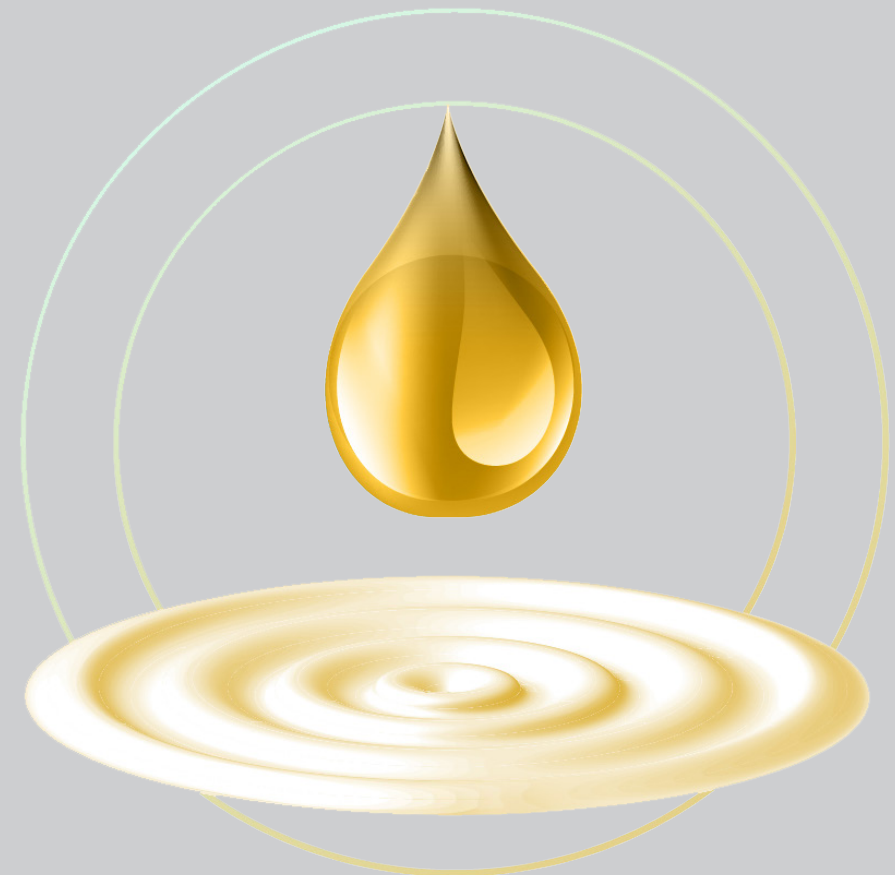


THE ADHESIVE

— BOND TO ANOMALOUS TOOTH SUBSTRATES —

สารยึดติดทางทันตกรรมบนผิวฟันที่ผิดปกติ



อรณิชา ธนัทรารณ

สารยึดติดทางทันตกรรมบนผิวฟันที่ผิดปกติ

อรณิชา ธนัทรารณ



THE ADHESIVE
— BOND TO ANOMALOUS TOOTH SUBSTRATES —

THE ADHESIVE

-BOND TO ANOMALOUS TOOTH SUBSTRATES-

สารยึดติดทางทันตกรรมบนผิวฟันที่ผิดปกติ

อรุณชา ธนัทรากรณ์

สารยึดติดทางทันตกรรมบนผิวฟันที่ผิดปกติ (THE ADHESIVE BOND TO ANOMALOUS TOOTH SUBSTRATES)

อรณิชา ธนัฏวารการณ

ราคา 480 บาท

จัดทำเป็นฉบับ E-Book ครั้งที่ 1 เดือนตุลาคม พ.ศ. 2563

หนังสือเล่มนี้สงวนลิขสิทธิ์ตาม พ.ร.บ. ลิขสิทธิ์ พุทธศักราช 2558

ห้ามผู้ใดพิมพ์ซ้ำ ลอกเลียน ส่วนใดส่วนหนึ่งของหนังสือเล่มนี้

ไม่ว่าในรูปแบบใดๆ นอกจากจะได้รับอนุญาตเป็นลายลักษณ์อักษรเท่านั้น

ข้อมูลทางบรรณานุกรมของสำนักหอสมุดแห่งชาติ

National Library of Thailand Cataloging in Publication Data

อรณิชา ธนัฏวารการณ.

สารยึดติดทางทันตกรรมบนผิวฟันที่ผิดปกติ (THE ADHESIVE BOND TO ANOMALOUS TOOTH SUBSTRATES).--กรุงเทพฯ : หนังสืออิเล็กทรอนิกส์ (E-Book), 2563.

124 หน้า.

1. สารยึดติดทางทันตกรรม. I. ชื่อเรื่อง.

617.695

ISBN 978-616-572-345-9

คำนำ

ความสำเร็จในการบูรณะฟันด้วยวัสดุบูรณะสีเหมือนฟันเรซินคอมโพสิตนั้น ต้องอาศัยปัจจัยหลายด้านเป็นองค์ประกอบ ไม่ว่าจะเป็นปัจจัยในส่วนของฟันที่จะทำการรักษา วัสดุบูรณะที่เลือกใช้หรือเทคนิคในการบูรณะ ซึ่งการเลือกใช้สารยึดติดทางทันตกรรมที่เหมาะสมกับผิวฟันนั้นเป็นปัจจัยสำคัญที่ส่งเสริมให้วัสดุบูรณะประสบผลสำเร็จ และคงอยู่ในช่องปากได้อย่างยาวนาน แต่ในทางปฏิบัติ ฟันที่จะต้องรับการบูรณะส่วนมากมักไม่ใช่ฟันที่อยู่ในสภาพปกติ หากแต่เป็นฟันที่มีความผิดปกติมาก่อน เช่น ฟันผุซึ่งผ่านกระบวนการสูญเสียแร่ธาตุและการคืนกลับแร่ธาตุภายในช่องปากมาระยะเวลาหนึ่ง ฟันสึกที่มีการเผยผิของเนื้อฟันมาเป็นระยะเวลานาน หรือฟันที่เกิดความผิดปกติในกระบวนการสร้างฟัน เช่น ฟันที่ได้รับฟลูออไรด์มากเกินไปในขณะสร้างฟัน จึงทำให้การใช้สารยึดติดทางทันตกรรมมีความท้าทายและซับซ้อนมากยิ่งขึ้น ทันตแพทย์จึงควรมีความเข้าใจสาเหตุการเกิดพยาธิสภาพและคุณสมบัติของฟันที่ผิดปกติเหล่านี้ อันจะเป็นพื้นฐานความรู้ในการพิจารณาเลือกใช้สารยึดติดทางทันตกรรมที่เหมาะสมต่อไป

หนังสือสารยึดติดทางทันตกรรมบนผิวฟันที่ผิดปกติเล่มนี้ เป็นเล่มต่อเนื่องจากหนังสือสารยึดติดทางทันตกรรมขั้นต้นของผู้นิพนธ์ โดยในเล่มนี้จะกล่าวถึงเนื้อฟันผุชั้นใน (inner carious dentin) หรือเนื้อฟันที่ได้รับผลกระทบจากฟันผุ (caries-affected dentin) เนื้อฟันกระด้าง (sclerotic dentin) และฟันตกกระ (dental fluorosis) ทั้งในแง่ความรู้พื้นฐานและแนวทางการใช้สารยึดติดทางทันตกรรมชนิดเรซิน เพื่อให้การรักษาประสบความสำเร็จสูงสุด โดยอยู่บนพื้นฐานของงานวิจัยที่ทันยุคทันสมัย

อรณิชา ธนัถาวรารณ์

สารบัญ

หน้า

ส่วนที่ 1	เนื้อฟันผุชั้นใน (Inner carious dentin) หรือเนื้อฟันที่ได้รับผลกระทบจากฟันผุ (Caries-affected dentin)	1
บทที่ 1.1	ความรู้พื้นฐานเกี่ยวกับเนื้อฟันผุชั้นใน หรือเนื้อฟันที่ได้รับผลกระทบจากฟันผุ	3
	องค์ประกอบของเนื้อฟันผุชั้นใน	6
	ลักษณะทางคลินิกของเนื้อฟันผุชั้นใน	12
	คุณสมบัติของเนื้อฟันผุชั้นใน	14
	สรุปสาระสำคัญ	16
	เอกสารอ้างอิง	17
บทที่ 1.2	การยึดติดเนื้อฟันผุชั้นในด้วยสารยึดติด ทางทันตกรรมชนิดเรซิน	23
	การยึดติดกับสารยึดติดทางทันตกรรมระบบเอทซ์แอนด์รินส์	23
	การยึดติดกับสารยึดติดทางทันตกรรมระบบเซลฟ์เอทซ์	27
	วิธีการเพิ่มประสิทธิภาพการยึดติดของสารยึดติดทางทันตกรรมบนเนื้อฟันผุชั้นใน	29
	สรุปสาระสำคัญ	36
	เอกสารอ้างอิง	37
ส่วนที่ 2	เนื้อฟันกระด้าง (Sclerotic dentin)	43
บทที่ 2.1	ความรู้พื้นฐานเกี่ยวกับเนื้อฟันกระด้าง	45
	องค์ประกอบของเนื้อฟันกระด้าง	46
	ลักษณะทางคลินิกของเนื้อฟันกระด้าง	49
	สรุปสาระสำคัญ	49
	เอกสารอ้างอิง	50

บทที่ 2.2 การยี้ดติดเนื้อฟันกระด้างดว้ยสารยี้ดติด	
ทางทันตกรรมชนิดเรชิน	51
การยี้ดติดกั้บสารยี้ดติดทางทันตกรรมระบบเพทซ์แอนดรีนส์	52
การยี้ดติดกั้บสารยี้ดติดทางทันตกรรมระบบเซลฟ์เพทซ์	53
วี้ดการเพิ่มประสิทธิภพการยี้ดติดของสารยี้ดติดทางทันตกรรมบนเนื้อฟันกระด้าง	55
สรุปลาระสำคั้ญ	61
เอกสารอ้างอิง	62
ส่วนที่ 3 ฟันตกระ (Dental fluorosis)	67
บทที่ 3.1 ความรู้พื้นฐานเกี้ยวกับฟันตกระ	69
องค์ประกอบของฟันตกระ	73
เคลือบฟันตกระ	73
เนื้อฟันตกระ	77
ลักษณะทางคลินิกของฟันตกระ	78
คุณสมบัติของฟันตกระ	82
สรุปลาระสำคั้ญ	83
เอกสารอ้างอิง	84
บทที่ 3.2 การยี้ดติดฟันตกระดว้ยสารยี้ดติดทางทันตกรรมชนิดเรชิน	89
การยี้ดติดบนเคลือบฟัน	89
การยี้ดติดบนเนื้อฟัน	92
วี้ดการเพิ่มประสิทธิภพการยี้ดติดของสารยี้ดติดทางทันตกรรมบนฟันตกระ	94
สรุปลาระสำคั้ญ	100
เอกสารอ้างอิง	101
ดัชนี	105
INDEX	109
ประวัติผู้นิพนธ์	111

สารบัญรูป

หน้า

รูปที่ 1.1.1	ภาพจำลองแสดงตำแหน่งของเนื้อฟันผุชั้นนอกและเนื้อฟันผุชั้นใน	4
รูปที่ 1.1.2	ภาพจากกล้องจุลทรรศน์แบบใช้แสง (ซ้าย) และภาพวาด (ขวา) แสดงฟันผุชั้นต่างๆ โดยพบว่าเนื้อฟันผุชั้นนอกเป็นชั้นที่มีการสูญเสียแร่ธาตุจำนวนมาก ส่วนเนื้อฟันผุชั้นในเป็นชั้นที่มีแร่ธาตุน้อยกว่าเนื้อฟันปกติ แต่แร่ธาตุดังกล่าวและผลึกแคลเซียมฟอสเฟตที่พบในหลอดฝอยเนื้อฟันจะมีปริมาณมากขึ้นตามความลึกที่เข้าใกล้เนื้อฟันปกติส่วนชั้นล่างสุดของเนื้อฟันผุชั้นในหรือชั้นใต้ชั้นโปร่งใส (subtransparent zone) จะเป็นชั้นที่มีปริมาณแร่ธาตุมากกว่าเนื้อฟันปกติและมีผลึกแคลเซียมฟอสเฟตในหลอดฝอยเนื้อฟันจำนวนมาก (9)	5
รูปที่ 1.1.3	ภาพจำลองแสดงการเรียงตัวของแร่ธาตุสัมพันธ์กับเส้นใยคอลลาเจน โดยแบ่งเป็น (ก) แร่ธาตุระหว่างเส้นใยคอลลาเจน (interfibrillar minerals) และ (ข) แร่ธาตุภายในเส้นใยคอลลาเจน (intrafibrillar minerals)	6
รูปที่ 1.1.4	ภาพจากกล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอนแบบส่องกราดแสดงผลึกแคลเซียมฟอสเฟตในหลอดฝอยเนื้อฟันของเนื้อฟันผุชั้นใน (22)	8
รูปที่ 1.1.5	ภาพจากกล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอนแบบส่องกราดแสดงผลึกแคลเซียมฟอสเฟตในหลอดฝอยเนื้อฟัน (ก) แบบผลึกอะพาไทต์ที่มีรูปร่างเป็นแผ่น (ข) แบบผลึกที่มีรูปร่างเป็นรอมโบฮีดรัล (22)	9
รูปที่ 1.1.6	ภาพจำลองแสดงการละลายแร่ธาตุในระดับต่างๆ โดย (ก) เมื่อเกิดการละลายแร่ธาตุเพียงเล็กน้อย ส่วนใหญ่จะเป็นการละลายแร่ธาตุระหว่างเส้นใย ในขณะที่แร่ธาตุภายในเส้นใยจะถูกละลายออกไปเพียงบางตำแหน่งเท่านั้น (ข) เมื่อเกิดการละลายแร่ธาตุจำนวนมาก จะเกิดการละลายออกของแร่ธาตุทั้งในตำแหน่งระหว่างเส้นใยและภายในเส้นใย ซึ่งการละลายออกของแร่ธาตุภายในเส้นใยนี้ ทำให้เอนไซม์เมทริกซ์เมทัลโลโปรตีนเนสและซีทีทีเคเทปซินสามารถย่อยสลายคอลลาเจนส่วนเทโลเปปไทด์ได้ง่าย ส่งผลให้โครงสร้างคอลลาเจนสูญเสียการเชื่อมโยงระหว่างโมเลกุล อันส่งผลต่อการคืนกลับแร่ธาตุด้วย (36)	11

รูปที่ 1.1.7	ภาพถ่ายแสดงโพรงฟันที่มีการกำจัดเนื้อฟันผุชั้นนอกออกไปแล้ว จะพบลักษณะทางคลินิกของเนื้อฟันผุชั้นในมีสีน้ำตาลอ่อน	12
รูปที่ 1.1.8	กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างความแข็งของเนื้อฟันที่ตำแหน่งต่างๆ ของเนื้อฟันผุ	15
รูปที่ 1.2.1	ภาพจำลองแสดงเนื้อฟันผุชั้นในภายหลังการใช้กรดกัด จะพบว่ากรดสามารถ ละลายแร่ธาตุในอินเตอร์ทูบูลาร์เดนตินของเนื้อฟันผุชั้นในได้ลึกกว่าเนื้อฟันปกติ แต่ไม่สามารถละลายผลึกแคลเซียมฟอสเฟตที่อยู่ในหลอดฝอยเนื้อฟันได้	24
รูปที่ 1.2.2	ภาพจำลองแสดงการแยกชั้นของสารยึดติดทางทันตกรรมที่ถูกทาลงบนเนื้อฟันผุชั้นใน ที่ถูกกรดกัดแล้ว โดยน้ำที่หลงเหลือในเนื้อฟันผุชั้นในจะขัดขวางการแทรกซึมของ เรซินมอนอเมอร์ที่มีความไม่ชอบน้ำ (สีเหลือง) ในขณะที่เรซินมอนอเมอร์ที่มี ความชอบน้ำ (สีฟ้า) จะสามารถแทรกซึมลงไปได้ลึกกว่า	26
รูปที่ 1.2.3	ภาพจากกล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอนแบบส่องผ่านแสดงชั้นไฮบริดของสารยึดติด ระบบเซลฟ์เอทช์บนเนื้อฟันผุชั้นใน (ก) เมื่อไม่มีการกำจัดสารโปรตีนออกจากชั้นเสมียร์ พบว่ามีชั้นไฮบริด (Ha) หนา และมีชั้นเสมียร์ที่หุ้มด้วยเรซิน (Hs) หลงเหลืออยู่ (กำลังขยาย 8,000 เท่า) (ข) เมื่อมีการกำจัดสารโปรตีนออกจากชั้นเสมียร์ ก่อนการใช้สารยึดติด จะไม่พบชั้นเสมียร์ที่หุ้มด้วยเรซิน ในขณะที่ชั้นไฮบริด (Ha) มีความหนาลดลงและมีความสม่ำเสมอมากขึ้น (กำลังขยาย 30,000 เท่า) (41)	30
รูปที่ 1.2.4	ภาพจำลองแสดงการเสริมความแข็งแรงของเส้นใยคอลลาเจนที่เผยผิวด้วย ตัวเชื่อมคอลลาเจน	34
รูปที่ 2.1.1	เนื้อฟันกระด้างบริเวณด้านปลายฟันและด้านบดเคี้ยวที่เกิดจากการสึกเหตุบดเคี้ยว	45
รูปที่ 2.1.2	ภาพจากกล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอนแบบส่องกราดแสดง (ก) ผลึกแคลเซียมฟอสเฟตรูปร่างรอมโบฮีดรัล (นิวซี) ที่ตกตะกอนในหลอดฝอยเนื้อฟันของเนื้อฟันกระด้าง (ข) กลุ่มก้อนสเคลอโรติกในหลอดฝอยเนื้อฟันที่บริเวณใกล้ผิวหน้า ของเนื้อฟันกระด้าง (3)	47
รูปที่ 2.1.3	ภาพจากกล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอนแบบส่องผ่านแสดงกลุ่มก้อนของแบคทีเรีย (B) ที่อยู่บริเวณผิวหน้าของชั้นที่มีการสะสมแร่ธาตุมากกว่าปกติ (HM) บริเวณผิวของ เนื้อฟันกระด้าง (SD) (3)	48
รูปที่ 2.1.4	ภาพถ่ายแสดงเนื้อฟันกระด้างบริเวณรอยโรคคอฟฟันซึ่งไม่ได้มีสาเหตุจากฟันผุ โดยเนื้อฟันจะมีสีเหลืองเข้มและมีความมันวาว	49

รูปที่ 2.2.1	ภาพจากกล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอนแบบส่องผ่านแสดงชั้นไฮบริด (Hd) ในเนื้อฟันกระด้าง (SD) โดยพบว่าตำแหน่งที่มีชั้นที่มีการสะสมแร่ธาตุมากกว่าปกติ (HM) ปกคลุมอยู่เป็นชั้นหนาจะไม่พบชั้นไฮบริด (ลูกศรชี้) (3)	52
รูปที่ 2.2.2	ภาพจำลองแสดงชั้นไฮบริดผกกลับ (ระหว่างลูกศร) ที่เกิดจากการแทรกซึมของสารเรซินมอนอเมอร์ ลงไปแทนที่เส้นใยคอลลาเจนที่ถูกกำจัดออกด้วยสารละลายโซเดียมไฮโปคลอไรต์	57
รูปที่ 3.1.1	ภาพถ่ายแสดงฟันตกรกระในรายที่ไม่รุนแรงซึ่งส่งผลต่อความสวยงามของฟัน	70
รูปที่ 3.1.2	ภาพถ่ายแสดงฟันตกรกระในรายที่รุนแรงซึ่งส่งผลต่อความสวยงามและการให้การรักษาโดยการบูรณะฟัน	70
รูปที่ 3.1.3	ภาพจำลองแสดงการเรียงตัวของผลึกไฮดรอกซีอะพาไทต์เกิดเป็นโครงสร้างของแท่งเคลือบฟัน และมีแผ่นท่อแท่งเคลือบฟันซึ่งมีสารอินทรีย์สะสมอยู่	73
รูปที่ 3.1.4	ภาพถ่ายรังสีของฟันตกรกระ สามารถพบตำแหน่งที่บร้งสีบริเวณผิวฟัน (สีขาว) แสดงตำแหน่งที่มีการสะสมแร่ธาตุมากกว่าปกติ และตำแหน่งโปร่งรังสีภายใต้ชั้นเคลือบฟัน (สีดำ) แสดงตำแหน่งที่มีรูพรุนอันเกิดจากการสะสมแร่ธาตุน้อยกว่าปกติ (23)	74
รูปที่ 3.1.5	ภาพจำลองแสดงการเรียงตัวของอะตอมในโมเลกุล (ก) ไฮดรอกซีอะพาไทต์ (ข) ฟลูออโรอะพาไทต์ (ค) ฟลูออริเดตไฮดรอกซีอะพาไทต์ (30)	75
รูปที่ 3.1.6	กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณฟลูออไรด์ที่พบในเคลือบฟันที่ความลึกต่างๆ โดยจะพบว่าปริมาณฟลูออไรด์จะมากที่สุดบริเวณผิวเคลือบฟัน และน้อยลงในตำแหน่งที่ลึกเข้าไปจากผิวเคลือบฟัน อีกทั้งฟันตกรกระที่มีระดับความรุนแรงมาก (ดัชนีทีเอฟสูง) จะพบปริมาณฟลูออไรด์มากกว่าฟันตกรกระที่มีระดับความรุนแรงน้อย (ดัชนีทีเอฟต่ำ) (35)	76
รูปที่ 3.1.7	ฟันตกรกระ (ก) เคลือบฟันมีสีขาวขุ่นเป็นเส้นหรือเป็นพื้นที่เล็กๆ (ข) เคลือบฟันมีสีขาวขุ่นร่วมกับมีการกะเทาะออกของเคลือบฟัน (ในวงกลม) เกิดเป็นหลุมร่องบริเวณเล็กๆ (ค) เคลือบฟันมีสีขาวขุ่นร่วมกับการติดสีเหลืองน้ำตาล และผิวเคลือบฟันมีการหลุดกะเทาะออก เกิดเป็นหลุมร่องบริเวณกว้าง (50)	78
รูปที่ 3.2.1	ภาพจากกล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอนแบบส่องกราดของ (ก) ผิวเคลือบฟันปกติ และ (ข) ผิวเคลือบฟันตกรกระ ภายหลังจากใช้กรดฟอสฟอริกความเข้มข้นร้อยละ 34 กัดเป็นเวลา 15 วินาที แสดงให้เห็นรูปแบบการกัดบนเคลือบฟันตกรกระที่น้อยกว่าเคลือบฟันปกติ (3)	90

รูปที่ 3.2.2	ภาพจากกล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอนแบบส่องกราดแสดงรอยต่อระหว่างสารยึดติดทางทันตกรรมระบบเพทซ์แอนด์รินส์กับเนื้อฟันตกระระดับความรุนแรงปานกลางพบว่าชั้นไฮบริดมีความหนามากกว่าปกติและไม่สม่ำเสมอ โดยบางตำแหน่งเกิดการละลายแร่ธาตุลึกกว่าปกติ เนื่องจากเป็นตำแหน่งของเนื้อฟันชนิดอินเตอร์ไกลบูลาร์ (18)	93
รูปที่ 3.2.3	ภาพจากกล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอนแบบส่องกราดของผิวเคลือบฟันตกระภายหลังการทาสารยึดติดชนิดยูนิเวอร์ซัล (ก) แบบไม่ขัดถู และ (ข) แบบขัดถูแสดงให้เห็นว่าการขัดถูสารยึดติดบนเคลือบฟันตกระจะทำให้เกิดรูปแบบการกัดที่ชัดเจนกว่าไม่ขัดถู (3)	95
รูปที่ 3.2.4	ภาพจากกล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอนแบบส่องกราดแสดงผิวของเคลือบฟันตกระระดับความรุนแรงปานกลาง (ก) ภายหลังถูกกัดด้วยกรดฟอสฟอริก และ (ข) ภายหลังการปรับสภาพผิวด้วยการทำไมโครอะเบอร์ชันตามด้วยการกัดด้วยกรดฟอสฟอริก จะพบว่าการทำไมโครอะเบอร์ชันทำให้เกิดรูพรุนในตำแหน่งระหว่างแท่งเคลือบฟัน (interprismatic area) ได้ดีขึ้น (27)	96
รูปที่ 3.2.5	ภาพถ่ายแสดงการทำวีเนียร์กระเบื้องบนฟันตกระระดับความรุนแรงน้อย	98
รูปที่ 3.2.6	การทำวีเนียร์กระเบื้องร่วมกับครอบฟันกระเบื้องบนฟันตกระระดับความรุนแรงมาก	98

สารบัญตาราง

หน้า

ตารางที่ 1.1.1	การจำแนกชั้นพันธุ์ในเนื้อฟันตามการติดสีย้อมและคุณสมบัติของฟันผุชั้นต่างๆ	5
ตารางที่ 3.1.1	แนวทางการวิเคราะห์แยกโรคระหว่างฟันตกกระ ที่มีความรุนแรงน้อยกับฟันผุระยะแรก	79

ส่วนที่ 1

เนื้อฟันผุชั้นใน (Inner carious dentin)
หรือเนื้อฟันที่ได้รับผลกระทบจากฟันผุ
(Caries-affected dentin)

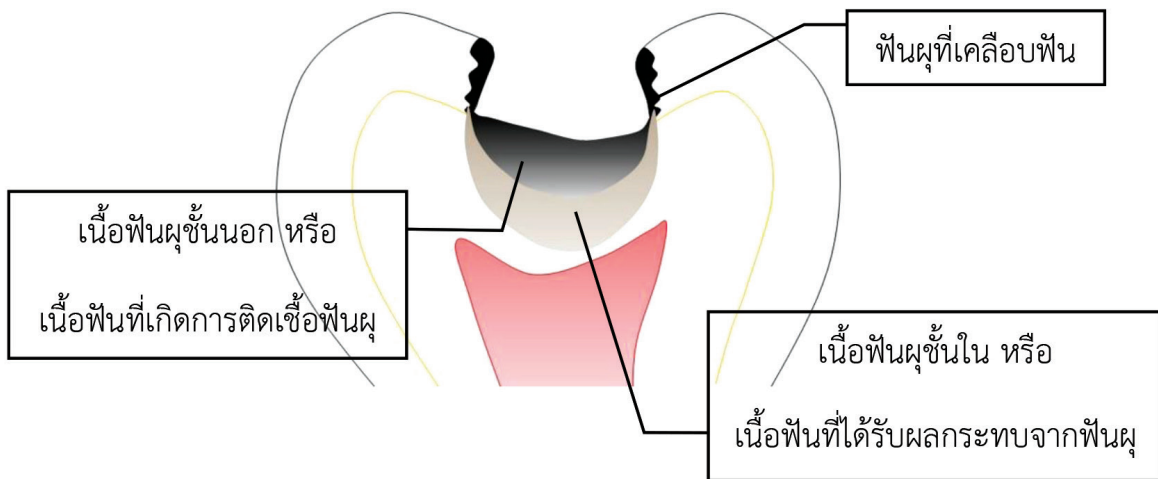
บทที่ 1.1

ความรู้พื้นฐานเกี่ยวกับเนื้อฟันผุชั้นใน หรือเนื้อฟันที่ได้รับผลกระทบจากฟันผุ

กระบวนการเกิดฟันผุ (dental caries) เป็นกระบวนการสูญเสียแร่ธาตุ (demineralization) และการคืนกลับของแร่ธาตุ (remineralization) บนผิวฟันอย่างกลับไปกลับมาทั้งในส่วนของเคลือบฟัน (enamel) และส่วนของเนื้อฟัน (dentin) ในที่นี้จะเน้นที่ฟันผุในส่วนของเนื้อฟัน ซึ่งมีองค์ประกอบที่หลากหลายและมีกระบวนการเกิดโรคที่ซับซ้อน โดยการเกิดฟันผุในเนื้อฟันจะสามารถแบ่งตามตำแหน่งได้ดังนี้

- เนื้อฟันผุชั้นนอก (outer carious dentin) หรือเนื้อฟันที่เกิดการติดเชื้อฟันผุ (caries-infected dentin) เป็นเนื้อฟันผุที่อยู่ด้านบนหรือด้านนอกที่ไกลจากโพรงเนื้อเยื่อใน (pulp chamber) ซึ่งฟันผุในชั้นนี้จะมีการลุกลามของเชื้อแบคทีเรีย (infected zone) มีการละลายออกของแร่ธาตุเป็นจำนวนมาก และคอลลาเจนในเนื้อฟันเกิดการเปลี่ยนแปลง (denatured collagen) ทำให้ไม่สามารถเกิดกระบวนการคืนกลับของแร่ธาตุในเนื้อฟันในชั้นนี้ได้อีก ดังนั้นจึงควรกำจัดเนื้อฟันส่วนนี้ออกให้หมดก่อนทำการบูรณะฟัน (1) (รูปที่ 1.1.1)

- เนื้อฟันผุชั้นใน (inner carious dentin) หรือเนื้อฟันที่ได้รับผลกระทบจากฟันผุ (caries-affected dentin) เป็นเนื้อฟันผุที่อยู่ด้านล่างหรือด้านในที่ใกล้กับโพรงเนื้อเยื่อใน เป็นชั้นที่ได้รับผลกระทบจากกรดที่สร้างจากเชื้อแบคทีเรียที่ก่อโรคฟันผุ โดยภายในชั้นนี้จะตรวจไม่พบและไม่มี การลุกลามของเชื้อแบคทีเรีย แต่มีการละลายออกของแร่ธาตุเพียงบางส่วนบริเวณอินเตอร์ทูบูลาร์เดนติน (intertubular dentin) และมีการตกตะกอนของผลึกแคลเซียมฟอสเฟตในหลอดฝอยเนื้อฟัน (dentinal tubule) ในขณะที่เส้นใยคอลลาเจนยังคงไม่มีการเปลี่ยนแปลง (intact collagen) (2) จึงสามารถทำหน้าที่เป็นโครงแบบ (template) ให้เกิดการคืนกลับของแร่ธาตุได้เมื่ออยู่ในสภาวะที่เหมาะสม (1) (รูปที่ 1.1.1) โดยฟันผุชั้นในสามารถแบ่งออกได้เป็น 3 ชั้นย่อยจากด้านนอกเข้าสู่ด้านในใกล้โพรงเนื้อเยื่อใน ได้แก่ ชั้นที่มีการเปลี่ยนสีหรือสูญเสียแร่ธาตุ (discolored zone/ demineralized zone) ชั้นโปร่งใส (transparent zone) และชั้นใต้ชั้นโปร่งใส (subtransparent zone)



รูปที่ 1.1.1 ภาพจำลองแสดงตำแหน่งของเนื้อฟันผุชั้นนอกและเนื้อฟันผุชั้นใน
ที่มา : (วาดโดย อรณิชา ธนัศวรากรณ์)

จากหลักการการรักษาฟันแบบอนุรักษ์ (minimal intervention) ซึ่งต้องการอนุรักษ์เนื้อฟันไว้ให้ได้มากที่สุด ในขั้นตอนการรักษา ได้มีการแนะนำให้คงเหลือเนื้อฟันผุชั้นในไว้เพื่อหวังผลให้เกิดการคืนกลับของแร่ธาตุในอนาคต ดังนั้นในทางคลินิกจึงมักพบว่าหลังการกรอแต่งโพรงฟันเพื่อทำการบูรณะด้วยวัสดุกลุ่มเรซิน สารยึดติดทางทันตกรรม (dental adhesive) จะถูกทาลงบนเนื้อฟันผุชั้นใน โดยเฉพาะที่บริเวณพื้นของโพรงฟัน ซึ่งเนื้อฟันผุชั้นในนี้มีองค์ประกอบและคุณสมบัติที่แตกต่างไปจากเนื้อฟันปกติ อันส่งผลให้การยึดติดระหว่างสารยึดติดทางทันตกรรมชนิดเรซินกับเนื้อฟันมีประสิทธิภาพด้อยลงได้ (3-5)

ความรู้เพิ่มเติมเรื่อง การจำแนกชั้นฟันผุในเนื้อฟัน

การแยกชั้นฟันผุในเนื้อฟันด้วยวิธีการสังเกตสีหรือความแข็งของเนื้อฟันเพียงอย่างเดียว อาจเป็นวิธีที่ไม่มีความเที่ยงตรงและแม่นยำ ดังนั้นในปี ค.ศ. 1972 Fusayama T. และ Terachima S. ได้แนะนำการใช้สีย้อมเบสิกฟuchs (basic fuchsin dye) ในการจำแนกชั้นฟันผุเป็นส่วนหนึ่งของเนื้อฟันผุชั้นนอกและชั้นใน (6) โดยใช้หลักการที่ว่าเนื้อฟันผุชั้นนอกจะเกิดการเปลี่ยนแปลงโครงสร้างของเส้นใยคอลลาเจน และมีรูพรุนที่มากกว่าปกติ ทำให้เกิดการติดสีได้มากกว่าเนื้อฟันปกติ (7) ซึ่งการศึกษาเพิ่มเติมต่อมาพบว่าการใช้สีย้อมเพื่อใช้ในการแยกชั้นฟันผุดังกล่าวมีความสัมพันธ์กับลักษณะทางจุลกายวิภาค (histology) และคุณสมบัติทางกลของเนื้อฟันด้วย (7, 8) โดยสามารถแบ่งฟันผุในส่วนของเนื้อฟันออกได้เป็นชั้นต่างๆ ดังนี้ (ตารางที่ 1.1.1 และรูปที่ 1.1.2)