วารสารวิชาการสาธารณสุข
ปีที่ 26 ฉบับเพิ่มเติม 2, กันยายน - ตุลาคม 2560

Journal of Health Science
Vol. 26 Supplement 2, September - October 2017

บทความฟื้นวิชา *Review Article*

การล้างคลองรากฟัน

วิรงรอง ไตรสุวรรณ ท.บ.
กลุ่มงานทันตกรรม โรงพยาบาลราชวิถี

บทคัดย่อ การล้างคลองรากฟันมีความสำคัญต่อความสำเร็จในการรักษาคลองรากฟัน โดยน้ำยาล้างคลองรากฟันจะทำหน้าที่ชะล้างเศษเนื้อเยื่อในคลองรากฟัน แทรกซึมเข้าไปทำความสะอาดคลองรากฟันในบริเวณที่เครื่องมือขยายคลองรากฟันไม่สามารถเข้าถึงได้ หล่อลื่นในคลองรากฟัน ลดแรงเสียดทานระหว่างเครื่องมือกับเนื้อฟัน ลดความร้อนจากการขยายคลองรากฟัน ละลายเนื้อเยื่อทั้งอินทรียสารและอนินทรียสาร กำจัดชั้นสเมียร์ ทำลายแบคทีเรียและพิษในคลองรากฟัน ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับคุณสมบัติของน้ำยาล้างคลองรากฟันที่เลือกใช้ ปัจจุบันยังไม่มีน้ำยาล้างคลองรากฟันชนิดใดที่มีคุณสมบัติครบถ้วนตามที่ต้องการ โซเดียมไฮโปคลอไรท์เป็นน้ำยาหลักสำหรับการล้างคลองรากฟันที่นิยมใช้มากที่สุดในปัจจุบัน เนื่องจากมีคุณสมบัติการทำลายแบคทีเรียที่ดีและละลายเนื้อเยื่อได้อย่างมีประสิทธิภาพ แต่เนื่องจากขาดคุณสมบัติในการกำจัดอนินทรียสาร จึงจำเป็นต้องใช้ร่วมกับน้ำยาที่มีคุณสมบัติดังกล่าวซึ่งได้แก่ EDTA กรดซิตริก, QMiX, MTAD และ Tetraclean เพื่อช่วยในการกำจัดชั้นสเมียร์ได้อย่างสมบูรณ์ วิธีล้างคลองรากฟันในปัจจุบันมีหลายวิธี การล้างโดยการใช้เข็มล้างคลองรากฟันแบบปกติเป็นวิธีดั้งเดิมที่ยังนิยมใช้กันโดยทั่วไป แต่เนื่องจากการล้างคลองรากฟันด้วยวิธีนี้มีข้อด้อยหลายประการ ปัจจุบันจึงมีการคิดวิธีการและอุปกรณ์ใหม่ ๆ หลายวิธี เพื่อช่วยให้น้ำยาล้างคลองรากฟันแทรกซึมเข้าไปในส่วนต่าง ๆ ของระบบคลองรากฟันได้ดีขึ้น ทำให้สามารถทำความสะอาดคลองรากฟันได้ มีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้น การใช้น้ำยาล้างคลองรากฟันรวมทั้งวิธีการล้างที่เหมาะสมจะช่วยให้สามารถล้างคลองรากฟันได้อย่างมีประสิทธิภาพและปลอดภัยมากที่สุด บทความนี้จึงได้นำเสนอเกี่ยวกับคุณสมบัติของน้ำยาล้างคลองรากฟันและวิธีล้างคลองรากฟันประเภทต่าง ๆ ที่ใช้โดยทั่วไปในปัจจุบันเพื่อเป็นข้อมูลใหม่ ๆ สำหรับการล้างคลองรากฟันได้อย่างดีที่สุด

คำสำคัญ: **การล้างคลองรากฟัน, น้ำยาล้างคลองรากฟัน, คลองรากฟัน**

บทนำ

แบคทีเรียเป็นสาเหตุหลักที่ทำให้เกิดโรคของเนื้อเยื่อในและเนื้อเยื่อรอบรากฟัน[1] แบคทีเรียในคลองรากฟันมักจะมีการเจริญอยู่บนผิวคลองรากฟัน อาจอยู่เป็นกลุ่ม (colony) หรือรวมตัวกันเป็นแผ่นจุลินทรีย์ (biofilm) บางส่วนอาจแทรกเข้าไปอยู่ในท่อเนื้อฟัน (dentinal tubules) ดังนั้น การรักษาคลองรากฟันจึงมีวัตถุประสงค์เพื่อกำจัดแบคทีเรียในคลองรากฟันให้สมบูรณ์ที่สุด เพื่อให้เกิดผลสำเร็จในการรักษา แต่เนื่องจากลักษณะกายวิภาคของคลองรากฟันมีความซับซ้อน อาจมีลักษณะเป็นครีบ (fin) แอ่ง (isthmus) หรือมีการแตกแขนง (ramification) ที่เชื่อมต่อกันเป็นเครือข่าย รวมทั้งอาจมีคลองรากฟันเล็ก (accessory canals) ทำให้เกิดเป็นระบบคลองรากฟัน (root canal system) นอกจากนี้คลองรากฟันบริเวณปลายรากอาจมีลักษณะค่อนข้างแคบ ร่วมกับมีความโค้ง ซึ่งลักษณะเหล่านี้ทำให้การใช้เครื่องมือขยายคลองรากฟันเพียงอย่างเดียวไม่สามารถเข้าไปทำความสะอาดคลองรากฟัน กำจัดเศษเนื้อเยื่อที่หลงเหลืออยู่ รวมทั้งแบคทีเรีย สารพิษ (toxin) และสารที่ผลิตจากแบคทีเรีย (bacterial by-products) ได้อย่างทั่วถึง[2] ไม่ว่าจะเป็นเครื่องมือที่ขยายด้วยมือหรือการใช้เครื่องขยายคลองรากฟัน (rotary instrumentation)[3] ซึ่งจะมีผลให้

เกิดความล้มเหลวในการรักษาคลองรากฟันขึ้นได้ ดังนั้น การขยายคลองรากฟันควรทำร่วมกับการล้างคลองรากฟันที่มีประสิทธิภาพ มีการศึกษาพบว่าปัจจัยสำคัญที่มีผลต่อประสิทธิภาพของการล้างคลองรากฟันคือน้ำยาล้างคลองรากฟัน[4-7] และวิธีล้างคลองรากฟัน[4,8-10]

บทความนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อรวบรวมข้อมูลและนำเสนอ รายละเอียดเกี่ยวกับน้ำยาล้างคลองรากฟันชนิดต่าง ๆ ที่ใช้โดยทั่วไปในปัจจุบัน ทั้งในแง่ของคุณสมบัติ ข้อดี ข้อด้อยของน้ำยา ความเข้มข้นที่เหมาะสมในการล้างคลองรากฟัน ลำดับการใช้น้ำยาแต่ละชนิด ปัจจัยต่าง ๆ ที่มีผลต่อประสิทธิภาพของน้ำยาล้างคลองรากฟัน วิธีล้างคลองรากฟันแบบต่าง ๆ เทคนิคและเครื่องมือใหม่ ๆ ที่ช่วยเพิ่มประสิทธิภาพในการล้างคลองรากฟัน รวมทั้งข้อควรระวังในการล้างคลองรากฟัน เพื่อเป็นแนวทางในการพิจารณาเลือกใช้น้ำยาล้างคลองรากฟันและวิธีล้างคลองรากฟันที่เหมาะสมในแต่ละกรณี เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพของการล้างคลองรากฟันให้สมบูรณ์และปลอดภัยมากที่สุด นำไปสู่ผลสำเร็จของการรักษาคลองรากฟันที่ดีต่อไป

วิธีการสืบค้นข้อมูล

ผู้เขียนได้รวบรวมองค์ความรู้ที่เกี่ยวข้องกับน้ำยาล้างคลองรากฟันและวิธีล้างคลองรากฟันที่ใช้โดยทั่วไปในปัจจุบัน โดยการสืบค้นข้อมูลจากฐานข้อมูล PubMed, Medline และ Scopus ในแง่ของคุณสมบัติ ข้อดี ข้อด้อยของน้ำยาล้างคลองรากฟันแต่ละชนิด ปัจจัยที่มีผลต่อประสิทธิภาพของน้ำยาล้างคลองรากฟัน วิธีล้างคลองรากฟันแบบต่าง ๆ เทคนิคและเครื่องมือใหม่ ๆ ที่ช่วยเพิ่มประสิทธิภาพของการล้างคลองรากฟัน รวมทั้งข้อควรระวังในการล้างคลองรากฟัน คำค้นคือ “root canal irrigants”, “endodontic irrigating solutions”, “endodontic irrigation” และ “irrigating techniques”

น้ำยาล้างคลองรากฟัน

น้ำยาล้างคลองรากฟัน เป็นปัจจัยสำคัญที่มีผลต่อประสิทธิภาพของการล้างคลองรากฟัน ดังนั้น การขยายคลองรากฟันควรทำร่วมกับการล้างคลองรากฟันด้วยน้ำยาที่มีฤทธิ์ต้านแบคทีเรียและสามารถแทรกซึมเข้าไปในบริเวณที่เครื่องมือขยายคลองรากฟันไม่สามารถเข้าถึงได้เป็นอย่างดี ซึ่งเป็นสิ่งที่มีบทบาทอย่างมากในการเพิ่มประสิทธิภาพของการกำจัดเชื้อโรคในคลองรากฟันและจำเป็นสำหรับการทำความสะอาดระบบคลองรากฟันได้อย่างสมบูรณ์[11] โดยจะทำหน้าที่ชะล้างเศษเนื้อเยื่อในคลองรากฟันช่วยป้องกันการอุดตันของคลองรากฟันส่วนปลายรากและป้องกันการดันแบคทีเรียออกไปยังเนื้อเยื่อรอบปลายรากฟัน[12] ทำความสะอาดคลองรากฟันในบริเวณที่เครื่องมือขยายคลองรากฟันไม่สามารถเข้าถึงได้ หล่อลื่นในคลองรากฟัน ลดแรงเสียดทานระหว่างเครื่องมือกับเนื้อฟัน ลดความร้อนจากการขยายคลองรากฟัน ละลายเนื้อเยื่อ ทำลายแบคทีเรียและพิษในคลองรากฟัน กำจัดชั้นสเมียร์ (smear layer) ทั้งนี้ ขึ้นอยู่กับคุณสมบัติของน้ำยาล้างคลองรากฟันที่เลือกใช้

น้ำยาล้างคลองรากฟันที่ดีควรมีคุณสมบัติดังแสดงในตารางที่ 1[4,13] อย่างไรก็ตาม ปัจจุบันยังไม่มีน้ำยาล้างคลองรากฟันชนิดใดที่มีคุณสมบัติครบถ้วนตามที่ต้องการ จึงจำเป็นต้องใช้น้ำยาล้างคลองรากฟันหลายชนิดร่วมกัน เพื่อให้สามารถล้างคลองรากฟันได้อย่างมีประสิทธิภาพและประสบความสำเร็จในการรักษามากที่สุด

โซเดียมไฮโปคลอไรท์ (Sodium hypochlorite: NaOCl)

เป็นน้ำยาล้างคลองรากฟันที่นิยมใช้อย่างแพร่หลายที่สุดในปัจจุบัน เนื่องจากมีคุณสมบัติในการทำลายแบคทีเรียได้ดี[14-16] และความสามารถในการละลายเนื้อเยื่อได้อย่างมีประสิทธิภาพ[17,18] มีการศึกษาที่แสดงว่าการขยายคลองรากฟันร่วมกับการใช้โซเดียมไฮโปคลอไรท์เป็นน้ำยาล้างคลองรากฟันสามารถลดจำนวนแบคทีเรียในคลองรากฟันได้อย่างมีนัยสำคัญ[19] นอกจากนี้ โซเดียมไฮโปคลอไรท์ยังมีประสิทธิภาพสูงในการทำลายแผ่นจุลินทรีย์ของแบคทีเรีย (bacterial biofilm) และประสิทธิ-

ภาพจะเพิ่มขึ้นตามความเข้มข้นของน้ำยา[15,20,21] โซเดียมไฮโปคลอไรท์มีฤทธิ์เป็นด่างแก่ (strong base) ค่า pH>11 ความเข้มข้นที่ใช้เป็นน้ำยาล้างคลองรากฟันอยู่ระหว่างร้อยละ 0.5-6.0[20,22,23] ซึ่งประสิทธิภาพในการทำลายแบคทีเรียและละลายเนื้อเยื่อของโซเดียมไฮโปคลอไรท์ขึ้นอยู่กับความเข้มข้นของน้ำยาและระยะเวลาที่น้ำยาสัมผัสกับผนังคลองรากฟัน มีการศึกษาที่สนับสนุนว่าน้ำยาที่มีความเข้มข้นสูงมีประสิทธิภาพในการทำลายแบคทีเรีย และละลายเนื้อเยื่อมากกว่าความเข้มข้นต่ำ[18,21,22,24] แต่อย่างไรก็ตาม มีการศึกษาที่พบว่าทั้งน้ำยาที่มีความเข้มข้นสูงและความเข้มข้นต่ำมีประสิทธิภาพในการทำลายแบคทีเรียในคลองรากฟันได้พอ ๆ กัน Siqueira JF Jr และคณะ[14] พบว่า ไม่มีความแตกต่างของประสิทธิภาพในการลดจำนวนแบคทีเรียในคลองรากฟันหลังการล้างคลองรากฟันด้วยโซเดียมไฮโปคลอไรท์ที่มีความเข้มข้นร้อยละ 1.0, 2.5 และ 5.25 นอกจากนี้ จากการศึกษาของ Moorer W และ Wesselink P[25] พบว่าความสามารถในการละลายเนื้อเยื่อของโซเดียมไฮโปคลอไรท์เพิ่มขึ้นตามปริมาณของคลอรีน (chlorine) ที่แตกตัวออกมา ซึ่งคลอรีนนี้จะสลายตัวได้อย่างรวดเร็ว ส่วนใหญ่จะเสื่อมไปในเวลา 2 นาที การเปลี่ยนน้ำยาบ่อย ๆ อย่างสม่ำเสมอตลอดการรักษาคลองรากฟันจึงเป็นสิ่งจำเป็นเนื่องจากเป็นการเพิ่มปริมาณคลอรีน ดังนั้นความถี่ของการล้างคลองรากฟันอาจมีความสำคัญมากกว่าความเข้มข้นของน้ำยา

ระยะเวลาที่น้ำยาสัมผัสกับผนังคลองรากฟันนานขึ้นจะสามารถออกฤทธิ์ได้ดียิ่งขึ้น โดยเฉพาะในคลองรากฟันที่มีความสลับซับซ้อนมาก เครื่องมือขยายคลองรากฟันไม่

ตารางที่ 1 คุณสมบัติของน้ำยาล้างคลองรากฟันที่ดี[4,13]

คุณสมบัติของน้ำยาล้างคลองรากฟันที่ดี
1. ชะล้างเศษเนื้อเยื่อที่หลงเหลืออยู่ในคลองรากฟัน
2. สามารถแทรกซึมเข้าไปในบริเวณที่เครื่องมือขยายคลองรากฟันไม่สามารถเข้าถึงได้เป็นอย่างดี
3. ละลายอินทรียสารรวมทั้งเศษของเนื้อเยื่อในทั้งที่มีชีวิตและไม่มีชีวิต
4. มีฤทธิ์ในการทำลายแบคทีเรียและพิษได้อย่างมีประสิทธิภาพ และออกฤทธิ์ต่อเนื่องเป็นระยะเวลาหนึ่งหลังล้างคลองรากฟัน
5. สามารถทำลายแบคทีเรียในท่อเนื้อฟันได้
6. ละลายอนินทรียสาร
7. สามารถกำจัดชั้นสเมียร์ (smear layer) ได้อย่างสมบูรณ์
8. ออกฤทธิ์ได้แม้มีเลือดหรืออนุพันธ์โปรตีนของเนื้อเยื่ออยู่ในคลองรากฟัน
9. ไม่ระคายเคืองต่อเนื้อเยื่อรอบปลายรากฟัน
10. ไม่ขัดขวางการซ่อมสร้างของเนื้อเยื่อรอบปลายรากฟัน
11. หล่อลื่นคลองรากฟัน ลดแรงเสียดทานระหว่างเครื่องมือกับผนังคลองรากฟัน
12. ลดความร้อนที่เกิดจากการขยายคลองรากฟัน
13. มีแรงตึงผิวต่ำ
14. ไม่ทำลายความแนบสนิทของวัสดุบูรณะฟัน
15. ไม่ทำให้ความแข็งแรงของเนื้อฟันลดลง
16. ไม่ทำให้เกิดปฏิกิริยาการแพ้
17. ไม่เป็นพิษ (non-toxic) และสารก่อมะเร็ง (non-carcinogenic)
18. ไม่กัดกร่อนเนื้อเยื่อและเครื่องมือ
19. ไม่ทำให้ฟันเปลี่ยนสี
20. ใช้ง่ายและราคาไม่แพง

สามารถทำความสะอาดได้อย่างสมบูรณ์จำเป็นต้องเพิ่มระยะเวลาในการล้างให้มากขึ้น[26] Park E และคณะ[27] ได้แสดงว่าการล้างคลองรากฟันด้วยอัตราการไหลของน้ำยามากกว่า 4 มิลลิลิตรต่อนาทีไม่ได้ทำให้ประสิทธิภาพของการล้างเพิ่มมากขึ้น ทั้งยังเพิ่มความเสี่ยงต่อการฉีดน้ำยาเกินออกไปนอกคลองรากฟันอีกด้วย ดังนั้น 4 มิลลิลิตรต่อนาทีจึงเป็นอัตราการล้างคลองรากฟันที่ให้ประสิทธิภาพสูงสุดและมีความเสี่ยงน้อยที่สุด

การทำให้โซเดียมไฮโปคลอไรท์มีอุณหภูมิสูงขึ้นจะช่วยเพิ่มประสิทธิภาพของน้ำยาในการล้างคลองรากฟันได้ Cunningham WT และ Balekjian AY[28] ได้แสดงว่าการเพิ่มอุณหภูมิของโซเดียมไฮโปคลอไรท์ จาก 22 องศาเซลเซียสเป็น 37 องศาเซลเซียสทำให้ความสามารถในการละลายเนื้อเยื่อเพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญ นอกจากนี้ยังสรุปว่าโซเดียมไฮโปคลอไรท์ความเข้มข้นร้อยละ 2.6 ที่อุณหภูมิ 37 องศาเซลเซียสมีประสิทธิภาพในการละลายเนื้อเยื่อเท่ากับความเข้มข้นร้อยละ 5.25 ที่อุณหภูมิ 22 องศาเซลเซียส ต่อมา Cunningham WT และ Joseph SW[29] พบว่าโซเดียมไฮโปคลอไรท์ความเข้มข้นร้อยละ 2.6 ที่อุณหภูมิ 37 องศาเซลเซียสมีประสิทธิภาพในการฆ่าเชื้อแบคทีเรียได้ดีกว่าที่อุณหภูมิ 22 องศาเซลเซียสอย่างมีนัยสำคัญ ดังนั้น โซเดียมไฮโปคลอไรท์ที่มีความเข้มข้นต่ำ ซึ่งจะมีการระคายเคืองต่อเนื้อเยื่อน้อยกว่า สามารถเพิ่มประสิทธิภาพทั้งในการละลายเนื้อเยื่อและการฆ่าเชื้อแบคทีเรียได้โดยการเพิ่มอุณหภูมิของน้ำยาด้วยการอุ่นกระบอกฉีดยาที่มีโซเดียมไฮโปคลอไรท์ในอ่างน้ำควบคุมอุณหภูมิ (water bath) ก่อนใช้ล้างคลองรากฟัน ซึ่งอุณหภูมิของโซเดียมไฮโปคลอไรท์ที่ใช้ล้างคลองรากฟันไม่ควรสูงกว่าอุณหภูมิร่างกายเกิน 2-3 องศาเซลเซียส เนื่องจากอาจทำให้เกิดอันตรายต่อเซลล์ของเอ็นยึดปริทันต์ (periodontal ligament) ได้

การกระตุ้นให้เกิดการเคลื่อนที่ของน้ำยาล้างคลองรากฟัน (agitation) เป็นอีกปัจจัยหนึ่งที่มีผลต่อการเพิ่มประสิทธิภาพการละลายเนื้อเยื่อของโซเดียมไฮโปคลอไรท์ได้เป็นอย่างมาก[18,25,30] การกระตุ้นให้เกิดการเคลื่อนที่ของโซเดียมไฮโปคลอไรท์อย่างต่อเนื่อง จะส่งผลให้เกิดการละลายเนื้อเยื่อที่เร็วที่สุด[18] ซึ่งอาจทำได้โดยการขยับแท่งกัตตาเปอร์ชาขึ้นลง (manual dynamic agitation) หรือการใช้เครื่องมืออัลตราโซนิก (ultrasonic agitation)

การศึกษาของ Morris MD และคณะ[31] Ari H และคณะ[32] พบว่าการล้างคลองรากฟันด้วยโซเดียมไฮโปคลอไรท์จะทำให้ค่าความแข็งแรงพันธะ (bond strength) ระหว่างซีเมนต์ชนิดเรซิน (resin cement) กับผนังคลองรากฟันลดลงอย่างมาก ซึ่งสอดคล้องกับการศึกษาของ Ozturk B และ Ozer F[33] ที่พบว่าโซเดียมไฮโปคลอไรท์มีผลลดค่าความแข็งแรงพันธะของสารยึดติด (bonding agents) กับผนังโพรงเนื้อเยื่อใน (pulp chamber wall) อย่างไรก็ตาม มีการศึกษาพบว่าการลดลงของความแข็งแรงพันธะระหว่างเรซินกับเนื้อฟันนี้สามารถผันกลับได้อย่างสมบูรณ์โดยการใช้โซเดียมแอสคอร์เบท (sodium ascorbate) ความเข้มข้นร้อยละ 10.0 ล้างคลองรากฟัน หลังจากล้างด้วยโซเดียมไฮโปคลอไรท์แล้ว[31] โซเดียมแอสคอร์เบทเป็นสารต้านอนุมูลอิสระที่มีประสิทธิภาพสูง สามารถลดอนุมูลอิสระที่เกิดขึ้น ทำให้กระบวนการ polymerization ของเรซินเกิดได้อย่างสมบูรณ์ เป็นการเพิ่มความแข็งแรงพันธะของเรซินกับเนื้อฟันภายหลังการล้างด้วยโซเดียมไฮโปคลอไรท์

มีการศึกษาพบว่าโซเดียมไฮโปคลอไรท์มีผลลดความแข็งแรงและเปลี่ยนแปลงคุณสมบัติทางกายภาพของเนื้อฟัน ทำให้ elastic modulus และ flexural strength ของเนื้อฟันลดลง โดยน้ำยาที่มีความเข้มข้นสูงจะมีผลกระทบต่อเนื้อฟันมากกว่าความเข้มข้นต่ำ[34]

รายงานของ Zou L และคณะ[35] พบว่าความลึกของการซึมผ่านของโซเดียมไฮโปคลอไรท์เข้าไปในท่อเนื้อฟัน (dentinal tubules) มีค่าระหว่าง 77-300 ไมโครเมตร ซึ่งความเข้มข้น อุณหภูมิของโซเดียมไฮโปคลอไรท์ และระยะเวลาที่น้ำยาสัมผัสกับผนังคลองรากฟันเป็นปัจจัยที่มีผลต่อการซึมผ่านของน้ำยา เมื่อปัจจัยเหล่านี้มีค่า

เพิ่มขึ้นจะทำให้โซเดียมไฮโปคลอไรท์สามารถซึมผ่านเข้าไปในท่อเนื้อฟันได้ลึกมากขึ้น

คุณสมบัติของโซเดียมไฮโปคลอไรท์ได้สรุปไว้ในตารางที่ 2[13]

ความเป็นพิษต่อเนื้อเยื่อของโซเดียมไฮโปคลอไรท์จะทำให้เกิดภาวะเม็ดเลือดแดงแตก แผลเยื่อบุผิว รวมทั้งอาจมีการตายของเนื้อเยื่อ (necrosis) เกิดขึ้นด้วย นอกจากนี้ ผู้ป่วยบางรายอาจมีปฏิกิริยาการแพ้ต่อโซเดียมไฮโปคลอไรท์ได้[36] อุบัติเหตุระหว่างการล้างคลองรากฟันเกิดขึ้นได้หลายแบบได้แก่ การกระเซ็นของน้ำยาเข้าไปในดวงตาหรือเสื้อผ้าของผู้ป่วยหรือทันตแพทย์ การฉีดน้ำยาเกินออกไปนอกคลองรากฟันซึ่งอาจเป็นผลมาจากคลองรากฟันมีรูเปิดปลายรากกว้างไม่มีจุดสิ้นสุดการทำงาน (apical stop) รอยทะลุด้านข้างของคลองรากฟัน (lateral perforation) มีการแตกร้าวของรากฟัน หรือวิธีการล้างที่ไม่เหมาะสม เช่น ออกแรงดันน้ำยามากเกินไป หรือเข็มล้างเบียดติดกับผนังคลองรากฟัน[37] โซเดียมไฮโปคลอไรท์ที่ถูกฉีดเกินออก ไปนี้จะทำให้เกิดการระคายเคืองต่อเนื้อเยื่อรอบรากฟัน มีการทำลายเนื้อเยื่อในบริเวณกว้าง ผู้ป่วยจะมีอาการปวดบวมอย่างรุนแรงทันที อาการบวมอาจลุกลามไปยังบริเวณใบหน้า ริมฝีปากหรือบริเวณใต้เบ้าตา ด้านที่ได้รับอันตรายจากน้ำยาอาจมีเลือดออกในคลองรากฟันรวมทั้งผิวหนังและเยื่อเมือก ทำให้เกิดเป็นจ้ำเลือดขึ้นภายหลังได้ นอกจากนี้ โซเดียมไฮโปคลอไรท์ยังอาจทำให้ผิวหนังเปลี่ยนเป็นสีดำไหม้ เนื่องจากน้ำยาซึมเข้าไปในเนื้อเยื่อใต้ผิวหนัง ถ้าหากน้ำยาเข้าไปใน maxillary sinus จะทำให้มีรสชาติคลอรีนหรือเกิดการระคายเคืองต่อเนื้อเยื่อในคอได้ ผู้ป่วยบางรายอาจมีอาการชาแบบชั่วคราวร่วมด้วย นอกจากนี้ กระดูกเนื้อโปร่ง (cancellous bone) จะถูกทำลายโดยโซเดียมไฮโปคลอไรท์ทำให้กระดูกมีความหนาแน่นน้อยลง มีการตายของเซลล์ และอาจมีการติดเชื้อตามมาได้[38]

ดังนั้น ในการล้างคลองรากฟันด้วยโซเดียมไฮโปคลอไรท์จึงต้องทำด้วยความระมัดระวังไม่ให้มีการรั่วซึมของน้ำยาออกจากโพรงฟันและคลองรากฟัน วิธีป้องกันอันตรายจากการล้างคลองรากฟันด้วยโซเดียมไฮโปคลอไรท์แสดงในตารางที่ 3[39]

ถึงแม้ว่าการป้องกันอันตรายจากโซเดียมไฮโปคลอไรท์จะเป็นสิ่งสำคัญที่สุด แต่อุบัติเหตุของโซเดียมไฮโปคลอไรท์ก็อาจเกิดขึ้นได้ อย่างไรก็ตาม เมื่อเกิดอุบัติเหตุของโซเดียมไฮโปคลอไรท์ขึ้น มีแนวทางในการปฏิบัติดังแสดงในตารางที่ 4[39]

ระหว่างการขยายคลองรากฟันจะมีเศษสกปรกต่าง ๆ เกิดขึ้น ซึ่งอาจเป็นเศษเนื้อฟันที่เกิดจากการขยายคลอง-

ตารางที่ 2 คุณสมบัติของโซเดียมไฮโปคลอไรท์[13]

คุณสมบัติของโซเดียมไฮโปคลอไรท์
1. มีฤทธิ์ในการต้านแบคทีเรียที่ดี
2. มีประสิทธิภาพสูงในการทำลายแผ่นจุลินทรีย์ของแบคทีเรีย
3. สามารถละลายเนื้อเยื่อและอินทรียสารได้อย่างมีประสิทธิภาพ
4. ไม่สามารถละลายอนินทรียสาร จึงไม่สามารถกำจัดชั้นสเมียร์ได้อย่างสมบูรณ์
5. สลายตัวอย่างรวดเร็ว ทำให้คงฤทธิ์ได้ไม่นานหลังการล้างคลองรากฟัน
6. หล่อลื่นในคลองรากฟัน
7. ออกฤทธิ์ได้เร็ว
8. ทำให้ความแข็งแรงพันธะระหว่างเรซินกับเนื้อฟันลดลง
9. มีผลลดความแข็งแรงและเปลี่ยนแปลงคุณสมบัติทางกายภาพของเนื้อฟัน
10. มีความเป็นพิษต่อเนื้อเยื่อ ทำให้เกิดการทำลายเนื้อเยื่อบริเวณกว้าง
11. ทำให้เกิดปฏิกิริยาการแพ้ได้น้อย
12. การล้างคลองรากฟันด้วยโซเดียมไฮโปคลอไรท์ซ้ำหลังจากล้างด้วย EDTA แล้ว จะทำให้เกิดการสึกกร่อนของผนังคลองรากฟันได้

ตารางที่ 3 วิธีป้องกันอันตรายจากการล้างคลองรากฟันด้วยโซเดียมไฮโปคลอไรท์[39]

วิธีป้องกันอันตรายจากการล้างคลองรากฟันด้วยโซเดียมไฮโปคลอไรท์
1. ใส่แผ่นยางกันน้ำลายที่แนบสนิททุกครั้งระหว่างการรักษาคลองรากฟัน
2. ใช้ rubber stopper และวัดความยาวของเข็มล้างที่ใส่ในคลองรากฟันซึ่งควรสั้นกว่าระยะทำงาน (working length) อย่างน้อย 2 มิลลิเมตร
3. เข็มล้างต้องไม่เบียดติดกับผนังคลองรากฟัน
4. เดินน้ำยาช้า ๆ (ไม่เกิน 4 มิลลิลิตรต่อนาที)
5. หลีกเลี่ยงการใช้แรงดันที่มากเกินไปในการล้างคลองรากฟัน ควรใช้นิ้วชี้ดันก้านกระบอกสูบแทนนิ้วโป้ง
6. กรณีที่ไม่แน่ใจว่าเครื่องมือที่ใส่อยู่ในคลองรากฟันหรือไม่ ควรหยุดล้างคลองรากฟันและตรวจสอบด้วยภาพรังสีก่อน
7. ในการขยายคลองรากฟันควรมีจุดสิ้นสุดการทำงาน (apical stop) ที่ดี
8. ผู้ป่วยและทันตแพทย์ควรสวมแว่นตาและเสื้อคลุมสำหรับป้องกันอันตรายจากน้ำยาตลอดเวลา

ตารางที่ 4 แนวทางในการปฏิบัติเมื่อผู้ป่วยได้รับอันตรายจากโซเดียมไฮโปคลอไรท์[39]

แนวทางในการปฏิบัติเมื่อผู้ป่วยได้รับอันตรายจากโซเดียมไฮโปคลอไรท์
1. ล้างคลองรากฟันด้วยน้ำเกลือทันที
2. ควบคุมอาการปวดโดยการฉีดยาชาเฉพาะที่เพิ่ม ซึ่งควรเป็นยาชาชนิดที่ออกฤทธิ์ได้นาน เช่น bupivacaine
3. ใช้แคลเซียมโฮดรอกไซด์เป็นยาใส่ในคลองรากฟันแล้วปิดด้วยวัสดุอุดชั่วคราว โดยไม่เปิดทางเข้าสู่คลองรากฟันทิ้งไว้
4. ให้ยาระงับปวด: Paracetamol 500 มิลลิกรัมสลับกับ Ibuprofen 400–600มิลลิกรัม ทุก 6 ชั่วโมง
5. ประคบน้ำอุ่นรวมทั้งให้ผู้ป่วยบ้วนปากด้วยน้ำอุ่นบ่อย ๆ เพื่อกระตุ้นการไหลเวียนเลือดบริเวณนั้น
6. ให้ข้อมูลและสร้างความมั่นใจแก่ผู้ป่วย
7. เฝ้าสังเกตอาการผู้ป่วย
8. ส่งต่อผู้ป่วยไปห้องฉุกเฉินในกรณีที่อาการลุกลามมากหรือผู้ป่วยหายใจไม่สะดวก (airway compromise)
9. ติดตามอาการผู้ป่วยภายใน 24 ชั่วโมงและหลังจากนั้นอย่างสม่ำเสมอ
10. ให้ยาปฏิชีวนะเฉพาะกรณีที่มีการติดเชื้อร่วมด้วย

รากฟันหรือเนื้อเยื่อในที่หลงเหลืออยู่ในคลองรากฟัน เศษสกปรกเหล่านี้จะสะสมเป็นชั้นปกคลุมท่อเนื้อฟันของผนังคลองรากฟัน และถูกเรียกว่าชั้นสเมียร์ (smear layer) ซึ่งมีส่วนประกอบที่เป็นทั้งสารอินทรีย์และสารอนินทรีย์ อาจมีแบคทีเรียรวมอยู่ด้วย มีความหนาประมาณ 1–2 ไมโครเมตร โดยมีทั้งแบบที่เป็นชั้นเกาะอย่างหลวม ๆ บนผิวของผนังคลองรากฟันและแบบที่ฝังลึกเข้าไปในท่อเนื้อฟัน (dentinal tubules) การที่ชั้นสเมียร์ไม่ถูกกำจัดออกไปจะเป็นที่สะสมของแบคทีเรีย ซึ่งอาจเพิ่มจำนวนมากขึ้นทำให้ยังคงมีแบคทีเรียหลงเหลืออยู่ในคลองรากฟัน ชั้นสเมียร์อาจปิดกั้นการแทรกซึมของยาที่ใส่ในคลองรากฟันซึ่งจะเข้าไปทำลายแบคทีเรียที่อยู่ในท่อเนื้อฟัน นอกจากนี้ชั้นสเมียร์อาจมีผลทำให้ความแนบสนิทของวัสดุอุดคลองรากฟันกับผนังคลองรากฟันลดลง[40] มีผลทำให้เกิดความล้มเหลวในการรักษาคลองรากฟัน

การกำจัดชั้นสเมียร์โดยปกติจะใช้น้ำยาล้างคลองรากฟัน 2 ชนิดร่วมกัน โดยใช้โซเดียมไฮโปคลอไรท์เป็นน้ำยาหลักสำหรับการล้างคลองรากฟันในระหว่างการขยายคลองรากฟันเพื่อช่วยทำลายแบคทีเรีย ละลายเนื้อเยื่อใน กำจัดอินทรียสาร รวมทั้งชำระล้างเศษสกปรกต่าง ๆ ออกจากคลองรากฟันแต่ไม่สามารถกำจัดชั้นสเมียร์ได้อย่างสมบูรณ์เนื่องจากไม่สามารถกำจัดอนินทรียสารที่เป็นส่วนประกอบของชั้นสเมียร์ได้ ดังนั้น หลัง

จากขยายคลองรากฟันและล้างด้วยโซเดียมไฮโปคลอไรท์เสร็จเรียบร้อยแล้วจะใช้ ethylenediaminetetraacetic-acid (EDTA) เป็นน้ำยาล้างคลองรากฟันครั้งสุดท้ายก่อนอุดคลองรากฟัน

EDTA (Ethylenediaminetetraacetic acid)

เป็นสารคีเลท (chelating agent) มีคุณสมบัติในการกำจัดอินทรียสารและมีความเป็นพิษต่ำ แต่ไม่สามารถกำจัดอินทรียสารรวมทั้งมีฤทธิ์ในการทำลายแบคทีเรียน้อยมาก ดังนั้น จึงไม่ควรใช้เป็นน้ำยาหลักสำหรับการล้างคลองรากฟัน ต้องใช้ร่วมกับโซเดียมไฮโปคลอไรท์ซึ่งจะช่วยกำจัดส่วนประกอบที่เป็นอินทรียสารของชั้นสเมียร์ทำให้สามารถกำจัดชั้นสเมียร์ได้อย่างสมบูรณ์ โดยทั่วไปจะใช้ EDTA ความเข้มข้นร้อยละ 17.0 เป็นน้ำยาล้างคลองรากฟันครั้งสุดท้ายหลังจากล้างด้วยโซเดียมไฮโปคลอไรท์ เพื่อกำจัดอินทรียสารซึ่งเป็นส่วนประกอบของชั้นสเมียร์[13,26,41] และหลังจากล้างคลองรากฟันด้วย EDTA แล้วไม่ควรล้างด้วยโซเดียมไฮโปคลอไรท์ซ้ำอีก เนื่องจากจะทำให้เกิดการสึกกร่อนของผนังคลองรากฟันได้[41,42] ซึ่งอาจทำให้ความแข็งแรงของเนื้อฟันลดลง ระยะเวลาที่แนะนำสำหรับการล้างคลองรากฟันด้วย EDTA เพื่อกำจัดชั้นสเมียร์คือประมาณ 2 นาที แต่ในชั้นสเมียร์ที่หนาอาจต้องใช้เวลานานกว่านี้[23,43] Grawehr M และคณะ[44] ศึกษาปฏิกิริยาเคมีระหว่าง EDTA กับโซเดียมไฮโปคลอไรท์พบว่า เมื่อน้ำยาสองชนิดนี้ผสมกัน EDTA ยังคงรักษาความสามารถในการละลายอินทรียสารไว้ได้ แต่จะทำให้ประสิทธิภาพในการละลายเนื้อเยื่อของโซเดียมไฮโปคลอไรท์ลดลงอย่างมาก ดังนั้น EDTA และโซเดียมไฮโปคลอไรท์จึงควรใช้แยกกันไม่ควรนำมาผสมกัน ควรล้างคลองรากฟันด้วย EDTA หลังจากล้างด้วยโซเดียมไฮโปคลอไรท์เรียบร้อยแล้ว

Hayashi M และคณะ[45] พบว่าการล้างคลองรากฟันโดยใช้โซเดียมไฮโปคลอไรท์แล้วตามด้วย EDTA เพื่อกำจัดชั้นสเมียร์ได้อย่างสมบูรณ์ จะทำให้การยึดติดของซีเมนต์ชนิดเรซินกับผนังคลองรากฟันมีประสิทธิภาพดียิ่งขึ้น

กรดซิตริก (citric acid)

กรดซิตริกความเข้มข้นร้อยละ 10.0 สามารถใช้แทน EDTA เพื่อกำจัดชั้นสเมียร์ได้อย่างปลอดภัย[39] โดยใช้เป็นน้ำยาล้างคลองรากฟันครั้งสุดท้ายก่อนอุดคลองรากฟันและไม่ควรล้างด้วยโซเดียมไฮโปคลอไรท์ซ้ำอีก เช่นเดียวกับ EDTA เนื่องจากจะทำให้เกิดการสึกกร่อนของเนื้อฟันได้ นอกจากนี้ การที่กรดซิตริกมีฤทธิ์ค่อนข้างรุนแรงกว่า EDTA ถ้าล้างคลองรากฟันด้วยโซเดียมไฮโปคลอไรท์หลังการ ล้างด้วยกรดซิตริกจะทำให้เกิดการสึกกร่อนของผนังคลองรากฟันได้มากกว่าหลังการล้างด้วย EDTA[42]

HEBP (etidronic acid)

เป็นสารคีเลทที่มีประสิทธิภาพในการละลายอินทรียสารต่ำกว่าEDTA แต่สามารถผสมกับโซเดียมไฮโปคลอไรท์ได้โดยไม่ทำให้ประสิทธิภาพของโซเดียมไฮโปคลอไรท์ลดลง[23] ดังนั้น เมื่อนำมาใช้ในการล้างคลองรากฟันจึงแนะนำให้ใช้ HEBP ผสมกับโซเดียมไฮโปคลอไรท์เพื่อให้มีคุณสมบัติที่สมบูรณ์ยิ่งขึ้น Paque F และคณะ[46] พบว่าสารผสมของ HEBP กับโซเดียมไฮโปคลอไรท์จะช่วยลดการสะสมของเศษเนื้อเยื่อแข็งในคลองรากฟันระหว่างการขยายคลองรากฟันด้วยเครื่อง (rotary instrumentation) ได้

คลอร์เฮกซิดีน (Chlorhexidine: CHX)

เป็นสารอีกชนิดหนึ่งที่นำมาใช้เป็นน้ำยาล้างคลองรากฟัน มีคุณสมบัติในการทำลายแบคทีเรียได้อย่างมีประสิทธิภาพ[47,48] มีขอบเขตการออกฤทธิ์กว้างสามารถออกฤทธิ์ต่อแบคทีเรียทั้งแกรมบวกและแกรมลบ ฤทธิ์การต้านแบคทีเรียของคลอร์เฮกซิดีนเกิดจากการทำลายเยื่อหุ้มเซลล์ของแบคทีเรียทำให้สมดุลออสโมติก (osmotic balance) เสียไป เกิดการรั่วซึมของสารภายใน

เซลล์แบคทีเรียออกมานอกเซลล์และเกิดการตกตะกอนของ cytoplasm ซึ่งทำให้แบคทีเรียตายได้ นอกจากนี้ คลอร์เฮกซิดีนยังสามารถคงอยู่ในเนื้อฟัน (substantivity) และคงฤทธิ์ในการทำลายแบคทีเรียในคลองรากฟันต่อเนื่องนานถึง 12 สัปดาห์[49] ซึ่งจะช่วยป้องกันการติดเชื้อซ้ำในระหว่างการรักษาคลองรากฟัน ฤทธิ์ในการทำลายแบคทีเรียนี้มีความสัมพันธ์โดยตรงกับความเข้มข้นของคลอร์เฮกซิดีน[50] โดยปกตินิยมใช้คลอร์เฮกซิดีนเป็นน้ำยาบ้วนปากและล้างใต้เหงือกในการรักษาโรคปริทันต์ จะไม่ทำให้เกิดความระคายเคืองต่อเนื้อเยื่อปริทันต์ คลอร์เฮกซิดีนที่นำมาใช้เป็นน้ำยาบ้วนปากมีความเข้มข้นร้อยละ 0.1 - 0.2 ซึ่งมีฤทธิ์ยับยั้งการเจริญเติบโตของแบคทีเรียเท่านั้น แต่ที่นำมาใช้ล้างคลองรากฟันจะมีความเข้มข้นร้อยละ 2.0 เพื่อให้มีฤทธิ์ฆ่าเชื้อแบคทีเรีย

การศึกษาของ Jeansonne MJ และ White RR[51] Gomes BP และคณะ[22] พบว่าคลอร์เฮกซิดีนความเข้มข้นร้อยละ 2.0 มีประสิทธิภาพในการทำลายแบคทีเรียได้ในระดับเดียวกับโซเดียมไฮโปคลอไรท์ความเข้มข้นร้อยละ 5.25

จากการที่คลอร์เฮกซิดีนมีการระคายเคืองต่อเนื้อเยื่อน้อยและมีความเป็นพิษต่ำกว่าโซเดียมไฮโปคลอไรท์[52] จึงมีการนำมาใช้เป็นน้ำยาล้างคลองรากฟันแทนโซเดียมไฮโปคลอไรท์ในกรณีที่คาดว่ามีความเสี่ยงสูงที่น้ำยาจะถูกดันออกนอกคลองรากฟัน เช่น มีรูทะลุของคลองรากฟัน หรือคลองรากฟันมีรูเปิดปลายรากขนาดใหญ่ (open apex) รวมทั้งในกรณีที่ไม่สามารถใส่แผ่นยางกันน้ำลายได้[39] อย่างไรก็ตาม คลอร์เฮกซิดีนมีข้อด้อยคือขาดคุณสมบัติในการละลายเนื้อเยื่อใน รวมทั้งอินทรียสารที่อาจหลงเหลืออยู่ในคลองรากฟัน และมีประสิทธิภาพในการทำลายแผ่นจุลินทรีย์ของแบคทีเรียน้อยกว่าโซเดียมไฮโปคลอไรท์[21,24] รวมทั้งไม่สามารถกำจัดชั้นสเมียร์ มีราคาแพง และหาซื้อได้ยากกว่าโซเดียมไฮโปคลอไรท์ จึงไม่สามารถนำมาใช้เป็นน้ำยาหลักสำหรับการล้างคลองรากฟันแทนโซเดียมไฮโปคลอไรท์ได้ในทุกกรณี มีการนำคลอร์เฮกซิดีนมาใช้เป็นน้ำยาล้างคลองรากฟันครั้งสุดท้ายหลังจากกำจัดชั้นสเมียร์ด้วย EDTA แล้ว เนื่องจากไม่ทำให้เกิดการสึกกร่อนของผนังคลองรากฟันเหมือนที่เกิดจากการล้างด้วยโซเดียมไฮโปคลอไรท์ Zehnder M[23] ได้แนะนำการเตรียมคลองรากฟันก่อนอุดคลองราก โดยการล้างคลองรากฟันด้วยโซเดียมไฮโปคลอไรท์เพื่อทำลายแบคทีเรียและละลายอินทรียสาร แล้วล้างด้วย EDTA เพื่อกำจัดชั้นสเมียร์ หลังจากนั้นล้างตามด้วยคลอร์เฮกซิดีนเพื่อเพิ่มขอบเขตการออกฤทธิ์ทำลายแบคทีเรีย และสามารถคงฤทธิ์การทำลายแบคทีเรียในคลองรากฟันได้เป็นเวลานาน แต่อย่างไรก็ตาม มีการศึกษาพบว่าการใช้คลอร์เฮกซิดีนเป็นน้ำยาล้างคลองรากฟันครั้งสุดท้ายอาจมีผลเชิงลบต่อการหายของรอยโรครอบปลายรากฟัน ทำให้อัตราของความล้มเหลวในการรักษาเพิ่มขึ้น[53] นอกจากนี้มีรายงานเกี่ยวกับอาการแพ้ของคลอร์เฮกซิดีนซึ่งอาจทำให้เกิดอาการรุนแรงเฉียบพลัน (anaphylaxis) ได้[54]

Santos JN และคณะ[55]พบว่าการล้างโพรงเนื้อเยื่อใน (pulp chamber) ด้วยคลอร์เฮกซิดีนความเข้มข้นร้อยละ 2.0 ไม่มีผลต่อความแข็งแรงพันธะระหว่างเรซินกับเนื้อฟัน นอกจากนี้ คลอร์เฮกซิดีนยังสามารถทำให้ความแข็งแรง พันธะดังกล่าวมีความคงทนมากขึ้นอย่างมีนัยสำคัญ[56]

คลอร์เฮกซิดีนจะทำปฏิกิริยาเคมีกับโซเดียมไฮโปคลอไรท์ ทำให้เกิดการตกตะกอนได้สารที่มีสีน้ำตาลซึ่งมีส่วนประกอบหลักคือพาราคลอโรอนิลีน (parachloroaniline: PCA)[57,58] ที่เชื่อว่าเป็นสารก่อมะเร็ง รวมทั้งอาจทำให้ฟันเปลี่ยนสีและปิดบริเวณท่อเนื้อฟัน (dentinal tubules)[59] ซึ่งจะขัดขวางการออกฤทธิ์ทำลายแบคทีเรียของน้ำยาล้างคลองรากฟันในบริเวณนี้ และอาจทำให้ความแนบสนิทของวัสดุอุดคลองรากฟันลดลง[13,60] อีกทั้งยังอาจมีผลต่อการยึดติดของวัสดุอุดคลองรากฟันชนิดเรซินได้[57] ดังนั้นควรล้างคลองรากฟันด้วยน้ำเกลือหรือน้ำกลั่นระหว่างการล้างด้วยน้ำยาสองชนิดดังกล่าว[61] หรือซับคลองรากฟันให้แห้งก่อนล้างด้วยน้ำยาอีกชนิด[23] เพื่อไม่ให้น้ำยาทั้งสองสัมผัสกัน สำหรับคุณสมบัติของ

คลอร์เฮกซิดีนได้สรุปไว้ในตารางที่ 5[13]

QMiX, MTAD และTetraclean

เป็นน้ำยาล้างคลองรากฟันประเภทที่เป็น combination products โดย QMiX (Dentsply Tulsa Dental, Johnson City, TN) จะประกอบด้วย EDTA คลอร์เฮกซิดีนและสารลดแรงตึงผิว (surfactant) ส่วน MTAD (Dentsply Tulsa Dental, Johnson City, TN) และ Tetraclean (Ogna Laboratori Farmaceutici, Milano, Italy) จะมีกรดซิตริก doxycycline และสารลดแรงตึงผิวเป็นส่วนประกอบซึ่งมีความเข้มข้นของ doxycycline และชนิดของสารลดแรงตึงผิวที่แตกต่างกัน น้ำยาทั้งสองชนิดนี้มีคุณสมบัติในการกำจัดชั้นสเมียร์ที่ดีเนื่องจากมีกรดซิตริกเป็นส่วนประกอบ[62] นอกจากนี้ MTAD ยังมีผลให้เกิดการทำลายเนื้อฟันน้อยและมีความเข้ากันได้กับเนื้อเยื่อเป็นอย่างดี[63]

ทั้ง QMiX, MTAD และ Tetraclean มีสารลดแรงตึงผิวเป็นส่วนประกอบ ซึ่งน้ำยาล้างคลองรากฟันที่ดีควรมีแรงตึงผิวต่ำเพื่อช่วยให้น้ำยาสามารถแทรกซึมเข้าไปทำความสะอาดในบริเวณต่าง ๆ ของระบบคลองรากฟัน รวมทั้งท่อเนื้อฟันได้ดีขึ้นและเปลี่ยนกับน้ำยาล้างคลองรากฟันใหม่ ๆ ได้เร็วขึ้น เป็นการเพิ่มประสิทธิภาพของน้ำยาล้างคลองรากฟัน[64] Wang Z และคณะ[65] พบว่าการเติมสารลดแรงตึงผิวในน้ำยาฆ่าเชื้อจะทำให้น้ำยามีประสิทธิภาพในการทำลายแบคทีเรีย *E. faecalis* ในท่อเนื้อฟันเพิ่มขึ้น นอกจากนี้ มีการศึกษาที่แสดงว่า การเติมสารลดแรงตึงผิวและสารต้านจุลชีพลงใน EDTA หรือกรดซิตริกจะทำให้น้ำยาเหล่านี้มีประสิทธิภาพในการทำลายแบคทีเรียเพิ่มขึ้นอย่างมาก[24] ดังนั้น QMiX, MTAD และ Tetraclean จึงเป็นน้ำยาล้างคลองรากฟันที่นอกจากจะมีคุณสมบัติในการกำจัดชั้นสเมียร์ที่ดีแล้ว ยังสามารถทำลายแบคทีเรียได้อย่างมีประสิทธิภาพอีกด้วย[66-68] ทำให้ไม่จำเป็นต้องล้างคลองรากฟันด้วยโซเดียมไฮโปคลอไรท์ซ้ำหลังจากล้างด้วยน้ำยาดังกล่าวแล้วซึ่งจะช่วยลดโอกาสเกิดการสึกกร่อนของเนื้อฟันได้

Shabahang S และคณะ[67] พบว่าการล้างคลองรากฟันโดยใช้โซเดียมไฮโปคลอไรท์ความเข้มข้นร้อยละ 5.25 แล้วตามด้วย MTAD นาน 5 นาทีเป็นน้ำยาล้างครั้งสุดท้ายจะมีประสิทธิภาพในการทำลายแบคทีเรียสูงกว่าการล้างด้วยโซเดียมไฮโปคลอไรท์ความเข้มข้นร้อยละ

ตารางที่ 5 คุณสมบัติของคลอร์เฮกซิดีน[13]

คุณสมบัติของคลอร์เฮกซิดีน
1. มีคุณสมบัติในการทำลายแบคทีเรียได้อย่างมีประสิทธิภาพขอบเขตการออกฤทธิ์กว้างสามารถออกฤทธิ์ต่อแบคทีเรียทั้งแกรมบวก และแกรมลบ
2. สามารถถูกดูดซับคงอยู่ในเนื้อฟันและคงฤทธิ์ในการทำลายแบคทีเรียในคลองรากฟันต่อเนื่องนานถึง 12 สัปดาห์
3. ประสิทธิภาพในการทำลายแผ่นจุลินทรีย์ของแบคทีเรียน้อยกว่าโซเดียมไฮโปคลอไรท์อย่างมีนัยสำคัญ
4. ขาดคุณสมบัติในการละลายเนื้อเยื่อใน อินทรียสาร รวมทั้งอนินทรียสาร
5. ไม่สามารถกำจัดชั้นสเมียร์
6. มีการระคายเคืองต่อเนื้อเยื่อน้อยและมีความเป็นพิษต่ำ
7. มีความเข้ากันได้กับเนื้อเยื่อเป็นอย่างดี
8. ไม่ทำให้เกิดการสึกกร่อนของผนังคลองรากฟัน จึงไม่ทำให้การรั่วซึมของวัสดุอุดคลองรากฟันเพิ่มขึ้น
9. ไม่มีผลต่อความแข็งแรงพันธะระหว่างเรซินกับเนื้อฟัน นอกจากนี้ยังสามารถทำให้ความแข็งแรงพันธะที่เกิดขึ้นมีความคงทนมากขึ้นอย่างมีนัยสำคัญ
10. อาจทำให้เกิดอาการแพ้ชนิดที่รุนแรงเฉียบพลัน (anaphylaxis) ได้
11. คลอร์เฮกซิดีนทำปฏิกิริยาเคมีกับโซเดียมไฮโปคลอไรท์เกิดการตกตะกอนได้สารที่มีสีน้ำตาล ซึ่งอาจทำให้ความแนบสนิทของวัสดุอุดคลองรากฟันลดลงได้

5.25 ตามด้วย EDTA ความเข้มข้นร้อยละ 17.0 นาน 1 นาที แล้วล้างด้วยโซเดียมไฮโปคลอไรท์ความเข้มข้นร้อยละ 5.25 อีก 5 นาทีเป็นน้ำยาล้างครั้งสุดท้าย

อย่างไรก็ตาม ไม่ควรใช้ QMiX, MTAD และ Tetraclean เป็นน้ำยา หลักสำหรับการล้างคลองรากฟัน เนื่องจากไม่มีคุณสมบัติในการละลายอินทรียสารและมีประสิทธิภาพในการทำลายแผ่นจุลินทรีย์ของแบคทีเรียน้อยกว่าโซเดียมไฮโปคลอไรท์[15,21,69] จึงควรใช้เป็นน้ำยาล้างคลองรากฟันเสริมจากโซเดียมไฮโปคลอไรท์เท่านั้น ไม่ควรใช้แทนโซเดียมไฮโปคลอไรท์ โดยใช้เป็นน้ำยาล้างคลองรากฟันครั้งสุดท้ายหลังจากขยายคลองรากฟันและล้างด้วยโซเดียมไฮโปคลอไรท์ซึ่งเป็นน้ำยาหลักสำหรับการล้างคลองรากฟันเสร็จเรียบร้อยแล้ว เพื่อกำจัดชั้นสเมียร์และทำลายแบคทีเรียก่อนอุดคลองรากฟัน[13] ทั้งนี้ แม้ว่าการใช้โซเดียมไฮโปคลอไรท์ร่วมกับ QMiX ในการล้างคลองรากฟันไม่ได้ทำให้เกิดตะกอน แต่จะทำให้ฟันเปลี่ยนสีได้ ผู้ผลิตจึงแนะนำให้ล้างคลองรากฟันด้วยน้ำเกลือก่อนที่จะล้างด้วย QMiX

น้ำเกลือ (saline) และน้ำกลั่น (sterile water)

มีข้อดีคือไม่ระคายเคืองต่อเนื้อเยื่อ ราคาถูก และหาได้ง่าย มีคุณสมบัติในการชำระล้างเศษสกปรกในคลองรากฟัน แต่ขาดคุณสมบัติในการทำลายแบคทีเรียและละลายเนื้อเยื่อ จึงไม่ควรใช้เป็นน้ำยาหลักสำหรับการล้างคลองรากฟัน แต่สามารถนำมาใช้ล้างคลองรากฟันระหว่างการล้างด้วยน้ำยาสองชนิด เช่น โซเดียมไฮโปคลอไรท์และคลอร์เฮกซิดีนเพื่อป้องกันการเกิดปฏิกิริยาเคมีระหว่างน้ำยาทั้งสอง นอกจากนี้อาจนำมาใช้ล้างคลองรากฟันในกรณีที่ผู้ป่วยมีอาการแพ้น้ำยาล้างคลองรากฟันชนิดอื่นได้

Basrani B และ Haapasalo M[13] แนะนำการล้างคลองรากฟันโดยใช้โซเดียมไฮโปคลอไรท์ความเข้มข้นร้อยละ 2.5-6.0 เป็นน้ำยาล้างคลองรากฟันระหว่างการขยายคลองรากฟัน หลังจากขยายคลองรากฟันเสร็จเรียบร้อยแล้ว แนะนำให้กำจัดชั้นสเมียร์โดยการล้างคลองรากฟันก่อนอุดคลองรากด้วยวิธีใดวิธีหนึ่งดังต่อไปนี้

วิธีที่ 1 ล้างด้วย EDTA ความเข้มข้นร้อยละ 17.0 เป็นเวลา 1 นาที แล้วตามด้วยคลอร์เฮกซิดีนความเข้มข้นร้อยละ 2.0

วิธีที่ 2 ล้างด้วยน้ำเกลือแล้วตามด้วย QMiX หรือ

วิธีที่ 3 ล้างด้วย MTAD หรือ Tetraclean

วิธีล้างคลองรากฟัน

วิธีล้างคลองรากฟันในปัจจุบันมีหลายวิธี ได้แก่

1. การใช้เข็มล้างคลองรากฟันแบบปกติ เป็นการล้างคลองรากฟันวิธีดั้งเดิมที่ยังนิยมใช้กันส่วนใหญ่ในปัจจุบัน โดยการใช้กระบอกฉีดยาและเข็มล้าง การล้างคลองรากฟันวิธีนี้เป็นการล้างด้วยวิธี positive pressure โดยใช้แรงดันฉีดน้ำยาล้างคลองรากฟันเข้าไปในคลองรากฟันผ่านทางกระบอกฉีดยา ซึ่งน้ำยาควรเข้าไปได้ถึงบริเวณ 1 มิลลิเมตรจากปลายรากฟัน ดังนั้น ควรเลือกใช้เข็มล้างที่มีขนาดเล็กประมาณเบอร์ 27-30 เพื่อให้สามารถใส่เข็มเข้าไปล้างทำความสะอาดในคลองรากฟันบริเวณปลายรากได้ ขนาดของเข็มจะสัมพันธ์กับขนาดของคลองรากฟัน และควรใส่เข็มเข้าไปในคลองรากฟันจนถึงบริเวณ 3 มิลลิเมตรจากปลายรากฟัน[70] แต่การล้างคลองรากฟันในระยะแรก อาจไม่สามารถใส่เข็มไปถึงบริเวณนี้ได้ จึงควรใส่เข็มให้ลึกที่สุดแล้วถอยเข็มออกมาเล็กน้อยเพื่อให้ปลายเข็มไม่ติดกับผนังคลองรากฟัน จากนั้นเมื่อขยายคลองรากฟันให้กว้างขึ้นจะสามารถใส่เข็มเข้าไปในคลองรากฟันได้มากขึ้นจนถึงระดับความลึกที่เหมาะสม Gao Y และคณะ[71] พบว่าการล้างคลองรากฟันวิธีนี้มีการไหลเวียนของน้ำยาล้างคลองรากฟันออกไปได้เพียง 1-2 มิลลิเมตรจากปลายเข็มที่ใส่ไปในคลองรากฟัน ขึ้นกับอัตราการไหลของน้ำยาและชนิดของเข็มล้าง มีผลให้บริเวณปลายรากฟันส่วนที่เกินจากนี้เป็นตำแหน่งที่น้ำยาเข้าไปไม่ถึง ไม่มีการสัมผัสกับน้ำยาล้างคลองรากฟัน ดังนั้น จึงเป็นสิ่งที่ต้องคำนึงถึงในการล้างคลองรากฟันซึ่งควรใส่เข็มล้างให้ถึงคลองรากฟัน

บริเวณปลายราก อย่างไรก็ตาม การล้างคลองรากฟันโดยการใช้เข็มฉีดล้างนั้นน้ำยาล้างคลองรากฟันไม่สามารถแทรกซึมเข้าไปในระบบคลองรากฟันซึ่งมีความซับซ้อนได้อย่างทั่วถึง รวมทั้งในคลองรากฟันที่โค้งและแคบซึ่งอาจไม่สามารถใส่เข็มล้างเข้าไปถึงบริเวณปลายรากได้ ปัจจุบัน มีการผลิตเข็มล้างที่มีคุณสมบัติโค้งงอได้ดีเพื่อสามารถใส่เข้าไปในคลองรากฟันที่มีลักษณะดังกล่าวได้ง่ายขึ้น นอกจากนี้ การเปลี่ยนน้ำยาล้างคลองรากฟันบ่อย ๆ อย่างสม่ำเสมอจะทำให้ประสิทธิภาพของน้ำยาล้างคลองรากฟันเพิ่มขึ้นได้อย่างมาก[72]

การล้างคลองรากฟันด้วยวิธี positive pressure มีความเสี่ยงต่อการดันน้ำยาเกินออกไปนอกคลองรากฟัน จึงต้องทำการล้างด้วยความระมัดระวัง ใช้เทคนิคการล้างที่ปลอดภัย ควรเดินน้ำยาช้า ๆ ร่วมกับมีการขยับเข็มล้างคลองรากฟันขึ้นลงในแนวดิ่งอย่างช้า ๆ และฉีดน้ำยาอย่างเบามือไม่ออกแรงดันน้ำยามากจนเกินไป ควรใช้แรงดันนิ้วชี้ในการฉีดน้ำยาล้างไม่ควรใช้นิ้วหัวแม่มือ ทั้งนี้ ในการล้างคลองรากฟันทุกครั้งปลายเข็มต้องไม่ติดกับผนังคลองรากฟัน และควรใช้ side-vented needle เนื่องจากมีความปลอดภัยในการล้างคลองรากฟันมากกว่า open-ended needle โดยจะลดโอกาสของการดันน้ำยาเกินออกไปทำอันตรายต่อเนื้อเยื่อรอบปลายรากฟัน[27]

การล้างคลองรากฟันด้วยวิธีนี้จะทำให้มีฟองอากาศเกิดขึ้นในคลองรากฟันได้ ซึ่งจะขัดขวางการแทรกซึมของน้ำยาล้างคลองรากฟัน มีผลให้น้ำยาไม่สามารถผ่านเข้าไปทำความสะอาดในคลองรากฟันบริเวณที่อยู่ถัดไปทางปลายรากได้ ซึ่งปรากฏการณ์นี้เรียกว่า vapour lock[73] มีการศึกษาพบว่า ปัญหาดังกล่าวสามารถลดลงได้โดยใช้วิธีกระตุ้นให้เกิดการเคลื่อนที่ของน้ำยาด้วยมือ หรือล้างคลองรากฟันด้วยระบบเอ็นโดแวค (EndoVac)[74]

จากการที่การล้างคลองรากฟันด้วยวิธีนี้มีข้อจำกัดหลายประการดังกล่าวข้างต้น ปัจจุบันจึงได้มีการพัฒนาวิธีการและอุปกรณ์ใหม่ ๆ เพื่อเพิ่มการไหลและการแพร่ของน้ำยาล้างคลองรากฟันให้มากขึ้น โดยเฉพาะในบริเวณคลองรากฟันที่เข้าถึงได้ยาก โดยมีจุดมุ่งหมายเพื่อให้สามารถล้างคลองรากฟันได้อย่างมีประสิทธิภาพมากที่สุด นำไปสู่ความสำเร็จในการรักษาคลองรากฟัน เช่น วิธีกระตุ้นให้เกิดการเคลื่อนที่ของน้ำยาด้วยมือ การล้างด้วยระบบ EndoVac วิธีแพสซิฟ อัลตราโซนิก อิริเกชัน การล้างด้วยเครื่องมือโซนิก multisonic ultracleaning system

2. วิธีกระตุ้นให้เกิดการเคลื่อนที่ของน้ำยาด้วยมือ เป็นวิธีการล้างคลองรากฟันที่ง่าย ค่าใช้จ่ายไม่สูง และสามารถล้างคลองรากฟันได้ตลอดความยาวรากฟัน โดยการใช้แท่งกัตตาเปอร์ชา (gutta-percha cone) ที่มีขนาดแน่นพอดีกับคลองรากฟันบริเวณปลายรากภายหลังการขยายคลองรากฟันเรียบร้อยแล้ว และมีความยาวเท่ากับระยะทำงาน (working length) ใส่แท่งกัตตาเปอร์ชาลงในคลองรากฟันที่มีน้ำยาล้างคลองรากฟัน และทำการขยับแท่งกัตตาเปอร์ชาขึ้นลง (pumping motion) เป็นระยะสั้น ๆ เบา ๆ ประมาณ 2-3 มิลลิเมตร ความเร็วในการขยับแท่งกัตตาเปอร์ชา 100 ครั้งต่อนาที การล้างคลองรากฟันวิธีนี้มีประโยชน์ในการกำจัดฟองอากาศที่เกิดขึ้นในคลองรากฟันบริเวณปลายราก มีผลให้น้ำยาล้างคลองรากฟันสามารถไหลลงไปถึงตำแหน่งปลายรากฟันได้ ซึ่งช่วยเพิ่มประสิทธิภาพในการล้างคลองรากฟันให้ดียิ่งขึ้น Basrani B และ Haapasalo M[13] แนะนำให้ทำการกระตุ้นให้เกิดการเคลื่อนที่ของน้ำยาด้วยวิธีนี้หลังจากขยายคลองรากฟันเสร็จสมบูรณ์แล้ว เพื่อกำจัดฟองอากาศในคลองรากฟัน ป้องกันไม่ให้เกิด vapour lock ซึ่งจะทำให้ความสำเร็จของการรักษาคลองรากฟันเพิ่มขึ้น

3. การล้างด้วยระบบเอ็นโดแวค (EndoVac; SybronEndo, Orange, CA) เป็นการล้างคลองรากฟันด้วยวิธี apical negative pressure มีหลักการทำงานโดยจะทำให้เกิดการวนของน้ำยาล้างคลองรากฟันตลอดความยาวราก ซึ่งเป็นการเพิ่มประสิทธิภาพในการล้างคลองรากฟันบริเวณปลายราก นอกจากนี้ การที่น้ำยามีการไหลย้อนกลับจะช่วยป้องกันการดันน้ำยาออกไปนอกปลายรากฟัน ลดความเสี่ยงที่น้ำยาจะไปทำอันตรายต่อเนื้อเยื่อรอบปลายรากฟัน Nielsen BA และ Craig

Baumgartner J[75] พบว่าการล้างคลองรากฟันด้วยระบบเอ็นโดแวคมีประสิทธิภาพในการกำจัดเศษเนื้อเยื่อที่บริเวณ 1 มิลลิเมตรจากระยะทำงาน (working length) ได้ดีกว่าการใช้เข็มล้างคลองรากฟันแบบปกติอย่างมีนัยสำคัญ

การล้างคลองรากฟันในบริเวณปลายราก (apical root canal) เป็นส่วนสำคัญที่ต้องคำนึงถึงทั้งในด้านความปลอดภัยและประสิทธิภาพของการล้างอย่างทั่วถึง[27] มีการศึกษาพบว่าการล้างคลองรากฟันด้วยวิธี negative pressure สามารถทำความสะอาดคลองรากฟันบริเวณปลายรากได้ดีขึ้นเมื่อเปรียบเทียบกับการล้างด้วยวิธี positive pressure โดยไม่มีความเสี่ยงต่อการดันน้ำยาเกินออกไปนอกปลายรากฟัน[76-78]

4. วิธี Passive ultrasonic irrigation (PUI), MiniEndo (Spartan EIE Inc, San Diego, CA) ถูกนำมาใช้เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพในการทำความสะอาดคลองรากฟัน วิธีนี้เป็นการล้างคลองรากฟันด้วยเครื่องมืออัลตราโซนิกโดยเครื่องมือไม่มีการสัมผัสหรือตัดผนังคลองรากฟัน[79] แต่จะใช้พลังงานที่เกิดจากคลื่นเสียงความถี่สูง (20-26 kHz) ส่งผ่านไปยังน้ำยาล้างคลองรากฟัน มีผลให้เกิดการทำความสะอาดคลองรากฟัน ทั้งนี้ หัวอัลตราโซนิก (ultrasonic file) ต้องใส่ในคลองรากฟันโดยไม่ติดกับผนังคลองรากฟันและควรขยับไฟล์เข้าออกในขณะล้างคลองรากฟัน การล้างคลองรากฟันวิธีนี้ได้รับความนิยมมากกว่าวิธีที่มีการขยายคลองรากฟันด้วยเครื่องมืออัลตราโซนิกไปพร้อมกับการล้างคลองรากฟันซึ่งจะควบคุมเครื่องมือและเตรียมคลองรากฟันให้ได้รูปร่างตามที่ต้องการได้ยาก อาจทำให้เกิดความผิดพลาดในการขยายคลองรากฟันได้

การใช้เครื่องมืออัลตราโซนิก (ultrasonic irrigation) ในการล้างคลองรากฟัน การสั่นของเครื่องมืออัลตราโซนิกซึ่งมีรอบความถี่สูงจะทำให้เกิดปรากฏการณ์ 2 รูปแบบคือ

1) Cavitation เป็นการเกิดฟองอากาศขึ้นในมวลของน้ำยาล้างคลองรากฟันซึ่งการขยายตัว หดตัวและแตกตัวของฟองอากาศเหล่านี้จะทำให้เกิดพลังงานและแรงต่อผนังคลองรากฟันในบริเวณที่จะทำความสะอาดมากขึ้น

2) Acoustic streaming เป็นการเกิดการไหลวนของน้ำยาล้างคลองรากฟันรอบ ๆ หัวอัลตราโซนิก ทำให้เกิดแรงเฉือนของน้ำยาล้างคลองรากฟันต่อผนังคลองรากฟัน ซึ่งจะช่วยเพิ่มประสิทธิภาพของการล้างคลองรากฟัน การกระตุ้นด้วยอัลตราโซนิกทำให้น้ำยาล้างคลองรากฟันสามารถแทรกซึมผ่านไปตามท่อเนื้อฟัน หรือบริเวณคลองรากฟันที่มีลักษณะซับซ้อน รวมไปถึงบริเวณปลายรากฟันได้ดีขึ้น ช่วยให้สามารถทำความสะอาดคลองรากฟันได้อย่างทั่วถึง[80,81] และยังเพิ่มประสิทธิภาพในการกำจัดแบคทีเรียที่อยู่รวมกันเป็นแผ่นจุลินทรีย์ให้มากขึ้น นอกจากนี้ ความร้อนที่เกิดจากการสั่นของเครื่องมืออัลตราโซนิก จะทำให้น้ำยาล้างคลองรากฟันโซเดียมไฮโปคลอไรท์มีอุณหภูมิสูงขึ้น ซึ่งจะช่วยเพิ่มประสิทธิภาพในการละลายเนื้อเยื่อและการกำจัดแบคทีเรียได้อีกด้วย

5. การล้างด้วยเครื่องมือโซนิก (sonic irrigation) Endo Activator (Dentsply, Tulsa, OK) เป็นการล้างคลองรากฟันโดยการใช้พลังงานที่เกิดจากคลื่นเสียงความถี่ 1-6 kHz ทำให้เกิดปรากฏการณ์อะคูสติกสตรีมมิงของน้ำยาล้างคลองรากฟันเช่นเดียวกับการล้างด้วยเครื่องมืออัลตราโซนิก Jensen SA และคณะ[82] พบว่าการล้างคลองรากฟันด้วยเครื่องมือโซนิกและอัลตราโซนิกมีประสิทธิภาพในการทำความสะอาดคลองรากฟันได้ดีกว่าการล้างคลองรากฟันแบบปกติ และไม่มีความแตกต่างในการทำความสะอาดคลองรากฟันระหว่างวิธีทั้งสอง

6. Multisonic ultracleaning system (Gentle Wave; Sonendo, California, USA) เป็นระบบการล้างคลองรากฟันซึ่งใช้ multiple sonic waves เพื่อทำให้น้ำยาล้างคลองรากฟันสามารถแทรกซึมเข้าไปในระบบคลองรากฟันได้ดีขึ้น การล้างคลองรากฟันด้วยระบบนี้จะไม่มีส่วนประกอบของเครื่องมือ (hand-piece) ที่ใส่เข้าไปในคลองรากฟัน แต่เครื่องมือจะถูกวางอยู่เหนือโพรงฟัน (pulp chamber) โดยปิดทับตัวฟันไว้ และจะถูกกระตุ้น

จากระบบคอมพิวเตอร์ให้เกิดการพ่นน้ำยาล้างคลองรากฟันเป็นละอองเข้าไปในคลองรากฟัน นอกจากนี้ ยังมีระบบดูดน้ำยาให้ไหลย้อนกลับมาทางตัวฟัน (aspiration) อีกด้วย Haapasalo M และคณะ[83] พบว่า การล้างคลองรากฟันด้วยระบบนี้ทำให้ประสิทธิภาพในการละลายเนื้อเยื่อของโซเดียมไฮโปคลอไรท์เพิ่มสูงขึ้นอย่างมาก

สรุป

การล้างคลองรากฟันได้อย่างสมบูรณ์เป็นสิ่งจำเป็นสำหรับความสำเร็จของการรักษาคลองรากฟัน ซึ่งการล้างคลองรากฟันมีหน้าที่หลายประการที่สำคัญคือมีฤทธิ์ต้านแบคทีเรียและมีความสามารถในการละลายเนื้อเยื่อ น้ำยาล้างคลองรากฟันแต่ละชนิดมีคุณสมบัติเด่นและข้อด้อยที่แตกต่างกัน รวมทั้งวิธีการล้างคลองรากฟันในปัจจุบันมีหลายวิธี ดังนั้น จึงควรศึกษาคุณสมบัติของน้ำยาล้างคลองรากฟันแต่ละชนิดและวิธีการล้างอย่างละเอียดเพื่อสามารถเลือกใช้ได้อย่างถูกต้อง และล้างคลองรากฟันได้มีประสิทธิภาพและปลอดภัยมากที่สุด ปัจจุบัน ยังไม่มีน้ำยาล้างคลองรากฟันชนิดใดที่มีคุณสมบัติครบถ้วนตามที่ต้องการ จึงจำเป็นต้องใช้น้ำยาล้างคลองรากฟันหลายชนิดร่วมกันเพื่อให้ได้คุณสมบัติที่สมบูรณ์และได้รับความสำเร็จในการรักษาคลองรากฟันมากที่สุด ซึ่งควรคำนึงถึงปฏิกิริยาเคมีระหว่างน้ำยาแต่ละชนิดด้วยและควรใช้น้ำยาตามลำดับก่อนหลังที่ถูกต้องในการล้างเพื่อให้มีศักยภาพของการล้างที่สมบูรณ์ โซเดียมไฮโปคลอไรท์มีคุณสมบัติเหมาะสมที่สุดในการใช้เป็นน้ำยาหลักสำหรับการล้างคลองรากฟันในปัจจุบัน แต่ยังมีข้อด้อยคือ ไม่สามารถกำจัดชั้นสเมียร์ได้อย่างสมบูรณ์และมีความระคายเคืองต่อเนื้อเยื่อสูงจึงจำเป็นต้องใช้ร่วมกับน้ำยาชนิดอื่นและใช้ด้วยความระมัดระวังไม่ให้เกิดการรั่วซึมของน้ำยา นอกจากนี้ การล้างคลองรากฟันบริเวณปลายรากเป็นสิ่งสำคัญที่ต้องคำนึงถึงทั้งในแง่ของประสิทธิภาพและปลอดภัย เพื่อให้ได้รับความสำเร็จในการรักษาคลองรากฟันมากที่สุด

เอกสารอ้างอิง

1. Kakehashi S, Stanley H, Fitzgerald R. The effects of surgical exposures of dental pulps in germ-free and conventional laboratory rats. Oral Surg Oral Med Oral Pathol 1965;20:340-9.
2. Bystrom A, Sundqvist G. Bacteriologic evaluation of the efficacy of mechanical root canal instrumentation in endodontic therapy. Scand J Dent Res 1981;89:321-8.
3. Dalton BC, Orstavik D, Phillips C, Pettiette M, Trope M. Bacterial reduction with nickel-titanium rotary instrumentation. J Endod 1998;24:763-7.
4. Haapasalo M, Shen Y, Wang Z, Gao Y. Irrigation in endodontics. Br Dent J 2014;216:299-303.
5. Elakanti S, Cherukuri G, Rao VG, Chandrasekhar V, Rao AS, Tummala M. Comparative evaluation of antimicrobial efficacy of QMix 2 in 1, sodium hypochlorite, and chlorhexidine against Enterococcus faecalis and Candida albicans. J Conserv Dent 2015;18:128-31.
6. Misuriya A, Bhardwaj A, Bhardwaj A, Aggrawal S, Kumar PP, Gajjarepu S. A comparative antimicrobial analysis of various root canal irrigating solutions on endodontic pathogens:an in vitro study. J Contemp Dent Pract 2014;15:153-60.
7. Agrawal V, Rao MR, Dhingra K, Gopal VR, Mohapatra A, Mohapatra A. An in vitro comparison of antimicrobial efficacy of three root canal irrigants - BioPure MTAD, 2% chlorhexidine gluconate and 5.25% sodium hypochlorite as a final rinse against *E. faecalis*. J Contemp Dent Pract 2013;14:842-7.
8. Vivan RR, Duque JA, Alcalde MP, So MV, Bramante CM, Duarte MA. Evaluation of different passive ultrasonic irrigation protocols on the removal of dentinal debris from artificial grooves. Braz Dent J 2016;27:568-72.
9. Joy J, Mathias J, Sagir VM, Babu BP, Chirayath KJ, Hameed H. Bacterial biofilm removal using static and passive ultrasonic irrigation. J Int Oral Health 2015; 7:42-7.
10. Spoorthy E, Velmurugan N, Ballal S, Nandini S. Comparison of irrigant penetration up to working length and

into simulated lateral canals using various irrigating techniques. Int Endod J 2013;46:815-22.

11. Bystrom A, Sundqvist G. The antibacterial action of sodium hypochlorite and EDTA in 60 cases of endodontic therapy. Int Endod J 1985;18:35-40.
12. Park E, Shen Y, Haapasalo M. Irrigation of the apical root canal. Endod Topics 2012;27:54-73.
13. Basrani B, Haapasalo M. Update on endodontic irrigating solutions. Endod Topics 2012;27:74-102.
14. Siqueira JF Jr, Rôças IN, Favieri A, Lima KC. Chemomechanical reduction of the bacterial population in the root canal after instrumentation and irrigation with 1%, 2.5%, and 5.25% sodium hypochlorite. J Endod 2000; 26:331-4.
15. Dunavant TR, Regan JD, Glickman GN, Solomon ES, Honeyman AL. Comparative evaluation of endodontic irrigants against Enterococcus faecalis biofilms. J Endod 2006;32:527-31.
16. Williamson AE, Cardon JW, Drake DR. Antimicrobial susceptibility of monoculture biofilms of a clinical isolate of Enterococcus faecalis. J Endod 2009;35:95-7.
17. Cobankara FK, Ozkan HB, Terlemez A. Comparison of organic tissue dissolution capacities of sodium hypochlorite and chlorine dioxide. J Endod 2010;36:272-4.
18. Stojicic S, Zivkovic S, Qian W, Zhang H, Haapasalo M. Tissue dissolution by sodium hypochlorite:effect of concentration, temperature, agitation and surfactant. J Endod 2010;36:1558-62.
19. McGurkin-Smith R, Trope M, Caplan D, Sigurdsson A. Reduction of intracanal bacteria using rotary instrumentation, 5.25% NaOCl, EDTA,and Ca(0H)2. J Endod 2005;3:359-63.
20. 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;32:434-7.
21. Wang Z, Shen Y, Haapasalo M. Effectiveness of endodontic disinfecting solutions against young and old Enterococcus faecalis biofilms in dentin canals. J Endod 2012;38:1376-9.
22. 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;34:424-8.
23. Zehnder M. Root canal irrigants. Review. J Endod 2006; 32:389-98.
24. Ma J, Wang Z, Shen Y, Haapasalo M. A new noninvasive model to study the effectiveness of dentin disinfection by using confocal laser scanning microscopy. J Endod 2011;37:1380-5.
25. Moorer W, Wesselink P. Factors promoting the tissue dissolving capability of sodium hypochlorite. Int Endod J 1982;15:187-96.
26. Haapasalo M. Current advances in irrigation. Endod Topics 2012;27:1-2.
27. Park E, Shen Y, Khakpour M, Haapasalo M. Apical pressure and extent of irrigant flow beyond the needle tip during positive-pressure irrigation in an in vitro root canal model. J Endod 2013;39:511-5.
28. Cunningham WT, Balekjian AY. Effect of temperature on collagen-dissolving ability of sodium hypochlorite endodontic irrigant. Oral Surg Oral Med Oral Pathol 1980; 49:175-7.
29. Cunningham WT, Joseph SW. Effect of temperature on the bactericidal action of sodium hypochlorite endodontic irrigant. Oral Surg Oral Med Oral Pathol 1980;50:569-71.
30. Fabiani C, Mazzoni A, Nato F, Tay FR, Breschi L, Grandini S, et al. Final rinse optimization: influence of different agitation protocols. J Endod 2010;36:282-5.
31. Morris MD, Lee KW, Agee KA, Bouillaguet S, Pashley DH. Effects of sodium hypochlorite and RC-Prep on bond strengths of resin cement to endodontic surfaces. J Endod 2001;27:753-7.
32. Ari H, Yasar E, Belli S. Effects of NaOCl on bond strengths of resin cements to root canal dentin. J Endod 2003;29:248-51.

33. Ozturk B, Ozer F. Effect of NaOCl on bond strengths of bonding agents to pulp chamber lateral walls. J Endod 2004;30:362-5.
34. Marending M, Luder H, Brunner T, Knecht S, Stark W, Zehnder M. Effect of sodium hypochlorite on human root dentine - mechanical, chemical and structural evaluation. Int Endod J 2007;40:786-93.
35. Zou L, Shen Y, Li W, Haapasalo M. Penetration of sodium hypochlorite into dentin. J Endod 2010;36:793-6.
36. Hülsmann M, Rödig T, Nordmeyer S. Complications during root canal irrigation. Endod Topics 2007; 16:27-63.
37. Kleier DJ, Averbach RE, Mehdipour O. The sodium hypochlorite accident:experience of diplomates of the American Board of Endodontics. J Endod 2008;34:1346-50.
38. Kerbl F, DeVilliers P, Litaker M, Eleazer P. Physical effects of sodium hypochlorite on bone:an ex vivo study. J Endod 2012;38:357-9.
39. Darcey J, Jawad S, Taylor C, Roudsari RV, Hunter M. Modern endodontic principles part 4: Irrigation. Dent Update 2016;43:20-33.
40. von Fraunhofer JA, Fagundes DK, McDonald NJ, Dumsha TC. The effect of root canal preparation on microleakage within endodontically treated teeth:an in vitro study. Int Endod J 2000;33:355-60.
41. Haapasalo M, Qian W, Shen Y. Irrigation: beyond the smear layer. Endod Topics 2012; 27:35-53.
42. Qian W, Shen Y, Haapasalo M. Quantitative analysis of the effect of irrigant solution sequences on dentin erosion. J Endod 2011; 37:1437-41.
43. Hülsmann M, Heckendorff M, Lennon A. Chelating agents in root canal treatment:mode of action and indications for their use. Int Endod J 2003;36:810-30.
44. Grawehr M, Sener B, Waltimo T, Zehnder M. Interactions of ethylenediamine tetraacetic acid with sodium hypochlorite in aqueous solutions. Int Endod J 2003; 36:411-7.
45. Hayashi M, Takahashi Y, Hirai M, Iwami Y, Imazato S, Ebisu S. Effect of endodontic irrigation on bonding of resin cement to radicular dentin. Eur J Oral Sci 2005; 113:70-6.
46. Paqué F, Rechenberg DK, Zehnder M. Reduction of hard-tissue debris accumulation during rotary root canal instrumentation by etidronic acid in a sodium hypochlorite irrigant. J Endod 2012;5:692-5.
47. Leonardo MR, Tanomaru Filho M, Silva LA, Nelson Filho P, Bonifacio KC, Ito IY. ln vivo antimicrobial activity of 2% chlorhexidine used as a root canal irrigating solution. J Endod 1999;25:167-71.
48. Buck RA, Eleazer PD, Staat RH, Scheetz JP. Effectiveness of three endodontic irrigants at various tubular depths in human dentin. J Endod 2001;27:206-8.
49. Rosenthal S, Spangberg L, Safavi KE. Chlorhexidine substantivity in root canal dentine. Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod 2004;98:488-92.
50. Mohammadi Z, Khademi AA, Davari AR. Evaluation of the antibacterial substantivity of three concentrations of chlorhexidine in bovine root dentine. Iran Endod J 2008; 2:113-25.
51. Jeansonne MJ, White RR. A comparison of 2.0% chlorhexidine gluconate and 5.25% sodium hypochlorite as antimicrobial endodontic irrigants. J Endod 1994;20: 276-8.
52. Oncag O, Hosgor M, Hilmioglu S, Zekioglu O, Eronat C, Burhanoglu D. Comparison of antibacterial and toxic effects of various root canal irrigants. Int Endod J 2003; 36:423-32.
53. 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; 44:583-609.
54. Pemberton M, Gibson J. Chlorhexidine and hypersensitivity reactions in dentistry. Br Dent J 2012;213:547-50.
55. Santos JN, Carrilho MR, De Goes MF, Zaia AA, Gomes BP, Souza-Filho FJ, et al. Effect of chemical irrigants on the bond strength of a self-etching adhesive to pulp chamber dentin. J Endod 2006;32:1088-90.

56. Loquercio AD, Stanislawezuk R, Poli LG, Costa JA, Michel MD, Reis A. Influence of chlorhexidine digluconate concentration and application time on resin-dentin bond strength durability. Eur J Oral Sci 2009;117: 587-96.
57. Basrani B, Manek S, Sodhi RN, Fillery E, Manzur A. Interaction between sodium hypochlorite and chlorhexidine gluconate. J Endod 2007;33:966-9.
58. Basrani B, Manek S, Fillery E. Using diazotization to characterize the effect of heat or sodium hypochlorite on 2.0% chlorhexidine. J Endod 2009;35:1296-9.
59. 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; 34:181-5.
60. Vivacqua-Gomes N, Ferraz CC, Gomes BP, Zaia AA, Teixeira FB, Souza-Filho FJ. Influence of irrigants on the coronal microleakage of laterally condensed gutta-percha root fillings. Int Endod J 2002;35:791-5.
61. Krishnamurthy S, Sudhakaran S. Evaluation and prevention of the precipitate formed on interaction between sodium hypochlorite and chlorhexidine. J Endod 2010;36: 1154-7.
62. 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;29:170-5.
63. Singla MG, Garg A, Gupta S. MTAD in endodontics: an update review. Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod 2011;112:e70-6.
64. Giardino L, Ambu E, Becce C, Rimondini L, Morra M. Surface tension comparison of four common root canal irrigants and two new irrigants containing antibiotic.J Endod 2006;32:1091-3.
65. Wang Z, Shen Y, Ma J, Haapasalo M. The effect of detergents on the antibacterial activity of disinfecting solutions in dentin. J Endod 2012;38:948-53.
66. Stojicic S, Shen Y,Qian W, Johnson B, Haapasalo M. Antibacterial and smear layer removal ability of a novel irrigant, QMiX. Int Endod J 2012;45:363-71.
67. Shabahang S, Pouresmail M, Torabinejad M. In vitro antimicrobial efficacy of MTAD and sodium hypochlorite. J Endod 2003;29:450-2.
68. Pappen FG, Shen Y, Qian W, Leonardo MR, Giardino L, Haapasalo M. In vitro antibacterial action of Tetraclean, MTAD and five experimental irrigation solutions. Int Endod J 2010;43:528-35.
69. Giardino L, Ambu E, Savoldi E, Rimondini R, Cassanelli C, Debbia EA. Comparative evaluation of antimicrobial efficacy of sodium hypochlorite, MTAD, and Tetraclean against Enterococcus faecalis biofilm. J Endod 2007;33: 852-5.
70. Hsieh YD, Gau CH, Kung Wu SF, Shen EC, Hsu PW, Fu E. Dynamic recording of irrigating fluid distribution in root canals using thermal image analysis. Int Endod J 2007; 40: 11-7.
71. Gao Y, Haapasalo M, Shen Y, Wu H, Li B, Ruse ND, et al. Development and validation of a three-dimensional computational fluid dynamics model of root canal irrigation. J Endod 2009;35:1282-7.
72. Metzger Z, Solomonov M, Kfir A. The role of mechanical instrumentation in the cleaning of root canals. Endod Topics 2013;29:87-109.
73. Tay FR, Gu LS, Schoeffel GJ, Wimmer C, Susin L, Zhang K, et al. Effect of vapor lock on root canal debridement by using a side-vented needle for positive -pressure irrigant delivery. J Endod 2010;36:745-50.
74. Parente JM, Loushine RJ, Susin L, Gu L, Looney SW, Weller RN, et al. Root canal debridement using manual dynamic agitation or the EndoVac for final irrigation in a closed system and an open system. Int Endod J 2010; 43:1001-12.
75. Nielsen BA, Craig Baumgartner J. Comparison of the EndoVac system to needle irrigation of root canals. J Endod 2007;33:611-5.
76. Malentacca A, Uccioli U, Zangari D, Lajolo C, Fabiani C. Efficacy and safety of various active irrigation devices when used with either positive or negative pressure:an in vitro study. J Endod 2012;38:1622-6.

77. Jiang LM, Lak B, Eijsvogels LM, Wesselink P, van der Sluis LW.Comparison of the cleaning efficacy of different final irrigation techniques. J Endod 2012;38:838-41.
78. Howard RK, Kirkpatrick TC, Rutledge RE, Yaccino JM. Comparison of debris removal with three different irrigation techniques.J Endod 2011;37:1301-5.
79. van der Sluis LW, Gambarini G, Wu MK, Wesselink PR. The influence of volume, type of irrigant and flushing method on removing artificially placed dentine debris from the apical root canal during passive ultrasonic irrigation. Int Endod J 2006;39:472-6.
80. Klyn SL, Kirkpatrick TC, Rutledge RE. In vitro comparisons of debris removal of the EndoActivator system, the F file, ultrasonic irrigation, and NaOCl irrigation alone after hand-rotary instrumentation in human mandibular molars. J Endod 2010;36:1367-71.
81. Mancini M, Cerroni L, Iorio L, Armellin E, Conte G, Cianconi L. Smear layer removal and canal cleanliness using different irrigation systems (EndoActivator, EndoVac, and Passive Ultrasonic Irrigation):Field emission scanning electron microscopic evaluation in an in vitro study. J Endod 2013;39:1456-60.
82. Jensen SA, Walker TL, Hutter JW, Nicoll BK.Comparison of the cleaning efficacy of passive sonic activation and passive ultrasonic activation after hand instrumentation in molar root canals. J Endod 1999;25:735-8.
83. Haapasalo M, Wang Z, Shen Y, Curtis A, Patel P, Khakpour M.Tissue dissolution by a novel multisonic ultracleaning system and sodium hypochlorite. J Endod 2014;40:1178-81.

Abstract: Endodontic Irrigation

Wirongrong Traisuwan, D.D.S.

Department of Dentistry, Rajavithi Hospital, Bangkok

Journal of Health Science 2017;26:S360-S376.

Root canal irrigation is crucial in endodontic treatment. The actions of an irrigant include rinsing of debris in the root canal, penetrating into areas inaccessible to instruments thereby extending the cleaning process, lubrication of the root canal, reduction of friction between the instrument and dentine, temperature control, dissolution of organic and inorganic matter, removing the smear layer and antibacterial effect. The functions of irrigation may vary according to the irrigant used. No single irrigant can accomplish all the tasks required. Sodium hypochlorite is the most commonly used irrigating solution. It is a potent antimicrobial agent and also effectively dissolves organic matter. So it should be used as the main irrigating solution throughout the instrumentation phase. However sodium hypochlorite is unable to dissolve inorganic matter, irrigants such as EDTA, citric acid, QMiX, MTAD and Tetraclean will be needed to remove the smear layer completely. Different means of delivery are used for root canal irrigation. Conventional needle irrigation is the most common technique for introducing irrigant into canals. However this classic approach typically results in suboptimal irrigation. Several new irrigating devices and techniques have been developed to improve the penetration and effectiveness of irrigation. Use of correct irrigants and proper irrigating devices and techniques facilitate safe and effective irrigation. This article describes the characteristics and means of delivery of irrigants that are contemporary used in endodontics to provide information on the most recent developments for optimal irrigation.

Key words: **endodontic irrigation, irrigant, root canal**