ว ทันต จุฬาฯ 2557;37:259-66
CU Dent J. 2014;37:259-66

บทวิทยาการ
Original Article

การเปรียบเทียบกำลังแรงยึดแบบเฉือนของแบร็กเกตโลหะเมื่อฉายแสงบ่มด้วยเครื่องฉายแสงแอลอีดีที่มีความเข้มแสงแตกต่างกัน

ปรีญา สุวรรณวิฑิต ท.บ[1]
จินตนา ศิริชุมพันธ์ ท.บ., ท.ม., อ.ท.[2]

[1]นิสิตบัณฑิตศึกษา ภาควิชาทันตกรรมจัดฟัน คณะทันตแพทยศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
[2]ภาควิชาทันตกรรมจัดฟัน คณะทันตแพทยศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

บทคัดย่อ

วัตถุประสงค์ เพื่อเปรียบเทียบกำลังแรงยึดแบบเฉือนของแบร็กเกตโลหะ และดัชนีส่วนเหลือสารยึดติดเมื่อฉายแสงบ่มด้วยเครื่องฉายแสงแอลอีดีที่มีความเข้มแสงแตกต่างกัน 2 ชนิด

วัสดุและวิธีการ ฟันกรามน้อยซี่ที่หนึ่ง 60 ซี่ที่ถอนจากผู้ป่วยจัดฟันจำนวน 30 คน (ด้านซ้าย 1 ซี่และด้านขวา 1 ซี่ ต่อผู้ป่วย 1 คน) สุ่มฟันกรามน้อยซี่ที่หนึ่ง 1 ซี่จากผู้ป่วยแต่ละคนเป็นกลุ่มที่ 1 และฟันกรามน้อยซี่ที่หนึ่งที่เหลือเป็นกลุ่มที่ 2 ยึดแบร็กเกตโลหะบนผิวเคลือบฟันที่ถูกฝังในท่อพีวีซี ด้วยวัสดุเรซินยึดติดที่บ่มตัวด้วยแสงยี่ห้อทรานสบอนด์เอ็กซ์ที โดยฉายแสงตั้งฉากกับฐานแบร็กเกตโลหะด้วยเครื่องฉายแสงแอลอีดีรุ่นวู้ดเพ็กเก้อที่มีความเข้มแสง 850 มิลลิวัตต์/ตารางเซนติเมตร ในกลุ่มที่ 1 และเครื่องฉายแสงแอลอีดีรุ่นมินิแอลอีดีทรี ที่มีความเข้มแสง 2,200 มิลลิวัตต์/ตารางเซนติเมตร ในกลุ่มที่ 2 เป็นเวลา 10 และ 3 วินาที ตามลำดับ จากนั้นแช่ฟันในน้ำกลั่นอุณหภูมิ 37 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 24 ชั่วโมง แล้วทดสอบกำลังแรงยึดแบบเฉือนด้วยเครื่องทดสอบอเนกประสงค์ ความเร็วหัวตัด 0.5 มิลลิเมตร/นาที จนกระทั่งแบร็กเกตหลุด และศึกษาดัชนีส่วนเหลือสารยึดติดด้วยกล้องจุลทรรศน์สเตอริโอที่กำลังขยาย 10 เท่า วิเคราะห์ข้อมูลด้วยสถิติทดสอบทีแบบอิสระและสถิติการทดสอบไคสแควร์ตามลำดับ ที่ระดับนัยสำคัญทางสถิติ 0.05

ผลการศึกษา ค่ากำลังแรงยึดแบบเฉือนมีค่า 21.34 ± 2.45 และ 19.32 ± 1.89 เมกะปาสคาล ในกลุ่มที่ 1 และ 2 ตามลำดับ ซึ่งมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ค่าดัชนีส่วนเหลือสารยึดติดระหว่าง 2 กลุ่ม มีการกระจายที่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

สรุป เครื่องฉายแสงแอลอีดีที่มีความเข้มแสงแตกต่างกัน มีผลอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติต่อกำลังแรงยึดแบบเฉือนของแบร็กเกตโลหะและดัชนีส่วนเหลือสารยึดติด

(ว ทันต จุฬาฯ 2557;37:259-66)

คำสำคัญ: *กำลังแรงยึดแบบเฉือน; เครื่องฉายแสงแอลอีดีที่มีความเข้มแสงแตกต่างกัน; ดัชนีส่วนเหลือสารยึดติด; แบร็กเกตโลหะ*

ผู้รับผิดชอบบทความ จินตนา ศิริชุมพันธ์ Chintana.S@chula.ac.th

บทนำ

การรักษาทางทันตกรรมจัดฟันด้วยเครื่องมือจัดฟันชนิดติดแน่น จะมีแรงกระทำที่ฟันโดยผ่านเครื่องมือที่ยึดติดกับตัวฟัน ทำให้ทันตแพทย์จัดฟันสามารถเคลื่อนฟันและควบคุมตำแหน่งของฟันได้ดี ดังนั้น ความแข็งแรงการยึดติดของเครื่องมือจัดฟันกับผิวเคลือบฟันจึงมีความสำคัญ เพื่อให้แรงดังกล่าวกระทำต่อฟันและเคลื่อนฟันไปได้ ในช่วงปี ค.ศ. 1960 เริ่มมีการใช้วัสดุเรซินคอมโพสิตชนิดกระตุ้นให้เกิดปฏิกิริยาพอลิเมอไรเซชั่นด้วยแสง (photo-activated) ที่มองเห็นได้ โดยใช้แสงเหนือม่วง (ultraviolet) ในการบ่มวัสดุ เนื่องจากความยาวคลื่นของแสงชนิดนี้ค่อนข้างสั้นคือ 10-380 นาโนเมตร ทำให้ใช้เวลาในการบ่มวัสดุนาน[1]

ต่อมาในช่วงปี ค.ศ. 1970 เริ่มมีการแนะนำให้ใช้เครื่องฉายแสงชนิดแสงฮาโลเจนซึ่งให้แสงสีฟ้าที่มีความยาวคลื่นในช่วง 400-500 นาโนเมตร และมีความเข้มแสง 400-600 มิลลิวัตต์/ตารางเซนติเมตร อย่างไรก็ตามเครื่องฉายแสงฮาโลเจนมีข้อด้อยต่างๆ ได้แก่ พลังงานความเข้มของแสงที่ปล่อยออกมาน้อยกว่าพลังงานไฟฟ้าที่รับเข้าไป และมีอายุการใช้งานที่จำกัดคือประมาณ 50-100 ชั่วโมง[1] ต่อมามีการพัฒนาเครื่องฉายแสงชนิดอื่นๆ เช่น เครื่องฉายแสงชนิดแสงอาร์กอนเลเซอร์ (argon-laser) เครื่องฉายแสงชนิดแสงพลาสมาอาร์ค (plasma-arc) ซึ่งเครื่องฉายแสงประเภทนี้มีความเข้มแสงสูงมากจึงทำให้ลดระยะเวลาการฉายแสงลง[2] แต่เนื่องจากความร้อนที่เกิดขึ้นจากแสงที่มีความเข้มสูง และราคาที่สูงมาก จึงไม่เป็นที่นิยมใช้ในงานทันตกรรมจัดฟัน[2] จนกระทั่งในช่วงปี ค.ศ. 1990 ได้มีการแนะนำเครื่องฉายแสงชนิดแสงไดโอดเปล่งแสงหรือแอลอีดี (light-emitting diodes/LED) โดยมีแหล่งกำเนิดแสงเป็นสารกึ่งตัวนำที่สามารถปล่อยคลื่นแสงในช่วงความยาวคลื่น 410-500 นาโนเมตร และมีข้อดีเหนือเครื่องฉายแสงฮาโลเจนคือ มีอายุการใช้งานมากกว่า 10,000 ชั่วโมง มีการเสื่อมลงของแสงที่ปล่อยออกมาเพียงเล็กน้อย ไม่ต้องอาศัยตัวกรองเพื่อให้ได้แสงสีฟ้า ทำให้เกิดความร้อนน้อยกว่าเมื่อเปรียบเทียบกับเครื่องฉายแสงฮาโลเจนที่มีความเข้มแสงเท่ากัน[1] อาศัยพลังงานการทำงานเพียงเล็กน้อยและสามารถใช้งานแบตเตอรี่แบบชาร์จใหม่ได้หลายครั้ง (rechargeable batteries) ทำให้สามารถออกแบบรูปร่างลักษณะให้มีความกะทัดรัด สะดวกต่อการใช้งานและมีน้ำหนักเบา[3] จึงเป็นที่นิยมสำหรับทันตแพทย์จัดฟันในการใช้บ่มปฏิกิริยาวัสดุเรซินยึดติด

ปัจจุบันมีการแนะนำเครื่องฉายแสงแอลอีดีที่มีความเข้มแสงสูงขึ้นถึง 2,200-6,000 มิลลิวัตต์/ตารางเซนติเมตร โดยทางบริษัทผู้ผลิตแนะนำว่าใช้เวลาเพียง 3 วินาที ในการบ่มปฏิกิริยาวัสดุเรซินยึดติดสำหรับแบร็กเกตโลหะ ซึ่งทำให้ลดโอกาสการปนเปื้อนจากน้ำลาย และลดระยะเวลาในการทำงานลงอย่างมาก ทำให้ผู้ป่วยสบายมากขึ้นในระหว่างขั้นตอนการยึดติดเครื่องมือ[2-4] จากหลายการศึกษาที่ผ่านมา[4-12] พบว่ามีการเปรียบเทียบกำลังแรงยึดแบบเฉือนของแบร็กเกตโลหะโดยใช้เครื่องฉายแสงแอลอีดีที่มีความเข้มแสงต่างๆ เปรียบเทียบกับเครื่องฉายแสงฮาโลเจน โดยใช้ระยะเวลาในการฉายแสงต่างๆ กัน แต่ยังไม่พบการศึกษาเปรียบเทียบกำลังแรงยึดแบบเฉือนของแบร็กเกตโลหะโดยใช้เครื่องฉายแสงแอลอีดีที่มีความเข้มแสงสูงและใช้ระยะเวลาในการฉายแสงตามที่บริษัทผู้ผลิตแนะนำ อย่างไรก็ตามควรคำนึงถึงกำลังแรงยึดแบบเฉือนของแบร็กเกตโลหะที่ได้จากการฉายแสงด้วยเครื่องฉายแสงแอลอีดีที่มีความเข้มแสงสูงว่ามีกำลังแรงยึดแบบเฉือนเพียงพอต่อการใช้งานในคลินิกหรือไม่

วัตถุประสงค์ของงานวิจัยนี้คือ ศึกษาประสิทธิภาพของเครื่องฉายแสงแอลอีดีที่มีความเข้มแสงแตกต่างกัน 2 รุ่น โดยเปรียบเทียบกำลังแรงยึดแบบเฉือนของแบร็กเกตโลหะ และดัชนีส่วนเหลือสารยึดติด โดยทดลองภายในห้องปฏิบัติการภายหลังการฉายแสง 24 ชั่วโมง

วัสดุและวิธีการ

เก็บฟันกรามน้อยซี่แรก 60 ซี่ ที่ได้รับการถอนจากผู้ป่วยเพื่อการจัดฟัน 30 คน (ฟันกรามน้อยซี่แรกด้านซ้ายและด้านขวาจากผู้ป่วย 1 คน) โดยเป็นฟันที่ไม่มีพยาธิสภาพ และไม่เคยได้รับการเตรียมผิวเคลือบฟันใดๆ มาก่อน แช่ฟันในน้ำกลั่นที่อยู่ในภาชนะแก้วสีชามีฝาปิดสนิท ณ อุณหภูมิห้อง และเปลี่ยนน้ำกลั่นทุกสัปดาห์ เป็นเวลาไม่เกิน 6 เดือน

ทำความสะอาดฟันตัวอย่าง 60 ซี่ ตัดรากฟันออกโดยให้เหลือส่วนของรากฟันห่างจากรอยต่อระหว่างเคลือบฟันและเคลือบรากฟัน 5 มิลลิเมตร สุ่มฟันกรามน้อยซี่แรก 1 ซี่ จากผู้ป่วยแต่ละรายเป็นกลุ่มที่ 1 ได้ 30 ซี่ และฟันกรามน้อยซี่แรก 30 ซี่ที่เหลือเป็นกลุ่มที่ 2 ฝังฟันในท่อพลาสติกพีวีซีด้วยอะคริลิกเรซินชนิดบ่มตัวเอง (self-curing acrylic resin) โดยให้ด้านใกล้แก้มโผล่พ้นพื้นผิวอะคริลิกเรซินและตั้งฉากกับท่อ เมื่อได้ชิ้นงานแล้วทำความสะอาดฟันด้วยหัวขัดและผงพัมมิซ (pumice) 10 วินาที ล้างและเป่าให้แห้งด้วยลมที่

ปราศจากความชื้นและน้ำมัน เตรียมผิวเคลือบฟันโดยทากรดฟอสฟอริก (phosphoric acid) ความเข้มข้นร้อยละ 35 (Gluma, Heraeus Kulzer GmbH, Germamy) ที่ผิวเคลือบฟัน 15 วินาที ล้างด้วยน้ำสะอาด 10 วินาที เป่าให้แห้งจนผิวเคลือบฟันมีลักษณะขาวขุ่น จากนั้นทาตัวยึด (bonding agent, Transbond XT®, 3M/Unitek, USA) ที่ผิวเคลือบฟัน ยึดแบร็กเกตโลหะสำหรับฟันกรามน้อย ขนาดร่อง 0.018 นิ้ว มีพื้นที่ฐานเฉลี่ย 10.38 ตารางมิลลิเมตร (Mini Diamond® Twin, Ormco, Glendora, Calif) ด้วยวัสดุเรซินยึดติดที่บ่มตัวด้วยแสง (Transbond XT®, 3M/Unitek, USA) ในปริมาณที่เท่า ๆ กันในแต่ละชิ้นงาน โดยวัดความยาวของวัสดุเรซินยึดติดที่บีบออกมาจากหลอดบนสเกล (scale) ยาว 1 มิลลิเมตร จากนั้นใช้เครื่องมือกำหนดแรงในการติดแบร็กเกต โดยกดแบร็กเกตให้แนบกับผิวเคลือบฟันด้วยแรง 200 กรัม เป็นเวลา 10 วินาที[13] และกำจัดวัสดุเรซินยึดติดส่วนเกิน จากนั้น ในกลุ่มที่ 1 ฉายแสงด้วยเครื่องฉายแสงแอลอีดีรุ่นแอลอีดีวู้ดเพ็กเก้อ ที่มีความเข้มแสง 850 มิลลิวัตต์/ตารางเซนติเมตร (LED WOODPECKER®, Guilin Woodpecker Medical Instrument Co., Ltd., China) จากการวัดด้วยเครื่องวัดความเข้มแสง (100 Curing Radiometer, SdsKerr, USA) โดยฉายเป็นเวลา 10 วินาที และกลุ่มที่ 2 ฉายแสงด้วยเครื่องฉายแสงแอลอีดีรุ่นมินิแอลอีดีทรี ที่มีความเข้มแสง 2,200 มิลลิวัตต์/ตารางเซนติเมตร (Mini LED III®, Satelec Acteon, France) จากการวัดด้วยเครื่องวัดความเข้มแสง โดยฉายแสงเป็นเวลา 3 วินาที และกำหนดให้หน้าตัดของท่อนำแสงตั้งฉากกับฐานของแบร็กเกตโลหะและห่างจากฐานของแบร็กเกตโลหะ 3 มิลลิเมตร

จากนั้น แช่ชิ้นงานตัวอย่างในน้ำกลั่นและเก็บในตู้ควบคุมอุณหภูมิ 37 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 24 ชั่วโมง ก่อนนำไปทดสอบกำลังแรงยึดแบบเฉือนด้วยเครื่องทดสอบอเนกประสงค์ (universal testing machine, Shimadzu, EZTest EZ-L/EZ-s Series) โดยใช้ตุ้มน้ำหนักขนาด 500 นิวตัน ความเร็ว 0.5 มิลลิเมตร/นาที เมื่อแบร็กเกตโลหะหลุดจากผิวเคลือบฟัน จะบันทึกกำลังแรงยึดแบบเฉือน จากนั้น นำฟันดังกล่าวมาส่องดูด้วยกล้องจุลทรรศน์สเตอริโอ (stereomicroscope, ML 9300 MEIJI, Japan) ที่กำลังขยาย 10 เท่า เพื่อศึกษาดัชนีส่วนเหลือสารยึดติด (adhesive remnant index; ARI score)[14] โดยมีหลักการพิจารณาค่าดัชนี ดังนี้ ระดับ 0 = ไม่มีวัสดุยึดติดหลงเหลืออยู่บนผิวเคลือบฟัน ระดับ 1 = มีวัสดุยึดติดน้อยกว่าร้อยละ 50 อยู่บนผิวเคลือบฟัน ระดับ 2 = มีวัสดุยึดติดมากกว่าร้อยละ 50 อยู่บนผิวเคลือบฟัน ระดับ 3 = วัสดุยึดติดทั้งหมดอยู่บนผิวเคลือบฟัน

นำข้อมูลมาวิเคราะห์ด้วยโปรแกรมเอสพีเอสเอสเวอร์ชั่น 17 (SPSS version 17) เปรียบเทียบกำลังแรงยึดแบบเฉือนระหว่างกลุ่มด้วยสถิติทดสอบทีแบบอิสระ (independent t-test) และเปรียบเทียบดัชนีส่วนเหลือสารยึดติดระหว่างกลุ่มด้วยสถิติการทดสอบไคสแควร์ (Chi-square test) โดยทุกการวิเคราะห์พิจารณาที่ระดับนัยสำคัญ 0.05

ทั้งนี้ งานวิจัยดังกล่าวได้ผ่านการพิจารณาอนุมัติจากคณะกรรมการพิจารณาจริยธรรมการวิจัยในมนุษย์ของคณะทันตแพทยศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ตามใบรับรองเลขที่ จธ. 47/2556 ลงวันที่ 26 กุมภาพันธ์ พ.ศ. 2556

ตารางที่ 1 แสดงค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน ค่าน้อยสุด ค่ากลาง ค่ามากสุดของกำลังแรงยึดแบบเฉือน

Table 1 Means, standard deviations, minimum, median and maximum of shear bond strength (MPa)

Group (n = 30)	Means	SD	Min	Median	Max
LED WOODPECKER®	21.34*	2.45	17.77	20.53	25.06
Mini LED III®	19.32*	1.89	16.64	18.95	22.85

*มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p<0.05$)

*Statistically significant difference ($p<0.05$)

ตารางที่ 2 แสดงการแจกแจงความถี่ของดัชนีส่วนเหลือสารยึดติด

Table 2 Frequency distribution of adhesive remnant index

Group (n = 30)	Adhesive remnant index			
	Index = 0	Index = 1	Index = 2	Index = 3
LED WOODPECKER®	5	11	8	6
Mini LED III®	1	7	6	16

ผลการศึกษา

การทดสอบกำลังแรงยึดแบบเฉือนของแบร็กเกตโลหะ

ค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน ค่าน้อยที่สุด ค่ากลาง และค่ามากที่สุด ของกำลังแรงยึดแบบเฉือนของแบร็กเกตโลหะ (หน่วย: เมกะปาสคาล) โดยทดสอบภายหลังการฉายแสง 24 ชั่วโมง แสดงไว้ใน ตารางที่ 1 เมื่อเปรียบเทียบกำลังแรงยึดแบบเฉือนระหว่าง 2 กลุ่ม พบว่ามีความแตกต่างกัน โดยกลุ่มที่ 1 มีค่าเฉลี่ยกำลังแรงยึดแบบเฉือนมากกว่ากลุ่มที่ 2 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

ดัชนีส่วนเหลือสารยึดติด

จากการศึกษาดัชนีส่วนเหลือสารยึดติด พบว่ามีความถี่ของค่าดัชนีส่วนใหญ่อยู่ที่ระดับ 1 และระดับ 3 ในกลุ่มที่ 1 และกลุ่มที่ 2 ตามลำดับ ดังแสดงในตารางที่ 2 เมื่อเปรียบเทียบดัชนีส่วนเหลือสารยึดติดระหว่าง 2 กลุ่ม พบว่า มีการกระจายของดัชนีส่วนเหลือสารยึดติดแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

วิจารณ์

ในงานวิจัยนี้ต้องการศึกษาประสิทธิภาพของเครื่องฉายแสงแอลอีดีที่มีความเข้มแสงแตกต่างกัน 2 รุ่น เนื่องจากเครื่องฉายแสงแอลอีดีเป็นที่นิยมสำหรับทันตแพทย์จัดฟันในการกระตุ้นให้เกิดปฏิกิริยาพอลิเมอไรเซชั่นของวัสดุเรซินยึดติด[3-9] อีกทั้งมีการแนะนำเครื่องฉายแสงแอลอีดีที่มีความเข้มแสงสูงขึ้นเพื่อลดระยะเวลาในการฉายแสง ซึ่งทำให้ลดโอกาสการปนเปื้อนจากน้ำลาย และลดระยะเวลาในการทำงานลงอย่างมาก ทำให้ผู้ป่วยสบายมากขึ้นในระหว่างขั้นตอนการยึดติดเครื่องมือ[2,4,7,10,11] การศึกษาที่ผ่านมามักศึกษาเปรียบเทียบกำลังแรงยึดแบบเฉือนของแบร็กเกตโลหะเมื่อฉายแสงบ่มด้วยเครื่องฉายแสงแอลอีดีชนิดต่าง ๆ ที่มีความเข้มแสงในช่วง 800-1,000 มิลลิวัตต์/ตารางเซนติเมตร เปรียบเทียบกับเครื่องฉายแสงฮาโลเจนแบบดั้งเดิม (<1,000 มิลลิวัตต์/ตารางเซนติเมตร) หรือแบบความเข้มแสงสูง (>1,000 มิลลิวัตต์/ตารางเซนติเมตร) โดยใช้ระยะเวลาในการฉายแสงต่าง ๆ กันไป[4-12] แต่ยังไม่พบการศึกษาเปรียบเทียบกำลังแรงยึดแบบเฉือนของแบร็กเกตโลหะเมื่อฉายแสงบ่มด้วยเครื่องฉายแสงแอลอีดีที่มีความเข้มแสงแตกต่างกัน โดยใช้ระยะเวลาในการฉายแสงตามที่บริษัทผู้ผลิตแนะนำ ซึ่งผู้วิจัยเลือกวัดค่ากำลังแรงยึดแบบเฉือนของแบร็กเกตโลหะในภาวะเทียมนอกกาย (*in vitro* bond strength testing) เนื่องจากเป็นที่นิยมและสามารถเปรียบเทียบผลการทดสอบกับผลการวิจัยของงานวิจัยอื่น ๆ ได้[11,15,16]

งานวิจัยนี้ได้ควบคุมปัจจัยต่าง ๆ ที่มีผลต่อค่ากำลังแรงยึดแบบเฉือนของแบร็กเกตโลหะ โดยเลือกศึกษาในฟันกรามน้อยซี่แรก 2 ซี่ที่ถูกถอนจากผู้ป่วยจัดฟันแต่ละคน และจัดแบ่งโดยการสุ่มตัวอย่างเป็น 2 กลุ่ม กลุ่มละ 30 ซี่ ในผู้ป่วยจัดฟันทั้งหมด 30 คน ทั้งนี้เพื่อให้สภาพผิวเคลือบฟันของแต่ละกลุ่มตัวอย่างมีความแตกต่างกันน้อยที่สุด นอกจากนี้ในงานวิจัยได้เลือกใช้แบร็กเกตโลหะสำหรับฟันกรามน้อยซี่แรกและวัสดุเรซินยึดติดชนิดเดียวกันในทุก ๆ กลุ่มตัวอย่าง และมีการออกแบบเครื่องมือเพื่อกำหนดแรงในการยึดติดแบร็กเกตเช่นเดียวกับการศึกษาของ Abdelnaby และ Al-Wakeel ในปี 2010 ที่ใช้แรง 200 กรัม กดแบร็กเกตนาน 10 วินาที[13] เพื่อให้แบร็กเกตแนบกับผิวเคลือบฟันด้วยแรงกดที่เท่ากันตลอดการศึกษา นอกจากนี้ ในขั้นตอนของการฉายแสง ได้

ออกแบบเครื่องมือสำหรับกำหนดระยะห่าง และทิศทางระหว่างแนวนำแสงกับฐานของแบร็กเกตโลหะ เพื่อให้ทิศทางของแนวนำแสงและระยะห่างกับฐานของแบร็กเกตโลหะเท่า ๆ กันในทุกกลุ่มตัวอย่าง

โดยงานวิจัยนี้ได้เลือกเครื่องฉายแสงแอลอีดีรุ่นมินิแอลอีดีทรี ที่มีความเข้มแสง 2,200 มิลลิวัตต์/ตารางเซนติเมตร มาเปรียบเทียบกับเครื่องฉายแสงแอลอีดีรุ่นแอลอีดีวู้ดเพ็กเก้อ ที่มีความเข้มแสง 850 มิลลิวัตต์/ตารางเซนติเมตร ซึ่งมีใช้ในคลินิกบัณฑิตศึกษาภาควิชาทันตกรรมจัดฟัน จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย เพื่อศึกษาว่าการฉายแสงด้วยเครื่องฉายแสงแอลอีดีรุ่นมินิแอลอีดีทรี เป็นระยะเวลา 3 วินาที ซึ่งเป็นเวลาที่บริษัทผู้ผลิตแนะนำจะให้ค่ากำลังแรงยึดแบบเฉือนของแบร็กเกตโลหะที่เพียงพอต่อการใช้งานในคลินิกหรือไม่ โดยเทียบกับค่ากำลังแรงยึดแบบเฉือนของแบร็กเกตโลหะเมื่อฉายแสงบ่มด้วยเครื่องฉายแสงแอลอีดีรุ่นแอลอีดีวู้ดเพ็กเก้อ ระยะเวลา 10 วินาที ซึ่งใช้ในปัจจุบัน

จากผลงานวิจัยนี้พบว่าค่ากำลังแรงยึดแบบเฉือนของแบร็กเกตโลหะทั้ง 2 กลุ่มที่ทดสอบภายหลังการฉายแสง 24 ชั่วโมง มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p<0.05$) โดยกลุ่มที่ได้รับการฉายแสงด้วยเครื่องฉายแสงแอลอีดีรุ่นแอลอีดีวู้ดเพ็กเก้อ เป็นระยะเวลา 10 วินาที มีค่ากำลังแรงยึดแบบเฉือนของแบร็กเกตโลหะเฉลี่ย 21.34 ± 2.45 เมกะปาสคาล ส่วนกลุ่มที่ได้รับการฉายแสงด้วยเครื่องฉายแสงแอลอีดีรุ่นมินิแอลอีดีทรี เป็นระยะเวลา 3 วินาที มีค่ากำลังแรงยึดแบบเฉือนของแบร็กเกตโลหะเฉลี่ย 19.32 ± 1.89 เมกะปาสคาล อย่างไรก็ตาม ค่ากำลังแรงยึดแบบเฉือนของแบร็กเกตโลหะที่ได้จากทั้ง 2 กลุ่มมีค่ามากกว่าค่ากำลังแรงยึดแบบเฉือนที่เพียงพอต่อการใช้งานในคลินิก (5.9-7.8 เมกะปาสคาล)[17] ซึ่ง Ostertag และคณะ ได้กล่าวว่า ค่ากำลังแรงยึดแบบเฉือนของแบร็กเกตโลหะที่มากเกิน 9.1 เมกะปาสคาล ควรคำนึงและระมัดระวังถึงขั้นตอนการนำแบร็กเกตออก (debond) เพราะอาจส่งผลให้ผิวเคลือบฟันมีการแตกหักในขั้นตอนการนำแบร็กเกตออก[18]

งานวิจัยนี้ได้เลือกระยะเวลา 24 ชั่วโมงหลังการฉายแสงเพื่อทดสอบกำลังแรงยึดแบบเฉือน เนื่องจากเป็นระยะเวลาที่ใช้ในการศึกษาส่วนใหญ่และสามารถทำได้ในห้องปฏิบัติการ อย่างไรก็ตาม การปฏิบัติงานจริงในคลินิก ทันตแพทย์จัดฟันส่วนใหญ่จะใส่ลวดภายหลังการฉายแสงแบร็กเกต ประมาณ 5- 10 นาที ดังนั้น เพื่อไม่ให้เกิดการยึดติดล้มเหลวของแบร็กเกตค่ากำลังแรงยึดแบบเฉือนที่ได้ควรมีค่ามากกว่าค่าที่เพียงพอต่อการใช้งานในคลินิก ซึ่งการศึกษาของ Evans และคณะ[19] ได้ทดสอบกำลังแรงยึดแบบเฉือนภายหลังการฉายแสง 5 นาที และ 24 ชั่วโมง โดยใช้เครื่องฉายแสงแอลอีดีที่มีความเข้มแสง 850-1,200 มิลลิวัตต์/ตารางเซนติเมตร ฉายแสงเป็นเวลา 10 วินาที พบว่าค่ากำลังแรงยึดแบบเฉือนเฉลี่ยที่ได้จากทั้งสองกลุ่มมีค่ามากกว่าค่ากำลังแรงยึดแบบเฉือนที่เพียงพอต่อการใช้งานในคลินิก[17]

ดัชนีส่วนเหลือสารยึดติดถูกกำหนดด้วยปัจจัยต่าง ๆ[20] เช่น ความแข็งแรงการยึดติด ระดับการเกิดปฏิกิริยาพอลิเมอไรเซชั่น (polymerization) ของวัสดุเรซินยึดติด ลักษณะการออกแบบของฐานแบร็กเกต ขั้นตอนการใช้กรดกัดผิวเคลือบฟัน หรือชนิดของวัสดุเรซินยึดติด เป็นต้น จากการศึกษาของ Evans และคณะ[19] ได้ทดสอบตำแหน่งยึดติดล้มเหลว พบว่ากลุ่มทดสอบที่มีความแข็งแรงการยึดติดสูงจะพบการยึดติดของวัสดุเรซินยึดติดที่ฐานแบร็กเกตเพิ่มขึ้น ตรงกันข้ามกับกลุ่มที่มีความแข็งแรงการยึดติดน้อยกว่าจะพบตำแหน่งยึดติดล้มเหลวระหว่างฐานแบร็กเกตกับวัสดุยึดติด เมื่อพิจารณาดัชนีส่วนเหลือสารยึดติดในงานวิจัยครั้งนี้ พบว่า ทั้งสองกลุ่มมีการกระจายของดัชนีส่วนเหลือสารยึดติดแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p< 0.05$) โดยกลุ่มที่ได้รับการฉายแสงด้วยเครื่องฉายแสงแอลอีดีรุ่นแอลอีดีวู้ดเพ็กเก้อ ซึ่งมีค่ากำลังแรงยึดแบบเฉือนมากกว่า มีความถี่ของค่าดัชนีส่วนใหญ่อยู่ที่ระดับ 1 หมายถึงมีวัสดุเรซินยึดติดน้อยกว่าร้อยละ 50 อยู่บนผิวเคลือบฟัน หรือมีวัสดุเรซินยึดติดมากกว่าร้อยละ 50 ติดอยู่ที่ฐานแบร็กเกตโลหะ ซึ่งเป็นการล้มเหลวลักษณะเดียวกับกลุ่มที่มีความแข็งแรงการยึดติดสูง

เมื่อพิจารณากลุ่มที่ได้รับการฉายแสงด้วยเครื่องฉายแสงแอลอีดีรุ่นมินิแอลอีดีทรี พบความถี่ของค่าดัชนีส่วนใหญ่อยู่ที่ระดับ 3 หมายถึงไม่มีวัสดุเรซินยึดติดอยู่ที่ฐานแบร็กเกตโลหะหรือมีวัสดุเรซินยึดติดทั้งหมดอยู่บนผิวเคลือบฟัน ซึ่งเป็นการล้มเหลวลักษณะเดียวกับกลุ่มที่มีความแข็งแรงการยึดติดต่ำ แต่เมื่อพิจารณาทางคลินิก การมีวัสดุยึดติดส่วนใหญ่อยู่บนผิวเคลือบฟัน จะปลอดภัยต่อผิวเคลือบฟันและเนื้อฟันในขั้นตอนการนำแบร็กเกตออก[21]

หากเพิ่มระยะเวลาในการฉายแสงในกลุ่มที่ได้รับการฉายแสงด้วยเครื่องฉายแสงแอลอีดีรุ่นมินิแอลอีดีทรี น่าจะทำให้ความแข็งแรงการยึดติดและระดับการเกิดปฏิกิริยาพอลิเมอไรเซชั่นมากขึ้น และมีโอกาสพบวัสดุยึดติดที่ฐานแบร็กเกต

เพิ่มขึ้นในขั้นตอนการนำแบร็กเกตออก อย่างไรก็ตาม ควรคำนึงถึงความร้อนที่เพิ่มขึ้นบริเวณผิวเคลือบฟันจากการเพิ่มระยะเวลาการฉายแสง โดยเฉพาะในเครื่องฉายแสงแอลอีดีที่มีความเข้มแสงสูง ดังนั้น จึงควรมีการศึกษาเปรียบเทียบผลของความร้อนที่เกิดขึ้นบริเวณผิวเคลือบฟันและเนื้อเยื่อในเมื่อฉายแสงแบร็กเกตโลหะด้วยเครื่องฉายแสงแอลอีดีที่มีความเข้มแสงแตกต่างกันและระยะเวลาฉายแสงแตกต่างกัน

สรุป

ค่ากำลังแรงยึดแบบเฉือนของแบร็กเกตโลหะทั้ง 2 กลุ่ม มีค่ามากกว่าค่ากำลังแรงยึดแบบเฉือนที่เพียงพอต่อการใช้งานในคลินิก ดังนั้น ทันตแพทย์จัดฟันสามารถเลือกใช้เครื่องฉายแสงแอลอีดีรุ่นมินิแอลอีดีทรี ซึ่งใช้ระยะเวลาฉายแสง 3 วินาที โดยมีค่าดัชนีส่วนเหลือสารยึดติดสูง ต้องกำจัดปริมาณวัสดุเรซินยึดติดที่อยู่บนผิวเคลือบฟันมากกว่า แต่ปลอดภัยต่อผิวเคลือบฟันและเนื้อฟันมากกว่า

กิตติกรรมประกาศ

บทความนี้เป็นงานวิจัยของการศึกษาในหลักสูตรประกาศนียบัตรบัณฑิตชั้นสูง ทางวิทยาศาสตร์การแพทย์คลินิก สาขาทันตกรรมจัดฟัน ซึ่งผู้วิจัยขอขอบพระคุณคณาจารย์ภาควิชาทันตกรรมจัดฟัน คณะทันตแพทยศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ที่ให้คำแนะนำ และ ผศ.ทญ.ดร.ภฑิตา ภูริเดช ที่ช่วยให้คำปรึกษาทางด้านสถิติและการวิเคราะห์ข้อมูล รวมทั้งผู้เชี่ยวชาญของศูนย์วิจัยทันตวัสดุศาสตร์ คณะทันตแพทยศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ที่มีส่วนช่วยให้งานวิจัยดังกล่าวสำเร็จลงด้วยดี

โครงการวิจัยนี้ได้รับทุนสนับสนุนจากเงินกองทุนเพื่อการวิจัย คณะทันตแพทยศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ประจำปีงบประมาณ 2556 หมายเลข DRF 56007

เอกสารอ้างอิง

1. Martin FE. A survey of the efficiency of visible light curing units. J Dent Res. 1998;26:239-43.
2. Oesterle LJ, Newman SM, Shellhart W.C. Rapid curing of bonding composite with a xenon plasma arc light. Am J Orthod Dentofacial Orthop. 2001;119:610-6.
3. Dunn WJ, Taloumis LJ. Polymerization of orthodontic resin cement with light-emitting diode curing units. Am J Orthod Dentofacial Orthop. 2002;122:236-41.
4. Bishara SE, Ajlouni R, Oonsombat C. Evaluation of a new curing light on the shear bond strength of orthodontic brackets. Angle Orthod. 2003;73:431-5.
5. Swanson T, Dunn WJ, Childers DE, Taloumis LJ. Shear bond strength of orthodontic brackets bonded with light-emitting diode curing units at various polymerization times. Am J Orthod. 2004;125:337-41.
6. Usumez S, Buyukyilmaz T, Karaman AI. Effect of light-emitting diode on bond strength of orthodontic brackets. Angle Orthod. 2004;74:259-63.
7. Silta YT, Dunn WJ, Peters CB. Effect of shorter polymerization times when using the latest generation of light-emitting diodes. Am J Orthod Dentofacial Orthop. 2005;128:744-8.
8. Rego EB, Romano FL. Shear bond strength of metallic brackets photo-activated with light-emitting diode (LED) at different exposure times. J Appl Oral Sci. 2007;15:412-5.
9. Rachala MR, Yelampalli MR. Comparison of shear bond strength of orthodontic brackets bonded with light emitting diode (LED). Int J Orthod Milwaukee. 2010;21:31-5.
10. Cerekja E, Cakirer B. Effect of short curing times with a high-intensity light-emitting diode or high-power halogen on shear bond strength of metal brackets before and after thermocycling. Angle Orthod. 2011;81:510-6.
11. 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.
12. Pinto CM, Ferreira JT, Matsumato MA, Borsatto MC, Silva RA, Romano FL. Evaluation of different LED light-curing devices for bonding

metallic orthodontic brackets. Braz Dent J. 2011; 22:249-53.

13. Abdelnaby YL, Al-Wakeel Eel S. Effect of early orthodontic force on shear bond strength of orthodontic brackets bonded with different adhesive systems. Am J Orthod Dentofacial Orthop. 2010;138:208-14.
14. Artun J, Bergland S. Clinical trials with crystal growth conditioning as an alternative to acid-etch enamel pretreatment. Am J Orthod. 1984;85:333-40.
15. Eliades T, Brantley WA. The inappropriateness of conventional orthodontic bond strength assessment protocols. Eur J Orthod. 2000;22:13-23.
16. 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.
17. Reynolds IR. A review of direct orthodontic bonding. Br J Orthod. 1975;2:171-8.
18. Ostertag AJ, Dhuru VB, Ferguson DJ, Meyer RA Jr. Shear, torsional and tensile bond strengths of ceramic brackets using three adhesive filler concentrations. Am J Orthod Dentofacial Orthop. 1991;100:251-8.
19. Evans LJ, Peters C, Flickinger C, Taloumis L, Dunn W. A comparison of shear bond strengths of orthodontic brackets using various light sources, light guides, and cure times. Am J Orthod Dentofacial Orthop. 2002;121:510-5.
20. Urabe H, Rossouw PE, Titley KC, Yamin C. Combinations of etchants, composite resins, and bracket systems: an important choice in orthodontic bonding procedures. Angle Orthod. 1999;69: 267-75.
21. Costa AR, Correr AB, Puppin-Rontani RM, Vedovello SA, Valdrighi HC, Correr-Sobrinho L, et al. Effect of bonding material, etching time and silane on the bond strength of metallic orthodontic brackets to ceramic. Braz Dent J. 2012;23:223-7.

Comparison of the shear bond strength of metal brackets photo-activated by LED-curing devices with different light intensities

Preeya Suwanwitid D.D.S.[1]
Chintana Sirichompun D.D.S., M.D.Sc., Diplomate, The Board of Orthodontics[2]

[1]Graduate Student, Department of Orthodontics, Faculty of Dentistry, Chulalongkorn University
[2]Department of Orthodontics, Faculty of Dentistry, Chulalongkorn University

Abstract

Objective To compare the shear bond strength and adhesive remnant indices of metal brackets photo-activated by 2 LED-curing devices with different light intensities.

Materials and methods Sixty first premolars from 30 patients undergoing an orthodontic treatment (1 from the left and 1 from the right per patient) were extracted. From each patient, the first one was then randomly allocated into group I and the other was group II. Premolar metal brackets were bonded to the prepared enamel surfaces of the samples mounted in PVC-tube using a light-cured adhesive resin named Transbond XT®. In group I (LED WOODPECKER® intensity 850 mW/cm^2), and in group II (Mini LED III® intensity 2,200 mW/cm^2), the specimens were light cured perpendicularly to the metal bracket base for 10 and 3 seconds, respectively. All tooth specimens were then stored in distilled water at 37°C for 24 hours. Shear bond strength was tested with a universal testing machine at a crosshead speed of 0.5 mm/min until the bracket was debonded. Adhesive remnant indices were determined with a stereomicroscope at a 10x magnification. Data of shear bond strength and adhesive remnant indices were statistically analyzed by an independent t-test and a Chi-square test, respectively, at a 0.05 statistically significant level.

Results Shear bond strength in group I and II were 21.34 ± 2.45 and 19.32 ± 1.89 MPa, respectively, which were statistically significant difference. Inter-groups' adhesive remnant indices were statistically significant distributed.

Conclusion LED-curing devices with different light intensities significantly affected shear bond strength of metal brackets and adhesive remnant index.

(CU Dent J. 2014;37:259-66)

Key words: *adhesive remnant index; LED-curing devices with different light intensities; metal bracket; shear bond strength*

Correspondence to Chintana Sirichompun, Chintana.S@chula.ac.th