

# Dựng hình ba chiều mạch máu thận hỗ trợ lên kế hoạch phẫu thuật cắt một phần thận sử dụng kỹ thuật kẹp chọn lọc nhánh động mạch thận: Nhân một trường hợp lâm sàng

Thái Minh Sâm<sup>1,2</sup>, Châu Quý Thuận<sup>2</sup>, Ngô Xuân Thái<sup>1,2</sup>, Trương Hồ Trọng Tấn<sup>2</sup>, Nguyễn Huỳnh Đăng Khoa<sup>1</sup>, Nguyễn Thành Tuấn<sup>1,2</sup>

1. Đại học Y Dược TP. HCM, 2. Khoa Ngoại Tiết niệu, Bệnh viện Chợ Rẫy

## Địa chỉ liên hệ:

Nguyễn Thành Tuấn  
Bệnh viện Chợ Rẫy  
201B Nguyễn Chí Thanh, P. 12,  
Hồ Chí Minh  
Điện thoại: 0982587963  
Email: thanhtuan0131@gmail.com

**Ngày nhận bài: 05/09/2023**

**Ngày chấp nhận đăng:  
17/11/2023**

**Ngày xuất bản: 13/11/2023**

## Tóm tắt

Các tiến bộ về chẩn đoán hình ảnh với sự hỗ trợ của trí thông minh nhân tạo (AI) đã giúp mang lại nhiều thông tin hỗ trợ chẩn đoán và lên kế hoạch điều trị bướu thận như hình ảnh ba chiều về mạch máu thận. Chúng tôi trình bày một trường hợp bệnh nhân nữ 54 tuổi có bướu thận trái giai đoạn cT1bN0M0. Hình ảnh của khối bướu và hệ thống động mạch thận cùng bên được dựng hình 3D bằng phần mềm (Fujifilm's Synapse® AI Platform) hỗ trợ quá trình lập kế hoạch phẫu thuật. Hình ảnh chụp cắt lớp vi tính cho thấy bướu thận ở cực dưới của thận trái. Sử dụng robot Da Vinci Si, chúng tôi đã thực hiện kẹp động mạch thận chọn lọc để cắt một phần thận.

*Từ khóa:* Dựng hình mạch máu, bướu chủ mô thận thận, phẫu thuật robot, kẹp nhánh động mạch thận chọn lọc, thời gian thiếu máu nóng.

## Three-dimensional reconstruction of renal vascular tumor anatomy to facilitate accurate preoperative planning of partial nephrectomy using selective renal artery clamping technique: A case report

Chau Quy Thuan<sup>2</sup>, Thai Minh Sam<sup>1,2</sup>, Ngo Xuan Thai<sup>1,2</sup>, Truong Ho Trong Tan<sup>2</sup>, Nguyen Huynh Dang Khoa<sup>1</sup>, Nguyen Thanh Tuan<sup>1,2</sup>

1. Cho Ray Hospital, 2. Ho Chi Minh City Medicine and Pharmacy University

## Abstract

*Case presentation:* Advances in diagnostic imaging and simulation modeling with the support of artificial intelligence has helped bring a lot of information to support the diagnosis of tumor and treatment planning as a three-dimensional image of the renal vasculature. Thanks to 3D visualization of the renal vasculature, the surgeon can identify the artery supplying the tumor and selectively control this vessel instead of controlling the entire main renal artery. We present a case of 54-year-old woman who diagnosed with left renal tumor

staging cT1bN0M0. The image of the tumor and ipsilateral renal artery system was rendered by software (Fujifilm's Synapse® AI Platform) that support the surgical planning. Combined with the advantages of surgical robots, we are fully capable of accessing and selectively controlling the blood vessels feeding the tumor, thereby limiting the impact of warm ischemia time.

**Keywords:** Renal cell carcinoma, renal artery reconstruction, robot assisted surgery, segmental renal artery clamping technique, warm ischemia time.

**Đặt vấn đề**

Bướu chủ mô thận (Renal cell carcinoma – RCC) là ung thư thường gặp nhất tại thận với tỉ lệ 90-95% và phổ biến ở các nước phương Tây [1]. Mặc dù chỉ chiếm 3% các ung thư nói chung ước tính mỗi năm có hơn 400 nghìn trường hợp mới được chẩn đoán và gần 180 nghìn ca tử vong do bướu chủ mô thận [2]. Là ung thư đường tiết niệu có tử suất cao nhất, phẫu thuật được lựa chọn trong hầu hết các trường hợp bướu còn chỉ định mổ. Trong đó, phẫu thuật cắt một phần thận nên được lựa chọn trong tình huống bướu T1 hoặc bướu T2 ở nhóm bệnh nhân thận độc nhất hay có bệnh thận mạn nếu khả thi về mặt kỹ thuật [2].

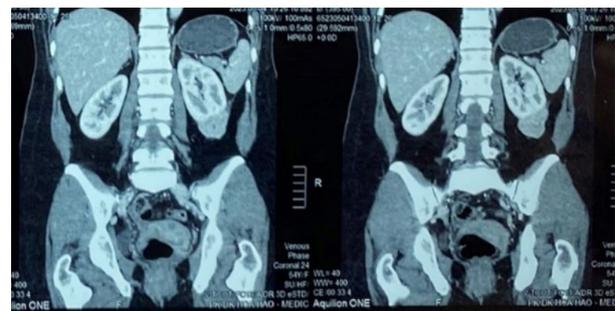
Với phẫu thuật cắt một phần thận, chức năng thận sau mổ có thể được bảo tồn phần nào từ đó hạn chế nguy cơ tiến triển của các bệnh lý tim mạch, kéo giảm bệnh suất và tử suất so với cắt thận tận gốc. Để đảm bảo mục tiêu này, lượng nephron bảo tồn được và thời gia thiếu máu cần được chú trọng [3]. Tuy nhiên, hầu hết các phẫu thuật cắt một phần thận đòi hỏi thao tác kẹp động mạch thận kéo theo tác động của thời gian thiếu máu nóng bao gồm suy thận cấp sau mổ và bệnh thận mạn về sau [4],[5].

Sự ra đời và phát triển của các phương tiện hình ảnh chuyên sâu như chụp cắt lớp vi tính (CT scan) và cộng hưởng từ (MRI) đã hỗ trợ rất tích cực cho chẩn đoán và lên kế hoạch điều trị phẫu thuật bướu thận. Đặc biệt khả năng tái tạo và xây dựng hình ảnh 3 chiều của CT scan có thể dựng hình được giải phẫu mạch máu thận một cách chi tiết [1]. Những năm gần đây, sự ứng dụng của trí thông minh nhân tạo

(Artificial intelligence - AI) trong đó chẩn đoán hình ảnh (Radiology) là một lựa chọn đầy hứa hẹn để dựng hình 3D cấu trúc mạch máu [6], [7], [8]. Chúng tôi báo cáo một trường hợp lâm sàng ứng dụng của AI trong dựng hình mạch máu thận từ đó nhận diện được nhánh mạch máu nuôi bướu trước khi lên kế hoạch phẫu thuật. Trong quá trình phẫu thuật, dựa vào những gợi ý từ dựng hình 3 chiều động mạch thận, chúng tôi thành công trong tiếp cận và kiểm soát có chọn lọc nhánh động mạch thận.

**Mô tả ca lâm sàng**

Một bệnh nhân nữ 54 tuổi được tình cờ phát hiện bướu thận trái khi kiểm tra sức khỏe tổng quát. Hình ảnh trên chụp cắt lớp vi tính (CT scan) cho thấy đây là một khối bướu nhiều khả năng là ung thư chủ mô thận với giai đoạn lâm sàng là cT1bN0M0 và điểm RENAL score là 5p. Các xét nghiệm tiền phẫu trong giới hạn bình thường, chức năng hai thận tương đương nhau với thận bên trái có độ lọc cầu thận là 37ml/phút.



Hình 1: Hình ảnh bướu thận trái trên CT scan

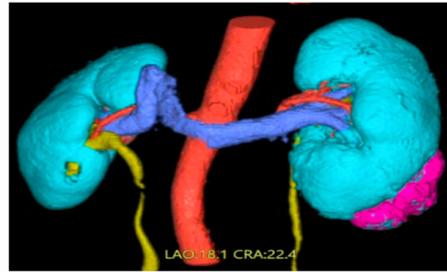
Với công nghệ dựng hình hiện tại mà các hệ thống máy CT scan có thể thực hiện chỉ cung cấp

giới hạn một số thông tin về hệ thống mạch máu nhưng không thể hiện rõ đâu là phân nhánh nhỏ nhất nuôi bướu có thể tiếp cận bên ngoài thận. Với

hỗ trợ từ Fujifilm's Synapse® AI Platform, chúng tôi đã có được hình ảnh chi tiết về phân nhánh mạch máu nuôi bướu.



CT SCAN

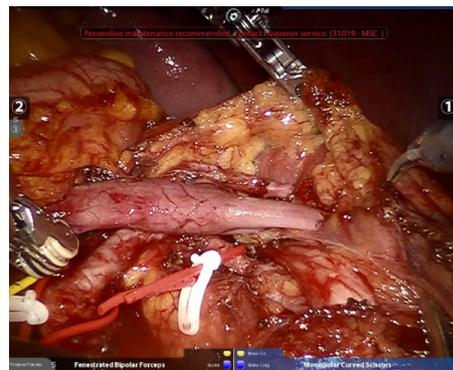


Synapse® AI

Hình 2: Hình ảnh dựng hình mạch máu thận hai bên được thực hiện bởi phần mềm tích hợp sẵn trên máy CT scanner và sử dụng AI

Bệnh nhân được tư vấn và lên kế hoạch phẫu thuật cắt một phần thận qua nội soi ổ bụng với hỗ trợ của robot Da Vinci model Si. Chúng tôi sử dụng 3 cánh tay robot và hai trocar phụ để tiếp cận bướu. Sau khi bóc tách lớp phúc mạc thành sau và đại tràng trái, chúng tôi tiếp cận được thận trái và rốn thận. Bướu hiện rõ ở vị trí cực dưới và có ranh giới rõ với mô lành. Quan sát vào rốn thận, hình ảnh các nhánh mạch máu trên thực tế hoàn toàn

trùng khớp với hình ảnh do Fujifilm's Synapse® AI Platform dựng lên. Theo kế hoạch đã định sẵn, chúng tôi bóc tách và quan sát nhánh mạch máu cực dưới, sau đó lại tiếp tục tách nhánh mạch máu này cho đến khi xác định được phân nhánh nhiều khả năng nuôi bướu trước khi nó chia những nhánh nhỏ hơn vào nhu mô thận. Mạch máu này tương ứng với phân nhánh lần thứ hai (level 2) của động mạch thận trái.



Hình 3: Tiếp cận và bóc tách nhánh động mạch thận nuôi bướu tương ứng với phân nhánh thứ hai của động mạch thận

Sử dụng bulldog khổng chế đúng vào mạch máu mà AI gợi ý, chúng tôi tiến hành đánh dấu vị trí cắt một phần thận có bướu với biên phẫu thuật an toàn cho phép. Trong quá trình cắt bướu, máu chảy từ bờ diện cắt là không đáng kể cho thấy chúng tôi đã khổng chế đúng vào mạch máu nuôi bướu. Hơn nữa

mô thận bình thường ở vị trí khác vẫn hồng nhờ vào việc chỉ kẹp chọn lọc mạch máu nuôi bướu và đường như thời gian thiếu máu nóng được hạn chế tối đa. Chủ mô thận còn lại sau khi lấy bướu được khâu bằng V-loc 3.0 trước khi tháo kẹp mạch máu. Tổng thời gian phẫu thuật là 150 phút trong đó thời gian

kẹp nhánh động mạch chọn lọc là 20 phút với lượng máu mất 50ml. Bệnh nhân sau đó được theo dõi hậu phẫu ổn định, không xuất hiện các biến chứng sau mổ và xuất viện sau 3 ngày với creatinin sau mổ không thay đổi so với trước mổ (0,64 – 0,66 mg/dL).

### Bàn luận

Bên cạnh bảo tồn tối đa mô thận lành và rút ngắn thời gian thiếu máu nóng là nguyên tắc quan trọng trong phẫu thuật cắt một phần thận [3]. Trong trường hợp lâm sàng này, chúng tôi với sự hỗ trợ của phần mềm dựng hình 3D đã xác định được chính xác nhánh mạch máu thận nuôi bứu và kiểm soát mạch máu một cách siêu chọn lọc trong khi vẫn đảm bảo lưu thông máu động mạch thận chính cho mô thận lành [3].

Thời gian thiếu máu nóng là yếu tố cần được quan tâm khi phẫu thuật cắt một phần thận. Một số nghiên cứu chỉ ra nếu thời gian này kéo dài trên 25 phút thì nguy cơ tổn hại lên chức năng thận không hồi phục càng rõ 5. Mặt khác, việc mở kẹp động mạch thận sau khi đã cắt bứu có thể đưa đến tổn thương các nephron sau tái tưới máu. Vì vậy giảm thiểu được ảnh hưởng của thời gian thiếu máu nóng là mục tiêu quan trọng.

Gill và cộng sự lần đầu mô tả kỹ thuật loại bỏ thời gian thiếu máu nóng bằng cách hạ huyết áp trung bình xuống 60mmHg lúc cắt thận. Trên 15 trường hợp được phẫu thuật cắt một phần thận bằng nội soi cổ điển và robot áp dụng kỹ thuật này ghi nhận nồng độ creatinin huyết thanh và độ lọc cầu thận không thay đổi giữa trước và sau mổ [9]. Bên cạnh đó, còn có những kỹ thuật khác để hướng tới giảm ảnh hưởng của thời gian thiếu máu nóng. Có thể kể đến các kỹ thuật khống chế chọn lọc/siêu chọn lọc động mạch thận, thuyên tắc chọn lọc nhánh mạch máu nuôi bứu, khâu sẵn các mũi khâu cầm máu chủ mô thận, sử dụng sóng cao tần và bipolar đốt quanh bứu trước khi cắt bứu và phối hợp các phương pháp. Tuy nhiên nguy cơ chảy máu khi tiến hành các phương án này sẽ gia tăng và nếu chảy máu đáng kể có thể ảnh hưởng đến chức năng thận [10].

Việc khống chế chọn lọc nhánh mạch máu trong phẫu thuật cắt một phần thận đã được đánh giá trong những năm gần đây. Tổng quan hệ thống và phân tích gộp của Xu và cộng sự dựa trên phân tích 32 nghiên cứu để so sánh sự khác biệt giữa kẹp động mạch thận với kẹp chọn lọc phân nhánh động mạch thận trong phẫu thuật cắt một phần thận được công bố năm 2020. Kết quả ghi nhận không có sự khác biệt về thời gian nằm viện, tỉ lệ cần truyền máu, biến chứng sau mổ ở hai nhóm. Với nhóm bệnh nhân được kẹp chọn lọc phân nhánh mạch máu, thời gian phẫu thuật dài hơn có ý nghĩa thống kê với khác biệt trung bình chuẩn (Standardized mean difference – SMD) là 0.562 (95% CI 0.252, 0.871; p= 0.000). Tuy nhiên ưu điểm của phương pháp này là bảo tồn được chức năng thận tại thời điểm 1 tuần, 1 tháng và 3 tháng sau mổ so với việc kẹp gốc động mạch thận [4]. Một tổng quan hệ thống và phân tích gộp khác của Zhang và cộng sự công bố năm 2018 dựa trên 14 nghiên cứu với 2824 bệnh nhân RCC. Các tác giả phân tích sự khác biệt của phẫu thuật cắt một phần thận khi khống chế động mạch thận chính với chỉ khống chế nhánh động mạch thận. Kết quả ghi nhận không có sự khác biệt về thời gian thiếu máu nóng (p=0.31), tỉ lệ cần truyền máu (p=0.18), thời gian nằm viện (p=0.47) hay biến chứng sau mổ (p=0.23). Mặt khác, ở nhóm kẹp chọn lọc nhánh động mạch thận có thời gian phẫu thuật dài hơn (p=0.04) và mất nhiều máu hơn (p=0.0002). Tuy nhiên mức độ sụt giảm chức năng thận sau mổ lại ít hơn đáng kể ở nhóm kiểm soát chọn lọc nhánh động mạch thận [11]. Do đó, nếu có thể xác định được đâu là phân nhánh động mạch trực tiếp nuôi bứu để kiểm soát ở vị trí này là một ý tưởng khả thi và an toàn khi tiến hành cắt một phần thận [4], [5].

Bên cạnh phương pháp phẫu thuật cổ điển là mổ mở, các lựa chọn ít xâm hại như phẫu thuật nội soi hay phẫu thuật có hỗ trợ của robot cũng được ứng dụng rộng rãi trong điều trị bứu thận. Các phương pháp ít xâm lấn này ngoài khả năng mang lại an toàn về mặt ung thư tương đương ở nhóm bứu còn khu trú thì còn có ưu điểm về hạn chế xâm lấn, giảm lượng máu mất và thời gian nằm viện 2. Hệ thống robot đã được xem

là một cuộc cách mạng trong phẫu thuật ở thế kỷ 21 và phần nào thay đổi bức tranh trong điều trị các bệnh lý ung thư đường tiết niệu. Với ưu thế về hình ảnh 3D, các cánh tay robot có biên độ và góc cử động tương tự như tay người trong khi loại bỏ hoàn toàn tình trạng run khi thao tác. Những thao tác bóc tách và di động các nhánh nhỏ của động mạch thận thật sự là thách thức với nội soi ổ điển trong khi hoàn toàn khả thi nhờ vào robot. Ngoài ra, khi làm việc với hệ thống robot còn giúp phẫu thuật viên thoải mái và đạt được công thái học hơn [5].

Đặc biệt với sự hỗ trợ của robot, thời gian thiếu máu nóng được kéo giảm khi so với phẫu thuật nội soi ổ điển. Thậm chí, nhờ robot phẫu thuật, có thể chọn lọc hoặc siêu chọn lọc đúng mạch máu nuôi bướu và đó là cơ sở cho khái niệm “zero ischemia time” 5. Tổng quan hệ thống và phân tích gộp của Leow và cộng sự năm 2016 dựa trên 25 nghiên cứu cho thấy với hỗ trợ từ hệ thống robot phẫu thuật, tỉ lệ chuyển mổ mở thấp hơn (RR: 0.36,  $p < 0.001$ ). Mặt khác tỉ lệ biến chứng Clavien từ độ 3 trở lên cũng được kéo giảm (RR: 0.71,  $p < 0.023$ ) trong khi tỉ lệ biến phẫu thuật dương tính ít hơn (RR: 0.53,  $p < 0.001$ ) và thời gian thiếu máu nóng cũng được hạn chế khoảng 4.3 phút ( $p < 0.001$ ). Hơn nữa, ở nhóm phẫu thuật robot các bướu có tính phức tạp cao hơn đáng kể qua thang điểm RENAL so với nhóm phẫu thuật nội soi ổ điển ( $p = 0.002$ ) [12]. Một số nghiên cứu đã so sánh về vai trò của robot trong bảo tồn chức năng thận khi phẫu thuật cắt một phần thận. Năm 2021, Kobayashi và cộng sự công bố nghiên cứu so sánh ảnh hưởng của robot lên phẫu thuật cắt một phần thận ở 98 bệnh nhân, sử dụng hướng pháp so sánh điểm xu hướng PSM (Propensity score matching). Kết quả ghi nhận thời gian thiếu máu nóng được rút ngắn (15 phút vs 25 phút,  $p < 0.001$ ) trong khi bảo tồn được nhiều hơn chủ mô thận (81.1% vs 90.1%,  $p < 0.001$ ) nhờ vào robot. Bên cạnh đó, tỉ lệ bảo tồn chức năng thận sau mổ ở thời điểm 3 tháng (88.3% vs 91.4%,  $p = 0.040$ ) và 12 tháng (87.8% vs 91.5%,  $p = 0.010$ ) cũng ưu thế ở nhóm robot 13. Nghiên cứu hồi cứu của Kubota và cộng sự trên 291 bệnh nhân cắt một phần thận bằng

phẫu thuật nội soi ổ điển và robot cũng ghi nhận một số khác biệt tương tự. Thời gian thiếu máu nóng ngắn hơn (13 phút vs. 20 phút,  $P < 0.001$ ), thời gian mổ ngắn hơn (162 phút vs. 212 phút,  $P < 0.001$ ) với lượng máu mất ít hơn (40 mL vs. 119 mL,  $P = 0.002$ ). Tỉ lệ biến chứng chung thấp hơn đáng kể ở nhóm robot trong khi mục tiêu bảo tồn chức năng thận đạt được cao hơn (93% vs. 89%,  $P = 0.003$ ) [14].

Khi phối hợp robot phẫu thuật với công nghệ hiện đại trong dựng hình không gian ba chiều mạch máu thận, kết quả thu được rất khả quan. Nghiên cứu tiến cứu của Wu và cộng sự công bố năm 2023 đã so sánh vai trò của sử dụng phần mềm thuật toán tiên tiến trong dựng hình lại hệ thống mạch máu thận ba chiều với dựng hình ổ điển qua CT scan. Trong số 82 bệnh nhân được phẫu thuật cắt một phần thận bằng robot, sử dụng chương trình dựng hình 3D cho phép tăng khả năng thực hiện được kiểm soát mạch máu chọn lọc so với chỉ dùng hệ thống dựng hình ổ điển tích hợp sẵn của CT scan (90.2% vs 34.1%,  $p < 0.01$ ). Dựng hình 3D giúp gợi ý và xác định được các phân nhánh sâu hơn của động mạch thận so với tham khảo dựa trên CT scan (70.3% vs 29.7%,  $p < 0.01$ ) [3]. Ngoài ra dựng hình 3D còn giúp nhận diện các mạch máu quan trọng, hình dung rõ nét về tương quan vị trí bướu với các cấu trúc lân cận [1]. Ngược lại kỹ thuật dựng hình ổ điển chỉ có thể hiển thị được các mạch máu ngoài thận. Trong trường hợp bệnh nhân chúng tôi báo cáo, hình ảnh mạch máu nuôi bướu được phần mềm Fujifilm's Synapse® AI Platform dựng lên một cách chi tiết và dễ hình dung. Đó là cơ sở để phát huy thế mạnh robot phẫu thuật trong tiếp cận và kiểm soát chọn lọc nhánh động mạch thận. Tuy nhiên cần lưu ý là việc áp dụng kẹp động mạch thận chọn lọc chỉ có thể áp dụng trong các trường hợp động mạch thận phân chia sớm ngoài rốn thận và không có viêm dính tại rốn thận.

## Kết luận

Bằng sức mạnh của công nghệ dựng hình với hỗ trợ của AI mà hình ảnh sau xử lý có thể làm cơ sở cho kế hoạch điều trị ở từng cá thể người bệnh. Nhờ kỹ thuật dựng hình mạch máu hiện, chúng tôi có thể

phán đoán phân nhánh trực tiếp cấp máu cho bướu chủ mô thận từ đó có kế hoạch kiểm soát chọn lọc động mạch nuôi bướu. Chiến lược này có thể giúp giảm thiểu ảnh hưởng của thời gian thiếu máu nóng và bảo tồn chức năng thận sau mổ. Ngoài ra, robot phẫu thuật lại có vai trò hiện thực hóa kế hoạch đó bằng khả năng linh động và khéo léo khi tiếp cận, kiểm soát nhánh động mạch thận.

### Tài liệu tham khảo

1. Lin W-C, Chang C-H, Chang Y-H, Lin C-H. Three-dimensional reconstruction of renal vascular tumor anatomy to facilitate accurate preoperative planning of partial nephrectomy. *Biomedicine*. 2020;10(4):36.
2. B. Ljungberg (Chair), L. Albiges, J. Bedke, A. Bex (Vice-chair) et al. EAU Guidelines on Renal Cell Carcinoma. EAU Guidelines. *Edn. presented at the EAU Annual Congress Milan 2023*. ISBN 978-94-92671-19-6.
3. Wu C, Guo S, Zhuo S, et al. Better specificity and less ischemia: three-dimensional reconstruction is superior to routine computed tomography angiography in navigation of super-selective clamping robot-assisted laparoscopic partial nephrectomy. *Translational Andrology and Urology*. 2023;12(1):97.
4. Xu J, Xu S, Yao B, et al. Segmental artery clamping versus main renal artery clamping in nephron-sparing surgery: updated meta-analysis. *World Journal of Surgical Oncology*. 2020;18(1):1-16.
5. Ruiz Guerrero E, Claro AVO, Ledo Cepero MJ, Soto Delgado M, Álvarez-Ossorio Fernández JL. *Robotic versus Laparoscopic Partial Nephrectomy in the New Era: Systematic Review*. *Cancers*. 2023;15(6):1793.
6. Beam AL, Drazen JM, Kohane IS, Leong T-Y, Manrai AK, Rubin EJ. Artificial Intelligence in Medicine. *Mass Medical Soc*; 2023. p. 1220-1221.
7. Malik P, Pathania M, Rathaur VK. Overview of artificial intelligence in medicine. *Journal of family medicine and primary care*. 2019;8(7):2328.
8. Singh R, Wu W, Wang G, Kalra MK. Artificial intelligence in image reconstruction: the change is here. *Physica Medica*. 2020;79:113-125.
9. Gill IS, Eisenberg MS, Aron M, et al. "Zero ischemia" partial nephrectomy: novel laparoscopic and robotic technique. *European urology*. 2011;59(1):128-134.
10. Boga MS, Sonmez MG. Long-term renal function following zero ischemia partial nephrectomy. *Res Rep Urol*. 2019;11:43-52. doi:10.2147/rru.S174996
11. Zhang L, Wu B, Zha Z, Zhao H, Yuan J, Jiang Y. Comparison of selective and main renal artery clamping in partial nephrectomy of renal cell cancer: A PRISMA-compliant systematic review and meta-analysis. *Medicine*. 2018;97(34)
12. Leow JJ, Heah NH, Chang SL, Chong YL, Png KS. Outcomes of robotic versus laparoscopic partial nephrectomy: an updated meta-analysis of 4,919 patients. *The Journal of urology*. 2016;196(5):1371-1377.
13. Kobayashi S, Mutaguchi J, Kashiwagi E, et al. Clinical advantages of robot-assisted partial nephrectomy versus laparoscopic partial nephrectomy in terms of global and split renal functions: A propensity score-matched comparative analysis. *International Journal of Urology*. 2021;28(6):630-636.
14. Kubota M, Yamasaki T, Murata S, et al. Surgical and functional outcomes of robot-assisted versus laparoscopic partial nephrectomy with cortical renorrhaphy omission. *Scientific Reports*. 2022;12(1):13000.