



ภาพรวมของเดือยผ่านคลองรากฟัน An Overview of Endodontic Post



สุคนธ์ทิพย์ อวิชนาการ

หนังสือเล่มนี้ ได้รับทุนสนับสนุนการจัดพิมพ์จาก คณะทันตแพทยศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น

ภาพรวมของเดือยผ่านคลองรากฟัน

An Overview of Endodontic Post

ISBN 978-616-438-589-4

ผู้เขียน สุคนธ์ทิพย์ อวชันนาการ
(Sukontip Arwatchanakan)

พิมพ์ครั้งที่ 1 พฤษภาคม 2564

จำนวนพิมพ์ 500 เล่ม

ราคา 295 บาท

จัดพิมพ์และจัดจำหน่าย

คณะทันตแพทยศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น

สุคนธ์ทิพย์ อวชันนาการ.

ภาพรวมของเดือยผ่านคลองรากฟัน = An overview of endodontic post.--ขอนแก่น :
คณะทันตแพทยศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น, 2564.

140 หน้า.

1. คลองรากฟัน. 2. การรักษาคคลองรากฟัน. I. ชื่อเรื่อง.

617.6342059

ISBN 978-616-438-589-4

พิมพ์ที่ หจก.โรงพิมพ์คลังน่านวิทยา
232/199 หมู่ 6 ถ.ศรีจันทร์ ต.ในเมือง อ.เมือง จ.ขอนแก่น 40000
โทร. 0-4346-6444 แฟกซ์ 0-4346-6863
E-mail: klungpress@hotmail.com www.klungnana.com



คำนำ



ปัจจุบันยังคงมีผู้ป่วยซึ่งรอรับการบูรณะฟันที่ผ่านการรักษาคงเหลือฟันจากทันตแพทย์อยู่เป็นจำนวนมาก ในฐานะที่เป็นผู้ให้การรักษา บ่อยครั้งที่มักจะมีคำถามขึ้นในใจ ตั้งแต่ ฟันซี่นี้หายเป็นปกติพร้อมให้เราบูรณะได้หรือยัง... ควรบูรณะฟันซี่นี้อย่างไรดี... จำเป็นต้องใส่เดือยไหม... ถ้าจะใส่เดือยจะใส่ชนิดไหนดี... ยึดด้วยซีเมนต์อะไร... แล้วถ้าผู้ป่วยถามว่าฟันซี่นี้จะอยู่ใช้งานในช่องปากได้อีกนานเท่าไรจะตอบว่าอย่างไรดี... ไปจนถึงเมื่อต้องบอกลาเดือยเราจะรู้หรือออกด้วยวิธีไหนดี... หนังสือเล่มนี้อาจจะพอเป็นแนวทางตอบคำถามให้คุณได้ ลองอ่านดูนะคะ 😊

สุคนธ์ทิพย์ อาวัชนาการ



กิตติกรรมประกาศ

หนังสือเล่มนี้จะไม่สามารถสำเร็จลุล่วงได้เลย ถ้าไม่ได้รับโอกาสจากสาขาวิชาทันตกรรมประดิษฐ์ คณะทันตแพทยศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น นอกจากนี้ ขอขอบพระคุณ รศ.ดร.ทพญ.จุฑาทิพย์ สมิติไมตรี และ ศ.ดร.ทพ.ธีระศักดิ์ ดำรงรุ่งเรือง ที่ให้คำแนะนำอันเป็นประโยชน์ ทำให้หนังสือเล่มนี้มีความสมบูรณ์มากขึ้น สุดท้าย ขอขอบพระคุณ กัลยาณมิตรทุกท่านสำหรับกำลังใจที่ให้มา

สุคนธ์ทิพย์ อารัชนาการ



สารบัญ



	หน้า
บทที่ 1 การบูรณะฟันที่ผ่านการรักษาคคลองรากฟัน	1
ความสำคัญของเพอร์รูล	2
ความจำเป็นของเดือย	5
หลักการบูรณะฟันที่ผ่านการรักษาคคลองรากฟัน	8
เอกสารอ้างอิง	19
บทที่ 2 การบูรณะด้วยเดือยและแกนฟัน	25
เดือยที่ใช้ในทางทันตกรรม	25
ความยาวเดือย	51
ความกว้างเดือย	54
แกนฟันที่ใช้ในทางทันตกรรม	55
เอกสารอ้างอิง	58
บทที่ 3 ซีเมนต์ทางทันตกรรม	63
ซีเมนต์ทางทันตกรรม	63
ซีเมนต์ประเภทตั้งเดิม	63
ซีเมนต์เรซิน	74
เอกสารอ้างอิง	81
บทที่ 4 การยึดอยู่ของเดือย	85
ปัจจัยที่ส่งผลต่อการยึดอยู่ของเดือยในคลองรากฟัน	85
การปรับสภาพพื้นผิวเดือยก่อนทำการยึด	87
เอกสารอ้างอิง	104



สารบัญ (ต่อ)

	หน้า
บทที่ 5 อัตราการอยู่รอด	111
ปริมาณเนื้อฟันที่เหลืออยู่	111
การบูรณะด้วยครอบฟันเปรียบเทียบกับบูรณะด้วยวัสดุอุดฟัน	112
ฟันหน้าเปรียบเทียบกับฟันหลัง	113
การมีฟันข้างเคียง	114
ชนิดของเดือย	114
เอกสารอ้างอิง	115
บทที่ 6 การรื้อเดือย	119
การรื้อเดือย	119
เครื่องมือ	120
ขั้นตอนในการรื้อเดือย	128
เอกสารอ้างอิง	130
ดัชนี	133
Index	137
ประวัติผู้เขียน	140



สารบัญรูป



หน้า

รูปที่ 1.1	การเกิดแรงกดที่เนื้อฟันส่วนคอฟันด้านริมฝีปาก (ลูกศรหันหัวเข้า) และเกิดแรงดึงที่รากฟันด้านเพดานปาก (ลูกศรหันหัวออก) ซึ่งเป็นผลจาก OF (occlusal force) หรือแรงบดเคี้ยว	3
รูปที่ 1.2	การต้านการหมุนของครอบฟันโดยเฟอรัล OF (occlusal force) คือแรงบดเคี้ยว ส่วน FE (furrule effect) คือผลของเฟอรัล เกิดจากเนื้อฟันซึ่งทำหน้าที่ต้านการหมุนของครอบฟัน	3
รูปที่ 1.3	(ก) ฟันที่ไม่มีเฟอรัล เมื่อมีการสร้างเฟอรัลด้วยวิธีการศัลยกรรมเพิ่มความสูงตัวฟันแล้ว (ข) พบว่า ความยาวตัวฟันเพิ่มมากขึ้น ($C' > C$) ส่วนความยาวรากที่อยู่ในกระดูกเป่ารากฟันลดลง ($R' < R$) ส่วนการสร้างเฟอรัลด้วยการดันออกด้วยทันตกรรมจัดฟันนั้น (ค) แม้ความยาวตัวฟันจะไม่เพิ่มขึ้น ($C'' = C$) แต่ความยาวรากที่อยู่ในกระดูกเป่ารากฟันลดลงเช่นกัน ($R'' < R$)	5
รูปที่ 1.4	องค์ประกอบในการบูรณะฟันที่รักษาคลองรากฟัน โดยหน้าที่หลักของเดือยคือช่วยให้เกิดการยึดอยู่ของแกนฟัน	6
รูปที่ 1.5	เปรียบเทียบการกระจายแรงบดเคี้ยวของครอบฟัน (ก) ครอบฟันที่มีเดือยจะมีการกระจายแรงบดเคี้ยวไปสู่รากฟันผ่านทางเดือย ส่วนครอบฟันที่ไม่มีเดือย (ข) จะมีแรงเค้นจากการบดเคี้ยวสะสมที่คอฟันทำให้มีโอกาสแตกหักได้ทีบริเวณนี้	7
รูปที่ 1.6	ภาพรังสีเอกซ์แสดงการเตรียมคลองรากฟันสำหรับเดือยที่ผิดไปจากแนวคลองรากฟันเดิมของผู้ป่วยทำให้เกิดการสูญเสียเนื้อฟัน	8
รูปที่ 1.7	(ก) ภาพรังสีเอกซ์แสดงรอยโรครอบปลายรากของฟันกรามบนซ้ายซี่ที่หนึ่ง (ข) ภาพรังสีเอกซ์แสดงการได้รับการรักษาคลองรากฟันของฟันซี่นี้ (ค) ภาพรังสีเอกซ์หลังการรับการรักษาคลองรากฟันเป็นระยะเวลา 6 เดือน พบว่ามีการหายของฟันซี่นี้จากความทึบรังสีของรอยโรครอบปลายรากที่มากขึ้น	10
รูปที่ 1.8	ลักษณะแนวแรงที่แตกต่างกันในฟันหน้าและฟันหลัง โดยในฟันหน้า (ก) มีแรงเค้นจากการกัด ส่วนในฟันหลัง (ข) เป็นแรงแนวตั้งจากการบดเคี้ยว	11
รูปที่ 1.9	ฟันที่มีการสูญเสียเนื้อฟันส่วนตัวฟันระดับน้อย	13



สารบัญรูป (ต่อ)

	หน้า
รูปที่ 1.10 ฟันที่มีการสูญเสียเนื้อฟันส่วนตัวฟันระดับปานกลาง	13
รูปที่ 1.11 ฟันที่มีการสูญเสียเนื้อฟันส่วนตัวฟันระดับมาก	15
รูปที่ 1.12 แรงบดเคี้ยวในฟันหลังที่ถ่ายทอดลงสู่คอฟัน	15
รูปที่ 1.13 (ก) แรงบดเคี้ยวที่แรงเค้นมาที่คอฟันนำมาซึ่งการแตกหักในบริเวณนี้ (ข) การครอบฟันสามารถช่วยลดการแตกหักที่จะเกิดขึ้น	16
รูปที่ 1.14 ฟันที่มีการสูญเสียเนื้อฟันส่วนตัวฟันระดับน้อย เช่น มีการสูญเสียเนื้อฟันจากการเปิดทางเพื่อเข้ารักษาคลองรากฟันและเนื้อฟันของปุ่มด้านไกลกลาง (distal cusp)	16
รูปที่ 1.15 ฟันที่มีการสูญเสียเนื้อฟันส่วนตัวฟันระดับปานกลาง เช่น มีการสูญเสียเนื้อฟันจากการเปิดทางเพื่อเข้ารักษาคลองรากฟันและเนื้อฟันของปุ่มด้านแก้ม (buccal cusps)	17
รูปที่ 1.16 การใช้วัสดุอุดฟันในการก่อแกนฟัน โดยลูกศรแสดงความลึกของโพรงเนื้อเยื่อในควรไม่น้อยกว่า 4 มิลลิเมตร หากโพรงเนื้อเยื่อในลึกน้อยกว่า 4 มิลลิเมตรควรใส่วัสดุก่อแกนฟันลงไปในคลองรากฟันประมาณ 2 - 4 มิลลิเมตรเพื่อเพิ่มการยึดอยู่	17
รูปที่ 1.17 ฟันที่มีการสูญเสียเนื้อฟันส่วนตัวฟันระดับมาก เช่น เหลือเนื้อฟันเพียงปุ่มไกลกลางเท่านั้น	18
รูปที่ 2.1 ครอบฟันติดเตี้ย (dowel crown) ซึ่งมีลักษณะรวมเตี้ยและครอบฟันให้เป็นชิ้นงานบูรณะชิ้นเดียวกัน	26
รูปที่ 2.2 เตี้ยโลหะหล่อ (ลูกศรชี้) ซึ่งเป็นชิ้นโลหะขึ้นรูปจากการหล่อโลหะให้มีส่วนของเตี้ยเป็นชิ้นเดียวกับแกนฟัน	26
รูปที่ 2.3 เตี้ยสำเร็จรูป และแกนฟัน	27
รูปที่ 2.4 เตี้ยทรงขนานและเตี้ยทรงสอบ (ก) เป็นเตี้ยทรงขนาน (ParaPost® Fiber Lux™, Coltene) (ข) เป็นเตี้ยทรงสอบ (ParaPost® Taper Lux™, Coltene)	28
รูปที่ 2.5 ภาพรังสีเอกซ์แสดงรอยทะลุที่รากฟันซึ่งเกิดจากการใส่เตี้ยทรงขนาน	29
รูปที่ 2.6 เตี้ยทรงขนานที่มีปลายสอบ (RelyX™ Fiber Post, 3M ESPE)	29
รูปที่ 2.7 เตี้ยทรงสอบคู่ (DT Light-Post Illusion® X-RO®, RTD) โดยเส้นสีขาวแสดงระดับความสอบแบ่งเป็นสองระดับ	29

สารบัญรูป (ต่อ)



หน้า

รูปที่ 2.8	(ก) ตัวอย่างเดือยแบบมีแรง โดยลักษณะพื้นผิวจะมีส่วนที่เป็นเกลียว (บริเวณเครื่องหมายปีกกา) ใช้ในการไขให้ยึดติดกับเนื้อฟัน (ParaPost XT™, Coltene) (ข) เครื่องมือที่ใช้ไขเดือยชนิดนี้ให้ยึดติดกับเนื้อฟัน (ค) ภาพรังสีเอกซ์แสดงเดือยมีแรงที่มีพื้นผิวเกลียวในฟันกรามล่างขวาซี่ที่สอง ซึ่งจะสังเกตเห็นได้ว่าเกลียวของเดือยได้ไขยึดเข้าไปกับผนังคลองรากฟัน	30
รูปที่ 2.9	(ก) รูปร่างของเดือยพื้นผิวเกลียวก้านแยก เช่น Flexi-Post®, EDS) โดยส่วนของเดือยที่อยู่ในคลองรากฟันจะแยกเป็นสองซีก (ข) ชุดของเดือยชนิดนี้ประกอบด้วยหัวเจาะและตัวไขสกรูที่ใช้ในการไขเดือยลงไปในคลองรากฟัน	31
รูปที่ 2.10	เดือย Macro-lock Post® Illusion X-RO (RTD) ที่มีรอยหยักทั้งส่วนหัวและส่วนที่อยู่ในคลองรากฟันของเดือย ทำให้มีการยึดอยู่เชิงกลกับวัสดุก่อแกนฟันและซีเมนต์ที่ใช้ยึดเดือย	32
รูปที่ 2.11	(ก) เดือยที่มีร่องตลอดแนวความยาวของเดือยทำให้เกิดแรงยึดเชิงกลกับซีเมนต์และวัสดุก่อแกนฟัน (Glassix®+Post, NORDIN) (ข) หน้าตัดของเดือยที่มีร่องสามร่อง	33
รูปที่ 2.12	กรณีที่มีภาวะสบลึกในฟันหน้า ทำให้มีความจำเป็นต้องกรอแกนฟันและเดือยบริเวณด้านเพดานปากออกมากเพื่อให้พื้นที่สำหรับวัสดุทำครอบฟัน อาจส่งผลทำให้การยึดอยู่ของแกนฟันต่ำลงหรือเกิดการแตกหักของแกนฟันได้	35
รูปที่ 2.13	ผู้ป่วยที่บูรณะฟันตัดหน้าบนซี่กลางด้วยเดือยโลหะหล่อ ทำให้เกิดเงาดำบริเวณเหงือกที่คอฟัน	35
รูปที่ 2.14	ภาพจำลองแสดงแรงเค้นที่เกิดจากแรงบดเคี้ยวสะสมอยู่รอบรากฟันโดยเฉพาะบริเวณปลายเดือย (ลูกศร) ซึ่งอาจจะทำให้เกิดการแตกหักของรากฟันบริเวณนี้ได้	36
รูปที่ 2.15	การทำเดือยโลหะหล่อด้วยเทคนิคทางตรง (ก) ตัวอย่างวัสดุที่ใช้ในการทำเดือยโลหะหล่อด้วยเทคนิคทางตรง (ข) นำวัสดุนี้มาลอกเลียนรายละเอียดรูปร่างคลองรากฟันและตกแต่งรูปร่างแกนฟันได้โดยตรงในช่องปาก (ค) ชิ้นงานที่พร้อมนำไปหล่อโลหะ	37
รูปที่ 2.16	เทคนิคทางอ้อมในการทำเดือยโลหะหล่อ ทำได้โดยการพิมพ์คลองรากฟันด้วยวัสดุพิมพ์อีลาสโตเมอร์แล้วนำมาเทแบบ แต่งขึ้นฝั่งเป็นรูปร่างเดือยแล้วนำไปหล่อโลหะ	38



สารบัญรูป (ต่อ)

	หน้า
รูปที่ 2.17 (ก) ตัวอย่างเดือยสำเร็จรูปโลหะทรงขนานที่ทำจากสแตนเลสตีล (ParaPost Stainless Steel Posts, Coltene) (ข) ตัวอย่างเดือยสำเร็จรูปโลหะทรงขนานที่ทำจากโลหะผสมไทเทเนียม (ParaPost® XP™, Coltene)	39
รูปที่ 2.18 ตัวอย่างเดือยเส้นใยคาร์บอน ซึ่งเป็นเดือยสำเร็จรูปที่มีสีดำ (CF Carbon Fiber Post, J.MORITA)	40
รูปที่ 2.19 การเปรียบเทียบแรงเค้นที่เกิดจากการบดเคี้ยวสะสมในบริเวณที่ต่างกันระหว่างเดือยโลหะ (ก) และ (ข) เดือยเส้นใย ตามที่ลูกศรชี้	41
รูปที่ 2.20 ด้านตัดขวางของเดือยเส้นใยจากกล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอนแบบส่องกราด พบเส้นใยหน้าตัดวงกลมเรียงตัวตามยาวในเรซินเมทริกซ์	42
รูปที่ 2.21 เดือยเส้นใยควอตซ์ (Aestheti-Plus™, RTD)	43
รูปที่ 2.22 เดือยเส้นใยแก้ว (C-I WHITE™ POST, Parkell inc.)	44
รูปที่ 2.23 (ก) หัวกรอกปากเพชรที่ใช้ในการเตรียมคลองรากฟันร่วมกับเครื่องอัลตราโซนิก (EllipsonTip™, RTD) (ข) เดือยรูปไข่ (EllipsonPost™, RTD)	46
รูปที่ 2.24 (ก, ข) ตัวอย่างเดือยรูปไข่ (Hi-Rem Post, overfibers) (ค) ซึ่งเดือยชนิดนี้จะมีเส้นใยสีฟ้าตรงกลางเดือย เพื่อประโยชน์ในการช่วยให้สังเกตเห็นในขณะรีดเดือย	46
รูปที่ 2.25 คลองรากฟันบานซึ่งสามารถใช้เดือยตามกายวิภาคของคลองรากฟัน ในการบูรณะได้ โดย (ก) การใช้วัสดุเรซินคอมโพสิตร่วมกับเดือยเส้นใย ส่วน (ข) การใส่เดือยเสริมเพื่อช่วยลดปริมาณวัสดุเรซินคอมโพสิตที่ใช้ในคลองรากฟันให้น้อยลง	47
รูปที่ 2.26 เดือยและแกนฟันเซรามิกที่ขึ้นรูปด้วยการใช้เทคนิคคอมพิวเตอร์ ช่วยในการออกแบบและการผลิต	49
รูปที่ 2.27 (ก) เดือยเส้นใยพอลิเอทิลีนสามารถแนบเข้าไปได้กับรูปร่างของคลองรากฟันที่โค้ง ทำให้ลดโอกาสการเกิดการสูญเสียเนื้อฟันจากการเตรียมคลองรากฟันผิดแนว ซึ่งมักเกิดขึ้นจากการใส่เดือยสำเร็จรูปที่มีความแข็งมากกว่า (ข)	50
รูปที่ 2.28 ภาพสรุปความยาวเดือยที่เหมาะสม	53
รูปที่ 2.29 การแตกหักของรากฟันจากการที่เดือยไม่มีส่วนของกระดูกเบ้าฟันไว้รองรับแรง	53

สารบัญรูป (ต่อ)



	หน้า
รูปที่ 2.30 (ก) เดือยที่มีขนาดใหญ่เกินไป จะเพิ่มความเสี่ยงให้เกิดการแตกหักของรากฟัน เนื่องจากผนังรากฟันที่เหลืออยู่บาง (ข) เดือยที่มีขนาดเล็กเกินไป จะเพิ่มความเสี่ยงให้เกิดการหักหรือบิดเบี้ยวของเดือยได้	54
รูปที่ 3.1 ปฏิกริยาการแข็งตัวของซีเมนต์ชนิดซิงก์ออกไซด์ยูจินอล	66
รูปที่ 3.2 สูตรโครงสร้างทางเคมีของผลึกแก้วเคลือบฟลูออโรอะลูมิเนียมซิลิเกต	68
รูปที่ 3.3 โครงสร้างของซีเมนต์ชนิดกลาสส์ไอโอโนเมอร์หลังการเกิดปฏิกริยาแข็งตัว	68
รูปที่ 3.4 ภาพสรุปซีเมนต์ประเภทดั้งเดิม	69
รูปที่ 3.5 ปฏิกริยาของซีเมนต์ Ceramir Crown&Bridge	72
รูปที่ 3.6 การพัฒนาตามลำดับเวลาของซีเมนต์ที่ใช้ในทางทันตกรรม	73
รูปที่ 3.7 (ก) การเกิดน้ำบนพื้นผิวระหว่างสารยึดติดและซีเมนต์เรซิน โดย H^+ (หมู่ฟังก์ชันของมอนอเมอร์ที่เป็นกรด) จะไปแย่งจับกับ A (เอมีนตติยภูมิ) ส่งผลให้เกิดน้ำขึ้นมา และทำให้ A ที่จะไปจับกับ CO (แคมฟอร์ควิโนน) มีปริมาณลดลง (ข) การเคลื่อนของน้ำจากท่อเนื้อฟันผ่านชั้นพื้นผิวนี้นี้ด้วยแรงดันออสโมติกมาสะสม อยู่บนชั้นสารยึดติด ซึ่งจะส่งผลต่อการยึดติดกับชั้นของซีเมนต์เรซิน	78
รูปที่ 4.1 พื้นผิวเดือยโลหะที่มีลักษณะหยักเพื่อเพิ่มการยึดติดกับซีเมนต์ (ParaPost Stainless Steel Posts, Coltene)	88
รูปที่ 4.2 ปฏิกริยาเคมีหลังการเผาไฟสารละลายเพชรทอกซีไซเลน ทำให้เกิดชั้นซิลิกา ไปเกาะบนพื้นผิวโลหะ	89
รูปที่ 4.3 โครงสร้างการดัดแปรพื้นผิวของเดือยโลหะด้วยการสร้างชั้นซิลิกาบนพื้นผิวโลหะ และตามด้วยใช้สารไซเลนทาทับบนพื้นผิวนี้นี้เพื่อช่วยในการยึดติดกับซีเมนต์เรซิน	89
รูปที่ 4.4 เดือยโลหะสำเร็จรูปที่มีการเป่าทรายบริเวณพื้นผิวมาจากบริษัทผู้ผลิต (SB post™, J.MORITA)	90
รูปที่ 4.5 (ก) สูตรโครงสร้างของไฟร์เมทาซึ่งเป็นไพโรเมอร์สำหรับโลหะตัวแรกที่ถูกสร้างขึ้น (ข) สูตรโครงสร้างของวีบีเอทีดีทีซึ่งเป็นไพโรเมอร์สำหรับโลหะผสมมีสกุล	91



สารบัญรูป (ต่อ)

หน้า

รูปที่ 4.6	การทำซีเล็คทีฟอินฟิลเทรชันเอตซิง โดยเริ่มจาก (ก) ขั้นตอนการทาสารประกอบแก้วบนพื้นผิวเซอรโคเนีย (ข) เมื่อให้ความร้อนสารประกอบนี้จะแทรกซึมไปตามขอบเกรนของเซอรโคเนีย (ค) จากนั้นใช้กรดกำจัดสารประกอบแก้วนี้ออก เกิดเป็นรูพรุนระหว่างเกรน (ง) รูพรุนเหล่านี้จะช่วยเพิ่มการยึดติดเมื่อสารทายึดติดเรซิน	94
รูปที่ 4.7	โครงสร้างของ เทนเอ็มดีพี (10-MDP; 10-methacryloyloxydecyl dihydrogen phosphate)	96
รูปที่ 4.8	(ก) การเป่าทรายด้วย Rocatec™ Pre ด้วยอนุภาคอะลูมินัมออกไซด์ขนาด 110 ไมโครเมตร บนพื้นผิว ขั้นตอนต่อมา (ข) การเป่าทรายด้วย Rocatec™ Plus ซึ่งเป็นอนุภาคอะลูมินัมออกไซด์ที่เคลือบผิวด้วยซิลิกาขนาด 110 ไมโครเมตร จากแรงดันทำให้อนุภาคซิลิกาฝังตัวบนพื้นผิวเซอรโคเนีย	97
รูปที่ 4.9	การปรับสภาพพื้นผิวของเซอรโคเนียด้วย CoJet™ system เป็นวิธีการเป่าทรายด้วยอนุภาคอะลูมินัมออกไซด์ที่เคลือบผิวด้วยซิลิกาขนาด 30 ไมโครเมตร โดยพ่นไปบนผิวของเซอรโคเนียภายใต้แรงดัน 2 - 3 บาร์ ทำให้อนุภาคซิลิกาฝังตัวบนพื้นผิวเซอรโคเนีย	98
รูปที่ 4.10	โครงสร้างของสารไฮเลนที่เป็นสารใช้เชื่อมระหว่างสารอินทรีย์และสารอนินทรีย์ โดยก่อนนำมาใช้งานต้องผ่านกระบวนการแยกสลายด้วยน้ำตามปฏิกิริยาข้างล่าง	100
รูปที่ 4.11	การเผยผิวด้านในของเส้นใยหลังจากใช้สารไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์ ทาบนพื้นผิวเตื่อยเป็นเวลา 10 นาที	103
รูปที่ 6.1	(ก) ภาพรังสีเอกซฟิลรอบปลายราก (periapical abscess) ของฟันกรามขวาล่างซี่ที่หนึ่ง หลังการบูรณะด้วยเตื่อยและครอบฟัน (ข) หลังจากรื้อครอบฟันและเตื่อยออก ทำการรักษาคลองรากฟันซ้ำอีกครั้ง ปรากฏว่ารอยโรครอบปลายรากมีขนาดเล็กลง	119
รูปที่ 6.2	(ก) ด้ามที่ใช้งานของเครื่องสันอัลตราโซนิคแบบแม่เหล็กไฟฟ้า (ข) ด้ามที่ใช้งานของเครื่องสันอัลตราโซนิคแบบเพียโซอิเล็กทริก	121
รูปที่ 6.3	หัวกรอคาร์ไบด์ Roto-Pro™ bur (Ellman) โดยลักษณะหัวกรอเป็นรูปหกเหลี่ยมที่ไม่มีคมตัด	122
รูปที่ 6.4	คีมหนีบห้ามเลือด	124
รูปที่ 6.5	(ก) เครื่องมือรื้อเตื่อยชนิด Egger post remover (ข) บริเวณปากคีบของเครื่องมือ	124

สารบัญรูป (ต่อ)



หน้า

รูปที่ 6.6	การใช้งานของเครื่องมือรื้อเดือยชนิด Egger post remover (ก) แกนฟันที่ถูกตัดแต่งด้านประชิดเพื่อเป็นที่จับยึดของเครื่องมือลักษณะการจับยึดของเครื่องมือต่อแกนฟันโดยใช้ปากคีบ ขณะเดียวกัน (ข) บริเวณปลายเครื่องมือมีปากซึ่งใช้ค้ำยันรากฟันไว้ในขณะดึงเดือยออกมา (ค) สภาพฟันหลังจากที่นำเดือยออกไปแล้ว	125
รูปที่ 6.7	(ก) ชุดเครื่องมือรื้อเดือยชนิด Ruddle post remover ประกอบด้วยเครื่องมือกระทบรูปท่อซึ่งมีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางตั้งแต่ 0.6 - 1.6 มิลลิเมตร หัวทรีไฟน์ คีมรื้อถอนและกันชนยางที่มีขนาดต่าง ๆ (ลำดับจากบนลงล่าง) (ข) ลักษณะของเครื่องมือกระทบรูปท่อซึ่งเป็นทรงกระบอกมีเกลียวอยู่ด้านใน (ค) หลังจากตัดแต่งส่วนหัวของเดือยแล้วเลือกขนาดของเครื่องมือกระทบรูปท่อให้พอเหมาะเพื่อใช้ในการจับยึดเดือยโดยการหมุนทวนเข็มนาฬิกา (ง) ทำการไขเดือยออกโดยจะมีส่วนวงยางวางอยู่บนส่วนรากที่อยู่รอบ ๆ เดือยเพื่อป้องกันอันตรายที่จะเกิดแก่รากฟัน	126
รูปที่ 6.8	ปลายของหัวเจาะซึ่งมีลักษณะเป็นท่อที่มีคมตัดที่ปลาย	126
รูปที่ 6.9	การใช้ Masserann Kit ในการเข้าไปจับดึงเดือยส่วนที่หักออกมา (ก) ใช้หัวเจาะกำจัดเนื้อฟันและซีเมนต์ที่อยู่รอบ ๆ เดือย (ข) จากนั้นใช้หัวทรีไฟน์ที่มีขนาดใกล้เคียงกันพร้อมด้วยเครื่องมือรื้อถอน (extractor) ใส่เข้าไปจับยึดและดึงเดือยออกมา	127
รูปที่ 6.10	ชุดรื้อเดือยเส้นใย DT Light-Post® Removal Kit ซึ่งประกอบด้วยหัวเจาะนำร่อง (ตัวสั้น) และหัวเจาะรื้อเดือย (ตัวยาว)	128
รูปที่ 6.11	(ก) เดือยเส้นใย DT Light-Post Illusion® X-RO® (ข) เมื่อได้รับความเย็นจากสเปรย์น้ำสีของเดือยจะต่างจากสีของเนื้อฟัน	129



สารบัญตาราง

	หน้า
ตารางที่ 1-1 การประเมินลักษณะทางคลินิกภายหลังการรักษาคลองรากฟัน	9
ตารางที่ 1-2 การประเมินจากภาพรังสีเอกซ์ภายหลังการรักษาคลองรากฟัน	10
ตารางที่ 2-1 แสดงถึงรูปร่างของคลองรากฟัน	34
ตารางที่ 2-2 ค่ามอดุลัสของสภาพยืดหยุ่นของเนื้อฟันและวัสดุต่าง ๆ ที่ใช้ในการบูรณะภายในคลองรากฟัน	41
ตารางที่ 2-3 แสดงตัวอย่างข้อและชนิดของเดือยสำเร็จรูป	51
ตารางที่ 2-4 วัสดุเรซินคอมโพสิตชนิดต่าง ๆ ที่ใช้ในการก่อแกนฟัน	57
ตารางที่ 3-1 คำแนะนำในการเลือกใช้ซีเมนต์ในการยึดเดือย	73
ตารางที่ 3-2 มอนอเมอร์ที่เป็นกรดที่มีในซีเมนต์เรซินชนิดเซลฟ์แอคทีฟ	79
ตารางที่ 3-3 สรุปภาพรวมของซีเมนต์เรซินที่จำแนกตามวิธีการเตรียมผิวฟันทั้งสามประเภท	81
ตารางที่ 4-1 ตัวอย่างของไพรเมอร์โลหะ	91

การบูรณะฟันที่ผ่านการรักษาคคลองรากฟัน



ฟันมีส่วนประกอบที่แข็งที่สุดในร่างกายคือ เคลือบฟัน (enamel) ซึ่งถูกรองรับด้วยเนื้อฟัน (dentin) ซึ่งเนื้อฟันมีส่วนประกอบเป็นคอลลาเจนแร่ธาตุพอกพูนชนิดที่ 1 (type I mineralized collagen) และ น้ำ ทำให้มีความยืดหยุ่น ลดการแตกร้าวของฟันลงได้¹ หลายการศึกษาในสมัยก่อนชี้ให้เห็นความแตกต่างของส่วนประกอบของฟันที่ผ่านการรักษาคคลองรากฟันแล้วกับฟันที่ยังมีชีวิตอยู่²⁻⁴ โดยรายงานว่ ฟันที่ผ่านการรักษาคคลองรากฟันนั้นมีความเปราะมากกว่า เนื่องจากการสูญเสียเนื้อฟันและการสูญเสียเส้นใยคอลลาเจน^{2,4} อย่างไรก็ตามมีการศึกษาแสดงให้เห็นว่า ถึงแม้เนื้อฟันที่ผ่านการรักษาคคลองรากฟันมีการสูญเสียเนื้อฟันแต่ไม่มีผลที่ทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงของสมบัติเชิงกายภาพและสมบัติเชิงกล (physical and mechanical properties)⁵ นอกจากนี้ ยังมีการศึกษาเปรียบเทียบฟันที่ผ่านการรักษาคคลองรากฟันจำนวน 23 ที่ ระยะเวลาเฉลี่ยหลังการรักษาคคลองรากฟันอยู่ที่ 10 ปี เทียบกับฟันที่มีชีวิตในช่องปากเดียวกัน พบว่านอกจากความแข็งแรงที่ต่างกันเพียงเล็กน้อยแล้ว สมบัติเชิงกลอย่างอื่นค่อนข้างใกล้เคียงกัน⁶ ดังนั้นกล่าวโดยสรุปได้ว่า เนื้อฟันส่วนตัวฟันของฟันที่ผ่านการรักษาคคลองรากฟันแล้วไม่ได้มีความแข็งแรงที่ลดลงแต่อย่างใด หากพิจารณาในส่วนรากฟัน การรักษาคคลองรากฟันมีทั้งการใช้เครื่องมือเข้าไปทำความสะอาดคลองรากฟันร่วมกับการใช้น้ำยาล้างทำความสะอาดและสารเคมีในการฆ่าเชื้อโรค ซึ่งการใช้เครื่องมือในการทำความสะอาดคลองรากฟันเป็นการทำให้เกิดการสูญเสียเนื้อฟัน นอกจากนี้ การใช้สารเคมีในการทำความสะอาดคลองรากฟัน เช่น โซเดียมไฮโปคลอไรต์ (sodium hypochlorite; NaOCl) กรดเอทิลีนไดเอมีนเทตระอะเซติก หรือ อีดีทีเอ (EDTA; ethylenediamine tetra acetic acid) อาจทำให้เกิดการสูญเสียสารอินทรีย์และอนินทรีย์ของโครงสร้างเนื้อฟัน⁷ โดยมีรายงานว่า การใช้สารโซเดียมไฮโปคลอไรต์เป็นสาเหตุให้ค่ามอดุลัสของสภาพยืดหยุ่น (modulus of elasticity) และความทนแรงดัด (flexural strength) ของเนื้อฟันลดลง⁸ นอกจากนี้ การใช้แคลเซียมไฮดรอกไซด์ (calcium hydroxide; Ca(OH)₂) เป็นระยะเวลาสั้น ส่งผลให้เนื้อฟันมีความเปราะมากขึ้นอันนำมาซึ่งการแตกหักที่ง่ายขึ้น⁹ มีการกล่าวไว้ว่า ฟันที่ผ่านการรักษาคคลองรากฟันนั้นจะมีระดับการรับรู้ (proprioception) ที่น้อยลง ซึ่งต้องใช้แรงลงที่ตัวฟันมากกว่าฟันปกติถึง 2.5 เท่าจึงจะรับรู้ได้ ทำให้เกิดแรงกดเคี้ยวที่ควบคุมไม่ได้ อาจนำมาซึ่งการแตกหักของฟันได้มากขึ้น¹⁰ อย่างไรก็ตาม ปัจจุบันพบว่าสาเหตุหลักที่ทำให้ฟันที่ผ่านการรักษาคคลองรากฟันอ่อนแอหรือแตกได้ง่ายนั้นเกิดจากการสูญเสียเนื้อฟัน จากการศึกษาพบว่าฟันที่รักษาคคลองรากฟันที่มีการเปิดทาง (access opening) และมีการสูญเสียเนื้อฟันร่วมด้วยในลักษณะ

โพรงฟันเอ็มโอดี (MOD cavity) มีค่าความแข็งตึง (stiffness) ลดลงถึงร้อยละ 63¹¹ ในขณะที่ฟันที่ผ่านการรักษาคอลงรากฟันแต่ไม่ได้มีการสูญเสียเนื้อฟันไปถึงสันริมฟัน (marginal ridge) จะมีค่าความแข็งตึงลดลงเพียงร้อยละ 5 เท่านั้น ซึ่งนักวิจัยกลุ่มเดียวกันนี้สรุปว่า การสูญเสียสันริมฟันนำมาซึ่งการเปลี่ยนแปลงของความแข็งแรงทำให้เกิดการแตกหักที่ง่ายขึ้น นอกจากนี้พบว่า หากขนาดของโพรงฟันมีขนาดใหญ่ขึ้น การเปลี่ยนทิศของปุ่ม (cuspal deflection) ขณะที่มีการบดเคี้ยวเพิ่มสูงขึ้น ด้วยสาเหตุจากการสูญเสียโครงสร้างภายใน (internal architecture) ที่แข็งแรง¹² ดังนั้นกล่าวโดยสรุป ความแข็งแรงของเนื้อฟันที่ผ่านการรักษาคอลงรากฟันไม่ได้อ่อนแอกว่าเนื้อฟันปกติ สาเหตุหลักที่ทำให้ฟันที่ผ่านการรักษาคอลงรากฟันอ่อนแอลงคือ การสูญเสียเนื้อฟันอันเนื่องมาจากสาเหตุต่าง ๆ เช่น รอยฟันผุ วัสดุบูรณะฟันที่มีมาก่อนการรักษาคอลงรากฟัน การแตกหักของฟัน รวมถึงการสูญเสียเนื้อฟันจากขั้นตอนการรักษาคอลงรากฟัน¹³ ดังนั้นจึงควรเก็บรักษาเนื้อฟันที่ดีให้มากที่สุดทั้งในส่วนตัวฟันและรากฟันเพื่อคงความแข็งแรงของฟันขึ้น

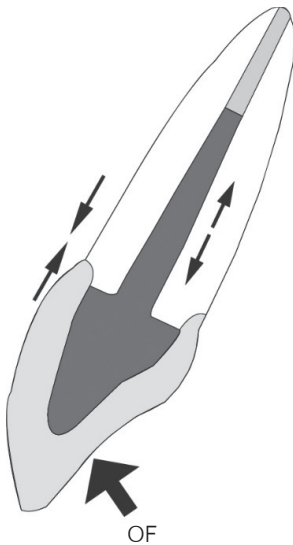
ความสำคัญของเฟอร์รูล

แนวความคิดเรื่องเฟอร์รูล (ferrule) หรือแหวนรัดล้อมนั้น เป็นแนวความคิดพื้นฐานในการบูรณะฟันที่ผ่านการรักษาคอลงรากฟัน โดยรากศัพท์ของคำนี้มาจากภาษาละตินที่แปลว่า กำไลเหล็ก โดยถูกนำมาใช้ในวงการทันตแพทย์ครั้งแรกในปี ค.ศ. 1987 โดย Eissman และ Radke ซึ่งเฟอร์รูลในทางทันตกรรมนั้นหมายถึง วงแหวนโลหะที่โอบรอบเนื้อฟันส่วนตัวฟัน ดังนั้นการสร้างเฟอร์รูลต้องเริ่มจากการมีผนังเนื้อฟันในส่วนตัวฟันสูง 1.5-2.0 มิลลิเมตรจากขอบของครอบฟัน ซึ่งผนังเนื้อฟันนี้ต้องมีความหนาแน่นทั้งสี่ด้าน โดยส่วนของครอบฟันซึ่งโอบรอบผนังเนื้อฟันนี้จะทำให้เกิดเฟอร์รูลขึ้นได้ ซึ่งจะเป็นโครงสร้างที่ป้องกันการแตกหักของฟันจากแรงบดเคี้ยว¹⁴ มีงานวิจัยที่ชี้ให้เห็นว่า ฟันที่มีเฟอร์รูลที่ดีจะสามารถต้านทานต่อการแตกหักได้ดี ไม่ว่าจะเลือกใช้วัสดุบูรณะฟันประเภทใด¹⁵ และมีประสิทธิภาพในการต้านทานต่อการแตกหักได้ดีกว่าการใส่เดือยที่ยาว¹⁶

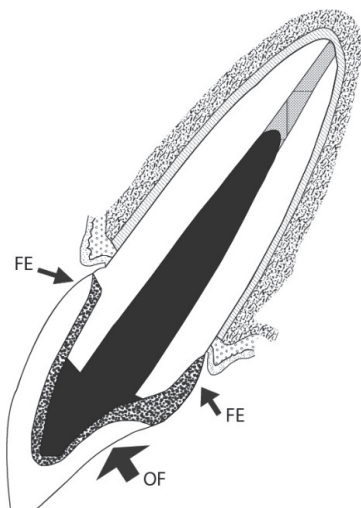
บทที่
1

จากการวิเคราะห์ด้วยไฟไนต์อีลิเมนต์ (finite element analysis) ทำให้รู้ถึงกลไกการแตกหักของรากฟัน ซึ่งเริ่มจากแรงกดที่ส่งผลให้เกิดการเคลื่อนไหวแบบหมุน (rotational movement) ของครอบฟัน โดยทำให้เกิดแรงเค้นอัด (compressive stress) ที่เนื้อฟันส่วนคอฟันด้านริมฝีปาก และเกิดแรงเค้นดึง (tensile stress) ที่รากฟันด้านเพดานปากและเดือยบริเวณคอฟัน (รูปที่ 1.1) ซึ่งการเคลื่อนที่นี้จะทำให้เกิดการขยับและหลวมของเดือย เป็นเหตุให้เกิดแรงเค้นสูงบริเวณเดือยและเนื้อฟันส่วนรากฟันที่อยู่รอบ ๆ เดือย ส่งผลให้เกิดการแตกหักของรากฟันบริเวณนี้ ดังนั้นเพื่อเป็นการป้องกันการขยับของเดือย จึงจำเป็นต้องมีส่วนของเนื้อฟันที่ทำหน้าที่เป็นเฟอร์รูล เมื่อมีเนื้อฟันที่เป็นเฟอร์รูลสูงกว่ารัศมีการหมุนของครอบฟัน (rotation radius of crown) เนื้อฟันนี้จะต้านการหมุนขยับของครอบฟันได้ ทำให้ไม่เกิดการขยับของแกนฟันและเดือย จึงเกิดการต้านทานการแตกหักขึ้น¹⁷ พบว่าผนังเฟอร์รูลสูง 1.5-2.0 มิลลิเมตรจากขอบของ

ครอบฟัน สามารถต้านทานการเกิดการหมุนของครอบฟันได้เป็นอย่างดี^{18, 19} (รูปที่ 1.2) ในบางกรณีที่ผนังเฟอร์รูลมีความสูงไม่มาก เช่น มีความสูงของผนังเพียง 1 มิลลิเมตร มีรายงานที่แสดงว่า ผนังเฟอร์รูลที่สั้นนี้สามารถต้านทานการแตกหักของฟันได้เป็นสองเท่าเมื่อเทียบกับฟันที่ไม่มีผนังเนื้อฟันเหลืออยู่²⁰ ถึงแม้การมีผนังเฟอร์รูลที่สั้นกว่ารัศมีการหมุนของครอบฟันนี้ อาจไม่สามารถต้านทานการเคลื่อนขยับของครอบฟันและเดือยได้อย่างมีประสิทธิภาพ แต่มันสามารถช่วยให้แนวแกนการหมุนลดลง ส่งผลให้แรงดัด (bending force) ที่เกิดขึ้นกับเดือยลดลง ทำให้เดือยเกิดการขยับได้ยากขึ้น¹⁷ ดังนั้นเห็นได้ว่าผนังเฟอร์รูลยิ่งสูงยิ่งมีความต้านทานการแตกหักที่มากขึ้น²¹ ส่วนเรื่องความหนาของผนังเนื้อฟันนั้นแนะนำว่าควรหนาน้อยกว่า 1 มิลลิเมตร เพราะถ้าบางกว่านี้จะไม่แข็งแรงเพียงพอที่จะต้านทานการแตกหักจากแรงบดเคี้ยวได้^{22, 23}



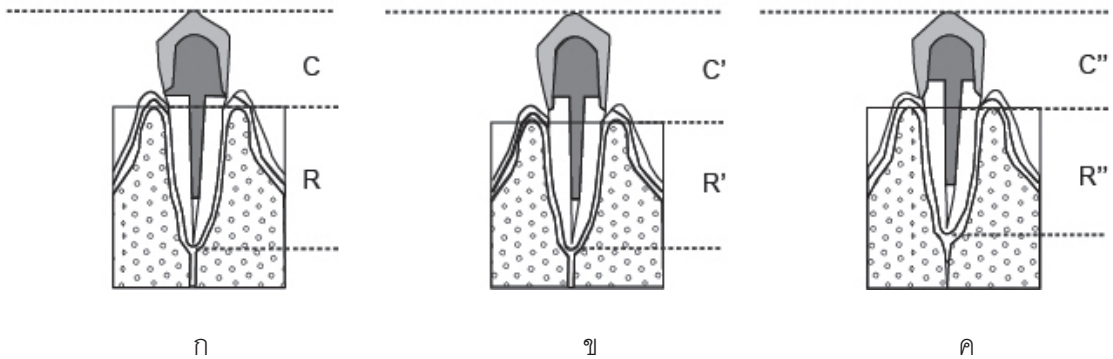
รูปที่ 1.1 การเกิดแรงกดที่เนื้อฟันส่วนคอฟันด้านริมฝีปาก (ลูกศรหันหัวเข้า) และเกิดแรงดึงที่รากฟันด้านเพดานปาก (ลูกศรหันหัวออก) ซึ่งเป็นผลจาก OF (occlusal force) หรือแรงบดเคี้ยว



รูปที่ 1.2 การต้านทานการหมุนของครอบฟันโดยเฟอร์รูล OF (occlusal force) คือ แรงบดเคี้ยว ส่วน FE (ferrule effect) คือ ผลของเฟอร์รูล เกิดจากเนื้อฟันซึ่งทำหน้าที่ต้านทานการหมุนของครอบฟัน



แต่ในความเป็นจริง การมีผิวน้ำเนื้อฟันเหลือครบทุกด้านในฟันที่ผ่านการรักษาลงรากฟันนั้นเป็นไปได้ยาก เนื่องจากอาจมีการสูญเสียเนื้อฟันจากสาเหตุต่าง ๆ เช่น รอยฟันผุ (dental caries) รอยขัดสี (abrasion) หรือการแตกหักของตัวฟัน เป็นต้น โดยทั่วไปผิวน้ำเนื้อฟันด้านประชิดมักถูกทำลายด้วยรอยฟันผุ ส่วนผิวน้ำเนื้อฟันด้านแก้มมักถูกทำลายจากการรอยขัดสีบริเวณคอฟัน ในกรณีที่บูรณะฟันหน้าและฟันกรามน้อย เนื้อฟันบริเวณด้านริมฝีปากหรือด้านแก้มมักจะถูกกรอแต่งออกไปในปริมาณที่มากกว่าด้านอื่น เพื่อให้เกิดความสวยงามของครอบฟัน จากการศึกษาพบว่า การเกิดเฟอรัลที่สมบูรณ์ (complete ferrule) คือ การมีผิวน้ำเนื้อฟันครบทุกด้านทำให้เกิดการต้านทานการแตกหักได้ดีที่สุด²⁴ หากเกิดเฟอรัลไม่สมบูรณ์ (incomplete ferrule) คือ การมีผิวน้ำเนื้อฟันไม่ครบทุกด้าน สามารถสร้างผิวน้ำด้านที่หายไปโดยการทำการศัลยกรรมเพิ่มความสูงตัวฟัน (crown lengthening) หรือการดันออกด้วยทันตกรรมจัดฟัน (orthodontic extrusion) อย่างไรก็ตาม บางครั้งผู้ป่วยไม่สะดวกที่จะทำการรักษาเพิ่มเติมนี้ ซึ่งอาจเกิดจากค่าใช้จ่ายหรือระยะเวลาการรักษาที่เพิ่มขึ้น นอกจากนี้ การทำการศัลยกรรมเพิ่มความสูงตัวฟันนำมาซึ่งการสูญเสียกระดูกครอบรากฟันและระดับขอบเหงือกไม่เท่ากับฟันซี่ข้าง ๆ ทำให้แลดูตัวฟันยาวขึ้นซึ่งอาจส่งผลต่อความสวยงาม ส่วนการดันฟันออกด้วยทันตกรรมจัดฟัน แม้ฟันจะไม่ดูยาวขึ้นแต่ความยาวของรากฟันที่อยู่ในกระดูกนั้นลดลง ดังนั้นการทำการรักษาเพื่อให้เกิดเฟอรัลทั้งสองแบบต่างส่งผลให้อัตราส่วนตัวฟันต่อรากฟัน (crown-root ratio) เพิ่มขึ้น ทำให้ฟันซี่นั้นมีความแข็งแรงที่ลดลง (รูปที่ 1.3) จึงเกิดคำถามที่ว่า หากไม่สามารถสร้างการเกิดเฟอรัลที่สมบูรณ์ได้ ฟันซี่นั้นจะยังสามารถต้านทานการแตกหักได้หรือไม่ นำมาสู่หลายงานวิจัยที่กล่าวไว้ว่า การเกิดเฟอรัลไม่สมบูรณ์ให้ค่าการต้านทานการแตกหักที่ดีกว่าไม่มีผิวน้ำเนื้อฟันเหลืออยู่เลย¹⁸ และหากมีการแตกหักในกรณีการเกิดเฟอรัลไม่สมบูรณ์มักมีการแตกหักแบบเฉียง (oblique) แต่ถ้าไม่มีผิวน้ำเนื้อฟันเหลืออยู่เลยมักจะเป็นการแตกหักแบบแนวตั้ง (vertical) ซึ่งยากแก่การบูรณะ^{24, 25} ถึงแม้แรงบดเคี้ยวในบริเวณฟันหน้าและฟันหลังมีความแตกต่างกัน ในฟันหน้าเป็นแรงไม่ตามแกนฟัน (non-axial) ส่วนในฟันหลังนั้นจะเป็นแรงในแนวตั้ง แต่พบว่าการหายของผิวน้ำบริเวณด้านประชิดของทั้งฟันหน้าและฟันหลังมีผลต่อเฟอรัลน้อยกว่าการหายของผิวน้ำด้านแก้ม (ด้านริมฝีปาก) หรือด้านเพดานปาก ยกตัวอย่างเช่น ฟันตัดบนมีแรงกัดจากด้านเพดานปาก ดังนั้นหากเหลือผิวน้ำเนื้อฟันที่ตำแหน่งด้านริมฝีปากหรือตำแหน่งด้านเพดานปากจะสามารถช่วยต้านทานการแตกหักได้ดีขึ้น^{26, 27} กล่าวโดยสรุป การมีเฟอรัลช่วยในการเพิ่มการต้านทานการแตกหักของฟันที่ผ่านการรักษาลงรากฟัน ไม่ว่าจะเป็นการเกิดเฟอรัลที่สมบูรณ์ หรือ การเกิดเฟอรัลที่ไม่สมบูรณ์ก็ตาม



รูปที่ 1.3 (ก) ฟันที่ไม่มีเฟอร์รูล เมื่อมีการสร้างเฟอร์รูลด้วยวิธีการตัดยกรรมเพิ่มความสูงตัวฟันแล้ว (ข) พบว่า ความยาวตัวฟันเพิ่มมากขึ้น ($C' > C$) ส่วนความยาวรากที่อยู่ในกระดูกเป๋ารากฟันลดลง ($R' < R$) ส่วนการสร้างเฟอร์รูลด้วยการดันออกด้วยขั้นตอนกรรมจัดฟันนั้น (ค) แม้ความยาวตัวฟันจะไม่เพิ่มขึ้น ($C'' = C$) แต่ความยาวรากที่อยู่ในกระดูกเป๋ารากฟันลดลงเช่นกัน ($R'' < R$)

ความจำเป็นของเดือย

จากแนวคิดดั้งเดิมที่ว่า เนื้อฟันของฟันที่ผ่านการรักษาคคลองรากฟันนั้นมีความอ่อนแอ จึงเพิ่มความแข็งแรงของฟันขึ้นนั้นโดยการใส่เดือย ต่อมาเมื่อมีการศึกษาจนเป็นที่ยอมรับแล้วว่า การใส่เดือยไม่ได้เป็นการเสริมความแข็งแรงให้ฟันที่ผ่านการรักษาคคลองรากฟัน²⁸⁻³⁰ ประกอบกับเนื้อฟันที่ผ่านการรักษาคคลองรากฟันแล้วไม่ได้อ่อนแอแตกต่างจากเนื้อฟันปกติอย่างมีนัยสำคัญ ดังนั้นหน้าที่ของเดือยจึงเปลี่ยนไปจากการเสริมความแข็งแรงของฟัน กลายเป็นส่วนที่ช่วยยึดอยู่ของแกนฟัน (core) ในกรณีที่มีการสูญเสียเนื้อฟันส่วนตัวฟันในปริมาณที่มาก ทำให้ไม่สามารถใช้เนื้อฟันส่วนตัวฟันเพียงอย่างเดียวในการยึดส่วนแกนฟันเอาไว้ จำเป็นต้องใช้ส่วนของรากฟันในการยึดอยู่ร่วมด้วยโดยผ่านเดือย³¹ (รูปที่ 1.4)