

Khảo sát mối liên quan giữa chức năng thận và một số chỉ số huyết động của động mạch thận ghép ở bệnh nhân sau ghép thận

Survey of relationship between kidney function and hemodynamic indicators of grafted renal arteries in kidney transplant patients

Nguyễn Thị Bích Hằng¹, Trương Quý Kiên^{2*},
Hoàng Phú Quý⁴, Hoàng Quốc Lợi²,
Lê Việt Thắng³ và Phạm Quốc Toàn³

¹Viện Y học cổ truyền Quân đội,
²Bệnh viện Trung ương Quân đội 108,
³Bệnh viện Quân y 103, Học viện Quân y,
⁴Đại học VinUni

Tóm tắt

Mục tiêu: Khảo sát mối liên quan giữa chức năng thận ghép và một số chỉ số huyết động của động mạch thận ghép ở bệnh nhân (BN) sau ghép thận. **Đối tượng và phương pháp:** Nghiên cứu hồi cứu kết hợp mô tả cắt ngang ở 62 BN được ghép thận từ người hiến sống từ tháng 8/2023 - 9/2024 tại Bệnh viện Quân y 103 (BVQY 103). Các BN được khảo sát các chỉ số xét nghiệm thường quy và khảo sát các chỉ số huyết động của động mạch thận ghép tại vị trí động mạch rốn thận bằng siêu âm Doppler màu. **Kết quả:** MLCT trung bình của BN là $59,58 \pm 16,01 \text{ mL/phút}/1,73 \text{ m}^2$; Động mạch thận ghép tại rốn thận có Vs: $102,7 \pm 20,60 \text{ cm/s}$; RI: $0,66 \pm 0,065 \text{ cm/s}$; PI: $1,22 \pm 0,32$ và AT: $82,82 \pm 29,59 \text{ ms}$. Có 17,7% BN tăng Vs; 1,6% BN tăng RI; 11,3% BN tăng PI và 30,6% BN có AT kéo dài. Có mối liên quan giữa Vs, RI, PI của ĐM thận ghép với MLCT ước tính sau ghép ($p < 0,05$). RI động mạch thận ghép có tương quan thuận với CRP; PI động mạch thận ghép có tương quan thuận với creatinin huyết thanh, CRP, và tương quan nghịch với MLCT ước tính sau ghép ($p < 0,05$). **Kết luận:** Chức năng thận của BN sau ghép có mối liên quan với chỉ số huyết động động mạch thận ghép (PI, RI, Vs).

Từ khóa: Ghép thận, mức lọc cầu thận, huyết động động mạch thận ghép.

Summary

Objective: To analyze the relationship between glomerular filtration rate (GFR) and several hemodynamic indicators of the renal allograft arteries in post-transplant patients from living donors. **Subject and method:** A retrospective and cross-sectional study was conducted on 62 patients who received kidney transplants from living donors between August 2023 and September 2024 at Military Hospital 103 (MH103). **Result:** The mean estimated glomerular filtration rate (eGFR) of the patients was $59.58 \pm 16.01 \text{ mL/min}/1.73 \text{ m}^2$. The graft renal artery at the renal hilum had a peak systolic velocity (Vs) of $102.7 \pm 20.60 \text{ cm/s}$, resistive index (RI) of 0.66 ± 0.065 , pulsatility index (PI) of 1.22 ± 0.32 , and acceleration time (AT) of $82.82 \pm 29.59 \text{ ms}$. Elevated Vs was observed in 17.7% of patients; elevated RI in 1.6%; increased PI in 11.3%; and prolonged AT in 30.6%. There were significant associations between Vs, RI, and PI of the graft renal artery and the post-transplant estimated GFR ($p < 0.05$). The RI of the graft renal

Ngày nhận bài: 10/7/2025, ngày chấp nhận đăng: 7/8/2025

* Tác giả liên hệ: Drquykientruong@gmail.com - Bệnh viện Trung ương Quân đội 108

artery was positively correlated with serum CRP levels, while the PI was positively correlated with serum urea, creatinine, and CRP levels, and negatively correlated with post-transplant eGFR ($p < 0.05$).

Conclusion: There is a relationship between the hemodynamics of the renal allograft artery (RI, PI, Vs) and eGFR in post-transplant patients.

Keywords: Kidney transplantation, glomerular filtration rate, renal artery hemodynamics.

I. ĐẶT VẤN ĐỀ

Bệnh thận mạn tính (BTMT) là một vấn đề sức khỏe toàn cầu với tỷ lệ mắc ngày càng tăng trong đó ghép thận là phương pháp điều trị tối ưu, giúp cải thiện chất lượng cuộc sống và kéo dài tuổi thọ cho BN¹. Có một số yếu tố cơ bản ảnh hưởng đến chức năng thận sau ghép như tình trạng thải ghép, nhiễm trùng, đặc biệt là nhiễm virus BK, ngộ độc thuốc, và tình trạng mạch máu thận ghép.

Các chỉ số huyết động học của động mạch thận ghép có thể thay đổi trong các trường hợp thải ghép cấp, hoại tử ống thận cấp, ngộ độc thận do thuốc chống thải ghép, hoặc các biến chứng mạch máu thận ghép khác². Thông qua việc đánh giá và theo dõi sự thay đổi tưới máu thận ghép có thể giúp định hướng sớm nguyên nhân gây suy giảm chức năng thận ghép³. Do đó động mạch thận sau ghép có thể có những đặc điểm khác biệt trong từng trường hợp thay đổi chức năng thận ghép. Mặc dù các chỉ số huyết động này đã được nghiên cứu, nhưng mối quan hệ giữa chúng và chức năng thận sau ghép vẫn cần được nghiên cứu sâu hơn. Nghiên cứu này nhằm mục tiêu: *Khảo sát mối liên quan giữa chức năng thận và một số chỉ số huyết động của động mạch thận ghép ở BN sau ghép thận từ người cho sống tại Bệnh viện Quân y 103.*

II. ĐỐI TƯỢNG VÀ PHƯƠNG PHÁP

2.1. Đối tượng

62 BN được ghép thận từ người cho sống, được theo dõi và điều trị tại Bệnh viện Quân y 103, từ 08/2023 - 09/2024.

Tiêu chuẩn lựa chọn:

BN được ghép thận từ người cho sống, được theo dõi tại Bệnh viện Quân y 103, thời gian sau ghép thận tối thiểu 3 tháng.

BN đồng ý tham gia nghiên cứu.

Tiêu chuẩn loại trừ:

BN đang có sốt hoặc nhiễm trùng tiến triển.

Có các biến chứng toàn thân nặng tại thời điểm nghiên cứu.

BN có các biến chứng ngoại khoa nặng sau phẫu thuật ghép thận làm ảnh hưởng chức năng thận ghép.

BN có từ 2 động mạch thận ghép trở lên.

BN không đồng ý tham gia nghiên cứu hoặc không thu thập đủ thông tin cho nghiên cứu.

2.2. Phương pháp

Thiết kế nghiên cứu: Nghiên cứu hồi cứu kết hợp mô tả cắt ngang.

Cỡ mẫu: Chọn mẫu thuận tiện các BN thoả mãn tiêu chuẩn lựa chọn.

Những chỉ số sử dụng trong nghiên cứu:

Thông tin chung: Tuổi, giới, nguyên nhân BTMT trước ghép, phương pháp điều trị thay thế thận suy trước ghép thận.

Chỉ số ure, creatinine huyết thanh, CRP; MLCT sau ghép được ước tính bằng công thức CKD-EPI 2009.

Đo các chỉ số hình thái và huyết động của động mạch thận ghép bằng siêu âm Doppler màu, vị trí khảo sát là vùng động mạch rốn thận ghép: Đường kính động mạch thận ghép, tốc độ đỉnh tâm thu (Vs), tốc độ cuối tâm trương (Vd), chỉ số trở kháng (RI), chỉ số mạch đập (PI), thời gian tăng tốc (AT) của động mạch thận ghép tại vị trí rốn thận. Kết quả được so sánh với chỉ số huyết động ở động mạch thận ghép dựa trên các nghiên cứu trước đây³⁻⁷: RI < 0,7: Bình thường; không xác định nếu RI từ 0,7 đến 0,8; RI tăng nếu > 0,8. PI bình thường < 1,5; tăng khi PI ≥ 1,5. Vs/PSV: Bình thường < 120cm/s. Vd/EDV: bình thường từ (20-50cm/s). AT: bình thường là < 100ms.

Phân tích và xử lý số liệu

Xử lý và phân tích số liệu bằng phần mềm SPSS 23.0. Test thống kê có ý nghĩa khi $p < 0,05$.

Mô tả dữ liệu:

Biến số định tính: Trình bày dưới dạng tần suất và tỷ lệ phần trăm.

Biến số định lượng: Trình bày dưới dạng trung bình và độ lệch chuẩn (với biến số tuân theo luật phân phối chuẩn) hoặc trung vị và khoảng tứ phân vị (với biến số không tuân theo luật phân phối chuẩn).

Phân tích đa biến bằng mô hình hồi quy logistic.

Tìm tương quan đơn biến (tìm r đơn biến) giữa hai biến bằng tương quan Spearman.

2.3. Đạo đức nghiên cứu

Nghiên cứu đã được thông qua Hội đồng Đạo đức trong nghiên cứu y học của Bệnh viện Quân Y 103 trước khi triển khai nghiên cứu, theo CV256/HĐĐĐ - 09/08/2023. Chúng tôi cam kết không có xung đột lợi ích trong nghiên cứu này.

III. KẾT QUẢ

3.1. Đặc điểm chức năng thận và một số chỉ số huyết động của động mạch thận ghép

Bảng 1. Đặc điểm MLCT của bệnh nhân sau ghép (n = 62)

MLCT (mL/ phút/1,73m ²)	Số lượng (n)	Tỷ lệ %
≥ 90	3	4,8
60-89	30	48,4
45-59	15	24,2
30-44	11	17,8
15-29	3	4,8
$\bar{X} \pm SD$, mL/phút/1,73m ²	59,58 ± 16,01	

Nhận xét: MLCT trung bình của nhóm nghiên cứu là 59,58mL/phút/1,73m², trong đó đa số người bệnh có MLCT trong khoảng 60-89mL/phút/1,73m² (48,4%); có 4,8% người bệnh có MLCT dưới 30mL/phút/1,73m².

Bảng 2. Đặc điểm hình thái và huyết động của động mạch thận ghép

Các chỉ số khảo sát		Số lượng (n)	Tỷ lệ %
Đường kính ĐM (mm)	$\bar{X} \pm SD$	5,94 ± 0,63	
Vs (cm/s)	Tăng (≥ 120 cm/s)	11	17,7
	Bình thường (< 120cm/s)	51	82,3
	$\bar{X} \pm SD$	102,7 ± 20,60	
Vd (cm/s)	Tăng (> 50cm/s)	1	1,6
	Giảm (< 20cm/s)	1	1,6
	Bình thường	60	96,8
	$\bar{X} \pm SD$	33,84 ± 7,42	
Vm (cm/s)	$\bar{X} \pm SD$	57,15 ± 11,28	
RI (cm/s)	Tăng (≥ 0,8)	1	1,6
	Bình thường (< 0,8)	61	98,4
	$\bar{X} \pm SD$	0,66 ± 0,065	
PI	Tăng: ≥ 1,5	7	11,3

Các chỉ số khảo sát		Số lượng (n)	Tỷ lệ %
AT (ms)	Bình thường: < 1,5	55	88,7
	$\bar{X} \pm SD$	1,22 $\pm$ 0,32	
	Tăng (≥ 100 ms)	19	30,6
	Bình thường (< 100ms)	43	69,4
	$\bar{X} \pm SD$	82,82 $\pm$ 29,59	

Nhận xét: Trong số các chỉ số huyết động, 17,7% BN có biểu hiện tăng Vs; chỉ có 1 BN (1,6%) có tăng RI; 11,3% BN có tăng PI và 30,6% BN có AT kéo dài.

3.2. Mối liên quan giữa các chỉ số hình thái và huyết động của động mạch thận ghép với một số yếu tố lâm sàng, cận lâm sàng

Bảng 3. Mối liên quan giữa chỉ số huyết động của động mạch thận ghép với mức lọc cầu thận của đối tượng nghiên cứu

Chỉ số	Mức lọc cầu thận (mL/phút/1,73m ²)				p
	≥ 60 (n = 32) ⁽¹⁾	45-59 (n = 16) ⁽²⁾	30-44 (n = 11) ⁽³⁾	<30 (n = 3) ⁽⁴⁾	
ĐK ĐM (mm)	5,89 $\pm$ 0,68	5,83 $\pm$ 0,66	6,15 $\pm$ 0,46	6,3 $\pm$ 0,36	0,432
Vs (cm/s)	104,30 $\pm$ 15,6	103,58 $\pm$ 22,6	90,1 $\pm$ 26,0	127,1 $\pm$ 12,6	0,032 ^(a)
Vd (cm/s)	35,15 $\pm$ 7,95	34,67 $\pm$ 6,68	30,15 $\pm$ 4,42	29,03 $\pm$ 11,2	0,159
Vm (cm/s)	59,68 $\pm$ 11,56	56,99 $\pm$ 10,43	51,08 $\pm$ 10,42	53,3 $\pm$ 10,99	0,161
RI (cm/s)	0,661 $\pm$ 0,055	0,656 $\pm$ 0,068	0,65 $\pm$ 0,064	0,763 $\pm$ 0,097	0,044 ^(b)
PI	1,181 $\pm$ 0,20	1,21 $\pm$ 0,25	1,152 $\pm$ 0,26	1,96 $\pm$ 0,84	0,001 ^(c)
AT (ms)	81,34 $\pm$ 28,33	80,38 $\pm$ 30,65	90,36 $\pm$ 33,23	84,0 $\pm$ 36,06	0,831

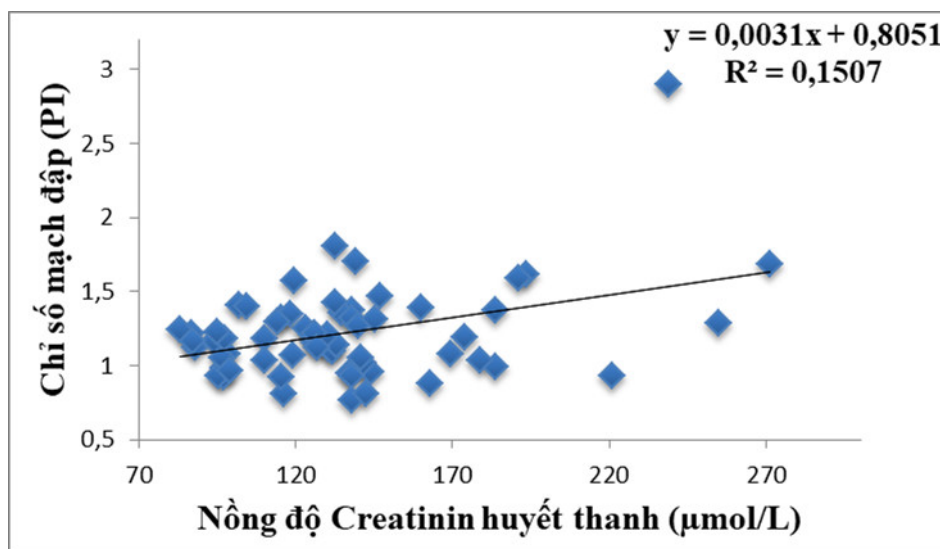
Ghi chú: (a), (b), (c): $p(4-1,2,3) < 0,05$; ĐK ĐM: Đường kính động mạch

Nhận xét: Có mối liên quan giữa một số chỉ số huyết động mạch thận ghép với MLCT của bệnh nhân sau ghép, trong đó chỉ số Vs, RI và PI trung bình của nhóm MLCT < 30mL/phút/1,73m² có giá trị cao nhất, sự khác biệt có ý nghĩa thống kê ($p < 0,05$)

Bảng 4. Mối tương quan giữa chỉ số huyết động của động mạch thận ghép với một số chỉ số lâm sàng và cận lâm sàng (n = 62)

Chỉ số LS, CLS	Huyết động của động mạch thận ghép			
	RI		PI	
	r	p	r	p
Tuổi (năm)	0,185	0,15	0,124	0,338
Thời gian lọc máu	0,131	0,31	0,021	0,873
Thời gian sau ghép	-0,014	0,912	-0,008	0,953
Creatinin huyết thanh	0,167	0,196	0,388	0,002
MLCT sau ghép	-0,133	0,302	-0,296	0,020
CRP (mg/mL)	0,337	0,007	0,551	0,001

Nhận xét: RI có mối tương quan thuận với nồng độ CRP, $p < 0,05$. PI có tương quan thuận với ure, creatinin huyết thanh, CRP, và tương quan nghịch với MLCT sau ghép, với $p < 0,05$.



Biểu đồ 1. Tương quan giữa PI với creatinin huyết thanh

Có mối tương quan thuận giữa chỉ số mạch đập PI với creatinin huyết thanh, với phương trình tương quan: $PI = 0,0031 \times \text{Creatinin huyết thanh} + 0,8051$.

IV. BÀN LUẬN

Chức năng thận sau ghép phụ thuộc vào nhiều yếu tố, trong đó mạch máu thận ghép là một trong các yếu tố quyết định đến điều này. Nhiều nghiên cứu đã chỉ ra sự thay đổi của chức năng thận trong mối liên quan với thay đổi huyết động của động mạch thận sau ghép^{8,9}. Tuy nhiên để phân tích đầy đủ tổng thể các chỉ số RI, PI, Vs, Vd còn hạn chế.

Để đánh giá huyết động của ĐMTG có nhiều phương pháp chẩn đoán khác nhau. Tuy nhiên, siêu âm Doppler vẫn được coi là phương pháp tiện lợi, rẻ tiền, không xâm lấn, dễ thực hiện và có thể thực hiện được nhiều lần trên BN. Thực hiện khảo sát tại vị trí động mạch rốn thận - đây là vị trí hầu hết các tác giả sử dụng để nghiên cứu⁸. Trong đó, các chỉ số huyết động của động mạch rốn thận: Vs: $102,7 \pm 20,60 \text{ cm/s}$; Vd: $33,84 \pm 7,42 \text{ cm/s}$; Vm: $57,15 \pm 11,28 \text{ cm/s}$; RI: $0,66 \pm 0,065 \text{ cm/s}$; PI: $1,22 \pm 0,32$ và AT: $82,82 \pm 29,59 \text{ ms}$ (Bảng 2). Kết quả này có sự tương đồng với Phạm Thị Diệu Hương (2019)¹⁰. Dựa trên phân loại giá trị bình thường của các chỉ số, chúng tôi thấy 17,7% BN có biểu hiện tăng Vs; có 1,6% BN

có tăng RI; 11,3% BN có tăng PI và 30,6% BN có AT kéo dài (Bảng 2).

Về chức năng thận, nghiên cứu cho thấy hầu hết các BN hồi phục chức năng thận ghép tốt với MLCT trung bình là $59,58 \text{ mL/phút/1,73m}^2$, trong đó đa số người bệnh có MLCT trong khoảng $60-89 \text{ mL/phút/1,73m}^2$ (48,4%); chỉ có 4,8% người bệnh có MLCT dưới $30 \text{ mL/phút/1,73m}^2$ (Bảng 1). Đây là các BN đã được ghép trên 5 năm và trong số đó có 02 BN đã có bệnh thận liên quan đến virus BK. Kết quả của chúng tôi có sự tương đồng với nghiên cứu của Phạm Thị Diệu Hương (2019)¹⁰.

Mối liên quan giữa MLCT với các chỉ số Vs, RI và PI giữa các nhóm BN trong nghiên cứu là có ý nghĩa, $p < 0,05$. Vs, RI và PI đều tăng đáng kể ở nhóm BN có MLCT $< 30 \text{ mL/phút/1,73m}^2$ (Bảng 3). Điều này phản ánh rằng khi chức năng thận suy giảm, trở kháng của động mạch thận ghép cũng tăng lên, tương ứng với giảm lưu lượng máu qua thận và ngược lại. Những phát hiện này phù hợp với các nghiên cứu trước đây cho rằng khi MLCT giảm, động mạch thận thường gặp phải tình trạng co thắt hoặc trở kháng cao hơn, do sự tắc nghẽn hoặc sự biến đổi về cấu trúc của động mạch thận ghép. Đây cũng có thể là dấu hiệu của thải ghép cấp tính trong giai đoạn đầu khi mới ghép thận, hoặc thải ghép mạn tính, khi mà

sự tổn thương nhu mô thận dẫn đến xơ hóa và co mạch máu. Quá trình thải ghép gây ra tình trạng giảm tưới máu và tăng sức cản trong mạch máu thận, dẫn đến những thay đổi về vận tốc dòng máu trong thời kỳ tâm trương. Điều này dẫn đến giảm lưu lượng máu tâm trương, đóng vai trò là dấu hiệu tiên lượng xấu về sự sống còn của mảnh ghép. Đặc biệt, trong nghiên cứu của Shailendra Katwal và cộng sự (2023) đã tìm thấy có sự khác biệt đáng kể về RI trung bình giữa các cấp độ xơ hóa mô học thận ghép⁹. Có thể thấy, RI tăng còn là một yếu tố dự đoán sớm BTMT sau ghép (thậm chí tương quan với kết quả sinh thiết), điều này sẽ cho phép thay đổi trong liệu pháp điều trị⁴. Trong nghiên cứu của chúng tôi, các chỉ số huyết động của ĐMTG có mối liên quan với MLCT sau ghép, tuy nhiên, chúng biểu hiện chủ yếu khi MLCT giảm rõ rệt. Khi MLCT giảm < 30mL/phút/1,73m², cả RI và PI của ĐMTG tăng đáng kể so với trong trường hợp giảm chức năng thận ở giai đoạn sớm hơn. Mặc dù số lượng BN trong nhóm có MLCT < 30mL/phút/1,73m² trong nghiên cứu này còn hạn chế, kết quả này cũng phản ánh một phần tình trạng cho thấy RI, PI tăng có liên quan đến BTMT sau ghép.

Chỉ số trở kháng động mạch thận ghép (RI) có tương quan thuận, mức độ khá chặt với CRP huyết thanh, $r = 0,337$; $p = 0,007$ (Bảng 4). Kết quả này có sự tương đồng với nghiên cứu của Heine và cộng sự (năm 2007), cho thấy mối tương quan thuận giữa RI và CRP¹¹, trong khi nghiên cứu của Moataz Fatthy và cộng sự (năm 2025) cũng cho thấy sự khác biệt đáng kể về RI giữa nhóm BN có nhiễm trùng và không có nhiễm trùng¹². Có thể thấy, tình trạng viêm do Chemokine và chất trung gian gây viêm có thể ảnh hưởng đến trương lực mạch máu và chức năng nội mô mạch máu, đồng thời có thể gây ra co thắt mạch máu, từ đó ảnh hưởng đến thay đổi kháng trở mạch máu¹². Ngoài ra, Theo Giulio Geraci và CS (2025), có thể thấy RI không chỉ phản ánh sức cản mạch máu tại thận, mà còn là chỉ dấu toàn thân liên quan đến tình trạng viêm mạch và độ cứng thành động mạch. Trong khi CRP là một chất chỉ điểm viêm quan trọng, tình trạng viêm toàn thân (qua trung gian các cytokine) làm rối loạn chức năng nội mô, giảm khả năng giãn mạch phụ thuộc nitric oxide, từ đó làm

tăng sức cản dòng chảy trong lòng mạch, trong đó có vi tuần hoàn trong thận và biểu hiện qua tăng RI trên siêu âm Doppler động mạch thận¹³.

Đối với PI, trong nghiên cứu này có tương quan thuận mức độ chặt với CRP huyết thanh ($r = 0,551$; $p = 0,001$) (Bảng 4). Mối tương quan này cho thấy khi quá trình viêm nhiễm xảy ra, cùng với sự hình thành và gia tăng các chất trung gian hóa học có thể làm tăng sức cản mạch máu và dẫn đến giảm lưu lượng máu qua thận ghép. Đặc biệt, PI cũng có tương quan thuận với creatinin huyết thanh ($r = 0,388$; $p = 0,002$), đồng thời có tương quan nghịch với MLCT ước tính sau ghép ($r = -0,296$; $p = 0,02$) (Bảng 4). Khi chức năng thận suy giảm, biểu hiện bằng giảm MLCT, tăng ure, creatinin huyết thanh, có liên quan đến tăng sinh xơ hóa nhu mô thận, làm tăng kháng lực động mạch, từ đó tăng chỉ số mạch đập (PI), làm giảm tưới máu thận ghép. Những phát hiện này cung cấp thêm bằng chứng cho thấy chỉ số PI có thể là một dấu hiệu tiên lượng quan trọng trong việc đánh giá tình trạng của thận ghép. Không giống như RI, toàn bộ hình dạng sóng ở một chu kỳ tim được tính bằng chỉ số mạch đập PI và do đó một số tác giả cho rằng PI là một chỉ dẫn tốt hơn về chức năng thận ghép so với RI^{14, 2}. Tuy nhiên, điều này cần được nghiên cứu sâu hơn với số lượng cỡ mẫu lớn hơn, đây là điểm hạn chế của nghiên cứu này.

V. KẾT LUẬN

Có mối liên quan giữa các chỉ số huyết động của động mạch thận ghép (Vs, RI, PI) với chức năng thận (MLCT ước tính) sau ghép. RI động mạch thận ghép có tương quan thuận với CRP, trong khi đó PI động mạch thận ghép có tương quan thuận với CRP, creatinin, huyết thanh. Điều này cho thấy việc quản lý huyết động động mạch thận ghép là yếu tố quan trọng trong việc duy trì chức năng thận ghép lâu dài. Theo dõi các chỉ số này có thể giúp phát hiện sớm các biến chứng và tối ưu hóa kết cục lâu dài của thận ghép.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

1. Hội ghép tạng Việt Nam (2017) *Hướng dẫn ghép thận Việt Nam*. Nhà xuất bản Y học.

2. Jimenez C, Lopez MO, Gonzalez E et al (2009) *Ultrasonography in kidney transplantation: Values and new developments*. Transplant Rev (Orlando) 23(4): 209-213.
3. Galgano SJ, Lockhart ME, Fananapazir G et al (2018) *Optimizing renal transplant Doppler ultrasound*. Abdom Radiol (NY) 43(10): 2564-2573.
4. Cano H, Castañeda DA, Patiño N et al (2014) *Resistance index measured by Doppler ultrasound as a predictor of graft function after kidney transplantation*. Transplant Proc 46(9): 2972-2974.
5. Ismail A, Ademola BL, Yusuf L et al (2018) *Renal arterial doppler velocimetric indices among healthy subjects in North West Nigeria*. J West Afr Coll Surg 8(1): 40-49.
6. Khoa Siêu âm - Bệnh viện Quân Y 103 (2020). *Giáo trình các quy trình kỹ thuật chuyên khoa siêu âm*.
7. Rigsby CM, Burns PN, Weltin GG, et al (1987) *Doppler signal quantitation in renal allografts: comparison in normal and rejecting transplants, with pathologic correlation*. Radiology 162(1 Pt 1): 39-42.
8. Azzouz S, Chen A, Ekmekjian T et al (2022) *The role of renal resistive index as a prognostic tool in kidney transplantation: A systematic review*. Nephrol Dial Transplant 37(8): 1552-1565.
9. Katwal S, Suwal S, Bhandari RM et al (2023). *Prospective quantitative study: Doppler ultrasound in the evaluation of chronic renal allograft disease and correlation with histopathological finding*. Ann Med Surg (Lond) 85(10): 4811-4815.
10. Phạm Thị Diệu Hương (2019) *Nghiên cứu đặc điểm hình thái, huyết động thận ghép bằng siêu âm Doppler và siêu âm đàn hồi ở bệnh nhân sau ghép thận*. Luận văn Thạc sĩ, Học viện Quân Y.
11. Heine GH, Reichart B, Ulrich C et al (2007) *Do ultrasound renal resistance indices reflect systemic rather than renal vascular damage in chronic kidney disease?* Nephrol Dial Transplant 22(1): 163-170.
12. Fatthy M, Soliman KM, Csongrádi É et al (2025). *The validity of the renal Doppler resistivity index in renal allograft infections*. Ren Fail 47(1): 2462443.
13. Geraci G, Ferrara P, La Via L et al (2025) *Renal Resistive Index from Renal Hemodynamics to Cardiovascular Risk: Diagnostic, Prognostic, and Therapeutic Implications*. Diseases 13(6).
14. Enhesari A, Mardpour S, Makki Z et al (2014) *Early ultrasound assessment of renal transplantation as the valuable biomarker of long lasting graft survival: a cross-sectional study*. Iran J Radiol 11(1): 11492.