดับการบ่มอยู่ในช่วงร้อยละ 50.0 ถึง 80.0<sup>30,31</sup>

จากการศึกษาพบว่าทิศทางการฉายแสงมีผลต่อระดับการบ่มตัวของวัสดุยึดติด โดยค่าเฉลี่ยของระดับการบ่มตัวของวัสดุยึดติดเรซินที่ฉายแสงจากด้านใกล้กลางและไกลกลาง (ร้อยละ 65.91) มีค่ามากกว่าด้านแก้ม (ร้อยละ 57.07) อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ซึ่งสอดคล้องกับการศึกษาของ Eliades<sup>3</sup> ที่ศึกษาพบว่า การฉายแสงจากด้านปลายฟันและคอฟฟัน ให้ค่าระดับการบ่มตัวของเรซินมากกว่าเมื่อฉายแสงโดยตรงผ่านแบร็กเกตโลหะด้านแก้มอย่างมีนัยสำคัญ เนื่องจากแบร็กเกตจัดฟันโลหะเป็นตัวขัดขวางแสงที่ใช้บ่มปฏิกิริยาของวัสดุยึดติดที่บ่มตัวด้วยแสงโดยเฉพาะทิศทางด้านแก้ม ดังนั้นโดยทั่วไปจึงแนะนำการฉายแสงทางด้านข้างของแบร็กเกต แต่ระดับการบ่มตัวของวัสดุยึดติดได้แบร็กเกตโลหะเมื่อฉายจากทางด้านแก้มในการศึกษานี้ปรากฏมีค่าอยู่ในช่วง

ของระดับการบ่มตัวของหลายการศึกษาที่ผ่านมาที่มีค่าอยู่ในช่วงร้อยละ 50.0 ถึง 80.0<sup>30,31</sup> แม้ว่าจะไม่ได้รับแสงหลักจากเครื่องฉายแสงโดยตรง แต่ยังได้รับแสงรองจากการกระจายแสงของพื้นผิวเคลือบฟัน ดังนั้นจึงอาจใช้อธิบายการบ่มปฏิกิริยาของวัสดุยึดติดด้านฐานของแบร็กเกตที่ไม่โดนแสงโดยตรงได้หรือฉายแสงแต่เพียงด้านเดียวจากทางด้านบดเคี้ยวก็แสดงระดับของการบ่มภายหลังจากการฉายแสงแล้ว 5 นาที (ร้อยละ 60.18) แม้ว่าจะมีค่าน้อยกว่าการฉายแสงจากด้านใกล้กลางและไกลกลางแต่ไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

แม้ว่าการระดับการบ่มตัวจะส่งผลต่อคุณสมบัติเชิงกล เช่น ความแข็งแรงการยึดติด แต่มีได้หมายความว่าระดับการเกิดปฏิกิริยาพอลิเมอร์เซชันจะแปรผันตามความแข็งแรงการยึดติดเสมอไป<sup>32,33</sup> หรือค่าความแข็งแรงการยึดติดจะใช้ทำนายค่าระดับการบ่มได้ เนื่องจากระดับการบ่มของวัสดุยึดติดที่บ่มตัวด้วยแสงขึ้นอยู่กับปัจจัยต่าง ๆ ได้แก่ ปริมาณแสงบ่มวัสดุยึดติด ระยะเวลาการฉายแสง พลังงานความร้อนของระบบ และคุณสมบัติเฉพาะตัวของแต่ละชนิดวัสดุยึดติด<sup>34</sup> ส่วนความแข็งแรงการยึดติดที่อาจจะได้รับผลกระทบจากสภาพแวดล้อมอื่น ๆ เช่น ลักษณะการออกแบบของฐานแบร็กเกต ความหลากหลายของการให้แรงลักษณะผิวฟัน กระบวนการเก็บและเตรียมฟัน และเงื่อนไขต่าง ๆ ของการทดสอบ เป็นต้น

ซึ่งจากผลการวิจัยนี้ ในกลุ่มการฉายแสงด้านใกล้แก้ม แสงจะไม่สามารถส่องโดยตรงไปที่วัสดุยึดติด ดังนั้นวัสดุยึดติดที่อยู่ตรงกลางได้แบร็กเกตจึงไม่สามารถเกิดการพอลิเมอร์เซชันได้สมบูรณ์<sup>18</sup> สอดคล้องกับการวิจัยนี้ที่ค่าระดับการบ่มของกลุ่มที่ฉายแสงด้านใกล้กลางและไกลกลางมีค่ามากกว่ากลุ่มที่ฉายแสงด้านใกล้แก้มผ่านแบร็กเกตอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ แต่เมื่อคำนึงถึงความแข็งแรงการยึดติดของวัสดุกลุ่มการฉายแสงด้านใกล้แก้มและกลุ่มการฉายแสงด้านบดเคี้ยวก็สามารถให้ค่าความแข็งแรงการยึดติดทนแรงเฉือนได้ไม่แตกต่างกับกลุ่มการฉายแสงด้านข้างของแบร็กเกตที่บริษัทผู้ผลิตแนะนำ ดังนั้นจึงอาจกล่าวได้ว่าเราสามารถฉายแสงจากด้านแก้มหรือด้านบดเคี้ยวได้ ซึ่งจะทำให้เข้าทำงานง่ายขึ้นโดยเฉพาะอย่างยิ่งในฟันหลัง

## บทสรุป

การทดลองนี้สรุปได้ว่า ทิศทางการฉายแสงมีผลต่อระดับการบ่มตัวของวัสดุยึดติดเรซินโดยค่าเฉลี่ยของระดับการบ่มตัวของวัสดุยึดติดเรซินที่ฉายแสงจากทิศใกล้กลางและไกลกลางมีค่า

มากกว่าเมื่อฉายแสงจากทิศใกล้แก้มอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ แต่อย่างไรก็ตาม ทิศทางการฉายแสงไม่มีผลต่อค่าเฉลี่ยความแข็งแรงการยึดติดทนแรงเฉือนของแบร็กเกตจัดฟันโลหะอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ส่วนเวลาที่เพิ่มขึ้นหลังการฉายแสง มีผลเพิ่มความแข็งแรงการยึดติดทนแรงเฉือน และระดับการบ่มตัวของวัสดุยึดติด อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ส่วนทิศทางการฉายแสงและระยะเวลาทดสอบหลังการฉายแสงไม่มีความสัมพันธ์กับตำแหน่งการยึดติดล้มเหลวหรือค่าคะแนนเออาร์ไออย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ และพบว่าทุกทิศทางการฉายแสงให้ค่าความแข็งแรงการยึดติดที่เพียงพอแม้ในกลุ่มที่ทดลองหลังการฉายแสง 5 นาที นั่นคือ สามารถฉายแสงจากด้านใกล้กลางและไกลกลาง หรือด้านแก้ม หรือด้านบดเคี้ยวก็ได้ ทำให้การทำงานง่ายขึ้นโดยเฉพาะฟันที่เข้าทำงานยาก เช่น ในฟันหลัง

## เอกสารอ้างอิง

1. Proffit WR. Contemporary Orthodontics. Third Edition ed. Rudolph P, editor. St. Louis: Mosby Inc.; 2000.
2. Buonocore MG. A simple method of increasing the adhesion of acrylic filling materials to enamel surfaces. *J Dent Res* 1955;34:849-53.
3. Newman GV. Epoxy adhesives for orthodontic attachments: progress report. *Am J Orthod* 1965;51:901-12.
4. Keim RG, Gottlieb EL, Nelson AH, Vogels DS 3rd. 2002 JCO study of orthodontic diagnosis and treatment procedures. Part 1. Results and trends. *J Clin Orthod* 2002;36:553-68.
5. O'Brien KD, Read MJ, Sandison RJ, Roberts CT. A visible light-activated direct-bonding material: an in vivo comparative study. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 1989;95:348-51.
6. Tavas MA, Watts DC. A visible light-activated direct bonding material: an in vitro comparative study. *Br J Orthod* 1984;11:33-7.
7. Ferracane JL, Greener EH. The effect of resin formulation on the degree of conversion and mechanical properties of dental restorative resins. *J Biomed Mater Res* 1986;20:121-31.
8. Eliades T, Eliades G, Brantley WA, Johnston WM. Polymerization efficiency of chemically cured and visible light-cured orthodontic adhesives: degree of cure. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 1995;108:294-301.

9. Gioka C, Bourauel C, Hiskia A, Kletsas D, Eliades T, Eliades G. Light-cured or chemically cured orthodontic adhesive resins? A selection based on the degree of cure, monomer leaching, and cytotoxicity. *Am J Orthod Dentofacial Orthop*. 2005 Apr;127(4):413-9; quiz 516.
10. Tell RT, Sydskis RJ, Isaacs RD, Davidson WM. Long-term cytotoxicity of orthodontic direct-bonding adhesives. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 1988;93:419-22.
11. Jonke E, Franz A, Freudenthaler J, Konig F, Bantleon HP, Schedle A. Cytotoxicity and shear bond strength of four orthodontic adhesive systems. *Eur J Orthod* 2008;30:495-502.
12. Rahiotis C. Degree of cure and monomer leaching from orthodontic adhesive resins: in vitro and in vivo evidences. *Semin Orthod* 2010;16:266-73.
13. Tavas MA, Watts DC. Bonding of orthodontic brackets by transillumination of a light activated composite: an in vitro study. *Br J Orthod* 1979;6:207-8.
14. Oesterle LJ, Shellhart WC. Bracket bond strength with transillumination of a light-activated orthodontic adhesive. *Angle Orthod* 2001;71:307-11.
15. Oesterle LJ, Messersmith ML, Devine SM, Ness CF. Light and setting times of visible-light-cured orthodontic adhesives. *J Clin Orthod* 1995;29:31-6.
16. Mavropoulos A, Staudt CB, Kiliaridis S, Krejci I. Light curing time reduction: in vitro evaluation of new intensive light-emitting diode curing units. *Eur J Orthod* 2005;27:408-12.
17. Usumez S, Buyukyilmaz T, Karaman AI. Effect of light-emitting diode on bond strength of orthodontic brackets. *Angle Orthod* 2004;74:259-63.
18. Nisalak P, Jaochakarasiri P, Verayangkura P, Phunyanant. Initial tensile bond strength among various types of orthodontic adhesives. *J Dent Assoc Thai* 2006;56:301-9.
19. Wendl B, Droschl H. A comparative in vitro study of the strength of directly bonded brackets using different curing techniques. *Eur J Orthod* 2004;26:535-44.
20. Olsen ME, Bishara SE, Damon P, Jakobsen JR. Evaluation of Scotchbond Multipurpose and maleic acid as alternative methods of bonding orthodontic brackets. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 1997;111:498-501.
21. Dall'igna CM, Marchioro EM, Spohr AM, Mota EG. Effect of curing time on the bond strength of a bracket-bonding system cured with a light-emitting diode or plasma arc light. *Eur J Orthod* 2011;33:55-9.
22. Eliades T, Brantley WA. The inappropriateness of conventional orthodontic bond strength assessment protocols. *Eur J Orthod* 2000;22:13-23.
23. Finnema KJ, Ozcan M, Post WJ, Ren Y, Dijkstra PU. In-vitro orthodontic bond strength testing: a systematic review and meta-analysis. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 2000;137:615-22 e3.
24. Bishara SE, Soliman M, Laffoon J, Warren JJ. Effect of changing a test parameter on the shear bond strength of orthodontic brackets. *Angle Orthod* 2005;75:832-5.
25. Eliades T, Katsavrias E, Zinelis S, Eliades G. Effect of loading rate on bond strength. *J Orofac Orthop* 2004;65:336-42.
26. O'Brien KD, Watts DC, Read MJ. Residual debris and bond strength—is there a relationship? *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 1988;94:222-30.
27. Greenlaw R, Way DC, Galil KA. An in vitro evaluation of a visible light-cured resin as an alternative to conventional resin bonding systems. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 1989;96:214-20.
28. Bishara SE, VonWald L, Olsen ME, Laffoon JF. Effect of time on the shear bond strength of glass ionomer and composite orthodontic adhesives. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 1999;116:616-20.
29. Reynolds IR. A review of direct orthodontic bonding. *Br J Orthod* 1975;2:171-8.
30. Catalbas B, Uysal T, Nur M, Demir A, Gunduz B. Effects of thermocycling on the degree of cure of two lingual retainer composites. *Dent Mater J* 2010;29:41-6.
31. Kauppi MR, Combe EC. Polymerization of orthodontic adhesives using modern high-intensity visible curing lights. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 2003;124:316-22.
32. Eliades T. Orthodontic materials research and applications: part 1. Current status and projected future developments in bonding and adhesives. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 2006;130:445-51.
33. Eliades T, Eliades G, Bradley TG, Watts DC. Degree of cure of orthodontic adhesives with various polymerization initiation modes. *Eur J Orthod* 2000;22:395-9.
34. Eliades T. Polymerization lamps and photocuring in orthodontics. *Semin Orthod* 2010;16:83-90.



Original Article

# Effect of Light Curing Direction on Shear Bond Strength and Degree of Cure of A Light-Cured Orthodontic Adhesive

**Saowaluk Padungvorasat**

Graduate student  
Department of Orthodontics  
Faculty of Dentistry,  
Chulalongkorn University

**Paiboon Techalertpaisarn**

Assistant Professor  
Department of Orthodontics  
Faculty of Dentistry,  
Chulalongkorn University

**Correspondence to:**

Assistant Professor Dr.Paiboon Techalertpaisarn  
Department of Orthodontics  
Faculty of Dentistry, Chulalongkorn University  
Henry-Dunant Road, Patumwan,  
Bangkok 10330  
Tel: 02-2188930  
E-mail: paiboon.t@chula.ac.th

**Abstract**

The objective of this study was to assess the effect of light curing direction on shear bond strength and degree of cure of a light-cured orthodontic adhesive. Seventy-two extracted human premolar teeth, 12 teeth in each group, were bonded to stainless steel brackets with a light-cured adhesive, cured by light in 3 different directions; 1) mesial & distal direction 2) buccal direction and 3) occlusal direction. The samples were tested for shear bond strength by a universal testing machine at 5 minutes and 24 hours after light activation. In degree of cure study, the teeth were bonded to stainless steel brackets with a light-cured adhesive, by curing with 3 different lights as mentioned in shear bond strength study. The adhesive was tested for degree of cure by Fourier transform infrared spectroscopy 5 samples repeatedly at 5 minutes and 24 hours after light activation. Results showed that shear bond strengths of all light direction testing groups were not significantly different in both 5 minutes and 24 hours after bonding. Degree of cures of a light-cured adhesive, cured by light in mesial & distal direction, were significantly higher than those cured by buccal direction. However the degree of cures of a light-cured adhesive, cured by light in occlusal direction were not significantly different from those two groups. In conclusion, light curing direction has an effect on degree of cure of a light-cured orthodontic adhesive but it has no effect on shear bond strength.

**Key words:** degree of cure; light curing direction; shear bond strength