

NGHIÊN CỨU SỰ BIẾN ĐỔI ĐỘ CỨNG THẤT TRÁI BẰNG SIÊU ÂM ĐÁNH DẤU MÔ CƠ TIM Ở BỆNH NHÂN MẮC BỆNH THẬN MẠN TÍNH GIAI ĐOẠN CUỐI TRƯỚC VÀ SAU GHEP THẬN

Phạm Vũ Thu Hà¹, Nguyễn Thị Thu Hà^{1}*

Tóm tắt

Mục tiêu: Khảo sát sự biến đổi độ cứng thất trái bằng siêu âm đánh dấu mô cơ tim (speckle tracking echocardiography - STE) ở bệnh nhân (BN) mắc bệnh thận mạn tính giai đoạn cuối (end-stage kidney disease - ESKD) trước và sau ghép thận.

Phương pháp nghiên cứu: Nghiên cứu tiến cứu, mô tả cắt ngang trên 63 BN được chẩn đoán ESKD ghép thận tại Bệnh viện Quân y 103 từ tháng 10/2024 - 4/2025, theo dõi sau ghép thận 1 tháng. **Kết quả:** Độ căng thành tâm trương (diastolic wall strain - DWS) trước và sau ghép thận không có sự khác biệt có ý nghĩa thống kê. Độ cứng của thất trái sau ghép thận cải thiện rõ rệt so với trước ghép. Độ cứng của thất trái sau ghép ở nhóm lọc máu chu kỳ cao hơn có ý nghĩa so với nhóm điều trị bảo tồn khi đánh giá bằng cả 2 phương pháp doppler mô (tissue doppler imaging - TDI) và STE. DWS sau ghép giữa hai nhóm điều trị không nhận thấy sự khác biệt. Độ cứng của thất trái sau ghép ở nhóm lọc máu chu kỳ > 12 tháng cao hơn có ý nghĩa so với < 12 tháng khi đánh giá bằng cả 2 phương pháp TDI và STE. **Kết luận:** Sau ghép thận 1 tháng, độ cứng thất trái đo bằng 3 phương pháp (DWS và E/e' /LVEDV và $E/LASr$ /LVEDV) có xu hướng cải thiện, phản ánh giảm độ cứng cơ tim. Các yếu tố như phương pháp điều trị trước ghép cũng như thời gian lọc máu chu kỳ cũng có thể ảnh hưởng đến độ cứng thất trái.

Từ khoá: Độ cứng thất trái; Siêu âm đánh dấu mô cơ tim; Bệnh thận mạn tính giai đoạn cuối, Ghép thận.

¹Bệnh viện Quân y 103, Học viện Quân y

*Tác giả liên hệ: Nguyễn Thị Thu Hà (drthuha103@gmail.com)

Ngày nhận bài: 15/8/2025

Ngày được chấp nhận đăng: 10/9/2025

<http://doi.org/10.56535/jmpm.v50si3.1551>

**STUDY ON CHANGES IN LEFT VENTRICULAR STIFFNESS BY
SPECKLE TRACKING ECHOCARDIOGRAPHY IN PATIENTS WITH
END-STAGE CHRONIC KIDNEY DISEASE BEFORE AND AFTER
KIDNEY TRANSPLANTATION**

Abstract

Objectives: To investigate the change in left ventricular stiffness by speckle tracking echocardiography (STE) in patients with end-stage chronic kidney disease (ESKD) before and after kidney transplantation. **Methods:** A prospective, cross-sectional descriptive study was conducted on 63 patients with ESKD who underwent kidney transplantation at Military Hospital 103 from October 2024 to April 2025. All patients were followed up 1 month after transplantation. **Results:** There was no significant difference in DWS before and after kidney transplantation. Left ventricular stiffness after kidney transplantation decreased significantly compared to before transplantation. Left ventricular stiffness after transplantation in the hemodialysis group increased significantly compared to the empty treatment group when assessed by both tissue doppler (TDI) and STE. There was no difference in DWS after transplantation between the two treatment groups. Left ventricular stiffness after transplantation in the hemodialysis group > 12 months was significantly higher than that < 12 months when assessed by both TDI and STE. **Conclusion:** 1 month after kidney transplantation, left ventricular stiffness measured by 3 methods (DWS and $E/e'/LVEDV$ and $E/LASr/LVEDV$) tended to improve, reflecting a reduction in myocardial stiffness. Factors such as pre-transplant treatment and duration of dialysis may also affect left ventricular stiffness.

Keywords: Left ventricular stiffness; Speckle-tracking echocardiography; End-stage chronic kidney disease; Kidney transplantation.

ĐẶT VẤN ĐỀ

Biến chứng tim mạch được cho là nguyên nhân hàng đầu gây tử vong sớm ở nhóm ESKD [1]. Trong đánh giá chức năng tim mạch, các phương pháp siêu

âm tim truyền thống như phân suất tống máu (ejection fraction - EF) thường chỉ phát hiện được những thay đổi lớn hoặc giai đoạn muộn của rối loạn chức năng tim. Các thông số như sức căng và độ

cứng cơ tim đã chứng minh giá trị vượt trội trong đánh giá chức năng cơ tim toàn bộ và từng vùng. Đánh giá độ cứng cơ tim trước đây dựa vào thông tim, là một phương pháp xâm lấn, không thể lặp lại nhiều lần trong thực hành lâm sàng. Gần đây, STE ngày càng được sử dụng rộng rãi để xác định độ cứng thất trái bằng cách tính DWS và các chỉ số độ cứng cơ tim liên quan đến áp lực đổ đầy thất trái [2]. Ở BN mắc ESKD, các yếu tố như tăng huyết áp (THA), tình trạng quá tải thể tích và stress oxy hóa mạn tính có thể dẫn đến tăng độ cứng cơ tim và giảm sức căng thất trái, làm giảm sức co bóp và sự giãn nở của cơ tim. Sau ghép thận, chức năng thận được phục hồi, cân bằng dịch và huyết động được cải thiện, từ đó có thể làm giảm áp lực lên tim và cải thiện chức năng thất trái. Do đó, việc đánh giá độ cứng thất trái trước và sau ghép thận không chỉ giúp hiểu rõ hơn về tác động của ESKD lên cơ tim mà còn cung cấp thông tin quan trọng về hiệu quả của ghép thận trong cải thiện chức năng tim mạch. Mặc dù đã có một số nghiên cứu về sức căng và độ cứng thất trái trên BN ESKD, nhưng dữ liệu về sự thay đổi các thông số này trước và sau ghép thận vẫn còn hạn chế. Vì vậy, chúng tôi tiến hành

nghiên cứu nhằm: *Khảo sát sự biến đổi độ cứng thất trái bằng STE ở BN mắc ESKD trước và sau ghép thận.*

ĐỐI TƯỢNG VÀ PHƯƠNG PHÁP NGHIÊN CỨU

1. Đối tượng nghiên cứu

Gồm 63 BN được chẩn đoán ESKD được ghép thận tại Bệnh viện Quân y 103 từ tháng 10/2024 - 4/2025 và theo dõi sau ghép thận 1 tháng.

* *Tiêu chuẩn lựa chọn:* BN được chẩn đoán ESKD theo Hướng dẫn của Hội Thận học Quốc tế (KDIGO 2024).

* *Tiêu chuẩn loại trừ:* BN mắc bệnh màng ngoài tim, rung nhĩ, nhồi máu cơ tim cấp, bệnh lý van tim thực thể kèm theo (hẹp hoặc hở mức độ vừa trở lên), thuyên tắc phổi cấp/mạn tính, tăng áp lực động mạch phổi nguyên phát, bệnh lý tim bẩm sinh, bệnh phổi tắc nghẽn mạn tính, tâm phế mạn; BN không hợp tác hoặc không đồng ý tham gia nghiên cứu.

2. Phương pháp nghiên cứu

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

* *Phương tiện nghiên cứu:* Máy siêu âm Phillip EPIC 7G, đầu dò S5-1.

* *Các bước tiến hành:* Tất cả BN được hỏi bệnh sử, khám lâm sàng, đo

huyết áp theo đúng tiêu chuẩn, xét nghiệm máu cơ bản và siêu âm tim bằng hệ thống máy siêu âm Philips EPIQ 7G, đầu dò S5-1. Các chỉ số cơ bản của thất trái theo khuyến cáo của Hội Siêu âm tim Hoa Kỳ (ASE 2015). Đánh giá chức năng tâm trương thất trái theo khuyến cáo của Hội Siêu âm tim Hoa Kỳ (ASE 2016).

Đánh giá sức căng nhĩ trái siêu âm đánh dấu mô [3]: Thực hiện các mặt cắt 4 buồng và 2 buồng từ mỏm ở tốc độ khung hình 60 - 80 frames/s, ghi hình 3 chu kỳ liên tiếp. Dùng khởi đầu của sóng P trên điện tâm đồ làm điểm tham chiếu để đánh giá biến dạng nhĩ trái bằng phần mềm chuyên dụng của máy siêu âm như khuyến cáo, xác định các thông số sức căng nhĩ trái trong giai đoạn nhĩ co (left atrial contraction strain - LASct), giai đoạn dẫn máu (left Atrial conduit strain - LAScd) và trong giai đoạn trữ máu (left atrial reservoir strain - LASr) ở cả 2 mặt cắt 4 buồng (4B) và 2 buồng (2B) [3].

Đánh giá độ cứng thất trái được tính bằng công thức [2, 4]:

$$DWS = (LVPWs - LVPWd)/LVPWs$$

Trong đó, LVPWs: Độ dày thành sau thất trái thì tâm thu; LVPWd: Độ dày thành sau thất trái tâm trương.

Chỉ số độ cứng (stiffness index - SI) được tính bằng:

$$SI_{(TDI)} = E/e' / LVEDV$$

$$SI_{(STE)} = E/LASr / LVEDV.$$

$$LASr = (LASr4B + LASr2B)/2$$

* *Xử lý số liệu*: Bằng phần mềm SPSS 22.0. Các thuật toán sử dụng trong nghiên cứu gồm tính số trung bình $\bar{X}$ và độ lệch chuẩn (SD), tính tỷ lệ phần trăm (%). Biến liên tục được kiểm định phân phối chuẩn bằng Kolmogorov-smimov test. So sánh các biến định lượng độc lập bằng kiểm định T-test (nếu biến phân phối chuẩn) hoặc Mann-Whitney test (nếu biến có phân phối không chuẩn). So sánh các biến định tính bằng kiểm định Chi-square test. Giá trị $p < 0,05$ được coi là có ý nghĩa thống kê.

3. Đạo đức nghiên cứu

Nghiên cứu được sự chấp thuận của Hội đồng Đạo đức Bệnh viện Quân y 103 theo Quyết định số 88/HĐĐĐ ngày 19/8/2024. Số liệu nghiên cứu được Bệnh viện Quân y 103 cho phép sử dụng và công bố. Nhóm tác giả cam kết không có xung đột lợi ích trong nghiên cứu.

KẾT QUẢ NGHIÊN CỨU

Bảng 1. Đặc điểm chung của đối tượng nghiên cứu.

Đặc điểm nghiên cứu		Số BN (n)	Tỷ lệ (%)	p
Tuổi	< 40	34	53,97	< 0,05
	40 - 60	27	42,86	
	> 60	2	3,17	
	$\bar{X} \pm SD$	39,30 $\pm$ 11,81		
Giới tính	Nam	42	66,67	< 0,05
	Nữ	21	33,33	
Phương pháp điều trị trước ghép	Điều trị bảo tồn	12	19	< 0,01
	Lọc máu chu kỳ	51	81	
Thời gian lọc máu chu kỳ	< 12	19	37,25	< 0,01
	> 12	32	62,75	

Tuổi trung bình của BN là 39,30 $\pm$ 11,81. Nhóm < 40 tuổi chiếm tỷ lệ cao nhất. Tỷ lệ nam giới cao hơn so với nữ giới có ý nghĩa. Nhóm lọc máu chu kỳ chiếm ưu thế với 51 BN (81%), thời gian lọc máu chu kỳ > 12 tháng là chủ yếu (62,75%).

Bảng 2. Đặc điểm chung về các thông số siêu âm tim cơ bản trước và sau ghép thận.

Chỉ số nghiên cứu	Trước ghép	Sau ghép	p
Dd (mm)	48,76 $\pm$ 7,72	42,16 $\pm$ 4,89	< 0,01
Ds (mm)	32,02 $\pm$ 6,48	26,37 $\pm$ 5,22	< 0,01
LVEF (%)	63,17 $\pm$ 9,10	66,38 $\pm$ 7,15	< 0,01
RVDd (mm)	19,09 $\pm$ 2,80	20,32 $\pm$ 3,15	< 0,01
PAPs (mmHg)	24,92 $\pm$ 6,06	22,63 $\pm$ 3,98	< 0,01
LAVi (mL/m ²)	29,09 $\pm$ 13,12	21,35 $\pm$ 7,90	< 0,01
LASr - 2B (%)	34,40 $\pm$ 9,73	47,53 $\pm$ 8,81	< 0,01
LAScd - 2B (%)	-17,99 $\pm$ 7,71	-26,01 $\pm$ 9,93	< 0,01
LASct - 2B (%)	-16,40 $\pm$ 7,75	-21,32 $\pm$ 5,91	< 0,01
LASr - 4B (%)	33,59 $\pm$ 10,71	45,86 $\pm$ 9,20	< 0,01
LAScd - 4B (%)	-18,49 $\pm$ 8,53	-27,58 $\pm$ 8,12	< 0,01
LASct - 4B (%)	-15,10 $\pm$ 7,00	-18,40 $\pm$ 8,24	< 0,01

(Dd: Diastolic diameter; Ds: Systolic diameter; LVEF: Left ventricular ejection fraction; RVDd: Right ventricular diastolic diameter; PAPs: Pulmonary artery pressure systolic; LAVi: Left atrial volume index)

CHÀO MỪNG HỘI NGHỊ KHOA HỌC GHÉP TẠNG TOÀN QUỐC LẦN THỨ X

Dd, Ds, RVDd, EF và PAPs cũng như LAVi, sức căng nhĩ trái sau ghép cải thiện rõ rệt so với trước ghép.

Bảng 3. Đặc điểm sức căng, độ cứng thất trái trước và sau ghép thận.

Chỉ số nghiên cứu ($\bar{X} \pm SD$)	Trước ghép	Sau ghép 1 tháng	p
DWS	30,77 $\pm$ 14,08	34,13 $\pm$ 11,78	> 0,05
E/e' / LVEDV	8,75 $\pm$ 2,45	8,03 $\pm$ 3,58	< 0,05
E/LASr/LVEDV	0,31 $\pm$ 0,11	0,25 $\pm$ 0,12	< 0,05

Độ cứng của thất trái sau ghép cải thiện rõ rệt so với trước ghép khi đánh giá bằng cả 2 phương pháp Doppler mô và STE (p < 0,05).

Bảng 4. Sự biến đổi đặc điểm về sức căng và độ cứng thất trái sau ghép thận theo phương pháp điều trị trước ghép.

Chỉ số nghiên cứu ($\bar{X} \pm SD$)	Lọc máu chu kỳ (n = 51)	Điều trị bảo tồn (n = 12)	p
DWS	30,6 $\pm$ 12,1	33,2 $\pm$ 10,04	0,05
E/e' / LVEDV	8,75 $\pm$ 2,15	8,73 $\pm$ 3,06	< 0,05
E/LASr/LVEDV	0,32 $\pm$ 0,14	0,29 $\pm$ 0,12	< 0,05

Độ cứng của thất trái sau ghép ở nhóm điều trị bảo tồn thấp hơn có ý nghĩa so với nhóm lọc máu chu kỳ trước ghép.

Bảng 5. Sự biến đổi đặc điểm về sức căng và độ cứng thất trái sau ghép thận ở nhóm lọc máu chu kỳ theo thời gian lọc máu.

Chỉ số nghiên cứu ($\bar{X} \pm SD$)	≥ 12 tháng (n = 32)	< 12 tháng (n = 19)	p
DWS	35,2 $\pm$ 9,74	32,3 $\pm$ 11,8	> 0,05
E/e' / LVEDV	8,73 $\pm$ 4,12	8,62 $\pm$ 3,43	< 0,05
E/LASr/LVEDV	0,3 $\pm$ 0,14	0,32 $\pm$ 0,19	< 0,05

E/e' / LVEDV và E/LASr / LVEDV sau ghép ở nhóm lọc máu chu kỳ > 12 tháng cao hơn có ý nghĩa so với nhóm lọc máu chu kỳ < 12 tháng.

BÀN LUẬN

Trong nghiên cứu của chúng tôi, tuổi trung bình của BN là $39,30 \pm 11,81$, tỷ lệ nam giới cao hơn so với nữ giới. Trong đó, độ tuổi < 40 chiếm tỷ lệ cao nhất (53,67%), 40 - 60 tuổi chiếm 42,86%, thấp nhất là nhóm > 60 tuổi (3,17%). 51 BN ở nhóm lọc máu chu kỳ (81%) với thời gian lọc máu chu kỳ > 12 tháng là chủ yếu (62,75%). Qua nghiên cứu, chúng tôi nhận thấy sau ghép thận 1 tháng, ngoài các thông số siêu âm tim cơ bản có cải thiện, thể tích nhĩ trái (LAVi) và sức căng trữ máu, tổng máu và dẫn máu trên mặt cắt 2 buồng và 4 buồng sau ghép đều có cải thiện so với trước ghép.

Chỉ số độ cứng (SI) là chỉ số quan trọng phản ánh sự giãn nở và độ đàn hồi của cơ tim, đặc biệt liên quan đến chức năng tâm trương. Độ cứng thất trái được đánh giá bằng một số thông số, bao gồm DWS đánh giá trên siêu âm Mmode kinh điển hoặc có thể được đánh giá trên TDI bằng cách tính tỷ lệ E/e' so với thể tích cuối tâm trương thất trái (LVEDV) hoặc STE thông qua việc đánh giá sức căng nhĩ trái. Ở BN ESKD, độ cứng thất trái thường tăng cao do quá tải thể tích và áp lực do thừa dịch, THA và shunt AV (cầu nối thông động - tĩnh mạch) ở BN lọc máu chu kỳ. Quá trình hoạt hóa

hệ thần kinh giao cảm và hệ renin-angiotensin-aldosterone (RAAS) kéo dài ở các BN này cũng gây co mạch, phì đại cơ tim và xơ hóa mô kẽ. Tăng ure máu, rối loạn chuyển hóa calci-phospho và cường cận giáp thứ phát dẫn đến vôi hóa, tăng độ cứng cơ tim. Sau ghép thận 1 tháng, chức năng bài tiết đã được khôi phục, giúp giảm quá tải dịch và áp lực đổ đầy thất trái. Tình trạng THA ổn định hơn và giảm hoạt hóa hệ RAAS, giúp đảo ngược phần nào tái cấu trúc cơ tim. Tình trạng viêm hệ thống và stress oxy hóa giảm, từ đó cải thiện độ cứng thất trái. Khi nghiên cứu về độ cứng thất trái, chúng tôi chưa nhận thấy sự khác biệt về DWS trước và sau ghép ($34,13 \pm 11,78$ và $30,77 \pm 14,08$, $p > 0,05$). Độ cứng của thất trái sau ghép cải thiện rõ rệt so với trước ghép khi đánh giá bằng công thức $E/e'/LVEDV$ ($8,75 \pm 2,45$ và $8,03 \pm 3,58$, $p < 0,05$) và $E/LASr/LVEDV$ ($0,31 \pm 0,11$ và $0,25 \pm 0,12$ và $p < 0,05$). Nghiên cứu của Zile cho thấy BN mắc ESKD có rối loạn cả giai đoạn giãn chủ động và độ đàn hồi thành thất trái (những yếu tố làm tăng độ cứng thất trái) [5]. Sau ghép thận, một số nghiên cứu đã ghi nhận cải thiện chức năng tâm trương, đặc biệt trong 1 - 3 tháng đầu. Nghiên cứu của Toma cho thấy E/e' giảm rõ rệt và e' tăng sau

1 tháng ghép thận, điều này phản ánh cải thiện độ cứng thất trái [6]. Nghiên cứu trên STE so với TDI truyền thống cũng cho thấy áp lực đổ đầy thất trái ($E/e'sr$) giảm rõ rệt ($103,7 \pm 51,1$ cm xuống $72,6 \pm 35,5$ cm; $p = 0,009$), trong khi E/e' không thay đổi [7].

Ngoài ra, các yếu tố như phương pháp điều trị trước ghép cũng như thời gian lọc máu chu kỳ cũng có thể ảnh hưởng tới khả năng phục hồi độ cứng thất trái. Trong nghiên cứu của chúng tôi, $E/e'/LVEDV$ và $E/LASr/LVEDV$ sau ghép ở nhóm lọc máu chu kỳ cao hơn có ý nghĩa so với nhóm bảo tồn trước ghép. DWS giữa 2 nhóm chưa thấy sự khác biệt. Khi đánh giá về thời gian lọc máu trước ghép, độ cứng của thất trái sau ghép ở nhóm lọc máu chu kỳ > 12 tháng cao hơn có ý nghĩa so với nhóm lọc máu chu kỳ < 12 tháng khi đánh giá bằng cả 2 phương pháp TDI truyền thống và STE ($p < 0,05$). Chúng tôi chưa nhận thấy sự khác biệt về DWS giữa 2 nhóm này ($35,2 \pm 9,74$ và $32,3 \pm 11,8$, $p = 0,05$). Nghiên cứu của Choi cho thấy DWS thấp hơn và độ cứng thất trái cao hơn so với nhóm được ghép thận ở nhóm lọc máu chu kỳ. Ở nhóm sau ghép thận, khi phân tích đa biến, tác giả nhận thấy huyết áp tâm trương ($\beta = 0,43$, $p = 0,004$) và thời gian lọc

máu trước ghép ($\beta = 0,55$, $p < 0,001$) là 2 yếu tố có ý nghĩa tiên lượng tới độ cứng thất trái [8]. Điều trị bảo tồn trước ghép có tiên lượng về các biến cố tim mạch tốt hơn các BN lọc máu chu kỳ. Một nghiên cứu hồi cứu cho thấy nhóm điều trị bảo tồn trước ghép có GLS (global longitudinal strain), e' và LAS cao hơn; chỉ số E/e' , khối lượng thất trái và LAVi thấp hơn so với nhóm lọc máu chu kỳ trong thời gian dài [9]. Do đó, việc theo dõi độ cứng thất trái bằng STE nên được thực hiện định kỳ trước và sau ghép. Ghép thận sớm có thể giảm nguy cơ rối loạn chức năng tâm trương và cải thiện độ cứng thất trái. Đồng thời, nhóm lọc máu chu kỳ trong thời gian dài cần được theo dõi định kỳ siêu âm tim bao gồm đánh giá sức căng và độ cứng thất trái bằng STE. Việc đánh giá sớm và theo dõi liên tục giúp phát hiện nhóm BN có nguy cơ cao tiến triển bệnh tim mạch sau ghép, từ đó cá thể hóa điều trị và cải thiện tiên lượng.

KẾT LUẬN

Sau ghép thận 1 tháng, DWS và độ cứng thất trái đánh giá bằng cả siêu âm TDI và STE đều có xu hướng cải thiện, phản ánh sự giảm độ cứng cơ tim. Các yếu tố như phương pháp điều trị trước

ghép cũng như thời gian lọc máu chu kỳ cũng có thể ảnh hưởng đến DWS và độ cứng thất trái. Do đó, việc đánh giá sớm và định kỳ độ cứng thất trái bằng STE có thể góp phần quan trọng trong quản lý BN ghép thận, giúp cải thiện tiên lượng tim mạch lâu dài.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

1. Jankowski Joachim, Floege Jürgen, Fliser Danilo, et al. Cardiovascular disease in chronic kidney disease. *Circulation*. 2021; 143(11):1157-1172.
2. Wang C, Zhang N, Zhang L. Evaluation of Left ventricular stiffness with echocardiography. *Echocardiography*. 2024; 41(1):e15737.
3. Figueiredo Fernanda de Azevedo, Costa Admilson Lemos da, Figueiredo Flávio de Azevedo, et al. Left atrial strain: Clinical applications and prognostic implications. *ABC Imagem Cardiovascular*. 2024; 37(1).
4. Dang HNN, Luong TV, and Ho BA. Evaluation of the relationship between left atrial stiffness, left ventricular stiffness, and left atrioventricular coupling index in type 2 diabetes patients: A speckle tracking echocardiography study. *Front. C. Frontiers. p. Med*. 2024; 11:1372181.
5. Zile MR, Baicu CF, Gaasch WH. Diastolic heart failure-abnormalities in active relaxation and passive stiffness of the left ventricle. *N Engl J Med*. 2004; 350(19):1953-1959.
6. Toma A, Kramer A, Berger S, et al. Improvement of cardiac function after successful kidney transplantation: A prospective echocardiographic study. *Transplant Proc*. 2012; 44(7):2024-2027.
7. Lassen MCH, Qasim A, Webber A. The effect of kidney transplantation on left ventricular remodeling and global diastolic strain rate in end-stage renal disease. *Echocardiography*. Nov 2021; 38(11):1879-1886.
8. Choi AW, Fong NC, Li VW. Left ventricular stiffness in paediatric patients with end-stage kidney disease. *Pediatr Nephrol*. Jun 2020; 35(6):1051-1060.
9. Obremska M, Kamińska D, Krawczyk M. Impact of different approaches to kidney transplant with and without chronic hemodialysis on cardiac function and morphology: A case-control study. *J Clin Med*. 2021; 10(17):3913.