CE quiz: 3 credits

บทความปริทัศน์

น้ำยาล้างคลองรากฟัน: การพิจารณาเลือกใช้เพื่อความสำเร็จในการรักษาเนื้อเยื่อในของฟันน้ำนม

Root Canal Irrigants: Considerations for Success in Pulp Treatment for Primary Teeth

ศิริพร ส่งศิริประดับบุญ[1] , **ณัฐนันท์ โกวิทวัฒนา**[1]

Siriporn Songsiripradubboon[1] , **Nattanan Govitvattana**[1]

[1]ภาควิชาทันตกรรมสำหรับเด็ก คณะทันตแพทยศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย กรุงเทพฯ

[1]Department of Pediatric Dentistry, Faculty of Dentistry, Chulalongkorn University, Bangkok

บทคัดย่อ

การรักษาเนื้อเยื่อในของฟันน้ำนมมีจุดมุ่งหมายเพื่อเก็บรักษาฟันน้ำนมซี่นั้นไว้ให้ใช้งานได้และคงอยู่ในช่องปากจนถึงระยะเวลาที่เหมาะสม เชื้อจุลชีพเป็นสาเหตุสำคัญของการเกิดพยาธิสภาพของเนื้อเยื่อในและเนื้อเยื่อรอบปลายรากฟัน การลดหรือกำจัดเชื้อจุลชีพออกจากระบบคลองรากฟันจึงเป็นเป้าหมายหลักของการรักษาเนื้อเยื่อใน การทำความสะอาดคลองรากฟันด้วยน้ำยาล้างคลองรากฟันมีบทบาทสำคัญในการช่วยกำจัดเชื้อจุลชีพ ชะล้างเศษเนื้อเยื่อต่าง ๆ รวมทั้งกำจัดชั้นสเมียร์ ในปัจจุบันมีน้ำยาล้างคลองรากฟันหลายชนิดที่ถูกแนะนำให้ใช้ในระหว่างกระบวนการรักษาเนื้อเยื่อในของฟันน้ำนม โดยน้ำยาล้างคลองรากฟันแต่ละชนิดมีข้อดีและข้อเสียแตกต่างกันไป รวมทั้งมีข้อพึงระวังต่าง ๆ ในการนำไปใช้งานทางคลินิก โดยเฉพาะอย่างยิ่งในการรักษาในผู้ป่วยเด็ก ดังนั้น บทความปริทัศน์นี้จึงมีวัตถุประสงค์เพื่อทบทวนวรรณกรรมที่เกี่ยวข้องกับน้ำยาล้างคลองรากฟันที่ถูกนำมาใช้ในการรักษาเนื้อเยื่อในฟันน้ำนมในแง่มุมต่าง ๆ ทั้งกลไกการออกฤทธิ์ ประสิทธิผลการทำงาน และผลข้างเคียงของน้ำยาแต่ละชนิด รวมทั้งให้ข้อมูลงานวิจัยต่าง ๆ ที่ศึกษาในฟันน้ำนมเพื่อเป็นแนวทางให้ทันตแพทย์ใช้ในการตัดสินใจเลือกน้ำยาล้างคลองรากฟันในระหว่างกระบวนการรักษาเนื้อเยื่อในของฟันน้ำนมได้อย่างเหมาะสม

คำสำคัญ: การรักษาเนื้อเยื่อใน, น้ำยาล้างคลองรากฟัน, ฟันน้ำนม

Abstract

The aim of the pulp treatment in primary teeth is to preserve and maintain fully functional primary teeth in the dental arch until the time of natural exfoliation. It is well studied that microorganisms are considered to be a major cause of pulpal and periapical pathosis. Therefore, the primary goal of pulp treatment is to eliminate or reduce microorganisms inside an infected root canal system. Root canal cleaning with irrigating solutions becomes one of the standard protocol as it can remove microorganisms, tissue debris, and smear layer efficiently. Various irrigating solutions have been suggested for pulp treatment in primary teeth. Different irrigants have distinct properties and, thus, present with different advantages, disadvantages and limitations. In clinical practice, these properties need to be considered, in particular, when using in pediatric patients. The objective of this article is, therefore, to review the various irrigating solutions commonly used in pulp treatment in primary teeth in many aspects. The mechanisms of actions, effectiveness, and their side effects are discussed. This information would be useful for clinicians to choose an irrigant during pulp treatment procedure.

Keyword: Pulp treatment, Irrigant, Primary teeth

Received Date: Dec 13, 2018 **Revised Date:** Jan 8, 2018 **Accepted Date:** Mar 13, 2019
Doi: 10.14456/jdat.2019.33

ติดต่อเกี่ยวกับบทความ:
ศิริพร ส่งศิริประดับบุญ ภาควิชาทันตกรรมสำหรับเด็ก คณะทันตแพทยศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย 34 ถนนอังรีดูนังต์ วังใหม่ ปทุมวัน กรุงเทพมหานคร 10310 ประเทศไทย โทรศัพท์: 02-2188906 แฟกซ์: 02-2188906 อีเมล: siriporn.son@chula.ac.th
Correspondence to:
Siriporn Songsiripradubboon, Department of Pediatric Dentistry, Faculty of Dentistry, Chulalongkorn University. 34 Henry-Dunant Rd., Wangmai, Pathumwan, Bangkok, 10330 Thailand. Tel. 02-2188906 Fax: 02-2188906 Email : siriporn.son@chula.ac.th

บทนำ

การรักษาเนื้อเยื่อในของฟันน้ำนมมีวัตถุประสงค์เพื่อเก็บรักษาฟันน้ำนมซี่นั้นไว้ในช่องปากจนกว่าจะถึงระยะเวลาที่ฟันน้ำนมซี่นั้นจะหลุดไปตามธรรมชาติ[1] เพื่อป้องกันปัญหาต่าง ๆ ที่อาจเกิดขึ้นจากการสูญเสียฟันน้ำนมไปก่อนกำหนด อันได้แก่ ปัญหาด้านการสบฟัน[2] ปัญหาด้านพัฒนาการและการเจริญเติบโต[3,4] ปัญหาด้านการออกเสียง[5] รวมถึงผลกระทบด้านจิตใจและความพึงพอใจในตนเอง (self-esteem) ของเด็ก[6] วิธีการรักษาเนื้อเยื่อในของฟันน้ำนมนั้นแบ่งได้เป็น 2 ประเภท ขึ้นกับระดับการอักเสบที่เกิดขึ้นภายในโพรงเนื้อเยื่อใน กล่าวคือ กรณีที่โพรงเนื้อเยื่อในมีการอักเสบชนิดผันกลับได้ การรักษาที่เหมาะสม คือ การรักษาความมีชีวิตของฟันไว้ (vital pulp therapy) ซึ่งอาจทำโดยการปิดทับเนื้อเยื่อในโดยอ้อม (indirect pulp capping) การปิดทับเนื้อเยื่อในโดยตรง (direct pulp capping) หรือการทำพัลโพโตมี (pulpotomy) ซึ่งเป็นวิธีการรักษาความมีชีวิตของฟันน้ำนมที่ได้รับการยอมรับมาเป็นระยะเวลานาน ส่วนอีกกรณีหนึ่ง คือ กรณีที่โพรงเนื้อเยื่อในมีการอักเสบชนิดผันกลับไม่ได้ ซึ่งจำเป็นต้องได้รับการรักษาด้วยวิธีพัลเพคโตมี (pulpectomy)[1]

ความสำเร็จของการรักษาเนื้อเยื่อในของฟันน้ำนมขึ้นกับปัจจัยหลายประการ[7,8] ได้แก่ การวินิจฉัยชนิดของการอักเสบที่เกิดขึ้นได้อย่างถูกต้อง พยาธิสภาพของฟันก่อนการรักษา ชนิดของยาและวัสดุที่ใช้ในการรักษา รวมถึงชนิดของวัสดุบูรณะฟันภายหลังการรักษา การลดหรือการกำจัดเชื้อจุลชีพเป็นอีกหนึ่งปัจจัยที่สำคัญต่อความสำเร็จของการรักษา[9] โดยเฉพาะอย่างยิ่งในการรักษาเนื้อเยื่อในชนิดพัลเพคโตมี ซึ่งเนื้อเยื่อในเกิดการติดเชื้อและมีการอักเสบชนิดผันกลับไม่ได้หรืออาจมีการตายของเนื้อเยื่อในเกิดขึ้น ฟันซี่นั้นจึงจำเป็นต้องได้รับการทำความสะอาดและกำจัดเชื้อจุลชีพออกจากคลองรากฟันตลอดทั้งคลองราก อย่างไรก็ตามเชื้อจุลชีพไม่ได้จำกัดตัวอยู่เฉพาะในคลองรากฟันหลักเท่านั้น การทำความสะอาดคลองรากฟันด้วยแรงกลเพียงอย่างเดียวจึงอาจจะไม่เพียงพอที่จะกำจัดเชื้อจุลชีพออกจากระบบคลองรากฟัน การล้างคลองรากฟันด้วยน้ำยาล้างคลองรากฟันจึงเป็นขั้นตอนที่มีความสำคัญที่จะช่วยเพิ่มความสำเร็จของการรักษาได้[10] โดยน้ำยาล้างคลองรากฟันจะช่วยหล่อลื่นคลองรากฟันในระหว่างการทำความสะอาดคลองรากฟันด้วยแรงกล ช่วยชะล้างเศษเนื้อเยื่อต่าง ๆ รวมทั้งช่วยลดและกำจัดเชื้อจุลชีพออกจากระบบคลองรากฟัน

ภายในคลองรากฟันน้ำนมที่เนื้อเยื่อในตาย (pulp necrosis) และเนื้อเยื่อรอบปลายรากฟันอักเสบ (apical periodontitis) จะพบการติดเชื้อจากเชื้อหลายชนิด (polymicrobial infection) โดยมีเชื้อจุลชีพชนิดไม่พึ่งออกซิเจน (anaerobe) ในสัดส่วนมากกว่าเชื้อจุลชีพชนิดอื่น[11] จากการศึกษาด้วยวิธีการเพาะเชื้อจุลชีพแบบดั้งเดิม และการศึกษาในระดับโมเลกุล (molecular technique) แสดงให้เห็นว่าเชื้อจุลชีพต่าง ๆ ในคลองรากฟันน้ำนมที่ติดเชื้อมีความใกล้เคียงกับเชื้อจุลชีพที่พบในคลองรากฟันแท้[12,13] โดยพบเชื้อชนิดพึ่งออกซิเจน (aerobe) ไม่พึ่งออกซิเจน แบคทีเรียที่สร้างเม็ดสีดำ (black-pigmented bacteria) และมิวแทนส์สเตร็ปโตคอคไค (mutans streptococci) นอกจากนี้ จากการศึกษาด้วยเทคนิค checkerboard DNA-DNA hybridization พบว่าในคลองรากฟันน้ำนมที่ติดเชื้อนั้นมีเชื้อแบคทีเรียที่ยากต่อการเพาะเชื้อ ได้แก่ แทนเนอเรลลา ฟอร์ไซเทีย (*Tannerella forsythia*) และ ทรีโพนีมา เด็นติโคลา (*Treponema denticola*) ปรากฏอยู่ด้วย[14]

แบคทีเรียที่อาศัยอยู่ตามธรรมชาติ เช่น ในช่องปาก ในคลองรากฟันที่ติดเชื้อ อาจอยู่ในรูปเซลล์ที่ล่องลอยเป็นอิสระ (planktonic state) หรืออยู่รวมตัวกับเซลล์อื่น ๆ ในลักษณะของ

แผ่นชีวภาพ (biofilm) โดยในแผ่นชีวภาพนี้จะประกอบไปด้วยแบคทีเรียหลากหลายสายพันธุ์ที่รวมกันเป็นกลุ่มก้อนฝังตัวอยู่ในเมทริกซ์นอกเซลล์ (extracellular matrix) ที่กลุ่มแบคทีเรียเหล่านี้สร้างขึ้นมาเอง ภายในมีร่องน้ำที่เป็นเส้นทางในการลำเลียงสารอาหารและกำจัดของเสีย[15] แผ่นชีวภาพนี้มีบทบาทสำคัญในการปกป้องเชื้อแบคทีเรียจากสิ่งแวดล้อมภายนอกที่เป็นอันตรายต่อเชื้อแบคทีเรีย ไม่ว่าจะเป็นจากเซลล์หรือกลไกต่าง ๆ ของระบบภูมิต้านทานของร่างกายมนุษย์ (immune response) รวมทั้งน้ำยา สารต้านจุลชีพ และยาปฏิชีวนะต่าง ๆ ด้วย[16] แบคทีเรียที่อยู่ในแผ่นชีวภาพจะมีความสามารถในการทนต่อสารต้านจุลชีพมากกว่าแบคทีเรียที่ล่องลอยอยู่เดี่ยว ๆ ได้ถึง 1,000 เท่า[17,18]โดยแผ่นชีวภาพจะทำหน้าที่เป็นสิ่งกีดขวางทางกายภาพทำให้น้ำยาหรือสารต่าง ๆ ซึมผ่านชั้นของแผ่นชีวภาพไปสัมผัสและออกฤทธิ์ต่อเชื้อแบคทีเรียที่อยู่ด้านในได้ยากขึ้น นอกจากนี้แบคทีเรียที่อาศัยอยู่ภายในแผ่นชีวภาพจะมีการปรับตัวให้มีอัตราเมตาบอลิซึม (metabolic activity) และอัตราการเจริญเติบโต (growth rate) ลดลง พัฒนาเป็นสายพันธุ์ที่ทนต่อสภาวะแวดล้อมมากขึ้น รวมทั้งสามารถแลกเปลี่ยนดีเอ็นเอ (DNA) ที่ต้านต่อยาปฏิชีวนะระหว่างกันได้อย่างรวดเร็ว[16] สิ่งแวดล้อมภายในแผ่นชีวภาพเองยังส่งเสริมให้แบคทีเรียภายในแผ่นชีวภาพทนต่อยาและสารต่าง ๆ ที่ใช้ในการรักษาคลองรากฟันได้มากขึ้น เช่น สภาวะขาดออกซิเจนหรือความเป็นกรดภายในแผ่นชีวภาพ จะส่งผลขัดขวางการออกฤทธิ์ของยาและสารต้านจุลชีพต่าง ๆ ที่ใช้ในกระบวนการรักษา[19]

จะเห็นได้ว่าการติดเชื้อภายในคลองรากฟันเป็นการติดเชื้อร่วมกันจากเชื้อหลายชนิด และภายในคลองรากฟันที่ติดเชื้ออาจพบทั้งแบคทีเรียที่ล่องลอยอยู่เดี่ยว ๆ หรืออยู่รวมตัวกันในลักษณะของแผ่นชีวภาพ ดังนั้นคุณสมบัติของน้ำยาล้างคลองรากฟันที่ดีจึงควรมีฤทธิ์ฆ่าเชื้อได้กว้าง (broad spectrum) และในขณะเดียวกันควรมีความสามารถในการแทรกซึมหรือทำลายการรวมกลุ่มของเชื้อในแผ่นชีวภาพได้ดีด้วย

ชนิดของน้ำยาล้างคลองรากฟัน

1. โซเดียมไฮโปคลอไรต์ (Sodium hypochlorite; NaOCl)

โซเดียมไฮโปคลอไรต์ เป็นสารต้านจุลชีพ (antimicrobial agent) ที่มีฤทธิ์ในการกำจัดเชื้อสูง สามารถฆ่าเชื้อแบคทีเรียส่วนใหญ่ได้เมื่อสารสัมผัสกับเชื้อโดยตรง ในสภาวะที่โซเดียมไฮโปคลอไรต์อยู่ในน้ำจะแตกตัวให้โซเดียมไอออน (Na+) และไฮโปคลอไรต์ไอออน (OCl-) โดยไอออนทั้งสองนี้จะอยู่ในระบบสมดุลร่วมกับกรดไฮโปคลอรัส (HOCl)[9] ดังสมการ $NaOCl + H_2O$ <--> $NaOH + HOCl$ <--> $Na^+ + OH^- + H^+ + OCl^-$ ในสภาวะที่ค่าความเป็นกรดด่าง (pH) สูงกว่า 9.0 คลอรีนส่วนใหญ่จะอยู่ในรูปไฮโปคลอไรต์ไอออน แต่ในทางกลับกันในสภาวะกรดหรือสภาวะเป็นกลาง คลอรีนส่วนใหญ่จะอยู่ในรูปของกรดไฮโปคลอรัส ซึ่งจะมีฤทธิ์ในการต้านแบคทีเรียสูงกว่าไฮโปคลอไรต์ไอออน กรดไฮโปคลอรัสมีฤทธิ์ฆ่าเชื้อจุลชีพผ่านการทำลายกระบวนการสำคัญต่าง ๆ ของเซลล์จุลชีพ โดยจะทำให้เกิดปฏิกิริยาออกซิเดชันของหมู่ซัลฟ์ไฮดริล (sulfhydryl) ของเอนไซม์ที่จำเป็นในการดำรงชีพของเชื้อจุลชีพ รวมทั้งทำให้เกิดปฏิกิริยาไฮโดรไลซิสของกรดอะมิโนต่าง ๆ ส่งผลให้โปรตีนถูกทำลายอย่างถาวร[20] แรกเริ่มโซเดียมไฮโปคลอไรต์ถูกนำมาใช้ในกระบวนการฟอกสี (bleaching) ก่อนจะถูกแนะนำโดย Labarraque (ค.ศ.1777-1850) ให้ใช้เพื่อป้องกันการมีไข้หลังคลอด (Childbed fever) และโรคติดเชื้อต่าง ๆ จนกระทั่ง Koch และ Pasteur ได้ทดลองในห้องปฏิบัติการพบว่าไฮโปคลอไรต์มีฤทธิ์ฆ่าเชื้อแบคทีเรียได้ โซเดียมไฮโปคลอไรต์จึงถูกนำมาใช้เป็นน้ำยาฆ่าเชื้อโรค (disinfectant) อย่างแพร่หลาย โซเดียมไฮโปคลอไรต์มีฤทธิ์ฆ่าเชื้อแบบไม่เฉพาะเจาะจงต่อเชื้อทุกชนิด (non specific killing) สามารถฆ่าได้ทั้งแบคทีเรีย ไวรัส และสปอร์[21] และยังมีข้อดีในการนำไปใช้งานทางคลินิกอีกประการคือราคาถูก และมีอายุการเก็บรักษาที่ดี (good shelf life) เมื่อเก็บในสภาวะที่เหมาะสม[22]

ปัจจัยที่เกี่ยวข้องกับประสิทธิภาพทางคลินิกของโซเดียมไฮโปคลอไรต์ ได้แก่ ความเข้มข้น และระยะเวลาที่น้ำยาสัมผัสกับคลองรากฟัน โดยในงานรักษาคลองรากฟัน นิยมใช้โซเดียมไฮโปคลอไรต์ที่ความเข้มข้นระหว่างร้อยละ 0.5 – 6[23] ความเข้มข้นของโซเดียมไฮโปคลอไรต์จะมีผลต่อประสิทธิภาพการออกฤทธิ์ทางคลินิกทั้งในแง่ของการฆ่าเชื้อจุลชีพและการละลายเศษเนื้อเยื่อ โดยโซเดียมไฮโปคลอไรต์ที่ความเข้มข้นสูงจะใช้เวลาในการฆ่าเชื้อจุลชีพน้อยกว่าที่ความเข้มข้นต่ำ[24,25] โซเดียมไฮโปคลอไรต์ยังมีฤทธิ์ละลายเศษเนื้อเยื่อใน[26]และคอลลาเจนซึ่งเป็นส่วนประกอบอินทรีย์หลักของเนื้อฟัน[27] โดยไฮโปคลอไรต์จะละลายเนื้อเยื่อตาย (necrotic tissue) ได้ดีกว่าเนื้อเยื่อที่มีชีวิต (vital tissue)[28] และยิ่งความเข้มข้นสูงจะยิ่งละลายเนื้อเยื่อได้เร็ว[29]

ระยะเวลาที่โซเดียมไฮโปคลอไรต์ใช้ในการฆ่าเชื้อแบคทีเรียมีรายงานแตกต่างกันออกไป ปัจจัยที่ส่งผลให้โซเดียมไฮโปคลอไรต์ใช้ระยะเวลาในการฆ่าเชื้อนานขึ้น คือ สารอินทรีย์ภายในคลองรากฟัน โดยน้ำเซลล์อักเสบ (inflammatory exudate) ส่วนเหลือของเนื้อเยื่อ (tissue remnants) และกลุ่มก้อนเชื้อจุลชีพ (microbial biomass) ล้วนมีผลลดฤทธิ์การฆ่าเชื้อของ

โซเดียมไฮโปคลอไรต์ลงได้ ดังนั้นการล้างอย่างต่อเนื่องและนานเพียงพอจึงเป็นปัจจัยสำคัญต่อประสิทธิภาพการทำงานของโซเดียมไฮโปคลอไรต์[9]

ข้อจำกัดในการใช้งานทางคลินิกของโซเดียมไฮโปคลอไรต์ประการหนึ่ง คือ ไม่สามารถช่วยกำจัดชั้นสเมียร์ (smear layer) ที่เกิดขึ้นในระหว่างการเตรียมคลองรากฟันได้ อย่างไรก็ตามโซเดียมไฮโปคลอไรต์นั้นออกฤทธิ์ต่อส่วนประกอบทางอินทรีย์ของชั้นสเมียร์ จึงมีผลช่วยให้สารคีเลตซึ่งใช้ในขั้นตอนต่อไปภายหลังจากการล้างคลองรากฟันด้วยโซเดียมไฮโปคลอไรต์สามารถออกฤทธิ์กำจัดชั้นสเมียร์ได้โดยสมบูรณ์[9] ข้อด้อยสำคัญของโซเดียมไฮโปคลอไรต์ได้แก่ ความเป็นพิษของสาร โซเดียมไฮโปคลอไรต์มีฤทธิ์ระคายเคืองต่อเนื้อเยื่ออ่อน หากสัมผัสกับผิวหนังหรือดวงตาอาจก่อให้เกิดความพิการถาวรได้ นอกจากนั้นยังมีรสและกลิ่นที่รุนแรง กัดสีเสื้อผ้าได้ มีประสิทธิภาพลดลงเมื่อสัมผัสกับสารอินทรีย์ต่าง ๆ ที่ปรากฏในคลองรากฟัน[30] รวมถึงมีฤทธิ์สลายองค์ประกอบอินทรีย์ของเนื้อฟันได้จึงอาจมีผลลดคุณภาพของเนื้อฟันในด้านความยืดหยุ่น (elasticity) และ ความแข็งแรงดัดขวาง (flexural strength) ได้[31]

แม้ว่าจะมีการศึกษาที่แสดงให้เห็นว่าความเข้มข้นของโซเดียมไฮโปคลอไรต์ที่สูงขึ้นจะมีผลเพิ่มประสิทธิภาพการฆ่าเชื้อแบคทีเรียที่อยู่ในแผ่นชีวภาพได้อย่างมีนัยสำคัญ[32] แต่การนำโซเดียมไฮโปคลอไรต์ความเข้มข้นสูงมาใช้ในงานทันตกรรมสำหรับเด็กนั้นจำเป็นต้องคำนึงถึงเรื่องความปลอดภัยเป็นสำคัญ

การรั่วซึมของน้ำยาโซเดียมไฮโปคลอไรต์ออกนอกปลายราก (Sodium hypochlorite accident)

อาการและอาการแสดงทางคลินิก คือ ปวด บวมเฉพาะที่หรือขยายเป็นวงกว้าง โดยเกิดขึ้นฉับพลันในขณะทำการรักษาหรือภายหลังการรักษาไปแล้วหลายชั่วโมง[33] สาเหตุของการเกิดการรั่วซึมของน้ำยาโซเดียมไฮโปคลอไรต์ออกนอกปลายรากอาจเกิดจากวิธีการล้างคลองรากที่ไม่เหมาะสม หรืออาจเป็นผลมาจากลักษณะทางกายวิภาคของปลายรากฟันและกระดูกโดยรอบ[34,35] จุดสังเกตทางคลินิกที่บ่งบอกว่าอาจเกิดการรั่วซึมของน้ำยาโซเดียมไฮโปคลอไรต์ขึ้น ได้แก่ การมีเลือดออกจากคลองรากฟันที่ไม่สามารถควบคุมได้หรือผู้ป่วยรู้สึกแสบขึ้นมาอย่างกะทันหัน[34,36]

ข้อมูลเกี่ยวกับอาการ อาการแสดงและการหายของอุบัติการณ์การรั่วซึมของน้ำยาโซเดียมไฮโปคลอไรต์ออกนอกปลายราก โดยส่วนใหญ่จะรวบรวมจากกรณีศึกษาของผู้ป่วยที่ได้รับการรักษาคลองรากฟันในฟันแท้ ซึ่งจะมีความแตกต่างกันออกไปในแต่ละกรณีศึกษา อย่างไรก็ตาม โดยทั่วไปแล้วผู้ป่วยส่วนใหญ่จะมีอาการปวดอย่างรุนแรงขึ้นมาทันทีภายในเวลาไม่กี่วินาที ตามมาด้วยการบวมและมีจ้ำเลือดที่ผิวหนังบริเวณใบหน้า แก้ม และริมฝีปาก ในช่วงเวลาไม่กี่นาทีจนถึง 2-3 ชั่วโมง[34,37] และประมาณ 1 ใน 3 ของกรณีศึกษารายงานว่ามีเลือดออกจากคลองรากฟันที่กำลังรักษาปริมาณมาก[38] และหากเป็นกรณีของฟันหลังบน ผู้ป่วยอาจมีอาการปวดรอบกระบอกตา และอาจรู้สึกถึงรสชาติของคลอรีนหรือมีอาการระคายเคืองคอได้ ทั้งนี้เนื่องมาจากการรั่วซึมของน้ำยาออกนอกปลายรากเข้าสู่โพรงอากาศขากรรไกรบน (maxillary sinus) ไปยังโพรงจมูก (nasal cavity) และลงสู่คอหอย (pharynx)[39] ภายหลังเกิดอุบัติการณ์ อาการปวดและบวมอาจคงอยู่นานถึง 1 เดือนหรือมากกว่านั้น ผู้ป่วยอาจมีภาวะความรู้สึกสัมผัสเพี้ยน (paresthesia) ซึ่งอาจเกิดขึ้นเพียงชั่วคราวในช่วงระยะเวลาไม่กี่วันจนถึงหลายปี[40] หรือบางกรณีอาจเป็นอย่างถาวร[39] โดยเฉพาะอย่างยิ่งในกรณีที่ไม่ได้รับการรักษาอย่างเหมาะสม นอกจากความเสียหายต่อเส้นประสาทรับความรู้สึก (sensory nerve) แล้ว บางครั้งอาจมีผลต่อการทำงานของเส้นประสาทสั่งการ (motor nerve) ส่งผลให้การทำงานของกล้ามเนื้อใบหน้าผิดปกติไป[41] ในกรณีของฟันหน้าล่าง หากน้ำยารั่วซึมออกไปยังบริเวณโพรงใต้ลิ้น (sublingual space) และโพรงใต้คาง (submental space) อาจเป็นสาเหตุของการอุดกั้นทางเดินหายใจอันเป็นอันตรายแก่ชีวิตได้ ในกรณีดังกล่าวผู้ป่วยจะมีการบวมบริเวณคาง ริมฝีปากล่าง ใต้ลิ้น พื้นช่องปากยกสูงขึ้น กลืนลำบากและตามมาด้วยหายใจลำบากในที่สุด ซึ่งอาการดังกล่าวจะเริ่มแสดงฉับพลันทันทีหลังเกิดการรั่ว และจะดำเนินไปอย่างรวดเร็วในช่วง 4-8 ชั่วโมง กรณีเช่นนี้จำเป็นต้องให้การดูแลผู้ป่วยอย่างใกล้ชิดและเร่งด่วนภายในโรงพยาบาล[42]

ส่วนการรั่วซึมของน้ำยาไฮโปคลอไรต์ในฟันน้ำนมนั้นมีรายงานกรณีศึกษาเพียง 2 กรณี กรณีที่หนึ่งในผู้ป่วยเด็กอายุ 1 ปี 10 เดือน เกิดอุบัติการณ์การรั่วซึมของน้ำยาโซเดียมไฮโปคลอไรต์ออกนอกปลายรากจากการรักษาพัลเพคโตมีที่ฟันซี่ 51 และ 61 (ฟันตัดซี่กลางบนซ้ายและขวา) ซึ่งทำการรักษาภายใต้การดมยาสลบ ในระหว่างการรักษาทันตแพทย์ได้ใช้น้ำยาโซเดียมไฮโปคลอไรต์ ความเข้มข้นร้อยละ 2.5 ปริมาตร 0.8 มิลลิลิตร ฉีดล้างด้วยเข็มเบอร์ 16 ภายหลังการขยายคลองรากฟันเสร็จสิ้น พบว่ามีเลือดไหลออกมาจากคลองรากฟันปริมาณมาก ไม่สามารถห้ามเลือดได้ จึงเปลี่ยนแผนการรักษาเป็นถอนฟันทั้ง 2 ซี่ออกทันทีในการรักษาครั้งนั้น ภายหลังการรักษาทางทันตกรรม ในขณะที่ผู้ป่วยอยู่ในห้องพักฟื้น ผู้ป่วยมีอาการบวมบริเวณใบหน้า มีจ้ำเลือด (ecchymosis) และเลือดออกใต้ผิวหนัง (subcutaneous hemorrhage) ผู้ป่วย

ได้รับการรักษาตามอาการและได้รับยาปฏิชีวนะเพื่อป้องกันการติดเชื้อซ้ำ ภายหลังเกิดอุบัติการณ์ 1-2 วัน การอักเสบที่ผิวหนังมีความรุนแรงมากขึ้น แต่ไม่มีอาการอื่น ๆ ร่วม เมื่อติดตามอาการที่ 6 สัปดาห์ พบว่าอาการแสดงต่าง ๆ หายเป็นปกติโดยสมบูรณ์[35] และอีกกรณีหนึ่งในผู้ป่วยเด็กอายุ 4 ปี ซึ่งได้รับการรักษาพัลเพคโตมีในฟันที่ 64 และ 65 (ฟันกรามซ้ายบนซี่ที่ 1 และ 2) และเกิดการรั่วของน้ำยาไฮโปคลอไรต์ออกไปนอกปลายราก โดยผู้ป่วยมีอาการปวดและบวมที่ใบหน้าด้านซ้ายขึ้นมาอย่างฉับพลันในระหว่างขั้นตอนการล้างคลองรากฟัน ภายหลังเกิดอุบัติการณ์ฟันซี่ดังกล่าวได้รับการล้างคลองรากด้วยน้ำเกลือและเปิดโพรงฟันไว้ ผู้ป่วยได้รับยาระงับปวด ยาปฏิชีวนะ ยาต้านฮิสตามีน และยาสเตียรอยด์ พบว่า อาการบวมที่ใบหน้าดีขึ้นหลังการรักษา 3 วัน และอาการหายเป็นปกติเมื่อติดตามอาการที่ 7 วัน และฟันซี่ดังกล่าวได้รับการรักษาพัลเพคโตมีโดยสมบูรณ์ในเวลาต่อมา[43]

คำแนะนำต่าง ๆ เพื่อป้องกันการรั่วซึมของน้ำยาโซเดียมไฮโปคลอไรต์ออกนอกปลายราก มีดังนี้[35,36]

1. หาความยาวทำงานในคลองรากฟันด้วยวิธีที่แม่นยำ เช่น การใช้เครื่องระบุตำแหน่งปลายรากฟัน (apex locator)

2. ใช้เข็มชนิดรูเปิดอยู่ด้านข้าง (a side-vent/side-port needle)

3. ระบุตำแหน่งความยาวทำงานในคลองรากฟันบนเข็มของกระบอกน้ำยาล้างคลองรากฟัน โดยให้ปลายเข็มอยู่เหนือความยาวทำงาน 1-2 มิลลิเมตร เพื่อป้องกันการใส่เข็มลึกลงในคลองรากฟันเกินความยาวทำงาน

4. ขณะล้างคลองรากฟัน เข็มจะต้องอยู่ในคลองรากฟันในลักษณะที่หลวมอยู่เสมอ และควรขยับเข็มขึ้นและลงอยู่เสมอขณะล้างคลองรากฟัน (slow pumping action) เพื่อป้องกันไม่ให้เกิดแรงดันที่บริเวณปลายรากฟันขณะล้าง

5. ไม่ฉีดน้ำยาล้างคลองรากฟันด้วยแรงที่มากเกินไป เพราะจะทำให้เกิดแรงดันผลักน้ำยาไหลทะลุผ่านปลายรากฟันออกไปเนื้อเยื่อรอบปลายรากได้ และปลายเข็มต้องไม่จิกผนังคลองรากฟัน

6. ในฟันหน้าน้ำนม ที่มีคลองรากฟันขนาดใหญ่ และปลายรากยังสร้างไม่สมบูรณ์ อาจพิจารณาเลือกการรักษาด้วยวิธีอื่น หรือ เลือกใช้น้ำยาล้างคลองรากฟันชนิดอื่น

แนวทางการจัดการในกรณีที่มีอุบัติการณ์ดังกล่าวเกิดขึ้น[34,35,38]

1. ใช้เครื่องดูดกำลังแรงสูง (high-volume aspirator) ช่วยดูดเลือดและของเหลวออกจากคลองรากฟัน เพื่อช่วยกำจัดน้ำยาโซเดียมไฮโปคลอไรต์ส่วนเกิน ส่วนการล้างคลองรากฟันด้วยน้ำเกลือเพื่อเจือจางน้ำยาโซเดียมไฮโปคลอไรต์นั้น แม้จะเป็นคำแนะนำที่ถูกกล่าวถึงอย่างกว้างขวาง แต่การล้างนั้นอาจไม่เกิดประโยชน์มากนักเพราะน้ำเกลืออาจจำกัดอยู่เฉพาะภายในคลองราก และยังอาจเป็นการขัดขวางการระบายออกของน้ำยาโซเดียมไฮโปคลอไรต์ผ่านทางรูเปิดของฟันอีกด้วย[38]

2. กรณีที่มีอาการบวมในระดับเล็กน้อย พิจารณาให้การรักษาตามอาการ (supportive treatment) แนะนำให้ผู้ป่วยประคบเย็นในวันนั้น และเปลี่ยนเป็นประคบอุ่นในวันถัดไป รวมทั้งให้บ้วนปากด้วยน้ำอุ่น เพื่อกระตุ้นการไหลเวียนของเลือดบริเวณใบหน้าและช่องปาก โดยอาการและอาการแสดงต่าง ๆ จะใช้เวลาฟื้นตัวและหายได้ในช่วง 2 ถึง 6 สัปดาห์

3. กรณีที่มีอาการบวมในระดับรุนแรง ควรส่งต่อผู้ป่วยให้แพทย์ประเมินอาการ

4. จ่ายยาระงับปวด ยาระงับปวดที่นิยมใช้มากที่สุด คือ พาราเซตามอล (Paracetamol) โดยอาจพิจารณาจ่ายร่วมกับ โคเดอีน (Codeine) ในกรณีที่มีอาการปวดรุนแรง หรือพิจารณาจ่ายร่วมกับยากลุ่ม nonsteroidal anti-inflammatory drugs (NSAIDs) ในกรณีที่อาจเสี่ยงต่อการติดเชื้อ เช่น จ่ายพาราเซตามอลร่วมกับไอบูโพรเฟน (Ibuprofen) ซึ่งจะมีประสิทธิภาพดีในการควบคุมความเจ็บปวดด้วย นอกจากนี้อาจพิจารณาฉีดยาชาเพิ่มร่วมด้วยเพื่อควบคุมความเจ็บปวดในขณะนั้น โดยทั่วไปจะฉีดแบบเฉพาะที่ (local infiltration) แต่หากมีการบวมแบบไม่มีขอบเขตชัดเจน (diffuse swelling) ควรฉีดยาชาด้วยเทคนิคสกัดประสาท (nerve block)

5. จ่ายยาปฏิชีวนะ ในกรณีที่เสี่ยงต่อการมีเนื้อเยื่อตายและเกิดการติดเชื้อในภายหลัง รวมถึงกรณีที่ผู้ป่วยมีปัญหาด้านภูมิต้านทานของร่างกาย ควรพิจารณาจ่ายยาปฏิชีวนะ โดยอาจจ่ายในรูปแบบของยารับประทานหรือให้ทางเส้นเลือด (intravenous antibiotics) ขึ้นกับความรุนแรงของอาการ ยาปฏิชีวนะที่นิยมจ่ายมากที่สุด คือ เพนนิซิลิน (Penicillin) โดยอาจพิจารณาจ่ายร่วมกับกรดคลาวูลานิก (Clavulanic acid) เช่น Amoxicillin/Clavulanic Acid หรือจ่ายร่วมกับยากลุ่มแมคโครไลด์ (Macrolide)

6. ยาอื่น ๆ ได้แก่ ยากลุ่มสเตียรอยด์ เช่น ไฮโดรคอร์ติโซน (hydrocortisone) ถูกนำมาใช้เพื่อลดอาการบวม อย่างไรก็ตามอาจเพิ่มความเสี่ยงในการติดเชื้อได้ และยังไม่มีผลการศึกษาที่ชัดเจน ยากลุ่มต้านฮิสตามีน (antihistamine) ถูกนำมาใช้เพื่อหวังผลลดอาการบวมเช่นกัน และยาหดหลอดเลือดที่เยื่อจมูก (nasal decongestant) ซึ่งจะพิจารณาจ่ายในกรณีที่น้ำยารั่วเข้าสู่โพรงอากาศขากรรไกรบน

7. ติดตามอาการอย่างใกล้ชิดโดยเฉพาะอย่างยิ่งในช่วง 24 ถึง 48 ชั่วโมงแรก รวมทั้งให้กำลังใจและความมั่นใจแก่ผู้ป่วยเพื่อให้ผู้ป่วยสงบและรู้สึกดีขึ้น

2. คลอเฮกซิดีน Chlorhexidine (CHX)

คลอเฮกซิดีนเป็นสารระงับเชื้อ (antiseptic agent) ที่ถูกนำมาใช้อย่างแพร่หลายในทางการแพทย์ และยังเป็นองค์ประกอบที่พบได้บ่อยในผลิตภัณฑ์ต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องกับการดูแลสุขอนามัย เช่น น้ำยาบ้วนปาก และยาสีฟัน คลอเฮกซิดีนมีชื่อทางเคมี คือ 1:6-di[4-chlorophenyldiguanido] hexane เป็นสารจำพวก bisbiguanide ซึ่งมีฤทธิ์เป็นเบสสูง และแสดงประจุบวกในสภาวะ physiological pH คลอเฮกซีดีนจะเสถียรเมื่ออยู่ในรูปแบบเกลือ โดยเกลือคลอเฮกซิดีนสูตรดั้งเดิม คือ คลอเฮกซิดีนอะซีเตต (chlorhexidine acetate) และคลอเฮกซิดีนไฮโดรคลอไรด์ (chlorhexidine hydrochloride) อย่างไรก็ตามเกลือทั้ง 2 ชนิดนี้มีการละลายตัวในน้ำต่ำ[44] ผลิตภัณฑ์คลอเฮกซิดีนปัจจุบันจึงมักจะผลิตในรูปของเกลือคลอเฮกซิดีนไดกลูโคเนต (chlorhexidine digluconate) ซึ่งมีการละลายตัวดีกว่า

สารละลายคลอเฮกซิดีนดั้งเดิมเป็นสารที่ไม่มีสี ไม่มีกลิ่น มีรสชาติขม[45] ออกฤทธิ์โดยจับกับหมู่ฟอสเฟตของโปรตีนที่เป็นองค์ประกอบของผนังเซลล์แบคทีเรีย เกิดการทำลายส่วนประกอบภายในเซลล์แบคทีเรีย (bacterial cytoplasmic) และที่ความเข้มข้นสูงจะมีคุณสมบัติฆ่าเชื้อแบคทีเรีย (bacteriocidal) โดยจะทำให้เกิดการจับเป็นก้อน (coagulation) ขององค์ประกอบภายในเซลล์แบคทีเรีย[46] คลอเฮกซิดีนมีประสิทธิภาพในการยับยั้งเชื้อเอ็นเทอโรคอคคัสฟีคัลลิส (Enterococcus Faecalis)[47,48] ซึ่งเป็นเชื้อที่ต้านทานต่อน้ำยาโซเดียมไฮโปคลอไรต์ คุณสมบัติที่โดดเด่นของคลอเฮกซิดีน คือ การมีซับสเตนติวิตี้ (substantivity) ที่ดี เมื่อถูกนำมาใช้เฉพาะที่ คลอเฮกซิดีนจะจับกับโปรตีนที่ผิวหนังและเยื่อเมือก (mucosa) ทำให้ฤทธิ์ของคลอเฮกซิดีนคงอยู่ได้นาน คลอเฮกซิดีนยังสามารถจับกับเนื้อเยื่อแข็งและยังคงออกฤทธิ์ต้านจุลชีพได้อย่างต่อเนื่อง[23] คลอเฮกซิดีนจะถูกดูดซึมเข้าสู่กระแสเลือดได้ในระดับที่น้อยมาก แม้ว่าจะเข้าสู่ร่างกายผ่านทางการรับประทานก็ตาม[49-51]

ปัจจุบันคลอเฮกซิดีนที่ใช้ในงานทันตกรรมมีหลายความเข้มข้นขึ้นกับวัตถุประสงค์ในการนำไปใช้งาน ในกระบวนการรักษาคลองรากฟันจะนิยมใช้คลอเฮกซิดีนความเข้มข้นร้อยละ 2[52] ซึ่งเป็นความเข้มข้นที่สูงกว่าคลอเฮกซิดีนในรูปแบบน้ำยาบ้วนปากซึ่งใช้เพื่อการควบคุมคราบจุลินทรีย์ ประมาณ 10-20 เท่า

ข้อจำกัดของน้ำยาล้างคลองรากฟันคลอเฮกซิดีน คือ ไม่มีคุณสมบัติละลายเนื้อเยื่อต่าง ๆ (tissue-dissolving capability)[53] ไม่มีฤทธิ์ในการกำจัดแผ่นชีวภาพและซากอินทรีย์ต่าง ๆ ได้ คลอเฮกซิดีนมีจำหน่ายในท้องตลาด 2 รูปแบบ ได้แก่ รูปแบบของเหลวและรูปแบบเจล โดยทั่วไปจะใช้คลอเฮกซิดีนรูปแบบของเหลวในการล้างคลองรากฟัน ส่วนรูปแบบเจลจะใช้เป็นยาใส่ในคลองรากฟันระหว่างการรักษาแต่ละครั้ง อย่างไรก็ตามมีการศึกษาของ Ferraz และคณะ ในปี 2001 ซึ่งทดลองใช้เจลคลอเฮกซิดีนที่ทำจากโพลีเมอร์เจลที่มีชื่อว่า natrosol พบว่า เจลคลอเฮกซิดีนชนิดนี้มีประสิทธิภาพในการต้านเชื้อแบคทีเรียและสามารถทำความสะอาดคลองรากฟันได้ดีกว่าคลอเฮกซิดีนในรูปแบบของเหลว[54]

ผลข้างเคียง (adverse effects) ของคลอเฮกซิดีนโดยทั่วไปพบได้น้อย โดยอาจพบการระคายเคืองต่อผิวหนัง[44] เยื่อบุตา รวมถึงการแพ้ชนิดแอนาฟิแล็กซิส (anaphylaxis) ภายหลังการใช้ทางผิวหนัง[55-58] ดังนั้นการนำมาใช้งานทางคลินิกจึงควรใช้ด้วยความระมัดระวังไม่ให้เกิดการรั่วและสัมผัสโดนเนื้อเยื่ออ่อนต่าง ๆ ของผู้ป่วย รวมถึงควรซักประวัติการแพ้ของผู้ป่วยก่อนทุกครั้ง

ข้อควรระวังในการใช้งานในคลินิกอีกประการหนึ่ง คือ คลอเฮกซิดีนสามารถทำปฏิกิริยากับโซเดียมไฮโปคลอไรต์เกิดเป็นตะกอนสีน้ำตาลแดงที่มีองค์ประกอบเป็นพาราคลอโรอนิลีน (parachloroaniline, PCA) ซึ่งเป็นสารก่อมะเร็งได้[59] ดังนั้นหากมีความจำเป็นต้องใช้น้ำยาทั้งสองชนิดร่วมกัน ควรซับคลองรากให้แห้งปราศจากน้ำยาชนิดแรกก่อนใช้น้ำยาอีกชนิดหนึ่งเสมอ[60] หรือล้างคลองรากฟันด้วยสารละลายชนิดอื่นคั่นระหว่างน้ำยาสองชนิดนี้[61] นอกจากนี้คลอเฮกซิดีนยังสามารถเกิดปฏิกิริยากับอีดีทีเอ (ethylenediaminetetraacetic acid, EDTA) เกิดเป็นตะกอนสีขาวขึ้นได้ จึงควรระมัดระวังในการใช้งานเช่นกัน

3. สารคีเลต (Cheletors)

สารคีเลตถูกนำมาใช้ในการรักษาคลองรากฟันเพื่อหวังผลในการช่วยกำจัดชั้นสเมียร์ก่อนการอุดคลองรากฟัน สารคีเลตที่มีการนำมาใช้ในการรักษาพัลเพคโตมีในฟันน้ำนม ได้แก่ อีดีทีเอ (ethylenediaminetetraacetic acid, EDTA) และ กรดซิตริก (citric acid)

3.1 อีดีทีเอ เป็น polyaminocarboxylic acid ที่ละลายน้ำได้ ไม่มีสี มีฤทธิ์ในการจับกับ di- and tricationic metal ion เช่น ไอออนแคลเซียม (Ca^{2+}) และไอออนเหล็ก (Fe^{3+}) อีดีทีเอจึงสามารถจับกับไอออนแคลเซียมในไฮดรอกซีอะพาไทต์และแคลเซียมที่จับอยู่กับโปรตีนที่ไม่ใช่คอลลาเจน ทำให้เกิดการสูญเสียแร่ธาตุ (demineralization) ออกมาจากเนื้อฟันได้ ปฏิกิริยาที่เกิดขึ้นนี้เป็นแบบจำกัดตนเอง (self-limiting) โดยเมื่อไอออนทั้งหมดถูกจับ ปฏิกิริยาเคมีจะเข้าสู่สภาวะสมดุล กระบวนการสูญเสียแร่ธาตุจะหยุดลง[62] อีดีทีเอช่วยกำจัดอนินทรียสารในชั้นสเมียร์ส่งผลให้เกิดการเปิดท่อเนื้อฟันเพิ่มขึ้น[63] ทำให้เนื้อฟันมีสภาพซึมผ่าน (dentin permeability)[64] เพิ่มมากขึ้นด้วย แต่การใช้อีดีทีเอเพียงอย่างเดียวล้างคลองรากฟันไม่สามารถกำจัดชั้นสเมียร์ได้อย่างสมบูรณ์ จำเป็นต้องมีการใช้สารที่มีฤทธิ์ย่อยโปรตีน (proteolytic)

ร่วมด้วย เพื่อกำจัดส่วนประกอบอินทรีย์ของชั้นสเมียร์ ดังนั้นในทางปฏิบัติทางคลินิกจึงไม่ใช้อีดีทีเอเป็นน้ำยาล้างคลองรากเพียงตัวเดียว แต่มักจะใช้ในขั้นตอนสุดท้าย[23,65] ภายหลังจากการเตรียมคลองรากฟันและล้างด้วยน้ำยาโซเดียมไฮโปคลอไรต์เสร็จเรียบร้อยแล้ว โดยทั่วไปนิยมใช้อีดีทีเอความเข้มข้นร้อยละ 17 ซึ่งมีฤทธิ์กำจัดชั้นสเมียร์ได้เมื่อน้ำยาสัมผัสกับคลองรากฟันโดยตรงเป็นเวลา 1 นาที[66] อย่างไรก็ตาม อีดีทีเอมีผลให้โซเดียมไฮโปคลอไรต์สูญเสียความสามารถในการสลายเนื้อเยื่อ โดยพบว่าหากผสมสารละลายทั้งสองชนิดเข้าด้วยกัน จะไม่พบไอออนอิสระของคลอรีน ในทางตรงข้ามประสิทธิภาพการทำงานของอีดีทีเอจะยังคงเดิม[67] ดังนั้นการใช้งานทางคลินิกจึงควรระมัดระวังให้มีการเจือปนระหว่างสารละลายทั้งสองชนิดน้อยที่สุด โดยการล้างและซับคลองรากให้แห้งก่อนใช้สารละลายอีกชนิดหนึ่งเสมอ

3.2 กรดซิตริก (citric acid) เป็นสารคีเลตที่มีประสิทธิภาพในการกำจัดชั้นสเมียร์สูงอีกตัวหนึ่ง เมื่อเปรียบเทียบกับอีดีทีเอที่ความเข้มข้นใกล้เคียงกันพบว่า กรดซิตริกมีฤทธิ์แรงกว่าอีดีทีเอเล็กน้อย (more potent)[68] การนำกรดซิตริกมาใช้ล้างคลองรากฟัน อาจนำมาใช้ในรูปของสารละลายกรดซิตริกเข้มข้นร้อยละ 6 เพียงอย่างเดียว หรือเป็นหนึ่งในส่วนผสมของน้ำยาล้างคลองรากฟันชนิดต่าง ๆ ได้แก่ 1) เอ็มทีเอดี (MTAD) ซึ่งประกอบด้วยกรดซิตริก ด็อกซีไซคลิน (doxycycline) และ ทวีน 80 (Tween 80) และ 2) เตตร้าคลีน (Tetraclean) ซึ่งประกอบด้วยกรดซิตริก ด็อกซีไซคลิน และพอลิโพรพิลีนไกลคอล (polypropylene glycol)

4. น้ำยาล้างคลองรากฟันที่มียาปฏิชีวนะเป็นส่วนประกอบ (antibiotic-containing irrigant)

การใช้ยาปฏิชีวนะทางระบบนั้นไม่มีผลต่อการกำจัดเชื้อจุลชีพภายในคลองรากฟัน เพราะการไหลเวียนของเลือดไม่สามารถเข้าสู่ภายในคลองรากฟันที่ติดเชื้อได้ (lack of blood circulation) ดังนั้นจึงเกิดแนวคิดในการนำยาปฏิชีวนะมาใช้ในงานรักษาคลองรากฟันในรูปแบบของการใช้เฉพาะที่ขึ้น[69] เตตร้าไซคลิน (tetracyclines) เป็นยาปฏิชีวนะที่มีขอบเขตการออกฤทธิ์กว้าง (broad spectrum) มีฤทธิ์ยับยั้งการเจริญของเชื้อ (bacteriostatic) มีผลยับยั้งการทำงานของเอนไซม์ย่อยสลายคอลลาเจน (collagenase)[70] และยับยั้งการทำงานของเซลล์สลายเนื้อเยื่อแข็ง (clastic cells)[71] น้ำยาล้างคลองรากฟันที่มีส่วนผสมของยาปฏิชีวนะ ได้แก่ เอ็มทีเอดี และ เตตร้าคลีน ซึ่งทั้ง 2 ชนิดมียาปฏิชีวนะชนิดด็อกซีไซคลินเป็นส่วนประกอบ ข้อดีของน้ำยาล้างคลองรากฟันประเภทนี้ คือ มีประสิทธิภาพในการกำจัดเชื้อหลายชนิด โดยมีผลต่อเชื้อเอ็นเทอโรคอคคัส ฟีคัลลิสด้วย มีคุณสมบัติซับสแตนติวิตี้โดยสามารถยึดเกาะกับเนื้อฟันและค่อย ๆ ออกฤทธิ์ได้[72] และมีผลช่วยกำจัดชั้นสเมียร์ได้[73,74] อย่างไรก็ตาม ผลต่อเชื้อจุลชีพนั้นเป็นเพียงการยับยั้งการเจริญของเชื้อเท่านั้น ไม่ใช่การฆ่าเชื้อโดยตรง (bactericidal) และการนำไปใช้ในฟันน้ำนมโดยเฉพาะอย่างยิ่งในเด็กที่อายุต่ำกว่า 8 ปี ควรใช้ด้วยความระมัดระวัง เพราะเตตร้าไซคลินส่งผลให้เกิดการเปลี่ยนสีของฟันที่กำลังสร้างได้[75,76] และยังไม่มีการศึกษาใดที่บ่งชี้ว่าหากเกิดการรั่วซึมของน้ำยาออกทางปลายรากจะส่งผลให้เกิดการเปลี่ยนสีของหน่อฟันแท้ข้างใต้ได้หรือไม่ อย่างไรก็ตาม น้ำยาล้างคลองรากฟันชนิดนี้มีการศึกษาทางคลินิกในฟันน้ำนมจำนวนน้อย และยังไม่มีข้อมูลผลการศึกษาในระยะยาว

5. น้ำยาล้างคลองรากชนิดอื่น ๆ

นอกจากน้ำยาล้างคลองรากที่กล่าวมาแล้วนั้น ยังมีสารอื่น ๆ ที่มีการศึกษาเพื่อนำมาใช้ในการรักษาเนื้อเยื่อในของฟันน้ำนม ตัวอย่างเช่น ไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์ (hydrogen peroxide), ออกเทนิดีนไดไฮโดรคลอไรด์ (Octenidine dihydrochloride), ออกซิเดทีฟโพเทนเชียลวอเตอร์ หรือ โอพีดับเบิ้ลยู (Oxidative potential water, OPW) , พรอพอลิส (Propolis) เป็นต้น อย่างไรก็ตามน้ำยาเหล่านี้ยังไม่ถูกนำมาใช้ทางคลินิกอย่างแพร่หลายนัก

ชั้นสเมียร์กับการรักษาพัลเพคโตมี

ชั้นสเมียร์เป็นชั้น amorphous layer ที่มีทั้งองค์ประกอบที่เป็นอินทรียสารและอนินทรียสาร ชั้นสเมียร์นี้เกิดขึ้นจากกระบวนการกรอเตรียมโพรงฟันเพื่อบูรณะฟันหรือจากกระบวนการเตรียมคลองรากฟัน[77] ชั้นสเมียร์จะมีความหนาประมาณ 2-5 ไมโครเมตร ภายในชั้นนี้จะประกอบไปด้วยเศษซากของส่วนยื่นของเซลล์สร้างเนื้อฟัน (odontoblastic process) เนื้อเยื่อใน เชื้อจุลชีพ และผลผลิตของเชื้อจุลชีพ แนวคิดปัจจุบันนิยมใช้สารคีเลตระหว่างกระบวนการเตรียมคลองรากฟันเพื่อกำจัดชั้นสเมียร์ และกำจัดแบคทีเรีย รวมถึงที่อยู่และแหล่งอาหาร (substrate) ของแบคทีเรียออกไปจากคลองรากฟัน ช่วยให้น้ำยาล้างคลองรากฟันและยาต่าง ๆ ซึมเข้าสู่ท่อเนื้อฟัน (dentinal tubule) ได้ดียิ่งขึ้น เพื่อให้เกิดการฆ่าเชื้อได้อย่างทั่วถึงและเพียงพอ อย่างไรก็ตามข้อมูลส่วนใหญ่เป็นข้อมูลที่ได้จากการศึกษาในฟันแท้ ซึ่งมีข้อแตกต่างจากฟันน้ำนมทั้งในแง่ของโครงสร้างระดับจุลภาคของเนื้อฟันและชั้นสเมียร์ และในแง่ของเทคนิคและวัสดุที่ใช้ในการอุดคลองรากฟัน

การศึกษาทางคลินิกเกี่ยวกับผลของการกำจัดชั้นสเมียร์ต่อความสำเร็จของการรักษาพัลเพคโตมีในฟันน้ำนมนั้นมีจำนวนไม่มาก โดย Tannure และคณะ ในปี ค.ศ.2011 ดำเนินการศึกษาทางคลินิกในรูปแบบสุ่ม (Randomized split-mouth clinical trial) เพื่อเปรียบเทียบผลการรักษาพัลเพคโตมีในฟันหน้าน้ำนมระหว่างฟันที่ได้รับการกำจัดชั้นสเมียร์โดยการล้างคลองรากฟัน

ครั้งสุดท้ายด้วยกรดซิตริกความเข้มข้นร้อยละ 6 กับฟันที่ได้รับการล้างคลองรากฟันครั้งสุดท้ายด้วยน้ำเกลือความเข้มข้นร้อยละ 0.9 (0.9 % saline solution) โดยติดตามผลการรักษาที่ระยะเวลา 36 เดือน พบว่า ฟันที่ได้รับการกำจัดชั้นสเมียร์ด้วยกรดซิตริกความเข้มข้นร้อยละ 6 มีความสำเร็จของการรักษาไม่แตกต่างจากฟันที่ไม่ได้รับการกำจัดชั้นสเมียร์ก่อนการอุดคลองรากฟัน โดยการศึกษาครั้งนี้ใช้โซเดียมไฮโปคลอไรต์ความเข้มข้นร้อยละ 1 เป็นน้ำยาล้างคลองรากฟันหลักในระหว่างการเตรียมคลองรากฟันและอุดคลองรากฟันด้วยวัสดุซิงค์ออกไซด์ยูจีนอล[78]

ในขณะที่การศึกษาทางคลินิกของ Barcelos และคณะ ในปี ค.ศ.2012 ซึ่งศึกษาทั้งในฟันหน้าและฟันหลังร่วมกันและ ติดตามผลการรักษาเป็นระยะเวลา 24 เดือน พบว่า การกำจัดชั้นสเมียร์ด้วยกรดซิตริกความเข้มข้นร้อยละ 6 ในระหว่างกระบวนการรักษาพัลเพคโตมีช่วยเพิ่มอัตราความสำเร็จของการรักษาได้อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ การศึกษาครั้งนี้ได้สรุปว่า ฟันที่เนื้อเยื่อในตาย ฟันที่มีอาการหรืออาการแสดงทางคลินิกก่อนการรักษา และฟันที่มีพยาธิสภาพที่บริเวณง่ามรากฟันหรือบริเวณปลายราก จะมีผลการรักษาที่ดีขึ้นหากได้รับการกำจัดชั้นสเมียร์ก่อนการอุดคลองรากฟัน โดยการศึกษานี้ใช้โซเดียมไฮโปคลอไรต์ความเข้มข้นร้อยละ 2.5 เป็นน้ำยาล้างคลองรากฟันหลักในระหว่างการเตรียมคลองรากฟัน และอุดคลองรากฟันด้วยวัสดุซิงค์ออกไซด์ยูจีนอล และใช้เวลาในการรักษาฟันแต่ละซี่อย่างน้อย 2 ครั้ง โดยใส่ยาแคมฟอเรตเตดโมโนคลอโรฟีนอล (camphorated monochlorophenol; CMCP) ในระหว่างการรักษาแต่ละครั้ง[79]

อย่างไรก็ตาม ยังไม่เป็นที่แน่ชัดว่าประโยชน์ที่จะได้รับจากการกำจัดชั้นสเมียร์ก่อนการอุดคลองรากฟันนั้น เป็นผลที่เกิดขึ้นอย่างไม่จำเพาะเจาะจง หรือเป็นผลที่ขึ้นกับปัจจัยทางด้านวัสดุและเทคนิคที่ใช้ในการรักษา[80,81] จากการศึกษาในห้องปฏิบัติการพบว่า ชนิดของวัสดุอุดคลองรากฟันเป็นปัจจัยหนึ่งที่มีผลต่อบทบาทของชั้นสเมียร์ โดยพบว่า เมื่อกำจัดชั้นสเมียร์ในคลองรากฟันด้วยน้ำยาโซเดียมไฮโปคลอไรต์ความเข้มข้นร้อยละ 3, ไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์ร้อยละ 3 ร่วมกับอีดีทีเอร้อยละ 17 จะมีผลต้านทานการรั่วซึมของเชื้อแบคทีเรียผ่านวัสดุอุดคลองรากฟันได้ดีกว่าคลองรากฟันที่ล้างด้วยน้ำเกลือเพียงอย่างเดียวหากอุดคลองรากฟันด้วยวัสดุ Apexit® plus (Ivoclar-Vivadent) แต่จะไม่พบความแตกต่างดังกล่าวในฟันที่อุดคลองรากฟันด้วยวัสดุซิงค์ออกไซด์ยูจีนอล[82] วัสดุ Apexit® plus เป็นวัสดุที่มีแคลเซียมไฮดรอกไซด์เป็นองค์ประกอบหลัก สามารถละลายตัวได้เองหากวัสดุถูกดันออกไปนอกปลายรากฟัน ซึ่งแตกต่างจากซิงค์ออกไซด์ยูจีนอลที่มีอัตราการสลายตัวต่ำ เมื่อแข็งตัวจะมีลักษณะเป็นก้อนแข็งและไม่แทรกซึมไปตามท่อเนื้อฟัน ดังนั้น วัสดุอุดคลองรากฟันอาจเป็นปัจจัยหนึ่งที่จะต้องนำมาพิจารณาในการเลือกใช้น้ำยาล้างคลองรากฟัน

แนวทางการรักษาโพรงประสาทฟันฉบับล่าสุดของสมาคมทันตแพทย์สำหรับเด็กประเทศสหรัฐอเมริกา กล่าวว่า การล้างคลองรากฟันด้วยสารละลายที่ไม่มีฤทธิ์ในการฆ่าเชื้อจุลชีพ (inert solution) ในระหว่างการทำพัลเพคโตมีนั้น ไม่เพียงพอที่จะลดปริมาณเชื้อจุลชีพในคลองรากฟันได้ จึงแนะนำให้ใช้โซเดียมไฮโปคลอไรต์ความเข้มข้นร้อยละ 1 และ/หรือ คลอเฮกซีดีน ในระหว่างการรักษา[1] ในขณะที่แนวทางการรักษาโพรงประสาทฟันของประเทศอังกฤษแนะนำให้ใช้น้ำเกลือความเข้มข้นร้อยละ 0.9 คลอเฮกซีดีนความเข้มข้นร้อยละ 0.4 หรือ โซเดียมไฮโปคลอไรต์ความเข้มข้นร้อยละ 0.1[83] อย่างไรก็ตาม จากการทบทวนวรรณกรรมของ Ahmed ในปี ค.ศ.2013[84] ได้ให้ความเห็นว่าควรปรับปรุงแนวทางการรักษาดังกล่าว เนื่องจากไม่มีหลักฐานที่สนับสนุนประสิทธิภาพของน้ำยาโซเดียมไฮโปคลอไรต์ความเข้มข้นร้อยละ 0.1 ต่อการละลายเนื้อเยื่อในและกำจัดเชื้อจุลชีพ และไม่เห็นด้วยกับการใช้โซเดียมไฮโปคลอไรต์ร่วมกับคลอเฮกซีดีน เนื่องจากอาจทำให้เกิดตะกอนสีน้ำตาลแดงที่มีองค์ประกอบของสารก่อมะเร็ง[59] โดยเฉพาะอย่างยิ่งในกรณีที่รากฟันน้ำนมมีการละลายตัว ทำให้น้ำยาล้างคลองรากมีโอกาสรั่วซึมออกทางปลายรากฟันได้สูง

จากการทบทวนวรรณกรรมอย่างเป็นระบบและการวิเคราะห์อภิมาน (meta-analysis) เพื่อประเมินประสิทธิภาพทางคลินิกของน้ำยาล้างคลองรากฟันแต่ละชนิดที่ใช้ในระหว่างกระบวนการรักษาพัลเพคโตมีในฟันน้ำนม[85] พบว่ามีการศึกษาจำนวน 7 การศึกษาที่ผ่านเกณฑ์การคัดเลือกเข้าสู่การศึกษา การศึกษาจำนวน 5 ใน 7 การศึกษาประเมินผลของน้ำยาล้างคลองรากฟันจากปริมาณเชื้อจุลชีพที่หลงเหลืออยู่ในคลองรากฟันในหน่วยของ colony forming unit โดยวัดผลภายหลังการใช้งานทันที[86-90] มีการศึกษาจำนวน 1 ใน 7 การศึกษา วัดผลจากการเพิ่มขึ้นของการแสดงออกของยีน (gene expression)[91] และมีเพียงการศึกษาเดียวที่ประเมินประสิทธิภาพของน้ำยาล้างคลองรากฟันจากอัตราความสำเร็จทางคลินิกและทางภาพรังสี[92]

จากการศึกษาที่เปรียบเทียบประสิทธิภาพในการกำจัดเชื้อจุลชีพระหว่างคลอเฮกซิดีนและน้ำเกลือ พบว่าคลอเฮกซิดีนมีผลลดปริมาณเชื้อจุลชีพซึ่งวัดจากค่า CFU/ml ได้ดีกว่าน้ำเกลืออย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ[87,88] สอดคล้องกับผลการศึกษาทางคลินิกที่ประเมินอัตราความสำเร็จของการรักษาพัลเพคโตมีทางคลินิกในฟันกรามล่างด้วยวัสดุ Vitapex® ระหว่างกลุ่มที่ได้รับการล้างคลองรากฟันด้วยคลอเฮกซิดีนและน้ำเกลือ ที่พบว่ากลุ่มที่ล้างคลอง

รากฟันด้วยคลอเฮกซิดีนมีร้อยละความสำเร็จของการรักษาที่ระยะเวลา 6 เดือน สูงกว่ากลุ่มน้ำเกลืออย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ อย่างไรก็ตาม เมื่อติดตามผลการรักษาต่อที่ระยะเวลา 18 เดือน พบว่า ร้อยละความสำเร็จของทั้งสองกลุ่มไม่แตกต่างกัน[92]

ส่วนการศึกษาที่ถูกนำเข้ามาวิเคราะห์อภิมานนั้นมีเพียง 2 การศึกษา โดยเป็นการศึกษาที่เปรียบเทียบประสิทธิภาพของโซเดียมไฮโปคลอไรต์ความเข้มข้นร้อยละ 1 กับน้ำยาอีก 2 ชนิด คือ โอพีดับเบิ้ลยู[89] และเอ็มทีเอดี[86] ผลการวิเคราะห์พบว่าโอพีดับเบิ้ลยูและเอ็มทีเอดีมีผลลดค่า CFU/ml ของเชื้อจุลชีพในคลองรากฟันน้ำนมได้ไม่แตกต่างจากโซเดียมไฮโปคลอไรต์ความเข้มข้นร้อยละ 1 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

การศึกษาครั้งนี้สรุปว่า หลักฐานการศึกษาที่มีในปัจจุบันยังไม่เพียงพอที่จะสรุปได้ว่าน้ำยาล้างคลองรากฟันชนิดใดมีประสิทธิภาพสูงสุดในการรักษาพัลเพคโตมีในฟันน้ำนม จำเป็นต้องมีการวิจัยทางคลินิกที่มีคุณภาพสูงเพิ่มเติมต่อไป

สำหรับการรักษาโพรงประสาทฟันด้วยวิธีการรักษาความมีชีวิตของฟันไว้ ไม่ว่าจะเป็นการรักษาด้วยวิธีการปิดทับเนื้อเยื่อในโดยตรง โดยอ้อม หรือการทำพัลโพโตมีก็ตาม ปัจจุบันยังไม่มีแนวทางการล้างทำความสะอาดที่ชัดเจน โดยแนวทางการรักษาโพรงประสาทฟันฉบับล่าสุดทั้งของสมาคมทันตแพทย์สำหรับเด็กประเทศสหรัฐอเมริกาและของประเทศอังกฤษ ไม่ได้กล่าวถึงขั้นตอนการล้างโพรงประสาทฟันในระหว่างกระบวนการรักษาดังกล่าวไว้[1,83] และในปัจจุบันยังไม่มีการศึกษาที่เปรียบเทียบผลของน้ำยาล้างคลองรากต่าง ๆ ต่อความสำเร็จในการรักษาความมีชีวิตของฟันน้ำนม งานวิจัยต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องกับการประเมินความสำเร็จของการรักษาโพรงประสาทฟันด้วยวิธีการรักษาความมีชีวิตของฟันไว้รายงานการใช้น้ำยาล้างโพรงประสาทฟันที่แตกต่างกันออกไป โดยงานวิจัยส่วนใหญ่มักจะไม่ระบุถึงขั้นตอนการล้างโพรงเนื้อเยื่อใน (pulp chamber) หรือโพรงฟัน (cavity) รองลงมาคือ การใช้น้ำเกลือล้าง[93]

การปิดทับเนื้อเยื่อในโดยอ้อมซึ่งเป็นการรักษาในกรณีที่ไม่มีการเผยผึ่ง (expose) ของเนื้อเยื่อในเกิดขึ้น ขั้นตอนการล้างโพรงฟันจึงอาจไม่ได้ส่งผลต่อความสำเร็จของการรักษามากนัก งานวิจัยต่าง ๆ ที่ศึกษาความสำเร็จของการปิดทับเนื้อเยื่อในโดยอ้อมจึงมักไม่ได้กล่าวถึงรายละเอียดในขั้นตอนนี้[94] อย่างไรก็ตาม มีบางการศึกษาที่ระบุว่าใช้น้ำเกลือฟอสเฟตบัฟเฟอร์ (phosphate-buffered saline; PBS) ในการล้างโพรงฟันภายหลังจากกำจัดรอยผุเรียบร้อยแล้ว[95-98] ส่วนการปิดทับเนื้อเยื่อในโดยตรงซึ่งจะทำในกรณีที่มีจุดทะลุโพรงเนื้อเยื่อในขนาดเล็กเกิดขึ้นนั้น การล้างโพรงฟันเพื่อชะล้างเศษเนื้อฟันออกจากบริเวณรอยทะลุถือเป็นขั้นตอนสำคัญในการรักษา เพราะเศษเนื้อฟันที่ตกค้างเข้าสู่ส่วนลึกของโพรงเนื้อเยื่อในจะมีผลขัดขวางกระบวนการหายของเนื้อเยื่อใน (pulpal healing) ได้[99,100] งานวิจัยส่วนใหญ่จะใช้น้ำเกลือในการล้างโพรงฟันก่อนการปิดทับเนื้อเยื่อใน[93] มีเพียงบางการศึกษาที่เลือกใช้น้ำยาล้างคลองรากฟันที่มีฤทธิ์กำจัดเชื้อจุลชีพในการรักษา ได้แก่ คลอเฮกซิดีน[101] และโซเดียมไฮโปคลอไรต์ซึ่งนอกจากจะมีผลฆ่าเชื้อจุลชีพแล้วยังช่วยในการกำจัดลิ่มเลือด (Colt Formation) ที่เกิดขึ้นด้วย[102]

การรักษาความมีชีวิตของฟันด้วยวิธีพัลโพโตมีนั้น แม้ว่าจะไม่มีเนื้อเยื่อในที่ตายแล้วอยู่ในบริเวณโพรงเนื้อเยื่อในที่กรอเปิดเข้าไปเพื่อกำจัดเนื้อเยื่อในส่วนต้น แต่การละเลยขั้นตอนการล้างโพรงเนื้อเยื่อในด้วยสารละลายที่สะอาดปราศจากเชื้ออาจก่อให้เกิดผลเสียขึ้นได้หากน้ำจากหัวกรอที่ใช้ในระหว่างการกรอเปิดโพรงประสาทฟันมีการปนเปื้อนของเชื้อแบคทีเรีย มีรายงานการติดเชื้อ *Mycobacterium abscessus (M. abscessus)* ในผู้ป่วยเด็กที่รับการรักษาฟันด้วยวิธีพัลโพโตมีจำนวน 20 ราย (อายุเฉลี่ย 7 ปี) จากจำนวนที่มารับการรักษาทั้งสิ้น 1,386 ซี่ คิดเป็นอัตราความชุกประมาณร้อยละ 1 โดยผู้ป่วยทั้ง 20 ราย ต้องได้รับการรักษาตัวในโรงพยาบาลอย่างน้อย 1 วัน และ 17 รายต้องได้รับการถอนฟัน สาเหตุของอุบัติการณ์การติดเชื้อนี้ได้รับการสรุปว่าเป็นผลจากการปนเปื้อนของเชื้อแบคทีเรียดังกล่าวในน้ำที่ใช้ในระหว่างการล้างและการกรอฟัน ซึ่งการป้องกันที่ดีที่สุด คือ การรักษาคุณภาพของน้ำในเก้าอี้ทำฟันให้ได้ตามมาตรฐาน[103]

การใช้น้ำยาล้างโพรงประสาทฟันที่มีฤทธิ์ฆ่าเชื้ออาจมีผลเพิ่มความสำเร็จของการรักษาโพรงเนื้อเยื่อในด้วยวิธีพัลโพโตมีได้ โดยการศึกษาของ Akcay และ Sari ในปี ค.ศ.2004 แสดงให้เห็นว่า การล้างโพรงเนื้อเยื่อในด้วยโซเดียมไฮโปคลอไรต์ความเข้มข้นร้อยละ 5 เป็นเวลานาน 30 วินาที ช่วยเพิ่มอัตราความสำเร็จของการรักษาพัลโพโตมีด้วยแคลเซียมไฮดรอกไซด์ได้เมื่อเปรียบเทียบกับกลุ่มที่ล้างโพรงเนื้อเยื่อในด้วย อย่างไรก็ตาม ในฟันที่ได้รับการรักษาโพรงเนื้อเยื่อในด้วยวิธีพัลโพโตมีด้วยเอ็มทีเอ (mineral trioxide aggregate, MTA) มีอัตราความสำเร็จของการรักษาไม่แตกต่างกันไม่ว่าจะล้างโพรงเนื้อเยื่อในด้วยโซเดียมไฮโปคลอไรต์หรือน้ำเกลือก็ตาม[104]

บทสรุป

ในการรักษาโพรงเนื้อเยื่อในด้วยวิธีการรักษาความมีชีวิตของฟัน ไม่ว่าจะเป็นการรักษาด้วยวิธีพัลโพโตมีหรือการปิดทับเนื้อเยื่อในโดยตรงและโดยอ้อม ทันตแพทย์สามารถเลือกใช้สารที่ไม่มีฤทธิ์ในการฆ่าเชื้อเพื่อทำความสะอาดโพรงฟันหรือโพรง

เนื้อเยื่อใน เช่น น้ำเกลือ หรือ น้ำกลั่นปราศจากเชื้อได้ หรืออาจเลือกใช้สารเคมีที่ช่วยห้ามเลือดหรือกำจัดลิ่มเลือด เช่น โซเดียมไฮโปคลอไรต์ ส่วนการรักษาโพรงเนื้อเยื่อในชนิดพัลเพคโตมีนั้น ควรเลือกใช้น้ำยาที่มีฤทธิ์ต้านเชื้อจุลชีพ เพื่อลดหรือกำจัดเชื้อจุลชีพภายในคลองรากฟัน โดยควรเลือกใช้น้ำยาความเข้มข้นที่ต่ำที่สุดที่ยังมีประสิทธิภาพในการฆ่าเชื้อได้เพียงพอ ใช้เวลาในการล้างคลองรากฟันให้นานเพียงพอ และอาจใช้ร่วมกับน้ำยาที่มีฤทธิ์กำจัดชั้นสเมียร์ได้ โดยต้องระมัดระวังไม่ให้เกิดการเจือปนระหว่างน้ำยาแต่ละชนิด สิ่งสำคัญที่สุด คือ การระมัดระวังไม่ให้เกิดการรั่วซึมของน้ำยาที่ใช้ในระหว่างกระบวนการทำงาน ทั้งการรั่วซึมออกทางปลายราก และการรั่วซึมในบริเวณทำงานซึ่งอาจสัมผัสโดนเนื้อเยื่ออ่อนของผู้ป่วยและก่อให้เกิดการระคายเคืองได้ โดยในการปฏิบัติงานทางคลินิกควรใส่แผ่นยางกันน้ำลายในระหว่างการรักษาเสมอ ใส่แว่นตาป้องกันสารเคมีกระเด็นเข้าตารวมทั้งผ้าคลุมกันเปื้อน หมั่นตรวจสอบรอยต่อระหว่างกระบอกใส่น้ำยาและเข็มให้แน่นอยู่เสมอ เพื่อป้องกันการรั่วของน้ำยาระหว่างส่งต่อเครื่องมือหรือระหว่างใช้งาน ไม่ส่งกระบอกน้ำยาล้างคลองรากฟันผ่านบริเวณดวงตาของผู้ป่วย หากใช้น้ำยาล้างคลองรากฟันมากกว่า 1 ชนิด ต้องติดฉลากที่หลอดน้ำยาล้างคลองรากฟันเสมอ และในกรณีที่สารเคมีสัมผัสเนื้อเยื่ออ่อนของผู้ป่วย ให้ปฐมพยาบาลเบื้องต้นด้วยการล้างด้วยน้ำสะอาดปริมาณมากและติดตามอาการอย่างใกล้ชิด

References

1. Guideline on Pulp Therapy for Primary and Immature Permanent Teeth. ***Pediatr Dent*** 2016;38(6):280-8.

2. Bhujel N, Duggal MS, Saini P, Day PF. The effect of premature extraction of primary teeth on the subsequent need for orthodontic treatment. ***Eur Arch Paediatr Dent*** 2016;17(6):423-34.

3. Acs G, Shulman R, Ng MW, Chussid S. The effect of dental rehabilitation on the body weight of children with early childhood caries. ***Pediatr Dent*** 1999;21(2):109-13.

4. Sachdev J, Bansal K, Chopra R. Effect of Comprehensive Dental Rehabilitation on Growth Parameters in Pediatric Patients with Severe Early Childhood Caries. ***Int J Clin Pediatr Dent*** 2016;9(1):15-20.

5. Colak H, Dulgergil CT, Dalli M, Hamidi MM. Early childhood caries update: A review of causes, diagnoses, and treatments. ***J Nat Sci Biol Med*** 2013;4(1):29-38.

6. Collado V, Pichot H, Delfosse C, Eschevins C, Nicolas E, Hennequin M. Impact of early childhood caries and its treatment under general anesthesia on orofacial function and quality of life : A prospective comparative study. ***Med Oral Patol Oral Cir Bucal*** 2017;22(3):e333-e41.

7. Brustolin JP, Mariath AA, Ardenghi TM, Casagrande L. Survival and Factors Associated with Failure of Pulpectomies Performed in Primary Teeth by Dental Students. ***Braz Dent J*** 2017;28(1):121-8.

8. Coll JA, Josell S, Nassof S, Shelton P, Richards MA. An evaluation of pulpal therapy in primary incisors. ***Pediatr Dent*** 1988;10(3):178-84.

9. Haapasalo M, Shen Y, Qian W, Gao Y. Irrigation in endodontics. ***Dent Clin North Am*** 2010;54(2):291-312.

10. Bystrom A, Sundqvist G. Bacteriologic evaluation of the efficacy of mechanical root canal instrumentation in endodontic therapy. ***Scand J Dent Res*** 1981;89(4):321-8.

11. Faria G, Nelson-Filho P, Freitas AC, Assed S, Ito IY. Antibacterial effect of root canal preparation and calcium hydroxide paste (Calen) intracanal dressing in primary teeth with apical periodontitis. ***J Appl Oral Sci*** 2005;13(4):351-5.

12. da Silva LA, Nelson-Filho P, Faria G, de Souza-Gugelmin MC, Ito IY. Bacterial profile in primary teeth with necrotic pulp and periapical lesions. ***Braz Dent J*** 2006;17(2):144-8.

13. Yun KH, Lee HS, Nam OH, Moon CY, Lee JH, Choi SC. Analysis of bacterial community profiles of endodontically infected primary teeth using pyrosequencing. ***Int J Paediatr Dent*** 2017;27(1):56-65.

14. Ito IY, Junior FM, Paula-Silva FW, Da Silva LA, Leonardo MR, Nelson-Filho P. Microbial culture and checkerboard DNA-DNA hybridization assessment of bacteria in root canals of primary teeth pre- and post-endodontic therapy with a calcium hydroxide/chlorhexidine paste. ***Int J Paediatr Dent*** 2011;21(5):353-60.

15. Hall-Stoodley L, Costerton JW, Stoodley P. Bacterial biofilms: from the natural environment to infectious diseases. ***Nat Rev Microbiol*** 2004;2(2):95-108.

16. Stewart PS, Costerton JW. Antibiotic resistance of bacteria in biofilms. ***Lancet*** 2001;358(9276):135-8.

17. Nichols WW, Evans MJ, Slack MP, Walmsley HL. The penetration of antibiotics into aggregates of mucoid and non-mucoid Pseudomonas aeruginosa. ***J Gen Microbiol*** 1989;135(5):1291-303.

18. Wilson M. Susceptibility of oral bacterial biofilms to antimicrobial agents. ***J Med Microbiol*** 1996;44(2):79-87.

19. Athanassiadis B, Abbott PV, Walsh LJ. The use of calcium hydroxide, antibiotics and biocides as antimicrobial medicaments in endodontics. ***Aust Dent J*** 2007;52(1Suppl):S64-82.

20. Estrela C, Estrela CR, Barbin EL, Spano JC, Marchesan MA, Pecora JD. Mechanism of action of sodium hypochlorite. ***Braz Dent J*** 2002;13(2):113-7.

21. McDonnell G, Russell AD. Antiseptics and disinfectants: activity, action, and resistance. ***Clin Microbiol Rev*** 1999;12(1):147-79.

22. Frais S, Ng YL, Gulabivala K. Some factors affecting the concentration of available chlorine in commercial sources of sodium hypochlorite. ***Int Endod J*** 2001;34(3):206-15.

23. Haapasalo M, Shen Y, Wang Z, Gao Y. Irrigation in endodontics. ***Br Dent J*** 2014;216(6):299-303.

24. Radcliffe CE, Potouridou L, Qureshi R, Habahbeh N, Qualtrough A, Worthington H, *et al.* Antimicrobial activity of varying concentrations of sodium hypochlorite on the endodontic microorganisms Actinomyces israelii, A. naeslundii, Candida albicans and Enterococcus faecalis. ***Int Endod J*** 2004;37(7):438-46.
25. Gomes BP, Ferraz CC, Vianna ME, Berber VB, Teixeira FB, Souza-Filho FJ. *In vitro* antimicrobial activity of several concentrations of sodium hypochlorite and chlorhexidine gluconate in the elimination of Enterococcus faecalis. ***Int Endod J*** 2001;34(6):424-8.
26. Naenni N, Thoma K, Zehnder M. Soft tissue dissolution capacity of currently used and potential endodontic irrigants. ***J Endod*** 2004;30(11):785-7.
27. Mohammadi Z. Sodium hypochlorite in endodontics: an update review. ***Int Dent J*** 2008;58(6):329-41.
28. Austin JH, Taylor HD. Behavior of Hypochlorite and of Chloramine-T Solutions in Contact with Necrotic and Normal Tissues in Vivo. ***J Exp Med*** 1918;27(5):627-33.
29. Clarkson RM, Moule AJ, Podlich H, Kellaway R, Macfarlane R, Lewis D, *et al.* Dissolution of porcine incisor pulps in sodium hypochlorite solutions of varying compositions and concentrations. ***Aust Dent J*** 2006;51(3):245-51.
30. Haapasalo HK, Siren EK, Waltimo TM, Orstavik D, Haapasalo MP. Inactivation of local root canal medicaments by dentine: an *in vitro* study. ***Int Endod J*** 2000;33(2):126-31.
31. Sim TP, Knowles JC, Ng YL, Shelton J, Gulabivala K. Effect of sodium hypochlorite on mechanical properties of dentine and tooth surface strain. ***Int Endod J*** 2001;34(2):120-32.
32. Clegg MS, Vertucci FJ, Walker C, Belanger M, Britto LR. The effect of exposure to irrigant solutions on apical dentin biofilms *in vitro*. ***J Endod*** 2006;32(5):434-7.
33. Hauman CH, Love RM. Biocompatibility of dental materials used in contemporary endodontic therapy: a review. Part 1. Intracanal drugs and substances. ***Int Endod J*** 2003;36(2):75-85.
34. Hulsmann M, Hahn W. Complications during root canal irrigation--literature review and case reports. ***Int Endod J*** 2000;33(3):186-93.
35. Klein U, Kleier DJ. Sodium hypochlorite accident in a pediatric patient. ***Pediatr Dent*** 2013;35(7):534-8.
36. Becker GL, Cohen S, Borer R. The sequelae of accidentally injecting sodium hypochlorite beyond the root apex. Report of a case. ***Oral Surg Oral Med Oral Pathol*** 1974;38(4):633-8.
37. Zhu WC, Gyamfi J, Niu LN, Schoeffel GJ, Liu SY, Santarcangelo F, *et al.* Anatomy of sodium hypochlorite accidents involving facial ecchymosis - a review. ***J Dent*** 2013;41(11):935-48.
38. Guivarc'h M, Ordioni U, Ahmed HM, Cohen S, Catherine JH, Bukiet F. Sodium Hypochlorite Accident: A Systematic Review. ***J Endod*** 2017;43(1):16-24.
39. Bosch Aranda ML, Canalda Sahli C, Figueiredo R, Gay Escoda C. Complications following an accidental sodium hypochlorite extrusion: A report of two cases. ***J Clin Exp Dent*** 2012;4(3):e194-8.
40. Reeh ES, Messer HH. Long-term paresthesia following inadvertent forcing of sodium hypochlorite through perforation in maxillary incisor. ***Endod Dent Traumatol*** 1989;5(4):200-3.
41. Pelka M, Petschelt A. Permanent mimic musculature and nerve damage caused by sodium hypochlorite: a case report. ***Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod*** 2008;106(3):e80-3.
42. Al Sebaei MO, Halabi OA, El Hakim IE. Sodium hypochlorite accident resulting in life-threatening airway obstruction during root canal treatment: a case report. ***Clin Cosmet Investig Dent*** 2015;7:41-4.
43. Chaugule VB, Panse AM, Gawali PN. Adverse Reaction of Sodium Hypochlorite during Endodontic Treatment of Primary Teeth. ***Int J Clin Pediatr Dent*** 2015;8(2):153-6.
44. Foulkes DM. Some toxicological observations on chlorhexidine. ***J Periodontal Res Suppl*** 1973;12:55-60.
45. Lim KS, Kam PC. Chlorhexidine--pharmacology and clinical applications. ***Anaesth Intensive Care*** 2008;36(4):502-12.
46. Fardal O, Turnbull RS. A review of the literature on use of chlorhexidine in dentistry. ***J Am Dent Assoc*** 1986;112(6):863-9.
47. Ercan E, Ozekinci T, Atakul F, Gul K. Antibacterial activity of 2 % chlorhexidine gluconate and 5.25 % sodium hypochlorite in infected root canal: in vivo study. ***J Endod*** 2004;30(2):84-7.
48. Menezes MM, Valera MC, Jorge AO, Koga-Ito CY, Camargo CH, Mancini MN. *In vitro* evaluation of the effectiveness of irrigants and intracanal medicaments on microorganisms within root canals**.** ***Int Endod J*** 2004;37(5):311-9.
49. Boyce JM, Pittet D, Healthcare Infection Control Practices Advisory C, Force HSAIHHT. Guideline for Hand Hygiene in Health-Care Settings. Recommendations of the Healthcare Infection Control Practices Advisory Committee and the HIPAC/SHEA/APIC/IDSA Hand Hygiene Task Force. ***Am J Infect Control*** 2002;30(8):S1-46.
50. Cowen J, Ellis SH, McAinsh J. Absorption of chlorhexidine from the intact skin of newborn infants. ***Arch Dis Child*** 1979;54(5):379-83.
51. Rushton A. Safety of Hibitane. II. Human experience. ***J Clin Periodontol*** 1977;4(5):73-9.
52. Zamany A, Safavi K, Spangberg LS. The effect of chlorhexidine as an endodontic disinfectant. ***Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod*** 2003;96(5):578-81.
53. Mohammadi Z, Abbott PV. The properties and applications of chlorhexidine in endodontics. ***Int Endod J*** 2009;42(4):288-302.
54. Ferraz CC, Gomes BP, Zaia AA, Teixeira FB, Souza-Filho FJ. *In vitro* assessment of the antimicrobial action and the mechanical ability of chlorhexidine gel as an endodontic irrigant. ***J Endod*** 2001;27(7):452-5.
55. Evans RJ. Acute anaphylaxis due to topical chlorhexidine acetate. ***BMJ*** 1992;304(6828):686.

56. Krautheim AB, Jermann TH, Bircher AJ. Chlorhexidine anaphylaxis: case report and review of the literature. ***Contact Dermatitis*** 2004;50(3):113-6.
57. Snellman E, Rantanen T. Severe anaphylaxis after a chlorhexidine bath. ***J Am Acad Dermatol*** 1999;40(5Pt1):771-2.
58. Torricelli R, Wuthrich B. Life-threatening anaphylactic shock due to skin application of chlorhexidine. ***Clin Exp Allergy*** 1996;26(1):112.
59. Basrani BR, Manek S, Sodhi RN, Fillery E, Manzur A. Interaction between sodium hypochlorite and chlorhexidine gluconate. ***J Endod*** 2007;33(8):966-9.
60. Zehnder M. Root canal irrigants. ***J Endod*** 2006;32(5):389-98.
61. Bui TB, Baumgartner JC, Mitchell JC. Evaluation of the interaction between sodium hypochlorite and chlorhexidine gluconate and its effect on root dentin. ***J Endod*** 2008;34(2):181-5.
62. Fraser JG. Chelating agents: their softening effect on root canal dentin. ***Oral Surg Oral Med Oral Pathol*** 1974;37(5):803-11.
63. Goldberg F, Abramovich A. Analysis of the effect of EDTAC on the dentinal walls of the root canal. ***J Endod*** 1977;3(3):101-5.
64. Guignes P, Faure J, Maurette A. Relationship between endodontic preparations and human dentin permeability measured in situ. ***J Endod*** 1996;22(2):60-7.
65. Goldman M, Goldman LB, Cavaleri R, Bogis J, Lin PS. The efficacy of several endodontic irrigating solutions: a scanning electron microscopic study: Part 2. ***J Endod*** 1982;8(11):487-92.
66. Yamada RS, Armas A, Goldman M, Lin PS. A scanning electron microscopic comparison of a high volume final flush with several irrigating solutions: Part 3. ***J Endod*** 1983;9(4):137-42.
67. Grawehr M, Sener B, Waltimo T, Zehnder M. Interactions of ethylenediamine tetraacetic acid with sodium hypochlorite in aqueous solutions. ***Int Endod J*** 2003;36(6):411-7.
68. Zehnder M, Schmidlin P, Sener B, Waltimo T. Chelation in root canal therapy reconsidered. ***J Endod*** 2005;31(11):817-20.
69. Mohammadi Z. An update on the antibiotic-based root canal irrigation solutions. ***Iran Endod J*** 2008;3(2):1-7.
70. Vernillo AT, Ramamurthy NS, Golub LM, Rifkin BR. The nonantimicrobial properties of tetracycline for the treatment of periodontal disease. ***Curr Opin Periodontol*** 1994:111-8.
71. Bryson EC, Levin L, Banchs F, Abbott PV, Trope M. Effect of immediate intracanal placement of Ledermix Paste(R) on healing of replanted dog teeth after extended dry times. ***Dent Traumatol*** 2002;18(6):316-21.
72. Torabinejad M, Khademi AA, Babagoli J, Cho Y, Johnson WB, Bozhilov K, *et al.* A new solution for the removal of the smear layer. ***J Endod*** 2003;29(3):170-5.
73. Barkhordar RA, Watanabe LG, Marshall GW, Hussain MZ. Removal of intracanal smear by doxycycline *in vitro*. ***Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod*** 1997;84(4):420-3.
74. Haznedaroglu F, Ersev H. Tetracycline HCl solution as a root canal irrigant. ***J Endod*** 2001;27(12):738-40.
75. Sanchez AR, Rogers RS, 3rd, Sheridan PJ. Tetracycline and other tetracycline-derivative staining of the teeth and oral cavity. ***Int J Dermatol*** 2004;43(10):709-15.
76. Vennila V, Madhu V, Rajesh R, Ealla KK, Velidandla SR, Santoshi S. Tetracycline-induced discoloration of deciduous teeth: case series. ***J Int Oral Health*** 2014;6(3):115-9.
77. McComb D, Smith DC. A preliminary scanning electron microscopic study of root canals after endodontic procedures. ***J Endod*** 1975; 1(7):238-42.
78. Tannure PN, Azevedo CP, Barcelos R, Gleiser R, Primo LG. Long-term outcomes of primary tooth pulpectomy with and without smear layer removal: a randomized split-mouth clinical trial. ***Pediatr Dent*** 2011;33(4):316-20.
79. Barcelos R, Tannure PN, Gleiser R, Luiz RR, Primo LG. The influence of smear layer removal on primary tooth pulpectomy outcome: a 24-month, double-blind, randomized, and controlled clinical trial evaluation. ***Int J Paediatr Dent*** 2012;22(5):369-81.
80. Lalh MS, Titley K, Torneck CD, Friedman S. The shear bond strength of glass ionomer cement sealers to bovine dentine conditioned with common endodontic irrigants. ***Int Endod J*** 1999;32(6):430-5.
81. Saleh IM, Ruyter IE, Haapasalo M, Orstavik D. The effects of dentine pretreatment on the adhesion of root-canal sealers. ***Int Endod J*** 2002;35(10):859-66.
82. Sisodia R, Ravi KS, Shashikiran ND, Singla S, Kulkarni V. Bacterial penetration along different root canal fillings in the presence or absence of smear layer in primary teeth. ***J Clin Pediatr Dent*** 2014;38(3):229-34.
83. Rodd HD, Waterhouse PJ, Fuks AB, Fayle SA, Moffat MA, British Society of Paediatric D. Pulp therapy for primary molars. ***Int J Paediatr Dent*** 2006;16 Suppl 1:15-23.
84. Ahmed HM. Anatomical challenges, electronic working length determination and current developments in root canal preparation of primary molar teeth. ***Int Endod J*** 2013;46(11):1011-22.
85. Pozos Guillen A, Garcia Flores A, Esparza Villalpando V, Garrocho Rangel A. Intracanal irrigants for pulpectomy in primary teeth: a systematic review and meta-analysis. ***Int J Paediatr Dent*** 2016;26(6):412-25.
86. Farhin K, Viral PM, Thejokrishna P, Sajjad M. Reduction in Bacterial Loading Using MTAD as an Irrigant in Pulpectomized Primary Teeth. ***J Clin Pediatr Dent*** 2015;39(2):100-4.
87. Jolly M, Singh N, Rathore M, Tandon S, Banerjee M. Propolis and commonly used intracanal irrigants: comparative evaluation

of antimicrobial potential. ***J Clin Pediatr Dent*** 2013;37(3):243-9.
88. Ruiz Esparza CL, Garrocho Rangel A, Gonzalez Amaro AM, Flores Reyes H, Pozos Guillen AJ. Reduction in bacterial loading using 2 % chlorhexidine gluconate as an irrigant in pulpectomized primary teeth: a preliminary report. ***J Clin Pediatr Dent*** 2011;35(3):265-70.
89. Valdez-Gonzalez C, Mendez-Gonzalez V, Torre-Delgadillo G, Flores-Reyes H, Gaitan-Fonseca C, Pozos-Guillen AJ. Effectiveness of oxidative potential water as an irrigant in pulpectomized primary teeth. ***J Clin Pediatr Dent*** 2012;37(1):31-5.
90. Verma MK, Pandey RK, Khanna R, Agarwal J. The antimicrobial effectiveness of 25 % propolis extract in root canal irrigation of primary teeth. ***J Indian Soc Pedod Prev Dent*** 2014;32(2):120-4.
91. Tulsani SG, Chikkanarasaiah N, Bethur S. An in vivo comparison of antimicrobial efficacy of sodium hypochlorite and Biopure MTAD against enterococcus faecalis in primary teeth: A qPCR study. ***J Clin Pediatr Dent*** 2014;39(1):30-4.
92. Louwakul P, Prucksathamrongkul W. The effect of 2 % chlorhexidine as root canal irrigant in pulpectomies of primary molars. ***Pediatr Dent*** 2012;34(7):e192-6.
93. Smail-Faugeron V, Glenny AM, Courson F, Durieux P, Muller-Bolla M, Fron Chabouis H. Pulp treatment for extensive decay in primary teeth. ***Cochrane Database Syst Rev*** 2018;5:CD003220.
94. Coll JA, Seale NS, Vargas K, Marghalani AA, Al Shamali S, Graham L. Primary Tooth Vital Pulp Therapy: A Systematic Review and Meta-analysis. ***Pediatr Dent*** 2017;39(1):16-123.
95. Casagrande L, Bento LW, Dalpian DM, Garcia-Godoy F, de Araujo FB. Indirect pulp treatment in primary teeth: 4-year results. ***Am J Dent*** 2010;23(1):34-8.
96. Casagrande L, Bento LW, Rerin SO, Lucas Ede R, Dalpian DM, de Araujo FB. *In vivo* outcomes of indirect pulp treatment using a self-etching primer versus calcium hydroxide over the demineralized dentin in primary molars. ***J Clin Pediatr Dent*** 2008;33(2):131-5.
97. Falster CA, Araujo FB, Straffon LH, Nor JE. Indirect pulp treatment: *in vivo* outcomes of an adhesive resin system vs calcium hydroxide for protection of the dentin-pulp complex. ***Pediatr Dent*** 2002;24(3):241-8.
98. Marchi JJ, de Araujo FB, Froner AM, Straffon LH, Nor JE. Indirect pulp capping in the primary dentition: a 4 year follow-up study. ***J Clin Pediatr Dent*** 2006;31(2):68-71.
99. Dominguez MS, Witherspoon DE, Gutmann JL, Opperman LA. Histological and scanning electron microscopy assessment of various vital pulp-therapy materials. ***J Endod*** 2003;29(5):324-33.
100. Stanley HR. Pulp capping: conserving the dental pulp--can it be done? Is it worth it? ***Oral Surg Oral Med Oral Pathol*** 1989;68(5):628-39.
101. Garrocho-Rangel A, Flores H, Silva-Herzog D, Hernandez-Sierra F, Mandeville P, Pozos-Guillen AJ. Efficacy of EMD versus calcium hydroxide in direct pulp capping of primary molars: a randomized controlled clinical trial. ***Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod*** 2009;107(5):733-8.
102. Asl Aminabadi N, Satrab S, Najafpour E, Samiei M, Jamali Z, Shirazi S. A randomized trial of direct pulp capping in primary molars using MTA compared to 3Mixtatin: a novel pulp capping biomaterial. ***Int J Paediatr Dent*** 2016;26(4):281-90.
103. Peralta G, Tobin-D'Angelo M, Parham A, Edison L, Lorentzson L, Smith C, *et al.* Notes from the Field: Mycobacterium abscessus Infections Among Patients of a Pediatric Dentistry Practice--Georgia, 2015. ***MMWR Morb Mortal Wkly Rep*** 2016;65(13):355-6.
104. Akcay M, Sari S. The effect of sodium hypochlorite application on the success of calcium hydroxide and mineral trioxide aggregate pulpotomies in primary teeth. ***Pediatr Dent*** 2014;36(4):316-21.