

Функциональное состояние левого предсердия у лиц, подвергающихся воздействию органических растворителей

Третьяков С.В., Попова А.А.

ФГБОУ ВО «Новосибирский государственный медицинский университет» Минздрава России

The functional state of the left atrium in individuals exposed to organic solvents

Tretyakov S.V., Popova A.A.

Novosibirsk State Medical University

АННОТАЦИЯ

С целью изучения функционального состояния левого предсердия у лиц, подвергающихся воздействию органических растворителей ароматического ряда, обследовано 80 женщин (средний возраст 38.8 ± 3.4 года), работающих на промышленном предприятии в профессии маляра и контактирующих с лакокрасочными материалами различных наименований на основе органических растворителей ароматического ряда, основными из которых являлись: толуол, ксилол, ацетон, бутилацетат, этилацетат, бутанол, интенсивно выделявшиеся в воздух рабочей зоны при проведении малярных работ. Группа контроля представлена здоровыми женщинами — 20 чел., средний возраст 39.3 ± 4.1 года; группа сравнения — лицами с вегетативно-дисгормональной кардиомиопатией (ВДК) — 30 чел., средний возраст 40.5 ± 3.4 года, не имевшими контакта с токсическими веществами, и больными железodefицитной анемией легкой степени — 25 чел., средний возраст 39.68 ± 3.3 года. Всем участникам исследования проводилась эхокардиография.

Выявлено, что в зависимости от стажа работы прослеживается изменение в деятельности левого предсердия, выражающееся в формировании механизма регуляции функции миокарда левого желудочка сокращающимся предсердием. Этот предсердный механизм начинает формироваться в группах средне- и высокостажированных маляров с ВДК. Гиперфункциональный режим работы левого предсердия отмечается у маляров с анемической кардиомиопатией. В целом состояние сократительной функции левых отделов сердца у маляров с вторичной кардиомиопатией отражает сложный механизм взаимодействия желудочка и предсердия, реализующегося с активацией их компенсаторных и адаптивных ресурсов, направленной на поддержание функции сердца на оптимальном для организма уровне в условиях длительного воздействия повреждающих факторов.

Ключевые слова: левое предсердие, органические растворители, ароматические углеводороды.

ABSTRACT

In order to study the functional state of the left atrium in individuals exposed to organic solvents of the aromatic series, 80 women working at an industrial enterprise in the profession of a painter and contacting with paints of various names on the basis of organic solvents of the aromatic series were examined, the main of which were: toluene, xylene, acetone, butyl acetate, ethyl acetate, butanol, which were intensively released into the air of the working area during the painting works. The control group was represented by healthy women — 20 people, an average age 39.3 ± 4.1 years; comparison group was represented by the individuals with vegetative-dishormonal cardiomyopathy (VDC) — 30 people, an average age 40.5 ± 3.4 years, who had no contact with toxic substances and patients with mild iron deficiency anemia (IDA) — 25 people, an average age 39.68 ± 3.3 years. All individuals underwent echocardiography.

It was revealed that depending on the length of service, there is a change in the activity of the left atrium, which is expressed in the formation of the mechanism of regulation of the left ventricular myocardial function by the contracting atrium. This atrial mechanism begins to form in the groups of medium- and high-level painters with VDC. Hyperfunctional mode of the left atrium is noted in painters with anemic cardiomyopathy. In general, the state of the contractile function of the left heart in painters with secondary cardiomyopathy reflects the complex mechanism of interaction

Поступила 12.02.2019
Принята 24.03.2019

*Автор, ответственный за переписку
Третьяков Сергей Владиславович: ФГБОУ ВО «Новосибирский государственный медицинский университет» Минздрава России. 630091, г. Новосибирск, Красный просп., 52
E-mail: ser53953824@yandex.ru

Received 12.02.2019
Accepted 24.03.2019

*Corresponding author
Tretyakov Sergey Vladislavovich: Novosibirsk State Medical University, 52, Krasny Prospect, Novosibirsk, 630091, Russia.
E-mail: ser53953824@yandex.ru

between the ventricle and the atrium, which occurs with the activation of their compensatory and adaptive resources, aimed at maintaining the heart function at the optimal level for the body in conditions of prolonged exposure to damaging factors.

Keywords: left atrium, organic solvents, aromatic hydrocarbons.

ВВЕДЕНИЕ

Оценка функции левого предсердия (ЛП) является важным аспектом всестороннего исследования компетентности сердечно-сосудистой системы. Многочисленные кардиальные заболевания могут влиять на работу ЛП, как непосредственно воздействуя на миокард предсердий, так и путем изменения состояния гемодинамики [1–4]. Изучение размера и функции левого предсердия как функции накопления, протекания и насоса может предсказывать сердечно-сосудистые события при кардиомиопатиях, ишемической болезни сердца и клапанных пороках [1–4]. Известно, что органические растворители оказывают как прямое повреждающее действие на миокард, так и опосредованное, через нарушение экстракардиальной регуляции [5].

ЦЕЛЬ ИССЛЕДОВАНИЯ

Изучение функционального состояния левого предсердия у лиц, подвергающихся воздействию органических растворителей ароматического ряда.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

Обследовано 80 женщин, работающих на промышленном предприятии в профессии маляра и контактирующих с лакокрасочными материалами различных наименований на основе органических растворителей ароматического ряда, основными из которых являлись: толуол, ксилол, ацетон, бутилацетат, этилацетат, бутанол, интенсивно выделявшиеся в воздух рабочей зоны при проведении малярных работ. Содержание токсических веществ в воздухе рабочей зоны: средние концентрации ксилола (190.8–175.4 мг/м³), толуола (125.2 мг/м³) превышали ПДК в основном за счет пиковой (максимальной) концентрации (400 мг/м³); концентрации ацетона, бензина, этилацетата, бутилацетата и уайт-спирита не превышали установленных нормативных значений. Время выполнения операций, связанных с выделением в воздух рабочей зоны компонентов лакокрасочных материалов и растворителей, составляло 67.5–78.6 %.

Средний возраст обследуемых составил 38.8 ± 3.4 года, средний стаж работы с токсическими веществами — 17.5 ± 3.6 года. С целью вы-

INTRODUCTION

Assessment of function of the left atrium (LA) is important aspect of a comprehensive investigation of cardiovascular system competence. Numerous cardiac diseases can influence on work of LA as directly influencing myocardium of atria, and by change of hemodynamics condition [1–4]. Studying of the size and function of the left atrium as functions of accumulation, course and the pump can predict cardiovascular events at cardiomyopathies, coronary heart disease and valve defects [1–4]. It is known that organic solvents render both the direct damaging action on a myocardium and mediated through disturbance of noncardiac regulation [5].

AIM OF THE RESEARCH

Studying of functional condition of the left atrium in individuals who are affected by organic solvents of aromatic series.

MATERIALS AND METHODS

There were examined 80 women working at the industrial enterprise in a profession of the painter and contacting to paints and varnishes of various names on the basis of organic solvents of an aromatic series. The basic these solvents were: toluene, xylol, acetone, butyl acetic ether, ethyl acetate, butanol which were intensively allocated in air of the work area when carrying out paintings. Content of toxic substances in air of the work area was the following: an average concentration of xylene (190.8–175.4 mg/m³), toluene (125.2 mg/m³) exceeded maximum allowable concentration generally due to peak (maximum) concentration (400 mg/m³); concentration of acetone, gasoline, ethyl acetate, butyl acetate ether and white spirit did not exceed the established standard values. The duration of performance of the operations connected with allocation in air of the work area of components of paints and varnishes and solvents was 67.5–78.6%.

An average age of surveyed was 38.8 ± 3.4 years, an average length of service with toxic substances was 17.5 ± 3.6 years. For the purpose of identification of extent of influence of the accompanying anemic syndrome on the established devia-

явления степени влияния сопутствующего анемического синдрома на установленные отклонения в систолической функции левого предсердия основную группу изучаемых лиц разделили на две подгруппы: маляров с анемической кардиомиопатией (А) — 23 чел. с легкой степенью анемии (средний возраст 37.6 ± 2.4 года) и маляров с вегетативно-дисгормональной кардиомиопатией (КМ) — 57 чел. С целью изучения сократительной функции левого предсердия у маляров в зависимости от производственного стажа группа КМ была разделена три подгруппы: первую составили лица малостажируемые (М) — 10 чел. (средний возраст 34.1 ± 2.3 года), вторую — среднестажируемые (С): 17 чел. (средний возраст 38.3 ± 3.0 года) и третью — высокостажируемые (В): 30 чел. (средний возраст 40.5 ± 2.1 года).

Анализ структуры сопутствующих заболеваний в этой группе свидетельствует о преобладании патологии нервной системы (астеноневротический синдром у 60 %), опорно-двигательного аппарата (остеохондроз у 90 %).

Электрокардиографические изменения у большинства больных представлены изменением фазы реполяризации в виде уплощенного зубца Т, что с учетом клиники укладывалось в понятие вторичной кардиомиопатии.

Группа контроля (К) представлена здоровыми женщинами — 20 чел., средний возраст 39.3 ± 4.1 года; группа сравнения — лицами с вегетативно-дисгормональной кардиомиопатией (ВДК) — 30 чел., средний возраст 40.5 ± 3.4 года, не имевшими контакта с токсическими веществами, и больными железодефицитной анемией (ЖДА) легкой степени — 25 чел., средний возраст 39.68 ± 3.3 года.

В исследование не включались лица с гипертонической болезнью, вторичной артериальной гипертензией, с врожденными и приобретенными пороками сердца, поражением гепатобилиарной системы, эндокринологическими заболеваниями.

С помощью эхокардиографии определялись следующие показатели: конечно-диастолический размер (КДР ЛП, см) и объем (КДО ЛП, мл) левого предсердия; отношение КДР ЛП к диаметру аорты (КДР ЛП/Ао); конечно-систолический размер (КСР ЛП, см) и объем (КСО ЛП, мл) левого предсердия; отношение КДР ЛП к конечно-диастолическому размеру левого желудочка (КДР ЛП/КДР ЛЖ). Определялись: остаточный объем левого предсердия (ОО ЛП, мл), фракция изменения объема левого предсердия (ФИО ЛП, %), степень передне-заднего укорочения ле-

в в систолической функции левого предсердия основной группой изучаемых лиц была разделена на две подгруппы: маляров с анемической кардиомиопатией (А) — 23 человека с легкой степенью анемии (средний возраст 37.6 ± 2.4 года) и маляров с вегетативно-дисгормональной кардиомиопатией (ВДК) — 57 человек. Для изучения сократительной функции левого предсердия у маляров в зависимости от производственного стажа группа кардиомиопатии была разделена на три подгруппы: первая — малостажируемые (М) — 10 человек (средний возраст 34.1 ± 2.3 года), вторая — среднестажируемые (С): 17 человек (средний возраст 38.3 ± 3.0 года) и третья — высокостажируемые (В): 30 человек (средний возраст 40.5 ± 2.1 года).

Анализ структуры сопутствующих заболеваний в этой группе подтверждает преобладание патологии нервной системы (астеноневротический синдром у 60%), мышечно-скелетной системы (остеохондроз у 90%).

Электрокардиографические изменения у большинства пациентов представлены изменением фазы реполяризации в виде уплощенного Т-волны, что с учетом клинической картины укладывалось в понятие вторичной кардиомиопатии.

Группа контроля (К) представлена здоровыми женщинами — 20 человек, средний возраст 39.3 ± 4.1 года; группа сравнения — лицами с вегетативно-дисгормональной кардиомиопатией — 30 человек, средний возраст 40.5 ± 3.4 года, не имевшими контакта с токсическими веществами, и больными железодефицитной анемией (ЖДА) легкой степени — 25 человек, средний возраст 39.68 ± 3.3 года.

В исследование не включались лица с гипертонической болезнью, вторичной артериальной гипертензией, с врожденными и приобретенными пороками сердца, поражением гепатобилиарной системы, эндокринологическими заболеваниями.

С помощью эхокардиографии определялись следующие показатели: конечно-диастолический размер (КДР ЛП, см) и объем (КДО ЛП, мл) левого предсердия; отношение КДР ЛП к диаметру аорты (КДР ЛП/Ао); конечно-систолический размер (КСР ЛП, см) и объем (КСО ЛП, мл) левого предсердия; отношение КДР ЛП к конечно-диастолическому размеру левого желудочка (КДР ЛП/КДР ЛЖ). Определялись: остаточный объем левого предсердия (ОО ЛП, мл), фракция изменения объема левого предсердия (ФИО ЛП, %), степень передне-заднего укорочения ле-

вого предсердия (ΔS , %), минутный объем левого предсердия (МО ЛП, л в 1 мин), среднее давление в левом предсердии (Ср. Д в ЛП, дин/см²), фракция наполнения левого предсердия (ФН, ед.).

Полученный цифровой материал был обработан с помощью вариационно-статистических методов путём расчета средней арифметической (M), среднеквадратичного отклонения (σ). Различие показателей рассчитывалось методом разностной статистики по критерию Стьюдента и было статистически значимым при $p < 0.05$ (при 5% уровне значимости).

РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

Нами была изучена сократительная функция левого предсердия у маляров со вторичной кардиомиопатией. Сравнительный анализ показателей относительно группы здоровых выявил достоверные отличия по значению среднего давления в левом предсердии (36.11 ± 3.11 дин/см² у здоровых, 24.35 ± 1.82 у маляров, $p < 0.001$) (табл. 1).

От больных вегетативно-дисгормональной кардиомиопатией группа маляров отличалась достоверно большими линейными и объемными диастолическими значениями левого предсердия (табл. 2). Так, конечно-диастолический размер левого предсердия у маляров составил 3.06 ± 0.06 см, у больных вегетативно-дисгормональной кардиомиопатией 2.72 ± 0.07 см ($p < 0.001$), а конечно-диастолический объем левого предсердия у маляров превышал таковой относительно второй группы сравнения в 1.21 раза ($p < 0.05$). Между значениями конечно-диастолического размера и конечно-систолического объема левого предсердия в группе маляров выявлена тесная корреляционная связь ($r = +0.8$). В группе маляров с анемической кардиомиопатией конечно-диастолический размер левого предсердия, по сравнению со здоровыми, был в 1.1 раза больше ($p < 0.05$). Группа КМ отличалась от группы здоровых по следующим показателям: минутный объем левого предсердия увеличен в 1.34 раза ($p < 0.005$), снижено среднее давление в левом предсердии в 1.48 раза ($p < 0.01$), повышена фракция наполнения левого желудочка во время предсердной систолы в 1.2 раза ($p < 0.01$) по сравнению с контролем. При этом возрастание последнего показателя наблюдалось за счет групп средне- (С) и высокостажированных (В), а минутный объем левого предсердия — за счет группы высокостажированных рабочих (1.50 ± 0.11 л/мин у маляров, 1.27 ± 0.08 у здоровых, $p < 0.05$). Более низкие

atrium (LA CO, л per 1 min), mean pressure in the left atrium (LA MP, dynes/cm²), fraction of filling of the left atrium (LA FF, unit).

The received digital data were processed by means of variation and statistical methods by calculation of average arithmetic (M), root-mean-square deviation (σ). The distinction of indicators was calculated by method of differential statistics on Student's test and was statistically significant at $p < 0.05$ (at 5% level of significance).

RESULTS AND DISCUSSION

The authors studied contractile function of the left atrium at painters with a secondary cardiomyopathy. The comparative analysis of indicators concerning group of healthy revealed reliable differences on value of mean pressure in the left atrium (36.11 ± 3.11 dynes/cm² at healthy, 24.35 ± 1.82 at painters, $p < 0.001$) (Table 1).

The group of painters differed from patients with vegetative and dishormonal cardiomyopathy in reliability great linear and volume diastolic values of the left atrium (Table 2). So, the end-diastolic dimension of the left atrium in painters was 3.06 ± 0.06 cm, in patients with vegetative and dishormonal cardiomyopathy 2.72 ± 0.07 cm ($p < 0.001$), and the end-diastolic volume of the left atrium in painters exceeded that concerning the second group of comparison in 1.21 time ($p < 0.05$). The close correlative connection is revealed ($r = +0.8$) between the values of end-diastolic dimension and end-systolic volume of the left atrium in group of painters. In group of painters with an anemic cardiomyopathy end-diastolic dimension of the left atrium, in comparison with healthy individuals, was 1.1 times more ($p < 0.05$). The cardiomyopathy group differed from group of healthy individuals by the following indicators: cardiac output of the left atrium is increased at 1.34 time ($p < 0.005$), mean pressure in the left atrium by 1.48 time is reduced ($p < 0.01$), the fraction of filling of a left ventricle is raised during an atrial systole by 1.2 times ($p < 0.01$) in comparison with control group. At the same time the increase of the last indicator was observed at the expense of groups of medium working experience (M) and long working experience (L), and cardiac output of the left atrium — at the expense of group of long working experience workers (1.50 ± 0.11 l/min in painters, 1.27 ± 0.08 in healthy individuals, $p < 0.05$). Lower indicators of mean pressure in general in the cardiomyopathy group were caused by reduction of these values in

Таблица 1. Показатели сократительной функции левого предсердия у лиц разных стажевых групп, подвергающихся воздействию органических растворителей, в сравнении со здоровыми ($M \pm \sigma$)**Table 1.** Indicators of contractile function of the left atrium in individuals from groups of different length of service exposed to organic solvents in comparison with healthy individuals ($M \pm \sigma$)

Показатель Indicator	Здоровые ($n = 20$) Healthy individuals ($n = 20$)	A ($n = 23$) A ($n = 23$)	M ($n = 10$) S ($n = 10$)	C ($n = 17$) M ($n = 17$)	B ($n = 30$) L ($n = 30$)	КМ ($n = 57$) Cardiomyo- pathy ($n = 57$)
КДР ЛП/Ао LA EDD/AD	1.05 ± 0.02	1.08 ± 0.05	1.13 ± 0.02	1.02 ± 0.03	1.02 ± 0.03	1.05 ± 0.02
КДР ЛП / КДР ЛЖ LA EDD/ LV EDD	1.66 ± 0.06	1.49 ± 0.07	1.46 ± 0.05*	1.60 ± 0.07	1.67 ± 0.08	1.61 ± 0.05
КДР ЛП, см LA EDD, cm	2.87 ± 0.09	3.13 ± 0.08*	3.20 ± 0.09*	3.06 ± 0.11	3.01 ± 0.10	3.06 ± 0.06
КСР ЛП, см LA ESD, cm	1.99 ± 0.11	2.07 ± 0.08	2.01 ± 0.07	1.93 ± 0.12	3.90 ± 1.90	2.98 ± 1.00
КДО ЛП, мл LA EDV, cm	33.47 ± 3.20	36.89 ± 2.44	39.02 ± 2.85	34.19 ± 3.36	31.98 ± 2.65	33.87 ± 1.79
КСО ЛП, мл LA ESV, мл	13.11 ± 1.81	12.72 ± 1.19	11.57 ± 0.86	11.84 ± 1.73	12.79 ± 1.53	12.29 ± 0.96
ОО ЛП, мл LA RV, мл	18.61 ± 1.10	24.16 ± 7.16	27.46 ± 2.19***	28.33 ± 2.07	21.07 ± 1.63	22.57 ± 1.15
ΔS , %	31.41 ± 1.87	34.83 ± 1.28	37.07 ± 1.36	36.26 ± 2.53	34.01 ± 2.15	35.22 ± 1.37
МО ЛП, л в 1 мин LA CO, l per 1 min	1.27 ± 0.56	1.72 ± 0.11*	2.09 ± 0.19*	1.52 ± 0.77	1.50 ± 0.11*	1.703 ± 0.13**
Ср. Д в ЛП, дин/см ² MP in LA, dynes/cm ²	36.11 ± 3.11	27.63 ± 1.48	21.69 ± 1.56**	19.69 ± 1.76**	27.88 ± 3.15	24.35 ± 1.82**
ФНО ЛП, % LA FCV, %	93.98 ± 33.79	63.74 ± 3.30	70.00 ± 1.12	66.63 ± 2.48	63.33 ± 3.25	65.49 ± 1.89
ФН, ед. FF, unit	0.31 ± 0.02	0.30 ± 0.03	0.31 ± 0.03	0.41 ± 0.04**	0.38 ± 0.01***	0.37 ± 0.01**

* Достоверность различий при $p < 0.05$.Reliability of differences at $p < 0.05$.** При $p < 0.01$.At $p < 0.01$.*** При $p < 0.001$.At $p < 0.001$.

показатели среднего давления в целом в группе КМ были обусловлены уменьшением этих значений у малостажированных (21.69 ± 1.56 дин/см² в группе М, 36.11 ± 0.11 в первой контрольной группе, $p < 0.01$) и среднестажированных лиц (19.69 ± 1.76 дин/см² группе С, 36.11 ± 3.11 в первой контрольной группе, $p < 0.001$, см. табл. 1). Также в группе малостажированных (см. табл. 1) выявлен несколько более высокий показатель конечно-диастолического размера левого предсердия (3.20 ± 0.09 см по сравнению с 2.87 ± 0.09 см в первой контрольной группе, $p < 0.05$). Значения конечно-диастолического размера левого предсердия коррелировали со значениями соотношения КДР ЛП/КДР ЛЖ. В группе малостажированных отмечалось достоверное уменьше-

small working experienced (21.69 ± 1.56 dynes/cm² in group M, 36.11 ± 0.11 in the first control group, $p < 0.01$) and medium working experienced individuals (19.69 ± 1.76 dynes/cm² to group M, 36.11 ± 3.11 in the first control group, $p < 0.001$, see Table 1). Also in the small working experienced group (see Table 1) a little higher rate of end-diastolic dimension of the left atrium (3.20 ± 0.09 cm in comparison with 2.87 ± 0.09 cm in the first control group, $p < 0.05$) is revealed. Values of end-diastolic dimension of the left atrium correlated with values of LA EDD/LV EDD ratio. In small working experienced group reliable reduction of this indicator was noted (1.46 ± 0.05 in comparison with 1.66 ± 0.06 in healthy group, $p < 0.05$).

Таблица 2. Показатели сократительной функции левого предсердия у лиц разных стажевых групп, подвергающихся воздействию органических растворителей, в сравнении с больными вторичной кардиомиопатией ($M \pm \sigma$)
Table 2. Indicators of contractile function of the left atrium in individuals from groups of different length of service exposed to organic solvents in comparison with patients with secondary cardiomyopathy ($M \pm \sigma$)

Показатель Indicator	ВДК ($n = 30$) VDC ($n = 30$)	М ($n = 10$) S ($n = 10$)	С ($n = 17$) M ($n = 17$)	В ($n = 30$) L ($n = 30$)	КМ ($n = 57$) Cardiomyo- pathy ($n = 57$)
КДР ЛП/Ао LA EDD/AD	0.94 ± 0.03	1.13 ± 0.02**	1.05 ± 0.04*	1.02 ± 0.03	1.05 ± 0.02**
КДР ЛП / КДР ЛЖ LA EDD/ LV EDD	1.72 ± 0.06	1.46 ± 0.05*	1.60 ± 0.07	1.67 ± 0.08	1.61 ± 0.05
КДР ЛП, см LA EDD, cm	2.72 ± 0.07	3.20 ± 0.09**	3.06 ± 0.11*	3.01 ± 0.10*	3.06 ± 0.06***
КСР ЛП, см LA ESD, cm	1.85 ± 0.07	2.01 ± 0.07	1.93 ± 0.12	3.90 ± 1.90	2.98 ± 1.00
КДО ЛП, мл LA EDV, ml	28.82 ± 1.85	39.02 ± 2.85**	34.19 ± 3.36	31.98 ± 2.65	33.87 ± 1.79
КСО ЛП, мл LA ESV, ml	11.31 ± 1.09	11.57 ± 0.86	11.84 ± 1.73	12.79 ± 1.53	12.29 ± 0.96
ОО ЛП, мл LA RV, ml	17.51 ± 1.02	27.46 ± 2.19**	22.33 ± 2.07*	21.07 ± 1.63	22.57 ± 1.15**
ΔS, %	32.27 ± 1.55	37.07 ± 1.36	36.26 ± 2.53	34.01 ± 2.15	35.22 ± 1.37
МО ЛП, л в 1 мин LA CO, l per 1 min	1.27 ± 0.08	2.09 ± 0.19***	1.52 ± 0.77	1.50 ± 0.11	1.703 ± 0.3
Ср. Д в ЛП, дин/см ² MP in LA, dynes/cm ²	25.06 ± 1.63	21.69 ± 1.56	19.69 ± 1.76*	27.88 ± 3.15	24.35 ± 1.82
ФИО ЛП, % LA FCV, %	62.91 ± 1.88	7.00 ± 1.12*	66.63 ± 2.48	63.33 ± 3.25	65.49 ± 1.89
ФН, ед. FF, unit	0.37 ± 0.01	0.31 ± 0.03	0.41 ± 0.04	0.38 ± 0.01	0.37 ± 0.01

* Достоверность различий при $p < 0.05$.
Reliability of differences at $p < 0.05$.

** При $p < 0.01$.
At $p < 0.01$.

*** При $p < 0.001$.
At $p < 0.001$.

ние этого показателя (1.46 ± 0.05 по сравнению с 1.66 ± 0.06 в группе здоровых, $p < 0.05$).

Сопоставление параметров, отражающих сократительную функцию левого предсердия маляров с анемической миокардиодистрофией (А) по сравнению с группой В, выявило отличие в значениях фракции наполнения левого желудочка во время предсердной систолы, которая увеличивалась в 1.23 раза ($p < 0.01$) у маляров с вегетативно-дисгормональной кардиомиопатией. Повышение этого показателя произошло за счет средне- и высокостажированных рабочих (см. табл. 2). Кроме того, в отличие от маляров с анемической кардиомиопатией (А), у маляров с малым (М) и средним (С) стажем наблюдались достоверно более низкие цифры среднего давления в левом предсердии. Сравнительный анализ показателей в зависимости от ста-

Comparison of the parameters reflecting contractile function of the left atrium of painters with anemic myocardial dystrophy (A) in comparison with group L revealed difference in values of filling fraction of a left ventricle during an atrial systole which increased in 1.23 time ($p < 0.01$) in painters with vegetative and dishormonal cardiomyopathy. Increase in this indicator occurred at the expense of average and the long working experienced workers (see Table 2). Besides, unlike painters with anemic cardiomyopathy (A), in painters with small (S) and medium (M) the experience showed reliability lower figures of mean pressure in the left atrium. The comparative analysis of indicators depending on experience revealed reliable distinctions of group S from group L. So, in group L reduction of change fraction of volume of the left atrium by 1.3 times

Таблица 3. Показатели сократительной функции левого предсердия у лиц разных стажевых групп, подвергающихся воздействию органических растворителей, в сравнении с больными вторичной кардиомиопатией ($M \pm \sigma$)
Table 3. Indicators of contractile function of the left atrium in individuals from groups of different length of service exposed to organic solvents in comparison with patients with secondary cardiomyopathy ($M \pm \sigma$)

Показатель / Indicator	M ($n = 10$) S ($n = 10$)	C ($n = 17$) M ($n = 17$)	B ($n = 30$) L ($n = 30$)	P_{1-2}	P_{1-3}	P_{2-3}
КДР ЛП/Ао LA EDD/AD	1.13 ± 0.02	1.05 ± 0.04	1.02 ± 0.03	—	—	—
КДР ЛП /КДР ЛЖ LA EDD/LV EDD	1.46 ± 0.05	1.60 ± 0.07	1.67 ± 0.08	—	—	—
КДР ЛП, см LA EDD, cm	3.20 ± 0.09	3.06 ± 0.11	3.01 ± 0.10	—	—	—
КСР ЛП, см LA ESD, cm	2.01 ± 0.07	1.93 ± 0.12	3.90 ± 1.90	—	—	—
КДО ЛП, мл LA EDV, ml	39.02 ± 2.85	34.19 ± 3.36	31.98 ± 2.65	—	<0.05	—
КСО ЛП, мл LA ESV, ml	11.57 ± 0.86	11.84 ± 1.73	12.79 ± 1.53	—	—	—
ОО ЛП, мл LA RV, ml	27.46 ± 2.19	22.33 ± 2.07	21.07 ± 1.63	—	<0.05	—
ΔS , %	37.07 ± 1.36	36.26 ± 2.53	34.01 ± 2.15	—	—	—
МО ЛП, л в 1 мин LA CO, l per 1 min	2.09 ± 0.19	1.52 ± 0.77	1.50 ± 0.11	—	<0.05	—
Ср. Д в ЛП, дин/см ² MP in LA, dynes/cm ²	21.69 ± 1.56	19.69 ± 1.76	27.88 ± 3.15	—	<0.05	<0.05
ФНО ЛП, % LA FCV, %	70.00 ± 1.12	66.63 ± 2.48	63.33 ± 3.25	—	<0.05	—
ФН, ед. FF, unit	0.31 ± 0.03	0.41 ± 0.04	0.38 ± 0.01	—	<0.05	—

жа выявил достоверные различия группы М от группы В. Так, в группе В наблюдалось уменьшение фракции изменения объема левого предсердия в 1.3 раза ($p < 0.05$), минутного объема — в 1.39 раза ($p < 0.05$) при увеличении в 1.23 раза ($p < 0.05$) фракции наполнения левого желудочка во время предсердной систолы по сравнению с группой с малым стажем (табл. 3). Наблюдаемое у малостажированных маляров (см. табл. 3) увеличение конечно-диастолического размера левого предсердия и значения соотношения КДР ЛП/КДР ЛЖ свидетельствует о мобилизации компенсаторного механизма Франка — Старлинга. Известно, что этот механизм применим и к предсердиям позвоночных [6, 7]. Выявляется тесная корреляционная взаимосвязь между конечно-диастолическим размером левого предсердия и его конечно-диастолическим объемом ($r = +0.8$). Увеличение последнего обуславливает рост минутного объема и фракции изменения объема левого предсердия. Наблюдаемое при этом снижение среднего давления в полости предсердия свидетельствует о его хороших адаптационных способностях [8, 9].

($p < 0.05$) was observed, cardiac output — by 1.39 time ($p < 0.05$) at increase of 1.23 time ($p < 0.05$) fractions of filling of a left ventricle during an atrial systole after comparison with group with a small experience (Table 3). The increase in end-diastolic dimension of the left atrium and value of a ratio of LA EDD/LV EDD observed in the small working experienced painters (see Table 3) demonstrates mobilization of the Frank — Starling mechanism of compensation. It is known that this mechanism is applicable also to atria of vertebrae [6, 7]. The close correlative interrelation between end-diastolic dimension of the left atrium and its end-diastolic volume is revealed ($r = +0.8$). Increase in the last causes growth of cardiac output and change fraction of volume of the left atrium. The decrease in mean pressure observed at the same time in a cavity of atrium demonstrates its good adaptative abilities [8, 9].

In general the obtained data confirm mainly isotonic hyperfunction of the left atrium in small working experienced painters. The increase in fraction of filling of a left ventricle during atrial systole

В целом полученные данные свидетельствуют о преимущественно изотонической гиперфункции левого предсердия у малостажированных маляров. В группах средне- и высокостажированных рабочих наблюдается увеличение фракции наполнения левого желудочка во время предсердной систолы. Сильное сокращение предсердий увеличивает наполнение желудочка и его конечно-диастолический объем [10, 11]. Чем больше крови поступит в желудочки при систоле предсердий, тем значительно больше растянутся мышцы желудочков и тем сильнее будет их сокращение в систолу. В этом заключается один из механизмов регуляции функции миокарда желудочков сокращающимися предсердиями [12, 13]. Описанный предсердный механизм регуляции по представленным данным начинает формироваться в группах средне- и высокостажированных маляров.

У маляров с анемической кардиомиопатией (табл. 4), по сравнению с третьей контрольной группой, наблюдается повышение в 1.12 раза ($p < 0.05$) конечно-диастолического, в 1.22 раза ($p < 0.01$) конечно-систолического размера левого предсердия, в 1.33 раза его конечно-диастолического ($p < 0.05$) и в 1.54 раза ($p < 0.05$) конечно-систолического объемов при увеличении в 1.3 раза минутного объема ($p < 0.05$) левого предсердия. Эти результаты сравнительного анализа также можно рассматривать с позиций компенсаторной мобилизации механизма Франка — Старлинга в отношении левого предсердия у маляров с анемией (А). В отличие от больных вегетативно-дисгормональной кардиомиопатией

is observed in groups of medium and long working experienced workers. Strong contraction of atria increases filling of a ventricle and its end-diastolic volume [10, 11]. The more blood will come to ventricles at an atrial systole, more considerable will be the stretch of the ventricular muscles and stronger will be their contraction in a systole. One of mechanisms of regulation of myocardial function of ventricles the contracting atria consists in it [12, 13]. The described atrial mechanism of regulation on the provided data begins to be formed in groups medium and long working experienced painters.

In painters with anemic cardiomyopathy (Table 4), in comparison with the third control group, increase in 1.12 time ($p < 0.05$) end-diastolic dimension, in 1.22 time ($p < 0.01$) the end-systolic one of the left atrium, in 1.33 time its end-diastolic volumes ($p < 0.05$) and at 1.54 time ($p < 0.05$) end-systolic one is observed at increase by 1.3 times of cardiac output ($p < 0.05$) in the left atrium. These results of comparative analysis can also be considered from positions of mobilization Frank — Starling mechanism of compensation concerning the left atrium in painters with anemia (A). Unlike patients with vegetative dishormonal cardiomyopathy in the cardiomyopathy group, the value of the ratio of LA EDD/AD (1.05 ± 0.02 — cardiomyopathy; 0.94 ± 0.03 — VDC, $p < 0.01$) (see Table 1, 2) were higher, EDD ($p < 0.001$) is increased in 1.13 time against the increase in 1.29 time ($p < 0.01$) of fractions of change of left atrial volume. That confirms a hyperfunctional operating mode of the left atrium, mainly on isotonic type. More distinctly it is

Таблица 4. Показатели сократительной функции левого предсердия у маляров с анемией, подвергающихся воздействию органических растворителей, в сравнении с больными ЖДА ($M \pm \sigma$)

Table 4. Indicators of contractile function of the left atrium in painters with anemia exposed to organic solvents in comparison with patients with IDA ($M \pm \sigma$)

Показатель / Indicator	ЖДА ($n = 25$) / IDA ($n = 25$)	A ($n = 23$) / A ($n = 23$)	p
КДР ЛП/Ао LA EDD/AD	0.98 ± 0.04	1.08 ± 0.05	—
КДР ЛП/КДР ЛЖ LA EDD/LV EDD	1.78 ± 0.07	1.49 ± 0.07	0.01
КДР ЛП, см LA EDD, cm	2.82 ± 0.11	3.13 ± 0.08	0.05
КСР ЛП, см LA ESD, cm	1.7 ± 0.09	2.07 ± 0.08	0.01
КДО ЛП, мл LA EDV, ml	27.8 ± 2.84	36.89 ± 2.44	0.05
КСО ЛП, мл LA ESV, ml	8.26 ± 1.25	12.72 ± 1.19	0.05
ОО ЛП, мл LA RV, ml	19.54 ± 1.94	24.16 ± 7.16	—
ΔS , %	41.13 ± 2.33	34.83 ± 1.281	0.05
МО ЛП, л в 1 мин LA CO, l per 1 min	1.32 ± 0.14	1.72 ± 0.10	0.05
Ср. Д в ЛП, дин/см ² MP in LA, dynes/cm ²	23.68 ± 1.23	2.63 ± 1.48	0.05
ФНО ЛП, % LA FCV, %	63.28 ± 5.04	63.74 ± 3.30	—
ФН, ед. FF, unit	0.35 ± 0.02	0.30 ± 0.03	—

ей в группе КМ были выше значения соотношения КДР ЛП/Ао (1.05 ± 0.02 — КМ; 0.94 ± 0.03 — ВДК, $p < 0.01$) (см. табл. 1, 2), в 1.13 раза увеличен КДР ($p < 0.001$) на фоне повышения в 1.29 раза ($p < 0.01$) фракции изменения объема левого предсердия, что подтверждает гиперфункциональный режим работы левого предсердия, преимущественно по изотоническому типу. Более отчетливо это проявляется в группе мало- и среднестажированных лиц, у которых при росте линейных и объемных конечно-диастолических показателей происходит увеличение фракции изменения объема и снижение среднего давления в полости левого предсердия (см. табл. 2).

Выявленные особенности функционирования левого предсердия носят адаптационно-приспособительный характер и определяются состоянием работы левого желудочка. В целом в группе маляров на фоне нормальных линейных объемных показателей левого желудочка, а также значений сократительной способности его миокарда и массы происходит увеличение внутримиекардиальных стрессов и напряжения преимущественно в диастолу, мощности сердечных сокращений при замедлении скорости сокращения миокарда задней стенки левого желудочка, что свидетельствует о развитии гиперфункции. Проведенный анализ показателей в зависимости от производственного стажа выявил, что отдельные признаки левожелудочковой дисфункции наблюдаются уже у малостажированных, с увеличением стажа работы происходят дальнейшие отклонения, наибольшие значения которых наблюдаются у высокостажированных. Отличий группы высокостажированных маляров с анемической кардиомиопатией (А) от высокостажированных маляров с вегетативно-дисгормональной кардиомиопатией (В) не выявлено (см. табл. 1). Преобладающим во всех изучаемых группах маляров является вариант гиперфункции левого желудочка преимущественно по изотоническому типу. Однако с увеличением стажа у маляров с вегетативно-дисгормональной кардиомиопатией повышается доля лиц с гомеометрическим механизмом авторегуляции сердечной деятельности. Это в прогностическом плане является менее благоприятным, чем функционирование левого желудочка в гетерометрическом авторегуляторном ключе.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В зависимости от стажа работы прослеживается изменение в деятельности левого предсердия, выражающееся в формировании механиз-

shown in groups of small and medium working experienced individuals who have increase in fraction of change of volume and decrease of mean pressure in cavity of the left atrium along with a growth of linear and volume end-diastolic indicators (see Table 2).

The revealed features of functioning of the left atrium have adaptive character and are defined by a condition of work of the left ventricle. In there is an increase in intramyocardial stresses and tension mainly in diastole, capacities of cardiac contractions at delay of speed of contraction of myocardium of a back wall in left ventricle general in group of painters against the background of normal linear volume indicators of a left ventricle and also values of contractile ability of the myocardium and weight. That testifies to the development of hyperfunction. The carried-out analysis of indicators depending on a length of service revealed that separate signs of left ventricular dysfunction are observed already in small working experienced individuals. With an increase in length of work there are further deviations which greatest values observed in long working experienced individuals. Differences of group of the long working experienced painters with an anemic cardiomyopathy (A) from the long working experienced painters with vegetative and dishormonal cardiomyopathy (B) are not revealed (see Table 1). The option of hyperfunction of left ventricle mainly on isotonic type is prevailing in all studied groups of painters. However, the share of individuals with homeometric mechanism of autoregulation of cardiac activity raises with increase of experience length in painters with vegetative dishormonal cardiomyopathy. In the predictive plan it is less favorable, than functioning of a left ventricle in a heterometric autoregulatory way.

CONCLUSION

Depending on the length of service the change in activity of the left atrium which is expressed in forming of the mechanism of regulation of myocardial function of left ventricle by the contracting atrium is observed. This atrial mechanism begins to be formed in groups of medium and long working experienced painters with vegetative and dishormonal cardiomyopathy. The hyperfunctional operating mode of the left atrium is noted in painters with anemic cardiomyopathy. In general, the condition of contractile function of the left heart in painters with secondary cardiomyopathy reflects the difficult mechanism of interaction of ventricle

ма регуляции функции миокарда левого желудочка сокращающимся предсердием. Этот предсердный механизм начинает формироваться в группах средне- и высокостажированных маляров с вегетативно-дисгормональной кардиомиопатией. Гиперфункциональный режим работы левого предсердия отмечается у маляров с анемической кардиомиопатией. В целом состояние сократительной функции левых отделов сердца у маляров с вторичной кардиомиопатией отражает сложный механизм взаимодействия желудочка и предсердия, реализующийся с активацией их компенсаторных и адаптивных ресурсов, направленной на поддержание функции сердца на оптимальном для организма уровне в

and atrium which is implemented with the activation of their compensatory and adaptive resources directed to maintenance of cardiac function in optimum level for the human body, in the conditions of long influence of disturbing factors.

Conflict of interest. The authors declare no conflict of interest.

условиях длительного воздействия повреждающих факторов.

Конфликт интересов. Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Павлюкова Е.Н., Кужель Д.А., Матюшин Г.В. Функция левого предсердия: современные методы оценки и клиническое значение // Рациональная фармакотерапия в кардиологии. 2017. Т. 13 (5). С. 675–683.
2. Матановская Т.В., Туев А.В., Орехова Е.Н., Суханов С.Г. Оценка механической функции левого предсердия у здоровых взрослых // Пермский мед. журн. 2014. Т. 31 (1). С. 64–72.
3. Lang R., Badano L., Mor-Avi V. et al. Recommendations for cardiac chamber quantification by echocardiography in adults: an update from the American Society Echocardiography and the European Association of Cardiovascular Imaging // J. Am. Soc. Echocardiogr. 2015. Vol. 28. P. 1–39.
4. Piotrowski G., Goch A., Wlazlowski R. et al. Non-invasive methods of atrial function evaluation in heart diseases // Med. Sci. Monit. 2000. Vol. 6. P. 827–839.
5. Третьяков С.В., Шпагина Л.А. Сердечно-сосудистая система при действии ароматических углеводородов. Новосибирск, 2013. 346 с.
6. Гончарова Е.В., Говорин А.В., Кузьмин А.Г. Показатели кардиогемодинамики у больных хронической железодефицитной анемией // Сердечная недостаточность. 2007. Т. 8 (6). С. 289–293.
7. Браунвальд Е., Росс Дж., Зонненблик Е.Х. Механизмы сокращения сердца в норме и при сердечной недостаточности. М.: Медицина, 1974. 174 с.
8. Парин В.В. Избранные труды. М., 1974. Т. 1: Кровообращение в норме и патологии.
9. Пауков В.С., Фролов В.А. Элементы теории патологии сердца. М.: Медицина, 1982. 272 с.
10. Abhayaratna W.P., Seward J.B., Appleton C.P. et al. Left atrial size: physiologic determinants and clinical applications // J. Am. Coll. Cardiol. 2006. Vol. 47. P. 2357–2363.
11. Hoit B.D. Left atrial size and function. Role in prognosis // J. Am. Coll. Cardiol. 2014. Vol. 63. P. 493–505.
12. Фатенков В.Н. О механике диастолы // Физиол. журн. СССР. 1983. № 5. С. 666–671.
13. Фатенков В.Н. Биомеханика и физиологическая роль предсердий в сердечном цикле // Физиол. журн. СССР. 1985. № 4. С. 510–516.

REFERENCES

1. Pavlyukova E.N., Kuzhel D.A., Matyushin G.V. (2017). Left atrial function: modern assessment methods and clinical significance. *Rational Pharmacotherapy in Cardiology*, 13 (5), 675–683.
2. Matanovskaya T.V., Tuev A.V., Orekhova E.N., Sukhanov S.G. (2014). Assessment of left atrium mechanical function in healthy adults. *Perm Medical J.*, 31 (1), 64–72. In Russ.
3. Lang R., Badano L., Mor-Avi V. et al. (2015). Recommendations for cardiac chamber quantification by echocardiography in adults: an update from the American Society Echocardiography and the European Association of Cardiovascular Imaging. *J. Am. Soc. Echocardiogr.*, 28, 1–39.
4. Piotrowski G., Goch A., Wlazlowski R. et al. (2000). Non-invasive methods of atrial function evaluation in heart diseases. *Med. Sci. Monit.*, 6, 827–839.
5. Tretyakov S.V., Shpagina L.A. (2013). *Cardiovascular System at Effect of Aromatic Hydrocarbons*. Novosibirsk, 346 p. In Russ.
6. Goncharova E.V., Govorin A.V., Kuzmin A.G. (2007). Cardiohemodynamics indicators in patients with chronic iron deficiency anemia. *Russ. Heart Failure*, 8 (6), 289–293. In Russ.
7. Braunwald E., Ross J., Jr., Sonnenblick E.H. (1974). *Mechanism of Contraction in the Normal and Failing Heart*. Moscow, 174 p. In Russ.
8. Parin V.V. (1974). *Selectas. Vol. 1: Blood Circulation in Norm and in Pathology*. Moscow. In Russ.
9. Paukov V.S., Frolov V.A. (1982). *Elements of the Theory of Cardiac Pathology*. Moscow, 272 p. In Russ.
10. Abhayaratna W.P., Seward J.B., Appleton C.P. et al. (2006). Left atrial size: physiologic determinants and clinical applications. *J. Am. Coll. Cardiol*, 47, 2357–2363.
11. Hoit B.D. (2014). Left atrial size and function: role in prognosis. *J. Am. Coll. Cardiol.*, 63, 493–505.
12. Fatenkov V.N. (1983). The mechanics of heart diastole. *USSR Physiological J.*, 5, 666–671. In Russ.
13. Fatenkov V.N. (1985). Biomechanics and physiological role of the atria in the cardiac cycle. *USSR Physiological J.*, 4, 510–516. In Russ.

СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ

Третьяков Сергей Владиславович — д-р мед. наук, профессор кафедры поликлинической терапии и общей врачебной практики (семейной медицины) ФГБОУ ВО «Новосибирский государственный медицинский университет» Минздрава России.

Попова Анна Александровна — д-р мед. наук, доцент, заведующий кафедрой поликлинической терапии и общей врачебной практики (семейной медицины) ФГБОУ ВО «Новосибирский государственный медицинский университет» Минздрава России.

Образец цитирования: Третьяков С.В., Попова А.А. Функциональное состояние левого предсердия у лиц, подвергающихся воздействию органических растворителей // *Journal of Siberian Medical Sciences*. 2019. № 3. С. 84–94.

ABOUT THE AUTHORS

Tretyakov Sergey Vladislavovich — Dr. Sci. (Med.), Professor of the Department of Polyclinic Therapy and General Medical Practice (Family Medicine), Novosibirsk State Medical University.

Popova Anna Aleksandrovna — Dr. Sci. (Med.), Associate Professor, Head of the Department of Polyclinic Therapy and General Medical Practice (Family Medicine), Novosibirsk State Medical University.

Citation example: Tretyakov S.V., Popova A.A. (2019). The functional state of the left atrium in individuals exposed to organic solvents. *Journal of Siberian Medical Sciences*, 3, 84–94.