

การรื้อเครื่องมือหักในการรักษาคลองรากฟัน : รายงานผู้ป่วย

ณัฐตา อยู่ขำ

ทันตแพทย์ชำนาญการพิเศษ กลุ่มงานทันตกรรม,
โรงพยาบาลร้อยเอ็ด

บทคัดย่อ

อุบัติการณ์เครื่องมือหักในคลองรากฟันเป็นสิ่งไม่พึงประสงค์ในการรักษาคลองรากฟัน เครื่องมือที่หักอาจขัดขวางการเข้าไปทำความสะอาดคลองรากฟันซึ่งอาจมีผลต่อความสำเร็จในการรักษา รายงานผู้ป่วยฉบับนี้นำเสนอการรื้อไฟล์หักค้างบริเวณส่วนปลายของคลองรากฟันหน้าตัดบนซี่ซี่ที่สองด้วยวิธีการสอดผ่าน ร่วมกับการใช้อัลตราโซนิกร่วมกับน้ำยาล้างทำความสะอาดในคลองรากฟัน และอุดคลองรากฟัน หลังติดตามผลการรักษาเป็นเวลา 6 เดือน ภาพรังสีพบรอยโรคบริเวณปลายรากฟันมีขนาดเล็กลง ผู้ป่วยไม่มีอาการใดๆ สามารถใช้งานได้ปกติ แสดงผลสำเร็จการรักษาแบบกำลังหาย

คำสำคัญ: เครื่องมือหัก การรักษาคลองรากฟัน การสอดผ่าน อัลตราโซนิค

ณัฐตา อยู่ขำ ทันตแพทย์ชำนาญการพิเศษ กลุ่มงานทันตกรรม โรงพยาบาลร้อยเอ็ด เลขที่ 111 ถนน รณชัยชาญยุทธ ตำบล ในเมือง อำเภอเมืองร้อยเอ็ด จังหวัดร้อยเอ็ด 45000 E-mail: nathitanathita@hotmail.com

Received: 21/07/2022

Revised: 10/08/2021

Accepted: 23/08/2022

Removal of Broken Instrument in Root canal treatment: A Case Report

Nathita Yookhum

Dentist (Senior Professional Level)

Dental department

Abstract

Broken root canal instrument is one of the most troublesome incidents in root canal treatment. The broken instrument may hinder cleaning and shaping procedures with potential impact on prognosis of treatment. This case report presents the removal of a broken file in apical one third of root canal in Maxillary left lateral incisor by the bypass technique. Using ultrasonic method with root canal irrigation and root canal obturation. After 6 months follow-up demonstrates reduction of periapical lesion and no sign and symptoms of clinical examination. This case report present a treatment strategy that improves the healing outcomes.

Keyword: Broken instrument, Root canal treatment, Bypass, Ultrasonic

บทนำ

อุบัติการณ์เครื่องมือหักภายในคลองรากฟัน เป็นเหตุการณ์ที่ไม่พึงประสงค์ในขั้นตอนการรักษาคลองรากฟัน พบได้ร้อยละ 0.39-21¹ ซึ่งอาจเป็นปัจจัยที่นำไปสู่ความล้มเหลวในการรักษารากฟัน² การหักของเครื่องมือที่เกิดขึ้นส่วนใหญ่มักเกิดจากการใช้งานเครื่องมือไม่ถูกต้องหรือถูกใช้มากเกินไป³ เมื่อพบเครื่องมือหักภายในคลองรากฟันเช่น ปัญหาไฟล์หักในคลองรากฟันมักพบในขั้นตอนของการทำความสะอาดและเตรียมรูปร่างคลองรากฟัน การตัดสินใจทำการรักษาโดยการรื้อไฟล์ออกจากคลองรากฟันนั้นขึ้นอยู่กับปัจจัยหลายประการที่มีความสำคัญต้องพิจารณา ทั้งลักษณะทางกายวิภาคของคลองรากฟัน เช่น คลองรากฟันตีบ หรือ คลองรากฟันตัน เป็นต้น ตำแหน่งของคลองรากฟันที่เครื่องมือหัก ความเป็นไปได้ที่จะนำออก และการเข้าถึงส่วนปลายของคลองราก การพยากรณ์ความสำเร็จในการรักษาคคลองรากฟันที่มีเครื่องมือหักอยู่ภายในคลองรากฟันนั้นขึ้นอยู่กับหลายปัจจัย ไม่ว่าจะเป็น สภาวะเนื้อเยื่อในฟันและเนื้อเยื่อบริเวณรอบปลายรากก่อนการให้การรักษา ขั้นตอนของการเตรียมคลองรากฟันก่อนที่เครื่องมือจะหัก รวมถึงฟันซี่นั้นได้รับการรื้อเครื่องมือที่หักออกได้อย่างสมบูรณ์หรือสามารถใช้ไฟล์ขนาดเล็กสอดผ่าน (bypass) ขึ้นเครื่องมือที่หักลงไปทำความสะอาดคลองรากฟันส่วนที่อยู่ใต้ต่อเครื่องมือที่หักได้หรือไม่³ ข้อพิจารณาอีกประการหนึ่ง คือหากการกำจัดเชื้อจุลินทรีย์ในคลองรากฟันยังไม่สามารถทำได้อย่างมีประสิทธิภาพ กล่าวคือ เกิดการหักของเครื่องมือตั้งแต่เริ่มต้นการรักษาคลองรากฟันที่ยังไม่สามารถเข้าไปทำความสะอาดคลองรากฟันหรือกำจัดเชื้อจุลินทรีย์ได้มากเพียงพอ รวมถึงไม่สามารถแทรกเครื่องมือผ่านลงไปทำความสะอาดได้ การพยากรณ์โรคจะแยลง^{2,3,4} ในทางกลับกัน หากเครื่องมือหักในขั้นตอนที่คลองรากฟันได้รับการทำความสะอาดหรือกำจัดเชื้ออย่างเพียงพอแล้ว รวมถึงสามารถแทรกเครื่องมือเข้าไปทำความสะอาดคลองรากฟันส่วนที่อยู่ใต้ต่อเครื่องมือที่หักได้ ถือว่ากรณีดังกล่าวมีการพยากรณ์โรคที่ดี

(favorable)⁴ การจัดการเครื่องมือที่หักในคลองรากฟันมีหลายวิธี⁵ ได้แก่ การปล่อยเครื่องมือไว้ในคลองรากฟัน และขยายทำความสะอาด และ อุดคลองรากฟันที่อยู่เหนือต่อเครื่องมือที่หัก การสอดไฟล์ขนาดเล็กผ่านขึ้นเครื่องมือที่หักลงไปทำความสะอาดคลองรากฟันส่วนที่อยู่ข้างใต้ที่เรียกว่าวิธีการบายพาส (Bypass technique) รวมถึงการรื้อเครื่องมือที่หักออกจากคลองรากฟัน^{5,6} โดยใช้เครื่องมืออื่นๆเช่น เครื่องมืออัลตราโซนิค (Ultrasonic device) เครื่องมือ แมสเซอร์แรน คิท(Masserann kit) เป็นต้น โดยพิจารณาว่าจะเลือกวิธีใดนั้นขึ้นอยู่กับประเมินความคุ้มค่าหรือประโยชน์ที่จะได้รับในการรื้อเครื่องมือออกเปรียบเทียบกับความเสี่ยงหรือภาวะแทรกซ้อนที่อาจเกิดขึ้นจากการรื้อเครื่องมือ^{6,7} เช่น การเกิดขึ้น (ledge) การขยายคลองรากฟันมากเกินไป การเป็ยงเบน ออกจากแนวคลองรากฟันเดิม การเกิดรอยทะลุของรากฟัน (perforation) ที่อาจมีผลต่อความสำเร็จของการรักษาในระยะยาว

รายงานผู้ป่วย

ผู้ป่วยหญิงไทย อายุ 15 ปี ปฏิเสธโรคประจำตัวและการแพ้ยา ถูกส่งต่อเพื่อรับการรักษาเนื่องจากเครื่องมือขยายคลองรากหักในขั้นตอนขยายคลองรากฟัน

การตรวจภายในช่องปาก: ฟันซี่ 22 คล้ำ เคาะเจ็บ ฟันไม่โยก ไม่พบร่องลึกปริทันต์ เหงือกและเนื้อเยื่ออ่อนบริเวณฟันซี่ดังกล่าวมีลักษณะปกติ

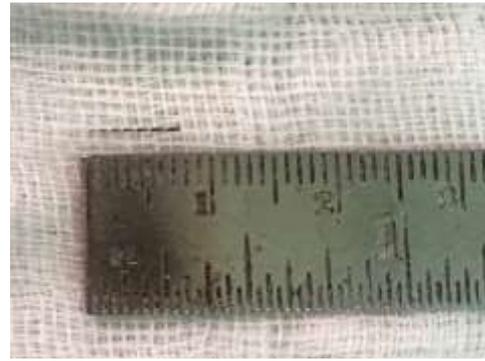
การตรวจทางภาพรังสี: ฟันซี่ 22 มีรูปร่างรากฟันค่อนข้างตรงยกเว้นบริเวณบริเวณ 4 มิลลิเมตรก่อนถึงจุดสิ้นสุดปลายรากฟันโค้งทำมุม 60 องศา พบเงาที่บร้งสีบริเวณกึ่งกลางของส่วนตัวฟัน เห็นเงาโปรงรังสีในขนาดส่วนคลองรากฟันจากส่วนต้นของคลองรากฟันถึงบริเวณส่วนปลายของรากฟัน พบเส้นเงาที่บร้งสีคล้ายเครื่องมือหักยาวประมาณ 7-8 มิลลิเมตร ที่ระดับ 1/3 จากปลายรากฟัน ส่วนปลายรากฟันพบเงาโปรงรังสีขอบเขตไม่ชัดเจนรูปร่างขนาด 4x5 มิลลิเมตร² (รูปที่ 1)



รูปที่ 2 ภาพรังสีเพื่อตรวจสอบการรื้อเครื่องมือ

การรักษาครั้งที่ 2

ผู้ป่วยไม่มีอาการใดๆ ฟันซี่ 22 พบวัสดุอุดชั่วคราวอยู่ในสภาพดี ใส่แผ่นยางกันน้ำลาย รื้อวัสดุอุดชั่วคราวออก สํารวจคลองรากฟันที่เหลือและวัดความยาวปลายรากฟัน ด้วยอุปกรณ์หยั่งปลายรากด้วยไฟฟ้า (Electronic Apex Locator) ได้ความยาวทำงาน 20.5 มิลลิเมตร ทำการขยายคลองรากฟันด้วยตะไบที่หมุนด้วยเครื่องกลยี่ห่อโพรเทปเปอร์ เน็กซ์ (ProTaper Next®, Dentsply maillefer, Switzerland) ที่ความเร็ว ๓๕๐ รอบต่อนาที ตั้งค่าแรงบิด (torque) ๓.๕ Ncm ใช้ไฟล์ขนาด ๑๗/๐๔, ๒๕/๐๖, ๓๐/๐๗, ๔๐/๐๖ และ ๕๐/๐๖ ตามลำดับ จากนั้นล้างคลองรากฟันด้วยน้ำยาโซเดียมไฮโปคลอไรต์ ความเข้มข้นร้อยละ 2.5 ตามด้วยสารละลายนอร์มัลซาลินและคลอเฮกซีดีนความเข้มข้นร้อยละ 2 ตามลำดับ ซึบคลองรากฟันให้แห้ง และใส่แคลเซียมไฮดรอกไซด์ผสมน้ำกลั่นในคลองรากฟัน อุดชั่วคราวด้วยเควิตและไออาร์เอ็ม ตรวจสอบการสบฟัน นัดติดตามผลการรักษา 1 เดือน



รูปที่ 3 ภาพชิ้นส่วนเครื่องมือที่หัก

การรักษาครั้งที่ 3

หลังการขยายคลองรากฟันและใส่ยาแคลเซียมไฮดรอกไซด์ในคลองรากฟัน 1 เดือน ผู้ป่วยไม่มีอาการใดๆ พบว่าคลองรากฟันแห้งดี จึงทำการลองกัทยาเพอร์ชา (Gutta percha) แท่งหลัก ขนาด 50/06 X5 (รูปที่ 4) ล้างคลองรากฟันด้วยสารละลายเอทิลีนไดเอมีน เตตระอะซิติกแอซิด (EDTA) หรืออีดีทีเอความเข้มข้นร้อยละ 17 จำนวน 10 มิลลิตรเป็นเวลา 1 นาที เพื่อกำจัดชั้นสเมียร์ (smear layer) จากนั้นล้างตามด้วยน้ำยาโซเดียมไฮโปคลอไรต์ ความเข้มข้นร้อยละ 2.5 เป็นเวลา 1 นาที ซึบคลองรากฟันให้แห้ง จากนั้นอุดคลองรากฟันด้วยกัทยาเพอร์ชาและซิลเลอร์เอเอช พลัส (AH Plus®) โดยใช้วิธีแลทเทอร์ลคอมแพกชั่น (Lateral Compaction technique) อุดด้วยไออาร์เอ็มและคอมโพสิท ตรวจสอบการสบฟันและถ่ายภาพรังสีเพื่อตรวจสอบ (รูปที่ 5)



รูปที่ 4 ภาพรังสีสองกัทยาเพอร์ซซา



รูปที่ 5 ภาพรังสีอุดคลองรากฟัน

การติดตามผลการรักษา

นัดติดตามผลการรักษา 3 เดือน ผู้ป่วยไม่มีอาการใดๆ สามารถใช้งานได้ปกติ เคาะไม่เจ็บ ไม่พบตุ่มหนอง จากการถ่ายภาพรังสีติดตามอาการพบรอยโรคบริเวณปลายรากฟันมีเงาโปร่งรังสีขอบเขตไม่ชัดเจนขนาด 0.5×0.5 มิลลิเมตร² (รูปที่ 6) หลังการติดตามผลการรักษา 6 เดือน ผู้ป่วยไม่มีอาการใดๆ สามารถใช้งานได้ปกติ เคาะไม่เจ็บ ไม่พบตุ่มหนอง

จากภาพถ่ายรังสีพบรอยโรคบริเวณปลายรากฟันมีเงาโปร่งรังสีขอบเขตไม่ชัดเจนขนาดเล็กกลอง โดยมีขนาดประมาณ 0.1×0.1 มิลลิเมตร² (รูปที่ 7) แสดงผลสำเร็จการรักษาแบบกำลังหายที่ต้องทำการติดตามผลต่อไปผู้ป่วยไม่มีอาการใดๆ ซึ่งแสดงผลสำเร็จการรักษาแบบกำลังหาย ที่ต้องทำการติดตามผลต่อไปวางแผนติดตามผลต่อเนื่อง 1 ปี



รูปที่ 6 ภาพรังสีหลังรักษา 3 เดือน



รูปที่ 7 ภาพรังสีหลังรักษา 6 เดือน

วิจารณ์

การจัดการเครื่องมือที่หักในคลองรากฟันเป็นทำงานที่ทำหายและเป็นปัจจัยสำคัญในการพยากรณ์โรคในระยะยาวของการรักษารากฟัน การนำเครื่องมือที่หักออกเป็นทางเลือกที่ดีกว่าการทิ้งเครื่องมือไว้ในคลองรากฟัน สำหรับการรื้อเครื่องมือที่หักในคลองราก

ฟัน ปัจจุบันมีเทคนิคและอุปกรณ์มากมายไม่ว่าจะเป็นคีม Stieglitz, หัวงลวด, อัลตราโซนิค^{7,9,10,11} เครื่องมือต่างๆที่ถูกพัฒนาขึ้น¹² รวมถึงระบบคั่นหาคคลองรากฟันด้วยเครื่องสแกน CBCT¹² อุปกรณ์และวิธีการทั้งหมดนี้มีข้อดีและข้อเสียแตกต่างกันและจากผลการศึกษา นั้น การศึกษาส่วนใหญ่ยังสนับสนุนการ

ใช้อัลตราโซนิก^{12,13} จากการทบทวนอย่างเป็นระบบของ Portela NN และคณะ¹⁴ พบว่าการเอาเครื่องมือที่หักบริเวณกึ่งกลางถึงปลายรากฟันออก เทคนิคบายพาสสามารถทำได้ ร่วมกับเทคนิคอัลตราโซนิกได้ผลลัพธ์ที่ดีที่สุด แม้ว่าเทคนิคสมัยใหม่ในการรักษา รากฟันจะช่วยในการรื้อเครื่องมือที่หัก แต่อาจไม่สามารถทำได้เสมอไป Cruz A และคณะ¹⁵ แนะนำว่าหากมีเครื่องมือหักในคลองรากฟัน อันดับแรกควรพยายามเอาเครื่องมือที่มีขนาดเล็กแทรกผ่านขึ้น เครื่องมือที่หักก่อน และการสร้าง Straight line access ก่อนการเข้าไปรื้อขึ้นเครื่องมือที่หักเป็นสิ่งสำคัญ ในกรณีที่ไม่สามารถบายพาสเครื่องมือได้ ให้ทำทางเข้าที่ตรงไปสู่เครื่องมือที่หัก(Direct access) เพื่อสะดวกในการรื้อเครื่องมือหรือการมองเห็น เครื่องมือที่หัก สำหรับรายงานผู้ป่วยนี้แสดงถึงความสำเร็จของการรื้อเครื่องมือหักในการรักษาคลอง รากฟันด้วยวิธีสอดผ่านร่วมกับการใช้อัลตราโซนิกในกรณีนี้เริ่มจากการระบุตำแหน่งของชิ้นเครื่องมือที่หัก โดยเมื่อพิจารณาจากภาพรังสีพบว่าอยู่บริเวณส่วนล่างของคลองรากฟัน ลักษณะคลองรากฟันส่วนล่างโค้ง เล็กน้อยและค่อนข้างตีบ มีเนื้อฟันบริเวณคอฟันบดบัง จึงทำการขยายคลองรากฟันส่วนต้น(coronal flare) ก่อนเพื่อสร้าง พื้นที่บริเวณคลองรากฟันส่วนบนให้เป็นเส้นตรง (straight line access) โดยกรอกำจัดเนื้อ ฟันบริเวณคอฟันที่บดบังรูเปิดคลองรากฟันด้วยเกต กลิตเดน ดริล(Gate glidden drill) จากนั้นจึงทำการ บายพาสเครื่องมือที่หักด้วยไฟล์ขนาดเล็กร่วมกับการ ใช้หัวอัลตราโซนิกสำหรับงานรักษาคอนกรากฟันโดย ทุกขั้นตอนทำภายใต้การมองเห็นผ่านแว่นขยายสองตา (Dental loupes and 4.0X Telescope) ร่วมกับการ ใช้ไฟส่องสว่าง สอดคล้องกับรายงานของจุฑามาส¹⁶ ซึ่งทำการรื้อเครื่องมือที่หักในคลองรากฟันกรามล่าง ซ้ายซี่ที่ 2 ในการรื้อเครื่องมือที่หักบางกรณีอาจต้องใช้ หลายวิธีร่วมกัน เช่น รายงานผู้ป่วยของเอกชัย¹⁷ นำเสนอการรักษาคลองรากฟันซ้ำในฟันซึ่งมีเครื่องมือ หักภายในคลองรากฟันที่เป็นแท่งเงินและเครื่องมือ อื่นๆโดยใช้หลายวิธีร่วมกันทั้งการใช้วิธีสอดผ่าน ร่วมกับอัลตราโซนิก และมีการใช้เทคนิคทิวป์แอนด์กรู (Tube and Glue) ซึ่งเป็นการใช้เซมล้างคลองรากฟัน

ที่มีขนาดพอดีและก้าวช่วยในการดึงเครื่องมือที่หักให้ หลุดติดออกมาและ รายงานของ Meidyawati R¹⁰ ที่ ทำการรื้อเครื่องมือที่หักในฟันกรามล่างขวาซี่ที่ 1 โดย ใช้เครื่องมืออัลตราโซนิกและคีมไมโครเอ็นโดดอนต์

สรุป

การรื้อเครื่องมือที่หักในคลองรากฟันในผู้ป่วย สามารถทำได้ด้วยวิธีบายพาสร่วมกับอัลตราโซนิก โดย เริ่มจากการประเมินตำแหน่งของเครื่องมือที่หัก เปิด เข้าสู่คลองรากฟัน ทำการขยายคลองรากฟันส่วนต้น (coronal flare) ก่อน เพื่อสร้างพื้นที่บริเวณคลองราก ฟันส่วนบนให้เป็นเส้นตรง (straight line access) โดยกรอกำจัดเนื้อฟันบริเวณคอฟันที่บดบังรูเปิดคลอง รากฟันด้วยเกต กลิตเดน ดริล (Gate glidden drill) ใช้ไฟล์ขนาดเล็กสอดผ่านเครื่องมือที่หักให้ได้ความยาว ในการทำงานที่ถูกต้องเพื่อให้เครื่องมือที่หักหลวมและ สามารถสอดอัลตราโซนิกไฟล์ได้ง่ายขึ้น

ข้อเสนอแนะ

การรื้อเครื่องมือที่หักในคลองรากฟันด้วยวิธี สอดผ่าน(bypass technique) ร่วมกับอัลตราโซนิก เป็นวิธีหนึ่งที่สามารถทำได้โดยไม่ต้องใช้อุปกรณ์ราคา แพงหรือ หายากและอาจจะสามารถทำได้โดยทันต แพทย์ทั่วไป โดยใช้หลักเกณฑ์ประเมินจากลักษณะ กายวิภาคของคลองรากฟันที่ไม่ซับซ้อน ชนิดเครื่องมือ ที่หัก ความยาวและตำแหน่งของเครื่องมือที่หักใน คลองรากฟัน การเตรียมขยายคลองรากฟันด้วย เครื่องมือที่เหมาะสม¹⁶ อย่างไรก็ตามปัจจุบันยังไม่มี วิธีการใดที่เป็นมาตรฐานในการรื้อเครื่องมือหักให้ ประสบความสำเร็จได้แน่นอน การป้องกันการหักของ เครื่องมือที่ใช้ในการรักษาคอนกรากฟันคือการเรียนรู้ วิธีการใช้งานของเครื่องมือและตรวจสอบเครื่องมือ นั้นๆก่อนการใช้งานเพื่อป้องกันเหตุการณ์ไม่พึง ประสงค์ที่อาจเกิดขึ้น

เอกสารอ้างอิง

1. McGuigan MB, Louca C, Duncan HF. Clinical decision-making after endodontic instrument fracture. *British Dental Journal*. 2013;214(8):395-400.
2. Madarati AA, Hunter MJ, Dummer PM. Management of intracanal separated instruments. *J Endod*. 2013 May;39(5):569-81.
3. Zanza A, Reda R, Testarelli L. Nickel-Titanium Rotary Instruments: Mechanical and Metallurgical Characteristics. *Clin Pract*. 2022 Feb 14;12(1):94-96.
4. Panitvisai P, Parunnit P, Sathorn C, Messer HH. Impact of a retained instrument on treatment outcome: a systematic review and meta-analysis. *J Endod*. 2010 May;36(5):775-80.
5. Pradhan B, Gao Y, Gao Y, Guo T, Cao Y, He J. Broken Instrument Removal from Mandibular First Molar with Conebeam Computed Tomography based Pre-operative Computer-assisted Simulation: A Case Report. *JNMA J Nepal Med Assoc*. 2021 Aug 12;59(240):795-798.
6. McGuigan MB, Louca C, Duncan HF. Clinical decision-making after endodontic instrument fracture. *British Dental Journal*. 2013;214(8):395-400
7. Pruthi PJ, Nawal RR, Talwar S, Verma M. Comparative evaluation of the effectiveness of ultrasonic tips versus the Terauchi file retrieval kit for the removal of separated endodontic instruments. *Restor Dent Endod*. 2020 Feb 6;45(2): e14.
8. Ng YL, Mann V, Gulabivala K. A prospective study of the factors affecting outcomes of nonsurgical root canal treatment: part 1: periapical health. *Int Endod J*. 2011 Jul;44(7):583-609.
9. Yang Q, Shen Y, Huang D, Zhou X, Gao Y, Haapasalo M. Evaluation of Two Trepine Techniques for Removal of Fractured Rotary Nickel-titanium Instruments from Root Canals. *J Endod*. 2017 Jan;43(1):116-120.
10. Meidyawati R, Suprastiwi E, Setiati HD. Broken File Retrieval in the Lower Right First Molar Using an Ultrasonic Instrument and Endodontic Micro Forceps. *Case Rep Dent*. 2019 Oct 31;2019: 7940126. doi: 10.1155/2019/7940126.
11. Agrawal V, Kapoor S, Patel M. Ultrasonic Technique to Retrieve a Rotary Nickel-Titanium File Broken Beyond the Apex and a Stainless Steel File from the Root Canal of a Mandibular Molar: A Case Report. *J Dent (Tehran)*. 2015 Jul;12(7):532-6.
12. Xie KX, Wang X. [In vitro study of a new lasso device for intra-canal broken instrument removal]. *Shanghai Kou Qiang Yi Xue*. 2021 Dec;30(6):606-610. Chinese. PMID: 35587015.
13. Cruz A, Mercado-Soto CG, Ceja I, Gascón LG, Cholico P, Palafox-Sánchez CA. Removal of an instrument fractured by ultrasound and the instrument removal system under visual magnification. *J Contemp Dent Pract*. 2015 Mar 1;16(3):238-42.

14. Portela NN, Rech JP, Marchionatti AME, Barasuol JC. Techniques to address fractured instruments in the middle or apical third of the root canal in human permanent teeth: a systematic review of the in vitro studies. *Clin Oral Investig*. 2022 Jan;26(1):131-139. doi: 10.1007/s00784-021-04235-6. Epub 2021 Oct 26. PMID: 34698940.
15. Cruz A, Mercado-Soto CG, Ceja I, Gascón LG, Cholico P, Palafox-Sánchez CA. Removal of an instrument fractured by ultrasound and the instrument removal system under visual magnification. *J Contemp Dent Pract*. 2015 Mar 1;16(3):238-42.
16. จุฑามาส เดียวตระกูล การรื้อเครื่องมือรักษาคลองรากฟันหักและการรักษาปลายรากฟันละลายในฟันกรามล่างซี่ที่สอง: รายงานผู้ป่วย.วารสารโรงพยาบาลนครพนม. ปีที่ 8 ฉบับที่ 3 (2021): กันยายน - ธันวาคม 2564: 1-11 e253855
17. เอกชัย ขบวนการ. การรื้อแท่งเงินและเครื่องมือหักในการรักษาคลองรากฟันซ้ำฟันกรามบนขวาซี่ที่1.มหาราชนครศรีธรรมราชเวชสาร ปีที่3 ฉบับที่2 มกราคม-มิถุนายน 2563: 72-80
18. Bane K, Faye B, Sarr M, Niang SO, Ndiaye D, Machtou P. Root canal shaping by single-file systems and rotary instruments: a laboratory study. *Iran Endod J*. 2015;10(2):135-9. Epub 2015 Mar 18.