บทที่ 1

บทนำ

บทนำต้นเรื่อง

เรซินอะคริลิก เป็นวัสดุที่ยอมรับและนิยมใช้กันอย่างแพร่หลายในปัจจุบัน โดยการนำมาใช้ประดิษฐ์เป็นฐานฟันปลอมเนื่องจากมีคุณสมบัติที่ดีหลายอย่าง คือ มีความสวยงาม สีเหมือนเหงือก กำลังความแข็งแรงสูง อมน้ำน้อย มิติคงที่ ขัดเป็นเงา ทำง่าย ราคาไม่แพง ฯลฯ อย่างไรก็ตาม เรซินอะคริลิกยังไม่สามารถบรรลุคุณสมบัติทุกๆ ข้อของการเป็นวัสดุทำฐาน-ฟันปลอมในอุดมคติได้ โดยเฉพาะอย่างยิ่งในเรื่องของคุณสมบัติทางชีวภาพ เนื่องจากเรซิน-อะคริลิก ยังคงเป็นที่สะสมของแบคทีเรียหรือเชื้อจุลชีพชนิดอื่นๆ จากข้อด้อย คือ มีรูพรุนและความหยาบผิวของวัสดุ [Noort, 1994] Ravnholt และ Kaaber (1994) พบว่า ด้านสัมผัสเนื้อเยื่อของฟันปลอมอะคริลิกมีค่าความหยาบผิวเฉลี่ย (average surface roughness หรือ Ra) มากกว่าบริเวณเยื่อเมือกช่องปากที่ถูกลอกเลียนรายละเอียด ซึ่งเกิดเนื่องจากความหยาบผิวของปลาสเตอร์หินที่ใช้ในการทำแบบหล่อหลัก ผิวของฟันปลอมฐานอะคริลิกด้านสัมผัสเนื้อเยื่อมีความสำคัญมากในการคงสภาพเนื้อเยื่อในช่องปากให้อยู่ในสภาพที่ดี Rotrosen และคณะ (1986) เชื่อว่าการยึดเกาะของเชื้อ *C. albicans* ต่อพื้นผิวที่เป็นของแข็ง เช่น เรซินอะคริลิก หรือวัสดุเสริมฐานฟันปลอม เป็นจุดเริ่มต้นในการตั้งถิ่นฐาน (colonization) ของเชื้อจุลชีพชนิดอื่น ตามมาด้วยการเกิดการสะสมของคราบจุลินทรีย์และพัฒนาไปเป็นการเกิดโรค ดังนั้นพื้นผิวของเรซินอะคริลิกที่มีความหยาบมาก อาจเพิ่มโอกาสในการสะสมของคราบจุลินทรีย์ที่มีเชื้อจุลชีพ ซึ่งอาจเป็นสาเหตุของการเกิดปากอักเสบเหตุฟันปลอม (denture stomatitis)

การตรวจเอกสาร

1. ปากอักเสบเหตุฟันปลอม (Denture stomatitis)

ปากอักเสบเหตุฟันปลอม เป็นคำที่ใช้อธิบายการอักเสบของเนื้อเยื่อรองรับใต้ฐานฟันปลอม พบได้ประมาณสองในสามของผู้ป่วยสูงอายุที่ใส่ฟันปลอม ส่วนใหญ่จะพบรอยโรคนี้บริเวณเนื้อเยื่อเพดานปาก (palatal mucosa) มากกว่าบริเวณอื่นในช่องปาก พบในผู้ป่วยหญิงมากกว่าผู้ป่วยชาย [Davenport, 1970; Wilson, 1998] รอยโรคประเภทนี้ ส่วนใหญ่ที่พบมักไม่มีอาการ อย่างไรก็ตาม ผู้ป่วยอาจบ่นเรื่องมีเลือดออก (mucosal bleeding) การบวมที่เนื้อเยื่อรองรับใต้ฐานฟันปลอม รู้สึกปวดแสบปวดร้อน (burning sensation) ลมหายใจมีกลิ่นเหม็น (halitosis) ปากแห้ง (dry mouth) และรู้สึกการรับรสไม่ดี (unpleasant taste) ร้อยละ 28-70 ของผู้ป่วยที่เป็นปากอักเสบเหตุฟันปลอมจะมีการบ่นเรื่องอาการในช่องปากและอาจจะมีรอยโรคที่เกี่ยวข้องอื่นๆ ร่วมด้วย เช่น การเกิดมุมปากอักเสบ (angular cheilitis) ซึ่งพบร้อยละ 33-82.6 ของการเกิดปากอักเสบเหตุฟันปลอม เป็นต้น [Davenport, 1970; Arendorf and Walker, 1987]

ความชุกของการเกิดปากอักเสบเหตุฟันปลอม พบอยู่ในช่วงร้อยละ 11-67 ของ ผู้ป่วยที่ใส่ฟันปลอมทั้งปาก [Arendorf and Walker, 1987] และความชุกของการตรวจพบ เชื้อ *Candida* ในผู้ป่วยปากอักเสบเหตุฟันปลอม พบอยู่ในช่วงร้อยละ 50-100 [Pipatanagovit *et al*, 1995; Budtz-Jorgensen *et al*, 1996; Nittayananta *et al*, 1996] ส่วนใหญ่มักพบว่าความชุกของการเกิดปากอักเสบเหตุฟันปลอมจะสูงขึ้น หากประชากรกลุ่มที่ศึกษาใส่ฟันปลอมตลอดเวลาและไม่สนใจในเรื่องการดูแลรักษาความสะอาด การจำแนกประเภทของปากอักเสบ-เหตุฟันปลอม ตามระดับความรุนแรงของรอยโรคที่ปรากฏ มีการจำแนกไว้เป็นหลายรูปแบบ [Newton, 1962; Budtz-Jörgensen and Bertram, 1970; Bergendal and Isacsson, 1983] ที่นิยมใช้มากที่สุด คือ การแบ่งประเภทของ Newton [1962] ซึ่งแบ่งได้เป็น 3 ประเภท ดังนี้

ประเภทที่ 1 มีภาวะเลือดคั่งแบบหัวเข็มหมุด (pinpoint hyperaemia) ลักษณะการอักเสบกระจายเป็นหย่อมๆ กลางเพดานปาก การอักเสบมีความรุนแรงน้อยที่สุด

ประเภทที่ 2 มีรอยแดงคล้ายจุดเลือดออกทั่วไป (diffuse hyperaemia) ที่เนื้อเยื่อใต้ฐานฟันปลอม ผู้ป่วยมักไม่มีอาการเจ็บปวด เป็นชนิดที่พบได้บ่อยที่สุด

ประเภทที่ 3 มีลักษณะปุ่มเนื้องอกเกิน (papillary hyperplasia) เป็นชนิดที่มีการอักเสบรุนแรงที่สุด

สาเหตุต่างๆ ของการเกิดปากอักเสบเหตุฟันปลอมที่มีผู้เคยรายงานไว้ ได้แก่ การบาดเจ็บจากฟันปลอม [Turrell, 1966] การดูแลรักษาความสะอาดฟันปลอมไม่ดี [Budtz-Jörgensen and Bertram, 1970, Budtz-Jörgensen *et al*, 1996] การใส่ฟันปลอมตลอดเวลา [Wilson, 1998] อาการแพ้หรือระคายเคืองจากวัสดุที่ทำฐานฟันปลอม [Arendorf and Walker, 1987] นอกจากนี้ มีรายงานจำนวนมากที่กล่าวถึงความสัมพันธ์ระหว่างการเกิดปากอักเสบเหตุ-ฟันปลอมและการติดเชื้อ *Candida* [Cawson, 1963; Turrell, 1966; Davenport, 1970; Renner *et al*, 1979; Arendorf and Walker, 1979; 1987; Budtz-Jörgensen *et al*, 1983; 1996; Pipatanagovit *et al*, 1995; Barbeau *et al*, 2003]

Cahn (1936) เป็นบุคคลแรกที่เสนอว่า การติดเชื้อ *C. albicans* เป็นสาเหตุของการเกิดปากอักเสบเหตุฟันปลอม Davenport (1970) ศึกษาผู้ป่วยจำนวน 50 คน ที่ใส่ฟันปลอมทั้งปากหรือฟันปลอมบางส่วนถอดได้ในขากรรไกรบน ซึ่งมีการอักเสบบริเวณเพดานปากเกินครึ่งหนึ่งของพื้นที่รองรับฟันปลอมทั้งหมด พบว่า ร้อยละ 94 ของสิ่งตรวจที่ป้ายจากฐานฟันปลอม (denture smears) มีเชื้อ *Candida* เป็นจำนวนมาก ซึ่งพบทั้งรูปยีสต์และสายรา (สายราพบเพียงหนึ่งในสามของผู้ป่วย 30 คน ที่มีการติดเชื้อ) และเชื้อที่พบในสิ่งตรวจที่ป้ายจากฐานฟันปลอมมีจำนวนมากกว่าจากเนื้อเยื่อ (mucosal smears) ซึ่ง Davenport (1970) ให้ความเห็นว่า การรักษาผู้ป่วยปากอักเสบเหตุฟันปลอมที่มีการติดเชื้อ *Candida* ร่วมด้วย ควรจะมุ่งเน้นไปที่การลดปริมาณเชื้อที่ฐานฟันปลอมมากกว่าที่เนื้อเยื่อรองรับ Budtz-Jörgensen และคณะ (1983) ศึกษาปริมาณยีสต์และแบคทีเรีย ที่พบในแผ่นเชื้อจากฟันปลอม (denture plaque) อายุ 7 วัน ในผู้ป่วยปากอักเสบเหตุฟันปลอม 27 คน เปรียบเทียบกับผู้ป่วยใส่ฟันปลอม 17 คน ที่มีสุขภาพช่องปากปกติ พบปริมาณยีสต์และแบคทีเรีย ในผู้ป่วยปากอักเสบ-เหตุฟันปลอมมากกว่าผู้ป่วยปกติ อย่างมีนัยสำคัญ ($p < 0.01$) และในจำนวนผู้ป่วยปากอักเสบ-เหตุฟันปลอมทั้งหมด สามารถแยกเชื้อ *C. albicans* ได้มากที่สุด คือ พบ 25 สายพันธุ์ จากทั้งหมด 33 สายพันธุ์ อีกการศึกษาของ Budtz-Jörgensen และคณะ (1996) พบความสัมพันธ์ของการติดเชื้อ *Candida* กับการเกิดปากอักเสบเหตุฟันปลอม เป็นการศึกษาในผู้ป่วยสูงอายุจำนวน 233 คน ซึ่งมี 145 คน ใส่ฟันปลอม ในจำนวนผู้ป่วยที่ใส่ฟันปลอมทั้งหมดนี้ พบผู้ป่วย

ปากอักเสบเหตุฟันปลอม ร้อยละ 72 (104 คน) พบการติดเชื้อ *Candida* ร้อยละ 84 ของผู้ป่วยปากอักเสบเหตุฟันปลอม และพบความสัมพันธ์ของความรุนแรงของการอักเสบบริเวณเนื้อเยื่อเพดานปาก ซึ่งเป็นไปในทิศทางเดียวกับจำนวนการยึดเกาะของเชื้อบนเนื้อเยื่อเพดานปาก นอกจากนี้ ยังพบว่า ปริมาณเชื้อ *Candida* ที่พบบนฟันปลอมด้านสัมผัสเนื้อเยื่อ (ร้อยละ 66) มีมากกว่าบนเนื้อเยื่อเพดานปาก (ร้อยละ 35) Barbeau และคณะ (2003) ศึกษาความสัมพันธ์ของเชื้อ *Candida* กับการเกิดปากอักเสบเหตุฟันปลอมในผู้ป่วย 68 คน พบการติดเชื้อมีความสัมพันธ์กับระดับความรุนแรงของการอักเสบ อย่างมีนัยสำคัญ ($p < 0.05$)

อย่างไรก็ตาม ปัจจุบันเชื่อว่าสาเหตุของการเกิดปากอักเสบเหตุฟันปลอม เกิดจากหลายสาเหตุร่วมกัน (multifactorial) แม้จะมีรายงานที่บ่งชี้ถึงของความสัมพันธ์ของการติดเชื้อ *Candida* และการเกิดปากอักเสบเหตุฟันปลอม แต่ปัจจัยอื่น เช่น การบาดเจ็บจากฟันปลอม การดูแลรักษาความสะอาดฟันปลอมไม่ดี และการใส่ฟันปลอมตลอดเวลา ล้วนเป็นปัจจัยที่มีความสำคัญในการพิจารณาก่อนให้การรักษาผู้ป่วย

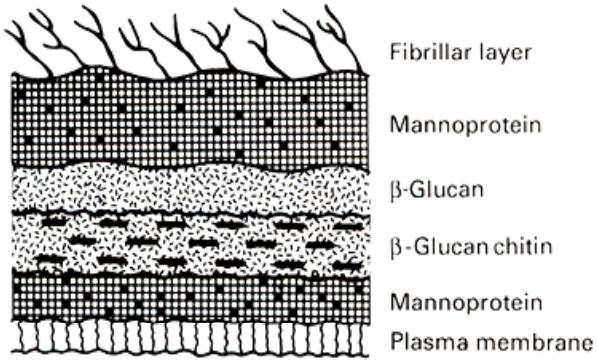
2. *Candida albicans*

C. albicans เป็นเชื้อราที่มีสองรูป (Dimorphic fungus) ที่สืบพันธุ์โดยไม่อาศัยเพศ (Asexual diploid fungus) จัดอยู่ในตระกูล Cryptococcaceae ใน Class Deuteromycetes หรือ Fungi imperfecti ใน Kingdom Myceteae [Davis *et al*, 1990; Brooks *et al*, 1995] เชื้อในสกุล *Candida* นี้ พบได้มากกว่า 150 สายพันธุ์ ที่แตกต่างกัน สามารถเจริญเติบโตได้ในอาหารเลี้ยงเชื้อ ซึ่งมีอุณหภูมิระหว่าง 20-40 องศาเซลเซียส และมีค่า pH ประมาณ 2-8 เชื้อจะเจริญเติบโตได้ดีในภาวะที่มี pH ต่ำๆ ของคราบจุลินทรีย์บนฟันปลอมของผู้ป่วย ปากอักเสบเหตุฟันปลอม [Webb *et al*, 1998] โคโลนีมีลักษณะทึบแสง ขุ่น สีขาวครีม (Cream-colored colonies) *C. albicans* สามารถเปลี่ยนแปลงตัวเอง ได้หลายรูปร่าง ตั้งแต่ ยีสต์ (yeast cell) เซลล์หน่อ (budding yeast cells; blastospores, blastoconidia) สายราเทียม (pseudohyphae) สายราแท้และคลาไมโดสปอร์ (true hyphae และ clamydospores) [Samaranayake and MacFarlane, 1990] ซึ่งแต่ละรูปร่างมีลักษณะดังนี้ คือ

1. ยีสต์ เป็นเซลล์เดียว มีลักษณะรูปร่างกลม-รี มีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางประมาณ 3-5 ไมโครเมตร ในภาวะนี้ ยีสต์จะสืบพันธุ์แบบไม่อาศัยเพศ โดยการแตกหน่อ (budding) ซึ่งลักษณะที่พบ จะเป็นเซลล์เล็กๆ ติดกับเซลล์แม่ เรียกว่า เซลล์หน่อ

2. สายราเทียม เกิดจากการเจริญเติบโตของเซลล์หน่อ ที่ยืดตัวยาวออกและต่อกันเป็นสาย โดยไม่มีผนังกั้น

3. สายราแท้ เกิดจากการงอกของ germ tube จากเซลล์ยีสต์ ซึ่งเมื่อ germ tube งอกยาวขึ้นไปเรื่อยๆ จะมีผนังแบ่งกั้นเซลล์เกิดขึ้น โดยปกติสายราจะมีขนาดความกว้างประมาณ 2-10 ไมโครเมตร [Davis *et al*, 1990] ความยาวไม่จำกัด เมื่อสายรายาวมากๆ จะไขว้กันไปมารวมกันเป็นกลุ่ม เรียกว่า กลุ่มสายรา (mycelium)



ภาพประกอบที่ 1 แสดงผนังเซลล์ของ *C. albicans*
(ที่มา : Samaranayake and MacFarlane, 1990)

ผนังเซลล์ของยีสต์ (ภาพประกอบที่ 1) เป็นผนังเซลล์ที่ค่อนข้างหนา โดยมีความหนาประมาณ 100-200 นาโนเมตร ประกอบด้วยส่วนประกอบหลัก คือ คาร์โบไฮเดรต ร้อยละ 80-90 ไขมัน ร้อยละ 2 และโปรตีน ร้อยละ 3-6 โดยน้ำหนัก คาร์โบไฮเดรตจะอยู่ในรูปของพอลิแซ็กคาไรด์ (polysaccharides) ซึ่งพอลิแซ็กคาไรด์นี้ส่วนใหญ่ คือ กลูแคน (glucans; β-1,6- และ β-1,3- linked glucans) รองลงมาคือ แมนแนน (mannans; α-1,6- linked เป็น

แกนใน และ α-1,2- และ α-1,3- เป็นโซ่ข้าง) ส่วนที่มีปริมาณน้อยสุด คือ ไคทิน (chitin; N-acetylglucosamine) อัตราส่วนที่คล้ายคลึงกันนี้ สามารถพบได้ใน ยีสต์ germ tubes และกลุ่มสายรา อย่างไรก็ตาม ระหว่างกระบวนการเปลี่ยนแปลงรูปร่าง (morphogenesis) ส่วนประกอบของไคทินในผนังเซลล์ จะเพิ่มเป็นสามเท่าในรูปสายรา เมื่อเทียบกับรูปยีสต์ โดยมีกลูแคนทำหน้าที่เป็นส่วนที่ให้ความแข็งแรงแก่ผนังเซลล์ จากลักษณะโครงสร้างการเรียงตัวเป็นแบบร่างแหตาข่ายเล็กๆ (microfibrillar network) ผนังเซลล์ของเชื้อ *C. albicans* มีบทบาทสำคัญในการยึดเกาะ (adhesion) และการตั้งถิ่นฐาน (colonization) [Samaranayake and MacFarlane, 1990; Walker, 1998]

ปัจจุบันนี้ยังไม่มีทฤษฎีใดๆ ที่เฉพาะเจาะจงในการอธิบายพื้นฐานการยึดเกาะของเชื้อ *C. albicans* บนพื้นผิวเยื่อบุผิวหรือพื้นผิวแข็ง Radford และคณะ (1999) อธิบาย 4 ขั้นตอนพื้นฐานที่เกี่ยวข้องกับการยึดเกาะ ดังนี้

ระยะที่หนึ่ง การเคลื่อนที่ไปที่พื้นผิวที่จะยึดเกาะ (Transport to the surface)

เกิดได้หลายทางทั้งจากการแพร่ (diffusion) โดยการเคลื่อนที่แบบบราวน์ (Brownian motion) หรือการเคลื่อนเหตุสารเคมี (Chemotaxis)

ระยะที่สอง การยึดเกาะระยะแรก (Initial adhesion)

ณ ระยะห่างน้อยกว่า 50 นาโนเมตร เชื้อจะยึดเกาะกับพื้นผิวด้วยแรงแวนเดอร์วาลส์ (Van der Walls forces) ขณะเดียวกันระหว่างพื้นผิวและเชื้อมีบางส่วนที่มีประจุเหมือนกัน จึงทำให้เกิดแรงผลัก เรียกว่า แรงผลักไฟฟ้าสถิต (Electrostatic repulsive forces) ซึ่งผลรวมของพลังงานทั้งสองชนิดนี้ เรียกว่า พลังงานของกิบส์ (Gibbs energy of interaction)

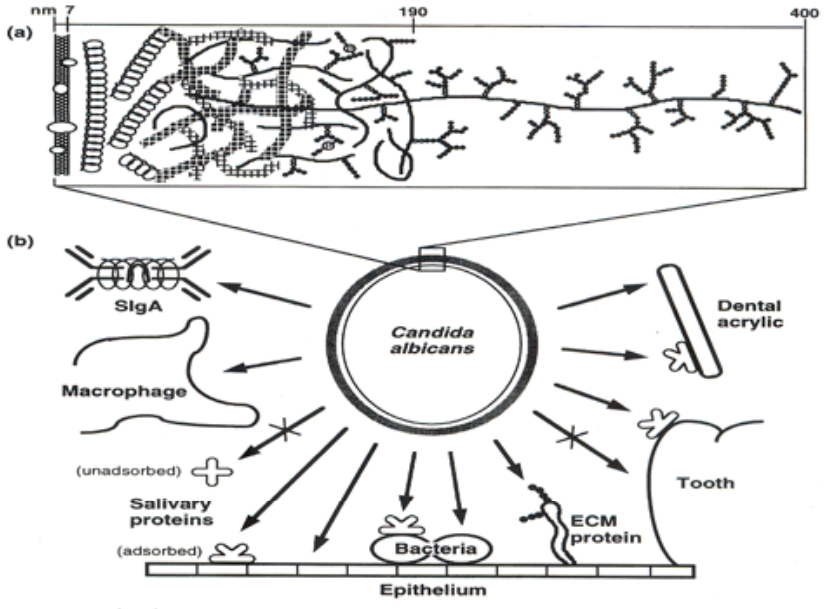
ระยะที่สาม การยึดติด (Attachment)

แอนติเจนหลัก (major antigen) ของผนังเซลล์ของเชื้อ *C. albicans* คือ แมนแนน (mannan) ซึ่งยึดอยู่รวมกับโปรตีนเป็น แมนโนโปรตีน (mannoprotein) ด้วยพันธะโควาเลนต์ (Covalent bond) โปรตีนชนิดนี้มีคุณสมบัติ ligand และ receptor ดังแสดงในภาพประกอบที่ 2 โดยจะทำหน้าที่ไปจับกับตัวรับที่อยู่บนเนื้อเยื่อบุโพรง (endothelial receptor) คือ iC3b ไฟบริโนเจน (fibrinogen) ไฟโบรเนคติน (fibronectin) และ ลามินิน

(laminin) หรือจับกับตัวรับที่อยู่บนพื้นผิวพลาสติก (plastic substrates) [Webb, 1998; Cannon and Chaffin, 1999; Radford *et al*, 1999] บางการศึกษารายงานว่า germ tube ของ *C. albicans* สามารถยึดเกาะกับพื้นผิวของพอลิสไตรีน (polystyrene) ได้มากขึ้นจากการที่ชั้นไฟบริลมีจำนวนมากขึ้น [Tronchin *et al*, 1988; McCourtie and Douglas, 1981]

ระยะที่สี่ การตั้งถิ่นฐาน (Colonization)

ในระยะนี้ เชื้อจะเจริญเติบโตและสร้างเป็นแผ่นเชื้อ ซึ่งในห้องปฏิบัติการ (*in vitro*) จะเรียกว่า ไบโอฟิล์ม (biofilm)



ภาพประกอบที่ 2 แสดงคุณสมบัติ ligand และ receptor ของ *C. albicans* (ที่มา: Cannon and Chaffin, 1999)

ปัจจัยที่มีผลต่อการยึดเกาะของเชื้อบนพื้นผิวฐานฟันปลอม ที่มีผู้รายงานไว้ คือ

. ความหยาบผิว (surface roughness)

โดยปกติด้านสัมผัสเนื้อเยื่อของฟันปลอมอะคริลิก มีความหยาบผิว ซึ่งเกิดจากความหยาบผิวของปลาสเตอร์หินที่ใช้ในการทำแบบหล่อฟัน [Ravnholt and Kaaber, 1994] ทำให้ด้านสัมผัสเนื้อเยื่อของฐานฟันปลอมนี้สามารถเป็นแหล่งสะสมและเพิ่มพื้นที่ในการยึดเกาะของเชื้อจุลชีพได้ โดยเฉพาะอย่างยิ่งเชื้อ *C. albicans* [Davenport, 1970; Radford *et al*, 1999] Verran และ Maryan (1997) ศึกษาการยึดเกาะของ *C. albicans* บนพื้นผิวเรซินอะคริลิกและซิลิโคน ที่มีความหยาบผิวแตกต่างกัน พบว่า *C. albicans* สามารถ ยึดเกาะบนพื้นผิวที่มีความหยาบได้มากกว่าพื้นผิวที่มีความเรียบ เช่นเดียวกับ ผลการศึกษาของ Radford และคณะ (1998) และ Taylor และคณะ (1998) อย่างไรก็ตาม Yamauchi และคณะ (1990) ศึกษาการยึดเกาะของเชื้อ *S. sanguis B. gingivalis S. mitis* และ *C. albicans* บนพื้นผิวเรซินอะคริลิก ที่มีความหยาบผิวแตกต่างกัน ได้รายงานผลการศึกษาที่แตกต่างออกไป คือ *S. mitis* และ *C. albicans* สามารถยึดเกาะบนพื้นผิวที่ถูกขัดด้วยกระดาษ-ทรายเบอร์ 2000 ซึ่งมีค่ามุมสัมผัส (contact angle) ของน้ำกลั่นบนพื้นผิว เท่ากับ 60.9 องศา มีค่าความหยาบผิวเฉลี่ย 0.22 ไมโครเมตร ได้มากกว่าพื้นผิวที่ถูกขัดด้วยกระดาษทรายเบอร์ 400 มีค่าความหยาบผิวเฉลี่ย 1.12 ไมโครเมตร และมีมุมสัมผัส 68.9 องศา ดังนั้น ความหยาบผิวอาจเป็นเพียงปัจจัยหนึ่งในการยึดเกาะของเชื้อ *C. albicans* บนพื้นผิวเรซินอะคริลิก

. คุณสมบัติไม่ชอบน้ำ (hydrophobicity)

รายงานการศึกษาในอดีต พบว่า คุณสมบัติๆ ไม่ชอบน้ำของพื้นผิววัสดุมีความสัมพันธ์กับการยึดเกาะของ *C. albicans* Minagi และคณะ (1985) ศึกษาการยึดเกาะของเชื้อ *C. albicans* และ *C. tropicalis* บนพื้นผิวเรซินอะคริลิกชนิดบ่มตัวด้วยความร้อน 9 ชนิด ชนิดบ่มตัวด้วยตัวเอง 2 ชนิด วัสดุเสริมฐานฟันปลอมแบบนิ่ม 9 ชนิด และพอลิซัลโฟน เรซิน (polysulphone resin) 1 ชนิด ซึ่งวัสดุแต่ละชนิดมีค่ามุมสัมผัสที่แตกต่างกัน พบว่า เมื่อมุมสัมผัสมีค่ามากขึ้น (คุณสมบัติไม่ชอบน้ำของพื้นผิววัสดุมีค่ามากขึ้น) การยึดเกาะของ *C. tropicalis* จะเพิ่มขึ้น ในขณะที่การยึดเกาะของ *C. albicans* จะลดลง ในทางตรงกันข้าม Klotz และคณะ (1985) ศึกษาการยึดเกาะของเชื้อ *C. albicans* บนพื้นผิวพลาสติกชนิดต่างๆ ได้แก่ พอลิเอทิลีนเทเรฟทาเลต {poly(ethyleneterephthalate)} พอลิเมทิลเมทาคริเลต {poly

(methylmethacrylate)} พอลิสไตรีน (polystyrene) พอลิเตตระฟลูออโรเอทิลีน {poly (tetrafluorethylene)} ซึ่งมีค่ามุมสัมผัสแตกต่างกัน กลับพบว่า หากวัสดุยิ่งมีมุมสัมผัสมาก เชื้อ *C. albicans* จะยึดเกาะได้มากขึ้น

. พลังงานอิสระบนพื้นผิว (surface free energy)

เป็นปัจจัยที่มีผลในการดึงดูดการยึดเกาะของเชื้อจุลชีพและสารหลั่งของเชื้อ Waters และคณะ (1997) ศึกษาการยึดเกาะของ *C. albicans* บนพื้นผิวเรซิน- อะคริลิกและซิลิโคน ซึ่งมีพลังงานอิสระบนพื้นผิวแตกต่างกัน พบว่า วัสดุที่มีพลังงานอิสระบนพื้นผิวต่ำ เชื้อจะยึดเกาะได้น้อยลง

. Germ tube

Tronchin และคณะ ในปี 1988 ศึกษาการยึดเกาะของ germ tube ของเชื้อ *C. albicans* บนพื้นผิวพลาสติก พบว่า ชั้นไฟบริลที่อยู่บนผิวนอกสุด (additional fibrillar surface layer) ของ germ tube มีบทบาทต่อการยึดเกาะของเชื้อ โดยเมื่อแยก germ tube ออกจากพื้นผิวพลาสติก จะพบผนังเซลล์ชั้นนอก (superficial cell wall) หลุดติดอยู่บนพื้นผิวพลาสติกที่ทำการศึกษา

. Adhesin

Adhesin ของเชื้อ *C. albicans* มีบทบาททำให้เกิดการยึดเกาะที่เฉพาะเจาะจง (specific adhesin) ในลักษณะของ ligand และ receptor โดย adhesin ที่กล่าวถึงกันมากในปัจจุบัน คือ แมนโนโปรตีน (mannoprotein) ซึ่งเป็นส่วนประกอบที่พบได้โดยตลอดทั้งผนังเซลล์ [Cannon and Chaffin, 1999]

. ปัจจัยอื่นๆ

- น้ำลาย เป็นปัจจัยที่ปัจจุบันยังไม่มีการศึกษาใดที่สามารถอธิบายกลไกที่ชัดเจนของน้ำลายต่อการยึดเกาะของ *C. albicans* Samaranayake และ MacFarlane (1980) ศึกษาผลของการเคลือบแผ่นเรซินอะคริลิกด้วยน้ำลาย (mixed saliva) ก่อนทำการทดลองการยึดเกาะของ *C. albicans* พบว่า สามารถลดการยึดเกาะของ *C. albicans* ได้ Radford และคณะ (1998) พบว่า น้ำลาย (unstimulated pooled whole saliva) สามารถลดการยึดเกาะของ *C. albicans* บนพื้นผิวเรซินอะคริลิกและวัสดุเสริมฐานฟันปลอมแบบนิ่มได้ อย่างไรก็ดี บางรายงานการศึกษาให้ผลในทางตรงกันข้าม นั่นคือ น้ำลายจะลดความสามารถใน

การต้านทานเชื้อราของวัสดุเสริมฐานฟันปลอมแบบนิ่มและเพิ่มการยึดเกาะของ *C. albicans* [Nikawa *et al*, 1997a; 1997b; 2000a; 2000b] ดังนั้น ผลของน้ำลายต่อการยึดเกาะของ *C. albicans* บนพื้นผิวเรซินอะคริลิกจึงยังเป็นที่โต้แย้งกันในปัจจุบัน และยังไม่สามารถอธิบายกลไกที่ชัดเจนของน้ำลายต่อการยึดเกาะของ *C. albicans* บนพื้นผิวเรซินอะคริลิกได้

- น้ำตาล เป็นแหล่งให้คาร์บอนแก่เชื้อ *C. albicans* ซึ่งเชื้อจะนำไปใช้ในการเจริญเติบโต การศึกษาของ Samaranayake และ MacFarlane (1980) พบว่า การเคลือบแผ่นเรซินอะคริลิกด้วยซูโครส จะเพิ่มการยึดเกาะของ *C. albicans* McCourtie และ Douglas (1981) ศึกษาการยึดเกาะของ *C. albicans* บนแผ่นเรซินอะคริลิก ซึ่งเชื้อมีแหล่งให้คาร์บอนที่แตกต่างกัน คือ น้ำตาลกาแลคโตส กลูโคส ซูโครส ฟรุคโตสและมอลโตส พบว่าจำนวนเชื้อ *C. albicans* ที่ยึดเกาะบนเรซินอะคริลิกในอาหารเลี้ยงเชื้อที่มีน้ำตาลกาแลคโตสมีจำนวนมากกว่าในอาหารเลี้ยงเชื้อที่มีน้ำตาลซูโครส มอลโตส กลูโคส และฟรุคโตส ตามลำดับ

- ซีรัม (serum) Samaranayake และคณะ (1980) ได้ศึกษาการยึดเกาะของ *C. albicans* บนแผ่นอะคริลิก ในห้องปฏิบัติการ พบว่า การยึดเกาะของเชื้อเพิ่มขึ้นเมื่อเคลือบแผ่นอะคริลิกด้วยซีรัม ดังนั้นจึงมีโอกาสเป็นไปได้ว่า ของเหลวที่หลั่งออกมาจากเนื้อเยื่อเพดานปากที่ได้รับบาดเจ็บอาจส่งเสริมการตั้งถิ่นฐานและการยึดเกาะของเชื้อ *Candida* บนผิวฟันปลอมได้ นอกจากนี้การใส่ฟันปลอมตลอดเวลา อาจส่งเสริมการเกิดปากอักเสบเหตุ-ฟันปลอม โดยจะเพิ่มโอกาสการได้รับบาดเจ็บของเนื้อเยื่อและเพิ่มปริมาณซีรัมที่หลั่งจากเนื้อเยื่อที่ได้รับบาดเจ็บ มีผลทำให้ปริมาณการสะสมของคราบจุลินทรีย์ใต้ฐานฟันปลอมและความหนาแน่นของ *C. albicans* บนด้านสัมผัสเนื้อเยื่อของฟันปลอมเพิ่มขึ้น

3. วัสดุเคลือบผิว (coating materials)

วัสดุเคลือบผิวที่ใช้ในการเคลือบผิวเรซินอะคริลิกและวัสดุเสริมฐานฟันปลอม มีวัตถุประสงค์ เพื่อลดการสะสมของคราบจุลินทรีย์และคราบสี โดยการทำให้ผิววัสดุเรียบมากกว่าเดิม เพิ่มคุณสมบัติพื้นผิว เช่น ลดการดูดซึมน้ำ (water sorption) และเพิ่มความแข็งผิว [Szabó, 1985] ตัวอย่างของวัสดุดังแสดงในตารางที่ 1 สำหรับวัสดุเคลือบผิวที่ใช้ในการศึกษานี้มี 3 ชนิด คือ Monopoly Palaseal® และ Glaze® ซึ่งมีรายละเอียด ดังนี้

Monopoly

แนะนำเป็นครั้งแรกโดย Gardner และ Parr (1988) ใช้ในการเคลือบวัสดุเสริมฐานฟันปลอมแบบชั่วคราว โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อคงคุณสมบัติรีซิลเลียนซ์ (resilence) ของวัสดุเสริมฐานฟันปลอม และทำให้พื้นผิวที่เคลือบ มีความเรียบ สะอาด และลดโอกาสการเจริญเติบโตของเชื้อรา Monopoly เป็นสารละลายซึ่งประกอบด้วยผงพอลิเมทิลเมทาคริเลตชนิดบ่มตัวด้วยความร้อนแบบไม่มีสี ต่อ เมทิลเมทาคริเลตมอนอเมอร์ชนิดบ่มเองแบบไม่มีสี ในอัตราส่วน 1:10 เตรียมโดยผสมส่วนประกอบในบีกเกอร์แก้ว ที่วางในอ่างน้ำปรับอุณหภูมิที่ 55 องศาเซลเซียส (135 องศาฟาเรนไฮต์) คนเป็นเวลา 8-10 นาที จนกระทั่งส่วนผสมเริ่มข้น มีลักษณะคล้ายน้ำเชื่อม นำไปเก็บในขวดสีชา อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส สำหรับวิธีการใช้งานให้ใช้แปรงขนนุ่ม ทาไปในทิศทางเดียวกัน ปล่อยให้แห้งประมาณ 4-5 นาที ภายใต้โคมไฟ 50-60 วัตต์ โดยให้ผิวของวัสดุส่วนที่ถูกทาอยู่ห่างจากโคมไฟประมาณ 2 นิ้ว

รายงานการศึกษาเกี่ยวกับ Monopoly โดยการใช้ด้วยกล้องจุลทรรศน์อิเลกตรอนแบบส่องกราด พบว่า เมื่อใช้วัสดุชนิดนี้เคลือบผิวของวัสดุเสริมฐานฟันปลอมแบบนิ่ม ทำให้ผิวของวัสดุมีความเรียบมากกว่าการเคลือบด้วยวัสดุอื่นๆ ที่ใช้ในการทดสอบ (Minute-stain glaze® และพอลิเอทิลเมทาคริเลตมอนอเมอร์) [Casey and Scheer, 1993] นอกจากนี้การเคลือบด้วย Monopoly สามารถลดการดูดซึมน้ำของวัสดุปรับสภาพเนื้อเยื่อ (Visco-gel®) ได้อย่างมีนัยสำคัญ ($p < 0.01$) [Dominguez *et al,* 1996] สำหรับผลของการเคลือบต่อการคงคุณสมบัติรีซิลเลียนซ์ของวัสดุปรับสภาพเนื้อเยื่อ (Lynal®) มีรายงานว่า Monopoly สามารถเพิ่มคุณสมบัติรีซิลเลียนซ์ของวัสดุได้ (ร้อยละ 7.5) อย่างมีนัยสำคัญ ($p < 0.05$) [Gronet *et al*, 1997] ในการศึกษาการเคลือบบนผิวเรซินอะคริลิกชนิดบ่มเอง Aslan และ Avci (1990) รายงานว่า การเคลือบผิว เรซินอะคริลิกชนิดบ่มเองด้วย Monopoly มีผลลดการยึดเกาะของเชื้อ *E. coli* ได้อย่างมีนัยสำคัญ ($p < 0.01$) ในห้องปฏิบัติการ

อย่างไรก็ตาม Malmström และคณะ (2002) พบว่า การเคลือบพื้นผิวของวัสดุปรับสภาพเนื้อเยื่อ (Coe-Comfort®) ที่อยู่บนด้านสัมผัสเนื้อเยื่อของฟันปลอมบนด้วย Monopoly ให้ผู้ป่วยใช้งานตามปกติและทำความสะอาดด้วยผ้าก๊อซชุบน้ำ พื้นผิวที่ถูกเคลือบยังคงอยู่อย่างสมบูรณ์ในเวลา 2 สัปดาห์ แต่เมื่อทำการตรวจสอบภายใต้กล้องจุลทรรศน์- อิเลกตรอนแบบส่องกราดในสัปดาห์ที่ 4 พบว่า มีบางส่วนของพื้นผิวเสียหาย

Palaseal®

เป็นวัสดุเคลือบผิวชนิดแข็งตัวด้วยแสง ประกอบด้วย multi-functional ester ร้อยละ 45 และเมทิลเมทาคริเลต ร้อยละ 50 Mantzikos และ Epstein (1998) แนะนำวิธีการใช้ Palaseal® ทาบนด้านที่สัมผัสเนื้อเยื่อของเครื่องมือจัดฟันแบบอะคริลิก (acrylic appliance) เพื่อลดการสะสมของคราบจุลินทรีย์และลดโอกาสการเกิดกลิ่นปาก โดยเริ่มต้น จากการทำความสะอาดด้านสัมผัสเนื้อเยื่อของฟันปลอม ด้วยเครื่องขูดหินปูนอัลตราโซนิกส์และ ผงขัด (pumice) จำนวนเล็กน้อย ทำให้แห้ง ทา Palaseal® บางๆ ด้วยแปรงขนนุ่ม ไปในทิศทางเดียวกัน เป่าให้แห้ง 30 วินาที ฉายแสง (600 มิลลิวัตต์/ตารางเซนติเมตร ที่ 470 นาโนเมตร) เป็นเวลา 90 วินาที

การศึกษาที่ผ่านมารายงานว่า การเคลือบผิวเรซินอะคริลิกชนิดบ่มเอง (Protemp®) ด้วย Palaseal® ทำให้พื้นผิวที่ถูกเคลือบมีความเรียบมากกว่าพื้นผิวเรซินอะคริลิกที่ถูกขัดด้วยหัวขัดซิลิโคน (blue universal silicone-SiC polisher) ซึ่งวัดค่าความหยาบผิวเฉลี่ย ได้ 0.6 และ 0.95 ไมโครเมตร ตามลำดับ [Borchers *et al*, 1999] ในแง่ของการคงคุณสมบัติรีซิลเลียนซ์ของวัสดุปรับสภาพเนื้อเยื่อ พบว่า Palaseal® ให้ผลเช่นเดียวกับ Monopoly คือสามารถเพิ่มคุณสมบัติรีซิลเลียนซ์ของวัสดุปรับสภาพเนื้อเยื่อ (Lynal®, Viscogel®) ได้อย่างมีนัยสำคัญ ($p < 0.05$) [Gronet *et al*, 1997] ในส่วนของการศึกษาในคลินิก พบว่า การเคลือบผิววัสดุเสริมฐานฟันปลอม แบบนิ่มด้วย Palaseal® ให้ผู้ป่วยใช้งานเป็นเวลา 14 วัน โดยการทำความสะอาดด้วยการล้างน้ำ และไม่แปรงฟันปลอม สามารถลดจำนวนเชื้อ *Candida* และแบคทีเรียที่พบบนพื้นผิวที่ถูกเคลือบได้อย่างมีนัยสำคัญ ($p < 0.001$) [Olan-Rodriguez *et al*, 2000]

Glaze®

เป็นเรซินอะคริลิก ชนิดแข็งตัวเร็ว ซึ่งบริษัทผู้ผลิตแนะนำให้ใช้ในการเคลือบผิวครอบฟันชั่วคราว เคลือบบริเวณที่ใส่ชื่อผู้ป่วยบนฟันปลอมอะคริลิก และใช้เคลือบผิวเครื่องมือจัดฟัน โดยบริษัทผู้ผลิตอ้างว่าวัสดุชนิดนี้สามารถลดรอยพรุน และลดการเจริญเติบโตของเชื้อแบคทีเรีย บนวัสดุที่บริษัทแนะนำดังกล่าวข้างต้นได้ การใช้งานใช้ตามคำแนะนำของบริษัทผู้ผลิต ยังไม่พบรายงานการศึกษาของวัสดุเคลือบผิวชนิดนี้ ในปัจจุบัน

ตารางที่ 1 วัสดุเคลือบผิวสำหรับเคลือบผิวเรซินอะคริลิก

ชื่อ	ชนิด	บริษัท	ผู้เขียน
Glaze®	autopolymerizing PMMA	Harry J. Bosworth Company, Skokie, Illinois.	-
Minute-stain glaze®	N/A	GeoTaub Products, Inc., Jersey City, N.J.	Casey & Scheer, 1993
Monopoly	semiset MMA	-	Gardner & Parr, 1988
Mono-poly®	semiset MMA	Plastodent, New York, NY	Olan-Rodriguez *et al*, 2000
Palaseal®	light-polymerized PMMA	Heraeus Kulzer GmbH & Co. KG, Germany.	Vallittu, 1996; Gronet *et al*, 1997; Mantzikos & Epstein, 1998; Borchers *et al*, 1999; Olan-Rodriguez *et al*, 2000
Permalink®	light-polymerized PMMA	GC. Internat. Cooperation Tokyo, Japan.	Budtz-Jörgensen & Kaaber, 1986; Monsenego, 2000
Permaseal®	N/A	Austenal Inc., Chicago, Illinois.	Malström *et al*, 2002

หมายเหตุ: - autopolymerizing PMMA คือ พอลิเมทิลเมทาคริเลตชนิดบ่มเอง
- semiset MMA คือ เมทิลเมทาคริเลตชนิดบ่มเองและบ่มด้วยความร้อน
- light-polymerized PMMA คือ พอลิเมทิลเมทาคริเลตชนิดบ่มด้วยแสง
- N/A คือ ไม่ระบุชนิด

เนื่องจากด้านสัมผัสเนื้อเยื่อของฟันปลอมอะคริลิกที่ใช้ในปัจจุบัน เป็นด้านที่ไม่ได้รับการขัดแต่ง และด้วยขั้นตอนต่างๆ ในการทำแบบหล่อหลัก เพื่อบ่มด้วยความร้อน ทำให้พื้นผิวด้านสัมผัสเนื้อเยื่อนี้ ยังคงมีความหยาบผิวและรูพรุนเล็กๆ [Wolfaardt *et al*, 1986; Ravnholt and Kaaber, 1994] ซึ่งอาจเป็นแหล่งสะสมของเชื้อจุลชีพต่างๆ [Davenport, 1970] โดยเฉพาะเชื้อ *C. albicans* ซึ่งมีความสัมพันธ์กับการเกิดปากอักเสบเหตุฟันปลอม [Davenport, 1970; Budtz-Jörgensen *et al,* 1983; 1996; Arendorf and Walker, 1987; Barbeau *et al*, 2003] มีรายงานว่า สามารถพบเชื้อ *C. albicans* บนคราบจุลินทรีย์ของฟันปลอมมากกว่าของเนื้อเยื่อรองรับ [Davenport, 1970; Budtz-Jörgensen *et al,* 1996] ดังนั้น ส่วนหนึ่งในการรักษาผู้ป่วยปากอักเสบเหตุฟันปลอมที่มีการติดเชื้อ *Candida* ร่วมด้วย จึงควรมุ่งเน้นไปที่การลดปริมาณเชื้อ *Candida* ที่อยู่บนฐานฟันปลอมมากกว่าเนื้อเยื่อรองรับ [Davenport, 1970; Budtz-Jörgensen *et al,* 1996]

การเคลือบผิวด้วยวัสดุเคลือบผิว เป็นวิธีการหนึ่งที่สามารถปิดรูพรุนเล็กๆ เหล่านี้ ทำให้พื้นผิวมีความเรียบมากขึ้น [Casey and Scheer, 1993; Borchers *et al*, 1999; Malmströ m *et al*, 2002] ซึ่งมีรายงานว่าการเคลือบผิวด้วย Monopoly และ Palaseal® สามารถลดจำนวนเชื้อ *Candida*และแบคทีเรียที่พบบนพื้นผิวที่ถูกเคลือบได้ [Aslan and Avci, 1990; Olan-Rodriguez *et al*, 2000] อย่างไรก็ตาม การศึกษาที่ผ่านมา โดยส่วนใหญ่จะทำการทดลองกับพื้นผิววัสดุเสริมฐานฟันปลอมแบบนิ่ม วัสดุปรับสภาพเนื้อเยื่อ หรือเรซินอะคริลิก ชนิดบ่มเอง [Aslan and Avci, 1990; Casey and Scheer, 1993; Borchers *et al*, 1999; Olan-Rodriguez *et al*, 2000; Malmström *et al*, 2002] ยังไม่มีการศึกษาใด ทำการทดลองการยึดเกาะของ *C. albicans* หลังการเคลือบผิวเรซินอะคริลิกชนิดบ่มด้วยความร้อน ซึ่งเป็นวัสดุหลักที่ใช้ในการทำฐานฟันปลอม ดังนั้นในการศึกษานี้จึงทำการทดลองบนพื้นผิวเรซินอะคริลิกชนิดบ่มด้วยความร้อน โดยการเคลือบด้วยวัสดุเคลือบ 3 ชนิด ซึ่งมีความแตกต่างในระบบการแข็งตัว คือ Monopoly แข็งตัวด้วยความร้อนและการบ่มเอง Palaseal® แข็งตัวด้วยแสง และ Glaze® แข็งตัวด้วยการบ่มเอง

วัตถุประสงค์

1. เพื่อเปรียบเทียบการยึดเกาะของเชื้อ *C. albicans* บนพื้นผิวพอลิเมทิลเมทาคริเลต ชนิดบ่มตัวด้วยความร้อน ที่ได้รับการเคลือบด้วย Monopoly Palaseal® และ Glaze® ที่ระยะเวลาต่างๆ

2. เพื่อเปรียบเทียบค่าความหยาบผิวเฉลี่ย (Ra) ของพอลิเมทิลเมทาคริเลต ชนิดบ่มตัวด้วยความร้อนหลังจากการเคลือบด้วยวัสดุเคลือบผิวทั้ง 3 ชนิด ที่ระยะเวลาต่างๆ

3. เพื่อหาความสัมพันธ์ระหว่างความหยาบผิวและการยึดเกาะของเชื้อ *C. albicans* บนพื้นผิวพอลิเมทิลเมทาคริเลต ชนิดบ่มตัวด้วยความร้อน