

BÁO CÁO CA BỆNH: ĐIỀU TRỊ OSTEOSARCOMA ĐẦU DƯỚI XƯƠNG ĐÙI Ở BỆNH NHI 10 TUỔI BẰNG HÓA TRỊ MAP VÀ THAY KHỚP GỐI TĂNG TRƯỞNG

Hoàng Tuấn Anh, Hoàng Lê Minh*, Ứng Trần Trí,
Vũ Văn Định, Trần Hải Nam, Đỗ Cẩm Thanh

TÓM TẮT

Mục tiêu: Trình bày một trường hợp lâm sàng điều trị thành công osteosarcoma đầu dưới xương đùi ở trẻ em bằng hóa trị MAP và phẫu thuật bảo tồn chi với khớp gối tăng trưởng.

Phương pháp: Bệnh nhi nữ 10 tuổi được chẩn đoán Osteosarcoma giai đoạn IIB đầu dưới xương đùi trái. Bệnh nhân được điều trị hóa trị tân hỗ trợ theo phác đồ MAP (Methotrexate liều cao, Doxorubicin, Cisplatin), sau đó phẫu thuật cắt bỏ u và thay bằng khớp gối tăng trưởng bản lề. Tập phục hồi chức năng được tiến hành sớm sau mổ, và bệnh nhân sẽ tiếp tục hóa trị bổ trợ và theo dõi lâu dài.

Kết quả: Sau 2 chu kỳ hóa trị, tổn thương giảm kích thước đáng kể. Phẫu thuật thuận lợi, không có biến chứng sớm. Bệnh nhân hồi phục chức năng tốt bước đầu. Kế hoạch điều trị tiếp tục bao gồm hóa trị bổ trợ và theo dõi tăng trưởng chi.

Kết luận: Trường hợp này minh chứng cho hiệu quả của điều trị đa mô thức ở bệnh nhi ung thư xương. Sử dụng khớp tăng trưởng là một giải pháp phù hợp cho bệnh nhi đang trong giai đoạn phát triển, giúp bảo tồn chức năng vận động và hình thể chi thể, cải thiện tiên lượng và chất lượng sống sau điều trị.

Từ khóa: Ung thư xương; trẻ em; thay khớp gối tăng trưởng; hóa chất bổ trợ.

CASE REPORT: MAP CHEMOTHERAPY AND EXPANDABLE KNEE PROSTHESIS FOR DISTAL FEMORAL OSTEOSARCOMA IN A 10-YEAR-OLD CHILD

ABSTRACT

Objective: To present a clinical case of successful treatment of distal femoral osteosarcoma in a 10-year-old child using MAP chemotherapy and limb-salvage surgery with a growing knee prosthesis.

Bệnh viện K

*Chịu trách nhiệm chính: Hoàng Lê Minh

Email: drleminh17@gmail.com

Ngày nhận bài: 31/7/2025

Ngày phản biện khoa học: 10/8/2025

Ngày chấp nhận đăng: 15/8/2025

Methods: A 10-year-old girl was diagnosed with stage IIB osteosarcoma of the left distal femur. She underwent neoadjuvant chemotherapy with the MAP regimen (high-dose Methotrexate, Doxorubicin, and Cisplatin), followed by wide tumor resection and reconstruction using a custom-designed hinged growing knee prosthesis. Early postoperative rehabilitation was initiated, and adjuvant chemotherapy is planned along with long-term follow-up.

Results: After two cycles of chemotherapy, the tumor significantly decreased in size. Surgery was successful with no early complications. The patient showed good initial functional recovery. Further treatment includes adjuvant chemotherapy and periodic monitoring of limb length discrepancy.

Conclusion: This case highlights the effectiveness of multimodal therapy in pediatric bone cancer. The use of a growing prosthesis offers a viable solution for children in growth stages, allowing limb preservation, functional recovery, and improved long-term outcomes and quality of life.

Keywords: Osteosarcoma; Children; Expandable knee prosthesis; Adjuvant chemotherapy.

1. ĐẶT VẤN ĐỀ

Osteosarcoma (sarcoma tạo xương) là loại u xương ác tính nguyên phát thường gặp nhất ở lứa tuổi thanh thiếu niên, đặc biệt trong giai đoạn dậy thì[1]. Khối u thường phát sinh tại các hành xương gần vùng tăng trưởng của xương dài, hay gặp nhất ở vùng quanh gối - cụ thể là đầu dưới xương đùi (chiếm tỷ lệ cao nhất khoảng 42% các trường hợp) và đầu trên xương chày. Trước thập niên 1970, tiên lượng osteosarcoma rất xấu với tỷ lệ sống thêm 5 năm dưới 20% dù điều trị bằng phẫu thuật tích cực (chủ yếu là cắt cụt chi). Từ khi áp dụng hóa trị bổ trợ sau mổ (từ thập niên 1980), kết quả sống còn đã cải thiện rõ rệt - tỷ lệ sống 5 năm tăng lên khoảng 50÷70% ở bệnh nhân không di căn. Hiện nay, điều trị tiêu chuẩn cho osteosarcoma giai đoạn khu trú là phối hợp hóa trị (trước và sau phẫu thuật) với phẫu thuật loại bỏ u tại chỗ nhằm đạt kiểm soát bệnh tối ưu. Nhờ hóa trị tân hỗ trợ, phần lớn bệnh nhân có thể được phẫu thuật bảo tồn chi thay vì phải cắt cụt; theo một nghiên cứu, có tới ~80% bệnh nhân osteosarcoma chi thể được phẫu thuật bảo tồn sau hóa trị bước đầu [2].

Vấn đề đặt ra ở bệnh nhi còn nhỏ tuổi là sự phát triển xương chưa hoàn tất, sau phẫu thuật bảo tồn sẽ gặp vấn đề chênh lệch chiều dài chi khi trẻ tiếp tục lớn lên. Giải pháp cho vấn đề này

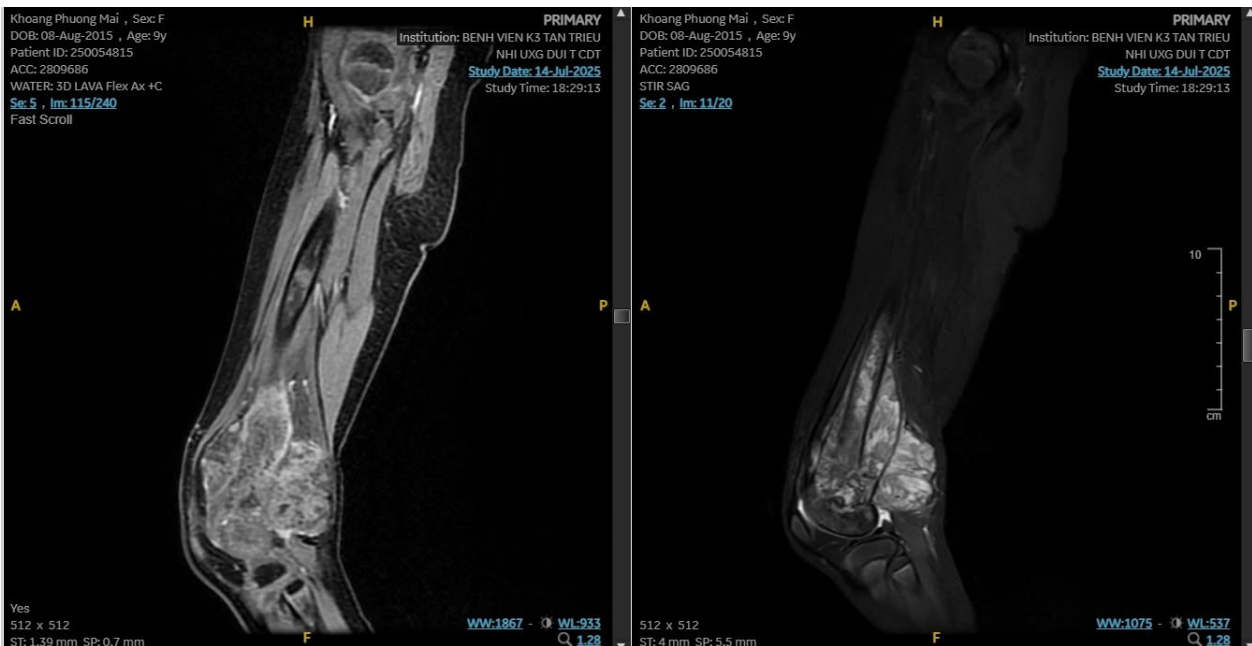
là sử dụng khớp có chức năng tăng trưởng - loại khớp đặc biệt cho phép tăng chiều dài theo kịp sự phát triển của trẻ[3]. Trên thế giới đã có nhiều tác giả báo cáo thực hiện thành công phẫu thuật này trong điều trị ung thư xương quanh khớp gối cho bệnh nhân nhi như tại Ấn Độ (2019)[4] (MSTS, Trung Quốc (2022)[5]. Loại khớp tăng trưởng này không chỉ cho phép tái tạo những khuyết hổng xương lớn sau khi cắt bỏ khối u và giữ được chức năng chi mà còn cho phép kéo dài thêm tùy theo sự phát triển của trẻ. Còn tại Việt Nam, theo tìm hiểu của chúng tôi, đây là bệnh nhân đầu tiên được thực hiện thay khớp gối tăng trưởng.

Do đó, chúng tôi trình bày một ca lâm sàng bệnh nhi 10 tuổi mắc osteosarcoma đầu dưới xương đùi trái, được điều trị thành công bằng hóa trị tiên phẫu theo phác đồ MAP (Methotrexate liều cao, Adriamycin/Doxorubicin và Cisplatin) và phẫu thuật cắt u bảo tồn chi với khớp gối tăng trưởng. Mục tiêu của bài báo này là trình bày kinh nghiệm của chúng tôi về một hướng đi mới trong bảo tồn chi ở trẻ em ung thư xương trong độ tuổi còn tăng trưởng, đồng thời theo dõi để đánh giá hiệu quả và biến chứng của phương pháp. Chúng tôi đã tuân thủ hội chẩn đa chuyên khoa và trao đổi với gia đình trước khi thực hiện kỹ thuật mới trên bệnh nhân.

2. BÁO CÁO CA LÂM SÀNG

Bệnh nhi nữ 10 tuổi, không tiền sử bệnh lý đặc biệt, vào viện vì đau và sưng vùng gối trái kéo dài hơn 2 tháng. Triệu chứng bắt đầu âm ỉ với đau nhức tại vùng trên gối trái, tăng nhiều khi vận động chạy nhảy. Khám lâm sàng lúc nhập viện: bệnh nhi tỉnh táo, thể trạng trung bình. Vùng gối trái có khối sưng nề ở mặt trước ngoài, kích thước khoảng 10×12 cm. Biên độ vận động gối trái giảm (gấp duỗi hạn chế do đau). X-quang xương đùi trái thẳng và nghiêng cho thấy hình ảnh vùng hành xương có tổn thương hỗn hợp hủy xương và tạo xương, bờ không rõ, kèm phản ứng

màng xương dạng sunburst và hình ảnh triangle Codman ở rìa xương. Chụp MRI xác định vị trí hành xương và đầu dưới xương đùi trái có khối tổn thương kích thước 89×98×120 mm, bờ không đều, tăng tín hiệu không đồng nhất trên T2W và STIR, ngấm thuốc mạnh không đồng nhất sau tiêm, tổn thương lan đến giữa thân xương đùi, phá vỡ vỏ xương xâm lấn phần mềm xung quanh, lan đến mặt khớp. Không thấy dấu hiệu xâm lấn trực tiếp vào động mạch và tĩnh mạch khoeo hay thần kinh tọa. Chụp cắt lớp vi tính toàn thân và xạ hình xương cũng không ghi nhận tổn thương khác ngoài khối u xương đùi trái.



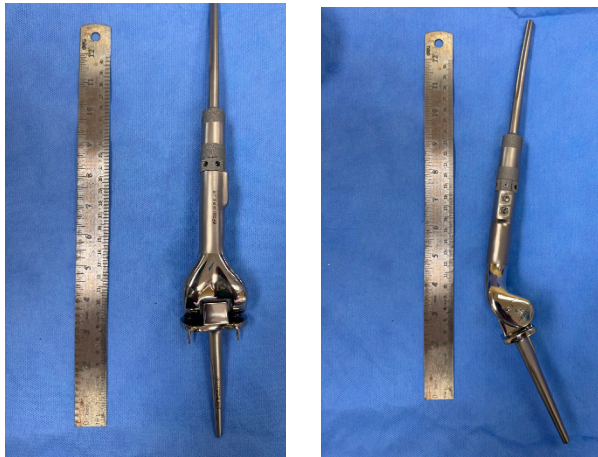
Hình 1: Hình ảnh MRI khối u

Với chẩn đoán xác định osteosarcoma đầu dưới xương đùi trái giai đoạn IIB (theo Enneking: u ác tính độ cao, khu trú tại chỗ chưa di căn xa), bệnh nhân được điều trị hóa trị tiền phẫu theo phác đồ MAP. Trải qua 02 chu kỳ hóa chất tiền phẫu, bệnh nhân được đánh giá đáp ứng một phần. Trên MRI, tổn thương giảm kích thước còn 70×87×110 mm,

không phát hiện tổn thương di căn. Bệnh nhân được lên kế hoạch phẫu thuật.

Trong mổ bệnh nhân được phẫu thuật cắt đoạn đầu dưới xương đùi trái chưa u dài 16 cm. Đánh giá trong mổ có thể phân biệt tương đối rõ ranh giới của khối u, chưa xâm lấn phần mềm xung

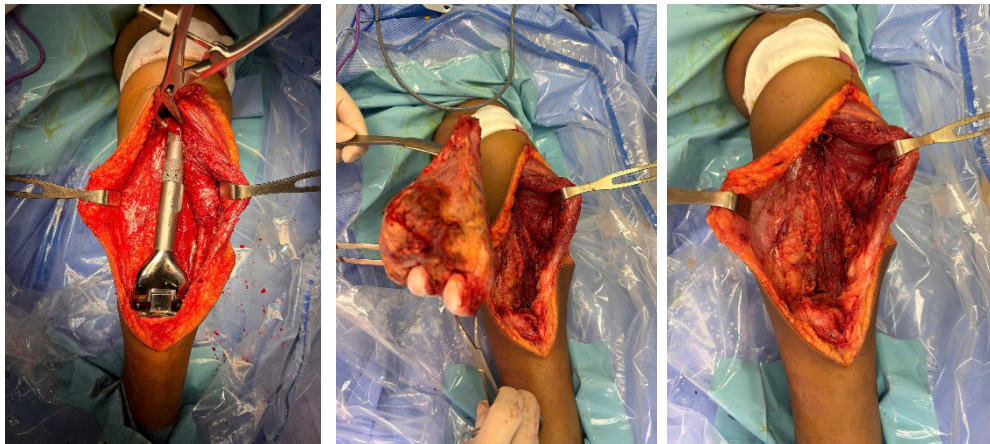
quanh, dễ dàng cắt xương và u thành một khối. Phần khuyết hồng xương được thay thế bằng khớp gối nhận tạo có kích thước thiết kế riêng phù hợp với chiều dài chi của trẻ. Quy trình thay khớp tăng trưởng cũng tương tự thay khớp gối bản lề chuỗi dài thông thường.



Hình 2: Khớp gối tăng trưởng dạng bản lề thiết kế riêng theo số đo của bệnh nhân

Qua trình phẫu thuật diễn ra thuận lợi, bệnh phẩm khối u được chuyển cả khối làm bản đồ xương (chia nhỏ khối u thành các lát cắt và đánh giá trên từng lát cắt) để đánh giá mức độ hoại tử khối u sau điều trị hóa chất tiền phẫu. Đây là thước đo chính xác nhất đánh giá mức độ đáp ứng của khối u với hóa chất tân bổ trợ.

Sau mổ, bệnh nhi được dùng kháng sinh dự phòng (cephalosporin thế hệ 3) trong 5 ngày, giảm đau đường tĩnh mạch và heparin trọng lượng phân tử thấp liều dự phòng chống huyết khối. Ngày thứ 2 sau mổ, bệnh nhi đã có thể co cơ tứ đầu nhẹ và cử động cổ chân. Tập vật lý trị liệu được tiến hành sớm: Bắt đầu bằng các bài tập cơ tĩnh cho đùi, vận động chủ động các khớp háng, cổ chân, sau đó tập gấp duỗi gối thụ động. Sau 1 tuần, bệnh nhi tập ngồi dậy và đứng dậy với sự hỗ trợ, mang nẹp bảo vệ khớp gối ở tư thế duỗi thẳng. Không ghi nhận các biến chứng sớm như nhiễm trùng hay tụ dịch tại vùng mổ. Kế hoạch điều trị hóa chất bổ trợ sau mổ sẽ được bắt đầu sớm sau 01 tuần hậu phẫu dựa trên kết quả đánh giá từ bản đồ xương.

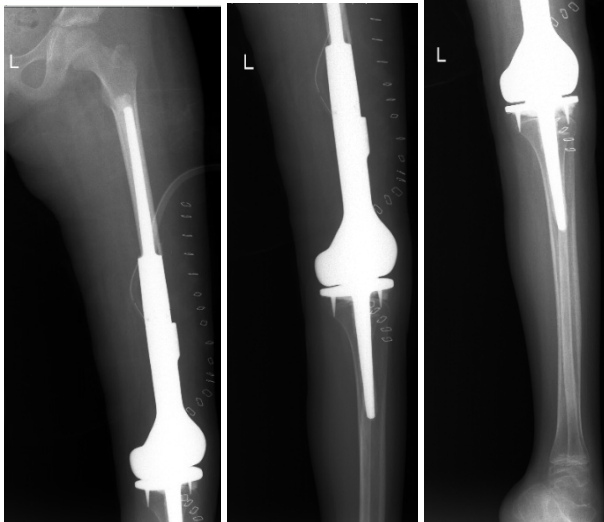


Hình 3: Tổn thương ung thư xương đùi và lắp khớp tăng trưởng

Dự kiến trong các lần tái khám định kỳ, bệnh nhi sẽ được kiểm tra định kỳ sự chênh lệch chiều dài chân. Nếu có sự chênh lệch tăng dần do chân lành phát triển, việc điều chỉnh chiều dài chi sẽ

được thực hiện qua một vết mổ nhỏ dưới sự hỗ trợ của màn tăng sáng. Bệnh nhi sẽ được theo dõi lâu dài về chức năng chi và nguy cơ biến chứng muộn (như lỏng khớp giả, nhiễm trùng muộn hoặc gãy

vật liệu), đồng thời tái khám phát hiện tái phát mỗi 3 tháng trong 2 năm đầu.



Hình 4: Hình ảnh Xquang kiểm tra khớp nhân tạo sau phẫu thuật

3. BÀN LUẬN

Trường hợp bệnh nhi 10 tuổi bị osteosarcoma đầu dưới xương đùi này cho thấy tính hiệu quả của điều trị đa mô thức trong ung thư xương trẻ em. Trước đây, phẫu thuật thường là cắt cụt chi nhưng kết quả sống còn rất kém (5 năm <20%) do hầu hết bệnh nhân có vi di căn tiềm ẩn từ khi chẩn đoán. Ngày nay, việc kết hợp hóa trị toàn thân trước và sau mổ đã cải thiện rõ rệt tiên lượng, đưa tỷ lệ sống thêm 5 năm lên khoảng 60÷70% ở bệnh nhân không có di căn ban đầu[6]. Hóa trị tân hỗ trợ (như phác đồ MAP) có vai trò quan trọng: vừa giảm khối lượng u tại chỗ giúp phẫu thuật thuận lợi hơn, vừa xử lý các tế bào u vi thể trong cơ thể sớm, qua đó giảm nguy cơ tái phát di căn. Đối với osteosarcoma, phác đồ MAP được xem là tiêu chuẩn vàng trong vài thập kỷ qua cho bệnh nhi, kết hợp bộ 3 thuốc Methotrexate liều cao – Doxorubicin – Cisplatin, đôi khi bổ sung Ifosfamide tùy trường hợp. Sau phẫu thuật, việc tiếp tục hóa trị hỗ trợ cũng rất cần thiết nhằm “dọn

sạch” những ổ bệnh còn sót, giúp cải thiện thêm khả năng sống còn [2].

Về mặt phẫu thuật, phẫu thuật bảo tồn chi ngày nay đã trở thành lựa chọn ưu tiên nếu u có thể cắt bỏ rộng với diện cắt an toàn. Tỷ lệ bảo tồn chi trong osteosarcoma đã tăng lên đáng kể (trên 75÷80% ca) nhờ hóa trị tiền phẫu làm giảm kích thước u[2]. Phẫu thuật thay thế đoạn xương u bằng khớp nhân tạo (endoprosthesis) giúp bệnh nhân giữ được chi thể và chức năng vận động, tránh được gánh nặng tâm lý và thể chất của việc cắt cụt. Đặc biệt ở bệnh nhi, lựa chọn kỹ thuật khớp nhân tạo có thể tăng trưởng giúp giải quyết vấn đề chênh lệch chiều dài. Trong trường hợp này, bệnh nhi 10 tuổi sẽ còn tăng chiều cao đáng kể, nên nếu cố định xương bằng phương pháp không tăng trưởng (ví dụ dùng khớp nhân tạo thông thường) thì chân bên phẫu thuật sẽ bị ngắn hơn nhiều so với bên lành khi trưởng thành. Khớp tăng trưởng như đã sử dụng cho phép mở rộng chiều dài thêm nhiều centimet trong các lần chỉnh định kỳ, nhờ đó đồng bộ được sự phát triển của hai chân. Theo y văn, thiết bị khớp giả tăng trưởng (ví dụ sản phẩm của Stryker) có thể kéo dài thêm tổng cộng trên 8–10 cm trong suốt thời gian sử dụng, tùy thuộc vào loại thiết kế và chiều dài ban đầu của khớp giả. Như Sakamoto và cs mô tả, một bệnh nhi với khớp giả Stryker đã được kéo dài cộng thêm 122 mm từ lúc 8 đến 13 tuổi, bằng cách kết hợp vừa điều chỉnh tăng trưởng vừa thêm đoạn nối khi đạt giới hạn[3]. Nhìn chung, khả năng bảo tồn chức năng của khớp giả ở quanh gối là khá tốt; nhiều báo cáo cho thấy bệnh nhân có thể phục hồi đi lại độc lập, biên độ gấp duỗi khớp khá, và tham gia các hoạt động thường ngày gần như bình thường. Thang điểm chức năng cơ xương (MSTS) trung bình cho bệnh nhân thay khớp chi dưới thường đạt từ 77÷87% ở vị trí gối, thậm chí có báo cáo còn cao hơn. Trên thực tế, một số nghiên cứu gần đây ghi nhận kết quả chức năng của khớp hiện đại tương đương hoặc tốt hơn so với kỹ thuật tháo bỏ xương và xoay chi (rotationplasty)

truyền thống, nhưng đôi lại khớp nhân tạo có tỷ lệ biến chứng cao hơn đáng kể. Biến chứng thường gặp bao gồm lỏng khớp, gãy vỡ vật liệu, nhiễm trùng quanh khớp... Tỷ lệ biến chứng cần can thiệp lại được ghi nhận vào khoảng 30÷40% tùy báo cáo. Cụ thể, Warrenner và cộng sự nhận thấy biến chứng sau thay khớp chi dưới xảy ra ở 42% bệnh nhân, trong khi phương pháp rotationplasty chỉ khoảng 25%[7]. Tuy vậy, hầu hết biến chứng của khớp nhân tạo có thể xử lý bằng phẫu thuật chỉnh sửa hoặc thay thế bộ phận. Trường hợp của bệnh nhi này mới theo dõi ngắn hạn nên chưa xảy ra biến chứng gì; tuy nhiên về lâu dài cần lưu ý nguy cơ lỏng hoặc gãy trục khớp sau 5-10 năm, khi đó sẽ cân nhắc phẫu thuật lại (ví dụ thay lại khớp nhân tạo khi bệnh nhân trưởng thành). Một nghiên cứu hồi cứu 20 bệnh nhân sử dụng khớp tăng trưởng cho thấy có khoảng 45% bệnh nhân dùng được khớp tăng trưởng tới khi trưởng thành rồi phẫu thuật thay lại khớp, 25% phải thay sớm hơn do biến chứng; tỷ lệ sống còn chung sau 5 năm của nhóm này đạt ~90% và điểm chức năng MSTTS trung bình ~91%[8]. Tuy có nguy cơ biến chứng, lợi ích to lớn của bảo tồn chi bằng khớp tăng trưởng ở trẻ em là giúp duy trì hình thể và chức năng vận động gần như bình thường, hỗ trợ sự phát triển tâm sinh lý của trẻ tốt hơn so với cắt cụt chi hoặc các thủ thuật thay thế khác.

Một lựa chọn phẫu thuật thay thế mà một số tác giả còn sử dụng là phương pháp *rotationplasty* (phẫu thuật xoay chuyển khớp cõ chân lên thay khớp gối). Rotationplasty có ưu điểm là không cần khớp nhân tạo, tránh được nguy cơ lỏng khớp, gãy vật liệu và không phải phẫu thuật kéo dài chân nhiều lần; trẻ em với rotationplasty có thể chạy nhảy chơi thể thao với chân giả đặc biệt, chức năng cũng khá tốt. Tuy nhiên, nhược điểm lớn là về mặt thẩm mỹ và tâm lý, khi chi dưới bị xoay ngược một đoạn, có thể khó chấp nhận với nhiều bệnh nhân. Hiệu quả chức năng so sánh giữa rotationplasty và endoprosthesis vẫn còn tranh luận - một số nghiên cứu trước kia cho rằng

rotationplasty cho chức năng vượt trội, nhưng các báo cáo gần đây cho thấy khớp giả hiện đại có điểm chức năng ngang bằng hoặc cao hơn. Trong ca lâm sàng này, bệnh nhi 10 tuổi đã ở ngưỡng có thể áp dụng khớp giả tăng trưởng, gia đình cũng chọn bảo tồn hình thể chân, do đó phương án thay khớp giả được ưu tiên. Đây cũng phù hợp với xu hướng chung hiện nay là cố gắng bảo tồn chi nếu có điều kiện, vì chất lượng cuộc sống của bệnh nhân được cải thiện rõ rệt. Dầu vậy, mỗi phương án (thay khớp giả, xoay chi, ghép xương...) đều có chỉ định riêng và cần cân nhắc dựa trên độ tuổi, vị trí u, kích thước u và nguyện vọng của bệnh nhân.

Chỉ định thay khớp gối tăng trưởng cũng không có nhiều khác biệt so với thay khớp gối thông thường tại thời điểm phẫu thuật vì đều có thể thỏa mãn chức năng ban đầu là bảo tồn chi. Trong một báo cáo loạt ca bệnh tại Ấn Độ, loại khớp đặc biệt này được cân nhắc sử dụng cho bệnh nhân sarcoma xương dự kiến chiều dài chi khi trưởng thành chênh lệch > 3 cm[4]. Điều quan trọng là bệnh nhân và gia đình phải biết rằng bệnh nhân có thể phải trải qua nhiều ca phẫu thuật sau này nhằm tăng chiều dài chân trái cho tương xứng với chân đối diện. Mỗi lần phẫu thuật này đều đi kèm theo đau đớn và cần tập phục hồi chức năng chuyên sâu để đạt tầm vận động tốt, ngoài ra là các biến chứng đáng lo ngại như cứng khớp, tổn thương mạch máu, thần kinh, nhiễm trùng quanh vật liệu. Cũng tại báo cáo này tại Ấn Độ, số lần phẫu thuật kéo dài chân nhiều nhất một bệnh nhân trải qua là 12 lần. Triển khai kỹ thuật này tại Việt Nam cũng còn nhiều khó khăn khi chi phí tương đối cao, không có sẵn nguồn cung vật liệu nhân tạo trong nước.

Nghiên cứu này còn điểm hạn chế khi thời gian theo dõi còn ngắn, chưa đánh giá được kết quả lâu dài về vận động và sống còn, cũng như khó khăn trong thủ thuật kéo dài chi sau này.

4. KẾT LUẬN

Báo cáo trường hợp một bệnh nhi 10 tuổi mắc

osteosarcoma đầu dưới xương đùi trái được điều trị thành công bằng hóa trị tiền phẫu MAP và phẫu thuật bảo tồn chi với khớp gối tăng trưởng ghi nhận những thành công bước đầu. Ca lâm sàng cho thấy hiệu quả của việc áp dụng phác đồ điều trị chuẩn và kỹ thuật phẫu thuật hiện đại. Phẫu thuật thay khớp có chức năng tăng trưởng là giải pháp tối ưu cho bệnh nhi trong độ tuổi phát triển, giúp tránh cắt cụt và giảm thiểu di chứng tật nguyên. Tuy còn tiềm ẩn nguy cơ biến chứng về sau, phương pháp này mang lại cơ hội cho trẻ em bị ung thư xương được tiếp tục cuộc sống với chi thể lành lặn.

5. KHUYẾN NGHỊ

Cần có sự theo dõi lâu dài và quản lý biến chứng kịp thời để đảm bảo kết quả tốt nhất. Trường hợp này góp phần khẳng định rằng với sự tiến bộ của ung bướu chỉnh hình, phẫu thuật bảo tồn chi phối hợp hóa trị có thể mang lại tiên lượng tốt và chất lượng sống cao cho bệnh nhân osteosarcoma trẻ tuổi.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

- [1]. A. Sakamoto, T. Noguchi, and S. Matsuda, "Extending the usefulness of the Stryker Growing Prosthesis in pediatric patients," *J. Surg. Case Rep.*, vol. 2024, no. 2, p. rjae066, Feb. 2024, doi: 10.1093/jscr/rjae066.
- [2]. K. H. Do *et al.*, "Histopathological Response to Neoadjuvant Chemotherapy in Patients With Enneking Stage II Conventional Osteosarcoma of Extremities: A Retrospective-Single Institution Study in Vietnam," *Cancer Control J. Moffitt Cancer Cent.*, vol. 31, p. 10732748241274188, Aug. 2024, doi: 10.1177/10732748241274188.
- [3]. A. Sakamoto, T. Noguchi, and S. Matsuda, "Extending the usefulness of the Stryker Growing Prosthesis in pediatric patients," *J. Surg. Case Rep.*, vol. 2024, no. 2, p. rjae066, Feb. 2024, doi: 10.1093/jscr/rjae066.
- [4]. M. K. Gundavda and M. G. Agarwal, "Growing Without Pain: The Noninvasive Expandable Prosthesis is Boon for Children with Bone Cancer, as well as Their Surgeons!," *Indian J. Orthop.*, vol. 53, no. 1, pp. 174–182, 2019, doi: 10.4103/ortho.IJOrtho_53_17.
- [5]. J. Huang *et al.*, "Neoadjuvant Chemotherapy and Expandable Prosthesis Reconstruction to Treat Osteosarcoma around the Knee in Children," *Orthop. Surg.*, vol. 15, no. 1, pp. 162–168, Nov. 2022, doi: 10.1111/os.13563.
- [6]. "Pediatric Osteosarcoma: Practice Essentials, Pathophysiology, Etiology," Aug. 2024, Accessed: Jul. 30, 2025. [Online]. Available: <https://emedicine.medscape.com/article/988516-overview>
- [7]. G. Gradl *et al.*, "Long-term functional outcome and quality of life following rotation-plasty for treatment of malignant tumors," *BMC Musculoskelet. Disord.*, vol. 16, no. 1, p. 262, Sep. 2015, doi: 10.1186/s12891-015-0721-0.
- [8]. V. Ajit Singh, D. Earnest Kunasingh, A. Haaseeb, and N. F. Yasin, "Outcome of expandable endoprosthesis: A single centre retrospective review," *J. Orthop. Surg. Hong Kong*, vol. 27, no. 2, p. 2309499019850313, 2019, doi: 10.1177/2309499019850313.