

УДК 612.134; 612.135; 612.148

DOI: 10.24884/1682-6655-2018-17-3-65-70

ДОЛГОВА Е. В.¹, ФЕДОРОВИЧ А. А.^{2, 3}, МАРТЫНЮК Т. М.¹,
РОГОЗА А. Н.¹, ЧАЗОВА И. Е.¹

Состояние микроциркуляторного русла кожи у больных с легочной гипертензией на фоне врожденных пороков сердца

¹ Федеральное государственное бюджетное учреждение «Национальный медицинский исследовательский центр кардиологии» Министерства здравоохранения Российской Федерации, Москва, Россия
121552, Россия, Москва, 3-я Черепковская, д. 15А

² Федеральное государственное бюджетное учреждение «Национальный медицинский исследовательский центр профилактической медицины» Министерства здравоохранения Российской Федерации, Москва, Россия
101990, Россия, Москва, Петроверигский переулок, д. 10, стр. 3

³ Федеральное государственное бюджетное учреждение науки «Государственный научный центр Российской Федерации, Институт медико-биологических проблем» Российской академии наук, Москва, Россия
123007, Россия, Москва, Хорошевское шоссе, д. 76А
e-mail: faa-micro@yandex.ru

Статья поступила в редакцию 27.02.18; принята к печати 11.04.18

Резюме

Цель – оценить состояние микроциркуляции в коже у больных с легочной гипертензией на фоне врожденных пороков сердца (ЛАГ-ВПС).

Материал и методы. Исследование проводили методами лазерной доплеровской флоуметрии и капилляроскопии у 25 пациентов с ЛАГ-ВПС и группы контроля (n=25).

Результаты. Пациенты с ЛАГ-ВПС имеют низкую сатурацию крови – 90,1 и 97,2 % (<0,05), высокую амплитуду миогенных вазомоций – 0,49 пф и 0,26 пф (<0,05), пульсовых – 0,14 пф и 0,11 пф (<0,05) и респираторно связанных колебаний кровотока – 0,24 пф и 0,13 пф (<0,05) соответственно. На этом фоне признаков задержки жидкости в тканях нет.

Выводы. Изменения микроциркуляции носят компенсаторный характер в условиях системной гипоксии, обусловленной нарушениями гемодинамики в сердце и малом круге кровообращения.

Ключевые слова: легочная гипертензия, гипоксия, вазомоции, лазерная доплеровская флоуметрия, капилляроскопия, тонус микрососудов

Для цитирования: Долгова Е. В., Федорович А. А., Мартынюк Т. М., Рогоза А. Н., Чазова И. Е. Состояние микроциркуляторного русла кожи у больных с легочной гипертензией на фоне врожденных пороков сердца. Регионарное кровообращение и микроциркуляция. 2018;17(3):65–70.
Doi: 10.24884/1682-6655-2018-17-3-65-70

UDC 612.134; 612.135; 612.148

DOI: 10.24884/1682-6655-2018-17-3-65-70

DOLGOVA E. V.¹, FEDOROVICH A. A.^{2, 3}, MARTYNYUK T. M.¹,
ROGOZA A. N.¹, CHAZOVA I. E.¹

The state of the microcirculation of the skin in patients with pulmonary hypertension due to congenital heart defects

¹ National Medical Research Center of Cardiology of the Ministry of Healthcare of the Russian Federation, Moscow, Russia
121552, Russia, Moscow, 3rd Cherepkovskaya street, 15A

² National Medical Research Center for Preventive Medicine of the Ministry of Healthcare of the Russian Federation, Moscow, Russia
101990, Russia, Moscow, Petroverigskiy street, 10, 3

³ State Scientific Center of Russia Institute of Biomedical Problems of the Russian Academy of Sciences, Moscow, Russia
123007, Russia, Moscow, Horoshevskaya street, 76A
e-mail: faa-micro@yandex.ru

Received 27.02.18; accepted 11.04.18

Summary

Aim – to assess the state of microcirculation in the skin in patients with pulmonary hypertension due to congenital heart defects (PH-CHD).

Material and methods. The study was performed using laser Doppler flowmetry and capillaroscopy in 25 patients with PH-CHD and a control group (n=25).

Results. Patients with PH-CHD have a low blood saturation of 90.1 % and 97.2 % (<0.05), a high amplitude of myogenic vasomotions of 0.49 PU and 0.26 PU (<0.05), pulsatile 0.14 PU and 0.11 PU (<0.05) and respiratory associated blood flow fluctuations of 0.24 PU and 0.13 PU (<0.05), respectively. Against this background, there is no evidence of fluid retention in the tissue.

Conclusions. Changes in microcirculation are compensatory in the conditions of systemic hypoxia, caused by violations of hemodynamics in the heart and a small circle of blood circulation.

Keywords: pulmonary hypertension, hypoxia, vasomotion, laser Doppler flowmetry, capillaroscopy, microvascular tone

For citation: Zharkikh E. V., Makovik I. N., Potapova E. V., Dremir V. V., Zhrebtsov E. A., Dolgova E. V., Fedorovich A. A., Martynyuk T. V., Rogoz A. N., Chazova I. E. The state of the microcirculation of the skin in patients with pulmonary hypertension due to congenital heart defects. Regional hemodynamics and microcirculation. 2018;17(3):65–70. Doi: 10.24884/1682-6655-2018-17-3-65-70

Введение

Легочная артериальная гипертензия (ЛАГ) – патофизиологическое и гемодинамическое состояние, которое может иметь идиопатическую природу или осложнять течение заболеваний сердца и легких. ЛАГ характеризуется прогрессирующим повышением легочного сосудистого сопротивления (ЛСС), развитием правожелудочковой сердечной недостаточности и преждевременной гибелью больных. В последние годы отмечается существенное увеличение числа публикаций по данной проблеме, что связано с многообразием причин и клинических форм ЛАГ, сложностью патогенетических механизмов, поздней диагностикой, трудностями терапии и неблагоприятным прогнозом [9].

Благодаря развитию неинвазивных высокотехнологичных методов исследования, таких как лазерная доплеровская флоуметрия (ЛДФ) и компьютерная капилляроскопия (ККС), появилась возможность оценивать качественные, количественные и функциональные характеристики кровообращения на уровне микроциркуляторного русла (МЦР) человека [3, 5].

Оценка функционального состояния МЦР у пациентов с ЛАГ, развившейся на фоне врожденного порока сердца (ЛАГ-ВПС), было основной целью исследования. ЛАГ-ВПС возникает у пациентов с «гемодинамическими сбросами», т. е. имеющих системно-легочные шунты, такие как дефекты межпредсердной и межжелудочковой перегородок сердца, открытый артериальный проток [8, 13]. Согласно данным Европейского регистра, общая распространенность ЛАГ у взрослых с ВПС составляет 4–28 %, а синдром Эйзенменгера встречается у 1–6 % пациентов [11, 14]. При перегрузке объемом легочного кровотока, вследствие сброса крови слева направо, у пациентов с ВПС развивается эндотелиальная дисфункция и ремоделирование сосудов в системе легочной артерии (ЛА), повышение ЛСС. Как и при других формах ЛАГ, ключевую роль в патогенезе ЛАГ-ВПС играет дисбаланс между вазоконстрикторными, прокоагуляционными, провоспалительными, пролиферативными, митогенными факторами (ЭТ-1, тромбоксан A_2 и др.) и вазодилатирующими, антикоагуляционными и антипролиферативными факторами (простациклин, NO и др.). Дисбаланс регуляторных факторов приводит к вазоспазму, образованию фибробластами избыточного коллагена и эластина с развитием необратимых изменений всех слоев сосудистой стенки [10]. Интерес именно к данной форме ЛАГ обусловлен еще и тем, что на функциональное состояние МЦР кожи должны оказывать влияние еще и параметры

венозной гемодинамики, системы возврата крови к правым отделам сердца.

Материал и методы исследования

В исследование вошли 25 пациентов с ЛАГ-ВПС I–III функционального класса ($2,32 \pm 0,75$) в возрасте $41,6 \pm 15,8$ года (2 мужчин, 23 женщины). 8 больных имели дефект межпредсердной перегородки, 11 – межжелудочковой, 6 – открытый артериальный проток. У 7 пациентов из группы имелся синдром Эйзенменгера. Длительность ЛАГ составила в среднем по группе $3,78 \pm 1,85$ лет, а длительность симптомов до верификации диагноза – $1,27 \pm 0,52$ года. Дистанция при тесте с 6-минутной ходьбой составила 356 ± 93 м, индекс по Боргу – $3,12 \pm 1,01$ балла. Показатели неинвазивного (ультразвуковое исследование сердца – ЭхоКГ) и инвазивного (катетеризация правых отделов сердца – КПОС) исследований сердца и системы малого круга кровообращения в группе ЛАГ-ВПС приведены в табл. 1.

Группу контроля составили 25 условно здоровых добровольцев $39,3 \pm 10$ лет (6 мужчин, 19 женщин). Исследование функционального состояния МЦР кожи у всех испытуемых проводили методами ЛДФ и капилляроскопии. Параметры капиллярного кровотока (ККС) оценивали в области ногтевого ложа 4-го пальца левой кисти компьютерным капилляроскопом КАПИЛЛЯРОСКАН-1 (ООО «Новые Энергетические Технологии», Россия). Исследование проводили в положении сидя после 15-минутного периода адаптации, при постоянной температуре в лаборатории $23 \pm 1^\circ\text{C}$. Руку испытуемого располагали в специальном мягком фиксирующем устройстве на уровне сердца. За 5 мин до начала исследования производили измерение температуры кожных покровов в области ногтевого ложа инфракрасным термометром *Beurer* (Германия). Оценивали строение, форму и распределение капилляров, а также размер перикапиллярной зоны (ПЗ) [6, 12].

После ККС проводили ЛДФ в положении лежа на спине после 15-минутного периода адаптации одноканальным лазерным анализатором кожного кровотока ЛАКК-02 в ближнем инфракрасном диапазоне ($\lambda=800$ нм), со встроенным стандартным пульсоксиметром, и блоком ЛАКК-ТЕСТ («ЛАЗМА», Россия), который позволяет оценивать параметры перфузии кожи при постоянно поддерживаемой температуре в области исследования ($+32^\circ\text{C}$) и проводить различные функциональные тесты. Исследование проводили в стандартной точке в области левого лучезапястного сустава. САД, ДАД и ЧСС измеряли за

5 мин до начала исследования (10-я мин периода адаптации). Частоту дыхательных движений (ЧДД) фиксировали в начале и в конце регистрации базального кровотока.

ЛДФ проводили в следующем объеме и последовательности: 1) базальная перфузия (БП); 2) констрикторная дыхательная проба (ДП); 3) констрикторная холодовая проба (ХП); 4) констрикторная проба с венозной окклюзией (ВО); 5) дилаторная проба с 5-минутной артериальной окклюзией (АО). Оценку показателей кожной перфузии, амплитудно-частотного спектра колебаний кровотока, констрикторной активности и дилаторного резерва МЦР кожи проводили аналогично ранним работам [1].

Статистическую обработку проводили с использованием пакета прикладных программ «STATISTICA 10.0» (StatSoft Statistica v10.0). Вид распределения количественных признаков анализировали тестом W. Shapiro – Wilk's. Полученные данные представлены в виде средних значений со стандартным отклонением ($M \pm SD$). При сравнении групп для измерения уровня достоверности различий использовали непараметрический метод Mann – Whitney U-test. Взаимосвязи между параметрами выявляли с помощью теста ранговой корреляции Spearman. Различия считали достоверными при $p < 0,05$.

Результаты исследования и их обсуждение

Результаты исследования функционального состояния микрососудистого русла кожи по данным ЛДФ и ККС приведены в табл. 2.

Результаты функционального резерва микрососудистого русла кожи по констрикторной активности и дилаторному резерву приведены в табл. 3.

В группе ЛАГ-ВПС степень венолярного полнокровия (A_v) демонстрирует умеренные положительные корреляционные взаимосвязи с объемом правого предсердия (ЭхоКГ) – $r=0,48$ ($p=0,02$) и размером перикапиллярной зоны (ПЗ) – $r=0,40$ ($p=0,04$). ПЗ, в свою очередь, положительно взаимосвязана с объемом правого предсердия – $r=0,61$ ($p=0,002$), передне-задним размером правого желудочка – $r=0,46$ ($p=0,02$), ударным объемом (КПОС) – $r=0,47$ ($p=0,03$), а с дилаторным резервом МЦР при АО корреляционная взаимосвязь отрицательная: $r=-0,41$ ($p=0,04$).

Первое, что бросается в глаза при анализе полученных результатов, это существенные различия в уровне сатурации крови по данным стандартной

Таблица 1

Результаты ЭхоКГ и КПОС

Table 1

Results of ultrasound examination of the heart and catheterization of the right heart

Параметр	Значение
<i>Ультразвуковое сканирование сердца (ЭхоКГ)</i>	
Систолическое давление в ЛА, мм рт. ст.	84,92±26,83
Ствол ЛА, см	3,31±0,69
Объем правого предсердия, мл	21,55±6,41
Передне-задний размер правого желудочка, см	3,84±0,68
Конечный диастолический размер левого желудочка, см	4,18±0,62
Аорта, см	3,03±0,29
<i>Катетеризация правых отделов сердца (КПОС)</i>	
Систолическое давление в ЛА, мм рт. ст.	93,16±23,03
Диастолическое давление в ЛА, мм рт. ст.	40,44±15,99
Среднее давление в ЛА, мм рт. ст.	63,52±17,97
Сердечный индекс, л/мин/м ²	2,17±0,47
Ударный объем, мл	49,62±5,08
Общее легочное сосудистое сопротивление, дин·с·см ⁻⁵	1674±698

пульсоксиметрии. Мы знаем, что тонус и вазомоторная активность гладкомышечных клеток капиллярных сфинктеров и прекапиллярных артериол регулируются гестомеханическими, гистометаболическими и кислородзависимыми механизмами. Более высокие значения амплитуды миогенных вазомоций в группе ЛАГ-ВПС можно объяснить проявлением именно кислородзависимого механизма регуляции, который в условиях системной гипоксии направлен на компенсацию метаболического дефицита. В условиях

Таблица 2

Параметры микроциркуляторного кровотока

Table 2

Microcirculatory blood flow parameters

Параметр	ЛАГ-ВПС (n=25)	ГК (n=25)	p
САД, мм рт. ст.	108,4±10,6	114,0±20,84	н/д
ДАД, мм рт. ст.	65,6±5,8	70,8±9,5	н/д
ЧСС, уд./мин	71,1±5,1	64,4±6,9	н/д
ЧДД, дых./мин	18,6±2,2	16,8±3,1	н/д
Температура кожи, °С	33,3±1,6	33,4±0,9	н/д
Уровень перфузии – М, пф	6,01±2,40	5,48±2,13	н/д
$A_{э}$ – эндотелиальные вазомоции, пф	0,45±0,34	0,27±0,16	н/д
$A_{н}$ – нейрогенные вазомоции, пф	0,42±0,37	0,34±0,15	н/д
$A_{м}$ – миогенные вазомоции, пф	0,49±0,43	0,26±0,17	<0,05
A_v – веноулярные колебания, пф	0,24±0,18	0,13±0,07	<0,05
A_c – кардиальные колебания, пф	0,14±0,08	0,11±0,05	<0,05
Пульсоксиметрия – SO_2 , %	90,1±6,1	97,2±1,1	<0,05
Перикапиллярная зона, мкм	116,5±19,9	114,1±17,4	н/д

Таблица 3

Констрикторная активность и дилататорный резерв микрососудистого русла кожи

Table 3

Constrictory activity and dilatory reserve of the microvascular bed of the skin

Параметр, %	ЛАГ-ВПС (n=25)	ГК (n=25)	p
↓ М при ДП	38,8±23,3	37,7±16,5	н/д
↓ М при ХП	54,2±15,9	42,1±17,9	<0,05
↓ М при ВО	62,5±19,8	45,2±17,9	<0,05
↓ М при АО	287,2±113,1	340,2±88,8	<0,05

гипоксии снижается тонус капиллярных сфинктеров (увеличивается амплитуда миогенных вазомоций), большее число капилляров включается в кровоток, увеличивается площадь обменной поверхности [2, 4]. Другие тонусформирующие механизмы модуляции кровотока (эндотелиальный, нейрогенный) достоверных различий относительно группы контроля не продемонстрировали, хотя о тренде к увеличению амплитуды вазомоций в данных частотных диапазонах говорить можно. Следствием снижения тонуса прекапиллярных артериол в группе ЛАГ-ВПС можно считать и достоверно более высокие значения амплитуды пульсовых колебаний (A_c), которые отражают состояние артериолярного отдела МЦР. Более низкие значения АД у пациентов ЛАГ-ВПС могут также свидетельствовать в пользу снижения тонуса резистивных прекапиллярных артериол.

В данной ситуации мы видим функциональную перестройку МЦР большого круга кровообращения в условиях системной гипоксии. Большой приток артериальной крови в МЦР с преимущественным поступлением ее в обменное звено на фоне более высоких значений ЧСС и ЧДД носит компенсаторный характер, направленный на устранение метаболического дефицита.

Функциональное состояние гладкомышечных клеток отражается и на реактивности микрососудов кожи. У пациентов ЛАГ-ВПС отмечается достоверное увеличение степени констрикторного ответа и при активации симпатической адренергической системы (ХП), и без вовлечения нервной системы (ВО). Из курса «Нормальной физиологии» известно, что сократительная активность миоцитов определяется величиной их исходного тонуса: чем выше базальный тонус, тем степень укорочения меньше; чем базальный тонус ниже, тем степень укорочения больше. Можно предположить, что именно данный фактор и определяет повышенную констрикторную активность микрососудов большого круга кровообращения при системной гипоксии у пациентов с ЛАГ-ВПС.

Выявленные взаимосвязи между различными показателями микроциркуляторного кровотока в коже и параметрами центральной гемодинамики можно назвать вполне закономерными. Амплитуда респираторно обусловленных колебаний кровотока (A_b), которая отражает степень веноулярного полнокровия,

положительно коррелирует с объемом правого предсердия ($r=0,48$; $p=0,02$). Гемодинамика в магистральной венозной системе, куда дренируется веноулярный отдел МЦР, во многом определяется морфофункциональными характеристиками правых отделов сердца. Из наших результатов следует, что чем больше полость правого предсердия, тем больше степень полнокровия в системе оттока крови от капилляров, что, с точки зрения анатомической взаимосвязи, вполне логично. Сдвиги веноулярной гемодинамики (полнокровие) приводят к нарушениям функ-

ционирования фильтрационно-реабсорбционного механизма обмена веществ, что проявляется положительной корреляционной зависимостью между A_b и ПЗ ($r=0,40$; $p=0,04$). Из этой зависимости следует, что чем больше выражена степень веноулярного полнокровия, тем больше жидкости задерживается в тканях (нарушается реабсорбция), что приводит к увеличению дистанции «кровь – клетка» для питательных веществ и продуктов тканевого метаболизма [7]. Интересно, что показатель эффективности функционирования фильтрационно-реабсорбционного механизма обмена веществ (ПЗ) с еще большей достоверностью положительно коррелирует не только с объемом правого предсердия ($r=0,61$; $p=0,002$), но и с передне-задним размером правого желудочка ($r=0,46$; $p=0,02$) и ударным объемом – $r=0,47$ ($p=0,03$). Все выявленные взаимосвязи в определенном смысле и анатомичны, и физиологичны.

Отрицательная взаимосвязь степени скрытой задержки воды в тканях (ПЗ) и дилататорного резерва при АО ($r=-0,41$; $p=0,04$), вероятнее всего, обусловлена проблемами в системе венозного оттока крови от МЦР, обусловленной нарушениями гемодинамики в сердце и малом круге кровообращения. Состояние веноулярного отдела и гемодинамические параметры кровотока в них лимитируют выраженность дилататорных реакций, ограничивая свободный сосудистой объем. Сердечно-сосудистая система является замкнутой системой, и если нет оттока, то не будет и притока.

Если ПЗ взять за основной показатель эффективности функционирования фильтрационно-реабсорбционного механизма обмена веществ и учесть отсутствие достоверных различий по данному параметру и уровню тканевой перфузии (М) между пациентами ЛАГ-ВПС и здоровыми добровольцами, то можно говорить об адекватности функциональной перестройки МЦР большого круга кровообращения при системной гипоксии на фоне патологии сердца и малого круга кровообращения. В условиях гипоксии и гемодинамических сдвигов в путях оттока крови от капилляров тонкая перенастройка функциональной активности регуляторных механизмов на уровне прекапиллярных артериол способствует компенсации метаболических сдвигов, что позволяют зарегистрировать современные методы исследования микроциркуляторного кровотока у человека.

Конфликт интересов / Conflict of interest

Авторы заявили об отсутствии конфликта интересов. / The authors declare no conflict of interest.

Литература / References

1. Долгова Е. В., Федорович А. А., Мартынюк Т. В. и др. Функциональное состояние микрососудистого русла кожи по данным лазерной доплеровской флоуметрии у больных с идиопатической легочной гипертензией в зависимости от статуса вазореактивности на ингаляционный оксид азота // Евразий. кардиолог. журн. – 2016. – № 2. – С. 58–67. [Dolgova EV, Fedorovich AA, Martynyuk TV i dr. Features of cutaneous microcirculatory blood flow in patients with idiopathic pulmonary arterial hypertension assessed by laser Doppler flowmetry depending on vasoreactivity status on inhaled nitric oxide. *Evrziskij Kardiologicheskij Gurnal*. 2016; (2): 58–67 (In Russ.)].
2. Крупаткин А. И. Динамический колебательный контур регуляции капиллярной гемодинамики // Физиол. человека. – 2007. – Т. 33. – № 5. – С. 93–101. [Krupatkin AI. Dynamic oscillatory contour of regulation of capillary hemodynamics. *Phiziologia Cheloveka* 2007; 33(5): 93–101. (In Russ.)].
3. Крупаткин А. И., Сидоров В. В. Функциональная диагностика состояния микроциркуляторно-тканевых систем: колебания, информация, нелинейность: рук-во для врачей. – М.: ЛИБРОКОМ, 2013. [Krupatkin AI, Sidorov VV. Functional diagnostics of microcirculatory-tissue systems: fluctuations, information, nonlinearity (Manual for physicians). Moscow: LIBROKOM; 2013 (In Russ.)].
4. Крупаткин А. И., Сидоров В. В., Федорович А. А. и др. Колебательный контур регуляции числа функционирующих капилляров // Регионарное кровообращение и микроциркуляция. – 2006. – Т. 5. – № 3. – С. 54–58. [Krupatkin AI, Sidorov VV, Fedorovich AA et al. The oscillatory circuit for the control of functional capillaries number. *Regionalnoe Kровоobraschenie i Mikrocirkulacia*. 2006; 5(3): 52–59 (In Russ.)].
5. Сиротин Б. З., Жмеренецкий К. В. Микроциркуляция при сердечно-сосудистых заболеваниях. – Хабаровск: ДВГМУ, 2008. [Sirotn BZ, Zhmerenetsky KV. Microcirculation in cardiovascular diseases. *Hand book*. Khabarovsk: ESMU; 2008 (In Russ.)].
6. Федорович А. А. Неинвазивная оценка вазомоторной и метаболической функции микрососудистого эндотелия в коже человека // Регионарное кровообращение и микроциркуляция. – 2013. – Т. 12. – № 2. – С. 15–25. [Fedorovich AA. Non-invasive evaluation of vasomotor and metabolic functions of microvascular endothelium in human skin. *Regionalnoe Kровоobraschenie i Mikrocirkulacia*. 2013; 12(2): 15–25 (In Russ.)].
7. Федорович А. А. Микрососудистое русло кожи человека как объект исследования // Регионарное кровообращение и микроциркуляция. – 2017. – Т. 16. – № 4. – С. 11–26. [Fedorovich AA. Microcirculation of the human skin as an object of research. *Regionalnoe Kровоobraschenie i Mikrocirkulacia*. 2017; 16(4): 11–26 (In Russ.)]. Doi: 10.24884/1682-6655-2017-16-4-11-26.
8. Чазова И. Е., Авдеев С. Н., Царева Н. А. и др. Клинические рекомендации по диагностике и лечению легочной гипертензии // Терапевт. арх. – 2014. – Т. 86. – № 9. – С. 4–23. [Chazova IY, Avdeev SN, Tsareva NA i dr. Clinical recommendations for the diagnosis and treatment of pulmonary hypertension. *Terapevticheskij Arhiv*. 2014; 86(9): 4–23 (In Russ.)].
9. Чазова И. Е., Мартынюк Т. В. Легочная гипертензия. М.: Практика, 2015. [Chazova IY, Martynyuk TV. Pulmonary hypertension. *Hand book*. Moscow: Practice; 2015 (In Russ.)].

10. Beghetti M, Galie N, Bonnet D. Can “inoperable” congenital heart defects become operable in patients with pulmonary arterial hypertension? Dream or reality? *Congenit Heart Dis*. 2012; 7:3–11. Doi: 10.1111/j.1747-0803.2011.00611.x.

11. Engelfriet PM, Duffels MG, Moller T et al. Pulmonary arterial hypertension in adults born with a heart septal defect: the Euro Heart Survey on adult congenital heart disease. *Heart*. 2007; 93: 682–687. Doi: 10.1136/hrt.2006.098848.

12. Fedorovich AA. Non-invasive evaluation of vasomotor and metabolic functions of microvascular endothelium in human skin. *Microvasc Res*. 2012; 84: 86–93. Doi: 10.1016/j.mvr.2012.03.011.

13. Galie N, Humbert M, Vachiery JL et al. ESC Committee for Practice Guidelines. Guidelines for the diagnosis and treatment of pulmonary hypertension. The task force for the diagnosis and treatment of pulmonary hypertension of the European Society of Cardiology (ESC) and the European Respiratory Society (ERS), endorsed by the by the International Society of Heart and Lung Transplantation (ISHLT). *Eur Heart J*. 2016; 37: 67–119. Doi: 10.1093/eurheartj/ehv317.

14. Humbert M, Sitbon O, Chaouat A et al. Pulmonary arterial hypertension in France: results from a national registry. *Am J Respir Crit Care Med*. 2006; 173: 1023–1030. Doi: 10.1164/rccm.200510-1668OC.

Информация об авторах

Долгова Екатерина Викторовна – аспирант отдела новых методов диагностики Института клинической кардиологии им. А. Л. Мясникова ФГБУ «Национальный медицинский исследовательский центр кардиологии» Минздрава России, Москва, e-mail: liker2@rambler.ru.

Федорович Андрей Александрович – кандидат медицинских наук, старший научный сотрудник отдела фундаментальных и прикладных аспектов ожирения ФГБУ «Национальный медицинский исследовательский центр профилактической медицины» Минздрава России, старший научный сотрудник лаборатории физиологии кардиореспираторной системы и баромедицины ФГБУН «Государственный научный центр Российской Федерации – Институт медико-биологических проблем» Российской Академии Наук, Москва, e-mail: faa-micro@yandex.ru.

Мартынюк Тамара Витальевна – доктор медицинских наук, руководитель отдела легочной гипертензии и заболеваний сердца Института клинической кардиологии им. А. Л. Мясникова ФГБУ «Национальный медицинский исследовательский центр кардиологии» Минздрава РФ, Москва, e-mail: trukhiniv@mail.ru.

Рогоза Анатолий Николаевич – профессор, доктор биологических наук, руководитель отдела новых методов диагностики Института клинической кардиологии им. А. Л. Мясникова ФГБУ «Национальный медицинский исследовательский центр кардиологии» Минздрава России, Москва, e-mail: anrogoza@gmail.com.

Чазова Ирина Евгеньевна – академик РАН, профессор, доктор медицинских наук, руководитель отдела гипертензии, директор Института клинической кардиологии им. А. Л. Мясникова ФГБУ «Национальный медицинский исследовательский центр кардиологии» Минздрава России, Москва, e-mail: chazova@hotmail.com.

Authors information

Dolgova Ekaterina V. – postgraduate student of the of the New Diagnostic Methods Department of the Institute of Clinical Cardiology named A. L. Myasnikov the Federal State Institution «National medical research center of cardiology» of the Ministry of healthcare of the Russian Federation, Moscow, e-mail: liker2@rambler.ru.

Fedorovich Andrey A. – Candidate of Medical Sciences, Senior Researcher of the Fundamental and Applied Aspects of Obesity Department the Federal State Institution «National

Medical Research Center for Preventive Medicine» of the Ministry of Healthcare of the Russian Federation, Senior Researcher Laboratory of Physiology of Cardiorespiratory System and Baromedicine State Scientific Center of Russia Institute of Biomedical Problems of the Russian Academy of Sciences, Moscow, e-mail: faa-micro@yandex.ru.

Martynyuk Tamila V. – Doctor of Medical Sciences, Head of the Department of Pulmonary Hypertension and Heart Disease of the Institute of Clinical Cardiology named A. L. Myasnikov the Federal State Institution «National medical research center of cardiology» of the Ministry of healthcare of the Russian Federation, Moscow, e-mail: trukhiniv@mail.ru.

Rogoza Anatoliy N. – Professor, Doctor of Biological Sciences, Head of the New Diagnostic Methods Department of the Institute of Clinical Cardiology named A. L. Myasnikov the Federal State Institution «National medical research center of cardiology» of the Ministry of healthcare of the Russian Federation, Moscow, e-mail: anrogoza@gmail.com.

Chazova Irina Ye. – Academician of the Russian Academy of Sciences, Professor, Doctor of Medical Sciences, Director Institute of Clinical Cardiology named A. L. Myasnikov Federal State Institution «National medical research center of cardiology» of the Ministry of healthcare of the Russian Federation, Head of the Department of Hypertension, Moscow, e-mail: chazova@hotmail.com.