สำนักงานวิทยทรัพยากร จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

บทที่ 2
เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

แนวคิดและทฤษฎี

ความสำเร็จของการรักษาคลองรากฟันมีอัตราความสำเร็จ 83-100% (Seltzer et al., 1963 ;Kerekes และTronstad, 1979 ;Swartz et al., 1983 ;Sjogren et al., 1990 ;Friedman et al., 1995 ;Orstavik, 1996) Sjogren et al. (1990) ศึกษาติดตามผลการรักษาคลองรากฟัน 356 ซี่ เป็นเวลา 8-10 ปี พบว่า อัตราความสำเร็จขึ้นกับความมีชีวิตของประสาทฟันและพยาธิสภาพรอบปลายรากฟันก่อนการรักษาคลองรากฟัน โดยฟันที่เนื้อเยื่อในมีชีวิต จะมีอัตราความสำเร็จ 96% ส่วนฟันที่มีการตายของเนื้อเยื่อใน มีอัตราความสำเร็จ 86%

ในทางคลินิกความล้มเหลวของการรักษาคลองรากฟันประเมินได้จากอาการทางคลินิกและภาพถ่ายรังสี อาการทาง คลินิกได้แก่ มี sinus tract ฟันโยก เจ็บเมื่อเคี้ยว ภาพถ่ายรังสีอาจพบเงาดำรอบปลายรากมีขนาดใหญ่ขึ้น หรือมีขนาดเท่าเดิม สาเหตุที่ทำให้เกิดความล้มเหลวของการรักษาคลองรากฟัน แบ่งเป็น สาเหตุก่อนการรักษา (Preoperative cause) สาเหตุระหว่างการรักษา (Operative cause) และสาเหตุหลังการรักษา (Postoperative cause) (Stabholz, 1994 ;Friedman, 1996) หลังจากอุดคลองรากฟันแล้วหากมีการเผยผึ่งของกัตตาเปอร์ชาต่อเชื้อ *S. epidermidis* 19 วัน (Torabinejad et al., 1990) พบว่ามากกว่า 50% ของฟันที่ทำการทดลองมีการปนเปื้อน (contamination) ของแบคทีเรียตลอดทั้งคลองรากฟัน Magura et al. (1991) แนะนำว่าควรจะรักษาคลองรากฟันซ้ำในฟันที่อุดรากแล้วแต่มีการเผยผึ่งต่อสิ่งแวดล้อมในช่องปากมากกว่า 3 เดือน เนื่องจากน้ำลายและเชื้อแบคทีเรียในช่องปากสามารถแทรกซึมผ่านกัตตาเปอร์ชาตลอดแนวคลองรากฟัน

การรักษาคลองรากฟันซ้ำทำได้โดยวิธีอนุรักษ์และโดยวิธีผ่าตัด การรักษาคลองรากฟันซ้ำโดยวิธีไม่ผ่าตัดมีอัตราความสำเร็จสูงกว่าวิธีผ่าตัด จากการติดตามอาการ 2 ปี การรักษาคลองรากฟันซ้ำโดยวิธีไม่ผ่าตัดมีอัตราความสำเร็จถึง 94% (Bergenholtz et al., 1979) Friedman (1998) อ้างว่าการรักษาคลองรากฟันซ้ำโดยวิธีไม่ผ่าตัดในฟันที่ไม่มีรอยโรครอบปลายราก มีอัตราความสำเร็จถึง 100% จากการติดตามผลการรักษา 20-27 ปี อัตราความสำเร็จของการรักษาคลองรากฟันซ้ำโดยวิธีไม่ผ่าตัดมี 95.5 % (Fristad et al., 2004) ส่วนอัตราความสำเร็จของการรักษาคลองรากฟันซ้ำโดยการผ่าตัด มีค่าเฉลี่ย 58.9% (Friedman, 1998) ดังนั้นการรักษาคลองรากฟันซ้ำโดยวิธีไม่ผ่าตัดจึงมักถูกพิจารณารักษาก่อน ถ้าไม่ประสบสำเร็จจึงค่อยพิจารณาทำการผ่าตัดปลายราก การเลือกผู้ป่วยในการรักษาคลองรากฟันซ้ำทำได้โดย ประเมินอาการทางคลินิกและภาพถ่าย

รังสี (Friedman และStabholz, 1986) การประเมินคุณภาพของการรักษาคลองรากฟันจากภาพถ่ายรังสี โดยดูระยะห่างจากปลายราก และความแน่นของวัสดุอุดคลองรากฟัน ถ้าคุณภาพของการรักษาคลองรากฟันเป็นที่น่าพอใจและไม่มีอาการทางคลินิก ไม่จำเป็นต้องรักษาคลองรากฟันซ้ำ แต่ในกรณีที่ไม่มีอาการทางคลินิก แต่คุณภาพของการรักษาคลองรากฟันไม่น่าพอใจ การพิจารณาว่าจำเป็นต้องรักษาคลองรากฟันซ้ำหรือไม่จะขึ้นกับความต้องการบูรณะถาวร

ความสำเร็จของการรักษาคลองรากฟันซ้ำ ขึ้นกับความสามารถในการกำจัดสาเหตุที่ทำให้การรักษาคลองรากฟันครั้งแรกล้มเหลว สาเหตุหลักที่ทำให้เกิดความล้มเหลวในการรักษารากฟันครั้งแรกคือ ทำความสะอาดภายในคลองรากฟันไม่เพียงพอ และอุดคลองรากฟันไม่ดีพอ (Abou-Rass, 1982) เป้าหมายของการรักษาคลองรากฟันซ้ำโดยวิธีไม่ผ่าตัด คือ การกำจัดวัสดุอุดคลองรากฟันทั้งหมดออก เช่น กัตตาเปอร์ชา เครื่องมือที่หักค้างในคลองรากฟัน เดือย (post) เพื่อทำให้เกิดช่องทางไปสู่รูเปิดปลายราก คลองรากฟันที่ไม่ได้รักษา หรือบริเวณที่ยังทำความสะอาดไม่เพียง พอทำให้สามารถเข้าไปทำความสะอาดและทำลายเชื้อในคลองรากฟันได้สมบูรณ์ (Stabholz และFriedman, 1988)

วัสดุอุดคลองรากฟันจำแนกออกเป็น 3 ชนิด คือ เป็นครีม (Paste)และซีเมนต์ (cement) วัสดุกึ่งแข็ง (Semisolid material) และวัสดุแข็ง (Solid material) กัตตาเปอร์ชาเป็นวัสดุอุดคลองรากฟันที่ได้รับความนิยมแพร่หลาย (Stabholz และFriedman, 1988) กัตตาเปอร์ชาเป็นวัสดุกึ่งแข็ง ประกอบด้วย กัตตาเปอร์ชา 19-22% ซิงค์ออกไซด์ 59-79 % เกลือของโลหะหนัก เช่น barium sulfate 1-7% สารแต่งสี สารทึบแสง (opacifier) ขี้ผึ้ง (wax) และเรซิน ซึ่งทำหน้าที่เป็น plasticizer 1-4 % ส่วนประกอบของแต่ละยี่ห้อจะมีปริมาณแตกต่างกันทำให้คุณสมบัติแตกต่างกัน คุณสมบัติหนึ่งของกัตตาเปอร์ชาซึ่งทำให้สามารถรื้อได้คือ สามารถอ่อนตัวด้วยความร้อน และในสารละลายเคมี (chemical solvent) เช่น คลอโรฟอร์ม

<u>เทคนิคในการรื้อกัตตาเปอร์ชา</u>

การรื้อกัตตาเปอร์ชา ควรจะพิจารณาถึง (Stabholz และFriedman, 1988)

1. ความแน่นของกัตตาเปอร์ชา ความแน่นของการอุดพิจารณาได้จากลักษณะทางภาพถ่ายรังสี กรณีกัตตาเปอร์ชาไม่แน่นควรใช้วิธีดึงออก แต่ถ้ากัตตาเปอร์ชาแน่นควรใช้ตัวทำละลายช่วยให้กัตตาเปอร์ชาอ่อนตัว แล้วจึงรื้อออก
2. รูปร่างของคลองรากฟัน ในคลองรากฟันโค้งควรใช้ตัวทำละลาย ละลายกัตตาเปอร์ชาออก ทำให้สามารถเข้าในคลองรากฟันโดยไม่มีแรงต้าน เพื่อลดโอกาสที่จะเกิดขั้นหรือรูทะลุที่ปลายราก กรณีคลองรากฟันตรงควรใช้เครื่องมือแบบหมุนด้วยเครื่อง (rotary endodontic instrument) กำจัดกัตตาเปอร์ชาออก

3. ความยาวของวัสดุอุด ถ้าพบว่าอุดสั้นกว่าปลายรากและคลองรากฟันโค้ง อาจเกิดขั้นขึ้นที่บริเวณปลายราก ควรหลีกเลี่ยงการใช้แรงที่มากเกินไปในการรื้อ และเพื่อป้องกันการเกิดขั้นควรใช้ตัวทำละลายช่วย แต่กรณีอุดเกินปลายรากควรใช้วิธีดึงออกหลังจากได้ใช้เครื่องมือตัวเล็กผ่าน (by pass) กัตตาเปอร์ชาออกไปแล้ว และหลีกเลี่ยงการใช้ตัวทำละลายบริเวณปลายราก เพราะจะทำให้กัตตาเปอร์ชาส่วนที่เกินปลายรากขาดชิ้นกัตตาเปอร์ชาที่ขาดจะลอยอยู่นอกราก ไม่สามารถกำจัดออกได้

1. การรื้อกัตตาเปอร์ชาด้วยวิธีดั้งเดิม

กัตตาเปอร์ชาในส่วนบนของคลองรากฟันมักจะอุดได้แน่นและเป็นส่วนที่ต้องรื้อออกก่อน โดยใช้ เกตท์ กลิดเดน ดริลส์ หรือ พีโซ รีมเมอร์ (peeso reamer) ที่มีขนาดใกล้เคียงกับความกว้างของคลองรากฟันและให้หมุนอย่างช้าๆ ความคมของเครื่องมือจะตัดกัตตาเปอร์ชาออกมาได้มาก (Friedman et al., 1990 ;Lovdahl, 1997)ในขั้นตอนนี้มี ข้อดี 3 ประการ คือ กัตตาเปอร์ชาในส่วนต้นของคลองรากที่มักอุดได้แน่นจะสามารถรื้อออกได้อย่างรวดเร็ว กัตตาเปอร์ชาส่วนที่เหลือจะเป็นแนวทางในการใช้ตัวทำละลายในขั้นตอนต่อไป และเพิ่มความสะดวกในการแทรกตัวของเครื่องมือลงไปในคลองรากฟัน การเอากัตตาเปอร์ชาในส่วนต้นออกอาจใช้เครื่องมือลนไฟร้อนๆ เช่น สเปรดเดอร์ (spreader) เครื่องมือนำความร้อน (heat carrier) พลักเกอร์ (plugger) และทัช เอ็น ฮีท (touch ' N heat) (Taintor et al., 1983 ;Gilbert และRice, 1987) โดยเครื่องมือที่ลนไฟจะต้องลนไฟจนร้อนแดง หลังจากนั้นนำเข้าไปในคลองรากฟัน ไม่ทิ้งเครื่องมือไว้นานกว่า 2 วินาที ทำเช่นนี้ ซ้ำๆไปทางปลายราก การทำเช่นนี้จะทำให้การรื้อกัตตาเปอร์ชาในส่วนของปลายรากทำได้ง่ายขึ้น การรื้อกัตตาเปอร์ชาในส่วนกลางและส่วนปลายรากอาจทำโดยเทคนิคดังต่อไปนี้

1.1 เทคนิคในการละลายกัตตาเปอร์ชา

การละลายกัตตาเปอร์ชาที่ระดับกลางของคลองรากฟัน เป็นวิธีที่นิยมใช้ร่วมกับไฟล์ ใช้ในกรณี กัตตาเปอร์ชาอุดได้แน่น คลองรากโค้ง กัตตาเปอร์ชาอุดสั้นกว่าปลายราก ควรหลีกเลี่ยงในกรณีต้องรื้อกัตตาเปอร์ชาที่อุดเกินปลายราก เพราะอาจทำให้ตัวทำละลายเกินออกไปในเนื้อเยื่อรอบปลายราก การใช้ตัวทำละลายละลายกัตตาเปอร์ชามีข้อดีคือสามารถลดแรงที่ใช้ในการรื้อกัตตาเปอร์ชา

Lovdahl และ Guttmann (1997) แนะนำการรื้อกัตตาเปอร์ชาโดยใช้ตัวทำละลายร่วมกับไฟล์ โดยการเตรียมช่องว่างในกัตตาเปอร์ชาเพื่อเติมตัวทำละลายในช่องว่างนั้น ระวังไม่ให้ตัวทำละลายโดนแผ่นยางกันน้ำลายเพราะจะทำให้ขาดอย่างรวดเร็ว หลังจากทิ้งตัวทำละลายไว้ในโพรงในตัวฟันนาน 1-2 นาที กัตตาเปอร์ชาจะอ่อนตัว จากนั้นใช้ไฟล์ชนิดเค (K-files) เบอร์ 15 หรือ เบอร์ 20 แทรกตัวลงไปในคลองราก และเมื่อใช้ถึงไฟล์เบอร์ 25 อาจใช้เฮดสตรอมไฟล์

(Hedstrom file) ในการเอาชิ้นของกัตตาเปอร์ชาออก ระหว่างที่ใส่ไฟล์ก็ใส่ตัวทำละลายเป็นระยะ เพื่อล้างกัตตาเปอร์ชาส่วนที่อ่อนตัวออก แต่ต้องระวังการใช้ตัวทำละลายในบริเวณที่ใกล้กับรูเปิดปลายราก (apical foramen) เนื่องจากสารเคมีที่ผ่านออกไปนอกปลายรากทำให้เกิดอาการปวดหลังรักษาได้ การเกินของตัวทำละลายและสารละลายที่มีซีลเลอร์ ทำให้เกิดการระคายเคืองต่อเนื้อเยื่อรอบปลายราก (Langeland, 1974) เพื่อป้องกันการเกินของวัสดุอุดคลองรากฟันและตัวทำละลาย ควรใช้ไฟล์เบอร์ใหญ่ในส่วนต้นของคลองรากฟันก่อนแล้วค่อยลดขนาดของไฟล์ลง จะทำให้ไฟล์ลงไปได้มากขึ้นจนลงไปถึงความยาวในการทำงาน (working length) โดยวิธีนี้จะใช้เฉพาะเพื่อกำจัดวัสดุอุดคลองรากฟันออก(Gilbert และRice, 1987)

Ruddle (2002) แนะนำว่าเทคนิคที่ใช้ไฟล์และสารเคมีในการรื้อกัตตาเปอร์ชา เป็นเทคนิคที่เหมาะสมในการรื้อกัตตาเปอร์ชาจากคลองรากฟันที่เล็กและโค้ง โดยใช้คลอโรฟอร์มเป็นตัวทำละลาย แบ่งคลองรากฟันออกเป็น 3 ส่วน คือ ส่วนต้น ส่วนกลาง และส่วนปลายราก เลือกขนาดไฟล์ชนิดเคที่เหมาะสมแล้วจิกเข้าในกัตตาเปอร์ชาที่อ่อนตัวด้วยตัวทำละลาย โดยเริ่มที่ไฟล์ชนิดเคที่ทำด้วยเหล็กกล้าไร้สนิม เบอร์ 10, 15 จิกกัตตาเปอร์ชาในคลองรากฟันส่วนต้น ล้างด้วยคลอโรฟอร์มบ่อยๆ ร่วมกับ ถูขึ้นลงทำให้เกิดช่องสำหรับใส่ไฟล์ใหญ่ขึ้นในการกำจัดกัตตาเปอร์ชาทำจนไม่มีกัตตาเปอร์ชาติดอยู่ที่ไฟล์ จากนั้นก็เริ่มทำในส่วนกลาง ของคลองรากฟันจนถึง ส่วนปลายราก วิธีนี้ช่วยป้องกันการเกินของสารเคมีและกัตตาเปอร์ชาออกนอกปลายราก

ตัวทำละลายกัตตาเปอร์ชานอกจากคลอโรฟอร์ม แล้วยังมีตัวทำละลายกัตตาเปอร์ชาอื่นๆ ได้แก่ ไซลอล (xylol) เมทิลคลอโรฟอร์ม (methyl chloroform) ยูจินอล(eugenol) ยูคาลิปตอล (eucalyptol) เมทิลีน คลอไรด์ (methylene chloride) และเตตระไฮโดรฟูแรน (tetrahydrofuran) (Kaplowitz, 1990)

เนื่องจากการรื้อกัตตาเปอร์ชาด้วยวิธีดั้งเดิมที่ใช้ไฟล์ที่ใช้มือ ร่วมกับการใช้คลอโรฟอร์มในคลองรากตรงใช้เวลานาน โดยมีรายงานว่าใช้เวลาตั้งแต่ 6.3-11.2 นาที (Wilcox และJuhlin, 1994 ;Wilcox, 1995 ;Frajlich et al., 1998) เมื่อเปรียบเทียบกับไฟล์แบบหมุนด้วยเครื่อง (rotary instrument) ซึ่งใช้เวลาเพียง 3.25 นาที ที่ความเร็วรอบ 1,500 รอบต่อวินาที (Bramante และ Betti, 2000) จึงมีผู้พยายามนำไฟล์แบบหมุนด้วยเครื่องมาช่วยในการทำงาน

1.2. การรื้อกัตตาเปอร์ชาโดยการดึงออกมา

เทคนิคนี้เหมาะกับกัตตาเปอร์ชาที่อุดไม่แน่น โดยส่วนตัดของไฟล์ (flute) จะไปจิกกับแท่งกัตตาเปอร์ชา แล้วดึงชิ้นกัตตาเปอร์ชาออก เป็นวิธีที่ง่ายและเร็วในการกำจัดกัตตาเปอร์ชา โดยในกรณีวัสดุอุดคลองรากฟันไม่แน่นสามารถใส่ไฟล์ชนิดเค ตามผนังของคลองรากฟันจนถึงความยาวในการทำงาน การใส่ไฟล์ทำให้ช่องว่างใหญ่ขึ้น และเมื่อสามารถใส่ไฟล์

ชนิดเค เบอร์ 25 ได้ถึงความยาวในการทำงาน ก็ใส่เฮดสตรอมไฟล์เพื่อดึงชิ้นกัตตาเปอร์ชาออกโดยไม่ต้องใช้ตัวทำละลาย (Gilbert และRice, 1987) วิธีนี้ต้องระวังการดันกัตตาเปอร์ชาเกินออกไปนอกปลายราก เทคนิคนี้ยังเหมาะกับกรณีที่รื้อกัตตาเปอร์ชาเกินออกนอกปลายรากซึ่งจำเป็นต้องผ่านชิ้นกัตตาเปอร์ชาด้วยไฟล์ออกไปเกินรูเปิดปลายรากก่อน ค่อยดึงชิ้นกัตตาเปอร์ชาออก เพื่อป้องกันกัตตาเปอร์ชาส่วนที่เกินออกนอกปลายรากขาดที่รูเปิดปลายราก ชิ้นกัตตาเปอร์ชาที่ขาดจะลอยอยู่นอกรากฟันและไม่สามารถเอาออกได้ (Stabholz และFriedman, 1988)

1.3. การใช้กระดาษซับคลองรากฟันและตัวทำละลาย

ใส่คลอโรฟอร์มในคลองรากฟัน แล้วซับออกด้วยกระดาษซับคลองรากฟัน (paper point) กระดาษซับคลองรากฟันจะดึงสารที่ถูกละลายรอบๆ เข้าสู่ส่วนกลาง วิธีนี้ควรใช้เป็นขั้นตอนสุดท้ายในการกำจัดกัตตาเปอร์ชา เพื่อกำจัดกัตตาเปอร์ชาและซีลเลอร์ ที่หลงเหลือในแขนงและส่วนต่างๆ ในระบบคลองรากฟัน (Wilcox, 1995)

แม้ว่ากระดาษซับจะซับคลองรากฟันได้สะอาด แต่ก็อาจมีกัตตาเปอร์ชาและซีลเลอร์ตกค้าง ควรใช้คลอโรฟอร์มล้างในโพรงในตัวฟัน (pulp chamber) และใส่ในคลองรากฟันจากนั้นก็ใช้เข็มล้างดูดกลับ แล้วล้างคลองรากฟันด้วย แอลกอฮอล์ ความเข้มข้น 70% เพื่อกำจัดคลอโรฟอร์มที่ตกค้าง (Ruddle, 2002)

2. การรื้อกัตตาเปอร์ชาด้วยวิธีอื่น ๆ

2.1. การรื้อกัตตาเปอร์ชาโดยใช้อัลตราโซนิค (Ultrasonic instrument)

เครื่องอัลตราโซนิคที่ใช้มักเป็นชนิดพีโซอิเล็กตริก (piezoelectric) สามารถรื้อกัตตาเปอร์ชา ออกได้รวดเร็ว เนื่องจากการสั่นของเครื่องมือทำให้เกิดความร้อน ความร้อนทำให้กัตตาเปอร์ชาอ่อนตัวออกมาจากคลองรากฟันโดยง่าย (Ruddle, 2002) อย่างไรก็ตามการใช้เครื่องอัลตราโซนิค ร่วมกับคลอโรฟอร์มในการละลายกัตตาเปอร์ชา ไม่ได้ช่วยให้การรื้อกัตตาเปอร์ชาทำได้ดีขึ้น ถ้าไม่ได้ล้างด้วยคลอโรฟอร์มบ่อยๆ (Wilcox, 1989)

2.2. การใช้ความร้อนในการรื้อกัตตาเปอร์ชา

ทำได้โดยการใช้เครื่องมือนำความร้อน เช่น ทัช เอ็น ฮีท (Kerr Corp, Glendora, CA) หรือ ซิสเต็มบี (System B) (Analytic Technology, Redmond, WA, USA) ทำให้กัตตาเปอร์ชาอ่อนตัวแล้วนำออกจากคลองรากฟัน นอกจากนี้ยังใช้ความร้อนร่วมกับไฟล์ในการรื้อกัตตาเปอร์ชาในกรณีกัตตาเปอร์ชาเกินรูเปิดปลายรากทำได้ โดยใช้เครื่องมือนำความร้อนหรือเครื่องมือลนไฟที่ลนไฟจนร้อนแดงแทรกเข้าไปในกัตตาเปอร์ชา แล้วดึงออกทันที จากนั้นรีบใส่เฮดสตรอมไฟล์เบอร์ 35 หรือ 40 หรือ 45 ไปทันที ไฟล์จิกเข้าไปในกัตตาเปอร์ชาที่นุ่ม เมื่อกัตตาเปอร์ชาเย็นลงก็

ดึงเฮคสตรอมไฟล์ออก จะทำให้กัตตาเปอร์ชาติดออกมาด้วย วิธีนี้อาจมีซีลเลอร์หลงเหลือในระบบคลองรากฟัน (root canal system) ควรใช้ตัวทำละลายล้างเพื่อกำจัดซีลเลอร์

2.3. การใช้เลเซอร์รื้อกัตตาเปอร์ชา

ทำได้โดยอาศัยความร้อนจากเลเซอร์ทำให้กัตตาเปอร์ชาอ่อนตัว มีการศึกษาถึงใช้ Nd:YAG เลเซอร์ ในการรื้อกัตตาเปอร์ชาออกจากคลองรากฟัน โดยเปรียบเทียบการใช้ร่วมกับน้ำมันยูคาลิปตอล ไดเมทิลฟอร์มาไมด์ (dimethylformamide) และไม่ใช้ตัวทำละลาย พบว่าการใช้ตัวทำละลายร่วมกับเลเซอร์ไม่ได้ทำให้การรื้อกัตตาเปอร์ชามีประสิทธิภาพมากขึ้น ใช้เวลาในการรื้อ 6-7 นาที และทำให้เกิดความร้อนที่ผิวรากฟันสูง ในบางตัวอย่างสูงกว่า 10 องศาเซลเซียส ซึ่งเป็นอันตรายต่อเนื้อเยื่อปริทันต์ได้ (Viducic et al., 2003)

2.4. การใช้ไฟล์แบบหมุนด้วยเครื่องรื้อกัตตาเปอร์ชา

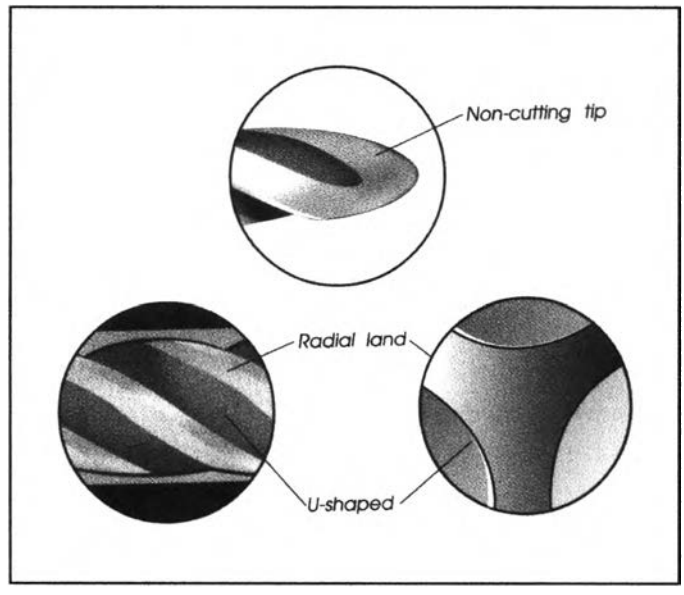
การนำไฟล์แบบหมุนด้วยเครื่องมาใช้ช่วยในการรื้อกัตตาเปอร์ชาทำเพื่อลดเวลาและความเมื่อยล้าจากการใช้เครื่องมือที่ใช้มือในการรื้อกัตตาเปอร์ชา Friedman และคณะ ในปี คศ. 1989 ได้รายงานการรื้อกัตตาเปอร์ชาด้วยไฟล์แบบหมุนด้วยเครื่องเป็นครั้งแรกโดยใช้ คาแนล ไฟเดอร์ (Canal finder) ร่วมกับการใช้คลอโรฟอร์ม โดยพบว่าวิธีนี้เป็นวิธีที่ปลอดภัยและรวดเร็ว สามารถใช้ในคลองรากที่โค้งและมีกัตตาเปอร์ชาอุดแน่นได้ นอกจากนี้ยังได้มีผู้นำไฟล์แบบหมุนด้วยเครื่องอื่นๆ มาช่วยในการรื้อกัตตาเปอร์ชาอีกด้วย (Imura et al., 1996 ;Hulsmann และStotz, 1997 ;Imura et al., 2000 ;Bramante และBetti, 2000 ;Sae-Lim et al., 2000 ;Ferreira et al., 2001 ;Betti และBramante, 2001 ;Barrieshi-Nusair, 2002 ;Baratto Filho et al., 2002 ;Hulsmann และBluhm, 2004 ;Masiero และBarletta, 2005)

<u>คุณสมบัติของนิกเกิลไทเทเนียม</u>

โลหะผสมนิกเกิลไทเทเนียมมีคุณสมบัติพิเศษกว่า โลหะอื่นคือมี ความยืดหยุ่นสูงพิเศษและมีการจำรูปร่างเดิม (shape memory) และยังมีค่าโมดูลัสต่ำกว่าเหล็กกล้าไร้สนิม โลหะผสมนิกเกิลไทเทเนียม ได้ถูกนำมาทำเป็นเครื่องมือขยายคลองรากฟัน ไฟล์ที่ทำด้วยโลหะผสมนิกเกิลไทเทเนียม มีความยืดหยุ่นในขณะโค้งงอ และขณะบิด ได้มากกว่าเหล็กกล้าไร้สนิมถึง 2-3 เท่า และพบว่าทนต่อ แรงบิดได้มากกว่า เหล็กกล้าไร้สนิม (Walia et al., 1988) ไฟล์นิกเกิลไทเทเนียมแบบหมุนด้วยเครื่อง สามารถคงรูปร่างคลองรากฟันเดิมได้ดีกว่า เกิดความเบี่ยงเบนคลองรากฟันน้อยกว่าขยายคลองรากฟันด้วยไฟล์เหล็กกล้าไร้สนิม (Esposito และCunningham, 1995 ;Glossen et al., 1995 ;Harlan et al., 1996 ;Knowles et al., 1996) ปัจจุบันมีไฟล์นิกเกิลไทเทเนียมแบบหมุนด้วยเครื่องหลายชนิดในท้องตลาด ได้แก่ โพรไฟล์ (ProFile) โพรเทปเปอร์ (Protaper) เค-3 (K3) ไลท์สปีด (Lightspeed)

ลักษณะของโพรไฟล์

โพรไฟล์เป็น ไฟล์นิกเกิลไทเทเนียมแบบหมุนด้วยเครื่อง (NiTi rotary instrument) ชนิดหนึ่ง ซึ่งส่วนตัด มีภาพตัดขวางเป็นรูปตัวยู มี 3 เรเดียลแลนด์ (radial land) ส่วนขอบที่มีการตัด (cutting edge) จะขูดหรือถูที่ผนังคลองรากฟันมากกว่าจะจิกที่ผนังคลองรากฟัน เนื่องจากมี rake angle เป็นลบ ร่องรูปตัวยูเป็นช่องว่างสำหรับให้สิ่งสกปรกต่าง ๆ ออกจากคลองรากฟันระหว่างที่มีการขยาย ส่วนปลายเครื่องมือเป็นชนิดที่ไม่มีการตัด (Non-cutting tip) ปลายเครื่องมือจะมีลักษณะมนกลม ไม่ทำให้เกิดการตัดเนื้อฟันแต่จะทำหน้าที่นำเครื่องมือเข้าไปในคลองรากฟันระหว่างขยาย ใช้ความเร็ว 150-300 รอบต่อนาที โพรไฟล์มีความสอบ .04 และ .06 ในการขยายคลองรากฟันบริษัทผู้ผลิตแนะนำให้ใช้เทคนิค crowndown



ภาพที่1 แสดง ลักษณะของโพรไฟล์ ที่มี non-cutting tip ร่องรูปตัวยู และมี 3 radial land

(ที่มาจากหนังสือ คลองรากฟัน : วิธีการรักษาและการแก้ปัญหา หน้า 63)

การขยายคลองรากฟันด้วยไฟล์นิกเกิลไทเทเนียมแบบหมุนด้วยเครื่อง จะมีการหมุนอย่างต่อเนื่อง มีข้อดีคือ ใช้เวลาน้อยกว่าไฟล์เหล็กกล้าไร้สนิมที่ใช้มือ (Esposito และCunningham, 1995 ;Glossen et al., 1995) ลดความเมื่อยล้าในการทำงาน เกิดการเบี่ยงเบนคลองรากน้อยกว่าไฟล์เหล็กกล้าไร้สนิมที่ใช้มือ แต่มีข้อเสียคือ ความรู้สึกสัมผัส (tactile sensation) ในคลองรากฟันลดลง ทำให้ไม่ทราบทิศทางของความโค้งของคลองรากฟัน และตำแหน่งรูเปิดปลาย นอกจากนี้

ไฟล์นิกเกิลไทเทเนียมที่ใช้มือ เกิดการหักได้โดยไม่มีการเปลี่ยนรูปร่างก่อน เช่น การคลายเกลียวของเครื่องมือ ซึ่งทันตแพทย์ควรป้องกันไม่ให้การหักเกิดขึ้น

การหักของไฟล์นิกเกิลไทเทเนียมแบบหมุนด้วยเครื่อง มี 2 ชนิด คือ การหักเนื่องจากการบิด (Torsional fracture) และการหักเนื่องจากความล้าของโลหะ (flexural fracture) การหักเนื่องจากการบิด เกิดเมื่อมีส่วนของเครื่องมือยึดติดแน่นกับผนังคลองรากฟัน ขณะที่เครื่องมือยังหมุนต่อ ทำให้เกิดแรงบิด (torque) ต่อเครื่องมือเกินกว่าขอบเขตการบิด (torque limit) ทำให้เครื่องมือหักได้ แรงบิด คือแรงเสียดทานที่เกิดที่เครื่องมือขณะหมุนติดกับผนังคลองรากฟัน ปัจจัยที่มีผลต่อแรงบิด ประการแรกคือ ขนาดเครื่องมือ ถ้าเครื่องมือมีขนาดใหญ่ขึ้น มีความสอบเพิ่มขึ้น จะเพิ่มพื้นที่เครื่องมือที่สัมผัสผนังคลองรากฟันเพิ่มขึ้น แต่เครื่องมือขนาดใหญ่ก็สามารถทนต่อแรงบิดได้ดีกว่าเครื่องมือเล็ก ประการที่สองคือ รัศมีความโค้งของคลองราก (Radius of curvature) ถ้ารัศมีความโค้ง น้อยก็ทำให้แรงบิดเพิ่ม ประการที่สามคือ แรงกดไปปลายราก ถ้าแรงกดมากทำให้แรงบิดที่เกิดกับเครื่องมือเพิ่ม การใช้สารหล่อลื่นระหว่างขยายคลองรากฟันจะช่วยลดแรงเสียดทานระหว่างไฟล์กับผนังคลองรากฟัน การหักชนิดนี้จะมีการเปลี่ยนรูปร่างของเครื่องมือก่อนหัก สามารถป้องกันการหักจากแรงบิดโดย เคลื่อนเครื่องมือขึ้น-ลงแนวดิ่ง และไม่ออกแรงกดไปยังปลายราก และตรวจสอบการผิดรูปร่างของไฟล์ขณะใช้ ถ้าพบว่ามีการผิดรูปร่างเกิดขึ้น ควรแยกไฟล์ออกทิ้ง

ส่วนการหักเนื่องจากความล้าของโลหะ เกิดเนื่องไฟล์นิกเกิลไทเทเนียมแบบหมุนด้วยเครื่อง หมุนรอบส่วนโค้ง โค้งด้านในจะได้รับแรงอัด (compressive force) . และเครื่องมือที่อยู่ในส่วนโค้งนอกจะได้รับแรงดึง (tensile force) เมื่อเครื่องมือหมุนต่อเนื่อง ทำให้เกิดการเปลี่ยนสลับของแรงดึง กับแรงอัด ทำให้เกิดความล้าจากการหมุนรอบ (Cyclic fatique) ปัจจัยที่มีผลต่อความล้าจากการหมุนรอบคือ รูปร่างของคลองรากฟัน ได้แก่ มุมความโค้งของคลองรากฟัน (angle of curvature) และรัศมีความโค้งของคลองรากฟัน ถ้ามุมความโค้งของคลองรากฟันมาก รัศมีความโค้งน้อย จะเกิดความล้าจากการหมุนรอบเร็ว (Pruett et al., 1997) ขนาดของไฟล์ ถ้าไฟล์ใหญ่หรือมีความสอบมาก จะเกิดความล้าของเครื่องมือเร็ว (Haikel et al., 1999) การหักชนิดนี้จะไม่มีการเปลี่ยนแปลงรูปร่างไฟล์ก่อนหัก ดังนั้นควรจำกัดการใช้ไฟล์นิกเกิลไทเทเนียมแบบหมุนด้วยเครื่อง โดยใช้โพรไฟล์ .04 5-10 คลองราก และใช้ในคลินิกไม่เกิน 6-8 ครั้ง (Peters และ Barbakow, 2002)

ความเร็วรอบของโพรไฟล์ที่ใช้ขยายคลองรากฟันที่บริษัทผู้ผลิตแนะนำคือ 150-300 รอบต่อนาที ส่วนการใช้โพรไฟล์รื้อกัตตาเปอร์ชาในคลองรากฟัน ควรใช้ความเร็วรอบสูงกว่าใช้ขยายคลองรากฟัน เพื่อให้เกิดความร้อนเนื่องจากแรงเสียดทาน (frictional heat) ทำให้กัตตาเปอร์ชา

อ่อนตัวและเครื่องมือสามารถผ่านเข้าในกัตตาเปอร์ชาได้ง่าย (Ruddle, 2002) การใช้ความเร็วรอบสูงทำให้ประสิทธิภาพการตัดของโพรไฟล์มากขึ้น ทำให้มีการตัดเนื้อฟันมากขึ้น และพบว่าเมื่อใช้ความเร็วรอบสูงทำให้เกิดการหักของเครื่องมือมากกว่าความเร็วรอบต่ำ (Yared et al., 2001)

ตัวทำละลายกัตตาเปอร์ชา (gutta-percha solvent)

กัตตาเปอร์ชาสามารถละลายได้ในตัวทำละลายหลายชนิด ได้แก่ คลอโรฟอร์ม เมทิลลีนคลอไรด์ เตตระไฮโดรฟูแรน เมทิลคลอโรฟอร์ม น้ำมันยูคาลิปตอล ฮาโลเทน (Halothane) เรติไฟล์ ไวท์ เทอร์เพนไทน์ (rectified white turpentine) ไซลีน (xylene) น้ำมันเมลาลูก้า (oil of melaleuca) น้ำมันไวท์ไพน์ (white pine oil) น้ำมัน ไพน์นีดเดล (pine needle oil) และฮีโมดี (Hemo-De) ซึ่งเป็นสารทดแทนไซลีน (Xylene substitute)

มีการศึกษาเปรียบเทียบประสิทธิภาพของการละลายกัตตาเปอร์ชาระหว่างตัวทำละลายต่างๆ พบว่า คลอโรฟอร์ม มีประสิทธิภาพในการละลายกัตตาเปอร์ได้ดีที่สุด (Tamse et al., 1986 ;Wennberg และOrstavik, 1989 ;Wourms et al., 1990 ;Hunter et al., 1991 ;Wilcox, 1995 ;Uemura et al., 1997) คลอโรฟอร์มเป็นที่นิยมใช้ เนื่องจากละลายกัตตาเปอร์ได้เร็ว และราคาไม่แพง (Morse และWilcko, 1978)

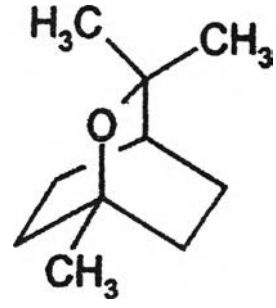
คลอโรฟอร์ม หรือ ไตรคลอโรมีเทน (trichloromethane, $CHCl_3$) มี ความดันไอ 195 mmHg ที่อุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียส ระเหยเป็นไอง่าย ในปี ค.ศ. 1976 องค์การอาหารและยาประเทศสหรัฐอเมริกาประกาศเป็นสารก่อมะเร็ง (carcinogen) ในมนุษย์ นอกจากนี้ไอของคลอโรฟอร์ม ยังมีฤทธิ์กดระบบประสาทส่วนกลาง เป็นพิษต่อตับและไต คลอโรฟอร์มสามารถเข้าสู่ร่างกายได้โดย การกิน การหายใจ และการสัมผัสผิวหนัง มักจะเข้าสู่ร่างกายโดยการหายใจมากที่สุด (McDonald และVire, 1992) สารละลายของกัตตาเปอร์ชาและคลอโรฟอร์มมีความเป็นพิษสูงเมื่อสัมผัสกับเนื้อเยื่อรอบปลายรากฟัน (Spangberg และEngstrom, 1967) นอกจากนี้ยังเป็นพิษต่อตับและไต ทันตบุคคลากรมีความเสี่ยงต่อการรับคลอโรฟอร์มเข้าสู่ร่างกายเมื่อใช้คลอโรฟอร์มละลายกัตตาเปอร์ชาในการรักษารากฟัน โดยเฉพาะเมื่อใส่คลอโรฟอร์มในภาชนะที่เปิดโล่ง ทำให้มีพื้นผิวของคลอโรฟอร์มที่เผยผึ่งต่ออากาศมากทำให้ระเหยได้ง่าย(Allard และ Andersson, 1992)

ไซลีน ละลายกัตตาเปอร์ชาได้น้อยกว่าคลอโรฟอร์ม เพราะระเหยช้ากว่า เป็นสารก่อมะเร็ง (Wennberg และOrstavik, 1989)

เมทิลคลอโรฟอร์ม มีความเป็นพิษน้อยกว่าคลอโรฟอร์ม ละลายกัตตาเปอร์ชาได้ช้ากว่าคลอโรฟอร์ม แต่มีประสิทธิภาพสูงกว่าไซลีนและน้ำมันยูคาลิปตอล (Wennberg และOrstavik, 1989)

ฮาโลเทน ระเหยง่าย ไม่ติดไฟ มีความเป็นพิษต่อเซลล์ไฟโบรบลาสต์ของหนูเท่ากับคลอโรฟอร์ม (Barbosa et al., 1994) และพบว่ามีความเป็นพิษต่อเซลล์ไฟโบรบลาสต์เหงือกของมนุษย์ (Chang และChou, 2001) ละลายกัตตาเปอร์ชาได้ช้ากว่าคลอโรฟอร์ม แต่ละลายได้ดีกว่าน้ำมันยูคาลิปตอล (Wourms et al., 1990)

น้ำมันยูคาลิปตอล หรือ cineole หรือ 1,3,3-Trimethyl-2-oxabicyclo (2.2.2.)-octane หรือ 1,8-epoxy-p-menthane มีสูตรทางเคมีเป็น C_{10} H $_{18}$O มีน้ำหนักโมเลกุลเท่ากับ 154.24 มีโครงสร้างทางเคมีดังรูป (De Vincenzi et al., 2002)



ภาพที่ 2 แสดงโครงสร้างทางเคมีของ น้ำมันยูคาลิปตอล

น้ำมันยูคาลิปตอลมีความสามารถในการละลายกัตตาเปอร์ชา ต่ำกว่าคลอโรฟอร์มที่อุณหภูมิห้อง แต่เมื่อมีอุณหภูมิสูงขึ้น จะมีประสิทธิภาพการละลายกัตตาเปอร์ชาสูงขึ้น (Zakariasen et al., 1990) น้ำมันยูคาลิปตอล มีราคาถูกและหาได้ง่ายในประเทศไทย มีความปลอดภัยในการใช้ เป็นยาที่ใช้ทาภายนอกและสูดดมช่วยทำให้เสมหะเหลวขึ้น บรรเทาอาการคัดจมูก (กำพล, 2545) น้ำมันยูคาลิปตอลจึงเหมาะที่จะนำมาใช้รื้อกัตตาเปอร์ชา เนื่องจากมีความปลอดภัยต่อทันตบุคคลากรและผู้ป่วย

เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ไฟล์นิกเกิลไทเทเนียมแบบหมุนด้วยเครื่อง ได้ถูกนำมาใช้รื้อกัตตาเปอร์ชาในคลองรากฟันระหว่างรักษาคลองรากฟันซ้ำโดยวิธีไม่ผ่าตัด เพื่อลดเวลาและความเมื่อยล้าจากการใช้มือ มีการศึกษาถึงประสิทธิภาพของการใช้ ไฟล์นิกเกิลไทเทเนียมแบบหมุนด้วยเครื่องเปรียบเทียบกับการรื้อโดยวิธีดั้งเดิม โดยประเมินความสะอาด (cleanliness) ภายในคลองรากฟัน และเวลาที่ใช้ในการรื้อ ส่วนใหญ่ศึกษาในคลองรากตรง (Imura et al., 2000 ;Sae-Lim et al., 2000 ;Betti และ Bramante, 2001 ;Barrieshi-Nusair, 2002 ;Baratto Filho et al., 2002 ;Hulsmann และBluhm, 2004 ;Masiero และBarletta, 2005) ส่วนการศึกษา การรื้อกัตตาเปอร์ชาในคลองรากโค้งด้วยไฟล์นิกเกิลไทเทเนียมแบบหมุนด้วยเครื่อง ยังมีการศึกษาน้อย (Ferreira et al., 2001 ;Valois et al., 2001)

หลายการศึกษาพบว่า ไฟล์นิกเกิลไทเทเนียมแบบหมุนด้วยเครื่องร่วมกับตัวทำละลาย รื้อกัตตาเปอร์ชาได้เร็วกว่าการใช้ไฟล์ที่ใช้มือร่วมกับตัวทำละลาย (Sae-Lim et al., 2000 ;Ferreira et al., 2001 ;Betti และBramante, 2001 ;Hulsmann และBluhm, 2004) ส่วนบางการศึกษาพบว่าไฟล์ที่ใช้มือร่วมกับตัวทำละลายรื้อกัตตาเปอร์ชาได้เร็วกว่าการใช้ไฟล์นิกเกิลไทเทเนียมแบบหมุนด้วยเครื่อง (Imura et al., 2000 ;Barrieshi-Nusair, 2002) ผลการศึกษาแตกต่างกันเนื่องจากวิธีการศึกษาแตกต่างกัน Barrieshi-Nusair (2002) ศึกษาโดย กลุ่มที่รื้อด้วยวิธีดั้งเดิมโดย ใช้ เกดท์ กลิดเดน ดริล ตัดกัตตาเปอร์ชาส่วนบนออกก่อนแล้วค่อยใส่ตัวทำละลาย จากนั้นค่อยใช้ไฟล์ที่ใช้มือกำจัดกัตตาเปอร์ชาส่วนที่เหลือ ส่วนกลุ่มที่ใช้ไฟล์นิกเกิลไทเทเนียมแบบหมุนด้วยเครื่อง ไม่ได้ใช้เกดท์ กลิดเดน ดริล ตัดกัตตาเปอร์ชาส่วนบนออก แต่ใช้ไฟล์นิกเกิลไทเทเนียมแบบหมุนด้วยเครื่องรื้อกัตตาเปอร์ชาตั้งแต่ส่วนบนเลย ผลการทดสอบพบว่า ไฟล์ที่ใช้มือร่วมกับตัวทำละลายรื้อกัตตาเปอร์ชาได้เร็วกว่าการใช้ไฟล์นิกเกิลไทเทเนียมแบบหมุนด้วยเครื่อง ส่วนการศึกษาของ Imura et al. (2000) ใช้เกดท์ กลิดเดน ดริล ตัดกัตตาเปอร์ชาส่วนบนออกลึกถึง 6 มิลลิเมตร ในทุกกลุ่มตัวอย่างก่อนรื้อกัตตาเปอร์ชาทั้งหมดด้วยไฟล์นิกเกิลไทเทเนียมแบบหมุนด้วยเครื่อง กับไฟล์ที่ใช้มือ ผลการทดสอบพบว่า การใช้ไฟล์ที่ใช้มือรื้อกัตตาเปอร์ชาได้เร็วกว่า

ส่วนการศึกษาที่พบว่า ไฟล์นิกเกิลไทเทเนียมแบบหมุนด้วยเครื่องร่วมกับตัวทำละลายรื้อกัตตาเปอร์ชาได้เร็วกว่า การใช้ไฟล์ที่ใช้มือร่วมกับตัวทำละลาย (Sae-Lim et al., 2000 ;Ferreira et al., 2001 ;Betti และBramante, 2001 ;Hulsmann และBluhm, 2004) Sae Lim et al. (2000) Betti และ Bramante (2001) และ Hulsmann et al. (2004) ไม่ได้ใช้ เกดท์ กลิดเดน ดริล ร่วมในการรื้อกัตตาเปอร์ชา ส่วน Ferreira et al. (2001) ใช้ เกดท์ กลิดเดน ดริล ตัดกัตตาเปอร์ชาส่วนต้นลึก 2 มิลลิเมตร ในทุกกลุ่มการทดลอง ก่อนเริ่มจับเวลารื้อกัตตาเปอร์ชาด้วย ไฟล์

นิกเกิลไทเทเนียมแบบหมุนด้วยเครื่องร่วมกับตัวทำละลาย และไฟล์ที่ใช้มือร่วมกับตัวทำละลาย จะเห็นว่าการศึกษาของ Sae Lim et al., (2000) Betti และ Bramante, (2001) Ferreira et al. (2001) และ Hulsmann et al .(2004) มีวิธีการศึกษาดีกว่า อาจสรุปได้ว่าไฟล์นิกเกิลไทเทเนียมแบบหมุนด้วยเครื่องร่วมกับตัวทำละลาย รื้อกัตตาเปอร์ชาได้เร็วกว่าใช้ไฟล์ที่ใช้มือร่วมกับตัวทำละลาย

การประเมินความสะอาดในคลองรากฟัน ประเมินจากปริมาณกัตตาเปอร์ชาที่เหลืออยู่ในคลองรากฟัน มีการศึกษาพบว่า ไฟล์นิกเกิลไทเทเนียมแบบหมุนด้วยเครื่องรื้อกัตตาเปอร์ชา ได้สะอาดกว่าไฟล์ที่ใช้มืออย่างมีนัยสำคัญ (Sae-Lim et al., 2000) บางการศึกษาพบว่าไฟล์นิกเกิลไทเทเนียมแบบหมุนด้วยเครื่อง รื้อกัตตาเปอร์ชาได้สะอาดไม่แตกต่างกับการใช้ไฟล์ที่ใช้มือ (Ferreira et al., 2001 ;Barrieshi-Nusair, 2002 ;Hulsmann และBluhm, 2004) และบางการศึกษาพบว่าไฟล์ที่ใช้มือรื้อกัตตาเปอร์ชาได้สะอาดกว่าใช้ไฟล์นิกเกิลไทเทเนียมแบบหมุนด้วยเครื่อง (Imura et al., 2000 ;Betti และBramante, 2001) ผลการศึกษาแตกต่างกันเนื่องจากใช้เครื่องมือที่แตกต่างกันและวิธีการประเมินความสะอาดภายในคลองรากฟันแตกต่างกัน

<u>วิธีวิเคราะห์ความสะอาด (Cleanliness)</u> ภายในคลองรากฟัน แบ่งออกได้เป็น 3 วิธีคือ

1. ประเมินปริมาณกัตตาเปอร์ชาที่เหลืออยู่จากภาพถ่ายรังสีก่อนและหลังรื้อกัตตาเปอร์ชา โดยให้เป็นคะแนน (Ladley et al., 1991 ;Ferreira et al., 2001 ;Masiero และBarletta, 2005) วิธีนี้มีข้อเสียคือ ภาพถ่ายรังสีเป็นภาพ 2 มิติ อาจมีการซ้อนทับของกัตตาเปอร์ชาอยู่ ทำให้ไม่สามารถประเมินปริมาณกัตตาเปอร์ชาที่แท้จริงได้ และการให้คะแนน ทำให้ไม่สามารถวิเคราะห์เชิงปริมาณได้ และอาจเกิดความลำเอียง ระหว่างการวัดข้อมูลได้ง่าย
2. ใช้วิธีแบ่งฟันในแนวยาว ออกเป็น 2 ส่วน นำแต่ละส่วนไปส่องดูด้วยกล้องจุลทรรศน์ ถ่ายรูปแล้วประเมินกัตตาเปอร์ชาที่เหลืออยู่เป็นคะแนน (Teplitsky et al., 1992 ;Hulsmann และ Stotz, 1997 ;Sae-Lim et al., 2000 ;Betti และBramante, 2001 ;Hulsmann และBluhm, 2004) วิธีนี้มีข้อเสียคือ การประเมินปริมาณกัตตาเปอร์ชาที่เหลือเป็นคะแนน ไม่สามารถวิเคราะห์ข้อมูลเชิงปริมาณได้ และอาจเกิดความลำเอียง ระหว่างการวัดข้อมูลได้ง่าย
3. ใช้วิธีแบ่งฟันออกเป็น 2 ส่วนในแนวยาว ส่องดูด้วยกล้องจุลทรรศน์ หรือกล้องจุลทรรศน์แบบสเตอริโอ แล้วถ่ายรูปแต่ละส่วน แล้วฉายสไลด์ที่กำลังขยายต่างๆบนกระดาษขาว จากนั้นลากขอบเขตของกัตตาเปอร์ชาหรือซีลเลอร์ด้วยมือ แล้วนำรูปที่ลากขอบเขตแล้วแปลงข้อมูลเข้าสู่คอมพิวเตอร์โดยการสแกน หรือ ลากขอบเขตบน digital tablet จากนั้นนำข้อมูลที่ได้คำนวนพื้นที่กัตตาเปอร์ชาที่เหลืออยู่ ด้วยโปรแกรมคอมพิวเตอร์ (Wilcox, 1989 ;Wilcox, 1995 ;Imura et al., 1996 ;Frajlich et al., 1998 ;Imura et al., 2000 ;Barrieshi-Nusair,

2002 ;Baratto Filho et al., 2002) วิธีนี้มีข้อดีคือสามารถวิเคราะห์ปริมาณกัตตาเปอร์ชาที่เหลืออยู่ในเชิงปริมาณได้ แต่มีข้อเสียคือ การถ่ายรูปเห็นเพียง 2 มิติ ไม่ได้วิเคราะห์ความหนาของชิ้นกัตตาเปอร์ชา ซึ่งเป็นข้อจำกัดของวิธีการหาปริมาณกัตตาเปอร์ชาที่เหลืออยู่ในปัจจุบัน

การศึกษาการรื้อกัตตาเปอร์ชาในคลองรากตรงด้วยเครื่องมือหมุนที่ทำด้วยนิกเกิลไทเทเนียม

Sae-Lim et al. (2000) ศึกษาเปรียบเทียบประสิทธิภาพการรื้อกัตตาเปอร์ชา 3 เทคนิค คือ กลุ่มที่ใช้โพรไฟล์อย่างเดียว (.04 taper Ni-Ti rotary ProFile) กลุ่มที่ใช้โพรไฟล์ร่วมกับคลอโรฟอร์ม และกลุ่มที่ไฟล์ที่ใช้มือร่วมกับคลอโรฟอร์ม โดยศึกษาในฟันรากเดียว 30 ซี่ซึ่งขยายแล้วอุดคลองรากฟันด้วยวิธีเลทเทอรัลคอนเดนเซชั่น (lateral condensation) พบว่า ในกลุ่มที่ใช้โพรไฟล์อย่างเดียว และกลุ่มที่ใช้โพรไฟล์ร่วมกับคลอโรฟอร์ม จะมีกัตตาเปอร์ชาและซีลเลอร์ที่อุดคลองรากฟันตกค้างน้อยกว่ากลุ่มที่ใช้ไฟล์ที่ใช้มือร่วมกับคลอโรฟอร์มอย่างมีนัยสำคัญ ส่วนกลุ่มที่ใช้ โพรไฟล์อย่างเดียว และกลุ่มที่ใช้โพรไฟล์ร่วมกับคลอโรฟอร์ม ไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ กลุ่มที่ใช้โพรไฟล์อย่างเดียว และกลุ่มที่ใช้โพรไฟล์ร่วมกับคลอโรฟอร์มใช้เวลารื้อกัตตาเปอร์ชาน้อยกว่า กลุ่มที่ใช้ไฟล์ที่ใช้มือร่วมกับคลอโรฟอร์ม

Imura et al. (2000) เปรียบเทียบประสิทธิภาพการใช้ไฟล์นิกเกิลไทเทเนียมแบบหมุนด้วยเครื่อง 2 ชนิด คือ ควอนเทค(Quantec) โพรไฟล์ และไฟล์ที่ใช้มือ 2 ชนิดคือ ไฟล์ชนิดเค และเฮดสตรอมไฟล์ รื้อกัตตาเปอร์ชาที่อุดด้วยวิธีเลทเทอรัลคอนเดนเซชั่น โดยศึกษาจากฟันกรามน้อยล่าง 100 ซี่ โดยใช้เกดท์ กลิดเดน ดริล รื้อกัตตาเปอร์ชาส่วนบนลึก 6 มิลลิเมตรแล้วจึงใช้ควอนเทค โพรไฟล์ ไฟล์ชนิดเค เฮดสตรอมไฟล์รื้อกัตตาเปอร์ชาที่เหลืออยู่ วัดความยาววัสดุที่ค้างอยู่ในคลองรากฟันเป็นมิลลิเมตร พบว่าทุกวิธียังมีวัสดุอุดตกค้างอยู่ตามผนังคลองรากฟัน กลุ่มที่ใช้เฮดสตรอมไฟล์มีกัตตาเปอร์ชาที่เหลืออยู่น้อยกว่ากลุ่มที่ใช้ควอนเทค อย่างมีนัยสำคัญ ส่วนกลุ่มอื่นไม่แตกต่างกัน เวลาที่ใช้ในการรื้อโดยใช้เฮดสตรอมไฟล์น้อยกว่าควอนเทคอย่างมีนัยสำคัญแต่ไม่แตกต่างกับกลุ่มที่ใช้โพรไฟล์ ระหว่างการรื้อวัสดุอุดมีความเสี่ยงต่อการหักของเครื่องมือโดยเฉพาะอย่างยิ่งเครื่องมือหมุน

Betti และ Bramante (2001) ศึกษาเปรียบเทียบการใช้ไฟล์นิกเกิลไทเทเนียมแบบหมุนด้วยเครื่องชนิด ควอนเทค เอสซี (Quantec SC) ความเร็ว 1500 รอบต่อนาที กับไฟล์ที่ใช้มือร่วมกับไซลอล ในการรื้อกัตตาเปอร์ชา ในฟันหน้าบนซี่กลางที่มีคลองรากตรง 20 ซี่ ซึ่งขยายแล้วอุดคลองรากฟันด้วยวิธีเลทเทอรัลคอนเดนเซชั่น พบว่ากลุ่มที่รื้อด้วยควอนเทค เอสซี ใช้เวลาน้อยกว่ากลุ่มไฟล์ที่ใช้มือร่วมกับไซลอล แต่กลุ่มไฟล์ที่ใช้มือร่วมกับไซลอล มีความสะอาดในคลองรากฟันส่วนต้น ดีกว่ากลุ่ม ควอนเทค เอสซี อย่างมีนัยสำคัญ ส่วนอื่นๆ ในคลองรากฟันมีความสะอาดไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ

หอสมุดกลาง สำนักงานวิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

Barrieshi-Nusair (2002) ได้ศึกษาเปรียบเทียบการรื้อกัตตาเปอร์ชาด้วยไฟล์นิกเกิลไทเทเนียมแบบหมุนด้วยเครื่อง และไฟล์เหล็กกล้าไร้สนิมที่ใช้มือร่วมกับคลอโรฟอร์ม ในฟันเขี้ยวคลองรากเดียว 40 ซี่ซึ่งขยายแล้วอุดคลองรากฟันด้วยวิธีเลทเทอรัลคอนเดนเซชั่น โดยประเมินความสะอาดของผนังคลองรากฟันหลังจากรื้อกัตตาเปอร์ชา โดยพิจารณาพื้นที่ของกัตตาเปอร์ชาที่เหลืออยู่ในคลองรากฟันหลังจากรื้อ เวลาที่ใช้ในการรื้อ และการเบี่ยงเบนของคลองรากฟัน พบว่าไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญระหว่างเครื่องมือทั้งสองชนิดในแง่วัสดุอุดที่เหลืออยู่ตามผนังคลองรากฟันหลังการรื้อ แต่พบว่าการใช้ไฟล์เหล็กกล้าไร้สนิมที่ใช้มือ ใช้เวลาน้อยกว่า และไม่พบว่ามีการเบี่ยงเบนของคลองรากฟันมาก (severe deviation) ทั้งสองกลุ่ม

Baratto Filho et al. (2002) ศึกษาประสิทธิภาพการรื้อกัตตาเปอร์ชาด้วยไฟล์นิกเกิลไทเทเนียมแบบหมุนด้วยเครื่องชนิดโพรไฟล์ ความสอบ .04 ในฟันเขี้ยวล่างรากเดียวซึ่งขยายคลองรากฟัน แล้วแบ่งออกเป็น 3 กลุ่ม กลุ่มที่อุดคลองรากฟันด้วยระบบเทอร์มาฟิล(Thermafil system) กลุ่มที่อุดด้วยวิธีเทอร์โมแมคคานิคอลคอมแพคชั่น(thermomechanical compaction) และกลุ่มที่อุดด้วยเลทเทอรัลคอนเดนเซชั่นภายหลังอุด 2 สัปดาห์ ทำการรื้อกัตตาเปอร์ชาด้วยโพรไฟล์ขนาดต่างๆ หลังจากนั้นแบ่งฟันออกด้วยสิ่วและถ่ายรูปเพื่อใช้ประเมินวัสดุอุดที่หลงเหลืออยู่ พบว่าสามารถใส่เครื่องมือถึงความยาวทำงานได้อย่างรวดเร็วแต่ไม่สามารถรื้อกัตตาเปอร์ชาออกได้ทั้งหมด

Hulsmann และ Bluhm (2004) ศึกษาเปรียบเทียบประสิทธิภาพการรื้อกัตตาเปอร์ชาของไฟล์นิกเกิลไทเทเนียมแบบหมุนด้วยเครื่องชนิด เฟลกมาสเตอร์(Flexmaster) จีที(GT rotary) โพรเทปเปอร์ (Protaper) และเฮดสตรอมไฟล์ โดยทุกเทคนิคจะแบ่งเป็น กลุ่มที่ใช้น้ำมันยูคาลิปตอลกับกลุ่มที่ไม่ใช้น้ำมันยูคาลิปตอล โดยศึกษาในฟันหน้ารากเดียว 80 ซี่ ซึ่งขยายแล้วอุดด้วยวิธี เลทเทอรัลคอนเดนเซชั่น พบว่ากลุ่มที่รื้อด้วยโพรเทปเปอร์ร่วมกับน้ำมันยูคาลิปตอลใช้เวลาน้อยที่สุดอย่างมีนัยสำคัญ กลุ่มเฟลกมาสเตอร์ร่วมกับน้ำมันยูคาลิปตอลและ กลุ่มเฮดสตรอมไฟล์ร่วมกับน้ำมันยูคาลิปตอล มีความสะอาดมากกว่า กลุ่มโพรเทปเปอร์ร่วมกับน้ำมันยูคาลิปตอล และกลุ่ม จีทีร่วมกับน้ำมันยูคาลิปตอล อย่างมีนัยสำคัญ

Masiero และ Barletta (2005) ศึกษาเปรียบเทียบประสิทธิภาพการรื้อกัตตาเปอร์ชาของไฟล์ชนิดเค เค3 (K3) และเอ็ม 4 (M4) ร่วมกับน้ำมันยูคาลิปตอล โดยศึกษาในฟันกรามน้อยล่าง ดูปริมาณวัสดุอุดคลองรากฟันที่เหลือหลังจากรื้อ จากภาพถ่ายรังสี วิเคราะห์โดยใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์เลือกขอบเขตวัสดุอุดคลองรากฟัน และเลือกขอบเขตของคลองรากฟัน หาพื้นที่แต่ละส่วน แล้วคิดเป็นเปอร์เซนต์ของกัตตาเปอร์ชาที่เหลือในคลองรากฟัน พบกลุ่ม K3 รื้อกัตตาเปอร์ชา

ได้สะอาดกว่าไฟล์ชนิดเค และ เอ็ม 4 อย่างมีนัยสำคัญ ที่คลองรากฟันส่วนปลาย ระดับอื่นไม่แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ

การศึกษาการรื้อกัตตาเปอร์ชาในคลองรากโค้งด้วยไฟล์นิกเกิลไทเทเนียมแบบหมุนด้วยเครื่อง

Valois et al. (2001) ประเมินความสามารถของโพรไฟล์(ProFile .04 Taper Series 29) ในการรื้อกัตตาเปอร์ชาในคลองรากฟันกรามล่างซึ่งมีมุมความโค้ง 26 และ 40 องศา เทียบกับการรื้อกัตตาเปอร์ชาด้วย เกตท์ กลิดเดน ดริล พบว่าโพรไฟล์รื้อกัตตาเปอร์ชาได้ดีกว่า

Ferreira et al. (2001) ศึกษาเปรียบเทียบการรื้อกัตตาเปอร์ชาในฟันกรามและฟันกรามน้อยที่มีความโค้งของคลองรากฟัน 25-45 องศา 48 ซี่ ซึ่งขยายแล้วอุดคลองรากฟันด้วยวิธีเวอทิคอลคอนเดนเซชั่นด้วยเทคนิคต่างๆ คือ เคเฟลกโอไฟล์ (K-Flexofile) ร่วมกับคลอโรฟอร์ม เฮดสตรอมไฟล์ร่วมกับคลอโรฟอร์ม โพรไฟล์ (ProFile .04 Taper) ร่วมกับคลอโรฟอร์ม และกลุ่มที่ใช้โพรไฟล์อย่างเดียว จากนั้นถ่ายภาพรังสีประเมินความสะอาดของคลองรากฟัน โดยวัดเป็นคะแนน พบว่า กลุ่มที่ใช้เคเฟลกโอไฟล์ร่วมกับคลอโรฟอร์ม และโพรไฟล์ร่วมกับคลอโรฟอร์มมีความสะอาดของคลองรากฟันไม่แตกต่างกัน ในคลองรากฟันส่วนต้น และส่วนกลาง กลุ่มที่ใช้เคเฟลกโอไฟล์ร่วมกับคลอโรฟอร์ม และโพรไฟล์ร่วมกับคลอโรฟอร์มมีวัสดุเหลือในคลองรากฟันน้อยกว่า กลุ่มที่ใช้เฮดสตรอมไฟล์ร่วมกับคลอโรฟอร์ม และกลุ่มที่ใช้โพรไฟล์อย่างเดียวอย่างมีนัยสำคัญ ส่วนในคลองรากฟันส่วนปลาย กลุ่มที่ใช้โพรไฟล์ร่วมกับคลอโรฟอร์ม มีความสะอาดไม่แตกต่างกับกลุ่มที่ใช้เฮดสตรอมไฟล์ร่วมกับคลอโรฟอร์ม กลุ่มที่ใช้โพรไฟล์ร่วมกับคลอโรฟอร์มใช้เวลาน้อยกว่าการใช้ไฟล์ที่ใช้มือร่วมกับคลอโรฟอร์ม อย่างมีนัยสำคัญ

ตารางที่ I สรุปการศึกษาประสิทธิภาพในการรื้อกัตตาเปอร์ชาในคลองรากตรงของไฟล์นิกเกิลไทเทเนียมแบบหมุนด้วยเครื่อง

ผู้ศึกษา	กลุ่มตัวอย่าง	เทคนิคการรื้อ	การวัดผล	ผลการศึกษา
Sae Lim *et al.* (2000)	ฟันหน้ารากเดียว 30 ซี่	1.ProFile .04 2.ProFile .04+ C 3.H-file+ C	- เวลาที่ใช้ - GP ที่เหลือในคลองรากฟัน (longi. split / light microscope x4)ให้เป็นคะแนน	- กลุ่ม2<1<3 - กลุ่ม1,2<3
Imura *et al.* (2000)	ฟันกรามน้อยล่าง 100 ซี่	ใช้ GG กรอลึก 6 มม. ก่อน 1. K-file 2.H-file 3.Quantec LX (1200 rpm) 4.ProFile .04(340rpm)	- เวลาที่ใช้ - GP ที่เหลือในคลองรากฟัน (cut transverse 3 ส่วน / longitudinal split / Stereo microscope x 5 Image analyser software วัดความยาว GP ที่เหลือเป็น มม. - apical extrusion -Procedural error (การหักของไฟล์)	- กลุ่ม 2<3 ** - กลุ่ม 2<3 ** - no sig. - Quantec หัก 6 ProFile หัก 4 K-file หัก 2 H-file หัก 2
Betti & Bramante (2001)	ฟันหน้าบนซี่กลาง 20 ซี่	1. Quantec SC (1500 rpm) 2. K-file, H-file + Xylol	- เวลาที่ใช้ - GP ที่เหลือในคลองรากฟัน (longi. split / แว่นขยาย x2) วัดเป็นคะแนน - apical extrusion - การหักของเครื่องมือ	- 1<2 - 2<1 เฉพาะ cervical 1/3 - no sig - Quantec SC หัก 1
Barrato Filho *et al.* (2002)	ฟันเขี้ยวล่างรากเดียว 30 ซี่	.04 ProFile (300 rpm) 1. Thermafil (#30) 2. Thermomechanical compaction 3.lateral condensation	- เวลาที่ใช้ - GP ที่เหลือในคลองรากฟัน (long.Split / photo / print / image analyse) พิจารณาว่ามีหรือไม่มี GP	- 2<1 & 3 - 26 ชิ้นตัวอย่างมีGPเหลือ

ตารางที่ 1 (ต่อ) สรุปการศึกษาประสิทธิภาพในการรื้อกัตตาเปอร์ชาในคลองรากตรงของไฟล์นิกเกิลไทเทเนียมแบบหมุนด้วยเครื่อง

ผู้ศึกษา	กลุ่มตัวอย่าง	เทคนิคการรื้อ	การวัดผล	ผลการศึกษา
Bameshi-Nusair (2002)	ฟันเขี้ยว 40 ซี่	1. ProFile.04+C 2.GG#4 , K-flex + C	- เวลาที่ใช้ -GP ที่เหลือในคลองรากฟัน (long. Split /photo/ ฉายบนกระดาษ x10 tracing / SAC sonic digitizer วัดพื้นที่ GP - deviation	- กลุ่ม 2<1 - no sig. - no sig. (slight deviation)
Hulsmann *et al.* (2004)	ฟันหน้ารากเดียว 80 ซี่	1.Flexmaster (300rpm) + E 2.Flexmaster (300rpm) 3.GT rotary +E (300rpm) 4.GT rotary (300rpm) 5. Protaper + E (300rpm) 6.Protaper (300rpm) 7. H-file + E 8. H-file	- เวลาถึงความยาวทำงาน - เวลาที่ใช้ทั้งหมด - GP ที่เหลือในคลองรากฟัน (longi. split / light microscope/ฉายบนจอ x70)ให้เป็นคะแนน - apical extrusion	-5<1<6<2<7<3<8<4 -5*<1*<6<2<3<7<8<4 -1,7<5,3** -ไม่พบextrusion
Masiero และ Barletta (2005)	ฟันกรามน้อยล่าง 80 ซี่	1. K-file + E 2.K3 + E 3. M4 + E	GP ที่เหลือในคลองรากฟัน (X-ray /trace GP แล้ว วัดพื้นที่ของ GP และคลองรากฟัน นำไปคำนวณหาเปอร์เซนต์ของ GP ที่เหลือ)	- กลุ่ม 2 <1,3 ในระดับ apical *

หมายเหตุ GP = กัตตาเปอร์ชา C = คลอโรฟอร์ม E= น้ำมันยูคาลิปตอล longi. Split = การแบ่งฟันเป็น 2 ส่วนตามแนวยาว (longitudinal split) no sig. = ไม่แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ GG = เกตส์ กลิดเดน ดริล

** = กลุ่มอื่นที่เหลือไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ

* = มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ

ตารางที่ 2 สรุปการศึกษาประสิทธิภาพในการรื้อกัตตาเปอร์ชาในคลองรากโค้งของไฟล์นิกเกิลไทเทเนียมแบบหมุนด้วยเครื่อง

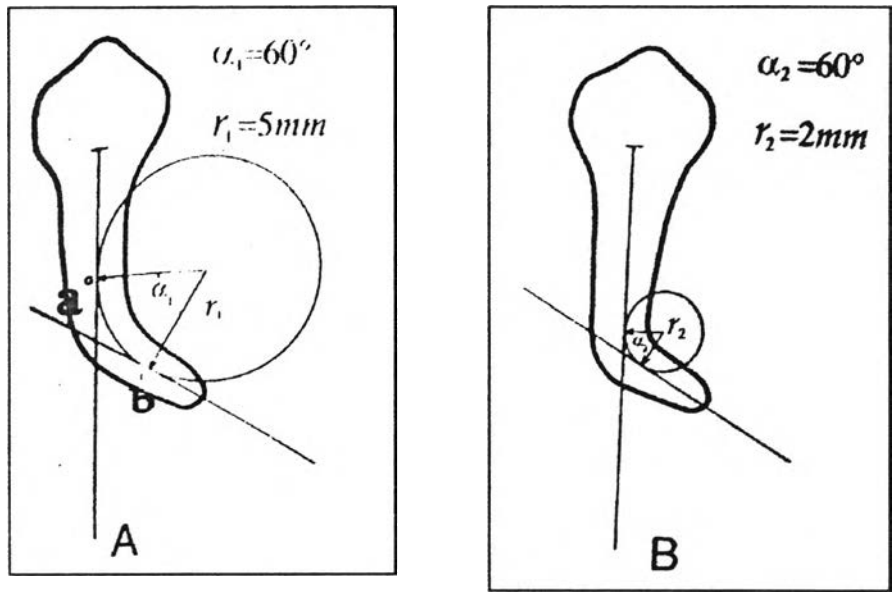
ผู้ศึกษา	กลุ่มตัวอย่าง	เทคนิคการรื้อ	การวัดผล	ผลการศึกษา
Ferreira et al. (2001)	ฟันกรามและฟันกรามน้อยที่มีรากโค้ง 25-45 องศา	GG #3 ลึก 2 มม.ก่อน 1.K-flex O file + C 2.H-file + C 3.ProFile + C (.04/30, 300 rpm) 4.ProFile (.04/30, 300 rpm)	- เวลาที่ใช้ - GP ที่เหลือในคลองรากฟัน (X-ray: Macroradiographic) วัดเป็นคะแนน	- กลุ่ม3<1** - coronal กลุ่ม3,1<2,4 -middle กลุ่ม3,1<2<4 -apical กลุ่ม1<2,3<4
Valois et al.(2001)	ฟันกรามล่างที่มีรากโค้ง 26-40 องศา 44ซี่	1. GG#2 2. ProFile.04 #6 3. ProFile .04 #7	-ความยาวทำงานที่ลดลง (หน่วยมิลลิเมตร) หลังจากรื้อ GP ใช้ milimeter radiography (ถ้าความยาวลดมากแสดงว่ามี deviate มาก)	-GG มีความยาวทำงานลดลงมากที่สุด

หมายเหตุ GP = กัตตาเปอร์ชา C = คลอโรฟอร์ม E= น้ำมันยูคาลิปตอล longi. Split = การแบ่งฟันเป็น 2 ส่วนตามแนวยาว (longitudinal split) no sig. = ไม่แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ GG = เกตท์ กลิดเดน ดริล

** = กลุ่มอื่นที่เหลือไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ

การวัดมุมส่วนโค้งของคลองรากฟัน (Pruett et al., 1997)

รูปร่างความโค้งของคลองรากฟัน สามารถอธิบายจาก 2 พารามิเตอร์ คือ มุมส่วนโค้งของคลองรากฟัน และ รัศมีส่วนโค้งของคลองรากฟัน วัดจากภาพถ่ายรังสี โดยลากเส้นตรงตามแนวแกนของคลองรากฟันส่วนต้น (coronal portion) แล้วลากเส้นที่สองตามแนวแกนของคลองรากฟันส่วนปลาย (apical portion) จุด a และจุด b คือจุดที่คลองรากฟันเริ่มเบี่ยงเบนออกจากเส้นสมมติ ดังภาพที่3 แล้วลากเส้นตั้งฉากกับเส้นสมมติจากจุด a และจุด b มาตัดกัน มุมส่วนโค้งของคลองรากฟัน (α) วัดจากจุดตัดของเส้นที่ตัดกันที่จุดศูนย์กลางของ วงกลม มุมที่เกิดขึ้นก็เป็นมุมส่วนโค้งระหว่างจุด a และจุด b ส่วนรัศมีส่วนโค้งของคลองรากฟัน คือรัศมีของวงกลม (r1 และ r2) วัดเป็นมิลลิเมตร



ภาพที่ 3 แสดง การวัดค่ามุมส่วนโค้งของคลองรากฟัน และรัศมีส่วนโค้งของคลองรากฟัน (Pruett et al., 1997)

รัศมีส่วนโค้งของคลองรากฟันแสดงถึงลักษณะความโค้งของคลองรากฟันโดยถ้า รัศมีส่วนโค้งมีค่าน้อยแสดงว่า คลองรากฟันโค้งทันที ส่วนถ้าค่านี้มีค่ามากแสดงว่า คลองรากฟันค่อยๆ โค้ง คลองรากฟันที่มีมุมส่วนโค้งเท่ากันอาจมีรัศมีส่วนโค้งไม่เท่ากัน ดังภาพที่ 3

<u>การประเมินการเบี่ยงเบนของคลองรากฟัน (canal deviation)</u>

Friedman et al. (1989) ศึกษาการเบี่ยงเบนของคลองรากฟันหลังจากรื้อกัตตาเปอร์ชาในคลองรากฟัน โดยศึกษาการรื้อกัดตาเปอร์ชาในฟันกรามที่มีองศาความโค้งของคลองรากต่างๆ 106 ซี่ ด้วย คาแนล ไฟเดอร์ ซึ่งเป็นไฟล์เหล็กกล้าไร้สนิมแบบหมุนด้วยเครื่อง เปรียบเทียบลักษณะคลองรากฟันโดยการสังเกตจากภาพถ่ายรังสีก่อนและหลังรื้อกัตตาเปอร์ชา ซึ่งไม่มีเกณฑ์การวัดที่แน่นอน ทำให้เกิดความลำเอียงในการวัดได้ง่าย Wilcox และ Swift (1991) ศึกษาการรื้อกัตตาเปอร์ชาในฟันรากโค้ง ด้วยไฟล์ที่ใช้มือร่วมกับคลอโรฟอร์ม โดยนำฟันฝังใน die stone jig แล้วตัดออกเป็น 3 ส่วน คือ ส่วนปลายราก (apical) ส่วนกลางราก (middle) ส่วนต้นของราก (coronal) ถ่ายภาพตัดขวางของคลองรากฟัน จากนั้นขยายคลองรากฟัน นำไปถ่ายภาพ แล้วอุดคลองรากฟันด้วยวิธีเลทเทอรัลคอนเดนเซชั่น รื้อกัตตาเปอร์ชาในคลองรากฟันด้วย ไฟล์ที่ใช้มือร่วมกับคลอโรฟอร์ม แล้วนำแต่ละส่วนมาถ่ายภาพคลองรากฟันหลังรื้อกัตตาเปอร์ชา นำภาพถ่ายมาฉายบนกระดาษ แล้วลากขอบเขตของคลองรากฟัน คำนวณพื้นที่โดยใช้ sonic digitizer แล้วหาสัดส่วน และทิศทางการเกิดการเบี่ยงเบนของคลองรากฟัน ข้อเสียของวิธีนี้คือ การตัดรากเป็น 3 ส่วน

ตั้งแต่แรกเป็นการรบกวนลักษณะกายวิภาคในคลองรากฟัน และสามารถวิเคราะห์การเบี่ยงเบนเฉพาะจุดที่ตัดฟัน Barrieshi-Nusair (2002) ศึกษาการเกิดการเบี่ยงเบนในคลองรากฟัน หลังจากรื้อกัตตาเปอร์ชาในฟันเขี้ยว โดยประเมินจากภาพถ่ายรังสีขณะที่ใส่เครื่องมือขนาดสุดท้ายที่ใช้ขยายคลองรากในบริเวณปลายรากหรือเรียก Master apical file (MAF) ก่อนอุดคลองรากฟัน และถ่ายภาพรังสีหลังรื้อกัตตาเปอร์ชา โดยใส่ไฟล์ (MAF) ในคลองรากฟัน จากนั้นนำภาพถ่ายรังสีก่อนและหลังมาซ้อนทับกันดูปลายของไฟล์ ว่าเบี่ยงเบนจากภาพถ่ายรังสีก่อนอุดคลองรากฟันเท่าใดโดยให้เป็นคะแนน การศึกษาดังกล่าวทำในฟันเขี้ยวที่มักมีคลองรากตรง ซึ่งไม่ค่อยเกิดการเบี่ยงเบนของคลองรากฟัน และวิธีวิเคราะห์สามารถประเมินการเบี่ยงเบนที่เกิดในบริเวณปลายราก ไม่สามารถวัดความเบี่ยงเบนที่เกิดทั้งคลองรากฟันได้เนื่องจาก ไฟล์ไม่ใช่ตัวแทนส่วนโค้งที่ดีเพราะสามารถให้ข้อมูลที่ไม่จริงได้ หากไฟล์ถูกจำกัดโดยลักษณะของคลองรากฟันบริเวณใดบริเวณหนึ่ง Valois *et al.* (2001) ศึกษาการเบี่ยงเบนของคลองรากฟันหลังจากรื้อกัตตาเปอร์ชาในฟันที่มีคลองรากฟันโค้งระหว่าง 26-40 องศา โดยประเมินจากความยาวทำงานที่ลดลงหลังจากรื้อกัตตาเปอร์ชาด้วยภาพถ่ายรังสี

จากการทบทวนวรรณกรรม การศึกษาการเบี่ยงเบนของคลองรากฟันหลังจากรื้อกัตตาเปอร์ชาด้วยไฟล์นิกเกิลไทเทเนียมแบบหมุนด้วยเครื่องในคลองรากฟันที่โค้งมีจำนวนน้อย

<u>การศึกษาปริมาณเนื้อฟันที่เหลืออยู่ (Residual dentin thickness)</u>

การรื้อกัตตาเปอร์ชาด้วยไฟล์นิกเกิลไทเทเนียมแบบหมุนด้วยเครื่องควรใช้ความเร็วรอบสูงกว่าใช้ขยายคลองรากฟัน เพื่อให้เกิดความร้อนเนื่องจากแรงเสียดทาน ทำให้ กัตตาเปอร์ชาอ่อนตัวและไฟล์สามารถเคลื่อนสู่คลองรากฟันได้ง่าย (Ruddle, 2002) การใช้ความเร็วรอบสูงทำให้ประสิทธิภาพการตัดของโพรไฟล์มากขึ้น ในขณะเดียวกันอาจทำให้มีการตัดเนื้อฟันมากขึ้น ได้เช่นกัน

การรื้อกัตตาเปอร์ชานอกจากจะกำจัดกัตตาเปอร์ชาออกแล้วยัง อาจตัดเนื้อฟันออกอีกด้วย (Hulsmann และBluhm, 2004) การรื้อกัตตาเปอร์ชาอาจตัดเนื้อฟันรอบคลองรากฟันทำให้ความหนาของเนื้อฟันที่เหลือลดลง ซึ่งมีผลให้ความแข็งแรงของฟันลดลงด้วย การตัดเนื้อฟันในคลองรากฟันมากเกินไปทำให้ฟันทนต่อแรงที่อาจเกิดในอนาคตน้อยลง (Trabert et al., 1978)

นอกจากนี้การลดลงของปริมาณเนื้อฟันที่เหลืออาจเป็นปัจจัยเอื้อต่อการเกิดรากแตกแนวดิ่ง (Isom et al., 1995) จากการศึกษา สำรวจฟันที่เคยรักษารากฟันที่ถูกถอน จำแนกสาเหตุของความล้มเหลวเป็น สาเหตุจากการบูรณะ สาเหตุจากโรคปริทันต์ สาเหตุจากการรักษาคลองรากฟัน พบว่า 8.6% ของฟันรักษารากที่ล้มเหลวเกิดจากรากแตกแนวดิ่ง สาเหตุของการเกิดอาจมาจากแรงที่เกิดขึ้นระหว่างที่มีการอุดคลองรากฟัน หรือระหว่างใส่เดือยในรากฟัน (Vire, 1991) ซึ่งถ้าฟันเกิดรากแตกแนวดิ่ง การทำนายโรคไม่ดี จำเป็นต้องถอนออก จากการทบทวนวรรณกรรม การศึกษาเกี่ยว

กับปริมาณเนื้อฟันที่เหลืออยู่จะศึกษาหลังจากขยายคลองรากฟัน หรือ เตรียมช่องสำหรับเดือย ด้วยเทคนิคต่างๆ โดยมีวิธีการศึกษาดังนี้

1. การตัดรากฟันแนวขวาง (Sectioning) แล้วไปส่องกล้องวัดความหนาของรากฟัน วิธีนี้มีข้อเสียคือ เนื้อฟันบางส่วนหายไประหว่างการตัดและจำกัดการวัดเฉพาะตำแหน่งที่ตัด
2. ภาพถ่ายรังสี (Radiographic imaging) โดยถ่ายภาพถ่ายรังสีก่อนและหลังขยายคลองรากฟันหรือเตรียมช่องสำหรับเดือย แล้ววัดความหนาของเนื้อฟันรอบคลองรากฟันจากภาพถ่ายรังสี มาเปรียบเทียบกัน วิธีนี้มีข้อเสียคือภาพถ่ายรังสีเป็นภาพ 2 มิติ ไม่เห็นความหนาของเนื้อฟันในแนวขวาง แต่สามารถวัดความหนาของเนื้อฟันที่เหลือในแนวยาวได้ตลอดคลองรากฟัน และไม่สูญเสียเนื้อฟัน การใส่สารทึบรังสีในคลองรากฟัน ก่อนที่จะนำไปถ่ายภาพรังสี ก่อนและหลังขยาย ทำเพื่อให้สามารถเห็นรูปร่างของคลองรากฟันได้อย่างชัดเจน (Littman, 1977 ;Tang และStock, 1989 ;Katz และ Tamse, 2003)
3. Muffling ทำโดยนำฟันไปฝังเรซินในเครื่องมือชนิด muffle แล้วตัดรากตามขวางออกเป็น 3 ส่วน คือ ส่วนต้น ส่วนกลาง และส่วนปลายราก แล้วนำแต่ละส่วนมาวัดความหนาของเนื้อฟันรอบคลองรากฟัน จากนั้นใส่ทุกชิ้นกลับสู่เครื่องมือ muffle แล้วขยายคลองรากฟัน หรือเตรียมช่องให้เดือย แล้วนำแต่ละส่วนออกจากเครื่องมือ มาวัดเนื้อฟันรอบคลองรากฟัน แล้วเปรียบเทียบค่าก่อน-หลัง (Pilo et al., 1998 ;Pilo และ Tamse, 2000) ข้อเสียของวิธีนี้คือ เนื้อฟันบางส่วนหายไประหว่างการตัดและจำกัดการวัดเฉพาะตำแหน่งที่ตัด

จากการทบทวนวรรณกรรม ยังไม่มีการศึกษาถึงปริมาณเนื้อฟันที่เสียไปหลังการรื้อกัตตาเปอร์ชาโดยใช้ไฟล์นิกเกิลไทเทเนียมแบบหมุนด้วยเครื่อง ซึ่งมีความสำคัญในแง่ของความปลอดภัยในการใช้ไฟล์นิกเกิลไทเทเนียมแบบหมุนด้วยเครื่องรื้อกัตตาเปอร์ชาในคลินิก จึงมีความจำเป็นที่จะศึกษา ปริมาณเนื้อฟันที่เสียไปหลังจากการรื้อกัตตาเปอร์ชาด้วยไฟล์นิกเกิลไทเทเนียมแบบหมุนด้วยเครื่อง ก่อนนำไปใช้งานในคลินิก