

ANTIBACTERIAL EFFECTIVENESS OF QMIX ROOT CANAL IRRIGANT AGAINST ENTEROCOCCUS FAECALIS: A SCOPING REVIEW

Nguyen Thanh Binh¹, Trinh Thi Thanh Mai^{1*}, Ta Anh Phuong², Nguyen Mai Huong³, Nguyen Thi Thuong⁴, Khuat Minh Loc⁵, Trinh Hoang Hiep⁶, Nguyen Qui Huy¹, Lam Thi Bich Ngoc¹

¹Hanoi Medical University - 1 Ton That Tung, Kim Lien ward, Hanoi, Vietnam

²Van Mieu-Quoc Tu Giam ward Medical Station - 107 Ton Duc Thang, Van Mieu-Quoc Tu Giam ward, Hanoi, Vietnam

³Hanoi University of Business and Technology - 124/29A Vinh Tuy, Vinh Tuy ward, Hanoi, Vietnam

⁴Ho Chi Minh city Center for Disease Control - 366A Au Duong Lan, Chanh Hung ward, Ho Chi Minh city, Vietnam

⁵Ba Dinh ward Medical Station - 101 Quan Thanh, Ba Dinh ward, Hanoi, Vietnam

⁶University of Medicine and Pharmacy, Vietnam National University, Hanoi - 2B Pham Van Dong, Cau Giay ward, Hanoi, Vietnam

Received: 21/04/2026

Revised: 20/05/2026; Accepted: 18/06/2026

ABSTRACT

Objective: To synthesize existing evidence on the antibacterial effectiveness of the QMix root canal irrigant against *Enterococcus faecalis*.

Methods: A scoping review was conducted in accordance with the PRISMA-ScR guidelines, using a systematic search of the PubMed and Cochrane databases. In vitro studies evaluating the antibacterial activity of QMix against *E.faecalis* and including comparisons with other root canal irrigants were included in the analysis.

Results: After screening, 11 studies met the inclusion criteria and were analyzed. QMix demonstrated significant antibacterial activity against *E.faecalis*. When compared with sodium hypochlorite, its effectiveness was inconsistent and influenced by irrigant concentration, volume, and contact time. QMix showed comparable efficacy to chlorhexidine and superior antibacterial activity compared with ethylenediaminetetraacetic acid under most experimental conditions.

Conclusion: QMix exhibits favorable antibacterial activity against *E.faecalis* and may serve as a promising adjunctive irrigant in endodontic treatment.

Keywords: QMix, Enterococcus faecalis, root canal irrigant, endodontics.

*Corresponding author

Email: trinhthkmai2503@gmail.com Phone: (+84) 823977566 DOI: 10.52163/yhc.v67i6.5512



HIỆU QUẢ KHÁNG KHUẨN CỦA DUNG DỊCH BƠM RỬA ỐNG TỦY QMIX TRÊN VI KHUẨN ENTEROCOCCUS FAECALIS: TỔNG QUAN LUẬN ĐIỂM

Nguyễn Thanh Bình¹, Trịnh Thị Thanh Mai^{1*}, Tạ Anh Phương², Nguyễn Mai Hương³, Nguyễn Thị Thương⁴, Khuất Minh Lộc⁵, Trịnh Hoàng Hiệp⁶, Nguyễn Quý Huy¹, Lâm Thị Bích Ngọc¹

¹Trường Đại học Y Hà Nội - 1 Tôn Thất Tùng, phường Kim Liên, Hà Nội, Việt Nam

²Trạm Y tế phường Văn Miếu-Quốc Tử Giám - 107 Tôn Đức Thắng, phường Văn Miếu-Quốc Tử Giám, Hà Nội, Việt Nam

³Trường Đại học Kinh Doanh và Công nghệ Hà Nội - 124/29A Vĩnh Tuy, phường Vĩnh Tuy, Hà Nội, Việt Nam

⁴Trung tâm Kiểm soát bệnh tật thành phố Hồ Chí Minh - 366A Âu Dương Lân, phường Chánh Hưng, thành phố Hồ Chí Minh, Việt Nam

⁵Trạm Y tế phường Ba Đình - 101 Quán Thánh, phường Ba Đình, Hà Nội, Việt Nam

⁶Trường Đại học Y Dược, Đại học Quốc gia Hà Nội - 2B Phạm Văn Đồng, phường Cầu Giấy, Hà Nội, Việt Nam

Ngày nhận bài: 21/04/2026

Ngày chỉnh sửa: 20/05/2026; Ngày duyệt đăng: 18/06/2026

TÓM TẮT

Mục tiêu: Tổng hợp các nghiên cứu đánh giá hiệu quả kháng khuẩn của dung dịch bơm rửa ống tủy QMix đối với vi khuẩn *Enterococcus faecalis*.

Phương pháp: Nghiên cứu tổng quan luận điểm được thực hiện theo hướng dẫn PRISMA-ScR, thông qua tìm kiếm có hệ thống trên hai cơ sở dữ liệu PubMed và Cochrane. Các nghiên cứu in vitro đánh giá hiệu quả kháng khuẩn của QMix trên *E.faecalis* và có so sánh với các dung dịch bơm rửa khác được đưa vào phân tích.

Kết quả: Sau quá trình sàng lọc, 11 nghiên cứu đáp ứng tiêu chuẩn lựa chọn và được đưa vào phân tích. Kết quả cho thấy QMix có hiệu quả kháng khuẩn đáng kể đối với *E.faecalis*. Khi so sánh với NaOCl, hiệu quả của QMix không đồng nhất và thay đổi tùy thuộc vào nồng độ, thể tích và thời gian bơm rửa. QMix cho thấy hiệu quả tương đương với chlorhexidine và cao hơn so với ethylenediaminetetraacetic acid trong hầu hết các điều kiện nghiên cứu.

Kết luận: QMix là dung dịch bơm rửa có hiệu quả kháng khuẩn tốt đối với *E.faecalis* và có thể được xem là lựa chọn bổ trợ tiềm năng trong điều trị nội nha.

Từ khóa: QMix, *Enterococcus faecalis*, dung dịch bơm rửa ống tủy, nội nha.

1. ĐẶT VẤN ĐỀ

Nhiễm khuẩn hệ thống ống tủy được xem là nguyên nhân chính gây ra các bệnh lý quanh chóp và thất bại trong điều trị nội nha. Mặc dù việc tạo hình và làm sạch cơ học đóng vai trò quan trọng, các dụng cụ nội nha khó có thể tiếp cận toàn bộ hệ thống ống tủy phức tạp. Do đó, các dung dịch bơm rửa ống tủy đóng vai trò thiết yếu trong việc hỗ trợ loại bỏ mô hoại tử, mảnh vụn và đặc biệt là vi sinh vật còn sót lại trong hệ thống ống tủy [1-2].

Trong số các vi sinh vật liên quan đến nhiễm khuẩn nội nha, *Enterococcus faecalis* được xem là tác nhân thường gặp trong các trường hợp điều trị nội nha thất bại. Vi khuẩn này có khả năng xâm nhập sâu vào ống ngà, hình thành màng sinh học (biofilm) bền vững và thích nghi với các điều kiện môi trường khắc nghiệt, từ đó kháng lại nhiều phương pháp khử khuẩn thông thường [3].

Hiện nay, các dung dịch bơm rửa như natri hypochlorite (NaOCl), chlorhexidine (CHX) và ethylenediaminetetraacetic

acid (EDTA) được sử dụng phổ biến trong điều trị nội nha. Tuy nhiên, mỗi dung dịch đều tồn tại những hạn chế nhất định: NaOCl có khả năng hòa tan mô hữu cơ mạnh nhưng không loại bỏ hiệu quả lớp mùn ngà (smear layer), CHX có tác dụng kháng khuẩn kéo dài nhưng không có khả năng hòa tan mô, trong khi EDTA chủ yếu có vai trò chelat hóa và loại bỏ mùn ngà nhưng hiệu quả kháng khuẩn hạn chế. Điều này cho thấy chưa có dung dịch nào đáp ứng đầy đủ các tiêu chí của một dung dịch bơm rửa lý tưởng [4-5]. QMix là dung dịch bơm rửa thế hệ mới, được phát triển nhằm tích hợp đồng thời khả năng kháng khuẩn và loại bỏ lớp mùn ngà. Mặc dù cho thấy hiệu quả đáng kể đối với *E.faecalis*, các bằng chứng hiện tại vẫn chưa thống nhất, đặc biệt khi so sánh với NaOCl - dung dịch được xem là tiêu chuẩn vàng trong nội nha [6].

Mặc dù nhiều nghiên cứu đã đánh giá hiệu quả kháng khuẩn của QMix đối với *E.faecalis*, kết quả vẫn chưa nhất quán. Do đó, nghiên cứu này được thực hiện nhằm tổng

*Tác giả liên hệ

Email: trinntkmai2503@gmail.com Điện thoại: (+84) 823977566 DOI: 10.52163/yhc.v67i6.5512

hợp và phân tích một cách có hệ thống các bằng chứng hiện có về hiệu quả kháng khuẩn của QMix đối với vi khuẩn *E.faecalis*.

2. ĐỐI TƯỢNG VÀ PHƯƠNG PHÁP NGHIÊN CỨU

2.1. Thiết kế nghiên cứu

Nghiên cứu được thiết kế dưới dạng tổng quan luận điểm (scoping review), tuân theo hướng dẫn báo cáo PRISMA-ScR nhằm đảm bảo tính hệ thống và minh bạch trong quá trình tổng hợp bằng chứng.

2.2. Khung câu hỏi nghiên cứu

Câu hỏi nghiên cứu được xây dựng dựa trên khung PCC:

- P (population): vi khuẩn *E.faecalis* trong hệ thống ống tủy.
- C (concept): hiệu quả kháng khuẩn của dung dịch bơm rửa ống tủy QMix.
- C (context): các nghiên cứu đánh giá dung dịch bơm rửa trong điều trị nội nha.

2.3. Nguồn dữ liệu và chiến lược tìm kiếm

Các nghiên cứu được tìm kiếm trên 2 cơ sở dữ liệu khoa học gồm PubMed và Cochrane. Chiến lược tìm kiếm được xây dựng bằng cách kết hợp các từ khóa và thuật ngữ MeSH liên quan, bao gồm: “QMix”, “enterococcus faecalis”, “root canal irrigant”, “endodontic irrigation”. Các từ khóa được kết hợp bằng toán tử Boolean (AND, OR) nhằm mở rộng phạm vi tìm kiếm.

2.4. Tiêu chuẩn lựa chọn và loại trừ

Tiêu chuẩn lựa chọn:

- Được công bố bằng tiếng Anh trong giai đoạn từ năm 2015-2025.
- Là các nghiên cứu in vitro được thực hiện trên răng vĩnh viễn, có sử dụng *E.faecalis* làm đối tượng đánh giá trong hệ thống ống tủy.
- Đánh giá hiệu quả kháng khuẩn của dung dịch bơm rửa QMix.
- Có ít nhất một nhóm so sánh với các dung dịch bơm rửa ống tủy khác (như NaOCl, CHX, EDTA hoặc các dung dịch tương đương).
- Có toàn văn bài báo và cung cấp đầy đủ thông tin về phương pháp nghiên cứu và kết quả kháng khuẩn.

Tiêu chuẩn loại trừ:

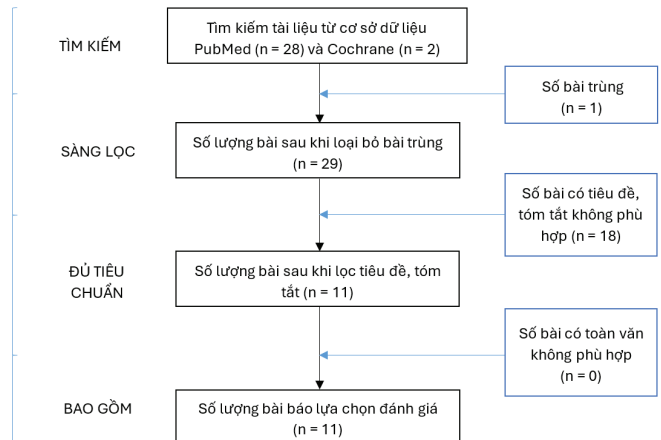
Các nghiên cứu không liên quan đến QMix, không đánh giá trên *E.faecalis*, không có nhóm so sánh, không phải nghiên cứu in vitro, không có toàn văn, không đầy đủ dữ liệu cần thiết cho phân tích, hoặc trùng lặp dữ liệu.

2.5. Quy trình lựa chọn

Các nghiên cứu được sàng lọc theo các bước: loại bỏ bài trùng lặp, sàng lọc tiêu đề và tóm tắt, sau đó đọc toàn văn để lựa chọn các nghiên cứu phù hợp. Dữ liệu từ các nghiên cứu được trích xuất theo biểu mẫu chuẩn hóa, bao gồm: tác giả, năm công bố, dung dịch so sánh, điều kiện thí nghiệm và kết quả kháng khuẩn của QMix đối với *E.faecalis*.

3. KẾT QUẢ NGHIÊN CỨU

3.1. Kết quả tìm kiếm



Sơ đồ 1. Sơ đồ PRISMA-ScR

Quá trình tìm kiếm trên 2 cơ sở dữ liệu PubMed và Cochrane xác định được 30 bài báo. Sau khi loại bỏ 1 bài trùng lặp, 29 bài được sàng lọc tiêu đề và tóm tắt, trong đó 18 bài bị loại do không đáp ứng tiêu chuẩn lựa chọn. 11 nghiên cứu còn lại được đánh giá toàn văn và tất cả đều đáp ứng tiêu chuẩn lựa chọn và được đưa vào phân tích.

3.2. So sánh hiệu quả kháng khuẩn của QMix với các dung dịch bơm rửa đơn lẻ trên vi khuẩn *E.faecalis*

Bảng 1. Hiệu quả kháng khuẩn của QMix so với NaOCl trên *E.faecalis*

TT	Tác giả đầu tiên	Dung dịch	Thời gian	Thể tích	Hiệu quả
1	Elakanti S	NaOCl 5,25%	1 phút	3 ml	QMix tốt hơn NaOCl 5,25%
2	Ye W	NaOCl 6%	1 phút	6 ml	QMix kém hơn NaOCl 6%
3	Kumar P	NaOCl 5,25%	2-10 phút	5 ml	- 2 phút: QMix tương đương NaOCl 5,25% - 5 phút: QMix kém hơn NaOCl 5,25% - 10 phút: QMix và NaOCl 5,25% đều loại bỏ hoàn toàn vi khuẩn
4	Balić M	NaOCl 2,5%	30 giây	2 ml	QMix tốt hơn NaOCl 2,5%
5	Cecchin D	NaOCl 2,5%	30 giây	5 ml	QMix tương đương NaOCl 2,5%

Các nghiên cứu so sánh QMix với NaOCl cho thấy hiệu quả kháng khuẩn không hoàn toàn đồng nhất. Một số nghiên cứu ghi nhận QMix có hiệu quả cao hơn NaOCl ở nồng độ thấp (2,5-5,25%), trong khi NaOCl ở nồng độ cao hơn (6%) cho hiệu quả kháng khuẩn tốt hơn. Ngoài ra, kết quả cũng cho thấy hiệu quả của 2 dung dịch phụ thuộc vào thời gian tiếp xúc, ở thời gian tiếp xúc dài hơn, cả QMix và NaOCl đều có khả năng loại bỏ hoàn toàn *E.faecalis*.

Bảng 2. Hiệu quả kháng khuẩn của QMix so với CHX 2% trên *E.faecalis*

TT	Tác giả	Dung dịch	Thời gian	Thể tích	Hiệu quả
1	Zhang R	CHX 2%	2 phút	0,1 ml	QMix tương đương CHX
2	Elakanti S	CHX 2%	1 phút	3 ml	QMix tốt hơn CHX
3	Cecchin D	CHX 2%	30 giây	5 ml	QMix kém hơn CHX
4	Souza MA	CHX 2%	5 phút	-	QMix tương đương CHX

Các nghiên cứu so sánh QMix với CHX 2% cho thấy hiệu quả kháng khuẩn nhìn chung tương đương giữa 2 dung dịch. Tuy nhiên, kết quả không hoàn toàn đồng nhất khi một số nghiên cứu ghi nhận QMix có hiệu quả cao hơn CHX, trong khi nghiên cứu khác cho thấy hiệu quả thấp hơn.

Bảng 3. Hiệu quả kháng khuẩn của QMix so với EDTA 17% trên *E.faecalis*

TT	Tác giả đầu tiên	Dung dịch	Thời gian	Thể tích	Hiệu quả
1	Zhang R	EDTA 17%	2 phút	0,1ml	QMix tốt hơn EDTA
2	Souza M.A	EDTA 17%	1 phút	-	QMix tốt hơn EDTA
3	Matos F.S	EDTA + Bơm rửa với đầu xi lanh thông thường	2 phút	3 ml	QMix tốt hơn EDTA
4	Souza M.A	EDTA 17%	1 phút	1 ml	QMix tốt hơn EDTA

Các nghiên cứu so sánh QMix với EDTA 17% đều ghi nhận QMix có hiệu quả kháng khuẩn cao hơn EDTA trong việc loại bỏ *E.faecalis*.

4. BÀN LUẬN

4.1. Đặc điểm chung của các nghiên cứu

Các nghiên cứu được đưa vào tổng quan đều có thiết kế in vitro, cho phép đánh giá trực tiếp hiệu quả kháng khuẩn của các dung dịch bơm rửa trong điều kiện thí nghiệm được kiểm soát chặt chẽ. QMix được so sánh với các dung dịch bơm rửa ống tủy thường dùng trong nội nha, bao gồm NaOCl, CHX và EDTA. Trong các nghiên cứu, NaOCl là dung dịch được sử dụng phổ biến nhất, với nồng độ dao động từ 2,5-6%, phản ánh sự đa dạng trong thực hành lâm sàng cũng như thiết kế nghiên cứu. Thời gian và thể tích bơm rửa giữa các nghiên cứu có sự khác biệt đáng kể, dao động từ 30 giây đến 10 phút và từ 1 ml đến 6 ml, cho thấy sự đa dạng trong các điều kiện thí nghiệm khi đánh giá hiệu quả kháng khuẩn của các dung dịch bơm rửa. Bên cạnh đó, một số nghiên cứu cũng tiến hành so sánh QMix với CHX 2% và EDTA 17%, là những dung dịch thường được sử dụng trong điều trị nội nha với vai trò kháng khuẩn và loại bỏ lớp mùn ngà. Ngoài ra, sự khác biệt về phương pháp đánh giá vi sinh và mô hình thí nghiệm cũng có thể ảnh hưởng đến kết quả giữa các nghiên cứu. Mặc dù tồn tại những khác biệt này, các nghiên cứu đều nhất quán trong việc tập trung đánh giá hiệu quả kháng khuẩn của

QMix đối với *E.faecalis*, vi khuẩn thường liên quan đến thất bại trong điều trị nội nha.

4.2. Hiệu quả kháng khuẩn của QMix với các dung dịch bơm rửa đơn lẻ trên vi khuẩn *E.faecalis*

Khi so sánh với NaOCl, hiệu quả kháng khuẩn của QMix không hoàn toàn đồng nhất giữa các nghiên cứu và phụ thuộc vào nồng độ, thời gian cũng như thể tích bơm rửa. Ở nồng độ NaOCl cao (5-6%), phần lớn các nghiên cứu đều cho thấy NaOCl hiệu quả hơn nếu có thời gian và thể tích bơm rửa mỗi loại dưới 3 ml và dưới 10 phút. Tuy nhiên, khi tăng thời gian và thể tích bơm rửa, hiệu quả của QMix có thể đạt tương đương NaOCl. Nghiên cứu của Kumar P và cộng sự ghi nhận rằng sau 5 phút với 5 ml dung dịch, NaOCl 5,25% có thể loại bỏ hoàn toàn *E.faecalis*, trong khi QMix cần thời gian tiếp xúc dài hơn để đạt hiệu quả tương tự, khi kéo dài đến 10 phút, cả hai dung dịch đều cho hiệu quả loại bỏ vi khuẩn hoàn toàn [7]. Điều này cho thấy hiệu quả kháng khuẩn của QMix phụ thuộc đáng kể vào điều kiện sử dụng, đặc biệt là thời gian tiếp xúc.

Đối với NaOCl nồng độ thấp hơn (2,5%), có hai nghiên cứu so sánh QMix với NaOCl 2,5%. Trong nghiên cứu của Cecchin D và cộng sự, QMix có tác dụng kháng khuẩn tốt hơn khi sử dụng 2 ml mỗi loại trong 30 giây [8]. Một nghiên cứu khác của Balić M và cộng sự cho thấy không có sự khác biệt giữa NaOCl 2,5% và QMix sau 30 giây bơm rửa với 5 ml mỗi loại [9]. Theo Radcliffe C.E và cộng sự, tất cả nồng độ NaOCl đều có hiệu quả chống lại màng sinh học của *E.faecalis*, nhưng chúng phát huy tác dụng kháng khuẩn tốt nhất trong các thời gian bơm rửa khác nhau [10]. Trong nghiên cứu khác của Verma N và cộng sự, NaOCl 1,3% và 2,5% không hiệu quả trong việc loại bỏ vi khuẩn [11]. Từ đó cho thấy tác dụng kháng khuẩn của QMix so với NaOCl bị ảnh hưởng bởi thể tích và thời gian sử dụng. QMix có hiệu quả tương đương với NaOCl nồng độ cao khi sử dụng với thể tích cao hơn (trên 3 ml) và trong thời gian dài hơn (từ 10 phút trở lên). Vì vậy, để đạt hiệu quả kháng khuẩn tối ưu, QMix nên được sử dụng trong thời gian dài hơn với thể tích nhiều hơn.

Đối với CHX 2%, phần lớn các nghiên cứu cho thấy QMix có hiệu quả kháng khuẩn tương đương, mặc dù vẫn ghi nhận một số khác biệt giữa các nghiên cứu. Cụ thể, chỉ một nghiên cứu cho thấy QMix có hiệu quả vượt trội hơn, trong khi các nghiên cứu còn lại không ghi nhận sự khác biệt đáng kể giữa hai dung dịch. Nhìn chung, những kết quả này cho thấy hiệu quả kháng khuẩn của QMix có thể chịu ảnh hưởng bởi các điều kiện thực nghiệm, đặc biệt là thời gian tiếp xúc. CHX được coi là chất thay thế cho NaOCl nhờ đặc tính kháng khuẩn kéo dài trong nhiều ngày, thậm chí đến vài tuần [12]. Baca P và cộng sự đã chứng minh rằng CHX có thể khử trùng 99,93% vi khuẩn trong màng sinh học *E.faecalis* [13]. QMix là dung dịch kết hợp nhiều thành phần, bao gồm EDTA, CHX và chất hoạt động bề mặt. Khi sử dụng cùng một thể tích, QMix chứa nồng độ CHX thấp hơn so với dung dịch CHX 2% [14] 2% chlorhexidine, 0.2% cetrimide, MTAD, and QMix. Tuy nhiên, trong QMix, CHX có thể phát huy tác dụng kháng khuẩn với sự hỗ trợ của EDTA và chất hoạt động bề mặt, góp phần làm tăng khả năng thấm vào ngà răng và cải thiện hiệu quả kháng khuẩn tổng thể.

Khi so sánh với EDTA 17%, kết quả thu được QMix có tác dụng kháng khuẩn tốt hơn EDTA 17%. EDTA chưa cho thấy tác dụng kháng khuẩn rõ ràng đối với *E. faecalis* trong nhiều nghiên cứu [13], [15]. EDTA là một chất chelat có khả năng loại bỏ các thành phần vô cơ của lớp mủn ngà, từ đó có thể làm thay đổi tính thấm của màng tế bào. Tuy nhiên, EDTA 17% có sức căng bề mặt cao và khả năng thẩm thấu hạn chế, do đó khó xâm nhập sâu vào ống ngà để tiêu diệt triệt để vi khuẩn *E. faecalis* [14]. 2% chlorhexidine, 0.2% cetrimide, MTAD, and QMix.

Nghiên cứu này có một số hạn chế. Thứ nhất, các nghiên cứu được đưa vào đều là in vitro, do đó chưa phản ánh đầy đủ điều kiện lâm sàng thực tế. Thứ hai, sự khác biệt về thiết kế thí nghiệm (nồng độ, thời gian, thể tích, mô hình vi sinh) có thể ảnh hưởng đến kết quả và hạn chế khả năng so sánh giữa các nghiên cứu. Thứ ba, nghiên cứu không đánh giá nguy cơ sai lệch của từng nghiên cứu riêng lẻ do đặc điểm của tổng quan luận điểm.

5. KẾT LUẬN

QMix cho thấy hiệu quả kháng khuẩn đáng kể đối với *E. faecalis* trong các nghiên cứu in vitro. Khi so sánh với các dung dịch bơm rửa truyền thống, QMix có hiệu quả tương đương với CHX và vượt trội so với EDTA, trong khi kết quả so sánh với NaOCl chưa thống nhất và phụ thuộc vào nồng độ dung dịch, thể tích và thời gian bơm rửa. Những kết quả này cho thấy QMix có thể được xem là một dung dịch bơm rửa hỗ trợ tiềm năng trong điều trị nội nha, tuy nhiên cần có thêm các nghiên cứu lâm sàng để khẳng định hiệu quả trong thực hành.

6. TÀI LIỆU THAM KHẢO

- [1] Benjamin S.H.L et al. Antimicrobial efficacy of QMix on *Enterococcus faecalis* infected root canals: a systematic review of in vitro studies. *Restorative Dentistry & Endodontics*, 2020, 45 (2): e23. doi: 10.5395/rde.2020.45.e23.
- [2] Gomes B.P.F.A et al. Irrigants and irrigation activation systems in Endodontics. *Brazilian Dental Journal*, 2023, 34 (4): 1-33. doi: 10.1590/0103-6440202305577.
- [3] Alghamdi F et al. The Influence of *Enterococcus faecalis* as a dental root canal pathogen on endodontic treatment: a systematic review. *Cureus*, 2020, 12 (3): e7257. doi: 10.7759/cureus.7257.
- [4] Siqueira Jr J.F et al. Optimising single-visit disinfection with supplementary approaches: a quest for predictability. *Australian Endodontic Journal*, 2011, 37 (3): 92-8. doi: 10.1111/j.1747-4477.2011.00334.x.
- [5] Jose J et al. Comparative evaluation of antimicrobial activity of QMix, 2.5% sodium hypochlorite, 2% chlorhexidine, guava leaf extract and aloe vera extract against *Enterococcus faecalis* and *Candida albicans* - An in-vitro Study. *Journal of Clinical and Diagnostic Research*, 2016, 10 (5): ZC20-3. doi: 10.7860/JCDR/2016/17705.7747.
- [6] Stojicic S et al. Antibacterial and smear layer removal ability of a novel irrigant, QMix. *International Endodontic Journal*, 2012, 45 (4): 363-71. doi: 10.1111/j.1365-2591.2011.01985.x.
- [7] Kumar P et al. An in-vitro analysis to evaluate the disinfection effectiveness of cold atmospheric pressure (CAP) plasma jet in *Enterococcus faecalis* infected root canals. *Biomater Investig Dent*, 2023, 10 (1): 2193214. doi: 10.1080/26415275.2023.2193214.
- [8] Cecchin D et al. Evaluation of antimicrobial effectiveness and dentine mechanical properties after use of chemical and natural auxiliary irrigants. *Journal of Dentistry*, 2015, 43 (6): 695-702. doi: 10.1016/j.jdent.2015.03.013.
- [9] Balić Metal. The efficacy of photon-initiated photoacoustic streaming and sonic-activated irrigation combined with QMix solution or sodium hypochlorite against intracanal *E. faecalis* biofilm. *Lasers in Medical Science*, 2016, 31 (2): 335-42. doi: 10.1007/s10103-015-1864-9.
- [10] Radcliffe C.E et al. Antimicrobial activity of varying concentrations of sodium hypochlorite on the endodontic microorganisms *Actinomyces israelii*, *A. naeslundii*, *Candida albicans* and *Enterococcus faecalis*. *International Endodontic Journal*, 2004, 37 (7): 438-46. doi: 10.1111/j.1365-2591.2004.00752.x.
- [11] Verma N et al. Effect of different concentrations of sodium hypochlorite on outcome of primary root canal treatment: a randomized controlled trial. *Journal of Endodontics*, 2019, 45 (4): 357-363. doi: 10.1016/j.joen.2019.01.003.
- [12] Rosenthal S et al. Chlorhexidine substantivity in root canal dentin. *Oral Surgery, Oral Medicine, Oral Pathology, Oral Radiology, and Endodontics*, 2004, 98 (4): 488-92. doi: 10.1016/j.tripleo.2003.07.005.
- [13] Baca P et al. Residual and antimicrobial activity of final irrigation protocols on *Enterococcus faecalis* biofilm in dentin. *Journal of Endodontics*, 2011, 37 (3): 363-6. doi: 10.1016/j.joen.2010.11.036.
- [14] Zhang R et al. Antibacterial and residual antimicrobial activities against *Enterococcus faecalis* biofilm: a comparison between EDTA, chlorhexidine, cetrimide, MTAD and QMix. *Scientific Reports*, 2015, 5: 12944. doi: 10.1038/srep12944.
- [15] Ferrer-Luque C.M et al. Antimicrobial activity of maleic acid and combinations of cetrimide with chelating agents against *Enterococcus faecalis* biofilm. *Journal of Endodontics*, 2010, 36 (10): 1673-5. doi: 10.1016/j.joen.2010.06.009.