

УДК 616.61-008.64-08:[617-089.12:611.13/.16

DOI: 10.24884/1682-6655-2020-19-1-17-21

Р. Е. КАЛИНИН, И. А. СУЧКОВ, А. А. ЕГОРОВ,
Э. А. КЛИМЕНТОВА

Показатели функции эндотелия у пациентов на программном гемодиализе

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования

«Рязанский государственный медицинский университет имени академика И. П. Павлова»

Министерства здравоохранения Российской Федерации, г. Рязань, Россия

390026, Россия, г. Рязань, ул. Высоковольтная, д. 9

e-mail: Kalinin-re@yandex.ru

Статья поступила в редакцию 22.10.19; принята к печати 07.02.20

Резюме

Введение. Авторы привлекают внимание к проблеме функционального состояния эндотелия у пациентов, находящихся на программном гемодиализе. **Цель** исследования – изучить изменения показателей функционального состояния эндотелия у пациентов, находящихся на программном гемодиализе. **Материалы и методы.** В исследование были включены 80 пациентов, которые составили две группы. 1-ю группу составили здоровые добровольцы – 40 человек. 2-ю группу составили 40 пациентов, которые находились на программном гемодиализе более 1 года (в среднем – 1,3 года). Исследовали следующие показатели дисфункции эндотелия: молекулы межклеточной адгезии (Icam); ангиотензин-II; молекулы адгезии сосудистого эндотелия (Vcam); селектин SL; супероксиддисмутаза (Cu/Zn-SOD); диметиларгинин (ADMA); продукты глубокого окисления белка (AOPP); оксистерат; эндотелин-1 (1-21); С-реактивный белок (CRP), эндотелинсинтаза. **Результаты.** Уровень Cu/Zn-SOD сыворотки крови статистически значимо возрастает относительно контрольных значений у пациентов двух групп. Суммарный уровень AOPP в сыворотке крови пациентов с диализом статистически значимо выше контрольного значения. Минимальное значение его уровня у здоровых добровольцев составило 71,6 мкмоль/л, максимальное – 98,7 мкмоль/л. У пациентов на диализе – 78,6 и 391,0 мкмоль/л соответственно. Проведенный сравнительный анализ показал значительное увеличение уровня Icam, Vcam, ADMA, С-реактивного белка, ангиотензин-II в сыворотке пациентов с диализом относительно значений контрольной группы. Icam: 98,7 нг/мл – минимальный показатель в группе здоровых добровольцев, 386,1 нг/мл – максимальный уровень в данной группе; 218,5 нг/мл – нижний уровень и 944,5 нг/мл – максимальное значение в группе диализных пациентов. Vcam: 241,8 нг/мл – минимальный показатель у здоровых добровольцев – 941,6 нг/мл – максимальный; 731,6 нг/мл – минимальный и 3451,1 нг/мл – максимальный показатель у диализных пациентов. **Выводы.** У пациентов, находящихся на программном гемодиализе, в сравнении со здоровыми добровольцами, отмечается статистически значимое увеличение всех исследуемых показателей дисфункции эндотелия. При длительном программном гемодиализе в организме пациентов наблюдаются определенные биохимические изменения, выражающиеся в развитии оксидативного стресса и симптомов воспаления.

Ключевые слова: гемодиализ, дисфункция эндотелия, оксидативный стресс, постоянный сосудистый доступ

Для цитирования: Калинин Р. Е., Сучков И. А., Егоров А. А., Климентова Э. А. Показатели функции эндотелия у пациентов на программном гемодиализе. Регионарное кровообращение и микроциркуляция. 2020;19(1):17–21. Doi: 10.24884/1682-6655-2020-19-1-17-21.

UDC 616.61-008.64-08:[617-089.12:611.13/.16

DOI: 10.24884/1682-6655-2020-19-1-17-21

R. E. KALININ, I. A. SUCHKOV, A. A. EGOROV,
E. A. KLIMENTOVA

Endothelial dysfunction in patients on program hemodialysis

Ryazan State Medical University named after academician I. P. Pavlov, Ryazan, Russia

9 Visokovoltynaya street, Ryazan, Russia, 390026

e-mail: Kalinin-re@yandex.ru

Received 22.10.19; accepted 07.02.20

Summary

Introduction. The authors draw readers' attention to markers of endothelial dysfunction in chronic kidney disease. **Objective** – to study changes in endothelial dysfunction indicators in patients undergoing program hemodialysis. **Materials and methods.** The study included 80 patients. The first group consisted of healthy volunteers in the amount of 40 people. The second group consisted of 40 patients who had been on program hemodialysis for more than one year. The following indicators of endothelial dysfunction were studied: intercellular adhesion molecules (Icam); angiotensin-II; adhesion molecules of the vascular endothelium (Vcam); selectin SL; Superoxide dismutase (Cu / Zn-SOD); dimethylarginine (ADMA); products of deep protein oxidation (AOPP); oxisterat; endothelin-1 (1-21); C-reactive protein (CRP), endothelin synthase. **Results.** The

level of serum Cu / Zn-SOD is statistically significantly increased relative to the control values in patients of two groups. The total level of AORP in the blood serum of patients with dialysis is statistically significantly higher than the control value. The minimum value of its level in healthy volunteers was 71.6 $\mu\text{mol/L}$, the maximum – 98.7 $\mu\text{mol/L}$. In dialysis patients, 78.6 and 391.0 $\mu\text{mol/L}$, respectively. A comparative analysis showed a significant increase in the levels of Icam, Vcam, ADMA, C-reactive protein, angiotensin-II in the serum of patients with dialysis relative to the values of the control group. Icam: 98.7 ng/ml – the minimum indicator in the group of healthy volunteers, 386.1 ng/ml – the maximum level in this group; 218.5 ng/ml is the lower level and 944.5 ng/ml is the maximum value in the group of dialysis patients. Vcam: 241.8 ng/ml – the minimum value in healthy volunteers is 941.6 ng/ml – maximum; 731.6 ng/ml is the minimum and 3451.1 ng/ml is the maximum in dialysis patients. **Conclusions.** The results of our study showed a statistically significant increase in all the studied parameters in the group of patients on program hemodialysis in comparison with healthy volunteers. The hemodialysis procedure causes certain biochemical changes in the patient's body, which in turn lead to the development of oxidative stress and chronic inflammation.

Keywords: hemodialysis, endothelial dysfunction, oxidative stress, constant vascular access

For citation: Kalinin R. E., Suchkov I. A., Egorov A. A., Klimentova E. A. Endothelial dysfunction in patients on program hemodialysis. Regional hemodynamics and microcirculation. 2020;19(1):17–21. Doi: 10.24884/1682-6655-2020-19-1-17-21.

Введение

Сегодня каждый 10-й житель планеты страдает заболеванием почек и, как правило, этого не замечает. В России таких пациентов – около 15 млн. По данным исследования NHANES, дисфункция почек достигает примерно 13,1 % в общей популяции. Частота встречаемости патологии почек не уступает таким, как заболевания сердца и сосудов, эндокринные нарушения. В настоящее время лечение заместительной почечной терапией получают 45 000 таких пациентов [1–3].

Заместительная почечная терапия (ЗПТ) у пациентов с хронической болезнью почек (ХБП) в ее терминальной стадии является основным методом лечения [1]. Далеко не всем пациентам возможно произвести трансплантацию почки по тем или иным причинам, а время от момента записи в лист ожидания до оперативного вмешательства у пациентов, запланированных на операцию, иногда доходит до 5 лет. Численность их популяции в России 8 000 [4, 5].

Наиболее распространенным видом ЗПТ является программный гемодиализ (ГД). Стандартная схема лечения данным методом обычно представлена следующим образом: 3 раза в неделю (сеанс – 4 ч). Лечение пожизненное или до трансплантации [6]. Сама по себе ХБП на любой ее стадии, по данным многих авторов, вызывает повышение концентрации таких веществ, как С-реактивный белок, эндотелин, селектин, продукты глубокого окисления липидов [7, 8]. Это происходит уже тогда, когда клубочковая фильтрация снижается на 10 % от нормы. С дальнейшим падением происходит увеличение концентрации данных веществ, что говорит о нарастании оксидативного стресса и эндотелиальной дисфункции (ЭД). Во время процедуры ГД кровь пациента постоянно контактирует с синтетической полупроницаемой мембраной диализатора. В год длительность такого контакта составляет в среднем 576 ч. Данное обстоятельство не может не отразиться на биохимическом спектре крови, так как постоянный контакт ее компонентов с инородным телом должен способствовать еще большему нарастанию симптомов воспаления и оксидативного стресса.

Существует несколько механизмов включения эндотелиальной дисфункции при хронической болезни почек:

– недостаток L-аргинина;

– оксидативный стресс;

– превышение уровня асимметричного диметиларгинина (ADMA).

Существенный вклад в механизмы развития дисфункции эндотелия при ХБП вносят асимметричный диметиларгинин и монометиларгинин (ММА). Монометиларгинин и асимметричный диметиларгинин являются конкурентными ингибиторами всех изоформ NO-синтазы. Элиминация свободных MMA и ADMA осуществляется преимущественно путем ферментативного гидролиза диметиларгинин-диметиламиногидролазой (DDAG), которая в большом количестве содержится в ткани почки [8, 10].

На поверхности эндотелиоцитов представлены Р- и Е-селектины, молекулы адгезии (ICAM-1, VCAM-1). Экспрессия молекул адгезии происходит под влиянием медиаторов воспаления, противовоспалительных цитокинов, тромбина и других стимулов. При участии Р- и Е-селективов осуществляется задержка и неполная остановка лейкоцитов (роллинг), а ICAM-1 и VCAM-1, взаимодействуя с соответствующими лигандами лейкоцитов, обеспечивают их полную остановку (адгезию) [9]. Длительная блокада NOS приводит к развитию провоспалительного фенотипа сосудов, для которого характерны усиленная продукция молекул адгезии ICAM-1 и VCAM-1 и инфильтрация стенки сосуда воспалительными клетками [10].

Продукты глубокого окисления белков (AORP) представляют собой белковые дитириозинсодержащие продукты окислительного стресса, формирующиеся вследствие реакций между белками плазмы крови и хлорированными оксидантами. Накопление AORP в плазме крови и почках является частой находкой у пациентов с ХБП. Клинические и экспериментальные исследования показали, что AORP вовлечены посредством редоксзависимых путей в структурные изменения при прогрессирующих нефропатиях, таких как гломерулонефрит, интерстициальный фиброз, тубулярная атрофия. Все больше данных имеется в пользу того, что AORP являются новым классом ренальных патогенетических медиаторов при прогрессировании ХБП [10–11].

Цель исследования – изучить изменения показателей функционального состояния эндотелия у диализных пациентов.

Материалы и методы исследования

В исследование включены 80 пациентов, разделенные на две группы. 1-ю группу составили здоровые добровольцы – 40 человек. Средний возраст составил $31 \pm 1,2$ года. Среди них было 28 (70 %) женщин и 12 (30 %) мужчин. 2-ю группу составили 40 пациентов, которые получали лечение программным гемодиализом сроком более года. Средний срок нахождения на гемодиализе – 1,3 года. Средний возраст составил $33 \pm 1,6$ года. Среди них было 23 (57,5 %) женщины и 17 (42,5 %) мужчин. У всех пациентов в качестве постоянного сосудистого доступа (ПСД) была сформирована нативная артериовенозная фистула (АВФ). Заболевания, которые привели к терминальной почечной недостаточности, распределялись следующим образом: 15 (37,5 %) пациентов – гломерулонефрит, 10 (25 %) – гипертоническая болезнь, 8 (20 %) – сахарный диабет, 5 (12,5 %) – поликистоз, 2 (5 %) – мочекаменная болезнь (рисунок).

Исследовали следующие показатели дисфункции эндотелия: молекулы межклеточной адгезии (Icam) (нг/мл); ангиотензин-II (пкг/мл); молекулы адгезии сосудистого эндотелия (Vcam) (нг/мл); селектин SL (нг/мл); супероксиддисмутаза (Cu/Zn-SOD) (нг/мл); диметиларгинин (ADMA) (мкмоль/л); продукты глубокого окисления белка (AOPP) (мкмоль/л); оксидат (ммоль/л); эндотелин-1 (1-21) (ммоль/мл); С-реактивный белок (CRP) (нг/мл), эндотелинсинтаза (нг/мл).

Кровь забирали в утренние часы, натощак, у пациентов до процедуры гемодиализа – из кубитальной вены, центрифугировали и доставляли в лабораторию. Исследование проводилось иммуноферментным методом с использованием микропланшетного фотометра StatFax 2100 (*Awareness Technology the USA*) и тест-систем для ИФА со стандартными коммерческими наборами.

Результаты исследования подвергнуты статистическому анализу с помощью программы «Statistica 10.0». Нормальность распределения оценивали с помощью критерия Шапиро – Уоллиса, статистическую значимость различий – с помощью рангового критерия Манна – Уитни. Результаты представляли в формате Me (медиана), min, max. Для проверки равенства медиан использовали критерий Краскелла – Уоллиса. Различия считали статистически значимыми при $p \leq 0,05$.

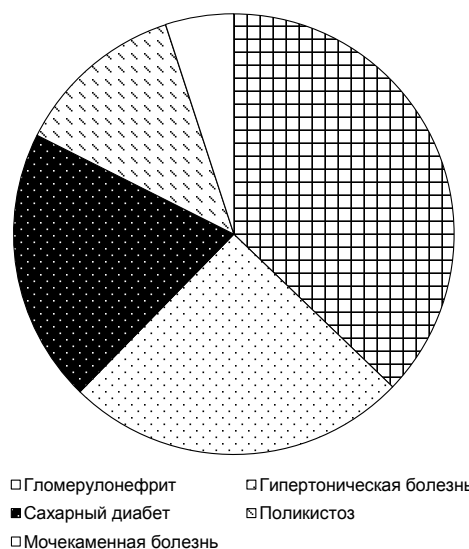
Все пациенты до включения в исследование подписали информированное согласие.

Результаты исследования и их обсуждение

Проведенное нами исследование показало следующие результаты (таблица).

Уровень медь/цинкзависимой супероксиддисмутазы (Cu/Zn-SOD) сыворотки крови статистически значимо возрастает относительно значений у пациентов контрольной группы (224,5 нг/мл) и у пациентов на программном гемодиализе (254,5 нг/мл).

Медь/цинкзависимая супероксиддисмутаза – ключевой компонент системы антиоксидантной защиты клеток, находящихся в контакте с кислородом. Известно, что высокая концентрация



Распределение заболеваний, которые привели к терминальной почечной недостаточности

Distribution of diseases that led to terminal renal failure

супероксиддисмутаза наблюдается в тканях кровеносных сосудов и играет важную роль в поддержании сосудистого тонуса. Также активность супероксиддисмутаза крайне важна в критических условиях при повышении уровня радикалов супероксида, что обеспечивает защиту клеток и тканей от окислительных повреждений, т. е. контакт крови пациентов с мембраной диализатора во время процедуры гемодиализа является стрессовой ситуацией.

Для оценки окислительного стресса были выбраны следующие маркеры: суммарный уровень продуктов глубокого окисления белков (AOPP) и суммарный уровень пероксидов (Oxystat).

Суммарный уровень продуктов глубокого окисления белка (AOPP) в сыворотке крови пациентов с диализом статистически значимо выше контрольного значения. Минимальное значение его уровня у здоровых добровольцев составило 71,6 мкмоль/л, максимальное – 98,7 мкмоль/л. У пациентов на диализе – 78,6 и 391,0 мкмоль/л соответственно. AOPP считаются маркерами и даже медиаторами провоспалительных эффектов окислительного стресса у больных с уремией.

В сыворотке крови пациентов на диализе общая концентрация перекиси возрастает: так, показатель OxyStat статистически значимо повышается в экспериментальной группе. Опять же повышение данных маркеров говорит о наличии неблагоприятных условий и возникновении окислительного стресса во время процедуры гемодиализа. 124,5 ммоль/л – минимальное значение у здоровых добровольцев, 391,5 ммоль/л – максимальное; 254,5 ммоль/л – минимальное и 864,1 ммоль/л – максимальное значение у диализных пациентов.

Сравнительный анализ полученных результатов демонстрирует увеличение уровней Icam и Vcam в сыворотке пациентов с диализом относительно значений контрольной группы. Данные маркеры участвуют в подавлении воспалительных реакций путем торможения и адгезии лейкоцитов, следовательно, повышение уровня Icam и Vcam в плазме диализных пациентов

Сравнительный анализ биохимических показателей дисфункции эндотелия у здоровых добровольцев и пациентов, находящихся на программном гемодиализе**Comparative analysis of biochemical parameters of endothelial dysfunction in healthy volunteers and patients on program hemodialysis**

Показатель функции эндотелия	Группа пациентов	
	здоровые добровольцы, Ме	пациенты на программном гемодиализе, Ме
Селектин, нг/мл	1368,7 [956,1; 1871,6]	2513,85 [2130,1; 2878,1]*
Cu/Zn-SOD, нг/мл	331,1 [224,5; 348,1]	348,7 [284,5; 841,6]*
Оксистат, ммоль/л	234,8 [124,5; 391,5]	743,55 [254,5; 864,1] *
Ангиотензин-II, пкг/мл	0,43 [0,06; 0,71]	0,58 [0,15; 3,21]*
Эндотелинсиназа, нг/мл	73,8 [61,2; 154,9]	309,3 [90,1; 584,1]*
AOPP, мкмоль/л	88,2 [70,5; 99,5]	231 [78,6; 391]*
CRP, нг/мл	438,5 [384,5; 731,5]	2878,1 [1987,5; 3868,1]*
Icam, нг/мл	241,6 [218,1; 386,1]	484 [218,5; 944,5]*
Vcam, нг/мл	782,35 [241,8; 951,6]	2381,4 [731,6; 3451,1]*
ADMA, мкмоль/л	0,7 [0,1; 1,3]	1,9 [0,9; 3,1]*
Эндотелин, ммоль/мл	0,8 [0,3; 1,3]	1,8 [0,9; 3,1]*

Примечание: Cu/Zn-SOD – супероксиддисмутаза; AOPP – продукты глубокого окисления белка; CRP – С-реактивный белок; Icam – молекулы межклеточной адгезии; Vcam – молекулы адгезии сосудистого эндотелия, ADMA – диметиларгинин; * – статистически значимые отличия в группе пациентов на программном гемодиализе относительно здоровых добровольцев ($p \leq 0,01$).

свидетельствует о наличии у них системного воспаления. Icam: 98,7 нг/мл – минимальный показатель в группе здоровых добровольцев, 386,1 нг/мл – максимальный уровень в данной группе; 218,5 нг/мл – нижний уровень и 944,5 нг/мл – максимальное значение в группе диализных пациентов. Vcam: 241,8 нг/мл – минимальный показатель у здоровых добровольцев, 941,6 нг/мл – максимальный; 731,6 нг/мл – минимальный и 3451,1 нг/мл – максимальный показатель у диализных пациентов (таблица).

Полученные результаты демонстрируют статистически значимое увеличение уровня ADMA у пациентов с диализом относительно значений контрольной группы. ADMA является ингибитором NO-синтазы, что ведет к развитию эндотелиальной дисфункции и прогрессированию поражения почек. Наименьший показатель ADMA в плазме здоровых добровольцев составил 0,1 мкмоль/л, наибольший – 1,3 мкмоль/л; наименьший показатель – 0,9 мкмоль/л, и наибольший в плазме диализных пациентов был 2,8 мкмоль/л.

Концентрация С-реактивного белка статистически значимо выше у пациентов с диализом относительно контрольных значений. Данный показатель является одним из наиболее достоверных при выявлении оксидативного стресса и хронического воспаления у пациентов с различной патологией. Одновременное повышение в сыворотке крови С-реактивного белка, эндотелинсиназы и эндотелина говорит об активации эндотелия в условиях хронического воспаления и повреждения. Уровень эндотелина в плазме здоровых добровольцев составил 0,3–1,2 фмоль/мл; у диализных пациентов – 0,9–2,8 фмоль/мл. Уровень эндотелинсиназы составил 61,2–154,5 пкг/мл у здоровых добровольцев и 90,1–584,1 пкг/мл – у диализных пациентов.

Уровень ангиотензина также статистически значимо возрастает в группе диализа относительно значений контрольной группы, но, по сравнению с остальными показателями, значимо меньше. Его значения составили 0,09–0,71 пкг/мл в группе здоровых добровольцев и 0,06–3,21 пкг/мл у пациентов на гемодиализе (таблица).

Выводы

1. У пациентов, находящихся на программном гемодиализе, в сравнении со здоровыми добровольцами, отмечается статистически значимое увеличение всех исследуемых показателей дисфункции эндотелия.

2. Выявленные биохимические изменения в крови пациентов, получающих заместительную почечную терапию, отражают развитие оксидативного стресса и хронического воспаления.

Конфликт интересов / Conflict of interest

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

Литература / References

1. Tokars JJ, Light P, Anderson J et al. A prospective study of vascular access infections at seven outpatient hemodialysis centers. *Am J Kidney Dis.* 2001;37(6):1232–1240.
2. Nassar GM, Ayus JC. Infectious complications of the hemodialysis access. *Kidney Int.* 2001;60 (1):1–13.
3. Мойсюк Я. Г., Беляев А. Ю. Постоянный сосудистый доступ для гемодиализа. – М., 2004. [Moisyuk YaG, Belyaev AYU. Permanent vascular access for hemodialysis. Moscow. 2004. (In Russ.)].
4. Бикбов Б. Т., Томилина Н. А. Состояние заместительной терапии больных с хронической почечной недостаточностью. – М., 2004.

таточностью в Российской Федерации в 1998–2007 гг. // *Нефрология и диализ*. – 2009. – Т. 3. – С. 144–223. [Bikbov BT, Tomilina NA. The state of substitution therapy in patients with chronic renal failure in the Russian Federation in 1998–2007. *Nephrology and dialysis*. 2009;3:144–223. (In Russ.)].

5. Примеры нестандартных реконструкций постоянного сосудистого доступа у диализных пациентов / Р. Е. Калинин, И. А. Сучков, А. А. Егоров, О. В. Медведева // *Новости хир.* – 2017. – Т. 25, № 1. – С. 87–92. [Kalinin RE, Suchkov IA, Egorov AA, Medvedeva OV. Examples of non-standard reconstructions of constant vascular access in dialysis patients. *Surgery News*. 2017;25(1):87–92. (In Russ.)]. Doi: 10.18484/2305-0047.2017.1.87.

6. Оценка состояния эндотелия у пациентов хронической болезнью почек, получающих лечение программным гемодиализом / Е. П. Ромашева, А. Р. Третьякова, М. В. Курапова, И. Л. Давыдкин // *Изв. Самар. науч. центра РАН*. – 2014. – Т. 5, № 4. – С. 1312–1316. [Romasheva EP, Tretyakova AR, Kurapova MV, Davydkin IL. Assessment of endothelial status in patients with chronic kidney disease receiving treatment with programmed hemodialysis. *Bulletin of the Samara Scientific Center of the Russian Academy of Sciences*. 2014;5(4):1312–1316. (In Russ.)].

7. Панина И. Ю., Румянцев А. Ш., Менишутина М. А. и др. Особенности функции эндотелия при хронической болезни почек // *Нефрология*. – 2007. – Т. 11, № 4. – С. 28–46. [Panina IYu, Rumyantsev ASH, Menshutina MA, Achkasova VV, Degtereva OA, Tugusheva FA, Zubina IM. Features of endothelial function in chronic kidney disease. *Nephrology*. 2007;11(4):28–46. (In Russ.)].

8. Эндотелиальная дисфункция у больных хронической болезнью почек / М. В. Курапова, А. Р. Низямова, Е. П. Ромашева, И. Л. Давыдкин // *Изв. Самар. науч. центра РАН*. – 2013. – Т. 3, № 6. – С. 1823–1826. [Kurapova MV, Nizyomova AR, Romasheva EP, Davydkin IL. Endothelial dysfunction in patients with chronic kidney disease. *Bulletin of the Samara Scientific Center of the Russian Academy of Sciences*. 2013;3(6):1823–1826. (In Russ.)].

9. Калинин Р. Е., Сучков И. А., Егоров А. А. и др. Эндотелиальная дисфункция у пациентов на программном гемодиализе // *Наука молодых (Eruditio Juvenium)*. – 2019. – Т. 7, № 1. – С. 79–85. [Kalinin RE, Suchkov IA, Egorov AA et al. Endothelial dysfunction in program hemodialysis-dependent patients. *Nauka Molodykh (Eruditio Juvenium)*. 2019;7(1):79–85. (In Russ.)]. Doi: 10.23888/HMJ20197179-85.

10. Мельникова Ю. С., Макарова Т. П. Эндотелиальная дисфункция как центральное звено патогенеза хронических болезней // *Казан. мед. журн.* – 2015. – Т. 96, № 4. – С. 659–665. [Melnikova YuS, Makarova TP. Endothelial dysfunction as a central link in the pathogenesis of chronic diseases. *Kazan medical journal*. 2015;96(4):659–665. (In Russ.)]. Doi: 10.17750/KMJ2015-659.

11. Кудасов А. Б., Старосельцев С. Л. Выбор постоянного амбулаторного перитонеального диализа (ПАПД) в качестве первого метода лечения терминальной хронической почечной недостаточности // *Рос. медико-биол. вестн. им. акад. И. П. Павлова*. – 2006. – № 3. – С. 71–74. [Kudasov AB, Starosel'tsev SL. Continuous ambulant peritoneal dialysis as the primary method for treating terminal chronic kidney failure. *I. P. Pavlov Russian Medical Biological Herald*. 2006;(3):71–74. (In Russ.)].

12. Калинин Р. Е., Егоров А. А., Сучков И. А. и др. Влияние генетических полиморфизмов на функционирование постоянного сосудистого доступа у пациентов, находящихся на диализе // *Ангиология и сосудистая хир.* – 2019. – Т. 25, № 1. – С. 40–44. [Kalinin RE, Egorov AA, Suchkov IA et al. Effect of genetic polymorphisms on functioning of a permanent

vascular access in patients on dialysis. *Angiology and Vascular Surgery*. 2019;25(1):40–44. (In Russ.)]. Doi: 10.33529/angio2019105.

13. Староверов И. Н., Нощенко Н. С., Шубин Л. Б. Риск тромбоза постоянного сосудистого доступа // *Рос. медико-биол. вестн. им. акад. И. П. Павлова*. – 2019. – Т. 27, № 2. С. 203–208. [Staroverov IN, Noshchenko NS, Shubin LB. Thrombosis risks of permanent vascular access. *I. P. Pavlov Russian Medical Biological Herald*. 2019;27(2):203–208. (In Russ.)]. Doi: 10.23888/PAVLOVJ2019272203-208.

14. Калинин Р. Е., Сучков И. А., Егоров А. А. Морфологические изменения в зоне артериовенозного анастомоза при формировании постоянного сосудистого доступа для гемодиализа // *Наука молодых (Eruditio Juvenium)*. – 2019. – Т. 7, № 3. – С. 383–390. [Kalinin RE, Suchkov IA, Egorov AA. Morphological changes in the zone of arteriovenous anastomosis in formation of permanent vascular access for hemodialysis. *Science of the young (Eruditio Juvenium)*. 2019;7(3):383–390. (In Russ.)]. Doi: 10.23888/HMJ201973383-390.

Информация об авторах

Калинин Роман Евгеньевич – д-р мед. наук, профессор, зав. кафедрой сердечно-сосудистой, рентгеноэндоваскулярной, оперативной хирургии и топографической анатомии ФГБОУ ВО «Рязанский государственный медицинский университет имени академика И. П. Павлова» Минздрава России, г. Рязань, e-mail: Kalinin-re@yandex.ru, SPIN: 5009-2318, ORCID: 0000-0002-0817-9573.

Сучков Игорь Александрович – д-р мед. наук, профессор, профессор кафедры сердечно-сосудистой, рентгеноэндоваскулярной, оперативной хирургии и топографической анатомии ФГБОУ ВО «Рязанский государственный медицинский университет имени академика И. П. Павлова» Минздрава России, г. Рязань, e-mail: Suchkov_med@mail.ru, SPIN: 6473-8662, ORCID: 0000-0002-1292-5452.

Егоров Андрей Александрович – канд. мед. наук, соискатель кафедры сердечно-сосудистой, рентгеноэндоваскулярной, оперативной хирургии и топографической анатомии ФГБОУ ВО «Рязанский государственный медицинский университет имени академика И. П. Павлова» Минздрава России, г. Рязань, e-mail: eaa.73@mail.ru, ORCID: 0000-0003-0768-7602.

Климентова Эмма Анатольевна – аспирант кафедры сердечно-сосудистой, рентгеноэндоваскулярной, оперативной хирургии и топографической анатомии ФГБОУ ВО «Рязанский государственный медицинский университет имени академика И. П. Павлова» Минздрава России, г. Рязань, e-mail: Klimentowa.emma@yandex.ru, ORCID: 0000-0003-4855-9068.

Authors information

Kalinin Roman E. – MD, professor, head of the Department of Cardiovascular, X-ray endovascular, operative surgery and topographic anatomy, Ryazan State Medical University named after academician I. P. Pavlov, Ryazan (Russia), e-mail: Kalinin-re@yandex.ru, SPIN: 5009-2318, ORCID: 0000-0002-0817-9573.

Suchkov Igor A. – MD, professor, professor of the Department of Cardiovascular, X-ray endovascular, operative surgery and topographic anatomy, Ryazan State Medical University named after academician I. P. Pavlov, Ryazan (Russia), e-mail: Suchkov_med@mail.ru, SPIN: 6473-8662, ORCID: 0000-0002-1292-5452.

Egorov Andrey A. – MD, the Department of Cardiovascular, X-ray endovascular, operative surgery and topographic, Ryazan State Medical University named after academician I. P. Pavlov, Ryazan (Russia), e-mail: eaa.73@mail.ru, ORCID ID: 0000-0003-0768-7602.

Klimentova Emma A. – post-graduate student of the Department of Cardiovascular, X-ray endovascular, operative surgery and topographic anatomy, Ryazan State Medical University named after academician I. P. Pavlov, Ryazan (Russia), e-mail: Klimentowa.emma@yandex.ru, ORCID: 0000-0003-4855-9068.