

NGHIÊN CỨU ỨNG DỤNG CÔNG NGHỆ 3D TRONG PHẪU THUẬT TÁI TẠO XƯƠNG HÀM DƯỚI BẰNG VẬT XƯƠNG MÁC TỰ DO

Nguyễn Hồng Lợi¹, Nguyễn Văn Khánh¹, Hồ Mẫn Trường Phú², Lê Khánh Linh²

¹Trung tâm Răng Hàm Mặt, Bệnh viện Trung ương Huế, Việt Nam

²Trung tâm Chấn thương chỉnh hình - Phẫu thuật tạo hình, Bệnh viện Trung ương Huế, Việt Nam

TÓM TẮT

Mục tiêu: Đánh giá hiệu quả của công nghệ 3D trong tái tạo xương hàm dưới bằng vật xương mạc tự do.

Đối tượng, phương pháp: Nghiên cứu được thực hiện trên 15 bệnh nhân (10 ca u nguyên bào men, 5 ca ung thư biểu mô tế bào vảy) tại Trung tâm Răng Hàm Mặt, Bệnh viện Trung ương Huế, từ tháng 8/2022 đến tháng 2/2025. Các bệnh nhân có khuyết đoạn xương hàm dưới do u nguyên bào men hoặc ung thư biểu mô tế bào vảy. Kế hoạch phẫu thuật được thực hiện bằng phần mềm mã nguồn mở Radiant, Meshmixer và Blender để thiết kế máng hướng dẫn phẫu thuật.

Kết quả: Các kết quả cho thấy các chỉ số hình thái như khoảng cách giữa hai lõi cầu, góc hàm và chiều dài các đoạn xương mạc không có sự thay đổi đáng kể ($p > 0,05$) điều này chứng tỏ công nghệ 3D giúp duy trì độ chính xác cao trong suốt quá trình phẫu thuật. Thời gian phẫu thuật được rút ngắn nhờ vào việc ứng dụng công nghệ 3D. Sau phẫu thuật, 95% bệnh nhân có khớp cắn ổn định và không gặp khó khăn khi ăn uống. Đánh giá thẩm mỹ cho thấy 75% bệnh nhân tự tin hơn với ngoại hình của mình sau mổ.

Kết luận: Công nghệ 3D giúp tăng độ chính xác, giảm thời gian phẫu thuật và các biến chứng, đồng thời mang lại kết quả thẩm mỹ và chức năng cao. Công nghệ 3D là phương pháp hiệu quả, đặc biệt trong các cơ sở y tế có nguồn lực hạn chế.

Từ khóa: Công nghệ 3D, tái tạo xương hàm dưới, vật xương mạc, phẫu thuật tạo hình.

ABSTRACT

APPLICATION OF 3D TECHNOLOGY IN MANDIBULAR RECONSTRUCTION USING FREE FIBULA FLAP

Nguyen Hong Loi¹, Nguyen Van Khanh¹, Ho Man Truong Phu², Le Khanh Linh²

Objective: To evaluate the effectiveness of 3D technology in mandibular reconstruction using free fibula flap.

Methods: The study was conducted on 15 patients (10 cases of ameloblastoma, 5 cases of squamous cell carcinoma) at the Department of Oral and Maxillofacial Surgery, Hue Central Hospital, from August 2022 to February 2025. The patients had mandibular bone defects due to ameloblastoma or squamous cell carcinoma. The surgical plan was created using open-source software Radiant, Meshmixer, and Blender to design a surgical guide template.

Results: The results show that morphological parameters such as the distance between the condyles, the mandibular angle, and the length of the fibula segments did not show significant changes ($p > 0.05$), indicating high accuracy between the preoperative plan and the postoperative results. The surgical time was shortened due to the application of 3D technology. Postoperatively, 95% of the patients had stable occlusion and did not experience difficulty in eating. Aesthetic evaluation showed that 75% of patients felt more confident with their appearance after surgery.

Conclusion: 3D technology enhances accuracy, reduces surgical time and complications, and provides high functional and aesthetic outcomes. It is an effective method, particularly in healthcare settings with limited resources.

Keywords: 3D technology, mandibular reconstruction, free fibula flap, reconstructive surgery.

Ngày nhận bài: 23/02/2025. Ngày chỉnh sửa: 29/03/2025. Chấp thuận đăng: 13/4/2025

Tác giả liên hệ: Nguyễn Hồng Lợi. Email: drloivietnam@yahoo.com.vn. ĐT: 0913498549

I. ĐẶT VẤN ĐỀ

Tái tạo xương hàm dưới là một thách thức lớn trong phẫu thuật tạo hình hàm mặt, đặc biệt khi xương hàm dưới bị khuyết do các khối u hoặc tổn thương nghiêm trọng. Vật xương mác tự do là phương pháp phổ biến được sử dụng để tái tạo xương hàm dưới, nhờ vào khả năng cung cấp nguồn cung cấp máu ổn định và độ bền vững của xương mác. Tuy nhiên, một trong những vấn đề lớn trong phẫu thuật tái tạo xương hàm dưới là việc lập kế hoạch phẫu thuật chính xác và đảm bảo sự phục hồi tối ưu. Truyền thống sử dụng các mô hình xương hoặc hướng dẫn phẫu thuật thủ công có thể gặp phải sai sót, dẫn đến kết quả phẫu thuật không chính xác. Chính vì vậy, việc ứng dụng công nghệ 3D trong phẫu thuật đã mở ra cơ hội mới, giúp cải thiện khả năng lập kế hoạch phẫu thuật và tăng độ chính xác trong quá trình thực hiện.

Nghiên cứu trong và ngoài nước về ứng dụng công nghệ 3D trong phẫu thuật tạo hình xương đã có một bước tiến đáng kể. Các công nghệ như in 3D và phần mềm mô phỏng đã được sử dụng để tạo ra mô hình chính xác của vùng cần phẫu thuật, giúp các phẫu thuật viên lập kế hoạch tốt hơn và giảm thiểu các sai sót trong quá trình thực hiện. Ví dụ, nghiên cứu của Ren và cộng sự (2018) cho thấy rằng việc sử dụng công nghệ 3D trong tái tạo xương hàm dưới đã cải thiện độ chính xác trong việc tái tạo khối lượng và hình dạng của xương [1]. Tương tự, nghiên cứu của Metzler et al. (2014) đã chứng minh rằng công nghệ 3D giúp nâng cao kết quả thẩm mỹ và chức năng sau phẫu thuật, đồng thời giảm thiểu thời gian phẫu thuật [2]. Các nghiên cứu khác, như của Gottsauner và cộng sự (2021), cũng đã ghi nhận việc ứng dụng công nghệ 3D giúp giảm thiểu tỷ lệ thất bại và biến chứng trong các ca phẫu thuật tái tạo xương [3].

Tuy nhiên, vẫn còn nhiều thách thức trong việc ứng dụng công nghệ này vào thực tế, đặc biệt trong các cơ sở y tế có nguồn lực hạn chế. Một số nghiên cứu chỉ ra rằng mặc dù công nghệ 3D đã đạt được những thành công trong các cơ sở y tế phát triển, nhưng việc áp dụng ở những bệnh viện với nguồn lực hạn chế lại gặp phải các vấn đề về chi phí và đào tạo nhân viên [4]. Ngoài ra, việc tích hợp công nghệ 3D vào các phương pháp phẫu thuật truyền thống cũng đòi hỏi một quá trình chuyển giao công nghệ và cải tiến quy trình phẫu thuật để đảm bảo tính hiệu quả.

Trong bối cảnh đó, nghiên cứu này được thực hiện nhằm đánh giá hiệu quả của công nghệ 3D trong phẫu thuật tái tạo xương hàm dưới bằng vật xương mác tự do. Cụ thể, mục tiêu của nghiên cứu là xác định tính chính xác và hiệu quả của công nghệ 3D trong việc cải thiện kết quả phẫu thuật, giảm thiểu thời gian phẫu thuật, đồng thời cải thiện kết quả thẩm mỹ và chức năng cho bệnh nhân. Nghiên cứu này sẽ cung cấp thêm bằng chứng về hiệu quả của công nghệ 3D và mở rộng khả năng ứng dụng trong các bệnh viện có nguồn lực hạn chế, từ đó góp phần nâng cao chất lượng điều trị cho bệnh nhân.

II. ĐỐI TƯỢNG VÀ PHƯƠNG PHÁP NGHIÊN CỨU

2.1. Đối tượng nghiên cứu

Nghiên cứu được thực hiện trên 15 bệnh nhân có khuyết đoạn xương hàm dưới do u nguyên bào men hoặc ung thư biểu mô tế bào vảy, điều trị tại Trung tâm Răng Hàm Mặt, Bệnh viện Trung ương Huế từ tháng 8/2022 đến tháng 2/2025.

Tiêu chuẩn chọn bệnh: bệnh nhân từ 18 đến 70 tuổi, có khuyết đoạn xương hàm dưới do u nguyên bào men hoặc ung thư, có chỉ định phẫu thuật tái tạo xương hàm dưới bằng vật xương mác tự do, và có sức khỏe tổng quát ổn định đủ điều kiện tham gia phẫu thuật.

Tiêu chuẩn loại trừ: bệnh nhân có bệnh lý tim mạch nghiêm trọng, nhiễm trùng hệ thống chưa kiểm soát, hoặc không đồng ý tham gia nghiên cứu.

2.2. Phương pháp nghiên cứu

Thiết kế nghiên cứu: Nghiên cứu tiền cứu mô tả cắt ngang có can thiệp lâm sàng không có nhóm chứng, đánh giá kết quả phẫu thuật tái tạo xương hàm dưới (XHD) bằng vật xương mác tự do ứng dụng công nghệ 3D.

Thời gian và địa điểm nghiên cứu: Nghiên cứu được thực hiện từ tháng 8/2022 đến tháng 2/2025 tại Trung tâm Răng Hàm Mặt, Bệnh viện Trung ương Huế.

Cỡ mẫu và chọn mẫu: Cỡ mẫu bao gồm 15 bệnh nhân được chọn lựa theo tiêu chuẩn đã nêu. Bệnh nhân được lựa chọn theo phương pháp thuận tiện

Nội dung nghiên cứu: Các chỉ số được đánh giá bao gồm khoảng cách giữa hai lõi cầu, góc hàm, chiều dài các đoạn xương mác, khoảng cách giữa các móm vệt, và độ chính xác của vật xương mác sau khi thực hiện kế hoạch phẫu thuật 3D so với thiết kế ban đầu. Thời gian phẫu thuật và các biến chứng sau mổ cũng được ghi nhận.

Nghiên cứu ứng dụng công nghệ 3D trong phẫu thuật tái tạo xương hàm dưới...

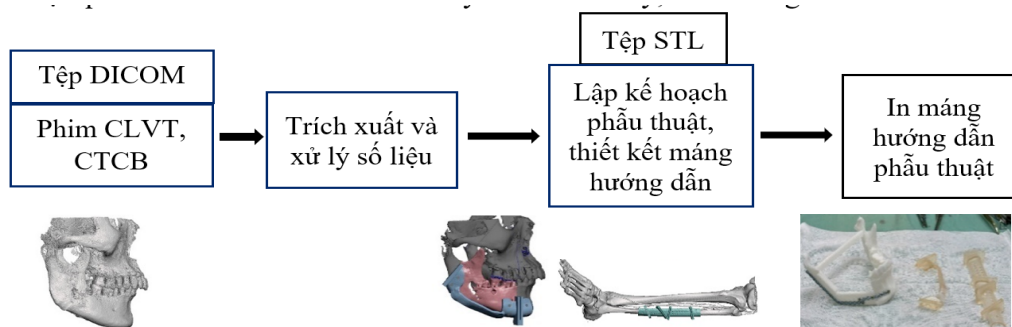
Quy trình tiến hành nghiên cứu:

Bước 1: Lập kế hoạch phẫu thuật 3D bằng phần mềm mã nguồn mở Radiant, Meshmixer và Blender để tạo mô hình tái tạo xương hàm dưới.

Bước 2: Tiến hành phẫu thuật tái tạo xương hàm dưới cho bệnh nhân bằng vật xương mác tự do, sử

dụng máng hướng dẫn phẫu thuật được thiết kế từ mô hình 3D, được in 3D từ máy in Formlabs 3B và Bambulab X1C.

Bước 3: Theo dõi bệnh nhân trong 6 tháng sau mổ, đánh giá kết quả phẫu thuật thông qua các chỉ số hình thái, thẩm mỹ và chức năng.



Hình 1: Quy trình thiết kế máng hướng dẫn phẫu thuật với công nghệ 3D

Phương pháp xử lý số liệu: Số liệu được xử lý bằng phần mềm SPSS phiên bản 26.0. Các chỉ số liên quan đến sự thay đổi của các đo lường trước và sau mổ được phân tích bằng kiểm định t-test để so sánh sự khác biệt có ý nghĩa thống kê. Giá trị $p < 0,05$ được coi là có ý nghĩa thống kê.

2.3. Đạo đức nghiên cứu

Nghiên cứu này đã được Hội đồng Đạo đức trong nghiên cứu Y sinh học của Bệnh viện Trung ương Huế phê duyệt. Tất cả các bệnh nhân tham gia nghiên cứu đều đã được cung cấp đầy đủ thông tin về nghiên cứu và đã ký vào bản đồng ý tham gia nghiên cứu. Mọi thông tin cá nhân của bệnh nhân được bảo mật tuyệt đối, đảm bảo tuân thủ các nguyên tắc đạo đức trong nghiên cứu y học. Sản phẩm 3D được thiết kế và sản xuất theo tiêu chuẩn ISO 13485 tại Công ty trách nhiệm hữu hạn Công nghệ Tầm nhìn 3 chiều.

III. KẾT QUẢ

3.1. Đặc điểm chung và triệu chứng lâm sàng

Trong nghiên cứu của chúng tôi, độ tuổi trung bình của nhóm bệnh nhân là $46,2 \pm 12,5$ tuổi, với độ tuổi thấp nhất là 18 và cao nhất là 68. Tỷ lệ nam giới chiếm 53,3%, còn nữ giới chiếm 46,7%. Tất cả bệnh nhân trong nghiên cứu đều có khối u xương hàm dưới, và một tỷ lệ đáng kể trong số đó (66,7%) gặp phải biến dạng mặt do sự phát triển của khối u hoặc khuyết xương (Bảng 1).

Bảng 1: Các triệu chứng lâm sàng

Triệu chứng lâm sàng	Số bệnh nhân (n = 15)	Tỷ lệ (%)
Đau tại vùng khuyết xương	8	53,3%
Mất chức năng nhai	7	46,7%
Khó khăn trong nói	4	26,7%
Biến dạng mặt	10	66,7%

3.2. Can thiệp phẫu thuật

Thời gian phẫu thuật trung bình đã giảm đáng kể nhờ vào việc sử dụng công nghệ 3D. Thời gian phẫu thuật trung bình của nhóm sử dụng công nghệ 3D là $5 \pm 0,7$ giờ. Số lượng đường cắt xương trong các nhóm khuyết hồng XHD. Nhóm I và Nhóm III chiếm tỷ lệ cao nhất với 40% mỗi nhóm, trong khi Nhóm IV không có bệnh nhân (Bảng 2).

Bảng 2: Số lượng đường cắt xương trong các nhóm khuyết hồng xương hàm dưới

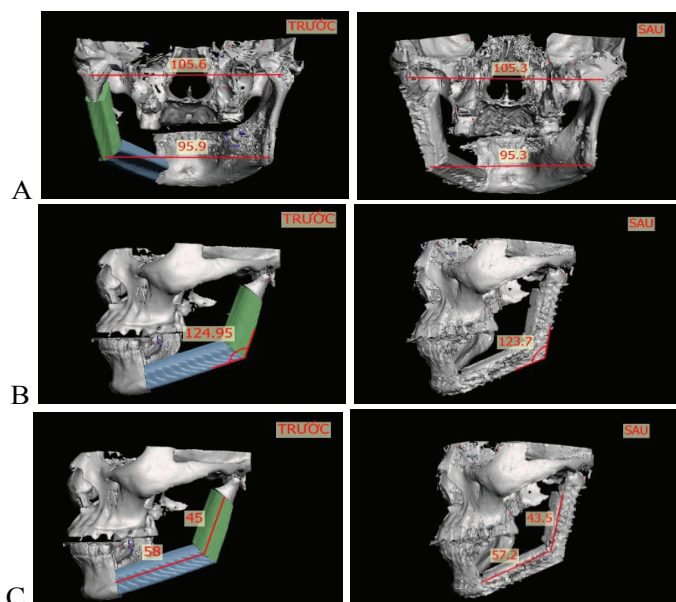
Nhóm khuyết hồng XHD	Số lượng đường cắt xương	Tỷ lệ (%)
Nhóm I (khuyết phần ngoài XHD)	6	40%
Nhóm II (khuyết một nửa XHD)	3	20%
Nhóm III (khuyết phần trước XHD)	6	40%
Nhóm IV (khuyết lớn XHD)	0	0%

3.3. Thay đổi các chỉ số hình thái xương hàm dưới sau phẫu thuật

Khoảng cách giữa 2 lỗ cầu: Không có sự thay đổi đáng kể giữa các đo lường trước và sau mổ, với giá trị $p = 0,892$. Điều này cho thấy độ chính xác cao trong quá trình tái tạo hình dạng xương hàm dưới. Khoảng cách giữa 2 góc hàm: Sự thay đổi nhẹ với $p = 0,084$, không ảnh hưởng lớn đến kết quả phẫu thuật. Khoảng cách giữa 2 mỏm vệt: Không có sự thay đổi đáng kể ($p = 0,305$), chứng tỏ quá trình tái tạo xương giữ được ổn định. Chiều dài các đoạn xương mác: Không có sự thay đổi lớn ($p = 0,268$), cho thấy việc sử dụng vật xương mác tự do là phù hợp. Góc hàm: Thay đổi nhẹ với $p = 0,311$, không ảnh hưởng đến chức năng khớp cắn (Bảng 3)

Bảng 3: Sự thay đổi các chỉ số hình thái sau phẫu thuật

Chỉ số	Trước mổ	Sau mổ	Chênh lệch (mm/°)	p
Khoảng cách giữa 2 lỗ cầu	103,12 ± 7,92 mm	102,78 ± 7,58 mm	0,34 ± 0,83 mm	0,892
Khoảng cách giữa 2 góc hàm	94,03 ± 6,35 mm	94,65 ± 6,87 mm	0,62 ± 1,12 mm	0,084
Khoảng cách giữa 2 mỏm vệt	99,14 ± 7,43 mm	98,72 ± 7,01 mm	0,42 ± 0,92 mm	0,305
Chiều dài các đoạn xương mác	41,07 ± 9,12 mm	40,59 ± 8,71 mm	0,48 ± 1,03 mm	0,268
Góc hàm	122,31 ± 4,19°	123,07 ± 5,49°	0,76 ± 1,10°	0,311



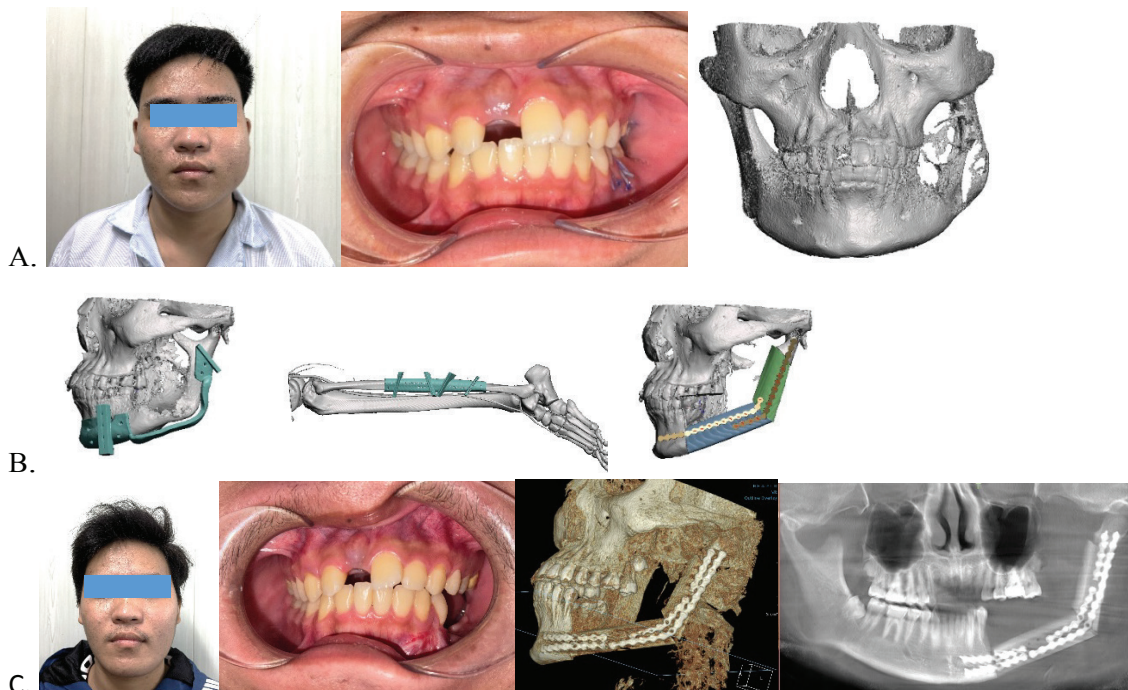
Hình 2: Các số đo được sử dụng để đánh giá độ chính xác của phương pháp tạo hình XHD có sử dụng máng hướng dẫn phẫu thuật. A. Khoảng cách giữa 2 lỗ cầu lúc thiết kế (trước) và sau mổ. B. Số đo góc hàm lúc thiết kế trước) và sau mổ. C. Chiều dài các đoạn xương mác lúc thiết kế (trước) và sau mổ

3.4. Đánh giá kết quả thẩm mỹ, chức năng và biến chứng sau phẫu thuật

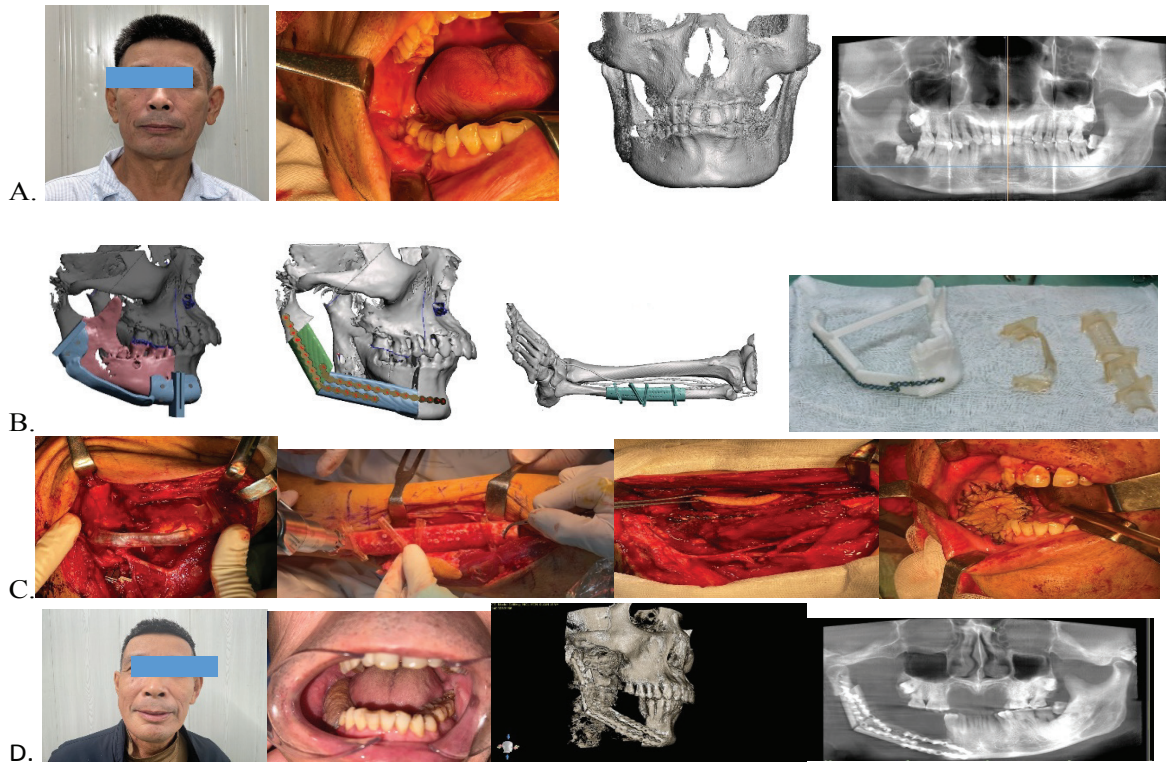
Đánh giá cho thấy phần lớn bệnh nhân hài lòng với kết quả thẩm mỹ và chức năng khớp cắn sau mổ. Chỉ một tỷ lệ nhỏ bệnh nhân cảm thấy đau sau phẫu thuật, điều này có thể được quản lý tốt bằng thuốc giảm đau (Bảng 4). Có 2 bệnh nhân chiếm 13,3% biến chứng viêm dò sau phẫu thuật.

Bảng 4: Đánh giá thẩm mỹ và chức năng khớp cắn sau phẫu thuật

Tiêu chí	Kết quả (%)
Khớp cắn ổn định	95%
Bệnh nhân cảm thấy tự tin hơn	75%
Bệnh nhân hài lòng với ngoại hình	90%
Bệnh nhân cảm thấy đau sau phẫu thuật	5%



Hình 3: Bệnh nhân nam 18 tuổi được chẩn đoán u nguyên bào men đã phẫu thuật cắt đoạn xương hàm dưới và tái tạo bằng vật xương mác có sử dụng công nghệ 3D. A. Hình ảnh trước phẫu thuật. B. Kế hoạch phẫu thuật và thiết kế máng hướng dẫn. C. Hình ảnh sau phẫu thuật 3 tháng



Hình 4: Bệnh nhân nam 68 tuổi được chẩn đoán ung thư tế bào vảy niêm mạc sàn miệng bên phải xâm lấn xương hàm dưới được phẫu thuật cắt u vùng sàn miệng cắt đoạn XHD nạo vét hạch cổ chọn lọc và tái tạo bằng vật da cơ xương mastic có sử dụng công nghệ 3D. A. Hình ảnh trước phẫu thuật. B. Kế hoạch phẫu thuật và thiết kế máng hướng dẫn. C. Hình ảnh đặt máng hướng dẫn trong phẫu thuật. D. Hình ảnh sau phẫu thuật 6 tháng

IV. BÀN LUẬN

4.1. Đặc điểm chung và triệu chứng lâm sàng

Trong nghiên cứu của chúng tôi, độ tuổi trung bình của nhóm bệnh nhân là $46,2 \pm 12,5$ tuổi, với độ tuổi thấp nhất là 18 và cao nhất là 68. Tỷ lệ nam giới chiếm 53,3%, còn nữ giới chiếm 46,7%. Bệnh nhân mắc u nguyên bào men thường gặp ở độ tuổi trẻ, với độ tuổi thấp nhất là 18 tuổi, và chủ yếu tập trung trong độ tuổi từ 18 đến 45. Ngược lại, bệnh nhân ung thư biểu mô tế bào vảy chủ yếu gặp ở người lớn tuổi, đặc biệt là từ 50 tuổi trở lên. Điều này cho thấy sự khác biệt rõ rệt giữa hai loại bệnh lý: u nguyên bào men thường xuất hiện ở người trẻ, trong khi ung thư xâm lấn chủ yếu ở người cao tuổi. Tất cả bệnh nhân đều có khối u vùng xương hàm dưới, điều này dẫn đến các triệu chứng lâm sàng điển hình như đau tại vùng khuyết xương và mất chức năng nhai. Một dấu hiệu đặc biệt phổ biến trong nhóm bệnh nhân là biến dạng mặt, xuất hiện ở 66,7% bệnh nhân. Biến dạng này có thể do sự phát triển của khối u

làm thay đổi hình dạng của hàm dưới hoặc do tổn thương xương gây ra mất tính đối xứng khuôn mặt. Biến dạng mặt không chỉ ảnh hưởng đến ngoại hình của bệnh nhân mà còn gây ra vấn đề về chức năng nhai và nói, khiến bệnh nhân gặp khó khăn trong các hoạt động hàng ngày.

4.2. Can thiệp phẫu thuật

Kết quả từ cho thấy phân bố số lượng đường cắt xương trong các nhóm khuyết hồng XHD của nhóm bệnh nhân trong nghiên cứu. Nhóm I và Nhóm III chiếm tỷ lệ cao nhất với 40% mỗi nhóm, điều này phản ánh sự phổ biến của các khuyết hồng ở phần ngoài và phần trước của xương hàm dưới. Các khuyết hồng này thường gặp trong các ca bị tổn thương do u nguyên bào men hoặc ung thư biểu mô tế bào vảy, nơi các khối u chủ yếu xâm lấn vào các khu vực ngoài hoặc phần trước xương hàm dưới. Phân loại khuyết hồng XHD theo Brown được sử dụng trong nghiên cứu này đã giúp phân chia rõ ràng các nhóm bệnh nhân

theo mức độ tổn thương và các chỉ số phẫu thuật, qua đó giúp phẫu thuật viên lập kế hoạch tái tạo xương chính xác hơn [5].

Nhóm II (khuyết một nửa XHD) chiếm tỷ lệ thấp hơn với 20%, cho thấy các ca khuyết hồng lớn hơn, nhưng không hoàn toàn mất đi một nửa xương hàm dưới, ít phổ biến hơn. Khuyết hồng này thường đòi hỏi một phương pháp phẫu thuật tái tạo xương phức tạp hơn, có thể kết hợp với các mô ghép hoặc vật xương tự do để bảo đảm sự ổn định và chức năng của hàm dưới sau phẫu thuật. Nhóm IV, nơi không có bệnh nhân với khuyết hồng lớn XHD, cho thấy rằng trong nhóm nghiên cứu của chúng tôi, không có bệnh nhân nào có khuyết hồng xương hàm dưới ở mức độ quá nghiêm trọng (toàn bộ hàm dưới hoặc phần lớn xương hàm dưới bị mất). Điều này có thể do các bệnh nhân trong nghiên cứu chủ yếu là những ca u nguyên bào men hoặc ung thư biểu mô tế bào vảy giai đoạn chưa quá muộn, nơi tổn thương xương hàm dưới chưa xâm lấn rộng rãi đến toàn bộ vùng hàm dưới. Các nghiên cứu trước đây, như nghiên cứu của Brown (2005), cũng đã chỉ ra rằng khuyết hồng lớn XHD thường gặp trong các ca u hàm dưới tiến triển nhanh hoặc di căn, và việc tái tạo xương trong các ca này phức tạp hơn nhiều [5].

Việc phân chia các khuyết hồng XHD theo nhóm như trong nghiên cứu giúp phẫu thuật viên có thể xác định được mức độ phức tạp của ca phẫu thuật, từ đó lựa chọn phương pháp tái tạo xương thích hợp và giảm thiểu các biến chứng.

4.3. Thay đổi các chỉ số hình thái xương hàm dưới sau phẫu thuật

Việc sử dụng công nghệ 3D trong phẫu thuật tái tạo xương hàm dưới bằng vật xương mastic tự do đã mang lại nhiều kết quả khả quan, giống như những báo cáo trong các nghiên cứu trước đây. Các phần mềm mã nguồn mở như Radiant, Meshmixer và Blender đã được sử dụng rộng rãi trong phẫu thuật tái tạo xương hàm dưới, và kết quả cho thấy độ chính xác cao và chi phí thấp hơn so với các phần mềm thương mại. Nghiên cứu của Dell'Aversana Orabona và cộng sự (2019) tại Italy đã báo cáo 4 trường hợp tái tạo xương hàm dưới với độ chính xác tương đương nhưng chi phí thấp hơn và thời gian phẫu thuật ngắn hơn nhiều so với phần mềm thương mại [4]. Nghiên cứu của Ritschi và cộng sự (2021) tại Đức cũng cho thấy kết quả tương tự

khi áp dụng công nghệ 3D với 20 trường hợp phẫu thuật [6]. Tuy nhiên, nghiên cứu tương tự chưa được thực hiện ở các nước đang phát triển như Việt Nam, khiến nghiên cứu của chúng tôi trở nên có giá trị trong việc ứng dụng công nghệ 3D trong môi trường y tế có nguồn lực hạn chế.

Độ chính xác của phương pháp tạo hình trong nghiên cứu của chúng tôi tương đương với nhiều báo cáo sử dụng các phần mềm thương mại. Metzler và cộng sự (2014) báo cáo 10 bệnh nhân với số đo góc hàm, khoảng cách giữa hai lồi cầu, và chiều dài các đoạn xương mastic trước và sau mổ tương tự nhau [2]. Cụ thể, sai số trung bình trong khoảng cách giữa hai lồi cầu là 2,2 mm và giữa hai góc hàm là 2,4 mm. Kết quả này tương tự với nghiên cứu của Foley và cộng sự (2018), nơi sai số trung bình của khoảng cách giữa hai lồi cầu là 2,7 mm, thay đổi từ 1,9 đến 4,5 mm, và khoảng cách giữa hai góc hàm là 2,5 mm (thay đổi từ 0,4 đến 4,8 mm) [4]. Điều này cho thấy rằng công nghệ 3D giúp nâng cao độ chính xác trong tái tạo xương hàm dưới và giảm sai số trong các chỉ số quan trọng như khoảng cách giữa hai lồi cầu và góc hàm.

Ren và cộng sự (2018) báo cáo kết quả của 15 bệnh nhân với sai số giữa trước và sau mổ của khoảng cách giữa hai lồi cầu là $2,92 \pm 1,15$ mm, giữa hai góc hàm là $2,93 \pm 1,19$ mm, và số đo góc hàm là $3,85 \pm 1,68^\circ$ [1]. Những kết quả này tương đương với kết quả của chúng tôi, cho thấy việc ứng dụng công nghệ 3D giúp đạt được kết quả tái tạo xương chính xác và hiệu quả.

Ngoài ra, nghiên cứu của Geusens và cộng sự (2020) báo cáo sai số trung bình giữa khoảng cách giữa hai móm vệt trên 20 bệnh nhân là $3,57 \pm 1,80$ mm [7], một giá trị lớn hơn so với kết quả của chúng tôi ($1,89 \pm 1,17$ mm, $p = 0,003$). Geusens chỉ ra rằng việc so sánh khoảng cách giữa hai móm vệt có thể chính xác hơn so với khoảng cách giữa hai lồi cầu do hình dạng thanh mảnh hơn của móm vệt. Tuy nhiên, trong nghiên cứu của chúng tôi, nhiều bệnh nhân bị cắt bỏ móm vệt nên không thể đo được khoảng cách này sau phẫu thuật. Điều này cũng được chứng minh trong nghiên cứu của Yehia El-Mahallawy và các cộng sự (2023) Nghiên cứu của họ chỉ ra rằng việc áp dụng kế hoạch phẫu thuật ảo giúp tăng cường độ chính xác của việc tái tạo xương hàm dưới và phục hồi chức năng khớp cắn [8]

Kết quả của nghiên cứu của Nguyễn Quang Rực và cộng sự (2024) cũng cho thấy tính chính xác cao trong phẫu thuật tái tạo xương hàm dưới bằng vật xương mắc có sử dụng máng hướng dẫn phẫu thuật. Nghiên cứu này ghi nhận tỷ lệ sống của vật xương mắc đạt 100%, thời gian phẫu thuật trung bình là 4,5 giờ và thời gian cắt đoạn xương mắc theo máng hướng dẫn chỉ mất trung bình 22 phút [9].

4.4. Đánh giá kết quả thẩm mỹ, chức năng và biến chứng sau phẫu thuật

Việc sử dụng phần mềm mã nguồn mở và công nghệ 3D trong phẫu thuật tái tạo xương hàm dưới không chỉ giúp giảm chi phí mà còn nâng cao độ chính xác và giảm thiểu các biến chứng, đặc biệt đối với các phẫu thuật viên trẻ và ít kinh nghiệm. Như kết quả của chúng tôi, công nghệ này giúp phẫu thuật viên dễ dàng thực hiện cắt xương và tạo hình khuyết đoạn xương hàm dưới với độ chính xác cao hơn và dễ dàng hơn so với phương pháp truyền thống. Kết quả từ cho thấy những tiến bộ đáng kể trong việc cải thiện chức năng khớp cắn và thẩm mỹ sau phẫu thuật tái tạo xương hàm dưới bằng vật xương mắc tự do, ứng dụng công nghệ 3D. 95% bệnh nhân cho biết khớp cắn của họ ổn định và không gặp khó khăn trong việc ăn uống hoặc nhai. Điều này chứng tỏ rằng phương pháp tái tạo xương hàm dưới này đã thành công trong việc phục hồi chức năng nhai, một yếu tố quan trọng đối với chất lượng cuộc sống của bệnh nhân. Các bệnh nhân có thể tiếp tục các hoạt động ăn uống bình thường mà không gặp phải sự khó khăn nào sau phẫu thuật.

Về kết quả thẩm mỹ, 75% bệnh nhân cảm thấy tự tin hơn với ngoại hình của mình sau phẫu thuật, cho thấy kết quả thẩm mỹ đạt được mức độ hài lòng cao. Điều này có thể được lý giải bởi việc sử dụng công nghệ 3D, cho phép phẫu thuật viên lập kế hoạch phẫu thuật với độ chính xác cao, đảm bảo tính đối xứng và sự hài hòa khuôn mặt sau khi tái tạo xương. Việc giảm thiểu biến dạng mặt là yếu tố quan trọng giúp bệnh nhân cảm thấy tự tin hơn về ngoại hình của mình, đặc biệt khi phẫu thuật tái tạo xương hàm dưới có thể có ảnh hưởng lớn đến sự cân đối khuôn mặt.

Ngoài ra, 90% bệnh nhân hài lòng với ngoại hình của mình sau phẫu thuật. Kết quả này thể hiện rằng phương pháp tái tạo xương bằng vật xương mắc tự do không chỉ cải thiện chức năng nhai mà còn mang lại kết quả thẩm mỹ tốt. Các nghiên cứu trước đây

cũng đã chỉ ra rằng khi thực hiện phẫu thuật tái tạo xương hàm dưới, khôi phục chức năng và thẩm mỹ là hai yếu tố không thể tách rời và có ảnh hưởng lớn đến sự hài lòng của bệnh nhân. Kết quả nghiên cứu của chúng tôi tương tự như các nghiên cứu trước đây về ứng dụng công nghệ 3D trong phẫu thuật tái tạo xương hàm dưới. Nghiên cứu gần đây của Nguyễn Quang Rực và cộng sự (2024) với 85,29% bệnh nhân có khuôn mặt cân đối và 86,66% có khớp cắn đúng sau phẫu thuật, điều này chứng tỏ hiệu quả rõ rệt của phương pháp này trong việc cải thiện chức năng và thẩm mỹ cho bệnh nhân [9].

Kết quả nghiên cứu của chúng tôi cũng tương tự như các nghiên cứu trước, bao gồm của Zoabi và cộng sự (2022) [10], khi họ đã chỉ ra rằng công nghệ in 3D và lập kế hoạch phẫu thuật ảo trong phẫu thuật hàm mặt mang lại nhiều lợi ích so với phương pháp truyền thống, bao gồm việc cải thiện độ chính xác trong tái tạo xương hàm dưới và giảm thiểu sai sót trong quá trình thực hiện phẫu thuật. Nghiên cứu của họ cung cấp cái nhìn tổng quan về cách công nghệ này cải thiện các kết quả thẩm mỹ và chức năng sau phẫu thuật.

Về các biến chứng, nghiên cứu cho thấy không có biến chứng nghiêm trọng nào xảy ra trong suốt quá trình theo dõi. 2 bệnh nhân có dấu hiệu viêm dò sau phẫu thuật, nhưng tình trạng này đã được xử lý thành công bằng cách điều trị bằng thuốc kháng sinh và chăm sóc vết mổ cẩn thận. Các bệnh nhân này đã hồi phục hoàn toàn mà không gặp phải bất kỳ vấn đề nghiêm trọng nào ảnh hưởng đến kết quả cuối cùng. Điều này cho thấy tỷ lệ biến chứng trong nghiên cứu là thấp và không làm giảm hiệu quả tổng thể của phẫu thuật.

V. KẾT LUẬN

Nghiên cứu này đã chứng minh rằng việc ứng dụng công nghệ 3D trong phẫu thuật tái tạo xương hàm dưới bằng vật xương mắc tự do mang lại nhiều lợi ích rõ rệt, bao gồm độ chính xác cao trong việc tái tạo cấu trúc xương, giảm thiểu thời gian phẫu thuật và tỷ lệ biến chứng. Công nghệ 3D không chỉ giúp cải thiện kết quả thẩm mỹ và chức năng mà còn tạo điều kiện thuận lợi cho các phẫu thuật viên, đặc biệt là những người ít kinh nghiệm. Kết quả nghiên cứu khẳng định tiềm năng ứng dụng công nghệ 3D trong các cơ sở y tế có nguồn lực hạn chế, mở ra cơ hội cải thiện chất lượng điều trị cho bệnh nhân.

Xung đột lợi ích

Các tác giả khẳng định không có xung đột lợi ích đối với các nghiên cứu, tác giả, và xuất bản bài báo.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

1. Ren W, Gao L, Li S, Chen C, Li F, Wang Q, et al. Virtual planning and 3D printing modeling for mandibular reconstruction with fibula free flap. 2018; 23(3): e359.
2. Metzler P, Geiger EJ, Alcon A, Ma X, Steinbacher DMJJ, O, Surgery M. Three-dimensional virtual surgery accuracy for free fibula mandibular reconstruction: planned versus actual results. 2014; 72(12): 2601-2612.
3. Gottsauner M, Sroka AM, Eichberger J, Schuderer J, Zeman F, Fiedler M, et al. Progress of Ossification after Mandibular Reconstruction by Free Fibula Flap Depending on Different Timing of Radiotherapy: A Retrospective 3D Analysis by CT Scans. 2024; 13(14): 4104.
4. Orabona GDA, Abbate V, Maglito F, Bonavolontà P, Salzano G, Romano A, et al. Low-cost, self-made CAD/CAM-guiding system for mandibular reconstruction. 2018; 27(2): 200-207.
5. Brown JS, Barry C, Ho M, Shaw RJTLO. A new classification for mandibular defects after oncological resection. 2016; 17(1): e23-e30.
6. Ritschl LM, Kilbertus P, Grill FD, Schwarz M, Weitz J, Nieberler M, et al. In-house, open-source 3D-software-based, CAD/CAM-planned mandibular reconstructions in 20 consecutive free fibula flap cases: an explorative cross-sectional study with three-dimensional performance analysis. 2021; 11: 731336.
7. Geusens J, Sun Y, Luebbbers H-T, Bila M, Darche V, Politis CJJoCS. Accuracy of computer-aided design/computer-aided manufacturing-assisted mandibular reconstruction with a fibula free flap. 2019; 30(8): 2319-2323.
8. El-Mahallawy Y, Abdelrahman HH, Al-Mahalawy HJBOH. Accuracy of virtual surgical planning in mandibular reconstruction: application of a standard and reliable postoperative evaluation methodology. 2023; 23(1): 119.
9. Rục NQ, Nguyễn LB, Quang PN. Kết quả tái tạo khuyết hồng xương hàm dưới bằng vật xương mác có sử dụng máng hướng dẫn phẫu thuật. Tạp chí Y học Việt Nam. 2024; 535(2).
10. Zoabi A, Redenski I, Oren D, Kasem A, Zigran A, Daoud S, et al. 3D printing and virtual surgical planning in oral and maxillofacial surgery. 2022; 11(9): 2385.