

INFLUENCE OF WIFI ROUTER SIGNALS ON THE ACCURACY OF ELECTRONIC APEX LOCATORS IN CLINICAL CONDITIONS

Le Hong Hai, Tran Thi Bich Van*

Faculty of Dentistry, University of Medicine and Pharmacy at Ho Chi Minh city - 217 Hong Bang, Cho Lon ward,
Ho Chi Minh city, Vietnam

Received: 22/04/2026

Revised: 05/05/2026; Accepted: 22/05/2026

ABSTRACT

Objective: To evaluate the effect of a wifi router on the accuracy of an electronic apex locator in determining root canal length under clinical conditions.

Materials and methods: A prospective clinical study was conducted on 10 root canals undergoing endodontic treatment. Root canal length was measured using an electronic apex locator under three conditions: without a wifi router, with a wifi router placed 50 cm away from the device, and with a wifi router placed adjacent to the device (0 cm). The root canal length measured on periapical radiographs was used as the reference value. Data were analyzed using the Friedman test and Fisher's exact test with a significance level of $p < 0.05$.

Results: No statistically significant differences were found in the mean rank of root canal length measurements obtained with the electronic apex locator among the tested conditions ($p > 0.05$). The accuracy within the clinically acceptable range of ± 0.5 mm was 80% without electronic devices, 70% when the wifi router was placed 50 cm away, and 60% when the wifi router was placed adjacent to the device. These differences were not statistically significant.

Conclusion: The presence of a wifi router does not significantly affect the clinical accuracy of electronic apex locators in determining root canal length under typical dental clinic conditions.

Keywords: Wifi router, electromagnetic interference, electronic apex locator, endodontics, EMI.

*Corresponding author

Email: ttbvan@ump.edu.vn Phone: (+84) 918737697 DOI: 10.52163/yhc.v67i5.5201

ẢNH HƯỞNG CỦA THIẾT BỊ PHÁT WIFI ĐẾN ĐỘ CHÍNH XÁC CỦA MÁY ĐỊNH VỊ CHỚP TRONG ĐIỀU KIỆN LÂM SÀNG

Lê Hồng Hải, Trần Thị Bích Vân*

Khoa Răng Hàm Mặt, Đại học Y Dược thành phố Hồ Chí Minh - 217 Hồng Bàng, phường Chợ Lớn, thành phố Hồ Chí Minh, Việt Nam

Ngày nhận bài: 22/04/2026

Ngày chỉnh sửa: 05/05/2026; Ngày duyệt đăng: 22/05/2026

TÓM TẮT

Mục tiêu: Đánh giá ảnh hưởng của thiết bị phát wifi đến độ chính xác của máy định vị chóp trong xác định chiều dài ống tủy trong điều kiện lâm sàng.

Đối tượng và phương pháp: Nghiên cứu lâm sàng tiến cứu trên 10 ống tủy có chỉ định điều trị nội nha. Chiều dài ống tủy được đo bằng máy định vị chóp trong 3 tình huống: không có thiết bị phát wifi hoạt động, thiết bị phát wifi đặt cách thiết bị 50 cm và thiết bị phát wifi đặt sát thiết bị (0 cm). Chiều dài đo trên phim X quang quanh chóp được sử dụng làm giá trị tham chiếu. Dữ liệu được phân tích bằng phép kiểm Friedman và Fisher's exact test với mức ý nghĩa $p < 0,05$.

Kết quả: Không ghi nhận sự khác biệt có ý nghĩa thống kê về thứ hạng trung bình của chiều dài ống tủy đo bằng máy định vị chóp giữa các tình huống khảo sát ($p > 0,05$). Tỷ lệ đo chính xác trong phạm vi sai lệch lâm sàng $\pm 0,5$ mm lần lượt là 80% khi không có thiết bị điện tử, 70% khi thiết bị phát wifi đặt cách 50 cm và 60% khi thiết bị phát wifi đặt sát thiết bị. Sự khác biệt giữa các nhóm không có ý nghĩa thống kê.

Kết luận: Thiết bị phát wifi không gây ảnh hưởng đáng kể đến độ chính xác lâm sàng của máy định vị chóp trong xác định chiều dài ống tủy trong điều kiện phòng khám.

Từ khóa: Wifi router, nhiễu điện từ, máy định vị chóp, nội nha, EMI.

1. ĐẶT VẤN ĐỀ

Máy định vị chóp là một trong những thiết bị quan trọng trong nội nha hiện đại. Sự ra đời của các thế hệ máy định vị chóp (MĐVC) đa tần số đã giúp cải thiện đáng kể độ chính xác trong xác định chiều dài làm việc, giảm phụ thuộc vào X quang và nâng cao tiên lượng điều trị. Việc xác định chính xác chiều dài làm việc đảm bảo loại bỏ hoàn toàn mô nhiễm khuẩn trong hệ thống ống tủy và hạn chế thao tác vượt quá lỗ chóp sinh lý.

MĐVC hoạt động dựa trên nguyên lý đo trở kháng điện giữa trám nội nha và mô quanh chóp. Tín hiệu điện thu được có biên độ rất nhỏ và được xử lý bởi hệ thống vi mạch tích hợp. Chính đặc điểm này khiến thiết bị có khả năng nhạy cảm với các yếu tố nhiễu điện từ trong môi trường làm việc xung quanh.

Trong bối cảnh chuyển đổi số và sử dụng bệnh án điện tử, thiết bị phát wifi (wifi router) trở thành thiết bị gần như bắt buộc trong phòng khám nha khoa. Wifi router hoạt động liên tục ở các dải tần 2,4 GHz và 5 GHz nhằm duy trì kết nối mạng. Không giống như điện thoại di động chỉ phát công suất cao trong thời gian ngắn khi thực hiện cuộc gọi, wifi router phát sóng liên tục, tạo nên nền điện từ ổn định trong môi trường điều trị.

Nhiều điện từ (electromagnetic interference - EMI) được định nghĩa là năng lượng điện từ không mong muốn có thể gây suy giảm hoặc thay đổi chức năng của thiết bị điện tử [6]. EMI có thể ảnh hưởng đến thiết bị y tế nhạy cảm, đặc biệt trong môi trường có nhiều nguồn phát sóng hoạt động đồng thời.

Trong lĩnh vực nội nha, một số nghiên cứu đã khảo sát ảnh hưởng của thiết bị điện tử đến MĐVC. Hurstel J và cộng sự không ghi nhận ảnh hưởng đáng kể của điện thoại di động trong điều kiện ex vivo [1]. Parirokh M và cộng sự cho thấy một số thiết bị điện tử có thể ảnh hưởng đến hiệu suất của MĐVC khi đặt gần [3]. Tuy nhiên, dữ liệu về wifi router trong điều kiện lâm sàng thực tế còn hạn chế.

Do đó, nghiên cứu này được thực hiện nhằm đánh giá ảnh hưởng của wifi router đến độ chính xác của MĐVC trong môi trường phòng khám đang hoạt động, đồng thời phân tích cơ chế vật lý của EMI và mối liên hệ với tiêu chuẩn tương thích điện từ quốc tế.

2. ĐỐI TƯỢNG VÀ PHƯƠNG PHÁP NGHIÊN CỨU

2.1. Địa điểm và thời gian nghiên cứu

Nghiên cứu lâm sàng tiến cứu được thực hiện tại Khu điều trị 3 thuộc Phòng Khám Răng Hàm Mặt, Khoa Răng Hàm Mặt, Đại Học Y Dược thành phố Hồ Chí Minh từ tháng 10/2022 đến tháng 12/2023.

2.2. Đối tượng nghiên cứu

10 ống tủy thuộc các bệnh nhân có chỉ định điều trị nội nha nguyên phát được đưa vào nghiên cứu.

Các trường hợp có tiêu xương quanh chóp lan rộng hoặc dị dạng giải phẫu phức tạp bị loại trừ.

*Tác giả liên hệ

Email: ttvan@ump.edu.vn Điện thoại: (+84) 918737697 DOI: 10.52163/yhc.v67i5.5201

2.3. Phương pháp nghiên cứu

Chiều dài ống tủy được xác định bằng cùng một loại MĐVC trong toàn bộ nghiên cứu. Sau đó, phim X quang quanh chóp được chụp theo kỹ thuật song song và chiều dài trám trên phim được đo bằng phần mềm chuyên dụng. Do không thể xác định chiều dài thật trên bệnh nhân vì lý do đạo đức, chiều dài trên phim được sử dụng làm giá trị tham chiếu, tương tự phương pháp của Patel Và cộng sự [4].

Mỗi ống tủy được đo trong 3 tình huống: không có wifi router hoạt động gần ghế điều trị, wifi router đặt cách 50 cm và wifi router đặt sát (0 cm). Router được đặt ở chế độ phát sóng bình thường trong suốt quá trình đo.

Dữ liệu được phân tích bằng phần mềm SPSS 26.0. Friedman test được sử dụng để so sánh thứ hạng trung bình giữa 3 tình huống đo. Fisher's exact test được sử dụng để so sánh tỷ lệ chính xác trong phạm vi ± 0,5 mm với mức ý nghĩa p < 0,05.

3. KẾT QUẢ NGHIÊN CỨU

3.1. Sự khác biệt giữa các tình huống đo khi khoảng cách wifi router và MĐVC khác nhau

Phân tích bằng phép kiểm Friedman cho thấy không có sự khác biệt có ý nghĩa thống kê về thứ hạng trung bình của chiều dài ống tủy đo bằng MĐVC giữa các tình huống khảo sát (p > 0,05). Cụ thể, khi không có thiết bị khi không có wifi router hoạt động gần MĐVC, thứ hạng trung bình của giá trị đo là 3,80. Khi wifi router được đặt ở khoảng cách 50 cm, thứ hạng trung bình là 2,95, và khi router được đặt sát thiết bị (0 cm), thứ hạng trung bình là 3,05. Kết quả này cho thấy sự hiện diện của wifi router ở các khoảng cách khảo sát không làm thay đổi đáng kể kết quả đo chiều dài ống tủy bằng MĐVC (bảng 1).

So sánh với giá trị chiều dài ống tủy đo trên phim X quang quanh chóp (L_p) cho thấy thứ hạng trung bình của L_p là 5,00. Tuy nhiên, sự khác biệt giữa các tình huống đo bằng MĐVC và giá trị tham chiếu trên phim không đạt ý nghĩa thống kê theo phép kiểm Friedman (p > 0,05).

Như vậy, trong điều kiện lâm sàng của nghiên cứu, khoảng cách giữa wifi router và MĐVC (50 cm hoặc đặt sát thiết bị) không tạo ra sự khác biệt có ý nghĩa thống kê trong kết quả đo chiều dài ống tủy.

Bảng 1. Thứ hạng trung bình của chiều dài ống tủy đo bằng MĐVC khi có và không có wifi router (n = 10)

Bottom of Form

Trường hợp	Trung bình thứ hạng	Giá trị thống kê	Độ tự do df	p*
(1)	3,80	11,132	5	> 0,05
(2)	2,95			
(3)	3,05			
L _p	5,00			

Ghi chú: *Phép kiểm Friedman.

(1): Chiều dài ống tủy đo bằng MĐVC khi không có thiết bị điện tử khác.

(2): Chiều dài ống tủy đo bằng MĐVC khi có wifi router, D = 50 cm.

(3): Chiều dài ống tủy đo bằng MĐVC khi có wifi router, D = 0 cm.

L_p: Chiều dài ống tủy đo trên phim X quang.

Bottom of Form

3.2. Sự khác biệt giữa các tình huống đo so với chiều dài ống tủy đo trên phim

Phân tích độ chính xác của MĐVC theo tiêu chuẩn sai lệch lâm sàng ± 0,5 mm so với chiều dài ống tủy đo trên phim X quang quanh chóp cho thấy không có sự khác biệt có ý nghĩa thống kê giữa các tình huống đo (p > 0,05). Kết quả này cho thấy sự hiện diện của wifi router ở các khoảng cách khảo sát không làm thay đổi đáng kể độ chính xác của MĐVC trong xác định chiều dài ống tủy.

Bảng 2. Số lượng và tỷ lệ chênh lệch trong phạm vi ± 0,5 mm so với chiều dài ống tủy đo trên phim (n = 10)

Nhóm	Chênh lệch ± 0,5 mm		p*
	n	%	
(1) - L _p	8	80	0,847
(4) - L _p	7	70	
(5) - L _p	6	60	

Ghi chú: *Phép kiểm Fisher's.

(1): Chiều dài ống tủy đo bằng MĐVC khi không có thiết bị điện tử khác.

(2): Chiều dài ống tủy đo bằng MĐVC khi có wifi router, D = 50 cm.

(3): Chiều dài ống tủy đo bằng MĐVC khi có wifi router, D = 0 cm.

L_p: Chiều dài ống tủy đo trên phim X quang.

Bảng 2 trình bày số lượng và tỷ lệ các ống tủy có chiều dài đo bằng MĐVC nằm trong khoảng sai lệch ± 0,5 mm so với giá trị tham chiếu đo trên phim X quang. Trong tổng số 10 ống tủy được khảo sát, không có tình huống nào đạt tỷ lệ chính xác trên 90%. Tuy nhiên, tỷ lệ chính xác trong cả 3 tình huống đều ở mức tương đối cao và nằm trong phạm vi chấp nhận được về mặt lâm sàng.

Cụ thể, trong tình huống (1) khi đo chiều dài ống tủy bằng MĐVC trong điều kiện không có thiết bị điện tử khác hoạt động gần ghế điều trị, có 8/10 ống tủy có sai lệch trong phạm vi ± 0,5 mm so với chiều dài đo trên phim, tương ứng với tỷ lệ chính xác 80%. Đây là tỷ lệ cao nhất trong 3 tình huống khảo sát.

Ở tình huống (2), khi có wifi router hoạt động ở khoảng cách 50 cm so với MĐVC, có 7/10 ống tủy nằm trong phạm vi sai lệch ± 0,5 mm, tương ứng với tỷ lệ chính xác 70%. Kết quả này cho thấy khi wifi router được đặt ở khoảng cách tương đối xa, độ chính xác của MĐVC giảm nhẹ so với tình huống không có thiết bị điện tử, tuy nhiên mức giảm này không đáng kể.

Trong tình huống (3), khi wifi router được đặt sát MĐVC (D = 0 cm), có 6/10 ống tủy có sai lệch nằm trong phạm vi ± 0,5 mm so với chiều dài đo trên phim, tương ứng với tỷ lệ chính xác 60%. Đây là tình huống có tỷ lệ chính xác thấp nhất trong 3 nhóm khảo sát.

Mặc dù tỷ lệ chính xác có xu hướng giảm dần khi khoảng cách giữa wifi router và MĐVC giảm, phép kiểm Fisher's exact test cho thấy sự khác biệt giữa các nhóm không đạt ý nghĩa thống kê (p = 0,847). Điều này cho thấy sự hiện diện của wifi router, dù ở khoảng cách 50 cm hay đặt sát thiết bị, không gây ra sự thay đổi có ý nghĩa thống kê về tỷ lệ chính xác của MĐVC khi so sánh với chiều dài ống tủy đo trên phim X quang.

Nhìn chung, kết quả nghiên cứu cho thấy phần lớn các phép đo chiều dài ống tủy bằng MĐVC trong cả 3 tình huống đều nằm trong khoảng sai lệch lâm sàng chấp nhận được ($\pm 0,5$ mm) so với giá trị tham chiếu trên phim X quang.

4. BÀN LUẬN

Kết quả của nghiên cứu cho thấy sự hiện diện của wifi router ở các khoảng cách khác nhau không gây ra sự khác biệt có ý nghĩa thống kê đối với kết quả đo chiều dài ống tủy bằng MĐVC ($p > 0,05$). Khi đánh giá độ chính xác theo tiêu chuẩn sai lệch lâm sàng $\pm 0,5$ mm so với chiều dài đo trên phim X quang, tỷ lệ đo chính xác lần lượt là 80% khi không có thiết bị điện tử, 70% khi wifi router đặt cách 50 cm và 60% khi wifi router đặt sát thiết bị. Mặc dù tỷ lệ chính xác có xu hướng giảm khi khoảng cách giữa wifi router và MĐVC giảm, sự khác biệt này không đạt ý nghĩa thống kê và phần lớn các phép đo vẫn nằm trong phạm vi sai lệch lâm sàng chấp nhận được. Kết quả này cho thấy trong điều kiện phòng khám thực tế, sự hiện diện của wifi router không làm ảnh hưởng đáng kể đến hiệu suất của MĐVC.

Xu hướng giảm nhẹ độ chính xác khi wifi router được đặt sát thiết bị có thể liên quan đến hiện tượng EMI. Wifi router phát sóng điện từ liên tục ở dải tần 2,4 GHz hoặc 5 GHz và có thể tạo ra trường điện từ trong môi trường xung quanh. Về mặt lý thuyết, trường điện từ này có thể gây cảm ứng điện từ trong các vi mạch của MĐVC, từ đó tạo ra dao động nhỏ trong tín hiệu đo. Tuy nhiên, cường độ của trường điện từ giảm nhanh theo khoảng cách từ nguồn phát, do đó mức năng lượng tác động lên thiết bị ở khoảng cách xa thường rất thấp. Ngoài ra, các thế hệ MĐVC hiện đại sử dụng công nghệ đa tần số và được trang bị hệ thống lọc tín hiệu cùng lớp che chắn điện từ, giúp hạn chế đáng kể ảnh hưởng của nhiễu điện từ trong môi trường lâm sàng.

Kết quả của nghiên cứu này phù hợp với các nghiên cứu trước đây đánh giá ảnh hưởng của thiết bị điện tử đến MĐVC. Hurstel J và cộng sự (2015) cho thấy điện thoại di động không gây ảnh hưởng đáng kể đến việc xác định chiều dài làm việc khi đặt gần thiết bị trong điều kiện *ex vivo* [1]. Tương tự, Sidhu P và cộng sự (2016) cũng ghi nhận rằng sự hiện diện của điện thoại di động ở khoảng cách gần không làm thay đổi đáng kể độ chính xác của MĐVC [2]. Những kết quả này cho thấy các thiết bị điện tử thông dụng trong môi trường lâm sàng thường không gây nhiễu đáng kể đối với hoạt động của MĐVC. Tuy nhiên, Parirokh M và cộng sự (2019) báo cáo rằng một số thiết bị điện tử có thể ảnh hưởng đến hiệu suất của MĐVC khi đặt ở khoảng cách rất gần [3]. Sự khác biệt giữa các nghiên cứu có thể liên quan đến công suất phát sóng của thiết bị, loại nguồn nhiễu điện từ cũng như đặc điểm kỹ thuật của từng thế hệ MĐVC.

Một yếu tố cần được xem xét là môi trường phòng khám nha khoa hiện đại thường có nhiều thiết bị điện tử hoạt động đồng thời, bao gồm hệ thống mạng không dây, máy tính, thiết bị chụp X quang kỹ thuật số và các thiết bị điều trị khác. Sự kết hợp của nhiều nguồn phát sóng có thể làm tăng mức nền điện từ trong phòng khám. Tuy nhiên, kết quả của nghiên cứu hiện tại cho thấy ngay cả khi wifi router được đặt rất gần thiết bị, độ chính xác của MĐVC vẫn duy trì trong giới hạn lâm sàng chấp nhận được. Điều

này gợi ý rằng các MĐVC thế hệ mới có khả năng miễn nhiễm điện từ tương đối tốt và có thể hoạt động ổn định trong môi trường phòng khám có nhiều nguồn phát sóng điện từ.

Một số hạn chế của nghiên cứu cần được xem xét khi diễn giải kết quả. Nghiên cứu được thực hiện với cỡ mẫu nhỏ (10 ống tủy) và chỉ khảo sát một loại wifi router cũng như một loại MĐVC. Ngoài ra, cường độ tín hiệu của wifi router có thể thay đổi tùy theo môi trường và cấu hình thiết bị. Do đó, các nghiên cứu trong tương lai với cỡ mẫu lớn hơn, nhiều loại thiết bị phát sóng và nhiều loại MĐVC khác nhau sẽ giúp đánh giá toàn diện hơn ảnh hưởng của nhiễu điện từ trong môi trường phòng khám nha khoa.

Nhìn chung, kết quả nghiên cứu cho thấy wifi router không gây ảnh hưởng đáng kể đến độ chính xác của MĐVC trong điều kiện phòng khám nha khoa thực tế. Mặc dù có thể xuất hiện dao động nhỏ trong tín hiệu đo khi router được đặt rất gần thiết bị, mức sai lệch này không đạt ý nghĩa thống kê và vẫn nằm trong giới hạn sai số lâm sàng chấp nhận được.

5. KẾT LUẬN

Kết quả nghiên cứu cho thấy sự hiện diện của wifi router ở các khoảng cách khác nhau không gây ảnh hưởng có ý nghĩa thống kê đến độ chính xác của MĐVC trong xác định chiều dài ống tủy. Tỷ lệ đo chính xác trong phạm vi sai lệch lâm sàng $\pm 0,5$ mm giữa các tình huống không có wifi router, wifi router đặt cách 50 cm và đặt sát thiết bị lần lượt là 80%, 70% và 60%, nhưng sự khác biệt này không có ý nghĩa thống kê. Điều này cho thấy wifi router trong điều kiện phòng khám thông thường không làm giảm đáng kể độ chính xác của MĐVC, góp phần khẳng định tính an toàn của việc sử dụng thiết bị này trong môi trường có mạng wifi hoạt động.

6. TÀI LIỆU THAM KHẢO

- [1] Hurstel J, Guivarc'h M, Pommel L et al. Do cell phones affect establishing electronic working length? *J Endod*, 2015, 41 (6): 943-6. doi: 10.1016/j.joen.2015.02.007
- [2] Sidhu P, Shankargouda S, Dicksit D.D et al. Evaluation of interference of cellular phones on electronic apex locators. *J Endod*, 2016, 42 (4): 622-5. doi: 10.1016/j.joen.2015.12.027
- [3] Parirokh M, Manocherifar H, Abbott P.V et al. Effect of various electronic devices on the performance of electronic apex locator. *Iran Endod J*, 2019, 14 (4): 278-282. doi: 10.22037/iej.v14i4.23752
- [4] Patel S, Attur K, Bagda K et al. Evaluation of electromagnetic interference of smartphone on apex locators. *Int J Res*, 2020, 7 (2): 192-200.
- [5] Clifford K.J, Joyner K.H, Stroud D.B et al. Mobile telephones interfere with medical electrical equipment. *Australas Phys Eng Sci Med*, 1994, 17 (1): 23-7.
- [6] Lapinsky S.E, Easty A.C. Electromagnetic interference in critical care. *J Crit Care*, 2006, 21 (3): 267-70. doi: 10.1016/j.jcrc.2006.03.010.