

เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

แนวคิดและเอกสารงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

กลไกการยึดติดของสารจำพวกเรซินกับฟัน ในปัจจุบันถึงแม้จะเชื่อว่าเกิดการยึดติดทั้งทางกล และการยึดติดทางเคมี แต่การยึดติดทางกลในระดับจุลภาคจะเป็นหลักสำคัญต่อค่าความแข็งแรงของการยึดติด โดยในส่วนของเนื้อฟันจะมีความยุ่งยากมากกว่าตามโครงสร้างที่ซับซ้อนมากกว่าเคลือบฟัน ในเคลือบฟันการยึดติดจะเกิดจากการที่เรซินแทรกซึมเข้าไปยึดในส่วนที่แร่ธาตุถูกละลายออกมา แต่สำหรับในเนื้อฟัน อาศัยหลักการจากการใช้กรดละลายแร่ธาตุบางส่วนออกจากฟัน คงเหลือส่วนอินทรีย์สารที่ประกอบด้วยเส้นใยคอลลาเจนที่ฟันอยู่เป็นร่างแหเป็นส่วนใหญ่ แล้วมีการแทรกซึมของเรซินลงไปแทนที่แร่ธาตุที่ถูกละลายออกมา รวมทั้งมีการแทรกซึมของเรซินเข้าไปในบางส่วนของท่อเนื้อฟัน เรียกว่า เรซิน แท็ก (resin tag) และท่อเนื้อฟันที่มีการแตกแขนง เรียกว่า แลทเทอรัล บรานช์ (lateral branch) โดยชั้นที่เกิดขึ้นใหม่โดยมีการผสมผสานแทรกกันอยู่ระหว่างส่วนของฟันและเรซินนี้เรียกว่า ชั้นไฮบริด (hybrid layer) และเรียกกลไกการเกิดทั้งหมดนี้ว่าไฮบริดไดเซชัน (hybridization) (Pashley และคณะ, 1993; Nakabayashi และ Pashley, 1998) นอกจากการยึดติดทางกลแล้วยังพบว่ามี การยึดติดทางเคมีในสารยึดติดบางประเภทคือเกิดการเกิดพันธะไอออนิก ระหว่างกลุ่มคาร์บอกซิเลตและ ฟอสเฟต ในเรซิน โมโนเมอร์ กับองค์ประกอบของฟัน แต่การยึดติดทางเคมีจะให้ความแข็งแรงยึดติดที่ต่ำ จึงไม่ค่อยมีความสำคัญต่อความแข็งแรงยึดติดมากนัก (Eick และคณะ, 1991)

ระบบสารยึดติดที่มีการใช้งานอย่างกว้างขวาง รวมทั้งได้รับการยอมรับว่ามีประสิทธิภาพในการยึดติดที่ดี คือระบบโททอล เอทซ์ (Fusayama และคณะ, 1979) ซึ่งใช้กรดละลายส่วนอินทรีย์สารหรือแร่ธาตุออกจากฟันที่ต้องการให้เกิดการยึดติด ทั้งในส่วนที่เป็นเคลือบฟัน และเนื้อฟันไปพร้อมกัน แล้วล้างน้ำกำจัดชั้นสเมียร์ รวมทั้งแร่ธาตุที่ถูกละลายออกมา การที่แร่ธาตุถูกละลายออกจากฟันจะทำให้คอลลาเจนที่เหลืออยู่มีความคงตัวน้อยลง และไวต่อปริมาณความชื้นที่เปลี่ยนไป โดยพบว่าถ้ามีการละลายแร่ธาตุมาก คอลลาเจนก็จะมีควมไวต่อปริมาณความชื้นมากขึ้น (Tam และ Pilliar, 1994) การที่เนื้อฟันมีองค์ประกอบที่เป็นคอลลาเจนมากกว่าเคลือบฟัน เนื้อฟันจึงมีความไวต่อปริมาณความชื้นมากกว่าเคลือบฟัน และจากการที่การกำหนดความชื้นให้เหมาะสมต่อการยึดติดเป็นสิ่งที่ทำได้ยาก ทำให้มีโอกาสในการเกิดข้อผิดพลาดจากการทำงานของระบบนี้ ในการยึดกับเนื้อฟันที่มีระดับความชื้นที่ไม่เหมาะสม ซึ่งจะให้ความแข็งแรงยึดติดมีค่าน้อยลง (Mario และคณะ, 1997) นอกจากนั้นระบบนี้ยังมีการทำงานโดยแยกขั้นตอนการละลายแร่ธาตุออกจากการแทรกซึมของเรซิน ทำให้การ

แทรกซึมของเรซินอาจเกิดขึ้นไม่สมบูรณ์ คือมีการแทรกลงไปไม่เต็มในส่วนที่แร่ธาตุถูกละลายออกมา (Van Meerbeek และคณะ, 2001)

สารยึดติดระบบเซลฟ์ เอทซ์ เป็นระบบที่ถูกนำมาใช้งานและได้รับความสนใจในการศึกษาวิจัย ไม่นานนัก คือประมาณ 10 ปีที่ผ่านมา (Christensen , 2001) โดยระบบนี้เป็นระบบที่รวมขั้นตอนการกัดผิวด้วยกรดกับการแทรกซึมของเรซินโมโนเมอร์ไว้ด้วยกัน ซึ่งส่วนใหญ่มักจะเป็นสารตัวเดียวกัน จึงไม่มีขั้นตอนการล้างน้ำ ซึ่งจะแตกต่างจากระบบโททอล เอทซ์ ทำให้ระบบนี้เมื่อเปรียบเทียบกับระบบโททอล เอทซ์ จะมีขั้นตอนการทำงานน้อยกว่า ใช้งานง่าย และไม่มีปัญหาในเรื่องของปริมาณความชื้นที่ไม่เหมาะสม นอกจากนั้นการที่ระบบนี้มีการละลายแร่ธาตุไปพร้อม ๆ กับการแทรกซึมของเรซินในขั้นตอนเดียวกัน ทำให้การแทรกซึมของเรซินโมโนเมอร์เข้าไปในส่วนที่ฟันที่ถูกละลายออกมามีความสมบูรณ์ โดยเฉพาะอย่างยิ่งในกลุ่มที่ใช้สารเรซินโมโนเมอร์ที่มีฤทธิ์เป็นกรดทำหน้าที่ทั้งละลายแร่ธาตุและสารไพรเมอร์ในตัวเดียวกัน (Van Meerbeek และคณะ, 2001) นอกจากนั้นระบบนี้ยังสามารถเกิดปฏิกิริยาเคมีกับฟัน (Perdigao,Lopes และGomes, 2000; Perdigao,May และคณะ, 2000) ซึ่งถึงแม้ให้ค่าการยึดติดไม่มากนักแต่ก็ให้ผลดีในเรื่องของความแนบสนิท (Eick และคณะ, 1991) แต่การที่การละลายแร่ธาตุของระบบนี้จะไม่มากนักเนื่องจากไม่ได้กำจัดชั้นสเมียร์ และในระหว่างที่ซึมผ่านชั้นต่าง ๆ ความเป็นกรดก็จะถูกบัพเฟอร์ลดความเป็นกรดลง การเกิดขึ้นไฮบริดของระบบนี้จะประกอบไปด้วยชั้นไฮบริดที่เกิดกับชั้นสเมียร์ และชั้นไฮบริดที่เกิดกับองค์ประกอบของฟัน (Swafford และคณะ, 2000) โดยที่ชั้นสเมียร์เป็นชั้นที่เกาะอยู่กับผิวฟันเพียงหลวมๆ ทำให้ชั้นไฮบริดของชั้นสเมียร์ไม่มีความแข็งแรงในการยึดติด ดังนั้นความแข็งแรงในการยึดติดของระบบนี้จึงขึ้นกับชั้นไฮบริดที่เกิดกับองค์ประกอบของฟันเป็นหลัก ซึ่งมักจะมีความหนาน้อยกว่าระบบโททอล เอทซ์ (Pashley และCarvalho, 1997; Tay และคณะ, 2000; Inoue และคณะ, 2000) จากการศึกษาในฟันปกติพบว่า ความแข็งแรงยึดติดใน ระบบเซลฟ์ เอทซ์นี้ จะให้ค่าไม่ต่างจาก ระบบโททอล เอทซ์ และให้ค่าที่สูงพอที่จะต้านทานต่อการหลุดที่ที่เกิดจากปฏิกิริยาโพลีเมอร์ไรเซชัน (Davidson, De Gee และFeilzer,1984; Barkmeier,Los,และTriolo, 1995; Perdigao และคณะ,1995; Hannig, Reinhardt และBott, 1999) ดังนั้นถึงแม้ว่าระบบนี้จะมีชั้นไฮบริดที่บางแต่ก็สามารถให้ความแข็งแรงยึดติดใกล้เคียงกับระบบโททอล เอทซ์ ที่มีชั้นไฮบริดที่หนากว่า ซึ่งน่าจะเนื่องมาจากการที่ระบบนี้มีชั้นไฮบริดที่มีคุณภาพดี มีการแทรกซึมของเรซินอย่างสมบูรณ์ดังกล่าวมาแล้ว

แต่อย่างไรก็ตามถึงแม้ว่าระบบเซลฟ์ เอทซ์จะได้รับการยอมรับในการยึดติดกับเนื้อฟันปกติ แต่การที่ระบบเซลฟ์ เอทซ์ นี้มีการละลายแร่ธาตุน้อยและมีชั้นไฮบริดโดยเฉพาะอย่างยิ่งชั้นไฮบริดที่เกิดกับองค์ประกอบของฟันที่มีขนาดบาง ทำให้การนำไปใช้งานในบริเวณที่มีแร่ธาตุมาก เช่น บริเวณเคลือบฟัน และเนื้อฟันสเคลอโรติก จึงยังเป็นข้อสงสัย และยังมีข้อสรุป

มีการศึกษาจำนวนมากที่พยายามพิสูจน์ถึงประสิทธิภาพการทำงานของสารยึดติด รวมทั้งการศึกษาเพื่อพยายามพัฒนาปรับปรุงประสิทธิภาพ และเพิ่มความแข็งแรงยึดติดในการใช้งานกับส่วนต่าง ๆ ของฟันซึ่งกล่าวโดยสรุปได้ดังนี้

การศึกษาการใช้สารยึดติดระบบเซลฟ์ เอทซ์ และโททอล เอทซ์ กับ เคลือบฟัน

เคลือบฟันเป็นส่วนประกอบของฟันที่มีโครงสร้างเป็นลักษณะรูปแบบซ้ำๆคล้ายกันสม่ำเสมอ และองค์ประกอบส่วนใหญ่เป็นอนินทรีย์สาร โดยมีอินทรีย์สาร และน้ำ น้อยกว่าเนื้อฟัน ทำให้กลไกการยึดติดในเคลือบฟันไม่ซับซ้อนยุ่งยากเมื่อเทียบกับเนื้อฟัน และไม่ไวต่อข้อผิดพลาดหรือความชื้นมากนัก (Perdigao และLopes,1999; Swift,Perdigao และHeymenn, 1995) กลไกการยึดติดในเคลือบฟันจะเป็นการยึดติดทางกลเป็นหลักซึ่งถ้ามีการกัดของผิวลงไปได้ลึก การแทรกซึมก็มักจะเกิดขึ้นได้มากและส่งผลให้แรงยึดเพิ่มขึ้น (Nakabayashi และ Pashley.,1998) ดังนั้นการศึกษากการยึดติดในเคลือบฟันนี้จึงมักพิจารณาควบคู่ไปกับความลึก และลักษณะรูปแบบของผิวเคลือบฟันที่ถูกกรัดกัดละลายแร่ธาตุ

จากการศึกษาพบว่าเมื่อใช้ สารยึดติดระบบเซลฟ์ เอทซ์ ในเคลือบฟัน ให้ค่าความแข็งแรงเฉือนในเคลือบฟันมีค่าประมาณ22-30 เมกะปาสกาล (Fowler และคณะ, 1992 ; Barkmeier และคณะ,1995 ; Hannig และคณะ, 1999) โดยไม่ต่างจากในกลุ่มของระบบสารยึดติดแบบโททอล เอทซ์ (Barkmeier และคณะ,1995; Hannig และคณะ, 1999) อย่างไรก็ตามชนิดต่าง ๆ รวมทั้งความรุนแรงของกรดก็อาจมีผลต่อการยึดติดได้โดยพบว่าเมื่อใช้ระบบสารยึดติดแบบเซลฟ์ เอทซ์ ที่มีความรุนแรงของกรดมากกว่า จะทำให้เคลือบฟันถูกกัดผิวมากกว่า และให้ให้ค่าแรงยึดที่สูงกว่า กลุ่มระบบสารยึดติดแบบเซลฟ์ เอทซ์ ที่มีความรุนแรงของกรดต่ำ (Breschi และคณะ, 1991;Hannig และคณะ,1999 ; Vargas.,1999; Pashley และ Tay, 2001) โดยสารยึดติดแบบเซลฟ์ เอทซ์ กลุ่มที่มีความรุนแรงของกรดสูงให้ผลใกล้เคียงกับเมื่อใช้กรดฟอสฟอริกในระบบสารยึดติดแบบโททอล เอทซ์ (Pashley และ Tay, 2001; Tay และ Pashley, 2001) นอกจากค่าความแข็งแรงในการยึดติดแล้วยังพบว่า ระบบสารยึดติดแบบเซลฟ์ เอทซ์ จะให้ความแนบสนิทและความสมบูรณ์ของขอบที่ไม่ต่างจากระบบสารยึดติดแบบโททอล เอทซ์ (Krejci และคณะ, 1994; Nunes, Perdigao และRosa, 1999; Solis, Saravia และDe Goes, 1999; Munoz และคณะ, 2000)

อย่างไรก็ตามถึงแม้ว่า มีการศึกษาจำนวนมากที่พบว่าประสิทธิภาพในการทำงานของระบบสารยึดติดแบบเซลฟ์ เอทซ์ ในเคลือบฟันให้ผลที่ดีไม่ต่างจากระบบสารยึดติดแบบโททอล เอทซ์ แต่ก็มีการศึกษา ที่พบว่าระบบนี้ให้ค่าความแข็งแรงในการยึดติดที่ต่ำกว่าระบบสารยึดติดแบบโททอล เอทซ์ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (Bishara และคณะ, 1999; Glasspoole, Erickson และDavidson, 2001) และมีค่าค่อนข้างต่ำ โดยเฉพาะในกลุ่มที่เป็นระบบสารยึดติดแบบเซลฟ์ เอทซ์ ที่มีความรุนแรงของกรดในระดับปานกลางและต่ำ (Pashley และ Tay, 2001; Glasspoole และคณะ, 2001) และลักษณะเคลือบฟันที่ถูกกัดผิวก็มีความขรุขระน้อย (Perdigao และคณะ, 1995; Hannig และคณะ, 1999;

Glasspoole และคณะ, 2001; Pashley และ Tay, 2001; Tay และ Pashley, 2001) และเมื่อทำเทอร์โมไซคลิง (thermocycling) จะเกิดรอยแยกในระหว่างชั้นยึดติด แต่ไม่พบในระบบโททอล เอทซ์ (Miyazaki, Sato และ Onose, 2000) แสดงว่าการยึดติดในเคลือบฟันโดยใช้ระบบเซลฟ์ เอทซ์ ยังมีประสิทธิภาพที่ไม่ดีนัก เมื่อเทียบกับระบบโททอล เอทซ์

ถึงแม้ว่าการยึดติดในเคลือบฟันจะไม่ค่อยมีปัญหามากนักเมื่อใช้สารยึดติดระบบโททอล เอทซ์ แต่การใช้สารยึดติดระบบเซลฟ์ เอทซ์ในบริเวณเคลือบฟันซึ่งมีแร่ธาตุมากก็ยังคงเป็นข้อสงสัย โดยมีการศึกษาที่พยายามปรับปรุงคุณภาพการยึดติดให้ดีขึ้นซึ่งถึงแม้จะยังไม่ได้ข้อสรุปที่ชัดเจน เนื่องจากการศึกษายังมีไม่มากนัก แต่ก็สามารถนำมาเป็นแนวทางการศึกษาต่อไป การศึกษาดังกล่าว ได้แก่

1. การกรอผิวฟันให้เกิดความขรุขระของผิว ไม่พบว่ามีส่วนในการเพิ่มความแข็งแรงยึดติดในเคลือบฟัน โดยพบว่าการกรอหรือไม่กรอก็ให้ความแข็งแรงยึดติดไม่ต่างกัน (Kida, Momoi และ Kohno, 1999)
2. การใช้กรดฟอสฟอริก ก่อนใช้สารยึดติดระบบเซลฟ์ เอทซ์ พบว่าจะให้ผิวของเคลือบฟันถูกกัดเพิ่มขึ้น (Perdigao และคณะ, 1995; Glasspoole และคณะ, 2001) และให้ความแข็งแรงยึดติดเพิ่มขึ้น (Attin, Buchalla และ Hellwig, 1996; Kubo, Konishi และ Yokota, 1996; Kida และคณะ, 1999; Rosa และ Perdigao, 2000; Glasspoole และคณะ, 2001; Medina และคณะ, 2001) แต่ก็มีการศึกษาที่ให้ผลขัดแย้งคือพบว่าให้ความแข็งแรงยึดติดไม่ต่างไปจากเดิม (Perdigao และคณะ, 1995)
3. การใช้กรดฟอสฟอริก ร่วมกับการกรอผิว พบว่าถ้ามีการกรอผิว การใช้กรดฟอสฟอริก จะไม่มีผลเพิ่มความแข็งแรงยึดติดให้ระบบเซลฟ์ เอทซ์ แต่ถ้าไม่มีการกรอผิว การใช้กรดฟอสฟอริก จะช่วยเพิ่มค่าแรงการยึดติด (Latta, Stanislav และ Barkmeier, 2000)
4. การเพิ่มระยะเวลาการทาสารไพรเมอร์ที่มีฤทธิ์เป็นกรดให้นานขึ้น พบว่าจะทำให้ผิวเคลือบฟันมีลักษณะที่ถูกกัดผิวเพิ่มขึ้นเล็กน้อย (Latta และคณะ, 2000) แต่ยังไม่มียางานว่ามีผลต่อความแข็งแรงยึดติด
5. การเพิ่มจำนวนครั้งในการทาสารไพรเมอร์ที่มีฤทธิ์เป็นกรด พบว่าทาครั้งเดียวให้ผลดีกว่าทา 2 ครั้ง (Medina และคณะ, 2001)
6. การเพิ่มจำนวนความเข้มข้นของเรซินโมโนเมอร์ ที่มีฤทธิ์เป็นกรด จะให้ความแข็งแรงยึดติดเพิ่มขึ้นเล็กน้อย (Hayakawa, Kikutake และ Nemoto, 1998)
7. การทาโดยวิธีการถูไปมาจะให้ความแข็งแรงยึดติดที่มากกว่าทาแล้วทิ้งไว้ โดยจะทำให้ประสิทธิภาพการแทรกซึมดีขึ้น (Glasspoole และคณะ, 2001)

การศึกษาการใช้สารยึดติดระบบเซลฟ์ เอทซ์ และ โททอล เอทซ์ กับ เนื้อฟัน

ปัจจุบันการศึกษาเกี่ยวกับสารยึดติดกับเนื้อฟัน เป็นสิ่งที่ได้รับความสนใจมากกว่าส่วนอื่นๆ ของฟัน เนื่องจากเนื้อฟันเป็นองค์ประกอบของฟันที่มีปริมาณมากกว่าส่วนอื่น ๆ โดยเป็นองค์ประกอบที่มีความซับซ้อน และมีสิ่งที่เป็นอุปสรรคต่อการยึดติดค่อนข้างมาก เมื่อเทียบกับเคลือบฟัน เช่น ลักษณะโครงสร้างที่มีความแตกต่างไม่เป็นรูปแบบเดียวกันในแต่ละส่วนของเนื้อฟัน กล่าวคือ เนื้อฟันจะประกอบด้วย ท่อเนื้อฟัน เนื้อฟันส่วนรอบ ๆ ท่อเนื้อฟัน และเนื้อฟันที่อยู่ระหว่างท่อเนื้อฟัน โดยที่ลักษณะในแต่ละส่วนจะตอบสนองต่อการยึดติดที่ต่างกัน (Gwinnett, 1993) และที่ระดับความลึกที่ต่างกันก็จะมีอัตราส่วนขององค์ประกอบในส่วนต่าง ๆ นี้ต่างกันไป ซึ่งมีผลต่อการยึดติด (Marshall, 1993; Yoshiyama และคณะ, 1995) นอกจากโครงสร้างแล้ว องค์ประกอบของเนื้อฟันก็ยังเป็นสิ่งที่ เป็นอุปสรรค โดยพบว่าเนื้อฟันจะประกอบด้วยสารอินทรีย์ และน้ำมากกว่าในเคลือบฟัน (Lundeen, Sturdevant และ Studer, 1995) ทำให้การยึดติดกับสารเรซิน ซึ่งมีคุณสมบัติที่ไม่ชอบน้ำ เกิดขึ้นได้ยาก และยังทำให้ประสิทธิภาพการยึดติดในเนื้อฟันไวต่อขั้นตอนการทำงาน ด้วยเหตุนี้ทำให้การทำงาน เพื่อให้เกิดการยึดติดในเนื้อฟันมีความยุ่งยากและซับซ้อนกว่าในเคลือบฟัน (Marshall, 1993; Pashley และคณะ, 1993; Pashley และคณะ, 1995; Swift และคณะ, 1995; Perdigao และ Lopes, 1999)

จากความซับซ้อนและยุ่งยากของเนื้อฟันดังกล่าว ทำให้มีปัญหาบางประการเมื่อใช้ ระบบสารยึดติดแบบโททอล เอทซ์ เช่น การที่ต้องรักษาความชื้นที่พอเหมาะในเนื้อฟันหลังการล้างเพื่อให้เกิดการแทรกซึมที่ดี ซึ่งเป็นสิ่งที่ทำได้ยาก และปริมาณความชื้นที่ไม่พอเหมาะนี้ก็จะผลให้ความแข็งแรงยึดติดลดลง (Mario และคณะ, 1997; Pashley และ Carvalho, 1997; Nakajima และคณะ, 1999) โดยพบว่ายิ่งมีการละลายแร่ธาตุมากขึ้นเท่าไรความไวต่อปริมาณความชื้นที่ไม่พอเหมาะนี้ก็มากขึ้น (Tam และ Pilliar, 1994) เนื่องจากเกิดการฟุ้งตัวของเส้นใยคอลลาเจนหลังการกัดด้วยกรด (Dorfer และคณะ, 2000) นอกจากนั้นระบบสารยึดติดแบบโททอล เอทซ์ ยังแยกขั้นตอนการละลายแร่ธาตุด้วยการถอดออกจากการแทรกซึมของเรซิน ทำให้มีโอกาสที่การแทรกซึมจะเกิดอย่างไม่สมบูรณ์ เช่น การเกิดรอยร้าวระดับนาโน (Hannig และ Friedrichs, 2001)

ระบบสารยึดติดแบบเซลฟ์ เอทซ์ เป็นระบบที่มีขั้นตอนการใช้งานที่ง่าย ทำให้โอกาสที่จะเกิดข้อผิดพลาดในระหว่างการทำงานน้อย โดยมีการศึกษาการบูรณะฟัน บริเวณคอฟัน เปรียบเทียบในคลินิก กับในห้องทดลองพบว่าเมื่อใช้ระบบสารยึดติดแบบเซลฟ์ เอทซ์ จะให้ค่าความแข็งแรงในการยึดติดที่ใกล้เคียงกัน ในขณะที่ระบบสารยึดติดแบบโททอล เอทซ์ จะให้ค่าความแข็งแรงในการยึดติดที่ต่างกัน (Hannig และ Friedrichs, 2001) นอกจากนั้นในระบบสารยึดติดแบบเซลฟ์ เอทซ์ การละลายแร่ธาตุ จะเกิดขึ้นไปพร้อมกับการแทรกซึมของเรซินโดยไม่ต้องล้างน้ำ ทำให้การแทรกซึมมีความสมบูรณ์ โดยพบว่าเกิดรอยร้าวระดับนาโนน้อยกว่าในระบบสารยึดติดแบบโททอล เอทซ์ (Li, Burrow และ Tyas, 2001) และจากการที่ระบบสารยึดติดแบบเซลฟ์ เอทซ์ ละลายแร่ธาตุได้น้อยกว่าระบบสารยึดติดแบบ

โททอล เอทซ์ (Tam และ Pilliar, 1994; Perdigao, Gomes และคณะ, 2000) ทำให้มีเส้นใยคอลลาเจนที่ไม่มีแร่ธาตุล้อมรอบ มีจำนวนน้อยกว่าระบบโททอล เอทซ์ ความไวต่อปริมาณความชื้นจึงน้อยกว่า (Tam และ Pilliar, 1994) โดยมีการศึกษาที่พบว่า การละลายแร่ธาตุ โดยให้มีแร่ธาตุหลงเหลืออยู่บ้าง จะช่วยให้การยึดติดเกิดขึ้นดีกว่าการละลายแร่ธาตุออกไปจนหมด หรือละลายออกมากเกินไป (Pashley และคณะ, 1993; Perdigao และคณะ, 1994; Sano, Ciucchi และคณะ, 1994)

จากข้อมูลข้างต้นทำให้ระบบสารยึดติดแบบเซลฟ์ เอทซ์ ได้รับการยอมรับในการใช้งานในส่วนเนื้อฟันปกติ ในขณะที่ส่วนเคลือบฟันและส่วนอื่นๆของฟันรวมทั้งเนื้อฟันที่มีการเปลี่ยนแปลงไปจากปกติเช่นเนื้อฟันสเคลอโรติก ยังเป็นข้อสงสัยและยังไม่มีข้อสรุป โดยมักพบว่า เมื่อใช้สารยึดติดในระบบเซลฟ์ เอทซ์ การละลายแร่ธาตุจะเกิดน้อย และมีชั้นไฮบริดที่บางกว่าในระบบสารยึดติดแบบโททอล เอทซ์ (Yoshiyama และคณะ, 1997; Tay และ Pashley, 2001) อย่างไรก็ตามมีการศึกษาจำนวนมากที่พบว่า ความหนาของชั้นไฮบริดไม่มีความสัมพันธ์กับความแข็งแรงยึดติด (Nakajima และคณะ, 1999; Perdigao, Lopes และ Gomes, 2000; Walker และคณะ, 2000; Gallo และคณะ, 2001) โดยคุณภาพของชั้นไฮบริดจะเป็นสิ่งที่มีความสำคัญมากกว่า ดังนั้นระบบสารยึดติดแบบเซลฟ์ เอทซ์ จึงให้ความแข็งแรงยึดติดที่สูงใกล้เคียงกับระบบโททอล เอทซ์ ทั้ง ๆ ที่มีชั้นไฮบริดบางกว่ามาก (Fortin และคณะ, 1994; Chigira และคณะ, 1994; Yoshiyama, Sano และคณะ, 1996; Yoshiyama และคณะ, 1997; Prati และคณะ, 1998; Nunes และคณะ, 2000) โดยพบว่าความแข็งแรงยึดติดมีค่าสูงพอที่จะทนต่อการหดตัวของกาเกิดโพไลเมอไรเซชันของวัสดุเรซินคอมโพสิตได้ คือมีค่าประมาณ 20-30 เมกะปาสกาล (Davidson และคณะ, 1984; Barkmeier และคณะ, 1995; Hannig และคณะ, 1999)

อย่างไรก็ตามสารยึดติดระบบเซลฟ์ เอทซ์ แต่ละชนิดจะมีองค์ประกอบที่แตกต่างกัน ซึ่งจะส่งผลกระทบต่อค่าความแข็งแรงในการยึดติด (Nunes และคณะ, 2000) โดยมักพบว่ากลุ่มที่มีความรุนแรงของกรดน้อยมีแนวโน้มที่จะเกิดการยึดติดที่น้อยกว่ากลุ่มที่มีความรุนแรงของกรดมากกว่า (Hannig และ Friedrichs, 2001) อย่างไรก็ตาม สารยึดติดระบบเซลฟ์ เอทซ์ ไม่ได้มีการกำจัดชั้นสเมียร์ออก ซึ่งตามปกติพบว่าชั้นสเมียร์ จะหนาประมาณ 0.5-5 ไมครอน (Swift และคณะ, 1995) เฉลี่ยโดยทั่วไปหนาประมาณ 1 ไมครอน (Watanabe, Nakabayashi และ Pashley, 1994) โดยระบบสารยึดติดแบบเซลฟ์ เอทซ์ จะแทรกซึมลงไปได้ลึกประมาณ 0.5-2.5 ไมครอน (Pashley และ Carvalho, 1997; Tay และคณะ, 2000; Inoue และคณะ, 2000) จากการที่พบว่าชั้นไฮบริดที่เกิดขึ้นจากระบบสารยึดติดแบบเซลฟ์ เอทซ์ นี้จะแบ่งออกเป็น 2 ส่วน คือ ส่วนที่เป็นชั้นไฮบริดกับชั้นสเมียร์ กับชั้นไฮบริดที่เกิดกับองค์ประกอบของฟันที่แท้จริง โดยชั้นไฮบริดที่เกิดจากการที่เรซินแทรกซึมลงไปชั้นสเมียร์ จะมีผลต่อการยึดติดน้อย เนื่องจากชั้นสเมียร์จะยึดกับฟันเพียงหลวม ๆ ซึ่งจะต่างจากชั้นไฮบริดที่เกิดจากการที่เรซินแทรกซึมลงไปเนื้อฟัน และเป็นชั้นไฮบริดที่เกิดกับองค์ประกอบของฟันอย่างแท้จริง ซึ่งชั้นนี้

จะเป็นส่วนที่มีความสำคัญ ทำให้เกิดการยึดติดมากกว่าชั้นไฮบริดที่เกิดกับชั้นสเมียร์ (Tay และคณะ, 2000; Chappell และ Charles, 1994) ซึ่งต่างจากระบบโททอล เอทซ์ ที่ชั้นไฮบริด ที่เกิดขึ้นจะไม่มีส่วนที่เป็นชั้นไฮบริดที่เกิดกับชั้น สเมียร์ โดยเป็นชั้นไฮบริดที่เกิดกับองค์ประกอบของฟันอย่างแท้จริงทั้งหมด (Tay และคณะ, 2000)

การยึดติดกับเนื้อฟันในส่วนที่อยู่ระหว่างท่อเนื้อฟัน และเรซิน แท็ก ที่ยื่นเข้าไปในท่อเนื้อฟันส่วนต้น จะให้ความแข็งแรงมากกว่าส่วนของเรซิน แท็ก ที่ยื่นลงไปลึก ๆ เนื่องจากมีการยึดต่อเนื่องมาจากชั้นไฮบริดที่เกิดกับเนื้อฟันที่อยู่ระหว่างท่อเนื้อฟัน โดยจะมีความแนบสนิทและเกิดการยึดที่ ดีกว่า (Pashley และ Carvalho, 1997) และพบว่า การแทรกซึมในแนวกว้างในลักษณะที่เกิดการยึดแบบมีกิ่งก้านสาขาของเรซินแทรกเข้าไปเกิดเป็นลักษณะของร่างแห จะให้ผลดีกว่าการแทรกซึมในแนว ลึก (Chappell และ Charles, 1994) อย่างไรก็ตามตำแหน่งของเนื้อฟันที่ใกล้โพรงประสาทฟันมาก ขึ้น พบว่าการใช้ระบบสารยึดติดแบบโททอล เอทซ์ จะให้ความแข็งแรงยึดติดที่ดีกว่าในระบบสารยึดติดแบบเซลฟ์ เอทซ์ ซึ่งอาจเนื่องมาจากตำแหน่งที่ลึกลงไปมีท่อเนื้อฟันมากขึ้นทำให้ระบบโททอล เอทซ์ ซึ่ง มีการละลายแร่ธาตุมากกว่าทำให้มีการแทรกซึมของเรซินไปยึดติดเป็นแขนงมากกว่า การแทรกซึมของ เรซินในระบบเซลฟ์ เอทซ์ ที่การแทรกซึมของ เรซินลงไปในท่อเนื้อฟันไม่ลึกพอที่จะเกิดกิ่งก้านสาขา แทรกลงไปตามด้านข้างของท่อเนื้อฟัน (Yoshiyama และคณะ, 1995)

ดังกล่าวมาแล้วว่า กลุ่มสารยึดติดแบบเซลฟ์ เอทซ์ นี้ มีการแบ่งออกเป็นประเภทต่างๆ ตาม ความรุนแรงของกรดที่เป็นองค์ประกอบ ซึ่งจะมีลักษณะของชั้นไฮบริดที่แตกต่างกัน โดยจะส่งผลต่อ การยึดติดที่ต่างกันด้วย (Nunes และคณะ, 2000) โดยพบว่า กลุ่มที่มีความเป็นกรด รุนแรงจะมี ชั้นไฮบริดที่หนากว่า (Tay และ Pashley, 2001) โดยมีการศึกษาที่พบว่าสารยึดติดระบบเซลฟ์ เอทซ์ ที่มีความรุนแรงของกรดสูง ให้ค่าความแข็งแรงในการยึดติดไม่ต่างจากระบบสารยึดติดแบบโททอล เอทซ์ (Frankenberger และคณะ, 2001) โดยพบว่า เมื่อเพิ่มความเข้มข้นของ องค์ประกอบเรซิน โมโนเมอร์ที่มีฤทธิ์เป็นกรด จะทำให้ค่าความแข็งแรงในการยึดติดเพิ่มขึ้น (Watanabe และคณะ, 1994; Hayagawa และคณะ, 1998) ซึ่งต่างจากการศึกษาอีกการศึกษาหนึ่งที่พบว่า การเพิ่มความ เข้มข้น จะไม่เพิ่มค่าแรงในการยึดติด แต่จะทำให้เกิดช่องว่างลดลง (Chigira และคณะ, 1994) อย่างไรก็ตามการเพิ่มความเข้มข้นของกรดนี้พบว่า เมื่อเพิ่มสูงไปเรื่อยๆถึงระดับหนึ่ง จะไม่มีผลเพิ่มค่า แรงการยึดติด (Watanabe และคณะ, 1994)

สำหรับกลุ่มที่มีความรุนแรงของกรดน้อยหรือปานกลางยังไม่มีข้อสรุปที่ชัดเจน โดยจากการ ศึกษาพบว่า มีทั้งที่ได้ผลว่าการใช้สารยึดติดระบบเซลฟ์ เอทซ์ จะให้ค่าความแข็งแรงในการยึดติด มีทั้ง ให้ค่าที่น้อยกว่า (Cardoso, Braga และ Carrilho, 1998; Yoshiyama และคณะ, 2000) หรือไม่แตก ต่าง (Fortin และคณะ, 1994) เมื่อเปรียบเทียบกับระบบสารยึดติดแบบโททอล เอทซ์ อย่างไรก็ตาม มีการศึกษาที่พบว่า ความล้มเหลวที่เกิดขึ้นในระบบสารยึดติดแบบเซลฟ์ เอทซ์ จะเป็นความล้มเหลว

ภายในชั้นของสารยึดติด แต่ระบบสารยึดติดแบบโททอล เอทซ์ จะเกิดจากความล้มเหลวระหว่างชั้นที่ยึดติด ซึ่งแสดงว่า ความแข็งแรงของสารยึดติดในระบบสารยึดติดแบบเซลฟ์ เอทซ์ มีค่าน้อย จึงเกิดการแตกออกที่จุดนี้ก่อน

ถึงแม้ว่าโดยส่วนใหญ่แล้วพบว่าการใช้สารยึดติด ให้ผลที่ยอมรับได้กับเนื้อฟัน ก็ยังมีความพยายามที่จะปรับปรุงให้มีประสิทธิภาพที่ดียิ่งขึ้น ซึ่งผลการศึกษาที่ได้ถึงแม้จะยังมีไม่มาก และให้ผลยังไม่เป็นที่แน่นอน ไม่สามารถสรุปได้ แต่ก็อาจนำมาใช้เป็นแนวทางการศึกษาต่อไปได้ ดังนี้

1. เติมฟิลเลอร์ (filler) พบว่าให้ผลดีถ้าเติมในปริมาณที่พอเหมาะ เพื่อให้เกิดความแข็งแรง และมีความหนาพอที่จะช่วยดูดซับและกระจายแรง ซึ่งปรากฏว่าให้ผลที่ดี (Frankenberger และคณะ, 2001) อย่างไรก็ตามการใส่ฟิลเลอร์ลงไปมาก ๆ จะทำให้การไหลแผ่ ของวัสดุลดลง ซึ่งเป็นคุณสมบัติที่จำเป็นต่อการทำให้เกิดการแทรกซึมที่ดี ดังนั้นการใส่ฟิลเลอร์ลงไปมาก ๆ พบว่าทำให้ความแข็งแรงยึดติดลดลง แม้ว่าชั้นไฮบริดที่ได้จะมีความหนาเพิ่มขึ้น (Gallo และคณะ, 2001)

2. การกรอที่ผิว พบว่า การกรอด้วยหัวกรอ ที่มีความหยาบมากจะทำให้เกิดชั้นสเมียร์ที่หนาขึ้น และส่งผลให้ความแข็งแรงยึดติดลดลง โดยจากการศึกษาเปรียบเทียบการใช้หัวกรอชนิดต่างๆ พบว่า หัวกรอกากเพชรแบบหยาบ ให้ค่าความแข็งแรงในการยึดติดต่ำที่สุด ถัดมาคือหัวกรอพีชเซอร์แบบหยาบ หัวกรอพีชเซอร์ละเอียด และการขัดด้วยแผ่นซิลิคอนคาร์ไบด์ขนาดความละเอียด 600 ให้ค่าความแข็งแรงในการยึดติดที่สูงที่สุด สรุปว่ายิ่งใช้หัวกรอที่มีความหยาบมากจะทำให้ประสิทธิภาพลดลง (Ogata และคณะ, 2000; Koibuchi, Yasuda และ Nakabayashi, 2001)

3. ทาหลาย ๆ ชั้นพบว่า ให้การยึดติดที่ดีขึ้น เนื่องจากทำให้เกิดความหนาของชั้นยึดติด ซึ่งจะช่วยดูดซับและกระจายแรง นอกจากนี้ยังทำให้มีโอกาสที่การแทรกซึมของเรซินจะเกิดขึ้นอย่างสมบูรณ์ เนื่องจากมีความอิมตัวของเรซินในบริเวณที่ทา (Ogata และคณะ, 1999; Medina และคณะ, 2001; Zheng และคณะ, 2001) โดยผลของวิธีนี้จะให้ผลที่ไม่ดีในระบบสารยึดติดแบบโททอล เอทซ์ เนื่องจากระบบนี้ต้องมีสารที่ช่วยในการขับไล่ชั้นที่หลงเหลือแล้วสารนี้จะระเหยไป การทาหลายชั้นจะทำให้สารดังกล่าวมีจำนวนมากและระเหยออกไปไม่หมดทำให้ขัดขวางต่อการยึดติด (Ogata, 1998)

4. เพิ่มระยะเวลาในการทาเซลฟ์ เอทซ์ ไซร์เมอร์ โดยพบว่า เพิ่มเวลาเป็น 60 วินาที จะให้ค่าความแข็งแรงในการยึดติดดีกว่าเมื่อทา 30 วินาที (Ferrari และคณะ, 1997) ในขณะที่มีการศึกษาที่ขัดแย้ง โดยพบว่า เมื่อเพิ่มเวลาในการทา ฟินิล-พี และเอ็มดีพี จะทำให้ความแข็งแรงยึดติดลดลง (Hayakawa และคณะ, 1998) หรือไม่มีผลเปลี่ยนแปลง (Chigira และคณะ, 1994)

5. การใช้กรดฟอสฟอริกกำจัดชั้นสเมียร์ ก่อนการใช้ระบบสารยึดติดแบบเซลฟ์ เอทซ์ ผลที่ได้ส่วนใหญ่พบว่าการใช้กรดฟอสฟอริกไม่ช่วยเพิ่มค่าแรงในการยึดติด (Perdigao, May และคณะ, 2000; Rosa และ Perdigao, 2000; Walker และคณะ, 2000) เนื่องจากการใช้กรดฟอสฟอริกจะทำให้สูญเสียข้อดีของระบบสารยึดติดแบบเซลฟ์ เอทซ์ และทำให้เกิดข้อเสียเช่นเดียวกับในระบบสารยึดติดแบบ

โททอล เอทซ์ อย่างไรก็ตามมีการศึกษาที่พบว่า การใช้กรดฟอสฟอริกจะช่วยเพิ่มความแข็งแรงยึดติดในระบบสารยึดติดแบบเซลฟ์ เอทซ์ ซึ่งการที่เป็นเช่นนั้นน่าจะมาจากองค์ประกอบของเซลฟ์ เอทซ์ ไพร์เมอร์ นั้นมีความเป็นกรดน้อยจนไม่สามารถแทรกผ่านชั้นสเมียร์ลงไปยึดติดกับเนื้อฟันได้ ดังนั้นการใช้กรดฟอสฟอริกจะเป็นการช่วยกำจัดชั้นสเมียร์ออกไป (Gordon และคณะ, 1997)

6. ใช้โซเดียมไฮโปคลอไรด์ ก่อน ระบบสารยึดติดแบบเซลฟ์ เอทซ์ พบว่าให้ความแข็งแรงยึดติดเพิ่มขึ้น (Saboiá, Rodrigues และ Pimenta, 2000) และหากมีการปนเปื้อนด้วยเลือด การใช้โซเดียมไฮโปคลอไรด์ทำความสะอาดพื้นผิวก่อนใช้ระบบสารยึดติดแบบเซลฟ์ เอทซ์ จะช่วยเพิ่มค่าแรงในการยึดติด (Kaneshima และคณะ, 2000) ซึ่งผลที่ได้นี้สอดคล้องและมีทิศทางเดียวกับการศึกษาในระบบสารยึดติดแบบโททอล เอทซ์ (Wakabayashi และคณะ, 1994; Vargas, Cobb และ Armstrong, 1997; Phrukkanon และคณะ, 2000) โดยพบว่า การใช้โซเดียมไฮโปคลอไรด์ความเข้มข้นร้อยละ 10 เป็นเวลา 1 นาที จะช่วยทำให้พื้นผิวมีความขรุขระเพิ่มขึ้น ท่อนเนื้อฟันเปิดกว้างขึ้น และการที่โซเดียมไฮโปคลอไรด์ละลายเอาองค์ประกอบที่เป็นสารประกอบอินทรีย์ออกไป ทำให้เหลือส่วนที่เป็นสารอนินทรีย์ หรือแร่ธาตุทำปฏิกิริยาเคมีกับสารยึดติดได้ดีขึ้น ซึ่งนอกจากจะทำให้ค่าความแข็งแรงในการยึดติดเพิ่มขึ้นแล้ว ยังทำให้การสลายตัวของการยึดติด หลังการทำเทอร์โมไซคลิก เกิดขึ้นน้อยลง (Wakabayashi และคณะ, 1994) แต่อย่างไรก็ตามมีการศึกษาว่าเมื่อทาโซเดียมไฮโปคลอไรด์ทิ้งไว้นานเกินไป จะทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงรูปร่างลักษณะของเนื้อฟัน และทำให้การยึดติดลดลง (Perdigao, Lopes และคณะ, 2000)

7. ใช้ สารอีดีทีเอ กำจัด ชั้นสเมียร์ ก่อนใช้ สารยึดติดระบบเซลฟ์ เอทซ์ พบว่า เมื่อเพิ่มความเข้มข้นของ สารอีดีทีเอ จะทำให้ค่าความแข็งแรงในการยึดติดเพิ่มขึ้นโดยสูงสุดที่ความเข้มข้นร้อยละ 12 โดยน้ำหนัก (Miyasaka และ Nakabayashi, 2001) ซึ่งสอดคล้องกับการใช้ สารอีดีทีเอ ร่วมกับระบบสารยึดติดแบบโททอล เอทซ์ โดยพบว่าให้ค่าความแข็งแรงในการยึดติดสูงขึ้น เนื่องจากทำให้เส้นใยคอลลาเจนมีความคงตัว แต่พบว่าไม่มีผลเมื่อใช้ร่วมกับระบบสารยึดติดแบบเซลฟ์ เอทซ์ ชนิด ที่มีฟิลเลอร์เป็นองค์ประกอบซึ่งจะทำให้ความไวต่อการเปลี่ยนแปลงของเส้นใยคอลลาเจนลดลง (Perdigao, Lopes และ Gomes, 2000; Blomlof และคณะ, 2001)

การศึกษาการใช้สารยึดติดระบบเซลฟ์ เอทซ์ และ โททอล เอทซ์ กับ เนื้อฟันสเคลอโรติก

การเกิดเนื้อฟันสเคลอโรติกเป็นปฏิกิริยาตอบสนองเพื่อป้องกันอันตรายของฟัน โดยเมื่อมีรอยโรคหรือพยาธิสภาพ เช่น ฟันผุ หรือฟันสึก จะมีแร่ธาตุสะสมที่บริเวณเนื้อฟันมากกว่าปกติ ทั้งในส่วนของท่อเนื้อฟัน เนื้อฟันระหว่างท่อเนื้อฟัน และเนื้อฟันรอบ ๆ ท่อเนื้อฟัน (Weber, 1974; Duke และ Lindermuth, 1990; Duke และ Lindermuth, 1991) โดยแร่ธาตุที่มาสะสมพบว่า มีหลายลักษณะเช่น ผลึกเป็นรูปร่างรอมบอยด์ ผลึกลักษณะยาวคล้ายเข็ม หรือเป็นแผ่น (Vahl ,Hohling และ Frank, 1964; Yoshiyama และ Matsuo, 1998) ซึ่งการสะสมแร่ธาตุที่เพิ่มขึ้นจะมีความแปรปรวนสูง

โดยพบว่าไม่มีความสัมพันธ์กับความลึก ระยะเวลา และการเปลี่ยนแปลงของสี กับปริมาณแร่ธาตุที่มาสะสม โดยยังไม่สามารถอธิบายกลไกหรือปัจจัยในการสะสมแร่ธาตุที่เพิ่มขึ้นได้

จากการศึกษาพบว่า เมื่อใช้กรดฟอสฟอริกทำการละลายแร่ธาตุในเนื้อฟันสเคลอโรติก แล้วนำมาส่องดูด้วยกล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอนแบบส่องกราด พบว่า ในเนื้อฟัน สเคลอโรติกจะมีแร่ธาตุหลงเหลืออยู่ทั้งในเนื้อฟันที่อยู่ระหว่างท่อเนื้อฟัน และในท่อเนื้อฟัน (Van Meerbeek และคณะ, 1994 ; Kurosaki และคณะ, 1990) โดยที่การยึดติดในแต่ละส่วนของเนื้อฟันจะมีความสำคัญ และมีผลต่อการยึดติดโดยรวมของเนื้อฟัน (Gwinnett, 1993) ดังนั้นการที่มีแร่ธาตุสะสมมากกว่าปกติ โดยไปอุดตันตามส่วนต่าง ๆ ของเนื้อฟันจึงมีผลต่อกิจกรรมการยึดติด ซึ่งจากการศึกษามักพบว่า ความแข็งแรงยึดติดของเนื้อฟันสเคลอโรติกจะต่ำกว่าในเนื้อฟันปกติ ทั้งในระบบ โททอล เอทซ์ (Nakajima และคณะ, 1998) และในระบบเซลฟ์ เอทซ์ (Yoshiyama, Sano และคณะ, 1996; Yoshiyama และคณะ, 2000)

เนื้อฟันสเคลอโรติก อาจพบได้ที่บริเวณชั้นในของรอยโรคฟันผุ หรือบริเวณที่มีการสึกโดยไม่มีการผุ เช่น การสึกของฟันที่มีสาเหตุมาจากการแปรงฟัน หรือการบดเคี้ยว ซึ่ง สาเหตุการเกิดที่ต่างกันนี้ จะมีผลให้ลักษณะเนื้อฟันสเคลอโรติกแตกต่างกัน จากการศึกษาพบว่า ในเนื้อฟัน สเคลอโรติกที่เกิดบริเวณด้านในของรอยโรคฟันผุ จะมีความแข็งแรงลดลง แม้ว่าจะมีแร่ธาตุมาสะสมมากขึ้น เนื่องจากการสะสมแร่ธาตุมักเกิดในบริเวณท่อเนื้อฟัน ในขณะที่บริเวณเนื้อฟันที่อยู่ระหว่างท่อเนื้อฟันจะมีการสูญเสียแร่ธาตุไป ส่งผลให้ค่าความแข็งแรงโดยรวมลดลง (Marshall, Habelitz และคณะ, 2001) โดยเมื่อเปรียบเทียบกับเนื้อฟันสเคลอโรติกบริเวณที่มีการสึกของฟันจะพบว่า ผลึกของแร่ธาตุที่มาสะสมจะมีขนาดใหญ่กว่า และจำนวนของท่อเนื้อฟันที่ถูกอุดตันจะมากกว่าเนื้อฟันสเคลอโรติกบริเวณชั้นในของรอยโรคฟันผุ (Marshall และคณะ, 1997)

การศึกษาส่วนใหญ่เชื่อว่า แร่ธาตุที่สะสมเพิ่มขึ้นนี้จะมีผลต่อการละลายแร่ธาตุและขัดขวางการแทรกซึมของเรซิน โดยขึ้นกับชนิดและปริมาณของแร่ธาตุ มีการศึกษาที่พบว่า ถ้ามีแร่ธาตุสะสมในปริมาณมากการแทรกซึมจะเกิดขึ้นได้น้อยกว่า และลักษณะของแร่ธาตุที่เป็นแท่งสี่เหลี่ยมขนาดเล็ก จะทำให้การแทรกซึมของแร่ธาตุเกิดขึ้นน้อยกว่าแร่ธาตุที่มีลักษณะเป็นผลึกขนาดใหญ่ ซึ่งเมื่อศึกษาจากภาพขยายบริเวณเนื้อฟันสเคลอโรติกที่เกิดจากการสึกบริเวณคอฟันพบว่าจะมีการสะสมแร่ธาตุแบ่งเป็น สามลักษณะ คือบริเวณแรกที่ผิวด้านนอกแร่ธาตุที่สะสมจะเป็นแผ่นหรือแท่ง (plate or rod) ถัดมาในบริเวณที่สองในเนื้อฟันสเคลอโรติกที่อยู่ด้านในเข้ามา ลักษณะของผลึกจะเหมือนกับในบริเวณผิวดแต่จะมีขนาดเล็กกว่า และในบริเวณที่สามคือการสะสมแร่ธาตุในท่อเนื้อฟันจะเป็นผลึกรูปร่างสี่เหลี่ยม ซึ่งเมื่อทำการวิเคราะห์แยกธาตุ พบว่าน่าจะเป็นผลึกวิทลอคโคต เนื่องจากมีแมกนีเซียมเป็นองค์ประกอบในขณะที่ไม่พบในอีกสองบริเวณที่กล่าวมาแล้ว ซึ่งแสดงว่าน่าจะเป็นผลึกชนิดอื่น (Tay, Kwong, Itthigarun และคณะ, 2000)

เมื่อพิจารณาศึกษาจากภาพขยายบริเวณรอยต่อที่มีการยึดติดพบว่า การแทรกซึมของเรซิน เกิดเป็นชั้นไฮบริดและเรซินแท้ในเนื้อฟันสเคลอโรติกจะมีปริมาณน้อยกว่าในเนื้อฟันปกติ (Yoshiyama,Sano และคณะ, 1996; Nakajima และคณะ, 2000; Kwong และคณะ, 2002; Sakoolnamarka, Burrow และ Tyas, 2002) ลักษณะชั้นไฮบริดที่เกิดกับเนื้อฟันสเคลอโรติกจะแตกต่างจากในเนื้อฟันปกติ โดยพบว่า เมื่อใช้ระบบยึดติดแบบโททอล เอทซ์ ซึ่งใช้กรดฟอสฟอริกเข้มข้นร้อยละ 30-40 ในการเตรียมผิวฟันสเคลอโรติก ชั้นไฮบริดและเรซินแท้ จะไม่สม่ำเสมอ โดยส่วนมากมักจะมีจำนวนน้อย และ ล้น โดยพบว่าในบางตำแหน่งไม่พบเรซินแท้เลย ซึ่งสอดคล้องกับการศึกษาเมื่อใช้ สารยึดติดระบบโททอล เอทซ์ เปรียบเทียบกับระบบเซลฟ์ เอทซ์ ในเนื้อฟันปกติ และเนื้อฟันสเคลอโรติก พบว่าในเนื้อฟันปกติจะไม่พบแร่ธาตุค้างอยู่ในบริเวณที่เป็นชั้นไฮบริด แต่ในเนื้อฟันสเคลอโรติกจะมีแร่ธาตุหลงเหลืออยู่ โดยพบว่าในกลุ่มที่ใช้ระบบเซลฟ์ เอทซ์ จะมีแร่ธาตุเหลืออยู่มากกว่าระบบโททอล เอทซ์ และไม่มีการแทรกซึมของเรซินลงไปในท่อเนื้อฟันหรือไม่เกิดเรซินแท้ ลักษณะของชั้นไฮบริดไม่ชัดเจนและไม่สม่ำเสมอ โดยเฉลี่ยมักจะมีขนาดน้อยกว่าไมครอน ในขณะที่ระบบโททอล เอทซ์ จะมีเรซินแท้ เกิดขึ้นบ้างแต่จะมีขนาดล้นกว่า และยังพบการอุดตันของแร่ธาตุหลงเหลืออยู่ในท่อเนื้อฟัน (Van Meerbeek และคณะ,1994; Prati และคณะ, 1999; Share และคณะ,2000; Tay และคณะ,2000) ซึ่งเมื่อเปรียบเทียบการใช้สารยึดติดระบบเซลฟ์ เอทซ์ กับระบบโททอล เอทซ์ ในเนื้อฟันสเคลอโรติกที่เป็นผลมาจากโรคฟันผุ พบว่าให้ค่าความแข็งแรงยึดติดแบบดิ่งไม่แตกต่างกัน (Nakajima และคณะ, 1995)

อย่างไรก็ตามการที่ความแข็งแรงในการยึดติดของเนื้อฟันสเคลอโรติกลดลงกว่าเนื้อฟันปกติ อาจไม่ได้เกิดจากแร่ธาตุที่มาสะสมเพิ่มขึ้นขัดขวางต่อการแทรกซึมของเรซินเท่านั้น แต่อาจเกิดจากสาเหตุอื่นด้วย เช่นทิศทางของท่อเนื้อฟันบริเวณยึดติดก็เป็นปัจจัยหนึ่งที่มีผลต่อการยึดติด โดยถ้าขนานกับทิศทางของท่อเนื้อฟัน การแทรกซึมจะน้อยกว่าทิศทางตั้งฉาก และการแทรกซึมที่น้อยนี้ส่งผลให้ชั้นไฮบริดมีลักษณะบาง (Harnirattisai และคณะ, 1992) และให้ค่าความแข็งแรงในการยึดติดลดลง (Phrukkanon, Burrow และTyas, 1999) โดยที่ทิศทางของท่อเนื้อฟันที่เกิดจากการสึกจะถูกกำหนดโดยธรรมชาติตามลักษณะการสึก ซึ่งโดยส่วนใหญ่จะไม่อยู่ในแนวตั้งฉาก อย่างไรก็ตาม มีการศึกษาพบว่า เมื่อทดสอบตำแหน่งของเนื้อฟันสเคลอโรติกที่ต่างกัน แต่อยู่ในโพรงคลาสไฟว์ (class V) เดียวกัน จะให้ความแข็งแรงยึดติดที่ไม่ต่างกัน (Yoshiyama,Sano และคณะ, 1996) ซึ่งอาจเนื่องมาจากการที่มีแร่ธาตุไปสะสมอุดตันท่อเนื้อฟัน ทำให้อิทธิพลจากทิศทางของท่อเนื้อฟันที่จะมีผลต่อการแทรกซึมของสารยึดติด ลดลง

การเปลี่ยนแปลงคุณสมบัติของเนื้อฟันสเคลอโรติกก็เป็นอีกสาเหตุหนึ่งที่มีผลต่อความแข็งแรงยึดติด โดยพบว่าในเนื้อฟันสเคลอโรติกบริเวณชั้นในของโรคฟันผุจะมีการละลายแร่ธาตุออกไปบางส่วน ลักษณะของชั้นไฮบริดที่เกิดขึ้นจะมีรูพรุนมากกว่าในเนื้อฟันปกติ ดังนั้นการที่ความแข็งแรง

ยึดติดลดลง อาจเกิดจากการที่เนื้อพืชมมีความแข็งแรงลดลง โดยพบว่าความล้มเหลวที่เกิดขึ้นหลังการทดสอบจะเกิดที่ชั้นของเนื้อพืชมมากกว่าที่ชั้นยึดติด (Yoshiyama และคณะ, 2002)

อย่างไรก็ตาม ถึงแม้ว่าการมีแร่ธาตุสะสมมากกว่าปกติจะทำให้แรงยึดติดน้อยกว่าในเนื้อพืษปกติ แต่ก็ยังให้ค่ายึดติดที่สูงกว่าในกรณีที่มีการสูญเสียแร่ธาตุไปมากกว่าปกติ (Tam และ Pilliar, 1994) เพราะในภาวะที่มีการสะสมแร่ธาตุมากกว่าปกติ จะทำให้การแทรกซึมของกรดและการละลายแร่ธาตุน้อยกว่าในเนื้อพืษปกติ ค่าความแข็งแรงในการยึดติดที่ได้ในเนื้อพืษเคลือบโรติก จึงต่ำกว่าในเนื้อพืษปกติ แต่แร่ธาตุที่เหลืออยู่ จะช่วยให้คอลลาเจนมีความคงตัว และ ยังสามารถเกิดปฏิกิริยาเคมีระหว่างองค์ประกอบของสารยึดติดบางชนิดกับแร่ธาตุได้ด้วย ถึงแม้ว่าการเกิดปฏิกิริยาเคมีจะให้ค่าความแข็งแรงในการยึดติดไม่มากนัก ซึ่งเมื่อเปรียบเทียบกับเนื้อพืษที่มีการสูญเสียแร่ธาตุมากกว่าปกติ พบว่าจะมีค่าความแข็งแรงในการยึดติดต่ำกว่าเนื้อพืษที่มีการสะสมแร่ธาตุมากกว่าปกติ เนื่องจากเมื่อมีการสูญเสียแร่ธาตุไป คอลลาเจนก็จะมีค่าคงตัวน้อย และเกิดการฟุ่บตัวได้ง่าย ซึ่งมีผลต่อการแทรกซึมของเรซิน และทำให้การยึดติดมีประสิทธิภพลดลง ดังนั้นแร่ธาตุที่ถูกละลายออกไป และแร่ธาตุที่เหลืออยู่ต่างก็มีผลต่อการยึดติด การพิจารณาเรื่องการยึดติดในเนื้อพืษนอกจากจะพิจารณาจากการละลายแร่ธาตุแล้ว สิ่งที่ต้องคำนึงถึงเสมออีกประการหนึ่ง คือ ความคงตัวของคอลลาเจน ซึ่งต่างจากการพิจารณาในเคลือบพืษที่มีสารอินทรีย์หรือ คอลลาเจนเป็นองค์ประกอบในปริมาณที่น้อยมาก

จากการที่เนื้อพืษเคลือบโรติกยังมีปัญหาในเรื่องของความแข็งแรงในการยึดติด จึงมีการศึกษาเพื่อหาแนวทางที่จะเพิ่มค่าความแข็งแรงในการยึดติด โดยการปรับเปลี่ยนวิธีการเตรียมพื้นผิว และการใช้วัสดุ ด้วยวิธีต่างๆ ดังนี้

1. ใช้กรดฟอสฟอริกร่วมกับสารยึดติดระบบเซลล์ เอทซ์ เป็นวิธีที่มีการศึกษาและมีแนวโน้มของความเป็นไปได้ โดยพบว่าเมื่อใช้กรดฟอสฟอริกกัดผิวตามระบบโททอล เอทซ์ จะทำให้เนื้อพืษเคลือบโรติกถูกกำจัดชั้นสเมียร์ออกไป และอาจมีการละลายแร่ธาตุออกไปบางส่วน เมื่อมีการใช้ เซลฟ์ เอทซ์ ไพร์เมอร์ ก็จะทำให้มีการละลายแร่ธาตุซ้ำ โดยจะเกิดไปพร้อมๆ กับการแทรกซึมของเรซิน โมโนเมอร์ ซึ่งวิธีนี้นอกจากทำให้มีการละลายแร่ธาตุเพิ่มขึ้นแล้ว ยังให้การแทรกซึมของเรซิน ลงไปในส่วนที่มีการละลายแร่ธาตุมีความสมบูรณ์ หรือกล่าวได้ว่าชั้นไฮบริด ที่เกิดขึ้นมีคุณภาพดี โดยพบว่าจะเกิดช่องว่าง ในชั้นไฮบริด น้อยกว่า เมื่อใช้ระบบโททอล เอทซ์ เพียงอย่างเดียว นอกจากนั้นชั้นไฮบริดที่ได้ยังมีความหนากว่าเมื่อใช้ระบบโททอล เอทซ์ โดยจะมีความหนาประมาณ 0.5-2 ไมครอน ในเนื้อพืษเคลือบโรติกที่อยู่ในระดับพื้นผิวพืษ และมีความหนาประมาณ 3-6 ไมครอนในเนื้อพืษเคลือบโรติก ที่อยู่ในระดับลึก ในขณะที่ระบบโททอล เอทซ์ จะมีความหนาของชั้นไฮบริด 0-1 และ 0.5-2.5 ไมครอนตามลำดับ (Prati และคณะ, 1999) อย่างไรก็ตามการใช้กรดฟอสฟอริกในระบบโททอล เอทซ์ ซึ่งพบว่ามีปัญหาเกี่ยวกับการใช้ในเนื้อพืษปกติตรงที่ จะเกิดการละลายแร่ธาตุมากเกินไป และทำให้การแทรกซึมของเร

ชิน มีโอกาสที่จะไม่ลงไปเต็มสมบูรณ์ในส่วนที่มีการละลายแร่ธาตุออกไป แต่กลับพบว่าไม่มีปัญหาเมื่อนำมาใช้ในเนื้อพืชเคลอโรติก โดยเฉพาะอย่างยิ่งเมื่อใช้ร่วมกับระบบเซลล์ เอทซ์ ซึ่งการที่เป็นเช่นนี้ เกิดจากการที่กรดฟอสฟอริกละลายแร่ธาตุได้น้อยลงในเนื้อพืชเคลอโรติกเมื่อเทียบกับในเนื้อพืชปกติ ทำให้ไม่เกิดผลเสียในเรื่องการละลายแร่ธาตุออกมากเกินไป การใช้กรดฟอสฟอริกในเนื้อพืชเคลอโรติกเปรียบเสมือนการนำร่องให้กับระบบเซลล์ เอทซ์ ทำให้ระบบเซลล์ เอทซ์ ทำงานมีประสิทธิภาพยิ่งขึ้น นอกจากนี้ ข้อเสียอีกอย่างหนึ่งของระบบโททอล เอทซ์ในการใช้กรดฟอสฟอริกละลายแร่ธาตุในเนื้อพืชปกติ คือทำให้คอลลาเจนที่เหลืออยู่มีความไวต่อความชื้นมากขึ้น ซึ่งพบว่าในเนื้อพืชเคลอโรติกจะมีปัญหานี้ลดลงเนื่องจากความไวต่อปริมาณความชื้นจะแปรผันตามปริมาณแร่ธาตุที่ถูกละลายออกไป ดังนั้นการที่เนื้อพืชเคลอโรติกมีการสะสมแร่ธาตุเพิ่มขึ้น เมื่อมีการใช้กรดละลายแร่ธาตุ จะยังคงมีแร่ธาตุเหลืออยู่ ทำให้คอลลาเจนที่เผชิญมีปริมาณน้อย และมีความไวต่อปริมาณความชื้นที่ไม่เหมาะสมลดลง (Perdigao และคณะ, 1994 ; Tam และ Pilliar, 1994) โดยพบว่าเมื่อใช้สารยึดติดระบบโททอล เอทซ์ การเตรียมผิวฟันให้มีความชื้นที่พอเหมาะ จะให้ความแข็งแรงยึดติดในเนื้อพืชเคลอโรติกไม่ต่างจากในเนื้อพืชปกติ ในขณะที่ถ้าทำให้แห้งเกินไปจะทำให้ความแข็งแรงยึดติดในเนื้อพื้ปกติลดลงครึ่งหนึ่งโดยประมาณ (Nakajima, Sano และคณะ, 1999)

2. การกรอผิว จากการศึกษพบว่าชั้นสเมียร์ที่เกิดจากการกรอผิวเนื้อพืชเคลอโรติกจะมีแร่ธาตุมากและจะขัดขวางการแทรกซึมผ่าน และต้านทานต่อกรดและสารต่างๆ มากกว่าชั้นสเมียร์ของเนื้อพืชปกติ (Pashley และคณะ, 1991) การกรอตัดผิวจะทำให้เกิดชั้นสเมียร์เพิ่มมากขึ้น ดังนั้นจึงอาจไปรบกวนต่อการยึดติด โดยเฉพาะอย่างยิ่งในระบบเซลล์ เอทซ์ ที่ไม่มีการกำจัดชั้นสเมียร์

3. การใช้กรดที่มีความเข้มข้นมากกว่า จะทำให้มีการละลายแร่ธาตุที่อุดตันในเนื้อพืชเคลอโรติกได้มากขึ้น โดยพบว่าการใช้กรดฟอสฟอริกเข้มข้นร้อยละ 32-35 ในการเตรียมผิวเนื้อฟันที่บริเวณชั้นในของเนื้อฟันผุ จะละลายแร่ธาตุได้มากกว่าเมื่อใช้กรดฟอสฟอริกเข้มข้นร้อยละ 10 หรือกรดมาเลอิก โดยความเข้มข้นของกรดที่ลดลงนี้ไม่มีผลต่อความแข็งแรงยึดติดในเนื้อพืชปกติ (Nakajima และคณะ, 2000) นอกจากนี้ยังพบว่าสารยึดติดที่มีองค์ประกอบเป็นกรดโพลีอัลคิลีนอีกอาจมีส่วนช่วยให้เกิดพันธะทางเคมีกับแร่ธาตุที่มาสะสม (Nakajima, Ogata และคณะ, 1999)

อย่างไรก็ตาม การศึกษาเกี่ยวกับการยึดติดในเนื้อพืชเคลอโรติกยังมีน้อย ทำให้แนวทางในการเพิ่มความแข็งแรงยึดติดในเนื้อพืชเคลอโรติกยังไม่มีข้อสรุปและทิศทางที่ชัดเจน โดยการศึกษาเกี่ยวกับการยึดติดในเคลือบฟันและเนื้อฟันซึ่งมีข้อมูลมากกว่า อาจนำมาใช้ เป็นแนวทางในการศึกษาการยึดติดในเนื้อพืชเคลอโรติกต่อไป การศึกษาเกี่ยวกับการยึดติด และการพัฒนาประสิทธิภาพการยึดติด ในเนื้อพืชเคลอโรติกเป็นสิ่งสำคัญและมีความจำเป็นอย่างมาก เนื่องจากการทำงานจริงในคลินิก โอกาสที่จะต้องยึดกับฟันปกติจะมีน้อยโดยส่วนใหญ่พื้นที่ต้องการบูรณะ จะมีรอยโรคอย่างใดอย่างหนึ่ง เช่น การผุของฟัน หรือการสึกของฟัน อันเนื่องมาจากสาเหตุต่างๆ ซึ่งรอยโรคเหล่านี้จะเป็น

การกระตุ้นให้เป็นการสะสมแร่ธาตุเพื่อให้เกิดการป้องกันต่ออันตรายที่จะเกิดกับฟัน ดังนั้นการบูรณะฟันในการทำงานจริงในคลินิกส่วนใหญ่จึงต้องทำงานกับเนื้อฟันสเคลอโรติคมากกว่าเนื้อฟันปกติ

วิธีการประเมินค่าความแข็งแรงในการยึดติด

การศึกษาเพื่อเปรียบเทียบค่าความแข็งแรงในการยึดติด เป็นวิธีที่นิยมนำมาใช้เปรียบเทียบประสิทธิภาพในการยึดติด โดยทั่วไปนิยมวัดค่าความแข็งแรงยึดติดแบบดึง โดยการวัดค่าแรงต้านทานต่อการดึง และวัดค่าความแข็งแรงเฉือน โดยการวัดค่าความต้านทานต่อแรงเฉือน ปัจจุบันมีการศึกษาในเรื่องค่าความแข็งแรงการยึดติดเป็นจำนวนมาก โดยพบว่านิยมใช้การวัดแบบวัดค่าแรงต้านทานต่อการดึงมากกว่าการวัดค่าแรงต้านทานต่อการเฉือน (Watanabe และคณะ, 1994) เนื่องจากการวัดค่าความแข็งแรงในการยึดติดโดยทดสอบด้วยการดึงจะสามารถกระจายแรงได้ทั่วถึงในบริเวณที่ต้องการทดสอบ แต่วิธีนี้จะมีปัญหาตรงที่ต้องใช้พื้นที่ในการยึดติดที่มีขนาดใหญ่ ในขณะที่ถ้าใช้วิธีทดสอบด้วยแรงเฉือน ซึ่งเป็นวิธีที่ทำได้ง่ายกว่า แต่การกระจายแรงจะมีความสม่ำเสมอน้อยกว่าการใช้แรงดึง โดยพบว่าจะมีแรงมากระทำมากที่บริเวณขอบ และลักษณะการแตกหักที่เกิดขึ้นมักเป็นการแตกของชั้นวัสดุหรือฟัน ทำให้ค่าแรงที่วัดได้ไม่ใช่ความแข็งแรงยึดติดระหว่างวัสดุกับฟัน (Tanbiroj และคณะ, 2000)

จากการศึกษาของ Sano และคณะ (Sano, Shono และคณะ, 1994) พบว่าค่าความแข็งแรงยึดติดแบบดึงจะสัมพันธ์กับพื้นที่ยึดติด โดยพบว่าการกระจายของแรงที่กระทำต่อชั้นยึดติดมีความสำคัญ โดยพบว่าหากทิศทางของแรงไม่อยู่ในแนวเดียวกับพื้นที่ยึดติด แรงที่กระทำจะไม่สม่ำเสมอ โดยมีความเครียด(stress)เกิดขึ้นบริเวณจุดใดจุดหนึ่งมาก และพบว่ามักจะมี ความเครียดเกิดขึ้นบริเวณขอบมากที่สุด นอกจากนี้ ถ้ามีพื้นที่การยึดติดขนาดใหญ่ จะทำให้มีโอกาสเกิดความไม่สมบูรณ์ในการยึดติดในบางตำแหน่งได้มากกว่าพื้นที่ยึดติดขนาดเล็ก และจะเป็นจุดอ่อนที่จะทำให้เกิดการเริ่มต้นของความล้มเหลวในการยึดติด ดังนั้นค่าความแข็งแรงที่วัดได้ จึงมีโอกาสที่จะไม่ใช่ค่าความแข็งแรงในการยึดติดอย่างแท้จริง โดยขึ้นกับความไม่สมบูรณ์ของการยึดติดมากกว่าเป็นการวัดคุณภาพของการยึดติด จากการศึกษาพบว่า ถ้าใช้พื้นที่ในการยึดติดขนาดใหญ่ลักษณะความล้มเหลวที่เกิดขึ้นมักจะเป็นลักษณะผสม คือมีทั้งความล้มเหลวในระหว่างชั้นยึดติด และความล้มเหลวที่เกิดภายในชั้นยึดติด แต่ปัญหานี้จะพบน้อยลง ถ้าลดขนาดพื้นที่ยึดติดให้เล็กลง โดยพบว่าที่ขนาดยึดติดประมาณ 1.6-1.8 ตารางมิลลิเมตร ความล้มเหลวที่เกิดขึ้นจะเป็นความล้มเหลวในระหว่างชั้นยึดติด และเมื่อทำการทดสอบซ้ำกันหลายๆ ครั้ง พบว่ามีความแปรปรวนของผลน้อย ทำให้ค่าที่วัดได้มีความน่าเชื่อถือมากกว่า นอกจากนี้การใช้วิธีการวัดความแข็งแรงยึดติดโดยทำการยึดติดในพื้นที่ขนาดเล็ก ยังเหมาะสมกับการศึกษาในพื้นที่จำกัด เช่น ในฟันมนุษย์ โดยเฉพาะอย่างยิ่ง การศึกษาในบริเวณเนื้อฟันที่มีการผุ หรือเนื้อฟันสเคลอโรติค รวมทั้งในโพรงฟันที่มีความซับซ้อนได้โดยไม่จำเป็นต้องเตรียมผิวฟันให้มีลักษณะแบนราบเหมือนที่เคยทำมา ซึ่งทำให้สามารถทำการทดสอบ ในการบูรณะโพรงฟันที่ใกล้เคียง

กับความเป็นจริงได้มากขึ้น และได้เรียกวิธีการทดสอบค่าความแข็งแรงในการยึดติด ที่ได้จากการวัดแรงต้านทานในการดึงที่มีพื้นที่ยึดติดขนาดเล็ก คือ ประมาณ 1-1.8 ตารางมิลลิเมตร นี้ว่า การทดสอบค่าความแข็งแรงยึดติดแบบดึงในระดับจุลภาค

นอกจากพื้นที่ยึดติดจะมีความสำคัญต่อค่าแรงในการยึดติดแล้ว ปัจจัยอื่นๆ ที่มีผลต่อค่าแรงการยึดติดได้แก่ ความเร็วของแรงที่มากกระทำ โดยพบว่าถ้าความเร็วของแรงเฉือนที่มากกระทำจากเครื่องทดสอบ มีค่า 1 และ 5 มิลลิเมตรต่อนาที ความล้มเหลวในระหว่างชั้นยึดติด จะเกิดขึ้นเพียงร้อยละ 70 และ 47 ตามลำดับ ในขณะที่ถ้าใช้ที่ความเร็ว 0.5 มิลลิเมตรต่อนาที จะให้ความแข็งแรงยึดติดแบบเฉือนไม่แตกต่างจาก 0.75 มิลลิเมตรต่อนาที และความล้มเหลวที่เกิดขึ้นจะเกิดในระหว่างชั้นยึดติดมากกว่าร้อยละ 90 จึงแนะนำให้ใช้ที่ความเร็ว 0.5 หรือ 0.75 มิลลิเมตรต่อนาที ซึ่งเมื่อเปรียบเทียบกับลักษณะการแตกหักที่พบในการทดสอบค่าความแข็งแรงการยึดติดในระดับจุลภาค ที่มักจะพบว่าเป็นการแตกหักในชั้นเนื้อฟัน การใช้ค่าความเร็วของแรงที่มากกระทำจึงน่าจะให้ผลในลักษณะเดียวกัน (Hara,Pimenta และRodrigues, 2000)

จากการศึกษาที่ผ่านมา พบว่าการทดสอบค่าความแข็งแรงยึดติดแบบดึงในระดับจุลภาค เป็นวิธีทดสอบคุณภาพการยึดติดของสารยึดติดที่ได้รับความนิยมมากในปัจจุบัน โดยมีลักษณะการเตรียมชิ้นทดสอบที่นิยมสองวิธี คือ การเตรียมเป็นลักษณะคล้ายนาฬิกาทราย (hourglass) ซึ่งเหมาะกับพื้นที่ยึดติดขนาดเล็ก และไม่สามารถกำหนดระนาบพื้นที่ยึดติดได้ กับการเตรียมชิ้นทดสอบเป็นแท่งตรง (stick) ซึ่งเตรียมชิ้นทดสอบได้ง่ายกว่า และมีแรงกระทำในระหว่างเตรียมชิ้นทดสอบน้อยกว่า แต่เหมาะกับพื้นที่ยึดติดที่สามารถกำหนดระนาบได้ โดยทั้งสองวิธีจะมีขนาดพื้นที่ยึดติดประมาณ 0.5-1 ตารางมิลลิเมตร และส่วนใหญ่จะทดสอบโดยใช้ความเร็วของแรงที่มากกระทำมีค่า 1 มิลลิเมตรต่อนาที (Pashley และคณะ, 1999)

นอกจากนั้นวิธีการเก็บฟันหลังถอน ยังเป็นปัจจัยที่สำคัญอีกประการหนึ่ง โดยพบว่าถ้าเก็บไว้ในสารละลายแอลกอฮอล์หรือฟอร์มาลิน จะทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงของอินทรีย์สาร ซึ่งส่งผลต่อการยึดติด ส่วนการเก็บในน้ำเกลือและน้ำประปา ยังไม่สามารถสรุปผลได้อย่างแน่ชัด ดังนั้นการเก็บฟันที่นำมาทดสอบจึงควรวางวิธีที่จะเปลี่ยนแปลงสภาพของฟันน้อยที่สุด และการทดสอบเพื่อเปรียบเทียบอ้างอิงควรใช้วิธีการเก็บฟันวิธีเดียวกัน (Watanabe และคณะ, 1994)

อย่างไรก็ตามการศึกษาในห้องปฏิบัติการไม่สามารถจำลองปัจจัยต่างๆ ให้เหมือนจริงในทางคลินิกได้ ค่าที่ได้จากการศึกษาในห้องทดลองอาจจะไม่เหมือนกับในทางคลินิก แต่ผลที่ได้น่าจะเป็นประโยชน์ในการเปรียบเทียบอ้างอิง โดยการพยายามเลียนแบบให้เหมือนจริงมากที่สุด น่าจะเป็นสิ่งที่ดีที่สุด