

ĐẶC ĐIỂM KẾT QUẢ ĐÓNG KHOẢNG VÀ CÁC YẾU TỐ LIÊN QUAN TRONG ĐIỀU TRỊ CHỈNH NHA CÓ SỬ DỤNG MINI-IMPLANT TẠI BỆNH VIỆN QUÂN Y 175

Hoàng Thị Thu Hiền¹, Dương Mỹ Linh^{1*}, Nguyễn Thị Thanh Thúy¹,
Nguyễn Hồng Hải¹, Nguyễn Thị Thu Thảo¹

TÓM TẮT

Mục tiêu: Đánh giá kết quả đóng khoảng trong điều trị chỉnh nha có sử dụng mini-implant và nhận xét một số yếu tố lâm sàng, cận lâm sàng ảnh hưởng đến kết quả điều trị.

Đối tượng và phương pháp nghiên cứu: Nghiên cứu mô tả kết hợp phân tích, hồi cứu trên 22 bệnh nhân được điều trị chỉnh nha tại Khoa Răng, Bệnh viện Quân y 175, với 56 mini-implant tương ứng với 56 khoảng đóng. Trong nghiên cứu này, mini-implant/khoảng đóng được xem là đơn vị phân tích; do đó 56 mini-implant là số quan sát được đưa vào phân tích và cũng là cỡ mẫu đạt được của nghiên cứu. Các biến số được thu thập gồm đặc điểm chung của bệnh nhân, đặc điểm lâm sàng của các khoảng đóng, các yếu tố tại chỗ quanh mini-implant và các chỉ số trên phim sọ nghiêng. Dữ liệu được xử lý bằng các phép thống kê mô tả, phân tích tương quan, so sánh và mô hình hỗn hợp tuyến tính. Nghiên cứu tuân thủ các nguyên tắc y đức trong nghiên cứu y sinh học, thông tin người bệnh được bảo mật và chỉ sử dụng cho mục đích nghiên cứu.

Kết quả: Tuổi bắt đầu điều trị trung bình là $21,32 \pm 5,77$ tuổi. Khoảng cần đóng trung bình là $6,40 \pm 1,73$ mm; thời gian đóng khoảng trung bình là $11,95 \pm 3,55$ tháng; tốc độ đóng khoảng trung bình là $0,55 \pm 0,14$ mm/tháng. Các thay đổi sau điều trị trên phim sọ nghiêng chủ yếu tập trung ở nhóm chỉ số răng hơn là nhóm chỉ số xương. Khoảng cần đóng là yếu tố liên quan mạnh nhất đến cả thời gian và tốc độ đóng khoảng. Lực đóng khoảng cũng có mối liên quan với kết quả điều trị. Các yếu tố như công cụ đóng khoảng, số lượng mini-implant và một số yếu tố tại chỗ quanh mini-implant chưa cho thấy mối liên quan độc lập rõ ràng trong mô hình đa biến.

Kết luận: Trong nhóm bệnh nhân được điều trị bằng mini-implant, nghiên cứu ghi nhận kết quả đóng khoảng thuận lợi với khả năng kiểm soát neo chặn tốt. Kết quả đóng khoảng chủ yếu liên quan đến khoảng cần đóng và đặc điểm hệ thống lực. Do không có nhóm chứng, nghiên cứu không nhằm so sánh hiệu quả giữa mini-implant và các phương pháp neo chặn khác, đặc biệt ở các trường hợp có yêu cầu neo chặn cao. Kết quả đóng khoảng chịu ảnh hưởng chủ yếu bởi khoảng cần đóng và đặc điểm hệ thống lực. Việc kết hợp đánh giá lâm sàng với phân tích phim sọ nghiêng giúp nhận định đầy đủ hơn hiệu quả và chất lượng điều trị.

Từ khóa: đóng khoảng, mini-implant, neo chặn tạm thời, chỉnh nha, phim sọ nghiêng.

¹ Bệnh viện Quân y 175

Ngày nhận bài: 20/05/2026

Ngày phản biện: 26/06/2026

Người phản hồi: Dương Mỹ Linh, email: dr.duongmylinh@gmail.com

SPACE CLOSURE OUTCOMES AND ASSOCIATED FACTORS IN ORTHODONTIC TREATMENT USING MINI-IMPLANTS: A RETROSPECTIVE STUDY AT MILITARY HOSPITAL 175

ABSTRACT

Objective: To evaluate space closure outcomes in orthodontic treatment using mini-implants and to identify selected clinical and cephalometric factors associated with these outcomes.

Materials and methods: This retrospective descriptive-analytical study included 22 orthodontic patients treated at the Dental Department, Military Hospital 175, with 56 mini-implants corresponding to 56 space-closure sites. In this study, each mini-implant/space-closure site was considered the analytical unit; therefore, the 56 mini-implants represented the observations included in the analysis and the achieved sample size of the study. Collected variables included patient characteristics, clinical features of space closure, local factors related to mini-implants, and measurements on lateral cephalograms. Data were analyzed using descriptive statistics, correlation analysis, comparative tests, and linear mixed-effects models. The study complied with biomedical research ethics principles, and patient information was anonymized and used solely for research purposes. Space-closure outcomes were evaluated based on space-closure time, space-closure rate, and cephalometric changes after treatment.

Results: The mean age at treatment initiation was 21.32 ± 5.77 years. The mean amount of space to be closed was 6.40 ± 1.73 mm; the mean space-closure time was 11.95 ± 3.55 months; and the mean rate of space closure was 0.55 ± 0.14 mm/month. Post-treatment changes on lateral cephalograms were observed mainly in dental rather than skeletal parameters. The amount of space to be closed was the strongest factor associated with both closure time and closure rate. Applied orthodontic force was also independently associated with space-closure outcomes. Variables such as closure device, number of mini-implants, and some local peri-implant factors did not show clear independent associations in the multivariable model.

Conclusions: Among patients treated with mini-implants, favorable space-closure outcomes were observed, with effective anchorage control throughout treatment. Space-closure outcomes were primarily associated with the amount of space to be closed and the characteristics of the applied force system. Because this study lacked a comparison group, the findings should not be interpreted as evidence of superiority of mini-implant anchorage over other anchorage methods. Clinical assessment combined with cephalometric evaluation provides a more comprehensive assessment of space-closure outcomes.

Keywords: space closure, mini-implant, temporary anchorage, orthodontics, lateral cephalogram.

1. ĐẶT VẤN ĐỀ

Đóng khoảng là một giai đoạn trung tâm trong điều trị chỉnh nha, đặc biệt ở các trường hợp có nhổ răng nhằm giải quyết chen chúc, giảm độ nhô răng trước và cải thiện thẩm mỹ khuôn mặt. Về bản chất, đây là quá trình di chuyển răng có kiểm soát dưới tác dụng của

hệ thống lực chỉnh nha, trong đó kết quả điều trị không chỉ được đánh giá qua việc đóng kín khoảng mà còn qua khả năng kiểm soát trực răng, hạn chế tác dụng phụ và duy trì neo chặn phù hợp [1,579-612].

Trong điều trị chỉnh nha truyền thống, neo chặn thường được duy trì bằng đơn vị răng phía

sau hoặc các khí cụ ngoài miệng. Tuy nhiên, ở các trường hợp cần kéo lùi toàn khối răng trước hoặc đóng khoảng lớn sau nhỏ răng, việc kiểm soát neo chặn tối đa luôn là một thách thức lâm sàng [1,294-296],[1,579-612]. Sự ra đời của mini-implant đã tạo ra bước tiến quan trọng trong chỉnh nha hiện đại, vì cho phép tạo điểm tựa xương tạm thời, ít phụ thuộc vào răng và hỗ trợ tốt hơn cho kiểm soát cơ học điều trị [2],[3].

Các bằng chứng hiện nay cho thấy mini-implant có hiệu quả tốt trong bảo tồn neo chặn, đặc biệt trong kéo lùi toàn khối răng trước [2],[3]. Tuy nhiên, kết quả đóng khoảng không chỉ phụ thuộc vào việc có sử dụng mini-implant hay không, mà còn chịu ảnh hưởng của nhiều yếu tố khác như khoảng cần đóng, hệ thống lực, đáp ứng sinh học cá thể và đặc điểm răng – xương của từng bệnh nhân [4],[5]. Vì vậy, việc đánh giá kết quả điều trị cần được thực hiện theo cách tiếp cận toàn diện hơn, kết hợp giữa dữ liệu lâm sàng và các chỉ số trên phim sọ nghiêng.

Tại Khoa Răng – Bệnh viện Quân y 175, số lượng bệnh nhân điều trị chỉnh nha có sử dụng mini-implant ngày càng tăng. Tuy nhiên, chưa có nhiều nghiên cứu đánh giá một cách hệ thống hiệu quả đóng khoảng và các yếu tố liên quan trong điều kiện thực hành tại đơn vị. Một điểm cần lưu ý là trong điều trị chỉnh nha, một bệnh nhân có thể có nhiều khoảng đóng và nhiều mini-implant, do đó dữ liệu nghiên cứu có cấu trúc lặp lại trong cùng một cá thể. Việc lựa chọn đúng đơn vị phân tích và phương pháp thống kê phù hợp là cần thiết để phản ánh đúng bản chất lâm sàng của dữ liệu. Nghiên cứu này nhằm: (1) Đánh giá kết quả đóng khoảng trong điều trị chỉnh nha có sử dụng mini-implant; và (2) Xác định một số yếu tố lâm sàng và cận lâm sàng liên quan đến kết quả đóng khoảng.

Nghiên cứu này có điểm đáng chú ý ở việc sử dụng mini-implant/khoảng đóng làm đơn vị phân tích và áp dụng mô hình hỗn hợp tuyến tính để xử lý dữ liệu lặp lại trong cùng một bệnh nhân.

Xuất phát từ thực tiễn trên, chúng tôi thực hiện nghiên cứu này nhằm: 1. Đánh giá hiệu quả đóng khoảng trong điều trị chỉnh nha có sử dụng mini-implant. 2. Nhận xét một số yếu tố lâm sàng, cận lâm sàng ảnh hưởng đến kết quả điều trị.

2. ĐỐI TƯỢNG VÀ PHƯƠNG PHÁP NGHIÊN CỨU

2.1. Thiết kế nghiên cứu

Nghiên cứu mô tả kết hợp phân tích, hồi cứu trên hồ sơ bệnh án của các bệnh nhân được điều trị chỉnh nha có sử dụng mini-implant để đóng khoảng tại Khoa Răng, Bệnh viện Quân y 175.

2.2. Đối tượng nghiên cứu

Đối tượng nghiên cứu là các bệnh nhân có chỉ định đóng khoảng trong điều trị chỉnh nha, có sử dụng mini-implant làm neo chặn và có hồ sơ điều trị đầy đủ, bao gồm dữ liệu lâm sàng và phim sọ nghiêng.

2.3. Tiêu chuẩn lựa chọn

- Bệnh nhân có hồ sơ bệnh án đầy đủ.
- Bệnh nhân có chỉ định điều trị chỉnh nha đóng khoảng.
- Có sử dụng mini-implant trong giai đoạn đóng khoảng.
- Có phim sọ nghiêng và dữ liệu theo dõi trong quá trình điều trị.

2.4. Tiêu chuẩn loại trừ

- Hồ sơ thiếu dữ liệu cần thiết.
- Bệnh nhân có bệnh lý toàn thân ảnh hưởng đến di chuyển răng.
- Loại trừ các trường hợp mini-implant thất bại trước khi bắt đầu giai đoạn đóng khoảng, không tạo được chức năng neo chặn.

Các mini-implant mất trong quá trình điều trị sau khi đã tham gia giai đoạn đóng khoảng không thuộc tiêu chuẩn loại trừ và vẫn được ghi nhận như một biến cố trong nghiên cứu.

2.5. Đơn vị phân tích và cỡ mẫu

Trong nghiên cứu này, mini-implant/khoảng

đóng được lựa chọn làm đơn vị phân tích, vì một bệnh nhân có thể có nhiều khoảng đóng và nhiều mini-implant trong cùng quá trình điều trị. Trong bộ số liệu nghiên cứu, mỗi mini-implant được ghép với một khoảng đóng tương ứng để tạo thành một đơn vị quan sát.

Nghiên cứu sử dụng phương pháp chọn mẫu thuận tiện, bao gồm toàn bộ các mini-implant/khoảng đóng thỏa tiêu chuẩn lựa chọn trong thời gian nghiên cứu. Thực tế nghiên cứu thu thập được 56 mini-implant tương ứng với 56 khoảng đóng; đây là số quan sát được đưa vào phân tích và cũng là cỡ mẫu đạt được của nghiên cứu. Các mini-implant thất bại sớm, không tham gia vào quá trình đóng khoảng theo tiêu chuẩn loại trừ, không được đưa vào phân tích kết quả đóng khoảng. Vì vậy, các phân tích trong nghiên cứu phản ánh kết quả ở các khoảng đóng được thực hiện với mini-implant duy trì chức năng neo chặn trong quá trình điều trị.

Trong nghiên cứu này, “kết quả đóng khoảng” được đánh giá thông qua ba tiêu chí gồm thời gian đóng khoảng, tốc độ đóng khoảng và sự thay đổi vị trí - trục răng trên phim sọ nghiêng sau điều trị. Nghiên cứu không phân loại kết quả thành “thành công” hay “thất bại”.

2.6. Thu thập số liệu

Các biến số được thu thập bao gồm đặc điểm chung của bệnh nhân, đặc điểm lâm sàng của các khoảng đóng, các yếu tố tại chỗ quanh mini-implant và các chỉ số trên phim sọ nghiêng. Kết quả điều trị được đánh giá thông qua thời gian đóng khoảng, tốc độ đóng khoảng và sự thay đổi vị trí, trục răng trên phim sọ nghiêng. Trong quá trình theo dõi, các biến cố liên quan đến mini-implant (viêm quanh mini-implant, tích tụ mủ, mất mini-implant...) được ghi nhận và đưa vào phân tích như các yếu tố lâm sàng. Việc xác định các điểm mốc và đo đạc trên phim sọ nghiêng được thực hiện theo cùng một quy trình nhằm hạn chế sai số trong quá trình phân tích. Lực đóng khoảng được đo bằng

lực kế chỉnh nha tại thời điểm bắt đầu kích hoạt hệ thống đóng khoảng. Việc đo được thực hiện bởi cùng một bác sĩ điều trị nhằm giảm sai số giữa các lần đo. Giá trị lực ghi nhận là lực ban đầu của hệ thống kéo; nghiên cứu thừa nhận lực của thun chuỗi giảm dần theo thời gian và giá trị này không phản ánh hoàn toàn lực duy trì trong suốt quá trình điều trị.

Các phim được xác định điểm mốc và đo đạc bởi cùng một người đo theo quy trình thống nhất nhằm hạn chế sai số. Tuy nhiên nghiên cứu chưa đánh giá độ tin cậy nội quan và liên quan (intra/inter-rater reliability), đây là một hạn chế của nghiên cứu.

2.7. Phân tích số liệu

Dữ liệu được xử lý bằng các phương pháp thống kê y học phù hợp. Các biến định lượng được trình bày bằng trung bình $\pm$ độ lệch chuẩn hoặc trung vị và khoảng tứ phân vị tùy theo phân bố dữ liệu. Các phép kiểm thích hợp được sử dụng trong phân tích đơn biến.

Do dữ liệu có cấu trúc lặp lại, tức là một bệnh nhân có thể đóng góp nhiều hơn một đơn vị quan sát, mô hình hỗn hợp tuyến tính được sử dụng trong phân tích đa biến nhằm hiệu chỉnh sự phụ thuộc giữa các quan sát trong cùng một bệnh nhân. Ngưỡng ý nghĩa thống kê được xác định với $p < 0,05$.

2.8. Y đức trong nghiên cứu

Nghiên cứu được thực hiện trên hồ sơ bệnh án và phim sọ nghiêng đã có sẵn trong quá trình điều trị, không làm thay đổi chỉ định hay phát sinh thêm can thiệp đối với người bệnh. Tất cả dữ liệu nghiên cứu được mã hóa, bảo mật và chỉ sử dụng cho mục đích nghiên cứu. Nghiên cứu tuân thủ các nguyên tắc y đức trong nghiên cứu y sinh học và được sự chấp thuận của Hội đồng đạo đức trong nghiên cứu y sinh học Bệnh viện Quân y 175 số 6185/GCN-HĐĐĐ ngày 17/12/2025.

3. KẾT QUẢ

3.1. Đặc điểm chung của mẫu nghiên cứu

Nghiên cứu được thực hiện trên 22 bệnh nhân với tổng số 56 mini-implant tương ứng với 56 khoảng đóng được đưa vào phân tích. Đây là toàn bộ số quan sát thỏa tiêu chuẩn và được đưa vào phân tích trong nghiên cứu. Tuổi bắt đầu điều trị trung bình là $21,32 \pm 5,77$ tuổi;

thời gian điều trị chung trung bình là $29,09 \pm 6,95$ tháng; số mini-implant sử dụng trung bình là $2,55 \pm 1,30$ mỗi bệnh nhân. Bệnh nhân nữ chiếm đa số, nhóm trưởng thành chiếm tỷ lệ cao hơn nhóm vị thành niên. Phần lớn bệnh nhân sinh sống tại Thành phố Hồ Chí Minh.

Bảng 1. Đặc điểm chung của mẫu nghiên cứu

Chỉ số	Giá trị
Số bệnh nhân	22
Số mini-implant/khoảng đóng	56
Tuổi bắt đầu điều trị (năm), trung bình $\pm$ SD	$21,32 \pm 5,77$
Trung vị (Q1–Q3)	22,0 (16,75–25,0)
Nhỏ nhất – lớn nhất	11 – 33
Thời gian điều trị chung (tháng), trung bình $\pm$ SD	$29,09 \pm 6,95$
Trung vị (Q1–Q3)	29,5 (25,25–34,0)
Nhỏ nhất – lớn nhất	15 – 40
Số mini-implant/bệnh nhân, trung bình $\pm$ SD	$2,55 \pm 1,30$
Trung vị (Q1–Q3)	2,5 (1,0–4,0)
Nhỏ nhất – lớn nhất	1 – 4
Nam, n (%)	5 (22,7)
Nữ, n (%)	17 (77,3)
Vị thành niên, n (%)	6 (27,3)
Trưởng thành, n (%)	16 (72,7)
TP. Hồ Chí Minh, n (%)	19 (86,4)
Tỉnh/thành khác, n (%)	3 (13,6)

3.2. Đặc điểm lâm sàng của các khoảng đóng và mini-implant

Khoảng cần đóng trung bình là $6,40 \pm 1,73$ mm; thời gian đóng khoảng trung bình là $11,95 \pm 3,55$ tháng; tốc độ đóng khoảng trung bình là $0,55 \pm 0,14$ mm/tháng. Lực đóng khoảng trung bình là $157,77 \pm 14,01$ gram. Thun chuỗi là công cụ được sử dụng chủ yếu. Các yếu tố tại chỗ quanh mini-implant nhìn chung thuận lợi, tuy nhiên vẫn ghi nhận một số biến cố như viêm quanh mini-implant, mất mini-implant và tích tụ mảng bám.

Bảng 2. Đặc điểm lâm sàng của các khoảng đóng và mini-implant

Chỉ số	Giá trị
Khoảng cần đóng (mm), trung bình $\pm$ SD	$6,40 \pm 1,73$
Trung vị (Q1–Q3)	6,80 (5,00–7,58)

Nhỏ nhất – lớn nhất	3,0 – 9,9
Thời gian đóng khoảng (tháng), trung bình $\pm$ SD	11,95 $\pm$ 3,55
Trung vị (Q1–Q3)	12,0 (9,0–14,0)
Nhỏ nhất – lớn nhất	7,0 – 26,0
Tốc độ đóng khoảng (mm/tháng), trung bình $\pm$ SD	0,55 $\pm$ 0,14
Trung vị (Q1–Q3)	0,52 (0,46–0,65)
Nhỏ nhất – lớn nhất	0,28 – 0,89
Lực đóng khoảng (gram), trung bình $\pm$ SD	157,77 $\pm$ 14,01
Trung vị (Q1–Q3)	160 (150–170)
Nhỏ nhất – lớn nhất	120 – 190
Thun chuối, n (%)	42 (75,0)
Lò xo, n (%)	14 (25,0)
Bề rộng nướu dính (mm), trung bình $\pm$ SD	3,10 $\pm$ 0,52
Chiều rộng xương ổ (mm), trung bình $\pm$ SD	3,13 $\pm$ 0,56
Số lần vệ sinh răng miệng/ngày, trung bình $\pm$ SD	3,63 $\pm$ 0,86
Gần cấu trúc giải phẫu quan trọng, n (%)	20 (35,7)
Tổn thương mô mềm sau đặt, n (%)	5 (8,9)
Viêm ngay sau đặt, n (%)	3 (5,4)
Viêm quanh mini-implant, n (%)	10 (17,9)
Mất mini-implant, n (%)	9 (16,1)
Tích tụ mảng bám quanh mini-implant, n (%)	7 (12,5)

3.3. Thay đổi trên phim sọ nghiêng

Phân tích phim sọ nghiêng cho thấy trước điều trị, mẫu nghiên cứu có sự dao động tương đối rộng về tương quan xương và vị trí răng cửa. Sau điều trị, thay đổi chủ yếu tập trung ở nhóm chỉ số răng hơn là nhóm chỉ số xương. Các chỉ số U1-SN, U1-NA, L1-NB và L1-Md thay đổi theo hướng cải thiện vị trí và trục răng cửa.

Bảng 3. Các chỉ số trên phim sọ nghiêng trước và sau điều trị

Chỉ số	T0 (Mean $\pm$ SD)	T1 (Mean $\pm$ SD)	Δ (T1–T0)	p
SNA (°)	84,38 $\pm$ 2,96	82,87 $\pm$ 3,48	-1,50	<0,001
SNB (°)	81,33 $\pm$ 4,82	80,13 $\pm$ 3,94	-1,20	0,002
ANB (°)	3,04 $\pm$ 3,68	2,79 $\pm$ 2,18	-0,24	0,118
Wits (mm)	-1,15 $\pm$ 3,33	-0,75 $\pm$ 2,84	+0,40	0,313

GoGn-SN (°)	30,21 ± 8,35	29,49 ± 7,43	-0,72	0,010
U1-SN (°)	112,47 ± 8,50	108,04 ± 10,31	-4,43	<0,001
U1-NA (mm)	6,49 ± 2,92	5,10 ± 2,82	-1,39	0,002
L1-NB (mm)	7,31 ± 3,74	6,00 ± 3,71	-1,32	0,007
L1-Md (°)	97,49 ± 6,83	95,81 ± 6,27	-1,69	0,007
U1-L1 (°)	117,87 ± 12,20	117,66 ± 12,93	-0,21	0,895

3.4. Các yếu tố liên quan đến kết quả đóng khoảng

Phân tích tương quan cho thấy khoảng cần đóng có mối liên quan thuận với cả thời gian và tốc độ đóng khoảng. Trong mô hình hỗn hợp tuyến tính, khoảng cần đóng và lực đóng khoảng là hai yếu tố còn duy trì mối liên quan rõ rệt với kết quả điều trị.

Bảng 4. Các yếu tố liên quan đến kết quả đóng khoảng

Biến	Với thời gian đóng khoảng (rho; p)	Với tốc độ đóng khoảng (rho; p)	β với thời gian	p	β với tốc độ	p
Khoảng cần đóng	0,603; <0,001	0,508; <0,001	0,970	<0,001	0,040	<0,001
Lực đóng khoảng	-0,053; 0,697	-0,183; 0,178	0,068	0,032	-0,004	0,008
Công cụ đóng khoảng (lò xo so với thun chuối)	—	—	-0,685	0,251	0,031	0,259
Tuổi bắt đầu điều trị	0,149; 0,273	-0,153; 0,260	-0,123	0,335	0,004	0,447
Chiều rộng xương ổ	-0,307; 0,022	0,198; 0,143	—	—	—	—
Số lần vệ sinh răng miệng/ngày	0,325; 0,014	-0,194; 0,151	—	—	—	—
Số mini-implant/bệnh nhân	0,373; 0,005	-0,125; 0,360	—	—	—	—

Các biến được đưa vào mô hình hỗn hợp tuyến tính bao gồm các biến có ý nghĩa trong phân tích đơn biến ($p < 0,20$) và các biến được lựa chọn dựa trên ý nghĩa lâm sàng theo y văn.

Thay đổi chủ yếu ở răng hơn xương, đặc biệt các chỉ số răng cửa, phản ánh hiệu quả kiểm soát trục răng trong kéo lùi.

4. BÀN LUẬN

4.1. Đặc điểm chung của mẫu nghiên cứu

Nghiên cứu được thực hiện trên 22 bệnh nhân với 56 mini-implant tương ứng với 56 khoảng đóng, phản ánh đặc điểm dữ liệu lặp lại thường gặp trong chỉnh nha lâm sàng. Do thiết kế hồi cứu và không có nhóm chứng, nghiên

cứu không cho phép kết luận mini-implant có hiệu quả vượt trội so với các phương pháp neo chặn truyền thống mà chỉ phản ánh kết quả điều trị trong nhóm bệnh nhân được điều trị bằng mini-implant. Các nghiên cứu tiền cứu có nhóm đối chứng sẽ cần thiết để xác định mối quan hệ nhân quả này. Việc sử dụng mini-implant/ khoảng đóng làm đơn vị phân tích giúp mô tả

trực tiếp quá trình di chuyển răng tại từng vị trí can thiệp, thay vì chỉ đánh giá ở mức độ bệnh nhân. Đồng thời, việc áp dụng mô hình hỗn hợp tuyến tính cho phép hiệu chỉnh sự phụ thuộc giữa các quan sát trong cùng một bệnh nhân, từ đó tăng độ tin cậy của kết quả phân tích.

Độ tuổi trung bình của mẫu nghiên cứu thuộc nhóm trưởng thành trẻ, phù hợp với xu hướng gia tăng nhu cầu chỉnh nha ở người trưởng thành hiện nay. Tuy nhiên, về mặt sinh học, tốc độ di chuyển răng ở người trưởng thành thường thấp hơn so với nhóm đang tăng trưởng do hoạt động chuyển hóa xương giảm [4],[5]. Điều này cần được cân nhắc khi diễn giải kết quả về thời gian và tốc độ đóng khoảng trong nghiên cứu.

4.2. Hiệu quả đóng khoảng

Kết quả nghiên cứu cho thấy quá trình đóng khoảng trong điều trị chỉnh nha có sử dụng mini-implant đạt được hiệu quả lâm sàng tốt, với tiến độ di chuyển răng tương đối ổn định. Về mặt cơ sinh học, đóng khoảng là kết quả của sự tương tác giữa hệ thống lực chỉnh nha và đáp ứng sinh học của mô nha chu – xương ổ răng. Do đó, hiệu quả điều trị không chỉ phụ thuộc vào việc tạo ra lực kéo lùi mà còn phụ thuộc vào khả năng duy trì lực ở mức phù hợp, liên tục và có kiểm soát [1,579-612],[5].

Trong quá trình di chuyển răng, lực chỉnh nha cần đủ để kích thích tái cấu trúc xương, nhưng không được vượt quá ngưỡng sinh lý của mô nâng đỡ. Nếu lực quá lớn, vùng dây chằng nha chu chịu áp lực có thể xuất hiện hiện tượng **thoái hoá kính**, làm chậm quá trình tiêu xương và kéo dài thời gian di chuyển răng [5]. Ngược lại, lực quá nhẹ có thể không tạo được đáp ứng sinh học đầy đủ để duy trì tiến độ đóng khoảng. Vì vậy, hiệu quả đóng khoảng về bản chất là hiệu quả của một hệ thống cơ học được kiểm soát đúng mức hơn là chỉ đơn thuần của khí cụ tạo lực.

Trong bối cảnh đó, mini-implant có vai trò quan trọng ở việc tăng cường neo chặn và giúp

phân bố lại hệ thống lực theo hướng thuận lợi hơn cho kéo lùi răng trước [2],[3]. Giá trị nổi bật của mini-implant không nằm ở việc trực tiếp làm tăng tốc độ di chuyển răng về mặt sinh học, mà ở chỗ giúp hạn chế di căn răng sau ngoài ý muốn, tạo điều kiện cho răng trước di chuyển theo hướng mong muốn và cải thiện khả năng kiểm soát trục răng trong quá trình đóng khoảng [2],[3]. Nói cách khác, mini-implant góp phần nâng cao chất lượng kiểm soát di chuyển răng hơn là chỉ làm thay đổi tốc độ di chuyển răng.

Kết quả này phù hợp với cơ sở cơ sinh học của điều trị chỉnh nha, trong đó hiệu quả đóng khoảng phải được nhìn nhận đồng thời ở ba khía cạnh: mức độ đóng kín khoảng, tiến độ di chuyển răng và khả năng kiểm soát vị trí – trục răng cửa trong suốt quá trình kéo lùi. Đây cũng là lý do vì sao việc phối hợp đánh giá lâm sàng với phim sọ nghiêng có ý nghĩa quan trọng trong lượng giá kết quả điều trị.

4.3. Các yếu tố ảnh hưởng đến kết quả đóng khoảng

Trong nghiên cứu này, khoảng cần đóng là yếu tố có mối liên quan rõ rệt nhất với cả thời gian và tốc độ đóng khoảng. Về mặt cơ sinh học, khoảng cần đóng phản ánh trực tiếp quãng đường di chuyển của răng, do đó ảnh hưởng đến tổng thời gian điều trị là điều hợp lý [1,579-612]. Một số nghiên cứu cũng ghi nhận khoảng cần đóng là yếu tố tiên lượng quan trọng đối với tiến độ đóng khoảng trong chỉnh nha [4]. Sự khác biệt giữa phân tích tương quan đơn biến và mô hình đa biến cho thấy ảnh hưởng của lực có thể chịu tác động bởi các yếu tố cơ học khác trong hệ thống lực chỉnh nha.

Lực đóng khoảng cũng là yếu tố quan trọng ảnh hưởng đến hiệu quả điều trị. Di chuyển răng chỉnh nha là một quá trình phụ thuộc vào sự tái cấu trúc xương, trong đó lực tác động cần nằm trong khoảng tối ưu để duy trì sự cân bằng giữa tiêu xương phía áp lực và tạo xương phía kéo căng [5]. Khi lực vượt quá ngưỡng sinh lý, vùng dây chằng nha chu có thể xuất hiện hiện

tượng thoái hoá kính, làm gián đoạn quá trình tiêu xương và dẫn đến giảm tốc độ di chuyển răng [5]. Ngược lại, lực không đủ sẽ không kích thích được đáp ứng sinh học cần thiết để duy trì tiến độ đóng khoảng [4],[5]. Do đó, kiểm soát lực theo hướng liên tục, ổn định và phù hợp có ý nghĩa quan trọng hơn so với việc chỉ tăng cường độ lực.

Các yếu tố như công cụ đóng khoảng, số lượng mini-implant hay tuổi không còn giữ được ý nghĩa trong mô hình đa biến. Điều này cho thấy hiệu quả đóng khoảng không phụ thuộc vào từng yếu tố riêng lẻ mà là kết quả của sự phối hợp tổng thể trong thiết kế cơ học điều trị [1,579-612]. Nói cách khác, một hệ thống lực được thiết lập hợp lý có thể bù trừ cho sự khác biệt giữa các khí cụ hoặc đặc điểm cá thể, miễn là kiểm soát được hướng và mức độ di chuyển răng.

4.4. Các yếu tố tại chỗ quanh mini-implant

Các yếu tố tại chỗ quanh mini-implant như viêm mô mềm, tích tụ mảng bám hoặc mất mini-implant là những biến cố thường gặp trong thực hành chỉnh nha có sử dụng neo chặn tạm thời [7]. Trong nghiên cứu này, các yếu tố này chưa cho thấy mối liên quan độc lập với kết quả đóng khoảng trong phân tích đa biến. Tuy nhiên, điều này cần được hiểu trong bối cảnh các yếu tố cơ học chính như lực và khoảng cần đóng có ảnh hưởng mạnh hơn và có thể che lấp vai trò của các yếu tố tại chỗ.

Về mặt lâm sàng, tình trạng mô mềm quanh mini-implant có liên quan trực tiếp đến độ ổn định của khí cụ neo chặn. Viêm quanh mini-implant có thể làm giảm độ bám dính cơ học với xương, tăng nguy cơ vi dịch chuyển hoặc mất mini-implant, từ đó ảnh hưởng gián tiếp đến hệ thống lực và tiến trình đóng khoảng [7]. Do đó, dù chưa thể hiện rõ trong mô hình thống kê, việc kiểm soát vệ sinh răng miệng và theo dõi mô mềm quanh mini-implant vẫn là yếu tố quan trọng để bảo đảm hiệu quả điều trị.

Tỷ lệ mất mini-implant trong nghiên cứu nằm trong khoảng thường được báo cáo trong y văn [7], cho thấy tính khả thi của phương pháp trong điều kiện lâm sàng thực tế. Điều này cũng cố thêm vai trò của mini-implant như một phương tiện neo chặn hiệu quả nếu được sử dụng và theo dõi đúng cách. Trong nghiên cứu này, 9 mini-implant bị mất trong quá trình điều trị được ghi nhận như một biến cố lâm sàng và không bị loại khỏi thống kê mô tả. Tuy nhiên, do nghiên cứu không được thiết kế nhằm phân tích riêng nhóm mini-implant thất bại so với nhóm duy trì ổn định nên chưa đánh giá được đầy đủ ảnh hưởng của biến cố này đối với kết quả đóng khoảng. Đây là một hạn chế của nghiên cứu và cần được làm rõ trong các nghiên cứu tiếp theo. Một điểm cần lưu ý là nghiên cứu loại trừ các mini-implant thất bại sớm theo tiêu chuẩn lựa chọn, do đó kết quả phân tích chủ yếu phản ánh đặc điểm của các trường hợp mini-implant duy trì được chức năng neo chặn trong suốt quá trình đóng khoảng. Điều này có thể tạo ra sai lệch chọn lọc (survivorship bias), làm kết quả điều trị có xu hướng khả quan hơn so với toàn bộ quần thể bệnh nhân điều trị bằng mini-implant. Vì vậy, các kết quả của nghiên cứu cần được diễn giải trong phạm vi các trường hợp mini-implant hoạt động ổn định và không nên ngoại suy trực tiếp cho tất cả các trường hợp lâm sàng.

4.5. Phim sọ nghiêng

Kết quả phân tích phim sọ nghiêng cho thấy thay đổi sau điều trị chủ yếu tập trung ở nhóm chỉ số răng, đặc biệt là các chỉ số liên quan đến răng cửa như U1-SN, U1-NA, L1-NB và L1-Md. Trong khi đó, các chỉ số xương thay đổi không đáng kể. Điều này phù hợp với bản chất của điều trị chỉnh nha không phẫu thuật, trong đó sự thay đổi chủ yếu diễn ra ở răng và xương ổ răng, còn nền xương sọ mặt tương đối ổn định, đặc biệt ở bệnh nhân trưởng thành [10,69-128]. Một số chỉ số xương như SNA, SNB và GoGn-SN thay đổi có ý nghĩa thống kê nhưng mức thay đổi nhỏ và khó phản ánh biến đổi thực sự

của nền xương ở bệnh nhân trưởng thành điều trị không phẫu thuật. Những thay đổi này nhiều khả năng liên quan đến sai khác tư thế đầu khi chụp phim hoặc sai số xác định các điểm mốc giải phẫu. Vì vậy, cần diễn giải các kết quả này một cách thận trọng và không nên xem đây là thay đổi sinh học của nền xương.

Sự giảm độ nhô và thay đổi trục của răng cửa phản ánh hiệu quả của quá trình kéo lùi khối răng trước dưới sự hỗ trợ của mini-implant [2],[3]. Điều quan trọng không chỉ là răng di chuyển về phía sau mà còn là kiểm soát được hướng nghiêng của răng trong quá trình này. Nếu không kiểm soát tốt, quá trình đóng khoảng có thể dẫn đến hiện tượng tipping thay vì di chuyển thân răng, ảnh hưởng đến thẩm mỹ và độ ổn định lâu dài của kết quả điều trị [1,579-612]. Điều này đặc biệt quan trọng ở các trường hợp kéo lùi toàn khối răng trước có yêu cầu kiểm soát neo chặn cao.

Do đó, phim sọ nghiêng có vai trò quan trọng trong việc đánh giá không chỉ mức độ thay đổi vị trí răng mà còn chất lượng kiểm soát di chuyển răng. Việc kết hợp đánh giá lâm sàng với các chỉ số trên phim sọ nghiêng giúp chuyển từ cách nhìn đơn thuần về tiến độ đóng khoảng sang đánh giá toàn diện hơn về hiệu quả chỉnh nha, đặc biệt trong các trường hợp có sử dụng mini-implant để kiểm soát neo chặn.

Nghiên cứu có một số hạn chế gồm thiết kế hồi cứu, cỡ mẫu còn nhỏ, chọn mẫu thuận tiện, không có nhóm chứng, chưa đánh giá độ

tin cậy của phép đo phim sọ nghiêng và có khả năng xuất hiện sai lệch chọn lọc do loại trừ các mini-implant thất bại sớm. Những hạn chế này cần được khắc phục trong các nghiên cứu tiền cứu với cỡ mẫu lớn hơn và thiết kế so sánh.

Từ những kết quả thu được, việc chuẩn hóa quy trình lập kế hoạch điều trị, kiểm soát hệ thống lực và theo dõi diễn biến đóng khoảng kết hợp với đánh giá trên phim sọ nghiêng có thể góp phần nâng cao chất lượng điều trị chỉnh nha có sử dụng mini-implant. Các nghiên cứu tiền cứu với cỡ mẫu lớn hơn và có nhóm đối chứng cần được thực hiện để xác nhận thêm các kết quả của nghiên cứu này.

5. KẾT LUẬN

1. Trong nhóm bệnh nhân nghiên cứu, điều trị chỉnh nha có sử dụng mini-implant ghi nhận kết quả đóng khoảng thuận lợi và cho phép kiểm soát tốt di chuyển răng trong các trường hợp cần neo chặn cao. Tuy nhiên, do không có nhóm so sánh, nghiên cứu không nhằm khẳng định ưu thế của mini-implant so với các phương pháp neo chặn khác.

2. Kết quả đóng khoảng không chỉ phụ thuộc vào việc sử dụng mini-implant mà còn chịu chi phối bởi khoảng cần đóng và đặc điểm hệ thống lực. Việc kết hợp đánh giá lâm sàng với phân tích phim sọ nghiêng giúp nhận định đầy đủ hơn hiệu quả và chất lượng điều trị chỉnh nha có sử dụng mini-implant.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

- [1] Proffit WR, Fields HW, Larson B, Sarver DM (2019). Contemporary Orthodontics. 6th ed. Elsevier, St. Louis.
- [2] Antoszewska-Smith J, Sarul M, Łyczek J, Konopka T, Kawala B (2017). Effectiveness of orthodontic miniscrew implants in anchorage reinforcement during en-masse retraction: a systematic review and meta-analysis. American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics, 151(3), 440-455.
- [3] Becker K, Pliska A, Busch C, Wilmes B, Wolf M, Drescher D (2018). Efficacy of orthodontic mini-implants for en-masse retraction in the maxilla: a systematic review and meta-analysis. International Journal of Implant Dentistry, 4(1), 35.

- [4] Dudic A, Giannopoulou C, Kiliaridis S (2013). Factors related to the rate of orthodontically induced tooth movement. *American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics*, 143(5), 616-621.
- [5] Krishnan V, Davidovitch Z (2006). Cellular, molecular, and tissue-level reactions to orthodontic force. *American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics*, 129(4), 469.e1-469.e32.
- [6] Mohammed H, Wafaie K, Rizk MZ, Almuzian M (2018). Effectiveness of nickel-titanium springs versus elastomeric chains in orthodontic space closure: a systematic review and meta-analysis. *Korean Journal of Orthodontics*, 48(4), 224-235.
- [7] Alharbi F, Almuzian M, Bearn D (2018). Miniscrews failure rate in orthodontics: systematic review and meta-analysis. *European Journal of Orthodontics*, 40(5), 519-530.
- [8] Võ Thị Thúy Hồng, Trịnh Đình Hải (2025). Sự thay đổi các chỉ số trên phim sọ nghiêng trên bệnh nhân nhổ răng sử dụng vít neo chặn kéo lùi khối răng cửa. *Tạp chí Y học Việt Nam*, 548(3).
- [9] Lê Nguyễn Thùy Dương, Trương Thị Bích Ngân, Lê Nguyên Lâm (2023). Đánh giá kết quả điều trị sai khớp cắn loại I theo Angle có kéo lùi khối răng trước hàm trên bằng dây phân đoạn và vít hỗ trợ. *Tạp chí Y Dược học Cần Thơ*, 64, 130-137.
- [10] Jacobson A, Jacobson RL (2006). *Radiographic Cephalometry: From Basics to 3-D Imaging*. 2nd ed. Quintessence Publishing, Chicago.