

Nghiên cứu sự biến đổi hình thái, chức năng thất phải bằng siêu âm tim trước và sau lọc máu ở bệnh nhân suy thận mạn tính giai đoạn cuối

Research on the morphology and function of the right ventricle pre- and post-dialysis by echocardiography in patients with end-stage renal disease

Phạm Thế Thọ*, Phạm Thái Giang*, Trần Thái Hà*,
Nguyễn Văn Cường*, Phạm Văn Chính*,
Nguyễn Thị Thu Hoài**

*Bệnh viện Trung ương Quân đội 108,
**Bệnh viện Bạch Mai

Tóm tắt

Mục tiêu: Đánh giá sự biến đổi một số chỉ số kích thước, chức năng thất phải (RV) bằng siêu âm tim (SAT) trước và sau cuộc lọc máu ở bệnh nhân suy thận mạn (STM). **Đối tượng và phương pháp:** Nghiên cứu tiến cứu, mô tả cắt ngang; 71 bệnh nhân STM lọc máu chu kỳ (LMCK) điều trị tại Khoa Thận-Lọc máu, bệnh viện Trung ương Quân đội (TƯQĐ) 108. Đánh giá các chỉ số siêu âm RV trước và sau lọc máu bằng các kỹ thuật: Siêu âm TM, Doppler xung, Doppler mô, siêu âm đánh dấu mô 2D. **Kết quả:** Các chỉ số đánh giá kích thước RV trên siêu âm giảm rõ rệt sau lọc máu: Giảm RV, RVOT, EDA, ESA ($p < 0,01$). Các chỉ số đánh giá chức năng tâm thu sau lọc: Tăng chỉ số Tei RV ($0,49 \pm 0,06$ so với $0,39 \pm 0,07$, $p < 0,01$), TAPSE, S', RV GLS (%) và RVFW LS (%) giảm rõ rệt ($p < 0,01$). Các chỉ số đánh giá chức năng tâm trương sau lọc: Vận tốc các sóng E, A, E', A', tỷ số E/A, E'/A' giảm rõ rệt ($p < 0,01$); tăng thời gian giảm tốc sóng E ($p < 0,01$). **Kết luận:** Ở bệnh nhân bệnh thận giai đoạn cuối, các thông số hình thái và chức năng RV trên SAT bị ảnh hưởng rõ rệt bởi lọc máu.

Từ khóa: Siêu âm tim, hình thái và chức năng thất phải, suy thận mạn, lọc máu chu kỳ.

Summary

Objective: To assess the changes on the morphology and function of the right ventricle pre- and post-dialysis by echocardiography in patients with end stage renal disease. **Subject and method:** Prospective cross-sectional studies; 71 end-stage renal disease patients treated in the Nephrology and Dialysis department in 108 Military Central Hospital. Echocardiography methods: Two-dimensional echocardiography; Doppler echocardiography; 2D speckle tracking echocardiography. **Result:** The changes on the right ventricular parameters after dialysis: RV, RVOT, EDA, ESA parameters decreased significantly ($p < 0.01$). The RV systolic function after dialysis: Tei RV index increased (0.49 ± 0.06 compared to 0.39 ± 0.07 ; $p < 0.01$); TAPSE, S', RV GLS (%) and RVFW LS (%) decreased significantly ($p < 0.01$). The RV diastolic function after dialysis: E, A, E', A' waves velocity, E/A, E'/A' ratio decreased significantly ($p < 0.01$); the deceleration time of E wave ($p < 0.01$) increased. **Conclusion:** In patients with end-stage renal disease, RV morphology and function parameters on echocardiography had been markedly affected by dialysis.

Keywords: Echocardiography, right ventricular morphology and function, chronic renal failure, dialysis.

Ngày nhận bài: 10/10/2020, ngày chấp nhận đăng: 15/11/2020

Người phản hồi: Phạm Thế Thọ, Email: thonhhtk@gmail.com - Bệnh viện TWQĐ 108

1. Đặt vấn đề

Chức năng RV có vai trò quan trọng trong nhiều bệnh lý tim mạch, đồng thời là một yếu tố tiên lượng tử vong độc lập. Việc xác định sớm các rối loạn chức năng RV có tầm quan trọng to lớn trong thực hành lâm sàng. SAT nổi lên như là một kỹ thuật đơn giản, linh hoạt, thực hiện dễ dàng, nhanh chóng, có thể lặp lại nhiều lần, thực hiện ngay tại giường bệnh nhân để thuận tiện cho việc chẩn đoán và theo dõi ở nhiều bệnh viện [4].

Kích thước và chức năng RV khá nhạy với sự thay đổi về thể tích cũng như áp lực do cấu trúc giải phẫu đặc biệt và sinh lý cũng khác nhiều so với thất trái. Do đó, chúng tôi muốn tìm hiểu các thông số SAT đánh giá RV thay đổi như thế nào trên nhóm bệnh nhân có sự thay đổi đáng kể, nhanh chóng thể tích tuần hoàn. Nghiên cứu ở bệnh nhân suy thận mạn (STM) giai đoạn cuối ngay trước và sau chạy thận nhân tạo có thể sẽ đáp ứng mục tiêu này. Với mong muốn đó, chúng tôi tiến hành đề tài này nhằm mục tiêu: *Nghiên cứu sự biến đổi một số chỉ số hình thái, chức năng thất phải bằng siêu âm tim trước và sau cuộc lọc máu ở bệnh nhân suy thận mạn tính giai đoạn cuối.*

2. Đối tượng và phương pháp

2.1. Đối tượng

Gồm 71 bệnh nhân STM lọc máu chu kỳ (LMCK) điều trị tại Khoa Thận - Lọc máu, Bệnh viện TWQĐ 108.

3. Kết quả

Tiêu chuẩn lựa chọn

LMCK, nhịp xoang, chức năng tâm thu thất trái bình thường.

Tiêu chuẩn loại trừ

Bệnh nhân suy tim tâm thu, bệnh lý van tim đáng kể (hẹp hoặc hở van tim mức độ vừa trở lên), bệnh màng ngoài tim, rung nhĩ, thiếu máu cơ tim cấp tính, tắc mạch phổi cấp hoặc mạn tính, bệnh lý tim bẩm sinh (thông liên nhĩ, thông liên thất, tồn tại ống động mạch...), bệnh phổi mạn tính.

Thời gian nghiên cứu: Từ tháng 12/2019 đến 07/2020.

2.2. Phương pháp

Nghiên cứu tiến cứu, mô tả, cắt ngang, so sánh trước lọc và sau lọc máu.

Tất cả các đối tượng được thăm khám lâm sàng và tiến hành các xét nghiệm cận lâm sàng, siêu âm ngay trước lọc và sau lọc máu. Thời gian siêu âm trước lọc và sau lọc không quá 1 giờ so với thời điểm lọc máu.

Các kỹ thuật SAT áp dụng trong nghiên cứu: Siêu âm thường quy, siêu âm Doppler mô và Doppler xung, siêu âm 2D đánh dấu mô (sử dụng phần mềm Qlab 13.0 của hãng philips đánh giá tự động).

2.3. Xử lý số liệu

Sử dụng phần mềm SPSS 20.0, Medcalc và Excel 2010 với các thuật toán thống kê ứng dụng trong y học.

Bảng 1. Một số đặc điểm chung đối tượng nghiên cứu

Đặc điểm		Số lượng (n = 71)	Tỷ lệ %
Tuổi (năm)	$\bar{X} \pm SD$	64,46 $\pm$ 12,10	
Giới	Nam	43	60,6
	Nữ	28	39,4
Nguyên nhân suy thận	Viêm cầu thận mạn (VCTM)	48	67,6
	Viêm thận - bể thận mạn (VT-BTM)	10	14,1
	Đái tháo đường (ĐTĐ)	8	11,3
	Nguyên nhân khác	5	7,0

Tuổi trung bình đối tượng nghiên cứu $64,46 \pm 12,10$ năm; nam chiếm tỷ lệ đa số 60,6%; tỷ lệ nam/nữ = 1,5/1. Nguyên nhân suy thận: VCTM 67,5%; VT-BTM 14,1%; ĐTĐ 11,3%.

Bảng 2. Kích thước thất phải trên siêu âm tim trước và sau lọc máu

Kích thước thất phải ($\bar{X} \pm SD$)	Trước lọc máu (n = 71)	Sau lọc máu (n = 71)	p
RVD1 (mm)	33,96 $\pm$ 3,78	27,72 $\pm$ 3,33	<0,01
RVD2 (mm)	21,80 $\pm$ 2,84	17,77 $\pm$ 2,73	<0,01
RVD3 (mm)	64,03 $\pm$ 5,81	58,13 $\pm$ 6,08	<0,01
RVOT Prox (mm)	23,72 $\pm$ 2,03	22,20 $\pm$ 1,79	<0,01
RVOT Distal (mm)	20,97 $\pm$ 2,26	19,61 $\pm$ 2,16	<0,01
ESA (cm ²)	7,10 $\pm$ 1,58	5,35 $\pm$ 1,14	<0,01
EDA (cm ²)	13,42 $\pm$ 1,61	9,94 $\pm$ 1,38	<0,01

Các chỉ số đánh giá kích thước RV trên siêu âm giảm rõ rệt sau lọc máu: Kích thước vùng nền (RV1), vùng giữa (RVD2), trục dọc (RVD3), vùng đường ra (RVOT), diện tích cuối tâm trương (EDA), diện tích cuối tâm thu (ESA) đều giảm so với sau lọc ($p < 0,01$).

Bảng 3. Chức năng tâm thu RV trước và sau lọc máu

Chức năng tâm thu RV	Trước lọc máu (n = 71)	Sau lọc máu (n = 71)	p
TAPSE (mm)	20,66 $\pm$ 1,91	17,72 $\pm$ 1,50	<0,01
Chỉ số Tei RV	0,39 $\pm$ 0,07	0,49 $\pm$ 0,06	<0,01
S' (cm/s)	13,67 $\pm$ 1,57	11,71 $\pm$ 1,83	<0,01
RV GLS (%)	-23,56 $\pm$ 3,44	-18,85 $\pm$ 4,02	<0,01
RVFW LS (%)	-28,27 $\pm$ 3,41	-23,58 $\pm$ 3,92	<0,01

Các thông số trên siêu âm đánh giá chức năng tâm thu RV sau lọc máu đều biến đổi so với trước lọc máu: Chỉ số Tei RV trước lọc 0,39 $\pm$ 0,07; tăng sau lọc 0,49 $\pm$ 0,06 ($p < 0,01$). TAPSE (chỉ số vận động vòng van ba lá kỳ tâm thu), S' (vận tốc sóng tâm thu vòng van ba lá phía bên đo bằng Doppler mô) đều giảm rõ rệt ($p < 0,01$). Các chỉ số siêu âm 2D đánh dấu mô: Sức căng toàn bộ thất phải - RV GLS (%) và sức căng thành tự do thất phải - RVFW LS (%) tăng sau lọc ($p < 0,01$).

Bảng 4. Chức năng tâm trương thất phải trước và sau lọc máu

Chức năng tâm trương RV	Trước lọc máu (n = 71)	Sau lọc máu (n = 71)	p
E (cm/s)	70,99 $\pm$ 9,84	55,52 $\pm$ 8,62	<0,01
A (cm/s)	56,58 $\pm$ 7,19	49,35 $\pm$ 7,05	<0,01
E/A	1,27 $\pm$ 0,21	1,14 $\pm$ 0,23	<0,01
DT (ms)	220,41 $\pm$ 16,68	249,99 $\pm$ 17,28	<0,01
E' (cm/s)	13,50 $\pm$ 2,36	10,28 $\pm$ 1,47	<0,01
A' (cm/s)	15,96 $\pm$ 1,89	15,05 $\pm$ 1,89	<0,01
E'/A'	0,85 $\pm$ 0,12	0,69 $\pm$ 0,07	<0,01

DT: Thời gian giảm tốc sóng E. E: Sóng đổ đầy thất phải đầu tâm trương đo bằng Doppler xung. A: Sóng đổ đầy thất phải cuối tâm trương do nhĩ thu đo bằng Doppler xung. E': Sóng đổ đầy đầu tâm trương đo

bằng Doppler mô. A': Sóng đồ đầy thất phải cuối tâm tương do nhĩ thu đo bằng Doppler mô.

Các chỉ số đánh giá chức năng tâm trương trên SAT trước và sau lọc: Vận tốc các sóng E, A, E', A', tỷ số E/A, E'/A' giảm rõ sau lọc máu ($p < 0,01$). Thời gian giảm tốc sóng E sau lọc $249,99 \pm 17,28$ ms; tăng so với trước lọc ($p < 0,01$).

4. Bàn luận

4.1. Đặc điểm chung đối tượng nghiên cứu

Tuổi trung bình đối tượng nghiên cứu $64,46 \pm 12,10$ năm; đa số là bệnh nhân trung và cao tuổi. Nghiên cứu của chúng tôi cao hơn một số nghiên cứu trong nước, nghiên cứu của tác giả Nguyễn Hữu Dũng (2014), tuổi trung bình $45,6 \pm 14,5$ năm; nhưng tương đồng với một số nghiên cứu nước ngoài. Nghiên cứu của Maria Pippias năm 2017, báo cáo tổng kết về thực trạng bệnh nhân suy thận lọc máu chu kỳ và ghép thận tại các nước châu Âu. Tại thời điểm lần đầu bệnh nhân được chẩn đoán bệnh thận mạn tính, hơn 50% bệnh nhân ≥ 65 tuổi [1].

Tỷ lệ nam/nữ trong nghiên cứu của chúng tôi là 1,5/1; nam chiếm tỷ lệ đa số 60,6%. Nghiên cứu tác giả Nguyễn Hữu Dũng (2014), nam giới chiếm 57,1% [2]. Tuy nhiên, kết quả này lại thấp hơn so với nghiên

cứu của tác giả Nguyễn Thanh Xuân (2017), tỷ lệ nam/nữ 3,52/1. Sự khác biệt về tỷ lệ giới giữa các nghiên cứu ngoài tính ngẫu nhiên trong lựa chọn mẫu nghiên cứu, ngoài ra cũng do cơ cấu nghề nghiệp.

Nghiên cứu của chúng tôi, nguyên nhân chủ yếu dẫn đến suy thận của đối tượng nghiên cứu là VCTM (67,6%); nguyên nhân do ĐTĐ chỉ chiếm hàng thứ 3 (11,3%). Nguyên nhân do THA và các nguyên nhân khác chỉ chiếm tỷ lệ thấp. Ở Hoa Kỳ và các nước phát triển nguyên nhân hàng đầu là do ĐTĐ, chiếm 35 - 45%, sau đó đến THA 25% - 27%, do VCTM 8 - 10%, các nguyên nhân khác khoảng 19% [3]. Trái lại, ở các nước đang phát triển nguyên nhân hàng đầu là do VCTM và bệnh lý ống kẽ thận, đặc biệt các bệnh lý viêm thận bể thận sau sỏi đường niệu, trong khi đó đái tháo đường từ 9,1 đến 29,9%, tăng huyết áp từ 13 đến 21% [3].

4.2. Biến đổi các chỉ số siêu âm đánh giá kích thước thất phải trước và sau lọc máu

Kết quả nghiên cứu của chúng tôi, kích thước RV giảm rõ rệt sau lọc máu ($p < 0,01$); RVWT giảm sau lọc ($p > 0,05$). So sánh với một số nghiên cứu khác khảo sát kích thước RV trên siêu âm 2D tương tự nghiên cứu của chúng tôi:

Bảng 5. Biến đổi một số chỉ số kích thước thất phải trước và sau lọc máu

Kích thước RV	Nghiên cứu Serkan Ünlü (2017) [5]			Nghiên cứu Serkan Ünlü (2019) [6]		
	Trước lọc	Sau lọc	p	Trước lọc	Sau lọc	p
RVD1 (cm)	$3,4 \pm 0,6$	$2,7 \pm 0,5$	$<0,01$	$3,3 \pm 0,6$	$2,5 \pm 0,5$	$<0,01$
RVD2 (cm)	$2,1 \pm 0,5$	$1,8 \pm 0,4$	$<0,01$	$2,1 \pm 0,4$	$1,7 \pm 0,4$	$<0,01$
RVD3 (cm)	$6,4 \pm 0,8$	$5,8 \pm 0,8$	$<0,01$	$6,3 \pm 0,7$	$5,7 \pm 0,7$	$<0,01$
ESA (cm ²)	$7,05 \pm 2,0$	$5,9 \pm 3,0$	$<0,01$	$7,2 \pm 1,7$	$5,4 \pm 1,9$	$<0,01$
EDA (cm ²)	$13,7 \pm 3,0$	$10,1 \pm 2,8$	$<0,01$	$13,7 \pm 3,1$	$9,9 \pm 2,1$	$<0,01$

Như vậy, nghiên cứu của chúng tôi và tác giả Serkan Ünlü đều ghi nhận kích thước RV giảm có ý nghĩa sau lọc máu ($p < 0,01$). Chỉ số bề dày thành RV thay đổi chưa có ý nghĩa thống kê.

Bệnh nhân chạy thận nhân tạo có tình trạng quá tải dịch do thận mất chức năng. Quá tải thể tích có thể ảnh hưởng đến chức năng, biến đổi hình thái

của các buồng tim. Do đó, mục tiêu quan trọng của quá trình chạy thận nhân tạo là điều chỉnh quá tải dịch lọc để đạt được trọng lượng khô của bệnh nhân. Trong quá trình lọc máu, lượng dịch dư thừa trên cơ thể bệnh nhân sẽ được loại bớt khỏi cơ thể, nên kết quả siêu âm có thể sẽ thay đổi. Sự thay đổi về thể tích, dẫn đến thay đổi các buồng tim, các chỉ

số đánh giá kích thước sau lọc giảm hơn so với trước lọc là một vấn đề dễ chấp nhận. Bên cạnh sự thay đổi thể tích, tốc độ thay đổi dịch lọc hay đường lọc máu có thật sự ảnh hưởng đến kích thước RV. Hiện tại rất ít nghiên cứu đề cập đến vấn đề này. Gần đây nghiên cứu của tác giả Serkan Ünlü (2019) so sánh sự biến đổi RV với tốc độ lọc. Với điểm cut-off của tốc độ lọc là 13mL/kg/h, tác giả nhận thấy sự thay đổi kích thước RV ở nhóm có tốc độ dịch lọc cao dường như không khác biệt so với nhóm tốc độ dịch lọc thấp hơn; sự khác biệt chỉ rõ rệt qua siêu âm 2D đánh dấu mô [6]. Nghiên cứu Evrim Kargin Çakıcı (2020), so sánh biến đổi hình RV phải trên đối tượng là thanh thiếu niên (10 - 19 tuổi), được chia thành 2 nhóm, nhóm LMCK qua cầu nối AVF và nhóm lọc máu qua catheter (permanent hemodialysis catheter). Trong thời gian theo dõi và đánh giá 1 năm, nhóm lọc máu qua cầu nối AVF, biến đổi kích thước RV cao hơn hơn so với nhóm lọc máu qua catheter, thể tích cuối tâm thu và tâm trương RV thì ngược lại; bên cạnh đó, chức năng tâm thu RV thông qua chỉ số TAPSE cũng giảm rõ rệt so với nhóm lọc máu qua catheter [7].

4.3. Biến đổi chức năng thất phải trước và sau lọc máu

Nghiên cứu của tác giả Mehmet Akkaya năm 2012, khi so sánh biến đổi các chỉ số siêu âm trước lọc máu và sau lọc máu trên bệnh nhân suy thận. Kết quả: trên bệnh nhân suy thận, sau lọc máu ghi nhận giảm đáng kể vận tốc sóng E ($68 \pm 13\text{cm/s}$ và $56 \pm 12\text{cm/s}$; $p < 0,0001$); vận tốc sóng E' ($11,3 \pm 3,4\text{cm/s}$ và $8,8 \pm 2,5\text{cm/s}$; $p < 0,0001$); tỷ lệ E'/A' ($0,84 \pm 0,44$ và $0,69 \pm 0,35$; $p = 0,07$); trong khi đó biến đổi các chỉ số như vận tốc sóng A, S', A', RV MPI không thực sự rõ ràng ($p < 0,05$) [8]. Thông qua kết quả nghiên cứu nghiên cứu này, tác giả đưa ra kết luận chức năng tâm thu RV (đánh giá qua vận tốc S' và RV MPI) không phụ thuộc vào tình trạng quá tải dịch trước lọc máu, trong khi đó chức năng tâm trương RV thì ngược lại. Mặc dù, chỉ số TAPSE trong nghiên cứu của tác giả Mehmet Akkaya tăng lên rõ rệt sau lọc ($1,84 \pm 0,34\text{cm}$ trước lọc máu và $2,03 \pm 0,20\text{cm}$ sau lọc máu; $p = 0,006$).

Kết quả nghiên cứu của chúng tôi cho thấy, chức năng RV bao gồm cả chức năng tâm thu và tâm trương nhìn chung đều thay đổi rõ rệt sau lọc máu, chúng tôi chức năng tâm RV phụ thuộc khá nhiều vào tình trạng quá tải thể tích trước lọc. Nghiên cứu của tác giả Serkan Ünlü (2017) [5] cũng cho kết quả khá tương đồng với nghiên cứu của chúng tôi. Tìm hiểu sự khác nhau giữa nghiên cứu của chúng tôi hay nghiên cứu của Serkan Ünlü so với tác giả Mehmet Akkaya; chúng tôi nhận thấy về xu hướng tăng giảm các chỉ số sau lọc đều khá tương đồng, khác biệt chủ yếu là có ý nghĩa thống kê hoặc không có ý nghĩa thống kê. Điều này được giải thích thứ nhất có thể do cỡ mẫu nghiên cứu (nghiên cứu của Mehmet Akkaya nhỏ - chỉ có tiến hành trên 43 bệnh nhân); thứ hai tập trung trên nhóm bệnh nhân suy thận có đái tháo đường, bệnh nhân có thể có nhiều bệnh lý tim mạch kết hợp, ảnh hưởng đến kết quả siêu âm đánh giá RV (không loại trừ đối tượng nghiên cứu có rối loạn thất trái từ trước khi nghiên cứu).

Nghiên cứu của tác giả Abdurrahman Akyüz năm 2014, đánh giá sau lọc trên 30 đối tượng STM tính; trên kỹ thuật siêu âm Doppler mô; vận tốc sóng S' đặc trưng cho chức năng tâm thu RV không thay đổi so với trước lọc ($p = 0,919$). Tuy nhiên, trên kỹ thuật siêu âm 2D thường quy, chỉ số RV FAC, Tei, và TAPSE lại tăng lên đáng kể sau lọc ($p < 0,001$) [9].

Các biến đổi về chức năng RV trên siêu âm trước và sau cuộc lọc, có sự khác biệt giữa các nghiên cứu ngoài vấn đề do cách tiếp cận đối tượng và phương pháp trong từng nghiên cứu, còn phụ thuộc về chính kỹ thuật và sử dụng thông số nào trên siêu âm để đánh giá. Việc khẳng định chỉ số nào hay phương pháp siêu âm nào là tối ưu để đánh giá RV là vấn đề còn rất nhiều tranh luận và cần được tiếp tục nghiên cứu.

5. Kết luận

Nghiên cứu 71 bệnh nhân STM LMCK điều trị tại Khoa Thận-Lọc máu, Bệnh viện TWQĐ 108 từ tháng 12/2019 đến tháng 7/2020, chúng tôi rút ra kết luận sau: Các chỉ số đánh giá kích thước RV (RVD1, RVD2, RVD3, RVOT, EDA, ESA) trên siêu âm giảm; Tei mô RV tăng lên; TAPSE, S', RV GLS (%) và

RVFW LS (%) giảm; vận tốc các sóng E, A, E', A', tỷ số E/A, E'/A' giảm; DT tăng sau cuộc lọc máu chu kỳ.

Tài liệu tham khảo

1. Pippias M, Kramer A, Noordzij M et al (2017) *The european renal association - european dialysis and transplant association registry annual report 2014: A summary*. Clinical kidney journal 10(2): 154-169.
2. Nguyễn Hữu Dũng (2014) *Nghiên cứu nồng độ beta 2-microglobulin máu ở bệnh nhân suy thận mạn tính lọc máu chu kỳ*. Luận án Tiến sỹ Y học, Học viện Quân y.
3. Szczech LA (2009) *World kidney day: Problems and challenges in the emerging epidemic of kidney disease*. J Am Soc Nephrol 20: 453-455,
4. Lang RM, Badano LP, Mor-Avi V et al (2015) *Recommendations for cardiac chamber quantification by echocardiography in adults: an update from the American Society of Echocardiography and the European Association of Cardiovascular Imaging*. J Am Soc Echocardiogr 28(1): 1-39.
5. Ünlü S, Şahinarslan A, Gökalp G et al (2017) *The impact of volume overload on right heart function in end-stage renal disease patients on hemodialysis*. Echocardiography 35.
6. Ünlü S, Pagourelas E, Sezenöz B et al (2019) *Higher ultrafiltration rate is associated with right ventricular mechanical dispersion*. The Anatolian Journal of Cardiology 21.
7. Çakıcı EK, Çakıcı M, Gümüş F et al (2020) *Effects of hemodialysis access type on right heart geometry in adolescents*. The Journal of Vascular Access 1129729819897454.
8. Akkaya M, Erdoğan E, Sağ S et al (2012) *The effect of hemodialysis on right ventricular functions in patients with end-stage renal failure*. Anadolu Kardiyol Derg 12(1): 5-10.
9. Akyüz A, Yıldız A, Akıl MA et al (2014) *Assessment of right ventricular systolic function in patients with chronic renal failure before and after hemodialysis by means of various echocardiographic modalities*. Archives of the Turkish Society of Cardiology 42(8): 717-725