

Состояние систолической и диастолической функций миокарда у больных с синдромом обструктивного апноэ сна тяжелой степени и их динамика при проведении СИПАП-терапии

А.Н. Кучмин, В.В. Екимов, А.А. Казаченко✉, М.Б. Нагорный, Е.П. Галова, К.Б. Евсюков, У.Д. Пухова

ФГБВОУ ВО «Военно-медицинская академия им. С.М. Кирова» Минобороны России, Санкт-Петербург, Россия

Аннотация

Цель. Оценить изменение показателей систолической и диастолической функций миокарда у пациентов с синдромом обструктивного апноэ сна (СОАС) тяжелой степени до и после СИПАП-терапии (от англ. Continuous Positive Airway Pressure).

Материалы и методы. Проведено обследование 48 пациентов с тяжелой степенью СОАС в возрасте 45–74 лет. Всем пациентам выполнялись анкетирование, эхокардиография с тканевой доплерографией, спекл-трекинг эхокардиография. По окончании трехмесячного курса СИПАП-терапии пациентам проводили повторное обследование с последующим сравнительным анализом полученных данных.

Результаты. У пациентов с СОАС тяжелой степени после проведения СИПАП-терапии достоверно возросли фракция выброса левого желудочка, амплитуда систолического смещения фиброзного кольца трикуспидального клапана (TAPSE), что свидетельствовало о повышении сократительной способности миокарда желудочков. Проводимая СИПАП-терапия оказывала положительное влияние на состояние диастолической функции миокарда обоих желудочков, что проявлялось в увеличении соотношения пиковых скоростей раннего и позднего трансмитрального и транстрикуспидального диастолического потоков. В динамике снизились скорость транстрикуспидальной регургитации и систолическое давление в легочной артерии.

Заключение. Применение СИПАП-терапии улучшает систолическую и диастолическую функцию сердца, приводит к снижению систолического давления в легочной артерии у пациентов с СОАС тяжелой степени. Полученные результаты обосновывают важность раннего начала СИПАП-терапии в комплексном лечении больных с СОАС.

Ключевые слова: синдром обструктивного апноэ сна, кардиореспираторное мониторирование, эхокардиография, спекл-трекинг, продольная деформация, сегменты миокарда, СИПАП-терапия

Для цитирования: Кучмин А.Н., Екимов В.В., Казаченко А.А., Нагорный М.Б., Галова Е.П., Евсюков К.Б., Пухова У.Д. Состояние систолической и диастолической функций миокарда у больных с синдромом обструктивного апноэ сна тяжелой степени и их динамика при проведении СИПАП-терапии. *Consilium Medicum*. 2023;25(1):52–56. DOI: 10.26442/20751753.2023.1.202163

© ООО «КОНСИЛИУМ МЕДИКУМ», 2023 г.

ORIGINAL ARTICLE

The state of systolic and diastolic myocardial functions in patients with severe obstructive sleep apnea and their dynamics during CPAP therapy

Alexey N. Kuchmin, Vitaliy V. Ekimov, Alexandr A. Kazachenko✉, Mikhail B. Nagorny, Elena P. Galova,

Konstantin B. Evsyukov, Uliana D. Pukhova

Kirov Military Medical Academy, Saint Petersburg, Russia

Abstract

Aim. To evaluate the change in the parameters of systolic and diastolic myocardial functions in patients with severe obstructive sleep apnea (OSA) syndrome before and after CPAP therapy.

Materials and methods. Forty eight patients with severe OSA aged 45–74 years were examined. All patients underwent questionnaires, echocardiography with tissue Dopplerography, speckle-tracking echocardiography. At the end of the three-month course of CPAP therapy, the patients were re-examined, followed by a comparative analysis of the data obtained.

Results. In patients with severe OSA after CPAP therapy, the ejection fraction of the left ventricle and the amplitude of systolic displacement of the fibrous ring of the tricuspid valve significantly increased, which indicated an increase in the relative capacity of the ventricular myocardium. The performed CPAP therapy had a positive effect on the diastolic function of the myocardium of both ventricles, which was manifested in an increase in the ratio of peak rates of early and late transmitral and transtricuspidal diastolic flows. The rate of transtricuspidal regurgitation and systolic pressure in the pulmonary artery decreased in dynamics.

Conclusion. The use of CPAP therapy improves systolic and diastolic heart function, leads to a decrease in systolic pressure in the pulmonary artery in patients with severe OSA. The results obtained substantiate the importance of early initiation of CPAP therapy in the complex treatment of patients with OSA.

Keywords: obstructive sleep apnea syndrome, cardiorespiratory monitoring, echocardiography, speckle tracking, longitudinal deformation, myocardial segments, CPAP therapy

For citation: Kuchmin AN, Ekimov VV, Kazachenko AA, Nagorny MB, Galova EP, Evsyukov KB, Pukhova UD. The state of systolic and diastolic myocardial functions in patients with severe obstructive sleep apnea and their dynamics during CPAP therapy. *Consilium Medicum*. 2023;25(1):52–56. DOI: 10.26442/20751753.2023.1.202163

Информация об авторах / Information about the authors

✉ **Казаченко Александр Александрович** – канд. мед. наук, доц. каф. пропедевтики внутренних болезней ФГБВОУ ВО «Военно-медицинская академия им. С.М. Кирова». E-mail: kazachenko.alex@gmail.com; ORCID: 0000-0002-4578-7893

Кучмин Алексей Николаевич – д-р мед. наук, проф., зав. каф. пропедевтики внутренних болезней ФГБВОУ ВО «Военно-медицинская академия им. С.М. Кирова», засл. врач РФ. E-mail: kuchmin.63@mail.ru; ORCID: 0000-0003-2888-9625

✉ **Alexandr A. Kazachenko** – Cand. Sci. (Med.), Kirov Military Medical Academy. E-mail: kazachenko.alex@gmail.com; ORCID: 0000-0002-4578-7893

Alexey N. Kuchmin – D. Sci. (Med.), Prof., Kirov Military Medical Academy. E-mail: kuchmin.63@mail.ru; ORCID: 0000-0003-2888-9625

Введение

На сегодняшний день накоплено большое количество доказательств, подтверждающих связь между синдромом обструктивного апноэ сна (СОАС) и сердечно-сосудистыми заболеваниями (ССЗ). Повышенный риск развития ССЗ при СОАС сохраняется после коррекции основных сердечно-сосудистых факторов риска, таких как гиперхолестеринемия, артериальная гипертензия, ожирение и др. [1, 2]. СОАС неблагоприятно влияет на структуру и функцию сердечно-сосудистой системы посредством различных механизмов, таких как прерывистая гипоксия, фрагментация сна и выраженные колебания внутригрудного давления. Эти механизмы приводят к симпатической активации, воспалению и окислительному стрессу, что может вызвать клинические последствия СОАС, такие как артериальная гипертензия, ишемическая болезнь сердца, сердечная недостаточность (СН) и цереброваскулярные заболевания [3, 4].

Одним из патофизиологических механизмов, связывающих СОАС и ССЗ, является внутригрудное давление, в результате изменения которого увеличиваются венозный возврат и объем правых камер сердца. Изменение внутрижелудочкового давления увеличивает нагрузку на сердечную стенку (постнагрузку) и предсердия, что приводит к ремоделированию камер сердца [5, 6].

Трансторакальная эхокардиография является широко распространенным неинвазивным методом визуализации структурно-функционального состояния миокарда. Он помогает в диагностике, стратификации риска и прогнозировании множества сердечных заболеваний [7, 8]. Но, несмотря на все достоинства, данный метод обладает низкой информативностью для диагностики ранних нарушений как систолической, так и диастолической функций сердца.

Появившийся в последние годы метод анализа деформации миокарда с отслеживанием спектров позволяет выявить на ранней стадии малозаметные функциональные изменения миокарда. Глобальная продольная деформация (ГПД) представляет собой анализ деформации миокарда, который преимущественно отражает сократимость субэндокардиальных продольно ориентированных волокон, наиболее подверженных ишемическому повреждению и напряжению стенки. Следовательно, данный метод может демонстрировать аномальные паттерны сокращений при нормальных показателях фракции выброса (ФВ) левого желудочка (ЛЖ) [9, 10]. В клинических исследованиях достоверно изучено, что оценка ЛЖ с помощью ГПД позволяет выявлять лиц с высоким риском будущих сердечно-сосудистых событий и что ее прогностическое значение не зависит от ФВ ЛЖ, а дополняет ее [11–13].

Эхокардиография с дополнительной оценкой деформации миокарда у пациентов с СОАС тяжелой степени до и после применения СИПАП-терапии до настоящего времени широко не использовалась. В нашей работе мы изучили современные возможности ультразвуковых методов исследования сердца у пациентов с СОАС тяжелой степени, в том числе влияние СИПАП-терапии на показатели систолической и диастолической функций обоих желудочков.

Целью исследования явилась оценка показателей систолической и диастолической функций желудочков у больных с СОАС тяжелого течения и их динамики при проведении СИПАП-терапии.

Материалы и методы

Исследование выполнено в клинике пропедевтики внутренних болезней ФГБВОУ ВО «Военно-медицинская академия им. С.М. Кирова». В начале обследования все пациенты дали добровольное подписанное информированное согласие на участие в исследовании. В исследовании участвовали 48 пациентов с тяжелой формой СОАС (индекс апноэ/гипопноэ – ИАГ более 30 в час) в возрасте от 45 до 74 лет, которым проведена СИПАП-терапия.

Диагноз СОАС устанавливался методом кардиореспираторного мониторинга. Критериями исключения являлись: тяжелая сердечно-сосудистая патология (ишемическая болезнь сердца, хроническая СН с низкой ФВ ЛЖ), заболевание легких (хроническая обструктивная болезнь легких, бронхиальная астма), острое нарушение мозгового кровообращения, тромбоэмболия легочной артерии, отказ от участия в исследовании.

Кардиореспираторное мониторирование проводилось с помощью комбинированного монитора фирмы «Кардиотехника-07-3/12Р» («Инкарт», Санкт-Петербург). Устройство регистрировало следующие показатели: носовой поток воздуха, насыщение крови кислородом, ЭКГ, экскурсии груди и живота, что необходимо для дифференциации обструктивного и центрального апноэ. Исследования сна продолжительностью менее 3 ч с удовлетворительной записью сигнала считались недействительными и исключались из анализа.

Апноэ определяли как полное прекращение воздушно-го потока на ≥ 10 с (обструктивное, если присутствовало торакоабдоминальное движение, и центральное, если торакоабдоминальное движение отсутствовало). Гипноэ определяли как снижение воздушно-го потока или дыхательных усилий до $< 50\%$ от исходного уровня в течение не менее 10 с, связанное с десатурацией кислорода. Кислородная десатурация рассматривалась как снижение $SpO_2 > 4\%$.

Екимов Виталий Викторович – майор мед. службы, адъюнкт каф. пропедевтики внутренних болезней ФГБВОУ ВО «Военно-медицинская академия им. С.М. Кирова». E-mail: v.ekimov2012@mail.ru; ORCID: 0000-0003-3750-4301

Нагорный Михаил Борисович – канд. мед. наук, доц. каф. пропедевтики внутренних болезней ФГБВОУ ВО «Военно-медицинская академия им. С.М. Кирова». E-mail: ilikedm@mail.ru; ORCID: 0000-0002-5542-0948

Галова Елена Петровна – врач кабинета функциональной диагностики каф. пропедевтики внутренних болезней ФГБВОУ ВО «Военно-медицинская академия им. С.М. Кирова». E-mail: galova.elena@gmail.com; ORCID: 0000-0001-7820-0481

Евсюков Константин Борисович – канд. мед. наук, зав. клиникой пропедевтики внутренних болезней ФГБВОУ ВО «Военно-медицинская академия им. С.М. Кирова». E-mail: konsta54@mail.ru; ORCID: 0000-0002-7362-7539

Пухова Ульяна Дмитриевна – клин. ординатор каф. пропедевтики внутренних болезней ФГБВОУ ВО «Военно-медицинская академия им. С.М. Кирова». E-mail: uliana.dw@gmail.com; ORCID: 0000-0002-9952-3981

Vitaliy V. Ekimov – Major of Medical Service, Kirov Military Medical Academy. E-mail: v.ekimov2012@mail.ru; ORCID: 0000-0003-3750-4301

Mikhail B. Nagornyy – Cand. Sci. (Med.), Kirov Military Medical Academy. E-mail: ilikedm@mail.ru; ORCID: 0000-0002-5542-0948

Elena P. Galova – Functional Diagnostics Doctor, Kirov Military Medical Academy. E-mail: galova.elena@gmail.com; ORCID: 0000-0001-7820-0481

Konstantin B. Evsyukov – Cand. Sci. (Med.), Kirov Military Medical Academy. E-mail: konsta54@mail.ru; ORCID: 0000-0002-7362-7539

Uliana D. Pukhova – Clinical Resident, Kirov Military Medical Academy. E-mail: uliana.dw@gmail.com; ORCID: 0000-0002-9952-3981

ИАГ рассчитывали на основе количества эпизодов апноэ и гипопноэ в час сна. ИАГ \geq 30 событий в час свидетельствует о наличии у обследуемого тяжелого СОАС. Данной категории больных предлагалось проведение СИПАП-терапии. Эффективность лечения методом СИПАП оценивали через 3 мес, в качестве критерия эффективности рассматривали снижение показателя ИАГ $<$ 5 событий в час, а условием приверженности лечению считалось время использования аппарата не менее 5 раз в неделю и не менее 4 ч каждую ночь [14].

Трансторакальную эхокардиографию с доплеровским исследованием проводили с использованием ультразвукового оборудования GE Vivid E95 (GE Vingmed Ultrasound, Horten, Норвегия) в соответствии с протоколом, рекомендованным Американским обществом эхокардиографии [15]. Для оценки ФВ ЛЖ использовался метод Симпсона. Для измерения объема левого предсердия (ЛП) использовали метод площадь-длина, а индекс объема ЛП получали путем деления полученного объема на значение площади поверхности тела, рассчитанного по формуле Дюбуа.

Трансмитральный кровоток измеряли с помощью импульсно-волновой доплерографии в апикальной четырехкамерной проекции с измерением пиковых скоростей раннего (Емк) и позднего (Амк) диастолического наполнения ЛЖ. Исходя из этого рассчитывали отношение Емк/Амк и измеряли время замедления Емк-волны.

В апикальной четырехкамерной проекции с использованием доплеровской визуализации в постоянно волновом режиме определяли скорость трикуспидальной регургитации. С учетом показателей нижней полой вены рассчитывали систолическое давление в легочной артерии (СДЛА).

Пиковые скорости раннего и позднего движения септальной (e_c' и a_c') и латеральной (e_n' и a_n') частей митрального фиброзного кольца во время диастолы определялись с помощью импульсно-волновой тканевой доплерографии из апикальной четырехкамерной проекции.

Для оценки диастолической функции ЛЖ рассчитывали отношение максимальной скорости раннего наполнения ЛЖ к средней скорости движения фиброзного кольца митрального клапана в раннюю диастолу (E/e_{cp}'), где $e_{cp}' = (e_c' + e_n')/2$ [16].

Систолическую функцию правого желудочка (ПЖ) оценивали по амплитуде движения фиброзного кольца трикуспидального кольца (TAPSE), измеренную в м-режиме из четырехкамерной проекции.

Для оценки диастолической функции ПЖ в доплеровском режиме изучали параметры транстрикуспидального кровотока: пиковую скорость раннего (Етк) и позднего (Атк) диастолического потоков, а также их отношение (Етк/Атк).

Также обследуемым выполняли импульсно-волновую тканевую доплерометрию, при которой измеряли скорости раннего ($e_{тк}'$) и позднего ($a_{тк}'$) диастолического движения стенки ПЖ в районе кольца трикуспидального клапана. Измеряли также соотношение $e_{тк}'/a_{тк}'$.

Двухмерный анализ отслеживания спеклов выполнен в апикальной двухкамерной, четырехкамерной проекциях, а также вдоль длинной оси ЛЖ со средней частотой 74 кадра в секунду (стандартное отклонение: 18 кадров в секунду).

ГПД оценивали в соответствии с предложенными рекомендациями по анализу спекл-трекинга ЛЖ. Отслеживание спеклов выполнялось в трех проекциях. Анализировались только изображения с адекватной частотой кадров ($>$ 60 кадров в секунду). Трассировку проводили полуавтоматическим способом с автоматическим определением границ эндокарда либо размещая по два образца у основания стенок ЛЖ и одному у верхушки в каждой проекции, тем самым создавая условия для охватывания всей сердечной стенки от эндокарда до миоэпикардиальной границы. Отдельные сегменты исключались из-за наличия артефактов или выпадения сегментов. Однако в каждой проекции

Таблица 1. Показатели систолической и диастолической функций левого и правого желудочков у больных с тяжелым СОАС до и после СИПАП-терапии

№ п/п	Показатели	До начала лечения (n=48)	После начала лечения (n=48)
1	ФВ ЛЖ, %	53,1 \pm 3,16	58,9 \pm 2,26*
2	Индекс объема ЛП, мл/м ²	35,6 \pm 1,9	33,9 \pm 2,1
3	TAPSE, мм	19,9 \pm 1,18	23,7 \pm 1,02*
4	Емк, м/с	0,67 \pm 0,09	0,75 \pm 0,08
5	Амк, м/с	0,92 \pm 0,12	0,85 \pm 0,1
6	Емк/Амк	0,71 \pm 0,13	0,89 \pm 0,09**
7	Время замедления Емк, мс	177,8 \pm 13,8	164,8 \pm 12,59
8	Соотношение E/e_{cp}'	7,3 \pm 1,4	4,8 \pm 1,1***
9	e_c' , м/с	0,08 \pm 0,03	0,16 \pm 0,08
10	a_c' , м/с	0,13 \pm 0,06	0,11 \pm 0,04
11	e_n' , м/с	0,11 \pm 0,08	0,16 \pm 0,07
12	a_n' , м/с	0,17 \pm 0,07	0,11 \pm 0,03
13	Етк, м/с	0,39 \pm 0,05	0,47 \pm 0,06
14	Атк, м/с	0,46 \pm 0,04	0,5 \pm 0,05
15	Етк/Атк	0,84 \pm 0,06	0,94 \pm 0,04*
16	$e_{тк}'$, м/с	0,11 \pm 0,01	0,12 \pm 0,01
17	$a_{тк}'$, м/с	0,15 \pm 0,01	0,16 \pm 0,01
18	$e_{тк}'/a_{тк}'$	0,75 \pm 0,11	0,78 \pm 0,10
19	Етк/ $e_{тк}'$	3,5 \pm 0,1	3,9 \pm 0,1**
20	Скорость транстрикуспидальной регургитации, м/с	3,8 \pm 0,52	2,08 \pm 0,26**
21	СДЛА, мм рт. ст.	42,6 \pm 5,2	32,3 \pm 3,9**

Примечание. E/A – отношение максимальных скоростей раннего и позднего наполнения ЛЖ; здесь и далее в табл. 2: * p <0,05, ** p <0,01, *** p <0,001, достоверность различий между 1 и 2-й группами.

оказалось возможным исключить только 1 сегмент, в противном случае качество изображения считалось слишком низким, а отслеживание спеклов рассматривалось невозможным.

Из 48 обследуемых больных с СОАС качественный анализ продольной деформации миокарда ЛЖ выполнен только у 38 пациентов.

Статистический анализ результатов проводили с помощью Statistica for Windows 10.0. Оценку полученных данных до и после лечения проводили с помощью t-критерия Стьюдента. Результаты исследования представлены в виде средних значений \pm стандартное отклонение, с уровнем значимости p <0,05.

Результаты

В табл. 1 представлены эхокардиографические показатели, характеризующие систолическую и диастолическую функции левого и правого желудочков у больных с СОАС тяжелой степени до и после трехмесячного курса СИПАП-терапии. Из таблицы видно, что ФВ ЛЖ у пациентов после лечения достоверно возросла (53,1 \pm 3,16 и 58,9 \pm 2,26%; p <0,05).

Также нами установлено статистически значимое увеличение значений TAPSE в группе больных с СОАС, приверженных лечению (19,9 \pm 1,18 и 23,7 \pm 1,02 мм; p <0,05).

Проводимая терапия привела к достоверному улучшению показателей диастолической функции ЛЖ (наблюдалось увеличение отношения Емк/Амк – 0,71 \pm 0,13 и 0,89 \pm 0,09; p <0,05).

На фоне проведения СИПАП-терапии возросло соотношение Етк/Атк (0,84 \pm 0,06 и 0,94 \pm 0,04 м/с; p <0,05), также

Таблица 2. Показатели глобальной и сегментарной продольной деформации миокарда ЛЖ у больных с тяжелым СОАС до и после СИПАП-терапии

Сегмент ЛЖ, %	Продольная деформация	
	до лечения (n=38)	после лечения (n=38)
ГПД ЛЖ	-13,6±1,8*	-16,5±1,68
Сегмент		
1-й	-13,8±1,84*	-16,3±1,58
2-й	-12,7±1,64*	-15,5±1,35
3-й	-12,6±1,29*	-15,3±1,43
4-й	-13,0±1,5*	-16,2±1,37
5-й	-13,2±1,41**	-17,1±1,42
6-й	-12,4±1,65*	-15,3±1,49
7-й	-13,7±1,21*	-16,1±1,82
8-й	-14,3±1,68*	-17,2±1,71
9-й	-13,8±1,53*	-16,3±1,89
10-й	-14,0±1,88**	-17,4±1,81
11-й	-13,1±1,84*	-15,2±1,56
12-й	-12,8±1,74*	-16,5±1,77
13-й	-15,1±1,32*	-17,6±1,31
14-й	-15,2±1,47*	-17,8±1,17
15-й	-14,6±1,68*	-17,1±1,89
16-й	-13,7±1,59*	-15,3±1,52
17-й	-15,0±1,46*	-17,2±1,73

достоверно возросло соотношение $E_{тк}/e_{к'}$ (с $3,5±0,1$ до $3,9±0,1$; $p<0,05$). Скорость транстрикуспидальной регургитации в динамике снизилась с $3,8±0,52$ и $2,08±0,26$ м/с ($p<0,01$). На фоне вентиляции легких в режиме СИПАП отмечалось статистически значимое снижение СДЛА ($42,6±5,2$ и $32,3±3,9$ мм рт. ст.; $p<0,05$).

Из сказанного следует, что проводимая СИПАП-терапия положительно влияет на систолическую и диастолическую функции обоих желудочков. Это выражалось в увеличении ФВ ЛЖ, показателя TAPSE, а также изменении соотношения пиковых скоростей трансмитрального и транстрикуспидального потоков. СИПАП-терапия также приводила к снижению СДЛА.

Показатели продольной деформации миокарда ЛЖ у больных с тяжелым СОАС до и после СИПАП-терапии представлены в табл. 2. Из таблицы видно, что проводимое лечение продемонстрировало статистически значимое увеличение ГПД, а также продольной деформации в отдельных сегментах ЛЖ.

Обсуждение

В последние годы возросло внимание врачей к СОАС как серьезной медицинской проблеме, часто ассоциирующейся с различными кардиальными осложнениями [13, 17, 18]. Одним из них является СН – жизнеугрожающее состояние, характеризующееся высокой летальностью и снижением качества жизни пациентов. Течение тяжелого СОАС, особенно без адекватного патогенетического лечения, может негативно сказываться на состоянии систолической и диастолической функций сердца, а также резко снижать качество жизни пациентов [18]. Крайне важным является выявление ранних нарушений сократимости миокарда, что стало возможным с внедрением в клиническую практику метода спекл-трекинг эхокардиографии. В нашей работе выявлено улучшение показателей, характеризующих систолическую и диастолическую функции сердца, при проведении СИПАП-терапии у больных с СОАС тяжелой степени, что выразилось в увеличении ФВ ЛЖ, показателя TAPSE, а также изменении соотношения пиковых скоростей трансмитрального и транстрикуспидального потоков

в диастолу. Лечение также сопровождалось снижением СДЛА, что приводило к снижению постнагрузки на ПЖ.

Это согласуется с результатами, полученными другими исследователями [12, 19]. Еще раз показана значимость оценки продольной деформации миокарда как раннего признака формирующейся СН. Несмотря на нормальные значения ФВ у данной категории пациентов, полученные в нашей работе, мы отметили снижение как глобальной, так и сегментарной продольной деформации миокарда ЛЖ в сравнении с нормальными значениями этих показателей, представленных в более ранних исследованиях [12, 19, 20].

Заключение

У больных с СОАС тяжелой степени проведение СИПАП-терапии приводило к изменению эхокардиографических показателей, свидетельствующему об улучшении систолической и диастолической функций ЛЖ и ПЖ.

При лечении пациентов в динамике наблюдалось достоверное увеличение глобальной продольной и сегментарной деформации миокарда ЛЖ. Неинвазивная вентиляция легких постоянным положительным давлением также снижала СДЛА.

Раскрытие интересов. Авторы декларируют отсутствие явных и потенциальных конфликтов интересов, связанных с публикацией настоящей статьи.

Disclosure of interest. The authors declare that they have no competing interests.

Вклад авторов. Авторы декларируют соответствие своего авторства международным критериям ICMJE. Все авторы в равной степени участвовали в подготовке публикации: разработка концепции статьи, получение и анализ фактических данных, написание и редактирование текста статьи, проверка и утверждение текста статьи.

Authors' contribution. The authors declare the compliance of their authorship according to the international ICMJE criteria. All authors made a substantial contribution to the conception of the work, acquisition, analysis, interpretation of data for the work, drafting and revising the work, final approval of the version to be published and agree to be accountable for all aspects of the work.

Источник финансирования. Авторы декларируют отсутствие внешнего финансирования для проведения исследования и публикации статьи.

Funding source. The authors declare that there is no external funding for the exploration and analysis work.

Информированное согласие на публикацию. Пациенты подписали форму добровольного информированного согласия на публикацию медицинской информации.

Consent for publication. Written consent was obtained from the patients for publication of relevant medical information and all of accompanying images within the manuscript.

Соответствие принципам этики. Протокол исследования был одобрен локальным этическим комитетом ФГБВОУ ВО «Военно-медицинская академия им. С.М. Кирова» (протокол №271 от 22.11.2022). Одобрение и процедуру проведения протокола получали по принципам Хельсинкской конвенции.

Ethics approval. The study was approved by the local ethics committee of Kirov Military Medical Academy №271 of 22.11.2022. The approval and procedure for the protocol were obtained in accordance with the principles of the Helsinki Convention.

Литература/References

- Sarkar P, Mukherjee S, Chai-Coetzer CL, McEvoy RD. The epidemiology of obstructive sleep apnoea and cardiovascular disease. *J Thorac Dis.* 2018;10(Suppl. 34):S4189-200. DOI:10.21037/jtd.2018.12.56
- Azarbarzin A, Sands SA, Younes M, et al. The Sleep Apnea-Specific Pulse-Rate Response Predicts Cardiovascular Morbidity and Mortality. *Am J Respir Crit Care Med.* 2021;203(12):1546-55. DOI:10.1164/rccm.202010-3900OC

3. Качнов В.А., Тынренко В.В., Колюбаева С.Н., и др. Второстепенные факторы риска внезапной сердечной смерти и гены артериальной гипертензии. *Вестник Северо-Западного государственного медицинского университета им. И.И. Мечникова*. 2020;12(3):27-34 [Kachnov VA, Tyrenko VV, Kolyubaeva SN, et al. Secondary risk factors of sudden cardiac death and genes of arterial hypertension. *Vestnik Severo-Zapadnogo gosudarstvennogo meditsinskogo universiteta im. I.I. Mechnikova*. 2020;12(3):27-34 (in Russian)]. DOI:10.17816/mechnikov34642
4. Дубинина Е.А., Коростовцева Л.С., Ротарь О.П., и др. Взаимосвязь риска нарушений дыхания во сне и сердечно-сосудистого риска. *Кардиоваскулярная терапия и профилактика*. 2016;15(6):46-52 [Dubinina EA, Korostovtseva LS, Rotar' OP, et al. The relation of sleep respiration disorders and cardiovascular risk. *Kardiovaskularnaia terapiia i profilaktika*. 2016;15(6):46-52 (in Russian)]. DOI:10.15829/1728-8800-2016-6-46-52
5. Kjaeboe LG, Edvardsen T. Echocardiographic assessment of left ventricular systolic function. *J Echocardiogr*. 2019;17(1):10-6. DOI:10.1007/s12574-018-0405-5
6. O'Donnell C, O'Mahony AM, McNicholas WT, Ryan S. Cardiovascular manifestations in obstructive sleep apnea: current evidence and potential mechanisms. *Pol Arch Intern Med*. 2021;131(6):550-60. DOI:10.20452/pamw.16041
7. Hansen S, Brainin P, Sengeløv M, et al. Prognostic utility of diastolic dysfunction and speckle tracking echocardiography in heart failure with reduced ejection fraction. *ESC Heart Fail*. 2020;7(1):147-57. DOI:10.1002/ehf2.12532
8. Medvedofsky D, Kebed K, Laffin L, et al. Reproducibility and experience dependence of echocardiographic indices of left ventricular function: Side-by-side comparison of global longitudinal strain and ejection fraction. *Echocardiography*. 2017;34(3):365-70. DOI:10.1111/echo.13446
9. Negishi K, Negishi T, Kurosawa K, et al. Practical guidance in echocardiographic assessment of global longitudinal strain. *JACC Cardiovasc Imaging*. 2015;8(4):489-92. DOI:10.1016/j.jcmg.2014.06.013
10. Singh A, Voss WB, Lentz RW, et al. The Diagnostic and Prognostic Value of Echocardiographic Strain. *JAMA Cardiol*. 2019;4(6):580-8. DOI:10.1001/jamacardio.2019.1152
11. Russo C, Jin Z, Elkind MS, et al. Prevalence and prognostic value of subclinical left ventricular systolic dysfunction by global longitudinal strain in a community-based cohort. *Eur J Heart Fail*. 2014;16(12):1301-9. DOI:10.1002/ehf.154
12. Кучмин А.Н., Казаченко А.А., Куликов А.Н., и др. CPAP-терапия – фактор защиты сердечно-сосудистой системы у пациентов с тяжелой степенью синдрома обструктивного апноэ во сне. *Артериальная гипертензия*. 2017;23(4):313-24 [Kuchmin AN, Kazachenko AA, Kulikov AN, et al. CPAP-therapy is a protective cardiovascular factor in patients with severe obstructive sleep apnea syndrome. *Arterial'naiia gipertenziia*. 2017;23(4):313-24 (in Russian)]. DOI:10.18705/1607-419X-2017-23-4-313-324
13. Faria A, Macedo A, Castro C, et al. Impact of sleep apnea and treatments on cardiovascular disease. *Sleep Sci*. 2022;15(2):250-8. DOI:10.5935/1984-0063.20220047
14. Kushida CA, Chediak A, Berry RB, et al. Clinical guidelines for the manual titration of positive airway pressure in patients with obstructive sleep apnea. *J Clin Sleep Med*. 2008;4(2):157-71.
15. Mitchell C, Rahko PS, Blauwet LA, et al. Guidelines for Performing a Comprehensive Transthoracic Echocardiographic Examination in Adults: Recommendations from the American Society of Echocardiography. *J Am Soc Echocardiogr*. 2019;32(1):1-64. DOI:10.1016/j.echo.2018.06.004
16. Othman F, Abushahba G, Salustri A. Adherence to the American Society of Echocardiography and European Association of Cardiovascular Imaging Recommendations for the Evaluation of Left Ventricular Diastolic Function by Echocardiography: A Quality Improvement Project. *J Am Soc Echocardiogr*. 2019;32(12):1619-21. DOI:10.1016/j.echo.2019.09.005
17. Myslinski W, Rekas-Wojcik A, Dybala A, et al. Clinical Characteristics of Hypertensive Patients with Obstructive Sleep Apnea Syndrome: Developing Different Types of Left Ventricular Geometry. *Biomed Res Int*. 2021;2021:6631500. DOI:10.1155/2021/6631500
18. Thomas L, Muraru D, Popescu BA, et al. Evaluation of Left Atrial Size and Function: Relevance for Clinical Practice. *J Am Soc Echocardiogr*. 2020;33(8):934-52. DOI:10.1016/j.echo.2020.03.021
19. Bittencourt HS, Reis HF, Lima MS, Gomes M Neto. Non-Invasive Ventilation in Patients with Heart Failure: A Systematic Review and Meta-Analysis. *Arq Bras Cardiol*. 2017;108(2):161-8. DOI:10.5935/abc.20170001
20. Kato T, Suda S, Kasai T. Positive airway pressure therapy for heart failure. *World J Cardiol*. 2014;6(11):1175-91. DOI:10.4330/wjc.v6.i11.1175

Статья поступила в редакцию / The article received: 21.12.2022

Статья принята к печати / The article approved for publication: 27.03.2023