

Báo cáo trường hợp lâm sàng: Ứng dụng công nghệ in 3D, nội soi và C-arm trong phẫu thuật tạo hình thành ổ mắt

Case report: Application of 3D printing technology, endoscopy, and C-arm in orbital wall reconstruction surgery

Lê Tuấn Tú*, Phùng Đức Oanh, Bùi Công Tuấn,
Nguyễn Mạnh Quân và Trung Văn Tuyền

Bệnh viện Đa khoa tỉnh Quảng Ninh

Tóm tắt

Phẫu thuật tái tạo thành ổ mắt sau chấn thương hàm mặt phức tạp là một thách thức lớn trong lâm sàng, đòi hỏi vừa đảm bảo chức năng thị giác vừa khôi phục thẩm mỹ khuôn mặt. Chúng tôi báo cáo trường hợp bệnh nhân nam, 22 tuổi, bị biến dạng nhiều thành ổ mắt phải do tai nạn giao thông cách đây 1 năm. Bệnh nhân nhập viện với biểu hiện song thị, hạn chế vận nhãn và mất cân đối hai hốc mắt, ảnh hưởng nghiêm trọng đến chức năng thị giác và chất lượng cuộc sống. Bệnh nhân được chỉ định phẫu thuật tái tạo ổ mắt phải bằng lưới titan được tạo hình sẵn trên mẫu in 3D nhằm khôi phục chính xác cấu trúc giải phẫu. Trong quá trình mổ, hệ thống nội soi được sử dụng để quan sát trực tiếp phẫu trường, kết hợp hệ thống C-arm nhằm kiểm tra và xác định vị trí đặt vật liệu cấy ghép. Sau phẫu thuật, hai hốc mắt cân đối, hết song thị và không ghi nhận biến chứng. Trường hợp này cho thấy tính khả thi và hiệu quả của việc ứng dụng đồng thời công nghệ in 3D, nội soi và C-arm trong phẫu thuật tái tạo thành ổ mắt phức tạp.

Từ khóa: Tái tạo thành ổ mắt, chấn thương hàm mặt, in 3D, nội soi, C-arm.

Summary

Reconstruction of the orbital wall following complex maxillofacial trauma is a major clinical challenge, requiring restoration of both visual function and facial aesthetics. We report the case of a 22-year-old male with multiple right orbital wall deformities resulting from a traffic accident one year prior. The patient presented with diplopia, restricted ocular motility, and orbital asymmetry, significantly impairing visual function and quality of life. Orbital reconstruction was performed using a pre-shaped titanium mesh based on a 3D-printed model to achieve accurate anatomical restoration. Intraoperatively, endoscopic assistance provided direct visualization of the surgical field, while a C-arm system was used to verify and adjust implant positioning. Postoperatively, orbital symmetry was restored, diplopia had resolved, and no complications were observed. This case highlights the feasibility and effectiveness of combining 3D printing technology, endoscopic assistance, and intraoperative C-arm imaging in complex orbital wall reconstruction.

Keywords: Orbital wall reconstruction, maxillofacial trauma, 3D printing, endoscopic assistance, C-arm.

Ngày nhận bài: 15/9/2025, ngày chấp nhận đăng: 28/9/2025

* Tác giả liên hệ: Letuantu1993@gmail.com - Bệnh viện Đa khoa tỉnh Quảng Ninh

I. ĐẶT VẤN ĐỀ

Chấn thương thành ổ mắt là một trong những tổn thương thường gặp nhất của tầng giữa mặt, chiếm khoảng 40% các trường hợp chấn thương vùng hàm mặt, có thể gây ra nhiều biến chứng như song thị, lõm nhãn cầu, tổn thương thần kinh thị giác hoặc thần kinh dưới ổ mắt, làm biến dạng khuôn mặt và ảnh hưởng nghiêm trọng đến chất lượng cuộc sống. Phần lớn các trường hợp vỡ thành ổ mắt đều làm thay đổi thể tích ổ mắt và vị trí nhãn cầu, do đó phẫu thuật tái tạo lại thành ổ mắt kịp thời và chính xác là yếu tố then chốt giúp phục hồi hình thái giải phẫu, cải thiện chức năng thị giác, đảm bảo thẩm mỹ và ngăn ngừa các biến chứng lâu dài. Chỉ định phẫu thuật bao gồm: Song thị do kẹt cơ vận nhãn, lún nhãn cầu hoặc lỗi nhãn cầu do thay đổi thể tích ổ mắt, và gãy ổ mắt rộng với diện tích gãy vượt quá 2 cm² hoặc chiếm hơn 50% diện tích toàn bộ sàn ổ mắt¹. Lưới titan là vật liệu ghép được sử dụng phổ biến nhờ tính tương hợp sinh học cao, độ cứng chắc tốt và chi phí hợp lý, phù hợp cho những trường hợp gãy phức tạp hoặc khuyết hổng thành ổ mắt lớn. Tuy nhiên, phẫu thuật truyền thống thường phải tạo hình lưới titan ngay trong mổ, phụ thuộc nhiều vào kinh nghiệm phẫu thuật viên và dễ gặp sai lệch,

ảnh hưởng đến kết quả cuộc phẫu thuật. Những tiến bộ gần đây trong phẫu thuật hàm mặt đã mở ra hướng tiếp cận mới. Ứng dụng công nghệ số cho phép tái tạo hình ảnh 3D từ dữ liệu cắt lớp vi tính, sử dụng thuật toán đối xứng dựa trên ổ mắt lành làm tham chiếu, từ đó in 3D mô hình thành ổ mắt và tạo hình lưới titan trước phẫu thuật²⁻⁴. Đồng thời, hệ thống nội soi hỗ trợ phẫu thuật viên quan sát rõ phẫu trường hẹp, sâu và máy chụp Xquang C-arm giúp kiểm tra chính xác vị trí vật liệu ngay trong mổ, nâng cao độ chính xác và rút ngắn thời gian phẫu thuật⁵⁻⁶. Bài báo này trình bày một ca lâm sàng ứng dụng đồng bộ các công nghệ in 3D, nội soi và C-arm trong tái tạo thành ổ mắt nhằm tối ưu hóa kết quả điều trị.

II. TRƯỜNG HỢP LÂM SÀNG

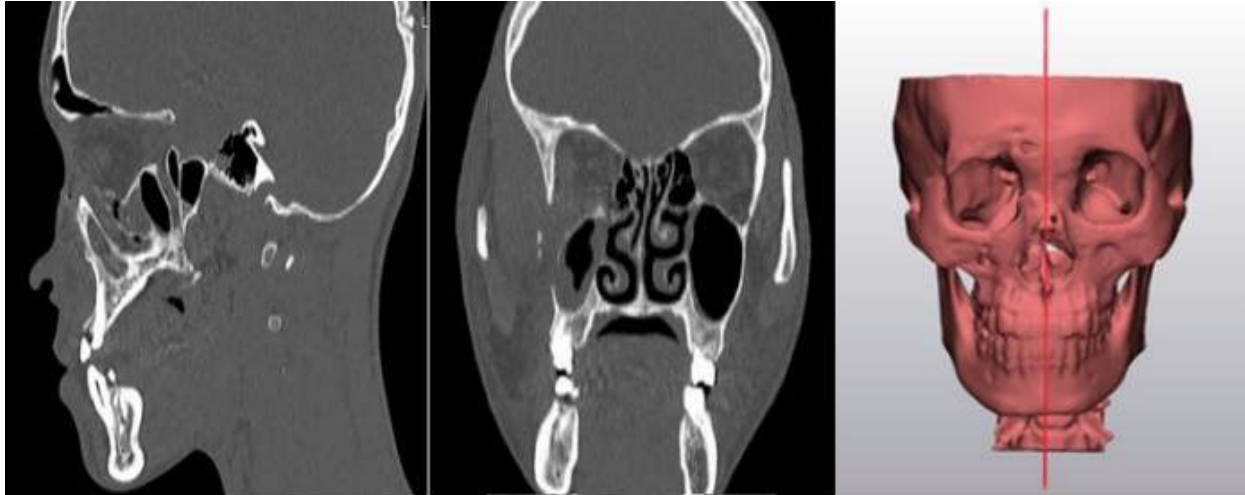
Thông tin bệnh nhân: Bệnh nhân nam, 22 tuổi, nhập viện vì song thị và mất thẩm mỹ vùng mặt do tai nạn giao thông cách đây 1 năm.

Khám lâm sàng: 2 ổ mắt không cân đối, bờ dưới ổ mắt phải thấp hơn ổ mắt trái (tư thế nhìn thẳng), lõm nhãn cầu phải 5mm so với bên trái (tư thế nhìn từ dưới lên), hạn chế vận động nhãn cầu phải lên trên. Bệnh nhân có tình trạng song thị.



Hình 1. Bệnh nhân trước phẫu thuật.

Cận lâm sàng: Phim cắt lớp vi tính vùng hàm mặt cho thấy biến dạng các thành ổ mắt phải, cơ thẳng dưới và tổ chức mỡ quanh nhãn cầu thoát vị xuống xoang hàm phải. Không phát hiện tổn thương nhãn cầu.



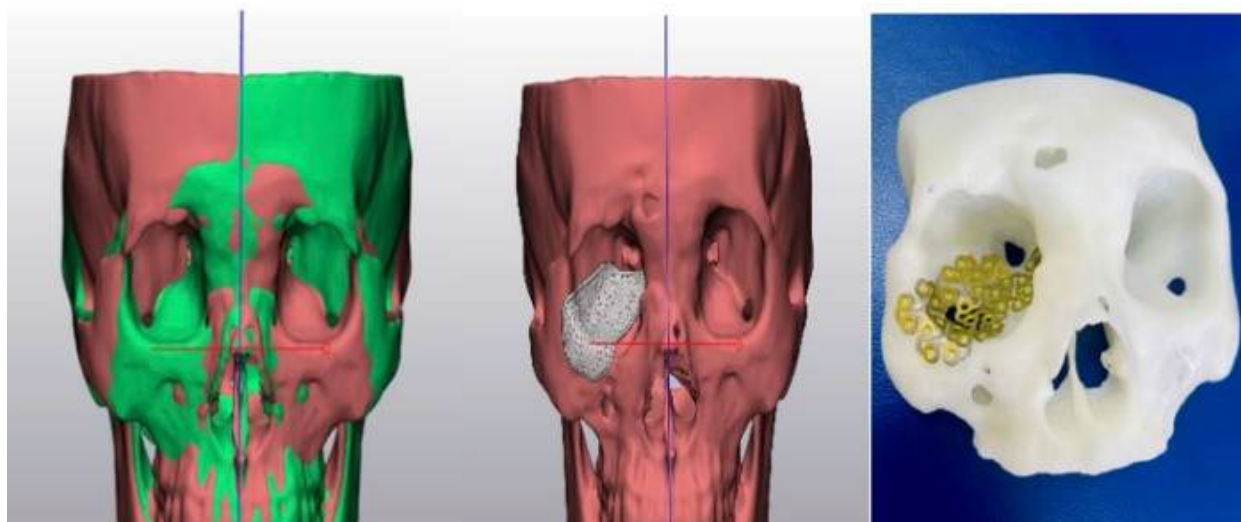
Hình 2. Phim cắt lớp vi tính và dựng hình 3D của bệnh nhân trước phẫu thuật

Lập kế hoạch phẫu thuật:

Chụp cắt lớp vi tính vùng sọ mặt, lưu dữ liệu dưới dạng DICOM và dùng thuật toán ánh xạ đối xứng từ ổ mắt lành (mắt trái) để tái tạo lại hình ảnh của ổ mắt bên chấn thương (mắt phải).

In mô hình nhựa 3D ổ mắt bệnh nhân sau khi được tái tạo cân đối dựa trên dữ liệu hình ảnh được ánh xạ.

Tạo hình lưới titan y tế theo mô hình ổ mắt in 3D. Lưới titan sau đó được xử lý vô khuẩn trước khi tiến hành phẫu thuật.



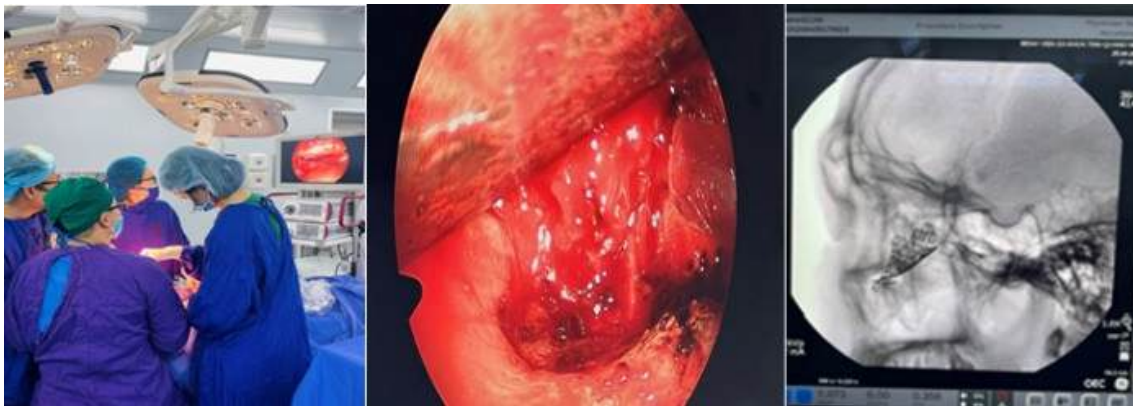
Hình 3. Ảnh 3D vùng hàm mặt của bệnh nhân sau khi sử dụng thuật toán ánh xạ và vị trí lưới titan dự kiến, mô hình in 3D và lưới titan được tạo dạng trước dựa trên mô hình.

Phẫu thuật:

Gây mê nội khí quản.

Rạch da vùng bờ dưới ổ mắt phải. Bóc tách sát màng xương, sử dụng hệ thống nội soi hỗ trợ quan sát phẫu trường, đưa tổ chức thoát vị trở lại ổ mắt. Đặt lưới titan tạo hình sấn và kiểm tra vị trí bằng C-arm trước khi cố định bằng vít. Thử nghiệm cưỡng bức cơ vận nhãn được thực hiện trước khi bóc tách mô mềm và sau khi đặt lưới titan, đảm bảo bệnh nhân không còn hạn chế vận nhãn. Hệ thống nội soi cũng được sử dụng để kiểm tra đảm bảo lưới tái tạo không tì đè nên tổ chức phần mềm quanh nhãn cầu. Cố định lưới bằng vít titan vào bờ dưới ổ mắt.

Đóng vết mổ theo lớp.

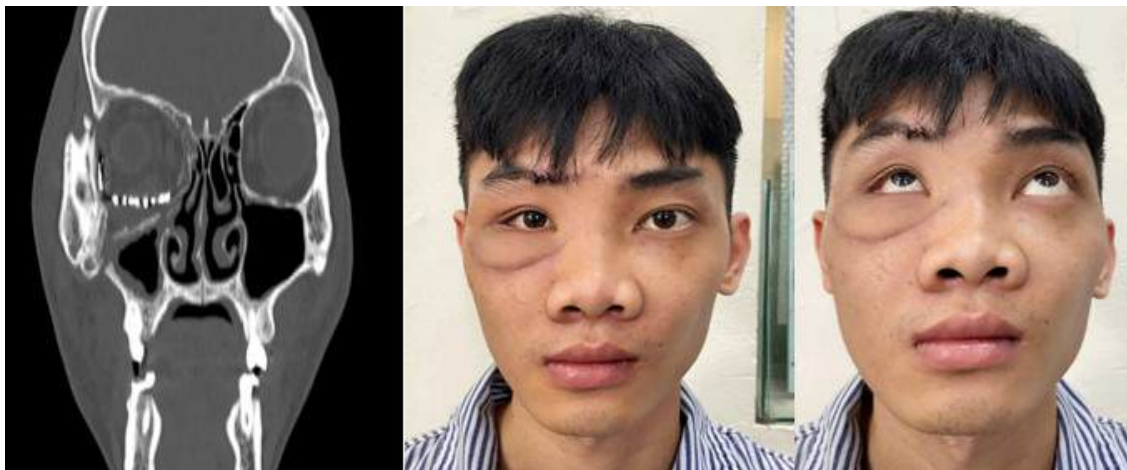


Hình 4. Ảnh nội soi trong phẫu thuật: Tổ chức phần mềm quanh nhãn cầu thoát vị qua ổ gãy xương xoang hàm trên. Hình ảnh C-arm kiểm tra trong mổ vị trí của lưới titan.

Theo dõi sau mổ và kết quả:

Ngay sau mổ: Bệnh nhân tỉnh, ổn định, thị lực cải thiện, không có dấu hiệu tổn thương thần kinh thị giác.

Sau mổ 7 ngày: Bệnh nhân hết song thị, hai mắt cân đối, vận nhãn bình thường, khuôn mặt hài hòa. Bệnh nhân xuất viện và tái khám định kỳ.



Hình 5. Phim cắt lớp vi tính và ảnh bệnh nhân sau phẫu thuật 1 tuần

Bệnh nhân tiếp tục được theo dõi sau 3 tháng, 6 tháng, 1 năm sau phẫu thuật. Kết quả duy trì ổn định: Ổ mắt cân đối, không còn song thị, vận nhãn bình thường, khuôn mặt hài hòa, không ghi nhận biến chứng. Bệnh nhân hài lòng với kết quả chức năng và thẩm mỹ.



Hình 6. Bệnh nhân sau phẫu thuật 3 tháng, 6 tháng và 1 năm.

III. BÀN LUẬN

Việc ứng dụng công nghệ in 3D trong phẫu thuật tái tạo thành ổ mắt mang lại lợi thế vượt trội về mặt lập kế hoạch trước mổ. Dữ liệu hình ảnh được chuyển đổi thành mô hình vật lý kết hợp với thuật toán ánh xạ đối xứng từ ổ mắt lành, giúp tái tạo chính xác hình thái giải phẫu ổ mắt tổn thương. Nhờ đó, lưới titan được tạo dạng trước phù hợp với giải phẫu bệnh nhân, giảm thiểu tối đa sai số do thao tác thủ công trong phẫu thuật truyền thống. Điều này góp phần quan trọng trong việc bảo tồn thể tích ổ mắt và vị trí nhãn cầu, những yếu tố quyết định chức năng và thẩm mỹ sau phẫu thuật⁷. Hệ thống nội soi hỗ trợ cung cấp góc nhìn sắc nét và phóng đại tại những vùng giải phẫu phức tạp và hạn chế tầm nhìn, giúp phẫu thuật viên xác định rõ ràng ranh giới tổn thương và các cấu trúc mô lành xung quanh. Việc hạn chế bóc tách mô không cần thiết không chỉ giảm thiểu tổn thương mô lành mà còn làm giảm phản ứng viêm và phù nề sau phẫu thuật, qua đó cải thiện tốc độ hồi phục và giảm nguy cơ dính xơ⁸. Hệ thống C-arm cung cấp hình ảnh X-quang thời gian thực, giúp kiểm tra trực tiếp vị trí của lưới titan tái tạo so với cấu trúc xương, đảm bảo độ chính xác trong quá trình cố định lưới titan. Việc phát hiện kịp thời các sai lệch giúp tránh được những biến chứng tiềm ẩn như lún nhãn cầu

hoặc di lệch vị trí lưới tái tạo, qua đó giảm nguy cơ phẫu thuật lại và nâng cao sự an toàn cho người bệnh⁹. Sự tích hợp các công nghệ này tạo ra một quy trình phẫu thuật có kiểm soát chặt chẽ và hiệu quả, giảm thiểu rủi ro, nâng cao khả năng phục hồi chức năng và thẩm mỹ, đồng thời góp phần làm tăng sự hài lòng của bệnh nhân. Đáng chú ý, trong những năm gần đây, dụng cụ cấy ghép cá nhân hoá (PSI) bằng titanium in trực tiếp đã dần được ứng dụng tại một số trung tâm phẫu thuật sọ mặt trên thế giới và chứng minh hiệu quả vượt trội trong tái tạo ổ mắt. PSI được thiết kế hoàn toàn cá thể hóa dựa trên dữ liệu hình ảnh và cấu trúc đối xứng từ ổ mắt lành, sau đó được in trực tiếp bằng công nghệ in kim loại 3D¹⁰. Tuy chi phí còn cao và đòi hỏi thời gian chuẩn bị tiền phẫu, nhưng với sự phát triển của công nghệ in 3D, cùng với khung pháp lý ngày càng hoàn thiện trong việc quản lý và cho phép sử dụng vật liệu cấy ghép cá thể hoá, PSI hứa hẹn sẽ trở thành lựa chọn tối ưu trong các ca tái tạo thành ổ mắt phức tạp tại Việt Nam trong tương lai.

V. KẾT LUẬN

Ứng dụng đồng bộ công nghệ in 3D cá thể hóa, nội soi hỗ trợ và hình ảnh C-arm trong phẫu thuật tái tạo thành ổ mắt phức tạp đã nâng cao đáng kể độ chính xác của quá trình tạo hình, giảm

thiếu xâm lấn mô, rút ngắn thời gian phẫu thuật và hạn chế biến chứng hậu phẫu. Phương pháp này không những cải thiện chức năng thị giác mà còn tối ưu hóa kết quả thẩm mỹ vùng hàm mặt. Với điều kiện trang thiết bị phù hợp, đây là hướng tiếp cận khả thi và có tiềm năng được ứng dụng rộng rãi trong các phẫu thuật tái tạo phức tạp của lĩnh vực hàm mặt.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

1. Blumer M, Essig H, Steigmiller K, Wagner M.E, Gander T (2021) *Surgical outcomes of orbital fracture reconstruction using patient-specific implants*. J Oral Maxillofac Surg 79(6): 1302-1312.
2. Kozakiewicz M, Elgalal M, Loba P et al (2009) *Clinical application of 3D pre-bent titanium implants for orbital floor fractures*. J Craniomaxillofac Surg 37(4): 229-234.
3. Sigron GR, Rüedi N, Chammartin F et al *ThreeDimensional Analysis of Isolated Orbital Floor Fractures Pre- and Post-Reconstruction with Standard Titanium Meshes and "Hybrid" Patient-Specific Implants*. J Clin Med 9(5): 1579.
4. Jansen J, Dubois L, Schreurs R et al (2019) *Should virtual mirroring be used in the preoperative planning of an orbital reconstruction?* J Oral Maxillofac Surg 76(2): 380-387.
5. Ezzat WF, El-Hasan MA, Rabie H (2011) *Validity and accuracy of subciliary endoscopic-aided repair of orbital floor fractures*. Eur Arch Otorhinolaryngol 268(6): 935-940.
6. Sharma P, Rattan V, Rai S, Chhabbra R (2020) *Does intraoperative computed tomography improve the outcome in zygomatico-orbital complex fracture reduction?* J Maxillofac Oral Surg 20: 189-200.
7. D'Alpaos D, Badiali G, Ceccariglia F, Tarsitano A *Delayed orbital floor reconstruction using mirroring technique and patient-specific implants: Proof of concept*. J Pers Med 14(5): 459.
8. Ebeid K, Hamouda M (2024) *Endoscopic Assisted Management of Orbital Trauma*. Pan Arab Journal of Rhinology 14(2): 3.
9. Chu YY, Yang JR, Lai BR, Chang YJ, Tsai HH, Chen CT (2022) *Preliminary outcomes of the surgical navigation system combined with intraoperative three-dimensional C-arm computed tomography for zygomatico-orbital fracture reconstruction*. Scientific Reports 12:7893.
10. Salli MI, Nikunen M, Snäll J (2023) *A novel patient-specific titanium mesh implant design for reconstruction of complex orbital fracture*. J Oral Maxillofac Surg 81(12): 1474-1482.