

DOI: 10.58490/ctjump.2026i100.4959

ỨNG DỤNG KẾT QUẢ IN 3D CHUẨN BỊ TRƯỚC MỔ TRONG ĐIỀU TRỊ GÂY ĐAU DƯỚI XƯƠNG CẰNG CHÂN BẰNG NỆP KHÓA

Nguyễn Văn Nghiê¹, Phan Văn Tuấn², Nguyễn Lê Hoan¹,
Trương Nguyễn Khánh Hưng^{3*}

1. Trường Đại học Y Dược Cần Thơ

2. Bệnh viện Trường Đại học Y Dược Cần Thơ

3. Bệnh viện Chợ Rẫy

*Email: drhung.bvcr@gmail.com

Ngày nhận bài: 31/3/2026

Ngày phản biện: 25/5/2026

Ngày duyệt đăng: 25/7/2026

TÓM TẮT

Đặt vấn đề: Gãy xương đầu dưới cẳng chân là một thách thức trong điều trị do đặc điểm tổn thương phần mềm nặng nề và hình thái ổ gãy phức tạp. Gần đây, mô hình xương in 3D được ứng dụng trong mô tả tổn thương và lập kế hoạch phẫu thuật kết hợp xương bằng nẹp khóa cho kết quả khả quan. **Mục tiêu nghiên cứu:** Khảo sát một số đặc điểm hình thái ổ gãy trên X-quang, mô hình xương in 3D và đánh giá kết quả điều trị bệnh nhân gãy xương đầu dưới cẳng chân bằng nẹp khóa có sử dụng mô hình xương in 3D chuẩn bị trước mổ. **Đối tượng và phương pháp nghiên cứu:** Nghiên cứu mô tả cắt ngang trên 31 bệnh nhân gãy xương đầu dưới cẳng chân được ghi nhận tại Bệnh viện Đa khoa Trung ương Cần Thơ, Bệnh viện Trường Đại học Y Dược Cần Thơ và Bệnh viện Đa khoa thành phố Cần Thơ từ tháng 06/2024 đến tháng 01/2026. Tất cả bệnh nhân được chụp X-quang, in mô hình xương 3D lập kế hoạch trước mổ, phân loại gãy, ghi nhận số mảnh gãy, mảnh gãy lún trên X-quang và mô hình xương in 3D. Các yếu tố trong mổ bao gồm thời gian mổ, lượng máu mất. Kết quả phục hồi chức năng sau mổ được đánh giá theo thang điểm AOFAS sau 3 tháng. **Kết quả:** Theo phân loại AO/OTA, loại gãy 43B chiếm chủ yếu với 22 trường hợp (71%) trên X-quang và 20 trường hợp (64,5%) trên mô hình xương in 3D. Có 17 bệnh nhân (54,8%) phát hiện số lượng mảnh gãy nhiều hơn và 11 bệnh nhân (35,5%) có số lượng mảnh gãy lún ghi nhận lớn hơn trên mô hình xương in 3D so với X-quang. Thời gian phẫu thuật và lượng máu mất trung bình lần lượt là $98,1 \pm 21,4$ phút và $83,39 \pm 16,71$ mL. Điểm AOFAS trung bình đạt $89,87 \pm 9,01$ điểm tại thời điểm 3 tháng sau mổ của 31 bệnh nhân, trong đó đạt kết quả tốt và rất tốt chiếm 83,9%. **Kết luận:** Phẫu thuật kết hợp xương bằng nẹp khóa có sử dụng mô hình xương in 3D chuẩn bị trước mổ hỗ trợ khảo sát đặc điểm ổ gãy, cho kết quả phục hồi chức năng tốt, thời gian phẫu thuật và lượng máu mất giảm.

Từ khóa: Gãy xương đầu dưới cẳng chân, in 3D, lập kế hoạch trước mổ, nẹp khóa.

ABSTRACT

PREOPERATIVE 3D-PRINTED MODELS FOR LOCKING PLATE FIXATION OF DISTAL TIBIAL FRACTURES

Nguyen Van Nghiê¹, Phan Van Tuan², Nguyen Le Hoan¹,
Truong Nguyen Khanh Hung^{3*}

1. Can Tho University of Medicine and Pharmacy

2. Can Tho University of Medicine and Pharmacy Hospital

3. Cho Ray Hospital

Background: Distal tibial fractures remain a therapeutic challenge because of severe soft-tissue injury and complex fracture morphology. Recently, 3D-printed bone models have been applied to describe fracture characteristics and for preoperative planning of locking plate fixation with promising results. **Objectives:** To investigate several fracture characteristics on radiographs and 3D-

*printed bone models and to evaluate the treatment outcomes of distal tibial fractures managed with locking plates using preoperative 3D-printed models. **Materials and methods:** A cross-sectional descriptive study was conducted on 31 patients with distal tibial fractures were enrolled at Can Tho Central General Hospital, Can Tho University of Medicine and Pharmacy Hospital, and Can Tho City General Hospital from June 2024 to January 2026. All patients underwent radiographic evaluation, and 3D-printed bone models were created to assist preoperative planning; fracture classification, the number of fragments, and impacted fragments were recorded on both radiographs and 3D models. Intraoperative parameters included operative time and blood loss, and postoperative functional outcomes were assessed using the AOFAS score at 3 months. **Results:** According to the AO/OTA classification, type 43B fractures predominated, accounting for 22 cases (71%) on radiographs and 20 cases (64.5%) on the 3D-printed models. Compared with radiographs, the 3D-printed models revealed a higher number of fragments in 17 patients (54.8%) and a greater number of impacted fragments in 11 patients (35.5%). The mean operative time and mean intraoperative blood loss were 98.1 ± 21.4 minutes and 83.39 ± 16.71 mL, respectively. At 3 months postoperatively, the mean AOFAS score in 31 patients was 89.87 ± 9.01 , with good and excellent outcomes in 83.9%. **Conclusion:** Locking plate fixation using preoperative 3D-printed bone models facilitates the evaluation of fracture characteristics, provides good functional outcomes, and is associated with improved operative time and reduced intraoperative blood loss.*

Keywords: Distal tibial fractures, 3D printing, preoperative planning, locking plate fixation.

I. ĐẶT VẤN ĐỀ

Gãy đầu dưới xương cẳng chân là một trong những tổn thương phức tạp trong chấn thương vùng chi dưới, thường gặp trong các chấn thương năng lượng cao như tai nạn giao thông và té ngã từ trên cao [1]. Đặc điểm giải phẫu vùng đầu dưới xương chày với diện khớp chịu lực và ít phần mềm che phủ khiến việc điều trị gặp nhiều khó khăn. Hình thái ổ gãy thường phức tạp, nhiều mảnh, có thể kèm lún diện khớp và tổn thương phần mềm mức độ khác nhau [2]. Mục tiêu điều trị là phục hồi giải phẫu diện khớp, trục và chiều dài chi, đảm bảo cố định vững để vận động sớm và hạn chế biến chứng.

Kết hợp xương bằng nẹp khóa hiện nay được sử dụng rộng rãi trong điều trị gãy đầu dưới xương chày nhờ khả năng cố định vững, phù hợp với vùng xương xốp hành xương – đầu xương và cho phép áp dụng kỹ thuật ít xâm lấn, bảo tồn phần mềm [3], [4]. Để đạt được kết quả tối ưu, việc đánh giá chính xác đặc điểm ổ gãy và lập kế hoạch phẫu thuật trước mổ có vai trò quan trọng. Hiện nay, X-quang và chụp cắt lớp vi tính là hai phương tiện chẩn đoán hình ảnh thường quy. Tuy nhiên, do chỉ thể hiện hình ảnh trên các mặt phẳng hai chiều nên còn hạn chế trong đánh giá trực quan hình thái ổ gãy và lập kế hoạch phẫu thuật, đặc biệt trong gãy phức tạp nhiều mảnh và lún diện khớp.

Sự phát triển của công nghệ dựng hình từ dữ liệu cắt lớp vi tính kết hợp với in 3D đã tạo ra một công cụ hỗ trợ hiệu quả trong chấn thương chỉnh hình. Mô hình xương in 3D cho phép tái tạo cấu trúc giải phẫu thực của ổ gãy dưới dạng không gian ba chiều, giúp quan sát trực tiếp hình thái tổn thương, đồng thời mô phỏng nắn chỉnh và chuẩn bị phương tiện kết hợp xương trước mổ. Nhiều nghiên cứu trên thế giới cho thấy việc ứng dụng mô hình xương in 3D giúp rút ngắn thời gian phẫu thuật, giảm lượng máu mất và cải thiện kết quả chức năng sau mổ [5], [6].

Tại Việt Nam, công nghệ in 3D đã bước đầu được ứng dụng trong điều trị một số loại gãy xương phức tạp như gãy ở cổ, gãy mâm chày, cho thấy những kết quả khả quan [7], [8]. Tuy nhiên, các nghiên cứu có ứng dụng mô hình xương in 3D trong khảo sát đặc điểm hình thái ổ gãy cũng như trong điều trị gãy đầu dưới xương cẳng chân bằng nẹp khóa

còn hạn chế. Vì vậy, nghiên cứu: “Ứng dụng kết quả in 3D chuẩn bị trước mổ trong điều trị gãy đầu dưới xương cẳng chân bằng nẹp khóa” được thực hiện với hai mục tiêu: 1) Khảo sát một số đặc điểm hình thái ổ gãy trên X-quang và mô hình xương in 3D; 2) Đánh giá kết quả điều trị bệnh nhân gãy xương đầu dưới cẳng chân bằng nẹp khóa có sử dụng mô hình xương in 3D chuẩn bị trước mổ.

II. ĐỐI TƯỢNG VÀ PHƯƠNG PHÁP NGHIÊN CỨU

2.1. Đối tượng nghiên cứu

- **Đối tượng nghiên cứu:** Bệnh nhân được chẩn đoán gãy đầu dưới xương cẳng chân và được điều trị phẫu thuật kết hợp xương bằng nẹp khóa có sử dụng mô hình xương in 3D chuẩn bị trước mổ.

- **Tiêu chuẩn chọn mẫu:** Bệnh nhân từ 16 tuổi trở lên, được chẩn đoán gãy kín hoặc gãy hở độ I theo Gustilo đầu dưới xương cẳng chân và được chỉ định điều trị phẫu thuật kết hợp xương bằng nẹp vít khóa, đồng ý tham gia phẫu thuật, không có chống chỉ định phẫu thuật. Bệnh nhân có hồ sơ bệnh án đầy đủ và đồng ý tham gia nghiên cứu.

- **Tiêu chuẩn loại trừ:** Gãy xương bệnh lý, bệnh nhân có bệnh lý tâm thần, kích động không thể tiếp cận phỏng vấn.

- **Thời gian và địa điểm nghiên cứu:** Từ tháng 06/2024 đến tháng 01/2026, tại Bệnh viện Đa khoa Trung ương Cần Thơ, Bệnh viện Trường Đại học Y Dược Cần Thơ và Bệnh viện Đa khoa thành phố Cần Thơ.

2.2. Phương pháp nghiên cứu

- **Thiết kế nghiên cứu:** Nghiên cứu mô tả cắt ngang.

- **Cỡ mẫu:** Chọn mẫu thuận tiện 31 bệnh nhân.

- **Nội dung nghiên cứu:** Phân loại gãy, sự tăng số mảnh gãy, mảnh gãy lún trên X-quang và mô hình xương in 3D, thời gian mổ, lượng máu mất. Kết quả nắn chỉnh sau mổ theo Larson-Bostman, kết quả phục hồi chức năng được đánh giá theo thang điểm AOFAS sau 3 tháng.

- **Phương pháp thu thập số liệu:** Bộ câu hỏi thiết kế sẵn.

- **Phương pháp xử lý số liệu:** Số liệu được xử lý và phân tích bằng phần mềm SPSS 20.00

- **Đạo đức trong nghiên cứu:** Nghiên cứu được Hội đồng Đạo đức trong nghiên cứu y sinh học của Trường Đại học Y Dược Cần Thơ thông qua theo phiếu chấp thuận số 24.348.HV/PCT-HĐĐĐ ngày 28 tháng 06 năm 2024.

III. KẾT QUẢ NGHIÊN CỨU

3.1. Đặc điểm chung

Nhóm nghiên cứu thu thập được 31 bệnh nhân, trong đó tỷ lệ nam là 41,9%, nữ là 58,1%, độ tuổi từ 17 đến 87 tuổi, trung bình $47,58 \pm 16,42$ tuổi. Nguyên nhân chấn thương chủ yếu là tai nạn giao thông với 71% (22 trường hợp). Ngoài ra, té cao chiếm 19,4% (6 trường hợp) và tai nạn sinh hoạt 9,7% (3 trường hợp).

Trong số bệnh nhân tham gia nghiên cứu, 51,6% (16/31 trường hợp) bị gãy xương ở bên phải và 48,4% (15/31 trường hợp) bị gãy xương ở bên trái. Không có trường hợp nào bị gãy xương ở cả hai bên. Về đặc điểm gãy xương, 9 bệnh nhân (29%) bị gãy xương chày đơn thuần, trong khi 22 bệnh nhân (71%) có gãy xương chày kèm theo gãy xương mác.

3.2. Một số đặc điểm của ổ gãy trên phim X-quang và mô hình xương in 3D

Bảng 1. Phân loại gãy xương theo AO trên X-quang và mô hình xương in 3D

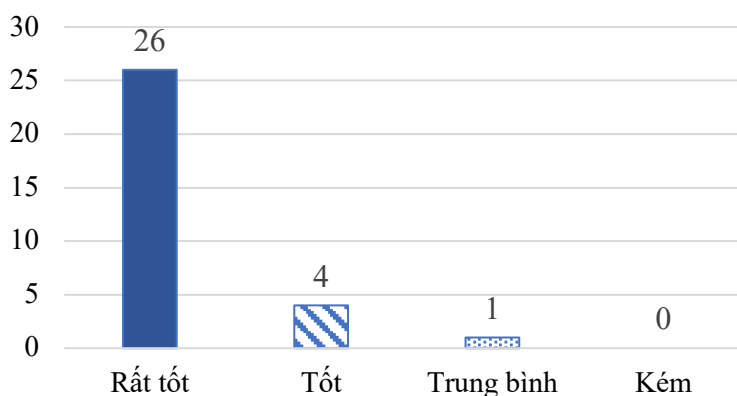
Phân loại theo AO/OTA	X-quang		Mô hình xương in 3D	
	Số lượng	Tỷ lệ (%)	Số lượng	Tỷ lệ (%)
43A	6	19,3	3	9,7
43B	22	71	20	64,5
43C	3	9,7	8	25,8
Tổng	31	100	31	100

Nhận xét: Loại gãy 43B chiếm tỷ lệ cao nhất kể cả khi phân loại trên X-quang (71%) hay mô hình xương in 3D (64,5%). Loại gãy 43C có tỷ lệ cao thứ hai khi đánh giá trên mô hình xương in 3D (25,8%), trong khi loại gãy này chiếm tỷ lệ thấp nhất khi được đánh giá trên X-quang (9,7%).

Với mô hình xương in 3D, 8 trường hợp được thay đổi phân loại, chiếm tỷ lệ 25,8%. Trong đó, 3 trường hợp gãy loại 43A đổi thành 43B và 5 trường hợp gãy loại 43B đổi thành 43C. Ngoài ra, nhóm nghiên cứu ghi nhận 54,8% số bệnh nhân có tăng số lượng mảnh gãy (17/31 bệnh nhân) và 45,2% có tăng số mảnh gãy lún (14/31 trường hợp).

3.3. Kết quả điều trị

Lượng máu mất trong mổ trung bình là $83,39 \pm 16,71$ mL, với lượng máu mất nhiều nhất là 112 mL và mất ít nhất 42 mL. Thời gian phẫu thuật trung bình là $98,1 \pm 21,4$ phút, thời gian mổ dài nhất 135 phút và ngắn nhất là 55 phút.



Biểu đồ 1. Đánh giá kết quả nắn chỉnh sau mổ theo Larson-Bostman

Nhận xét: Nắn chỉnh sau mổ theo Larson-Bostman 96,8% bệnh nhân đạt mức tốt và rất tốt. Trong đó, mức rất tốt chiếm 83,9% (26/31 bệnh nhân), tốt chiếm 12,9% (4/31 bệnh nhân). Có 1 bệnh nhân kết quả nắn chỉnh sau mổ ở mức trung bình chiếm 3,2%, không có trường hợp nào nắn chỉnh sau mổ được đánh giá ở mức kém.

Bảng 2. Mức độ phục hồi chức năng theo AOFAS tại thời điểm 3 tháng sau mổ

	Số lượng	Tỷ lệ (%)
Rất tốt	19	61,3
Tốt	7	22,6
Trung bình	5	16,1
Kém	0	0
Tổng	31	100

Nhận xét: Mức độ phục hồi chức năng sau 3 tháng theo thang điểm AOFAS trung bình là $89,87 \pm 9,01$ điểm, với nhóm phục hồi rất tốt và tốt chiếm 83,9%. Trong đó, nhóm phục hồi rất tốt chiếm 61,3% (19/31 trường hợp), nhóm phục hồi tốt chiếm 22,6% (7/31 trường hợp), nhóm phục hồi trung bình chiếm 16,1% (5/31 trường hợp).

IV. BÀN LUẬN

4.1. Một số đặc điểm của ổ gãy trên phim X-quang và mô hình xương in 3D

Với mỗi bệnh nhân, nhóm nghiên cứu ghi nhận các đặc điểm về ổ gãy trên phim X-quang trước, sau đó đối chiếu lại tương ứng khi quan sát trên mô hình xương in 3D. Kết quả thu được có sự thay đổi về tỷ lệ phân loại gãy sau khi đánh giá trên mô hình xương in 3D. Sự thay đổi phân loại có thể do X-quang khó phát hiện các đường gãy ít di lệch ở mặt khớp, trong khi mô hình xương in 3D giúp nhận diện sự lan vào trung tâm khớp và các mảnh rời, từ đó một số trường hợp được phân loại từ 43A thành 43B và 43B thành 43C. Theo kết quả đánh giá sau cùng, tỷ lệ bệnh nhân gãy phạm khớp của chúng tôi là 90,3%, cao hơn khi so với một số nghiên cứu khác trong nước như Lê Quang Đạo và cộng sự với 25,5% và Nguyễn Minh Anh và cộng sự với 32,72% [9], [10].

Kết quả nghiên cứu gợi ý rằng việc ứng dụng mô hình xương in 3D có giá trị hỗ trợ trong đánh giá ổ gãy và phân loại gãy so với X-quang. Bên cạnh sự thay đổi phân loại, 54,8% bệnh nhân có số mảnh gãy tăng và 45,2% có số mảnh gãy lún tăng trên mô hình xương in 3D so với X-quang, cho thấy công cụ này có thể hỗ trợ phát hiện thêm các mảnh gãy và mức độ lún diện khớp. Từ đó gợi ý mô hình xương in 3D cung cấp khả năng nhận định hình thái ổ gãy một cách trực quan, chi tiết, đặc biệt là các ổ gãy phức tạp [11], [12].

4.2. Kết quả điều trị

Kết quả nắn chỉnh sau mổ được đánh giá theo tiêu chuẩn Larson-Bostman, nhóm rất tốt chiếm 83,9% và nhóm tốt chiếm 12,9%. Kết quả của chúng tôi cao hơn một số nghiên cứu khác trong nước như Nguyễn Văn Nam (2025) với 70,6% rất tốt và 13,7% đạt kết quả tốt, Huỳnh Thành Phương Nhân (2024) ghi nhận kết quả rất tốt chiếm 35,14% và tốt chiếm 64,86% [13], [14]. Kết quả này có thể liên quan đến nhiều yếu tố như đặc điểm mẫu nghiên cứu, độ phức tạp của ổ gãy, kỹ thuật nắn chỉnh và việc lập kế hoạch với mô hình xương in 3D trước mổ. Điểm khác biệt trong nghiên cứu của chúng tôi là việc sử dụng mô hình xương in 3D, cho phép phẫu thuật viên quan sát ổ gãy một cách trực quan, dự kiến vị trí đặt nẹp, hướng bắt vít và chuẩn bị trước mổ tốt hơn, qua đó có thể hỗ trợ quá trình nắn chỉnh một cách chủ động hơn. Đa phần các trường hợp đạt kết quả nắn chỉnh tốt và trung bình thuộc loại gãy 43B, 43C với nhiều mảnh gãy và đường gãy phức tạp. Điều này cho thấy, việc hiểu rõ đặc điểm tổn thương, kỹ thuật nắn chỉnh và cố định xương tỉ mỉ có vai trò quan trọng trong xử trí các trường hợp gãy phức tạp. Kết quả này gợi ý rằng, nẹp khóa và các vít khóa phù hợp cho điều trị gãy đầu dưới cẳng chân có ứng dụng mô hình xương in 3D chuẩn bị trước mổ, đặc biệt là các kiểu gãy phức tạp.

Về kết quả phục hồi chức năng, tại thời điểm 3 tháng sau mổ, điểm AOFAS trung bình đạt $89,87 \pm 9,01$ điểm, phân bố nhóm rất tốt chiếm 61,3%, nhóm tốt chiếm 22,6% và nhóm phục hồi trung bình chiếm 16,1%. Kết quả này tương đồng với nghiên cứu của Alican Barış và Huỳnh Thành Phương Nhân [13], [15]. Khác với Huỳnh Thành Phương Nhân [13], nghiên cứu của chúng tôi bao gồm cả những bệnh nhân có phân loại gãy phức tạp hơn. Điều này cho thấy, ngay cả ở những kiểu gãy phức tạp, việc kết hợp lập kế hoạch trước mổ bằng mô hình xương in 3D với kỹ thuật kết hợp xương phù hợp có thể góp phần đạt được kết quả phục hồi

chức năng tốt. Đồng thời, khả năng cố định vững chắc ở gãy của nẹp khóa có thể tạo điều kiện thuận lợi cho bệnh nhân tập vận động, từ đó hỗ trợ phục hồi chức năng sau mổ.

V. KẾT LUẬN

Kết hợp công nghệ in 3D với lập kế hoạch trước mổ trong điều trị gãy đầu dưới xương cẳng chân bằng nẹp khóa có thể mang lại giá trị trong đánh giá và điều trị. Trong nghiên cứu, chúng tôi ghi nhận thay đổi phân loại gãy ở một tỷ lệ đáng kể và phát hiện thêm các mảnh gãy cũng như mức độ lún diện khớp. Việc ứng dụng mô hình xương in 3D cùng với sử dụng nẹp khóa cho kết quả nắn chỉnh và phục hồi chức năng khả quan, cho thấy vai trò hỗ trợ trong lập kế hoạch nắn chỉnh và cố định xương. Khi so sánh với các báo cáo trong nước và quốc tế, các kết quả thu được cho thấy tiềm năng của việc lập kế hoạch trước mổ cá thể hóa dựa trên mô hình xương in 3D, đặc biệt là trong xử trí các gãy xương phạm khớp phức tạp. Vì vậy, công cụ này nên được xem là có giá trị hỗ trợ trong đánh giá hình thái ổ gãy và điều trị gãy đầu dưới xương cẳng chân bằng nẹp khóa.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

1. Wyrsh B, Mcferran M A, Mcandrew M, Limbird T J, Harper M C, *et al.* Operative treatment of fractures of the tibial plafond. A randomized, prospective study. *JBJS*. 1996. 78(11), 1646-57, <https://doi.org/10.2106/00004623-199611000-00003>.
2. Gulli C, Ferravante E, Di D M, Ferrara G, Perla D, *et al.* Tibial pilon fractures: A radiological review of imaging patterns and classification. *Journal of Medical Imaging and Interventional Radiology*. 2025. 12(1), 30, <https://doi.org/10.1007/s44326-025-00077-8>.
3. Nguyễn Bá Ngọc, Phạm Ngọc Thắng, Nguyễn Sỹ Triều, Thái Ngọc Bình. Kết quả điều trị gãy kín đầu dưới xương chày bằng kết hợp xương nẹp khóa tại Bệnh viện Quân y 103. *Tạp chí Y học Việt Nam*. 2023. 532(1B), <https://doi.org/10.51298/vmj.v532i1B.7360>.
4. Magadum M, Chitragar D D, Zalariya S, Kl Manjunath. Clinical and radiological outcome of minimally invasive plate osteosynthesis in distal tibial fractures: A retrospective analysis. *Original Research Article*. 2025. 11(3), 550-55.
5. Morgan C, Khatri C, Hanna S A, Ashrafian H, Sarraf K M. Use of three-dimensional printing in preoperative planning in orthopaedic trauma surgery: A systematic review and meta-analysis. *World journal of orthopedics*. 2020. 11(1), 57, <https://doi.org/10.5312/wjo.v11.i1.57>.
6. Liu W, Zhang C, Liu J, Feng P, Yi P, *et al.* Efficacy and safety of three-dimensional printing technology assisted open reduction and internal fixation versus conventional surgery in the treatment of acetabular fractures: A meta-analysis of randomized controlled trials. *Journal of orthopaedic surgery and research*. 2025. 20(1), 518, <https://doi.org/10.1186/s13018-025-05940-8>.
7. Lê Hồng Phúc. Kết hợp xương nẹp vít ít xâm lấn có ứng dụng dựng hình in 3D và nội soi hỗ trợ trong điều trị gãy mâm chày phẫu thuật muộn: Nhân 03 trường hợp và nhìn lại y văn. *Tạp Chí Y học lâm sàng Bệnh viện Trung Ương Huế*. 2025. 17(1), 108–114, <https://doi.org/10.38103/jemhch.17.1.16>.
8. Lâm Đạo Giang, Phan Tiến Bảo Anh. Ứng dụng công nghệ in 3D trong phẫu thuật gãy ổ cối-báo cáo ca lâm sàng và nhìn lại y văn. *Tạp chí Y học Cộng đồng*. 2025. 66(CD12-NCKH), <https://doi.org/10.52163/yhc.v66iCD12.2945>.
9. Nguyễn Bá Ngọc, Thái Ngọc Bình. Kết quả điều trị gãy kín đầu dưới hai xương cẳng chân bằng nắn chỉnh mở, kết xương bên trong bằng nẹp khóa. *Tạp chí Y Dược học Quân sự*. 2025. 50(7), 233-240, <https://doi.org/10.56535/jmpm.v50i7.1391>.
10. Nguyễn Minh Anh, Nguyễn Xuân Thuỳ. Đánh giá kết quả điều trị gãy đầu dưới xương chày bằng nẹp vít khóa tại Bệnh viện Hữu nghị Việt Đức. *Tạp chí Y học Việt Nam*. 2024. 535(1), <https://doi.org/10.51298/vmj.v535i1.8347>.

11. Huang Z, Song W, Zhang Y, Zhang Q, Zhou D, *et al.* Three-dimensional printing model improves morphological understanding in acetabular fracture learning: A multicenter, randomized, controlled study. *PloS one*. 2018. 13(1), e0191328, <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0191328>.
 12. Bai J, Wang Y, Zhang P, Liu M, Wang P, *et al.* Efficacy and safety of 3D print-assisted surgery for the treatment of pilon fractures: A meta-analysis of randomized controlled trials. *Journal of Orthopaedic Surgery and Research*. 2018. 13(1), 283, <https://doi.org/10.1186/s13018-018-0976-x>.
 13. Huỳnh Thành Phương Nhân, Trần Anh Dũng, Nguyễn Lê Hoan, Nguyễn Thành Tấn. Kết quả điều trị gãy kín đầu dưới xương cẳng chân bằng phẫu thuật kết hợp xương nẹp vít với kỹ thuật ít xâm lấn. *Tạp chí Y học Việt Nam*. 2024. 540(3), <https://doi.org/10.51298/vmj.v540i3.10453>.
 14. Nguyễn Văn Nam, Hoàng Văn Dung, Trịnh Thị Hiền, Trần Chiến, Mai Đức Dũng và cộng sự. Kết quả phẫu thuật điều trị gãy kín đầu dưới hai xương cẳng chân bằng nẹp vít tại Bệnh viện Trung ương Thái Nguyên. *Tạp chí Y học Việt Nam*. 2025. 555(1), <https://doi.org/10.51298/vmj.v555i1.15961>.
 15. Barış A, Çirci E, Demirci Z, Öztürkmen Y. Minimally invasive medial plate osteosynthesis in tibial pilon fractures: Longterm functional and radiological outcomes. *Acta Orthopaedica et Traumatologica Turcica*. 2020. 54(1), 20, <https://doi.org/10.5152/j.aott.2020.01.489>.
-