

สรุปผลการวิจัยและข้อเสนอแนะ

การเตรียมผิวเคลือบฟันเป็นปัจจัยสำคัญสำหรับการยึดของวัสดุยึดติด การใช้กรดกัดผิวเคลือบฟันมีส่วนช่วยในการยึดคอมโพสิทเธรซินกับผิวเคลือบฟันโดย

1. กำจัดสิ่งสกปรกที่อยู่บนผิวเคลือบฟัน
2. ทำให้เกิดร่องบนผิวเคลือบฟัน เพื่อให้เรซินแทรกซึมเข้าไปในร่องเหล่านี้ทำให้เกิดการยึดอยู่ด้วยพันธะเชิงกล
3. เพิ่มพลังงานพื้นผิว (surface energy) ของผิวเคลือบฟันให้มากกว่าแรงตึงผิว (surface tension) ของเรซิน ทำให้เรซินสามารถไหลแผ่ไปบนผิวเคลือบฟันได้ดี
4. เพิ่มพื้นที่ผิวสัมผัสระหว่างผิวเคลือบฟันกับเรซิน (Combe, 1992)

จากผลการทดลองการเตรียมผิวเคลือบฟันสำหรับยึดแบรคเกตด้วยกลาสไอโอโนเมอร์ซีเมนต์ชนิดบ่มด้วยแสงโดยใช้กรดกัดผิวเคลือบฟัน (กลุ่มที่ 3) ทำให้ค่ากำลังแรงยึดระหว่างแบรคเกตกับผิวเคลือบฟันมีค่าสูงขึ้นกว่าเมื่อยึดแบรคเกตด้วยกลาสไอโอโนเมอร์ซีเมนต์ชนิดบ่มด้วยแสงโดยไม่ทำการเตรียมผิวเคลือบฟัน (กลุ่มที่ 2) สอดคล้องกับรายงานของ Shia และ Lee (1995) และ Jaochakarasiri และคณะ (1995) กำลังแรงยึดที่สูงขึ้นดังกล่าวเกิดขึ้นจากการทำให้เกิดการยึดด้วยพันธะเชิงกลระหว่างกลาสไอโอโนเมอร์ซีเมนต์ชนิดบ่มด้วยแสงกับผิวเคลือบฟัน

ในภาพถ่ายจากกล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอนซึ่งแสดงบริเวณผิวสัมผัสระหว่างเคลือบฟันกับวัสดุยึดติด สำหรับในกลุ่มที่ใช้กรดกัดผิวเคลือบฟันแต่ไม่ทาบอนด์เรซิน (กลุ่มที่ 3) พบว่ามีการแทรกซึมของกลาสไอโอโนเมอร์ซีเมนต์ชนิดบ่มด้วยแสงเข้าไปในร่องที่เกิดจากการใช้กรดกัดผิวเคลือบฟัน และในกลุ่มที่ใช้กรดกัดผิวเคลือบฟันตามด้วยการทาบอนด์เรซินก่อนที่จะยึดแบรคเกตด้วยกลาสไอโอโนเมอร์ซีเมนต์ชนิดบ่มด้วยแสง (กลุ่มที่ 4) พบว่ามีการแทรกซึมของบอนด์เรซินเข้าไปในร่องที่เกิดจากการใช้กรดกัดผิวเคลือบฟันเช่นเดียวกับกลุ่มที่ยึดแบรคเกตด้วยคอมโพสิทเธรซิน (กลุ่มที่ 1) และกลาสไอโอโนเมอร์ซีเมนต์ชนิดบ่มด้วยแสงจะมีการยึดติดกับบอนด์เรซินด้วยพันธะเคมีเนื่องจากกลาสไอโอโนเมอร์ซีเมนต์ชนิดบ่มด้วยแสงมีส่วนผสมของเรซินจึงสามารถเกิดปฏิกิริยาโพลิเมไรเซชันกับบอนด์เรซินได้ (Kerby และ Knobloch, 1992)

เมื่อเปรียบเทียบค่ากำลังแรงยึดระหว่างกลุ่มที่ไม่ใช้บอนด์เรซินและกลุ่มที่ใช้บอนด์เรซินภายหลังเตรียมผิวเคลือบฟันโดยการใช้กรดกัดแล้วทำการยึดแบรคเกตด้วยกลาสไอโอโนเมอร์ซีเมนต์ชนิดบ่มด้วยแสง (กลุ่มที่ 3 และ 4) พบว่าไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ แสดงว่าการใช้บอนด์เรซินไม่มีผลต่อกำลังแรงยึดเมื่อใช้กลาสไอโอโนเมอร์ซีเมนต์ชนิดบ่มด้วยแสงเป็นวัสดุยึดติดภายหลังจากเตรียมผิวเคลือบฟันโดยใช้กรดกัด ทั้งนี้เนื่องจากกลาสไอโอโนเมอร์ซีเมนต์ชนิดบ่มด้วยแสงสามารถแทรกซึมเข้าไปในร่องที่เกิดจากการใช้กรดกัดผิวเคลือบฟันได้เช่นเดียวกับบอนด์เรซิน สอดคล้องกับรายงานของ Percinoto และคณะ (1995) ซึ่งได้ทำการวัดความยาวของส่วนที่แทรกซึมเข้าไปในร่องของผิวเคลือบฟันซึ่งเกิดจากการใช้กรดกัดเปรียบเทียบกันระหว่างกลาสไอโอโนเมอร์ซีเมนต์ชนิดบ่มด้วยแสงกับเรซินสำหรับเคลือบหลุมร่องฟัน พบว่ากลาสไอโอโนเมอร์ซีเมนต์สามารถแทรกซึมเข้าไปในร่องของผิวเคลือบฟันซึ่งเกิดจากการใช้กรดกัดได้ดีกว่าเรซินสำหรับเคลือบหลุมร่องฟัน ความจำเป็นในการใช้บอนด์เรซินร่วมกับการใช้กรดกัดผิวเคลือบฟันสำหรับยึดแบรคเกตด้วยกลาสไอโอโนเมอร์ซีเมนต์ชนิดบ่มด้วยแสงเป็นสิ่งที่จะต้องทำการศึกษาต่อไป

การใช้บอนด์เรซินสำหรับยึดแบรคเกตด้วยคอมโพสิทเรซินในปัจจุบันยังคงมีข้อได้เปรียบอยู่เช่นกัน มีรายงานถึงความจำเป็นในการใช้บอนด์เรซินเนื่องจากทำให้แรงยึดสูงขึ้น (Gwinnet, 1982) และทำให้เกิดความแข็งแรงของผิวเคลือบฟันที่ถูกกัดด้วยกรด (Espinosa, 1978) ในขณะที่บางรายงานกล่าวถึงความไม่จำเป็นของการใช้บอนด์เรซินเนื่องจากไม่ทำให้กำลังแรงยึดสูงขึ้น (Wang และ Tarnig, 1991) และไม่ทำให้ความแข็งแรงของผิวเคลือบฟันที่ถูกกัดด้วยกรดเพิ่มขึ้นเนื่องจากเรซินซึ่งเคลือบอยู่เป็นชั้นบางๆไม่มีการบ่มตัวอย่างสมบูรณ์ (Ceen และ Gwinnett, 1980, Joseph, Rossouw และ Basson, 1994)

แบรคเกตที่ถูกยึดอยู่กับตัวฟันจะต้องทนต่อแรงต่างๆที่เกิดขึ้นระหว่างการรักษาทางทันตกรรมจัดฟันได้ (Proffit, 1986) กำลังแรงยึดของแบรคเกตที่เหมาะสมสำหรับการใช้งานทางทันตกรรมจัดฟันมีผู้รายงานไว้หลายค่าแตกต่างกันเนื่องจากในแต่ละการทดลองจะใช้วัสดุและวิธีการที่แตกต่างกัน Reynolds (1975) รายงานว่าวัสดุยึดติดที่ยอมรับได้ในการนำมายึดแบรคเกตทางคลินิกควรจะให้ค่ากำลังแรงยึดเมื่อทดสอบในห้องปฏิบัติการไม่ต่ำกว่า 50 กิโลกรัม/ตารางเซนติเมตร (4.9 เมกกะปาสคาล) ส่วน Lopez (1980) รายงานว่าค่ากำลังแรงยึดที่เหมาะสมควรจะมีค่ามากกว่า 60-80 กิโลกรัม/ตารางเซนติเมตร (5.88-7.86 เมกกะปาสคาล) จากการทดลองนี้ค่าเฉลี่ยของแรงยึดเมื่อใช้กลาสไอโอโนเมอร์ซีเมนต์ชนิดบ่มด้วยแสงเป็นวัสดุยึดติดโดยทำการเตรียมผิวเคลือบฟันโดยการ ใช้กรดกัด (13.41 เมกกะปาสคาลในกลุ่มที่ 3 และ 13.70 เมกกะปาสคาลในกลุ่มที่ 4) แม้ว่าจะมีค่าต่ำกว่าเมื่อใช้คอมโพสิทเรซินเป็นวัสดุยึดติด

(16.29 เมกกะปาสกาล) แต่ค่าดังกล่าวยังคงมากกว่าค่ากำลังแรงยึดต่ำสุดที่ Reynolds(1975) และ Lopez(1980) กำหนดไว้ จึงน่าจะเหมาะสมสำหรับการใช้งานทางคลินิกได้ แต่ในกลุ่มที่ใช้กาสไอโอโนเมอร์ซีเมนต์ชนิดบ่มด้วยแสงเป็นวัสดุยึดติดโดยไม่ทำการเตรียมผิวเคลือบฟัน (กลุ่มที่ 2) มีค่าเฉลี่ยกำลังแรงยึดที่ต่ำเกินไป (5.88 เมกกะปาสกาล) อาจไม่เหมาะสมในการนำมาใช้งานทางคลินิก

การใช้กาสไอโอโนเมอร์ซีเมนต์ชนิดที่มีส่วนผสมของเรซินในการยึดแบรกเกิดมีรายงานว่าสามารถใช้ยึดแบรกเกิดกับผิวเคลือบฟันซึ่งอยู่ในสภาวะแวดล้อมซึ่งมีความชื้นสูงได้ และไม่จำเป็นต้องทำให้ผิวฟันแห้งสนิท (Silverman และคณะ, 1995) นอกจากนี้ยังมีรายงานว่าทำให้ผิวฟันแห้งสนิทจะทำให้การยึดแบรกเกิดด้วยกาสไอโอโนเมอร์ซีเมนต์ชนิดนี้ไม่ดีเท่าที่ควร (Silverman และคณะ, 1997) สำหรับการทดลองนี้ ในกลุ่มทดลองที่ 2 ซึ่งไม่ทำการเตรียมผิวเคลือบฟัน การควบคุมตัวแปรที่เกี่ยวข้องกับความชื้นของผิวเคลือบฟันโดยการเป่าให้ผิวเคลือบฟันทุกซี่แห้งด้วยลมที่ปราศจากความชื้นอาจทำให้ผิวเคลือบฟันแห้งเกินไปและมีผลให้ได้กำลังแรงยึดต่ำกว่าที่ควรจะเป็น

แรงยึดระหว่างแบรกเกิดและผิวเคลือบฟันซึ่งสูงเกินไปอาจทำให้เกิดอันตรายต่อผิวเคลือบฟันขณะทำการรื้อแบรกเกิดเมื่อสิ้นสุดการรักษา มีรายงานว่าการยึดแบรกเกิดเซรามิกกับผิวเคลือบฟันด้วยคอมโพสิทเรซินจะทำให้เกิดการแตกหักของผิวเคลือบฟันเมื่อทำการรื้อแบรกเกิด ดังนั้นกาสไอโอโนเมอร์ซีเมนต์ชนิดบ่มด้วยแสงจึงน่าจะเป็นวัสดุยึดติดที่เหมาะสมกับแบรกเกิดเซรามิก เนื่องจากมีแรงยึดที่ต่ำกว่าคอมโพสิทเรซิน (Blight และ Lynch, 1995)

การใช้กรดกัดผิวเคลือบฟันในการทดลองนี้ทำโดยใช้กรดฟอสฟอริก 37 เปอร์เซ็นต์ ทาบนผิวเคลือบฟันเป็นเวลา 15 วินาที ตามคำแนะนำของบริษัทผู้ผลิต การใช้กรดกัดผิวเคลือบฟัน เป็นการทำให้เกิดการสูญเสียแร่ธาตุบางส่วนของผิวเคลือบฟันเกิดเป็นร่องลึกประมาณ 15-120 ไมครอน การใช้กรดกัดผิวเคลือบฟันต้องเลือกใช้ชนิดของกรด ความเข้มข้นของกรด และระยะเวลาในการทากรดไว้บนผิวเคลือบฟันที่เหมาะสม ชนิดของกรดที่นิยมใช้ในการกัดผิวเคลือบฟันคือ กรดซिटริก และกรดฟอสฟอริก ความเข้มข้นของกรดที่มากเกินไปจะไม่ทำให้เกิดการสูญเสียแร่ธาตุบางส่วน ความเข้มข้นของกรดที่น้อยเกินไปจะเกิดปฏิกิริยากับผิวเคลือบฟันได้ช้ามาก ปัจจุบันชนิดและความเข้มข้นของกรดที่นิยมใช้ในการกัดผิวเคลือบฟันคือ กรดฟอสฟอริก ความเข้มข้น 30-50 เปอร์เซ็นต์ (Combe, 1992) ระยะเวลาในการใช้กรดกัดผิวเคลือบฟันในชุดแรกๆนิยมใช้เวลาราว 60 วินาที ภายหลังมีรายงานว่า การใช้กรดกัดผิวเคลือบฟันเป็นเวลา 60 วินาที จะทำให้เกิดการสูญเสียผิวเคลือบฟันมากเกินไป

และอาจทำให้เกิดการแตกหักของผิวเคลือบฟันขณะทำการรีโอแบรกเกต (Brannstrom, Malmgren, และ Nordenvall, 1982) ขณะที่การใช้กรดกัดผิวเคลือบฟันเป็นเวลา 15 วินาที จะทำให้เกิดอันตรายต่อผิวเคลือบฟันน้อยกว่า และให้กำลังแรงยึดที่ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ (Barkmeier, Gwinnett, และ Shaffer, 1985; Wang, 1991)

การฉายแสงเพื่อการบ่มตัวของกลาสไอโอไอโนเมอร์ซีเมนต์ชนิดบ่มด้วยแสงในการทดลองนี้ ทำโดยฉายแสงที่มีความยาวคลื่น 450 นาโนเมตร เป็นเวลา 60 วินาที โดยฉายแสงทางด้านใกล้กลาง ด้านไกลกลาง ด้านบนเคี้ยว และด้านใกล้เหงือก ของแบรกเกต ด้านละ 15 วินาที ตามคำแนะนำของบริษัทผู้ผลิต การฉายแสงเพื่อให้เกิดการบ่มตัวของวัสดุยึดติดชนิดบ่มด้วยแสงภายใต้แบรกเกตโลหะซึ่งเป็นวัสดุที่บ่มแสงสามารถทำได้เนื่องจากแสงสามารถกระจายผ่านฟันซึ่งมีลักษณะโปร่งแสง (Joseph และ Rossouw, 1990; Wang และ Meng, 1992)

Joseph และ Rossouw (1990) เปรียบเทียบกำลังแรงยึดของแบรกเกตโลหะกับฟันเขี้ยวเมื่อใช้คอมโพสิทเรซินชนิดบ่มด้วยเคมีและชนิดบ่มด้วยแสงเป็นวัสดุยึดติด การบ่มตัวของคอมโพสิทเรซินชนิดบ่มด้วยแสงภายใต้แบรกเกตโลหะทำโดยฉายแสงที่ขอบด้านปลายฟัน และด้านใกล้เหงือกของแบรกเกตด้านละ 10 วินาที และฉายแสงทะลุผ่านด้านใกล้ฟันของฟันเป็นเวลา 2 นาที ผลปรากฏว่ากำลังแรงยึดของทั้งสองกลุ่มไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ส่วน Wang และ Meng (1992) ทำการเปรียบเทียบกำลังแรงยึดของแบรกเกตโลหะกับฟันกรามน้อยเมื่อใช้คอมโพสิทเรซินชนิดบ่มด้วยแสงเป็นวัสดุยึดติดโดยทำให้เกิดการบ่มตัวด้วยการฉายแสงที่ขอบด้านใกล้กลางและด้านไกลกลางของแบรกเกตเป็นเวลา 60 40 และ 20 วินาที โดยใช้กลุ่มที่ยึดแบรกเกตด้วยคอมโพสิทเรซินชนิดบ่มด้วยเคมีเป็นกลุ่มควบคุม ผลปรากฏว่ากลุ่มทดลองทั้ง 3 มีกำลังแรงยึดไม่น้อยกว่ากลุ่มควบคุม และกลุ่มทดลองซึ่งได้รับการฉายแสงเป็นเวลา 60 วินาที จะมีกำลังแรงยึดสูงสุด Silverman และคณะ (1995) แนะนำเกี่ยวกับวิธีการฉายแสงเพื่อให้เกิดการบ่มตัวของกลาสไอโอไอโนเมอร์ซีเมนต์ชนิดบ่มด้วยแสงสำหรับการใช้งานทางคลินิกว่า สำหรับฟันหน้าฉายแสงที่ขอบแบรกเกตด้านปลายฟันและด้านใกล้เหงือกด้านละ 15 วินาที และฉายแสงทะลุผ่านด้านใกล้ฟันของฟันอีก 15 วินาที ส่วนในฟันหลังให้ฉายแสงที่ขอบแบรกเกตด้านใกล้กลาง ด้านไกลกลาง ด้านใกล้เหงือก และด้านบนเคี้ยว ด้านละ 15 วินาที

กลาสไอโอไอโนเมอร์ซีเมนต์ชนิดบ่มด้วยแสงที่ใช้ในการทดลองนี้ (Fuji Ortho LC) มีปฏิกิริยาการบ่มตัวแบ่งเป็น 3 ปฏิกิริยา ปฏิกิริยาแรกคือปฏิกิริยากรด-เบส ซึ่งจะคล้ายกับปฏิกิริยาการก่อตัวของกลาสไอโอไอโนเมอร์ซีเมนต์ชนิดบ่มด้วยเคมี ปฏิกิริยานี้จะเกิดขึ้นทันที

หลังจากการผสมส่วนผงกับส่วนเหลวเข้าด้วยกัน ต่อจากนั้นเมื่อได้รับการกระตุ้นด้วยแสงจากเครื่องฉายแสง จะเกิดปฏิกิริยาโพลีเมอไรเซชันของโพลีเมอร์ที่เป็นส่วนผสมของวัสดุนี้ ทำให้เกิดการก่อตัวอย่างรวดเร็ว อีกปฏิกิริยาคือปฏิกิริยาโพลีเมอไรเซชันที่เกิดขึ้นโดยปฏิกิริยาทางเคมีเมื่อผสมส่วนผงและส่วนเหลวของวัสดุชนิดนี้เข้าด้วยกัน (Silverman, 1995) ตามคำแนะนำของบริษัทผู้ผลิต เมื่อผสมส่วนผงและส่วนเหลวของวัสดุนี้เข้าด้วยกันแล้วการก่อตัวจะเริ่มเกิดขึ้นภายใน 2 นาที แม้จะไม่ได้รับการฉายแสง ทำให้ระยะเวลาการทำงานค่อนข้างจำกัด ซึ่งขัดแย้งกับข้อดีของวัสดุชนิดนี้คือบ่มด้วยแสงคือสามารถกำหนดเวลาการบ่มตัวของวัสดุได้ ทำให้สามารถใช้เวลาในการปรับตำแหน่งของแบร็กเกตให้ถูกต้องได้อย่างไม่จำกัด หรือสามารถปรับตำแหน่งแบร็กเกตพร้อมๆกันหลายซี่ได้ (Greenlaw, Way และ Galil, 1989) นอกจากนั้นกลาสไอโอโนเมอร์ซีเมนต์ชนิดบ่มด้วยแสงยังต้องทำการผสมส่วนผงและส่วนเหลวเข้าด้วยกันซึ่งอาจทำให้เกิดฟองอากาศในเนื้อวัสดุอันเป็นจุดบกพร่องอย่างหนึ่งซึ่งทำให้กำลังแรงยึดลดลง ต่างจากคอมโพสิตเรซินชนิดบ่มด้วยแสงซึ่งเป็นวัสดุยึดติดที่ไม่ต้องทำการผสมด้วยมือทำให้ไม่เกิดฟองอากาศในเนื้อวัสดุ (Willson, 1988) ในปัจจุบันมีการผลิตกลาสไอโอโนเมอร์ซีเมนต์ซึ่งมีส่วนผสมของเรซินสำหรับยึดแบร็กเกตชนิดบ่มด้วยเคมีทำให้สามารถลดขั้นตอนการฉายแสงลงได้ (Komori และ Ishikawa, 1997) นอกจากนั้นยังมีการบรรจุส่วนผงและส่วนเหลวในแคปซูลสำหรับผสมโดยใช้เครื่องปั่นอะมัลกัมทำให้เกิดปัญหาการเกิดฟองอากาศในเนื้อวัสดุอันเนื่องมาจากการผสมด้วยมือ

บริเวณที่เกิดความล้มเหลวของการยึดติดในกลุ่มทดลองที่ใช้กลาสไอโอโนเมอร์ซีเมนต์ชนิดบ่มด้วยแสงเป็นวัสดุยึดติดและเตรียมผิวเคลือบฟันโดยการใช้กรดกัดทั้งในกลุ่มที่ทาบอนด์เรซินและกลุ่มที่ไม่ได้ทาบอนด์เรซิน (กลุ่มที่ 3 และ 4) จะเกิดขึ้นในลักษณะเดียวกันคือเกิดความล้มเหลวภายในเนื้อของวัสดุยึดติดโดยมีส่วนของวัสดุยึดติดทั้งหมดอยู่ที่ผิวเคลือบฟัน ต่างจากกลุ่มทดลองที่ใช้กลาสไอโอโนเมอร์ซีเมนต์ชนิดบ่มด้วยแสงเป็นวัสดุยึดติดโดยไม่เตรียมผิวเคลือบฟัน (กลุ่มที่ 2) ซึ่งบริเวณที่เกิดความล้มเหลวของการยึดติดจะอยู่ที่รอยต่อระหว่างวัสดุยึดติดและผิวเคลือบฟัน (adhesive failure) ซึ่งสอดคล้องกับรายงานของ Scott, Gracia-Godoy และ Summitt (1995) และ Ewoldsen และคณะ (1995) เมื่อพิจารณาภาพถ่ายจากกล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอนแบบส่องกราดพบว่าในกลุ่มทดลองที่ 3 และ 4 การยึดอยู่ระหว่างวัสดุยึดติดและผิวเคลือบฟันจะมีการยึดอยู่โดยอาศัยพันธะเชิงกลโดยเกิดการแทรกซึมของเรซินหรือกลาสไอโอโนเมอร์ซีเมนต์ชนิดบ่มด้วยแสงเข้าไปในร่องของผิวเคลือบฟันซึ่งเกิดจากการใช้กรดกัด ส่วนในกลุ่มที่ 2 ซึ่งไม่ได้ทำการเตรียมผิวเคลือบฟันโดยใช้กรดกัดจึงไม่เกิดการยึดด้วยพันธะเชิงกลดังกล่าว คงมีแต่การยึดอยู่ด้วยพันธะเคมีระหว่างกลาสไอโอโนเมอร์ซีเมนต์ชนิดบ่มด้วยแสงและผิวเคลือบฟัน ลักษณะความล้มเหลวของการยึดติดซึ่งเกิดในเนื้อ

ของวัสดุยึดติด (กลุ่มที่ 3 และ 4) แสดงว่าความแข็งแรงภายในเนื้อ (cohesive strength) ของวัสดุยึดติดมีค่าน้อยกว่ากำลังแรงยึด (bond strength) ระหว่างวัสดุยึดติดกับผิวเคลือบฟันโดยพันธะเชิงกล ส่วนลักษณะความล้มเหลวของการยึดติดซึ่งเกิดที่รอยต่อระหว่างวัสดุยึดติดกับผิวเคลือบฟัน (กลุ่มที่ 2) แสดงว่ากำลังแรงยึดระหว่างกลาสไอโอโนเมอร์ซีเมนต์ชนิดบ่มด้วยแสงและผิวเคลือบฟันด้วยพันธะเคมีมีค่าน้อยกว่าความแข็งแรงภายในเนื้อของวัสดุยึดติด

กลาสไอโอโนเมอร์ซีเมนต์ชนิดบ่มด้วยแสงสามารถยึดกับผิวเคลือบฟันด้วยพันธะเคมีเช่นเดียวกับกลาสไอโอโนเมอร์ซีเมนต์ชนิดบ่มด้วยเคมี (Wilson, 1990; Sidhu และ Watson, 1995) พันธะเคมีดังกล่าวเกิดจากการแลกเปลี่ยนไอออนระหว่างกลุ่มคาร์บอกซิลของกรดโพลีอะคริลิก กับแคลเซียมไอออนหรือฟอสเฟตไอออนของไฮดรอกซีอะพาไทต์ในผิวเคลือบฟัน (Wilson และ McLean, 1988) การยึดติดระหว่างกลาสไอโอโนเมอร์ซีเมนต์ชนิดบ่มด้วยแสงด้วยพันธะเคมีดังกล่าวเป็นข้อดีของการนำวัสดุนี้มาใช้ยึดแบรคเกตกับผิวเคลือบฟันเนื่องจากสามารถหลีกเลี่ยงการใช้กรดกัดซึ่งเป็นขั้นตอนที่ยุ่งยากและทำอันตรายต่อผิวเคลือบฟัน นอกจากนี้ยังทำให้เกิดความยากลำบากในการรื้อแบรคเกตและทำความสะอาดผิวเคลือบฟันเมื่อเสร็จสิ้นการรักษาทางทันตกรรมจัดฟัน (Silverman และคณะ, 1995) แต่จากผลการทดลองนี้การอาศัยการยึดอยู่ระหว่างกลาสไอโอโนเมอร์ซีเมนต์ชนิดบ่มด้วยแสงโดยพันธะเคมีเพียงอย่างเดียวจะให้กำลังแรงยึดซึ่งต่ำมากอาจไม่เพียงพอต่อการใช้งานทางคลินิก การใช้กรดกัดผิวเคลือบฟันเป็นการทำให้เกิดร่องในผิวเคลือบฟันก่อให้เกิดการยึดติดระหว่างกลาสไอโอโนเมอร์ซีเมนต์ชนิดบ่มด้วยแสงและผิวเคลือบฟัน แต่ในขณะที่เดียวกันการใช้กรดกัดผิวเคลือบฟันเป็นการกำจัดแร่ธาตุบนผิวเคลือบฟันซึ่งมีความสำคัญต่อการยึดติดระหว่างกลาสไอโอโนเมอร์ซีเมนต์กับผิวเคลือบฟันโดยพันธะเคมี (Tavas และ Salem, 1990) จากผลการทดลองนี้การเตรียมผิวเคลือบฟันโดยใช้กรดกัดเมื่อใช้กลาสไอโอโนเมอร์ซีเมนต์ชนิดบ่มด้วยแสงเป็นวัสดุยึดติดเป็นการเปิดโอกาสลักษณะการยึดติดระหว่างกลาสไอโอโนเมอร์ซีเมนต์ชนิดบ่มด้วยแสงกับผิวเคลือบฟันจากพันธะเคมีเป็นพันธะเชิงกลซึ่งทำให้ได้กำลังแรงยึดที่สูงขึ้นแต่ไม่สามารถลดขั้นตอนที่ยุ่งยากของการใช้กรดกัดผิวเคลือบฟันซึ่งอาจเป็นการทำอันตรายต่อผิวเคลือบฟัน และการทำความสะอาดผิวเคลือบฟันภายหลังการรื้อแบรคเกตก็จะไม่สะดวกง่ายดายเหมือนกับการใช้กลาสไอโอโนเมอร์ซีเมนต์ชนิดบ่มด้วยแสงเป็นวัสดุยึดติดโดยอาศัยพันธะเคมีเพียงอย่างเดียวเนื่องจากวัสดุยึดติดทั้งหมดจะติดอยู่กับผิวเคลือบฟัน

การใช้กรดกัดผิวเคลือบฟันสำหรับยึดแบรคเกตด้วยกลาสไอโอโนเมอร์ซีเมนต์ชนิดบ่มด้วยแสงเป็นการเพิ่มความสามารถในการยึดติด แม้ว่าจะขัดแย้งกับข้อดีของการใช้กลาสไอโอโนเมอร์ซีเมนต์ในการยึดแบรคเกตจากรายงานของ White (1986) แต่อย่างไรก็ตามความ

สามารถในการปล่อยฟลูออไรด์ของวัสดุชนิดนี้อาจต่อเนื่องเป็นระยะเวลาสั้น ซึ่งช่วยป้องกันการเกิดการสูญเสียแร่ธาตุของผิวเคลือบฟันรอบๆแบร็กเกต (Fross และ Seppa, 1990; Korch และ Kofman, 1990; Mitra, 1991; Momoi และ McCabe, 1993) ยังคงเป็นจุดเด่นของวัสดุชนิดนี้ทำให้มีความคุ้มค่าที่จะนำมาใช้ยึดแบร็กเกตได้

เนื่องจากบริเวณที่เกิดความล้มเหลวของการยึดติดของกลุ่มทดลองที่ 3 และ 4 ซึ่งเกิดภายในเนื้อของวัสดุยึดติด ดังนั้นการพัฒนากลาสไอโอโนเมอร์ซีเมนต์ชนิดบ่มด้วยแสงเพื่อนำมาใช้ในการยึดแบร็กเกตหากจะให้ได้กำลังแรงยึดที่สูงขึ้นจึงควรพัฒนาให้ความแข็งแรงภายในเนื้อของวัสดุชนิดนี้มีมากขึ้น

พื้นที่ถือกใช้ในการทดลองนี้คือฟันกรามน้อยเนื่องจากเป็นฟันซึ่งพบปัญหาการหลุดของแบร็กเกตบ่อย (Knoll, Gwinnett และ Wolff, 1986) และเป็นฟันธรรมชาติซึ่งสามารถเก็บตัวอย่างได้ง่ายเนื่องจากเป็นฟันซึ่งมักจะถูกถอนเพื่อการจัดฟัน

ผิวเคลือบฟันที่ใช้ในการทดลองนี้ไม่ทำการกรอตัดให้เรียบเนื่องจากต้องการให้ผิวเคลือบฟันมีลักษณะคล้ายกับการใช้งานทางคลินิก และไม่ต้องการรบกวนต่อองค์ประกอบของแร่ธาตุต่างๆที่อยู่บนผิวเคลือบฟันตามธรรมชาติซึ่งเป็นส่วนสำคัญในการยึดติดของกลาสไอโอโนเมอร์ซีเมนต์ (Wilson, 1990; Sidhu และ Watson, 1995)

ชนิดของแรงที่ใช้ในการทดสอบกำลังแรงยึดสำหรับการทดลองนี้คือแรงชนิดเฉือน/ปอก เนื่องจากแรงเฉือนเป็นแรงที่มักทำให้เกิดการหลุดของแบร็กเกตทางคลินิกมากที่สุด (Alexander, Viasis และ Nakajima, 1993) การทำให้แบร็กเกตหลุดด้วยแรงเฉือนเพียงอย่างเดียวเป็นการยากเนื่องจากแรงดังกล่าวต้องกระทำบริเวณรอยต่อระหว่างแบร็กเกตกับผิวเคลือบฟัน ดังนั้นแรงที่น่าจะเป็นไปได้มากกว่าคือแรงเฉือน/ปอก กล่าวคือแรงดังกล่าวจะกระทำในทิศทางที่ขนานกับผิวสัมผัสระหว่างแบร็กเกตกับผิวเคลือบฟันแต่ตำแหน่งที่แรงมากระทำจะอยู่ห่างจากรอยต่อของแบร็กเกตกับผิวเคลือบฟัน (Fox, McCabe และ Buckley, 1993) สำหรับการทดลองนี้ตำแหน่ง ดังกล่าวจะอยู่ที่ปีกด้านใกล้เหงือกของแบร็กเกต เนื่องจากสามารถทำซ้ำได้

การทดลองนี้จำลองสภาพแวดล้อมในช่องปากซึ่งมีการเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิตามอาหารที่รับประทานด้วยเครื่องเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิเป็นวงจร เพื่อทำให้เกิดความเครียดเนื่องจากการเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิ (thermal stress) ซึ่งมีความจำเป็นในการทดสอบวัสดุยึดติดในห้องปฏิบัติการ (Millette และ McCabe, 1996; International Standard Organization, 1994)

การตรวจสอบบริเวณที่เกิดความล้มเหลวของการยึดติดมีรายงานถึงวิธีการต่างๆในการตรวจสอบหลายวิธี วิธีหนึ่งซึ่งได้รับความนิยมคือการตรวจสอบโดยใช้ดัชนีการเหลืออยู่ของวัสดุยึดติด (Artun และ Bergland, 1984; Sinha และคณะ, 1995) ซึ่งทำการตรวจสอบบริเวณผิวเคลือบฟันภายหลังทำให้แบรคเกตหลุดออกแล้วว่ามีปริมาณวัสดุยึดติดเหลืออยู่เท่าใด โดยแบ่งคะแนนออกเป็น 4 ระดับนั้น

ในกลุ่มคะแนน 0 บอกได้ว่าเกิดความล้มเหลวของการยึดติดเนื่องจากขาดความสามารถในการยึดติดระหว่างวัสดุยึดติดและผิวเคลือบฟัน ดังนั้นการพัฒนาวัสดุยึดติดให้สามารถใช้ยึดแบรคเกตกับผิวเคลือบฟันได้ดีขึ้นจึงควรเพิ่มความสามารถในการยึดกับผิวเคลือบฟันของวัสดุยึดติด แต่ในกลุ่มคะแนนที่ 3 ไม่สามารถบอกได้ว่าความล้มเหลวของการยึดติดเกิดขึ้นเนื่องจากขาดความสามารถในการยึดติดระหว่างวัสดุยึดติดกับฐานแบรคเกตหรือเนื่องจากความล้มเหลวภายในเนื้อของวัสดุยึดติด ดังนั้นจึงควรทำการตรวจสอบบริเวณฐานแบรคเกตด้วยว่ามีวัสดุยึดติดเหลืออยู่ด้วยหรือไม่ ซึ่งในการทดลองนี้ได้ทำการตรวจสอบด้วยกล้องจุลทรรศน์สเตอริโอ หากมีวัสดุยึดติดเหลือติดอยู่กับฐานแบรคเกตแสดงว่าความล้มเหลวของการยึดติดเกิดเนื่องจากความแข็งแรงภายในเนื้อของวัสดุยึดติดต่ำเกินไป เช่นเดียวกับกลุ่มคะแนน 1 และ 2 หากมีวัสดุยึดติดเหลืออยู่ที่ฐานแบรคเกตแสดงว่าเกิดความล้มเหลวร่วมกันระหว่างความล้มเหลวของการยึดติดของวัสดุยึดติดกับผิวเคลือบฟันและความล้มเหลวภายในวัสดุยึดติด การรู้ถึงบริเวณที่เกิดความล้มเหลวของการยึดติดมีความสำคัญต่อการพัฒนาวัสดุยึดติดให้มีคุณสมบัติที่ดีขึ้น

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



### สรุปผลการวิจัย

1. ค่าเฉลี่ยกำลังแรงยึดชนิดเดือน/ปอกระหว่างแบรกกัดกับผิวเคลือบฟันเมื่อใช้กาสไอโอโนเมอร์ซีเมนต์ชนิดบ่มด้วยแสงเป็นวัสดุยึดติดโดยทำการเตรียมผิวเคลือบฟันด้วยการใช้กรดกัด และใช้กรดกัดตามด้วยการทาบอนด์เรซิน (13.42 เมกะปาสกาล และ 13.70 เมกะปาสกาล) มีค่าสูงกว่าค่าเฉลี่ยกำลังแรงยึดชนิดเดือน/ปอกระหว่างแบรกกัดกับผิวเคลือบฟันเมื่อใช้กาสไอโอโนเมอร์ซีเมนต์ชนิดบ่มด้วยแสงเป็นวัสดุยึดติดโดยไม่ทำการเตรียมผิวเคลือบฟัน (5.88 เมกะปาสกาล) อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $p < 0.05$ )

2. ค่าเฉลี่ยกำลังแรงยึดชนิดเดือน/ปอกระหว่างแบรกกัดกับผิวเคลือบฟันเมื่อใช้กาสไอโอโนเมอร์ซีเมนต์ชนิดบ่มด้วยแสงเป็นวัสดุยึดติดโดยทำการเตรียมผิวเคลือบฟันด้วยการใช้กรดกัด (13.42 เมกะปาสกาล) และค่าเฉลี่ยกำลังแรงยึดชนิดเดือน/ปอกระหว่างแบรกกัดกับผิวเคลือบฟันเมื่อใช้กาสไอโอโนเมอร์ซีเมนต์ชนิดบ่มด้วยแสงเป็นวัสดุยึดติดโดยทำการเตรียมผิวเคลือบฟันด้วยการใช้กรดกัดตามด้วยการทาบอนด์เรซิน (13.70 เมกะปาสกาล) ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $p < 0.05$ )

3. ค่าเฉลี่ยกำลังแรงยึดชนิดเดือน/ปอกระหว่างแบรกกัดกับผิวเคลือบฟันเมื่อใช้กาสไอโอโนเมอร์ซีเมนต์ชนิดบ่มด้วยแสงเป็นวัสดุยึดติดโดยทำการเตรียมผิวเคลือบฟัน (13.42 เมกะปาสกาล และ 13.70 เมกะปาสกาล) มีค่าต่ำกว่าค่าเฉลี่ยกำลังแรงยึดชนิดเดือน/ปอกระหว่างแบรกกัดกับผิวเคลือบฟันเมื่อใช้คอมโพสิทเรซินเป็นวัสดุยึดติด (16.29 เมกะปาสกาล) อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $p < 0.05$ )

4. ความล้มเหลวในการยึดติดเมื่อใช้คอมโพสิทเรซินเป็นวัสดุยึดติดเกิดขึ้นบริเวณรอยต่อระหว่างวัสดุยึดติดกับผิวเคลือบฟันและภายในเนื้อของวัสดุยึดติด (adhesive/cohesive failure)

5. ความล้มเหลวในการยึดติดเมื่อใช้กาสไอโอโนเมอร์ซีเมนต์ชนิดบ่มด้วยแสงเป็นวัสดุยึดโดยไม่ทำการเตรียมผิวเคลือบฟันเกิดขึ้นบริเวณรอยต่อระหว่างวัสดุยึดติดกับผิวเคลือบฟัน (adhesive failure)

6. ความล้มเหลวในการยึดติดเมื่อใช้กาสไอโอโนเมอร์ซีเมนต์ชนิดบ่มด้วยแสงเป็นวัสดุยึดโดยทำการเตรียมผิวเคลือบฟันด้วยการใช้กรดกัด และใช้กรดกัดตามด้วยการทาบอนด์เรซินเกิดขึ้นภายในเนื้อของวัสดุยึดติด (cohesive failure)

7. การพัฒนาพลาสติกไอโอโนเมอร์ซีเมนต์ชนิดบ่มด้วยแสงสำหรับยึดแบรคเกตให้ได้กำลังแรงยึดที่สูงขึ้นควรพัฒนาความแข็งแรงภายในเนื้อของวัสดุนี้

8. การใช้พลาสติกไอโอโนเมอร์ซีเมนต์ชนิดบ่มด้วยแสงเป็นวัสดุยึดแบรคเกตแทนคอมโพสิทเรซินเป็นทางเลือกสำหรับผู้ป่วยซึ่งไม่สามารถทำความสะอาดช่องปากได้ดีเนื่องจากสามารถป้องกันการสูญเสียแร่ธาตุรอบๆแบรคเกตและให้กำลังแรงยึดที่สูงพอสำหรับการใช้งานทางคลินิก แต่ควรทำการเตรียมผิวเคลือบฟันโดยการใช้กรดกัดร่วมด้วย

### ข้อเสนอแนะ

1. งานวิจัยนี้เป็นการทดสอบกำลังแรงยึดชนิดเดือน/บ่อระหว่างแบรคเกตกับผิวเคลือบฟันเมื่อใช้พลาสติกไอโอโนเมอร์ซีเมนต์ชนิดบ่มด้วยแสงเป็นวัสดุยึดติดเนื่องจากเป็นแรงซึ่งมีโอกาสทำให้เกิดการหลุดของแบรคเกตได้มาก (Alexander, Viasis และ Nakajima, 1993) แต่อย่างไรก็ตามในทางคลินิกยังมีแรงอื่นที่ทำให้เกิดการหลุดของแบรคเกตได้เช่น แรงดึง และแรงบิด เป็นต้น ควรมีการศึกษาถึงความต้านทานต่อแรงเหล่านี้ต่อไป

2. ในปัจจุบันได้มีผู้ผลิตพลาสติกไอโอโนเมอร์ซีเมนต์ชนิดบ่มด้วยแสงมากมายหลายชนิดตามลักษณะการใช้งาน เช่นชนิดซึ่งใช้สำหรับรองพื้นโพรงฟัน ชนิดซึ่งใช้สำหรับบูรณะฟัน ชนิดซึ่งใช้สำหรับยึดครอบฟัน ตลอดจนชนิดซึ่งใช้สำหรับยึดแบรคเกตโดยเฉพาะ ในงานวิจัยนี้ใช้พลาสติกไอโอโนเมอร์ซีเมนต์ชนิดบ่มด้วยแสงสำหรับยึดแบรคเกตเพียงอย่างเดียวและพบว่าความล้มเหลวของการยึดติดเกิดภายในเนื้อของวัสดุ การทดลองใช้พลาสติกไอโอโนเมอร์ซีเมนต์ชนิดบ่มด้วยแสงสำหรับบูรณะฟันซึ่งมีความแข็งแรงภายในเนื้อวัสดุสูงมาใช้ในการยึดแบรคเกตเป็นสิ่งที่น่าศึกษาต่อไป

3. ในปัจจุบันพลาสติกไอโอโนเมอร์ซีเมนต์ซึ่งมีส่วนผสมของเรซินสำหรับยึดแบรคเกตมีทั้งชนิดบ่มด้วยแสงและชนิดบ่มด้วยเคมี (Komori และ Ishikawa, 1997) การทดลองใช้พลาสติกไอโอโนเมอร์ซีเมนต์ซึ่งมีส่วนผสมของเรซินมีชนิดบ่มด้วยเคมีสำหรับยึดแบรคเกตเป็นเรื่องที่น่าศึกษา นอกจากนี้ในแง่ของการวิจัยยังเป็นการจำกัดตัวแปรเกินคือการฉายแสงเพื่อการบ่มตัวของพลาสติกไอโอโนเมอร์ซีเมนต์

4. อัตราส่วนผสมระหว่างส่วนผงและส่วนเหลวมีผลต่อกำลังแรงยึดระหว่างแบรกกัดกับผิวเคลือบฟันเมื่อใช้กาสไอโอโนเมอร์ซีเมนต์เป็นวัสดุยึดติด (Cook, Luther และ Youngson, 1996) ควรทำการศึกษาถึงผลของอัตราส่วนผสมระหว่างส่วนผงและส่วนเหลวต่อกำลังแรงยึดระหว่าง แบรกกัดกับผิวเคลือบฟันเมื่อใช้กาสไอโอโนเมอร์ซีเมนต์ชนิดบ่มด้วยแสงเป็นวัสดุยึดติด

5. ในงานวิจัยนี้ทำการผสมกาสไอโอโนเมอร์ซีเมนต์ชนิดบ่มด้วยแสงโดยดวงส่วนผสมด้วยช้อนและหลอดหยดที่บริษัทผู้ผลิตให้มา ซึ่งอาจเกิดความคลาดเคลื่อนของส่วนผสมในการผสมแต่ละครั้ง ตลอดจนวิธีการผสมด้วยพายผสมวัสดุอาจทำให้เกิดฟองอากาศในเนื้อวัสดุ ซึ่งมีผลต่อกำลังแรงยึดระหว่างแบรกกัดกับผิวเคลือบฟันเมื่อใช้วัสดุนี้เป็นวัสดุยึดติด (Willson, 1988) การใช้กาสไอโอโนเมอร์ซีเมนต์ซึ่งมีการบรรจุส่วนผสมในแคปซูลและทำการผสมด้วยเครื่องปั่นอะมัลกัม เป็นวิธีที่สามารถกำจัดตัวแปรเกินเหล่านี้ได้

6. การทดสอบกำลังแรงยึดในระยะแรกของการยึดมีความจำเป็นที่จะต้องทำการศึกษาคือไปเนื่องจากหากกำลังแรงยึดในระยะแรกมีค่าน้อย จะทำให้ไม่สามารถใส่กาวจัดฟันทันทีภายหลังการติดแบรกกัดได้

7. ความสามารถในการยึดติดระหว่างแบรกกัดและผิวเคลือบฟันเมื่อใช้กาสไอโอโนเมอร์ซีเมนต์เป็นวัสดุยึดติดเป็นเหตุผลหนึ่งในการเลือกใช้วัสดุนี้ เหตุผลอีกข้อหนึ่งที่มีความสำคัญในการเลือกใช้วัสดุนี้ในการยึดแบรกกัดคือความสามารถในการป้องกันการสูญเสียแร่ธาตุของผิวเคลือบฟันรอบๆแบรกกัด (Michael, McCarthy และ Hondrum, 1994) การศึกษาถึงความสามารถในการปล่อยฟลูออไรด์ ระยะเวลาและปริมาณของฟลูออไรด์ที่ถูกปล่อยออกมาตลอดจนความสามารถในการดูดซึมฟลูออไรด์จากสิ่งแวดล้อมของวัสดุนี้ มีความจำเป็นที่จะต้องทำการศึกษาต่อไป

8. งานวิจัยนี้เป็นการทดลองในห้องปฏิบัติการซึ่งไม่สามารถจำลองสภาพแวดล้อมในช่องปากได้อย่างสมบูรณ์ การศึกษาถึงผลการใช้งานของวัสดุนี้ทางคลินิก เช่น อัตราการหลุดของ แบรกกัดระหว่างทำการรักษา และอัตราการลดลงในการสูญเสียแร่ธาตุของผิวเคลือบฟัน ต้องมีการศึกษาต่อไป