

THE EFFECT OF DENTAL OPERATING MICROSCOPE ON WORKING POSTURE IN ENDODONTIC PRACTICE

Nguyen Thu Tra, Tran Thi Bich Van

Faculty of Odonto-Stomatology – University of Medicine and Pharmacy at Ho Chi Minh City - 217 Hong Bang, Cho Lon Ward, Ho Chi Minh City, Vietnam

Received: 09/12/2025

Revised: 19/02/2026; Accepted: 29/04/2026

ABSTRACT

Objective: To evaluate the impact of two visual conditions (unaided vision and dental operating microscope - DOM) on the working posture of dentists and dental students, assessed through RULA scores, neck flexion angle, and trunk inclination angle.

Methods: An experimental simulation study using a within-subject crossover design was conducted on 50 participants (25 postgraduate dentists and 25 students). Each participant performed a simulated task involving penetration of 28 printed targets under two visual conditions. Working posture was assessed using RULA scores, neck flexion angle, and trunk inclination angle obtained from video analysis. Data were analyzed using the Wilcoxon Signed-Rank test and the Mann–Whitney U test at a significance level of $p < 0.05$.

Results: Among dentists, neck flexion decreased from 48.2° to 8.8° , trunk inclination from 10.8° to 1.4° , and RULA scores from 6.44 to 3.40 when using the microscope. Among students, neck flexion decreased from 47.4° to 9.6° , trunk inclination from 13.3° to 1.7° , and RULA scores from 6.56 to 3.53 under the same condition.

Conclusion: The DOM significantly improved working posture compared with unaided vision by reducing neck flexion, decreasing trunk inclination, and enhancing RULA scores. The magnification device helped standardize posture across experience levels and may contribute to preventing musculoskeletal disorders in clinical dental practice.

Keyword: dental operating microscope; ergonomics; RULA; musculoskeletal disorder.

*Corresponding author

Email: ttbvan@ump.edu.vn Phone: (+84) 918737697 DOI: 10.52163/yhc.v67iCD5.5017

ẢNH HƯỞNG CỦA KÍNH HIỂN VI ĐẾN TƯ THẾ LÀM VIỆC TRONG THỰC HÀNH NỘI NHA

Nguyễn Thu Trà, 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: 09/12/2025

Ngày chỉnh sửa: 19/02/2026; Ngày duyệt đăng: 29/04/2026

TÓM TẮT

Mục tiêu: Đánh giá ảnh hưởng của hai điều kiện quan sát (mắt thường và kính hiển vi) lên tư thế làm việc của bác sĩ và sinh viên thông qua chỉ số RULA, góc nghiêng cổ và góc nghiêng thân.

Phương pháp nghiên cứu: Nghiên cứu thử nghiệm mô phỏng với thiết kế bắt chéo trong cùng đối tượng được thực hiện trên 50 người tham gia (25 bác sĩ sau đại học và 25 sinh viên). Mỗi người thực hiện thao tác đâm xuyên 28 mục tiêu mô phỏng trong hai điều kiện quan sát. Tư thế làm việc được đánh giá dựa trên chỉ số RULA, góc nghiêng cổ và góc nghiêng thân từ video phân tích. Dữ liệu được xử lý bằng kiểm định Wilcoxon Signed-Rank và Mann-Whitney U với mức ý nghĩa $p < 0,05$.

Kết quả: Ở nhóm bác sĩ, góc nghiêng cổ giảm từ $48,2^\circ$ xuống $8,8^\circ$, góc nghiêng thân từ $10,8^\circ$ xuống $1,4^\circ$, và điểm RULA từ 6,44 xuống 3,40 khi sử dụng kính hiển vi. Ở nhóm sinh viên, góc nghiêng cổ giảm từ $47,4^\circ$ xuống $9,6^\circ$, góc nghiêng thân từ $13,3^\circ$ xuống $1,7^\circ$, và điểm RULA từ 6,56 xuống 3,53.

Kết luận: Kính hiển vi quang học cải thiện đáng kể tư thế làm việc so với mắt thường thông qua giảm gập cổ, giảm nghiêng thân và cải thiện điểm RULA. Thiết bị phóng đại giúp chuẩn hóa tư thế giữa các mức độ kinh nghiệm và hỗ trợ phòng ngừa rối loạn cơ xương khớp trong thực hành nha khoa.

Từ khóa: kính hiển vi, công thái học, RULA, rối loạn cơ xương khớp.

1. ĐẶT VẤN ĐỀ

Trong thực hành nha khoa, tư thế làm việc bất lợi là nguyên nhân quan trọng dẫn đến rối loạn cơ xương khớp, đặc biệt tại vùng cổ, vai và lưng. Do phải thao tác trong không gian miệng hẹp và duy trì tư thế cúi kéo dài, các nhóm cơ nâng đỡ đầu – cổ thường xuyên chịu tải cao, làm tăng nguy cơ đau mỏi và rối loạn cơ xương khớp [1, 2].

Thiết bị phóng đại đóng vai trò quan trọng trong hỗ trợ thị giác và cải thiện tư thế làm việc. Kính hiển vi quang học cung cấp hình ảnh phóng đại rõ nét và ánh sáng đồng trục mạnh, giúp tăng khoảng cách làm việc và giảm mức độ gập cổ. Tuy nhiên, việc quan sát qua thị kính vẫn giới hạn chuyển động đầu – cổ và có thể gây căng cơ nếu tư thế không được điều chỉnh phù hợp [3].

Tư thế khi sử dụng kính hiển vi quang học chịu ảnh hưởng bởi các yếu tố như chiều cao và góc nghiêng thị kính, khoảng cách làm việc và sự phù hợp giữa người – thiết bị – ghế nha khoa. Điều chỉnh các yếu tố này đúng cách giúp duy trì tư thế gần trung tính và giảm gánh nặng cơ vùng cổ – vai, trong khi thiết lập không phù hợp có thể dẫn đến tình trạng gập cổ hoặc xoay thân kéo dài.

Tại Việt Nam, các nghiên cứu về hiệu quả của thiết bị phóng đại còn rất hạn chế, và hiện chưa có công trình nào ứng dụng các chỉ số công thái học khách quan như RULA và góc nghiêng cổ để đánh giá tư thế khi sử dụng kính hiển

vi quang học. Do đó, nghiên cứu này nhằm so sánh ảnh hưởng của hai điều kiện quan sát (mắt thường và kính hiển vi quang học) lên tư thế làm việc thông qua chỉ số RULA và góc nghiêng cổ, góp phần cung cấp bằng chứng công thái học phục vụ đào tạo và thực hành nha khoa.

2. ĐỐI TƯỢNG VÀ PHƯƠNG PHÁP NGHIÊN CỨU

2.1 Thiết kế nghiên cứu: Nghiên cứu được thiết kế theo mô hình thử nghiệm mô phỏng trong phòng thí nghiệm, sử dụng thiết kế bắt chéo trong cùng đối tượng, trong đó mỗi người tham gia lần lượt thực hiện thao tác dưới hai điều kiện quan sát mắt thường (MT) và kính hiển vi (KHV) để so sánh sự khác biệt về tư thế làm việc.

2.2 Mẫu nghiên cứu: Mẫu nghiên cứu gồm 50 đối tượng, bao gồm 25 sinh viên năm cuối và 25 bác sĩ sau đại học đang theo học tại Khoa Răng Hàm Mặt, Đại học Y Dược TP. Hồ Chí Minh.

Tiêu chí chọn mẫu và loại trừ:

Đối tượng được chọn khi không có kinh nghiệm sử dụng thiết bị phóng đại, đồng ý tham gia, tuổi ≤ 40 và (đối với sinh viên) đã hoàn thành thực hành tiền lâm sàng. Loại trừ các trường hợp có bệnh lý mắt hoặc tật khúc xạ không chỉnh đúng, bệnh lý cột sống cổ/thắt lưng, tiền sử chấn thương hay phẫu thuật vùng đầu–cổ–lưng trong 12 tháng gần đây, hoặc các rối loạn cơ xương khớp ảnh hưởng đến tư thế.

*Tác giả liên hệ

Email: ttbvan@ump.edu.vn Điện thoại: (+84) 918737697 DOI: 10.52163/yhc.v67iCD5.5017

Các bước tiến hành nghiên cứu

Người tham gia được tập huấn 6 giờ sử dụng kính hiển vi trước thử nghiệm.

Thực hiện theo thứ tự ngẫu nhiên ở hai điều kiện: mắt thường và kính hiển vi. Ở mỗi giai đoạn, thực hiện đâm xuyên 28 mục tiêu mô phỏng bằng trạm C-file số 10 trong tư thế làm việc chuẩn.

Thao tác với kính CJ Optik Flexion Advanced, chuẩn hóa ở độ phóng đại 1.

Ghi hình tư thế bằng ba camera đặt ở trước, bên và chếch sau.

Phân tích video bằng Kinovea để đo góc cổ, góc thân và chấm RULA theo tư thế xấu nhất.

2.4 Phân tích và xử lý số liệu: Số liệu được xử lý bằng Excel và JASP 0.17.2.0. Phân phối biến được kiểm tra bằng Shapiro–Wilk. Dữ liệu phân phối chuẩn được so sánh bằng T-test (bất cặp hoặc độc lập); dữ liệu không chuẩn được phân tích bằng Wilcoxon Signed-Rank hoặc Mann–Whitney U. Độ kiên định được đánh giá bằng hệ số ICC trên 20% mẫu chấm lặp lại sau 2 tuần. Mức ý nghĩa thống kê được xác định là $p < 0,05$.

2.5 Đạo đức trong nghiên cứu: Nghiên cứu được phê duyệt bởi Hội đồng Đạo Đức trong nghiên cứu y sinh học của Đại học Y Dược Thành phố Hồ Chí Minh (QĐ số 1702/ĐHYD-HĐĐĐ).

3. KẾT QUẢ NGHIÊN CỨU

Kiểm định Shapiro–Wilk cho thấy dữ liệu của cả ba biến số (góc nghiêng cổ, góc nghiêng thân và chỉ số RULA) trong hai nhóm bác sĩ và sinh viên đều không có phân phối chuẩn ($p < 0,05$). Do đó, kiểm định Wilcoxon Signed-Rank được sử dụng để so sánh giữa hai điều kiện thử nghiệm trong cùng nhóm, và kiểm định Mann–Whitney U được dùng để so sánh giữa hai nhóm bác sĩ và sinh viên.

Kết quả trình bày trong Bảng 1 cho thấy sự khác biệt có ý nghĩa thống kê giữa hai điều kiện thử nghiệm (mắt thường và kính hiển vi) đối với tất cả các biến số và ở cả hai nhóm đối tượng ($p < 0,001$).

Bảng 1. So sánh chỉ số RULA và góc tư thế giữa hai điều kiện thử nghiệm ở hai nhóm đối tượng (bác sĩ và sinh viên)

Biến số	Nhóm đối tượng	Mắt thường TV (TPV)	Kính hiển vi TV (TPV)	p	Δ MT - KHV TV (TPV) (KTC 95%)	Effect size (r)
Chỉ số RULA	Bác sĩ	6 [6–7]	3 [3–4]	< 0,001	41 [30–47] (35,44 – 43,48)	1,00
	Sinh viên	7 [6–7]	3 [3–4]	< 0,001	40 [31–44] (34,44 – 41,16)	1,00
Góc nghiêng cổ (độ)	Bác sĩ	47 [43–55]	8 [6–10]	< 0,001	10 [8–11] (8,44 – 10,40)	1,00
	Sinh viên	48 [45–54]	10 [8–10]	< 0,001	12 [8–14] (9,96 – 13,20)	1,00
Góc nghiêng thân (độ)	Bác sĩ	10 [10–12]	1 [0–2]	< 0,001	3 [3–3] (2,80 – 3,28)	1,00
	Sinh viên	12 [10–16]	1 [0–2]	< 0,001	3 [2–4] (2,68 – 3,36)	1,00

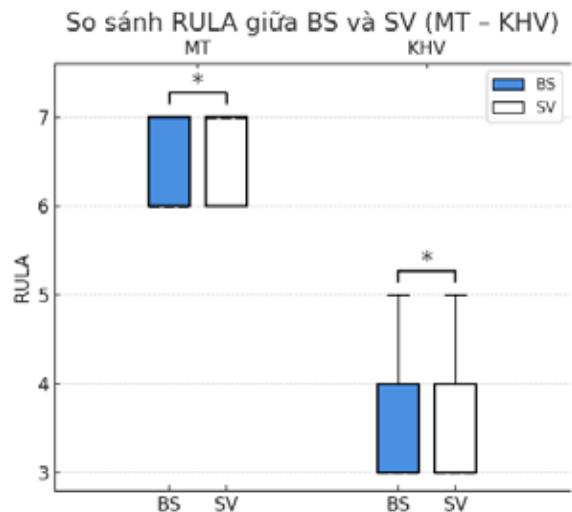
p: Kiểm định Wilcoxon Signed-Rank

Δ MT – KHV: Hiệu số các chỉ số giữa điều kiện kính hiển vi và mắt thường

3.1. Chỉ số RULA giữa hai điều kiện thử nghiệm ở hai nhóm đối tượng

Chỉ số RULA khi thao tác bằng mắt thường có trung vị là 6 [6–7] ở bác sĩ và 7 [6–7] ở sinh viên. Khi sử dụng kính hiển vi, điểm số giảm xuống còn 3 [3–4] ở cả hai nhóm, cho thấy sự cải thiện tư thế rõ rệt ($p < 0,001$). Trong cả hai điều kiện thao tác được thể hiện ở Biểu đồ 1, giá trị RULA của sinh viên có xu hướng cao hơn so với bác sĩ, tuy nhiên sự khác biệt giữa hai nhóm không đạt mức ý nghĩa thống kê ($p > 0,05$).

Mức cải thiện điểm RULA khi thay đổi khi dùng mắt thường và kính hiển vi là 3 điểm ở cả hai nhóm và sự thay đổi này đạt kích thước hiệu quả rất lớn ($r = 1,00$)



*: $p > 0,05$

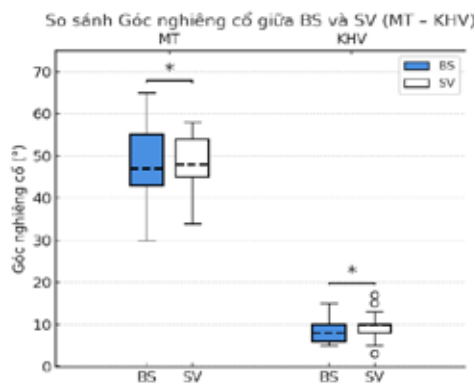
Biểu đồ 1. So sánh chỉ số RULA giữa 2 nhóm đối tượng trong hai điều kiện (MT – KHV)

3.2. Góc nghiêng cổ giữa hai điều kiện thử nghiệm ở hai nhóm đối tượng

Góc nghiêng cổ khi thao tác bằng mắt thường có trung vị là 47 [43–55]° ở nhóm bác sĩ và 48 [45–54]° ở nhóm sinh viên. Khi sử dụng kính hiển vi, giá trị này giảm xuống còn 8 [6–10]° ở bác sĩ và 10 [8–10]° ở sinh viên. Kết quả cho thấy mức độ nghiêng cổ được cải thiện rõ rệt ở cả hai nhóm khi thao tác dưới kính hiển vi và sự cải thiện này có ý nghĩa thống kê ($p < 0,001$).

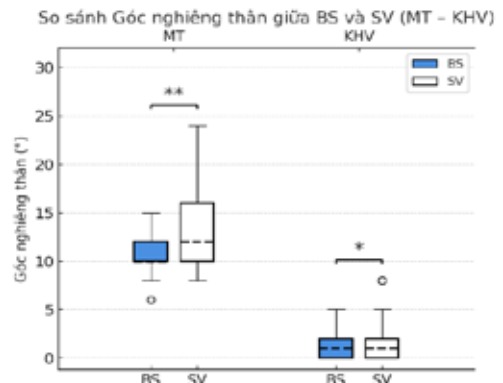
Góc nghiêng cổ giảm với trung vị hiệu số 41° ở bác sĩ và 40° ở sinh viên khi sử dụng kính hiển vi. Sự thay đổi có ý nghĩa thống kê ($p < 0,001$) và đạt kích thước hiệu quả rất lớn ($r = 1,00$), phản ánh mức cải thiện đáng kể giữa hai điều kiện thao tác.

Từ số liệu của Bảng 1 và Biểu đồ 2, trong mỗi điều kiện, giá trị góc nghiêng cổ của bác sĩ và sinh viên nhưng sự khác biệt không có ý nghĩa thống kê ($p > 0,05$). Tuy nhiên bác sĩ có xu hướng nghiêng cổ nhiều hơn khi thao tác bằng mắt thường và sinh viên nghiêng cổ nhiều hơn bác sĩ khi thao tác dưới kính hiển vi.



*: $p > 0,05$; **: $p < 0,05$

Biểu đồ 2. So sánh góc nghiêng cổ giữa 2 nhóm đối tượng trong hai điều kiện



*: $p > 0,05$; **: $p < 0,05$

Biểu đồ 3. So sánh góc nghiêng thân giữa 2 nhóm đối tượng trong hai điều kiện

3.3. Góc nghiêng thân giữa hai điều kiện thử nghiệm ở hai nhóm đối tượng

Dữ liệu về góc nghiêng thân được trình bày ở Bảng 1 và Biểu đồ 3. Ở điều kiện mắt thường, góc nghiêng thân có trung vị là $10 [10-12]^\circ$ ở bác sĩ và $12 [10-16]^\circ$ ở sinh viên; sự khác biệt giữa hai nhóm không có ý nghĩa thống kê ($p > 0,05$). Điều này cho thấy sinh viên có xu hướng nghiêng thân nhiều hơn khi thao tác bằng mắt thường. Khi sử dụng kính hiển vi, góc nghiêng thân giảm xuống còn $1 [0-2]^\circ$ ở cả hai nhóm, phản ánh sự cải thiện rõ rệt về tư thế thân và sự cải thiện này có ý nghĩa thống kê ($p < 0,001$).

Góc nghiêng thân giảm với trung vị hiệu số 10° ở bác sĩ và 12° ở sinh viên. Sự thay đổi này có ý nghĩa thống kê ($p < 0,001$) và đạt kích thước hiệu quả rất lớn ($r = 1,00$).

Trong điều kiện sử dụng kính hiển vi, giá trị giữa hai nhóm gần tương đương nhau. Mặc dù sinh viên vẫn có xu hướng cao hơn nhưng sự khác biệt không có ý nghĩa thống kê ($p > 0,05$).

4. BÀN LUẬN

RULA (Rapid Upper Limb Assessment) là một phương pháp đánh giá công thái học được thiết kế nhằm nhận diện nhanh các tư thế làm việc không thuận lợi và các yếu tố có thể làm tăng nguy cơ rối loạn cơ xương khớp. Công cụ này dựa trên quan sát tư thế tại thời điểm thao tác đặc trưng và tổng hợp các yếu tố như mức độ lệch khỏi tư thế trung tính, lực tác động, mức sử dụng cơ và tính lặp lại của thao tác. Thông qua hệ thống chấm điểm tư thế của chi trên, cổ, thân và chân, kết hợp với điểm lực và sử dụng cơ, RULA đưa ra một điểm số cuối cùng được phân loại theo bốn mức can thiệp, từ không cần điều chỉnh đến yêu cầu can thiệp khẩn cấp (Bảng 2).

Bảng 2. Phân loại mức độ can thiệp theo điểm RULA

Điểm RULA	Mức độ nguy cơ	Ý nghĩa – Mức độ can thiệp cần thiết
1-2	Nguy cơ thấp	Tư thế vẫn chấp nhận được. Chỉ cần theo dõi định kỳ.
3-4	Nguy cơ trung bình	Có dấu hiệu tư thế chưa tối ưu. Cần được xem xét điều chỉnh, đặc biệt nếu duy trì lâu dài.

Điểm RULA	Mức độ nguy cơ	Ý nghĩa – Mức độ can thiệp cần thiết
5-6	Nguy cơ cao	Tư thế không phù hợp. Cần can thiệp sớm để điều chỉnh tư thế hoặc thay đổi điều kiện làm việc.
≥ 7	Nguy cơ rất cao	Tư thế nguy hiểm đối với hệ cơ – xương – khớp – Điều chỉnh ngay lập tức nhằm phòng ngừa chấn thương

Nhờ khả năng đánh giá nhanh và phản ánh khách quan gánh nặng cơ-xương ở vùng thân trên, RULA được ứng dụng rộng rãi trong các ngành nghề đòi hỏi thao tác tỉ mỉ hoặc duy trì tư thế cố định, trong đó có ngành răng hàm mặt. Đặc thù của các thủ thuật nha khoa – như trường nhìn hạn chế, yêu cầu chính xác cao và thời gian tập trung kéo dài – khiến tư thế cổ, vai và thân dễ bị lệch trục, dẫn đến điểm RULA cao [4,5].

RULA được sử dụng trong nghiên cứu này để đánh giá sự thay đổi tư thế khi thao tác dưới kính hiển vi so với mắt thường. Đây là một trong những bộ dữ liệu đầu tiên tại Việt Nam ứng dụng RULA trong bối cảnh mô phỏng nha khoa, cho phép lượng hóa rõ ràng mức độ cải thiện tư thế ở cả bác sĩ và sinh viên. Kết quả phù hợp với xu hướng quốc tế và góp phần cung cấp bằng chứng nền tảng cho công tác đào tạo và phòng ngừa rối loạn cơ xương khớp trong thực hành nha khoa.

Trong nghiên cứu này, điểm RULA khi thao tác bằng mắt thường dao động từ 6,4 đến 6,6, nằm trung gian giữa nhóm nguy cơ cao và rất cao. Kết quả này cũng được ghi nhận trong các nghiên cứu về công thái học trong nội nha và nha khoa phục hồi. Với tư thế gập cổ nhiều, nghiêng thân và trường nhìn hạn chế khiến RULA thường ghi nhận ở mức cao [4, 6]. Khi chuyển sang thao tác dưới kính hiển vi, điểm RULA cải thiện rõ rệt và giảm xuống còn 3,4-3,5, đưa người thao tác về nhóm nguy cơ trung bình. Sự cải thiện điểm RULA tập trung chủ yếu ở tư thế cổ và thân, trong đó việc duy trì trục đầu-cổ và thân ở vị trí gần trung tính giúp giảm nhu cầu bù trừ của vai và chi trên, từ đó cải thiện tư thế tổng thể của vùng thân trên trong quá trình thao tác [7].

Kết quả về các góc nghiêng cho thấy tư thế cổ và thân ở điều kiện mắt thường đều ở mức không thuận lợi, với góc nghiêng cổ dao động $47-48^\circ$ và góc nghiêng thân $10-12^\circ$, tương đồng với các nghiên cứu của Pazos [2] và Holzgreve [6] khi thao tác không có thiết bị phóng đại. Khi sử dụng kính hiển vi, cả

hai chỉ số đều cải thiện mạnh, góc cổ giảm về mức 8–10° và góc thân giảm còn khoảng 1°, phản ánh tư thế gần trung tính hơn. Xu hướng này cũng tương đồng với dữ liệu quốc tế khi phân tích tư thế làm việc dưới kính phóng đại [5, 7].

Việc đưa góc nghiêng cổ về mức 8–10° giúp giảm tải lên các cơ nâng đỡ cổ và hạn chế nguy cơ tổn thương mạn tính, trong khi góc thân gần 0° phản ánh tư thế thẳng trục, giảm áp lực lên cột sống và hạn chế sai lệch tích lũy. Sự cải thiện điểm RULA từ mức nguy cơ cao xuống trung bình cho thấy kính hiển vi mang lại hiệu quả công thái học rõ rệt. Những cải thiện này bắt nguồn từ khoảng cách làm việc lớn hơn, ánh sáng đồng trục giúp quan sát mà không cần điều chỉnh đầu, cùng trục quang học cố định khi kính, ghế và phantom được thiết lập đúng.

Khi thao tác bằng mắt thường bác sĩ có xu hướng nghiêng cổ nhiều hơn và sinh viên có xu hướng nghiêng thân nhiều hơn, và có sự khác biệt có ý nghĩa giữa sinh viên và bác sĩ ở biến số góc nghiêng thân. Tuy nhiên hai biến số về góc cổ và thân không có sự khác biệt có ý nghĩa thống kê dưới kính hiển vi. Tương tự ở chỉ số RULA, mặc dù bác sĩ có điểm thấp hơn sinh viên một chút nhưng sự khác biệt không đáng kể, nhất là khi sử dụng kính hiển vi. Điều này cho thấy thiết bị phóng đại có khả năng chuẩn hóa tư thế và giảm sự phụ thuộc vào kinh nghiệm, giúp người mới đạt tư thế gần tương đương với người có kinh nghiệm.

Nghiên cứu được thực hiện trong môi trường mô phỏng nên chưa phản ánh đầy đủ các yếu tố của thực hành lâm sàng thực tế như tương tác với bệnh nhân, thời gian thủ thuật kéo dài, thay đổi vị trí làm việc và phối hợp nhiều dụng cụ. Thời gian tập huấn kính hiển vi 6 giờ có thể chưa đủ để thể hiện mức độ thuần thục của người sử dụng. Ngoài ra, nghiên cứu chưa đo trực tiếp tải cơ bằng EMG mà chủ yếu suy luận từ góc nghiêng và điểm RULA.

Tuy nhiên, nghiên cứu này cung cấp những dữ liệu nền tảng về ảnh hưởng của điều kiện quan sát đến tư thế làm việc, qua đó góp phần định hướng cho các nghiên cứu chuyên sâu hơn. Trong tương lai, cần triển khai nghiên cứu trên môi trường lâm sàng thực tế, kéo dài thời gian theo dõi và tích hợp các công cụ đánh giá khách quan như IMU, phân tích chuyển động 3D và EMG nhằm đánh giá toàn diện hơn hiệu quả công thái học

5. KẾT LUẬN

Nghiên cứu cho thấy kính hiển vi cải thiện rõ rệt tư thế làm việc, thể hiện qua việc giảm góc nghiêng cổ, giảm góc nghiêng thân và cải thiện điểm RULA so với thao tác

bằng mắt thường. Thiết bị phóng đại cũng thu hẹp khác biệt giữa bác sĩ và sinh viên, góp phần chuẩn hóa tư thế và giảm nguy cơ rối loạn cơ xương khớp. Điều này khẳng định vai trò của kính hiển vi trong tăng cường công thái học trong lâm sàng và đào tạo nha khoa.

6. TÀI LIỆU THAM KHẢO

- [1] Wajngarten D, Pazos JM, Garcia PPNS. Ergonomic working posture in simulated dental clinical conditions: effect of magnification on the operator's experience. *PeerJ*. 2021; 9: e11168. DOI: 10.7717/peerj.11168
- [2] Pazos JM, Regalo SCH, de Vasconcelos P, Campos JADB, Garcia PPNS. Effect of magnification factor by Galilean loupes on working posture of dental students in simulated clinical procedures: associations between direct and observational measurements. *PeerJ*. 2022; 10: e13021. DOI: 10.7717/peerj.13021
- [3] Katayama T, Uraba S, Suzuki N, et al. Assessment of dental operating microscope with three-dimensional imaging for endodontic procedures. *The Showa University Journal of Medical Sciences*. 2024; 36(2): 69–76. DOI: 10.15369/sujms.36.69
- [4] Feige S, Holzgreve F, Fraeulin L, Maurer-Grubinger C, Betz W, Erbe C, Ohlendorf D. Ergonomic analysis of dental work in different oral quadrants: a motion capture preliminary study among endodontists. *Bioengineering*. 2024; 11(4): 400. DOI: 10.3390/bioengineering11040400
- [5] Maurer-Grubinger C, Holzgreve F, Fraeulin L, Betz W, Erbe C, Brueggmann D, Ohlendorf D. Combining ergonomic risk assessment (RULA) with inertial motion capture technology in dentistry—Using the benefits from two worlds. *Sensors*. 2021; 21(12): 4077. DOI: 10.3390/s21124077
- [6] Holzgreve F, Fraeulin L, Betz W, Erbe C, Wanke EM, Brüggmann D, Ohlendorf D. A RULA-based comparison of the ergonomic risk of typical working procedures for dentists and dental assistants of general dentistry, endodontology, oral and maxillofacial surgery, and orthodontics. *Sensors*. 2022; 22(3): 805. DOI: 10.3390/s22030805
- [7] Pispero A, Marcon M, Ghezzi C, Massironi D, Varoni EM, Tubaro S, Lodi G. Posture assessment in dentistry for different visual aids using 2D markers. *Sensors*. 2021; 21(22): 7717. DOI: 10.3390/s21227717