

## ЖЕСТКОСТЬ АРТЕРИАЛЬНОЙ СОСУДИСТОЙ СТЕНКИ У ПАЦИЕНТОВ С ОБЛИТЕРИРУЮЩИМ АТЕРОСКЛЕРОЗОМ НИЖНИХ КОНЕЧНОСТЕЙ ПОСЛЕ ЭНДОВАСКУЛЯРНОЙ РЕВАСКУЛЯРИЗАЦИИ ПОДВЗДОШНОГО СЕГМЕНТА

© Лазаренко В.А.<sup>1</sup>, Бобровская Е.А.<sup>1,2</sup>, Ельникова С.Р.<sup>1</sup>, Мезенцева А.В.<sup>2</sup>, Григорьев Н.Н.<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Курский государственный медицинский университет (КГМУ)

Россия, 305041, Курская область, г. Курск, ул. К. Маркса, д. 3

<sup>2</sup> Курская областная многопрофильная клиническая больница (КОМКБ)

Россия, 305007, Курская область, г. Курск, ул. Сумская, д. 45А.

**Цель** – анализ изменений жесткости артериальной сосудистой стенки у пациентов облитерирующим атеросклерозом нижних конечностей в ближайшем послеоперационном периоде после ангиопластики со стентированием подвздошного сегмента.

**Материалы и методы.** Проведен анализ лечения 22 пациентов мужского пола с атеросклеротическим поражением аорто-подвздошного артериального сегмента, II Б-III степени хронической артериальной недостаточности нижних конечностей по R. Fontaine-А.В. Покровскому, которым выполнена ангиопластика со стентированием подвздошных артерий. Контрольную группу составили 21 практически здоровый доброволец мужского пола. Исследование жесткости артериальной сосудистой стенки включало измерение показателя САVI (сердечно-лодыжечный сосудистый индекс) до лечения и на 5 день после эндоваскулярной реваскуляризации подвздошного сегмента.

**Результаты.** У пациентов облитерирующим атеросклерозом нижних конечностей с поражением аорто-подвздошного артериального сегмента установлено исходное увеличение жесткости артериальной стенки ( $7,16 \pm 0,34$ ) по сравнению с контрольной группой ( $5,63 \pm 0,11$ ,  $p < 0,05$ ). Проведение ангиопластики со стентированием подвздошных артерий приводит к увеличению жесткости артериальной сосудистой стенки. Происходит статистически значимое повышение индекса САVI после операции по сравнению с данными до оперативного вмешательства ( $8,51 \pm 0,35$ ,  $p = 0,0087$ ). Установлена значимая прямая корреляционная связь между исходным значением индекса САVI до операции и его изменением после эндоваскулярной реваскуляризации ( $r = 0,55$ ,  $p < 0,05$ ).

**Заключение.** Показано наличие взаимосвязи жесткости артериальной сосудистой стенки до и после ангиопластики со стентированием подвздошного сегмента. Оценка жесткости артериальной сосудистой стенки может быть включена в диагностический алгоритм неинвазивного обследования пациентов как инструмент динамического мониторинга эндоваскулярной реваскуляризации.

**Ключевые слова:** жесткость артериальной стенки; сердечно-лодыжечный сосудистый индекс; облитерирующий атеросклероз; аорто-подвздошный сегмент; эндоваскулярная реваскуляризация; ангиопластика; стентирование подвздошных артерий.

**Лазаренко Виктор Анатольевич** – д-р мед. наук., профессор, ректор, зав. кафедрой хирургических болезней Института непрерывного образования, КГМУ, г. Курск. ORCID iD: 0000-0002-2069-7701. E-mail: azaroks@mail.ru

**Бобровская Елена Анатольевна** – д-р мед наук, доцент, профессор кафедры хирургических болезней Института непрерывного образования, КГМУ, г. Курск. ORCID iD: 0000-0003-3898-5522. E-mail: ea-bobrovskaya@yandex.ru (автор, ответственный за переписку)

**Ельникова Софья Романовна** – студент, КГМУ, г. Курск. ORCID iD: 0009-0000-4578-5380. E-mail: sofi20150404@gmail.com

**Мезенцева Анна Владимировна** – врач-хирург, КОМКБ, г. Курск. ORCID iD: 0000-0002-2336-3651. E-mail: anmezenceva@mail.ru

**Григорьев Николай Николаевич** – д-р мед. наук, доцент, профессор кафедры хирургических болезней Института непрерывного образования, КГМУ, г. Курск. E-mail: grigorevnn@kursksmu.net

Распространенность заболеваний артерий нижних конечностей во всем мире составляет более 200 миллионов человек, при этом 90% случаев обусловлено атеросклеротическим поражением с разным спектром клинических проявлений [1]. Атеросклеротические изменения артериальных поражений также характеризуются вариабельностью [2, 3]. В 10-24% случаев атеросклеротический процесс локализуется в области бифуркации брюшной аорты [4, 5]. Поражение аорто-подвздошного сегмента является распространенной причиной развития перемежаю-

щейся хромоты и критической ишемии нижних конечностей [5]. В настоящее время отмечается устойчивое увеличение эндоваскулярных вмешательств на аорте и подвздошных сосудах, как способа реваскуляризации конечности, характеризующихся малой травматичностью, минимальным анестезиологическим обеспечением, и, следовательно, низкими показателями операционной летальности, периоперационных осложнений, времени пребывания в стационаре, что и определяет их преимущества у пациентов с критической ишемией, старшей возрастной

группы и тяжелым коморбидным фоном, а также при многоэтажных поражениях артерий нижних конечностей [2, 6-8]. Так, за последнее десятилетие в Российской Федерации, согласно данным Б.Г. Алеяна и соавт., число рентгенэндоваскулярных операций при синдроме Лериша увеличилось с 2928 (в 2012 г.) до 7515 (в 2022 г.) [9]. Ангиопластика и стентирование в лечении окклюзионно-стенотических поражений аорто-подвздошного артериального сегмента позволяют в 98,8% случаев достичь технического успеха [10]. Невозможность эндоваскулярной реканализации окклюзированного аорто-подвздошного сегмента вследствие выраженного кальциноза составляет 1,2% случаев [10]. Вместе с тем эндоваскулярная реваскуляризация подвздошных артерий не исключает повторных вмешательств, частота которых вследствие рестеноза достигает 7,8% [4].

Патофизиологические аспекты изменений сосудов при имплантации стента описаны в работах [11]. Показано, что имплантация стентов приводит к деформирующим изменениям сосуда с нарушением трехмерной артериальной геометрии, создавая так называемые локальные геометрические неровности, связанные с пролабиранием балок стента, это, в свою очередь, модифицирует скорость потока, уменьшает напряжение сдвига эндотелия по всей длине стента и изменяет локальное распределение напряжения сдвига эндотелия в стенке, что и в конечном итоге приводит к неоинтимальной гиперплазии [12]. Есть данные, указывающие, что металлический каркас стента препятствует эластической отдаче сосуда [13]. Механическое повреждающее влияние эндоваскулярных вмешательств обуславливает сложные взаимодействия структурных и клеточных элементов сосудистой стенки и в конечном итоге ремоделирование артериальной стенки, изменяющие ее упруго-эластические свойства. В настоящее время интегральным показателем, отражающим эластические свойства сосудов, по данным как отечественных, так и зарубежных авторов, является артериальная жесткость [14-16]. Для оценки истинной жесткости артерий применяют сердечно-лодыжечный сосудистый индекс (cardio-ankle vascular index (CAVI)) – аналог скорости пульсовой волны (классического показателя жесткости аорты), но не зависящий от внутрисосудистого артериального давления и отраженной волны в сосуде [17-20]. В связи с этим представляет интерес оценка жесткости артерий после эндоваскулярной реваскуляризации.

Целью работы является анализ изменений жесткости артериальной сосудистой стенки у пациентов облитерирующим атеросклерозом нижних конечностей в ближайшем послеопера-

ционном периоде после ангиопластики со стентированием подвздошного сегмента.

## МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

Было исследовано 22 пациента, которым выполнена ангиопластика со стентированием подвздошных артерий.

Критерии включения: атеросклеротическое поражение аорто-подвздошного артериального сегмента, мужской пол, II Б-III степень хронической артериальной недостаточности нижних конечностей по R. Fontaine-A.B. Покровскому.

Критерии исключения: заболевания печени, системы крови, сахарный диабет, аутоиммунные заболевания, острая и хроническая патология в стадии обострения, онкологические заболевания на момент обследования и в анамнезе, декомпенсация сердечно-сосудистых заболеваний, дегенеративные заболевания нервной системы, пациенты после открытых и эндоваскулярных операций на нижних конечностях, коронарных артериях в анамнезе, тромбоз зоны реконструкции в раннем послеоперационном периоде.

Всем пациентам проводили общее клиническое обследование, ультразвуковое исследование аорты и артерий нижних конечностей до и после операции, аортографию и ангиографию нижних конечностей перед операцией. Исследование жесткости артериальной сосудистой стенки включало измерение показателя CAVI (сердечно-лодыжечный сосудистый индекс) на правых (R-CAVI) и левых (L-CAVI) конечностях на аппарате «VaSeraVS-1500» (Fukuda Denshi Company Ltd, Токио, Япония) до лечения и на 5 день после эндоваскулярной реваскуляризации подвздошного сегмента. Выбор тактики лечения и проводимую стандартную терапию осуществляли согласно рекомендациям [1, 21]. Осложнений и летальных исходов в раннем послеоперационном периоде не выявлено.

Клиническая характеристика пациентов, включенных в исследование, представлена в таблице 1.

Контрольную группу составили 21 практически здоровый доброволец мужского пола (средний возраст  $19,81 \pm 2,52$  года) не имеющие на момент проведения исследования выявленных острых или хронической патологии, в том числе сердечно-сосудистых и цереброваскулярных заболеваний в анамнезе, с умеренным уровнем физической активности, 2-3 раза в неделю занимающиеся спортом. Измерение показателя CAVI в контрольной группе проводилось однократно.

Статистический анализ результатов исследования выполняли с помощью стандартного

набора офисных программ Statistica 10.0, Microsoft Office, Microsoft Excel. Характер распределения анализируемых параметров оценивали с помощью критерия Колмогорова-Смирнова. Для попарного сравнения двух групп нормально распределенных данных использовали парный или непарный критерий Стьюдента, при ненормальном распределении – критерий Манна-Уитни или Вилкоксона. Количественные данные, имеющие нормальное распределение, представлены в формате  $M \pm m$  и  $M \pm \sigma$ , где  $M$  – среднее арифметическое,  $m$  – стандартная ошибка среднего и  $\sigma$  – стандартное отклонение признака. Применялись методы параметрического корреляционного анализа, включающего определение коэффициентов корреляции с поправкой Р. Фишера  $z$ . Значимость показателей  $r$  оценивали путем вычисления критериев  $t$  и  $t_z$  и сравнения их значений с контрольными точками  $t_{st}$ . Различия между группами считались статистически значимыми при уровне значимости  $p < 0,05$ .

### РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЯ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

Значение жесткости артериальной сосудистой стенки в группе исследования до и после эндоваскулярной реваскуляризации подвздошного сегмента и контрольной группе представлено в таблице 2.

У пациентов облитерирующим атеросклерозом нижних конечностей с поражением аорто-подвздошного артериального сегмента отмечается значимо выше индекс САVI по сравнению с контрольной группой ( $p < 0,05$ ).

Анализ полученных данных показал, что ангиопластика со стентированием подвздошных артерий приводит к увеличению жесткости артериальной стенки. Так после проведения эндоваскулярной реваскуляризации в группе исследования отмечался статистически значимый рост показателя по сравнению с данными, полученными до оперативного вмешательства ( $p = 0,0087$ ).

Установлена значимая прямая корреляционная связь между исходным значением индекса САVI до операции и его изменением после эндоваскулярной реваскуляризации ( $r = 0,55$ ,  $t = 2,93$ ,  $p < 0,05$ ).

Известна роль факторов, ассоциированных с повышенной артериальной жесткостью, среди которых возраст, артериальная гипертензия, мужской пол, курение, гиперхолестеринемия, гипергликемия, гипертриглицеридемия, а также ряд других факторов, таких как гипоксия, окислительный стресс [14-16, 22-24]. На сегодняшний день среди методов оценки истинной артериальной жесткости зарекомендовал, по мнению экспертов, сердечно-лодыжечный сосудистый индекс, и в целом может рассматриваться как независимый предиктор развития сердечно-сосудистых заболеваний, особенно на доклинических стадиях [14, 15, 25-27]. Эндоваскулярное лечение окклюзионно-стенотического поражения аорто-подвздошного артериального сегмента является методом выбора и демонстрирует эффективность и безопасность у пациентов с критической ишемией и тяжелой сопутствующей патологией и возможно при сложных поражениях, независимо от протяженности окклюзии [28-30].

Таблица 1

Table 1

#### Клиническая характеристика пациентов (n=22)

Clinical characteristics of patients (n=22)

Показатели Indicators	Значение Value
Возраст, лет Age, years	59.77±7.99
Длительность заболевания, месяцы Duration of illness, months	28.17±4.46
Хроническая артериальная недостаточность II Б степень Chronic arterial insufficiency II B degree	9 (40.9%)
Хроническая артериальная недостаточность III степень Chronic arterial insufficiency III degree	13 (59.1%)
Ишемическая болезнь сердца, абс. (%) Coronary heart disease, abs. (%)	12 (54.5%)
Гипертоническая болезнь, абс. (%) Hypertension, abs. (%)	14 (63.6%)
Статус курения Smoking status	12 (50%)

В рамках нашего исследования проанализировано изменение индекса САVI у пациентов облитерирующим атеросклерозом нижних конечностей, показавшее повышение показателя после эндоваскулярной реваскуляризации, отражающего жесткость артериальной сосудистой стенки, обусловленную ее морфологической перестройкой после ангиопластики со стентированием подвздошного сегмента. Это в свою очередь может служить прогностическим инструментом в оценке послеоперационного течения и требует дальнейшего изучения.

Ограничениями нашего исследования являются небольшое число пациентов и необходимость отдаленного периода наблюдения.

Таким образом, оценка жесткости артериальной сосудистой стенки может быть включена в диагностический алгоритм комплексного неинвазивного обследования пациентов с облитерирующим атеросклерозом артерий нижних конечностей в динамике эндоваскулярной реваскуляризации подвздошного сегмента.

Таблица 2

Table 2

Жесткость артериальной сосудистой стенки в группе исследования до и после эндоваскулярной реваскуляризации подвздошного сегмента и контрольной группе

Stiffness of the arterial vascular wall in the study group before and after endovascular revascularization of the iliac segment and in the control group

Показатель Indicator	Группа исследования Research Group (n=22)		Контрольная группа Control group (n=21)
	до операции before the operation	после операции after the operation	
Сердечно-лодыжечный сосудистый индекс Cardiac-ankle vascular index	7.16±0.34*	8.51±0.35*#	5.63±0.11

Примечание: \*P<0,05 – значимость различий по сравнению с контрольной группой; #P<0,05 – значимость различий по сравнению с данными до операции.

Note: \*P<0,05 – the significance of the differences compared to the control group; #P<0,05 – significance of differences compared to pre-operative data.

#### СООТВЕТСТВИЕ ПРИНЦИПАМ ЭТИКИ

В соответствии с Хельсинкской декларацией, от пациентов было получено информированное добровольное согласие на лечение и обследование. Одобрение Местного комитета по этике не запрашивалось.

#### КОНФЛИКТ ИНТЕРЕСОВ

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

#### ИСТОЧНИКИ ФИНАНСИРОВАНИЯ

Авторы заявляют об отсутствии финансирования.

#### ЛИТЕРАТУРА / REFERENCES

- Shu J., Santulli G. Update on peripheral artery disease: epidemiology and evidence-based facts. *Atherosclerosis*. 2018;275:379–381. DOI: 10.1016/j.atherosclerosis.2018.05.033
- Джуракулов Ш.Р., Аверков О.В., Вечорко В.И., Ташлиев К.В., Корниенко Ю.А., Ступин В.А. Баллонная ангиопластика и стентирование аортоподвздошного сегмента у пациентки с критической ишемией при подтвержденном COVID-19. *Эндоваскулярная хирургия*. 2022;9(3):297–302. [Dzhurakulov Sh.R., Averkov O.V., Vechorko V.I., Tashliev K.V., Kornienko Yu.A., Stupin V.A. Aortoiliac balloon angioplasty and stenting in a female patient with critical limb ischemia

and confirmed COVID-19. *Russian Journal of Endovascular Surgery*. 2022;9(3):297–302 (in Russ.)). DOI: 10.24183/2409-4080-2022-9-3-297-302. EDN: GFWSTB.

- Cheng M., Lavi P., Tran-McCaslin M., Chun L., Lew W., Patel K. Aortoiliac endarterectomy: a useful tool in modern vascular practice. *Ann Vasc Surg*. 2020;68:572.e5–7. DOI: 10.1016/j.avsg.2020.04.077.
- Троицкий А.В., Хабазов Р.И., Паршин П.Ю., Грязнов О.Г., Лысенко Е.Р., Орехов П.Ю., Зайцев М.В., Шабалтас Е.Д. и др. Сочетанные операции при этажных поражениях аортоподвздошного и бедренно-подколенного сегментов. *Ангиология и сосудистая хирургия*. 2005;11(2):113–121. [Troitskiy A.V., Khabazov R.I., Parshin P.Yu., Gryaznov O.G., Lysenko E.R., Orekhov P.Yu., Zaytsev M.V., Shabaltas E.D., et al. Combined surgeries for multiple lesions of the aortoiliac and femoral-popliteal segments. *Angiology and Vascular Surgery*. 2005;11(2):113–121 (in Russ.)). EDN: PFRAQV.
- Национальные рекомендации по диагностике и лечению заболеваний артерий нижних конечностей. 2019. 89 с. [National guidelines for the diagnosis and treatment of diseases of the arteries of the lower extremities. 2019. – 89 p. (in Russ.)].
- Lyden S.P., Smouse H.B. TASC II and the endovascular management of infrainguinal disease. *J Endovasc Ther*. 2009; 16:115–118. DOI: 10.1583/08-2659.1

7. Aboyans V., Ricco J.B., Bartelink M.E.L., Björck M., Brodmann M., Cohnert T., Collet J.P., Czerny M., et al. 2017 ESC Guidelines on the Diagnosis and Treatment of Peripheral Arterial Diseases, in collaboration with the European Society for Vascular Surgery (ESVS): Document covering atherosclerotic disease of extracranial carotid and vertebral, mesenteric, renal, upper and lower extremity arteries. Endorsed by: the European Stroke Organization (ESO) The Task Force for the Diagnosis and Treatment of Peripheral Arterial Diseases of the European Society of Cardiology (ESC) and of the European Society for Vascular Surgery (ESVS). *Eur Heart J*. 2018;39(9):763-816. DOI: 10.1093/eurheartj/ehx095.
8. Ray J.J., Eidelson S.A., Karcutskie C.A., Meizoso J.P., DeAmorim H., Goldstein L.J., Karwowski J., Bornak A. Hybrid Revascularization Combining Iliofemoral Endarterectomy and Iliac Stent Grafting for TransAtlantic Inter-Society Consensus C and D Aortoiliac Occlusive Disease. *Ann Vasc Surg*. 2018;50:73-79. DOI: 10.1016/j.avsg.2017.11.061.
9. Алекаян Б.Г., Григорьян А.М., Стаферов А.В., Карапетян Н.Г. Рентгенэндоваскулярная диагностика и лечение заболеваний сердца и сосудов в Российской Федерации – 2022 год. *Эндоваскулярная хирургия*. 2023;10(Специальный выпуск):S5–S256. [Alekyan B.G., Grigoryan A.M., Staferov A.V., Karapetyan N.G. Endovascular diagnostics and treatment in the Russian Federation (2022). *Russian Journal of Endovascular Surgery*. 2023;10(Special Issue):S5–S256 (in Russ.)]. DOI: 10.24183/2409-4080-2023-10S-S5-S256
10. Папоян С.А., Щеголев А.А., Абрамов И.С., Громов Д.Г., Сыромятников Д.Д., Асатурян К.С., Амирханян Д.С. Результаты эндоваскулярных вмешательств на аорто-подвздошном сегменте. *Эндоваскулярная хирургия*. 2022;9(4):382–388. [Papoyan S.A., Shchegolev A.A., Abramov I.S., Gromov D.G., Syromyatnikov D.D., Asaturyan K.S., Amirkhanyan D.S. Results of endovascular interventions on the aortoiliac segment. *Russian Journal Endovascular Surgery*. 2022;9(4):382–388 (in Russ.)]. DOI: 10.24183/2409-4080-2022-9-4-382-388. EDN: RGTAP.
11. Столяров А.П., Федорова М.Г., Харитонов Е.А., Аверкин Н.С. Патофизиологические и морфологические данные об изменениях стенок сосудов после операции стентирования. *Известия высших учебных заведений. Поволжский регион. Медицинские науки*. 2018;2(46):131–143. [Stolyarov A.P., Fedorova M.G., Kharitonov E.A., Averkin N.S. Pathophysiological and morphological data on vascular changes after stent implantation. *University proceedings. Volga region. Medical sciences*. 2018;2(46): 131–143 (in Russ.)]. DOI 10.21685/2072-3032-2018-2-14. EDN: YOEGUX.
12. Koskinas K.C., Chatzizisis Y.S., Antoniadis A.P., Giannoglou G.D. Role of endothelial shear stress in stent restenosis and thrombosis: pathophysiologic mechanisms and implications for clinical translation. *J Am Coll Cardiol*. 2012;59(15):1337-1349. DOI: 10.1016/j.jacc.2011.10.903.
13. Березовская Г.А., Ганюков В.И., Карпенко М.А. Рестеноз и тромбоз внутри стента: патогенетические механизмы развития и прогностические маркеры. *Российский кардиологический журнал*. 2012;98(6):91–95. [Berezovskaya G.A., Ganyukov V.I., Karpenko M.A. Restenosis and thrombosis inside the stent: pathogenetic mechanisms of development and prognostic markers. *Russian cardiological journal*. 2012;98(6):91–95 (in Russ.)]. EDN: PJOIDF.
14. Васюк Ю.А., Иванова С.В., Школьник Е.Л., Котовская Ю.В., Милягин В.А., Олейников В.Э., Орлова Я.А., Сумин А.Н. и др. Согласованное мнение российских экспертов по оценке артериальной жесткости в клинической практике. *Кардиоваскулярная терапия и профилактика*. 2016;15(2):4-19 [Vasyuk Yu.A., Ivanova S.V., Shkolnik E.L., Kotovskaya Yu.V., Milyagin V.A., Oleynikov V.E., Orlova Ya.A., Sumin A.N., et al. Consensus of Russian experts on the evaluation of arterial stiffness in clinical practice. *Cardiovascular Therapy and Prevention*. 2016;15(2):4-19 (in Russ.)]. DOI: 10.15829/1728-8800-2016-2-4-19. EDN: VUWMTP.
15. Laurent S., Cockcroft J., Van Bortel L., Boutouyrie P., Giannattasio C., Hayoz D., Pannier B., Vlachopoulos C., et al. Expert consensus document on arterial stiffness: methodological issues and clinical applications. *Eur Heart J*. 2006;27(21):2588-2605. DOI: 10.1093/eurheartj/ehl254.
16. Safar M.E., O'Rourke M.F. *Arterial Stiffness in Hypertension. Handbook of Hypertension*. Edinburgh; New York: Elsevier, 2006. 598 p.
17. Ibata J., Sasaki H., Kakimoto T., Matsuno S., Nakatani M., Kobayashi M., Tatsumi K., Nakano Y., et al. Cardio-ankle vascular index measures arterial wall stiffness independent of blood pressure. *Diabetes Res Clin Pract*. 2008;80(2):265-270. DOI: 10.1016/j.diabres.2007.12.016.
18. Sorokin A., Kotani K., Bushueva O., Taniguchi N., Lazarenko V. The cardio-ankle vascular index and ankle-brachial index in young russians. *J Atheroscler Thromb*. 2015;22(2):211-218. DOI: 10.5551/jat.26104.
19. Shirai K., Hiruta N., Song M., Kurosu T., Suzuki J., Tomaru T., Miyashita Y., Saiki A., et al. Cardio-ankle vascular index (CAVI) as a novel indicator of arterial stiffness: theory, evidence and perspectives. *J Atheroscler Thromb*. 2011;18(11):924-938. DOI: 10.5551/jat.7716.
20. Miyoshi T., Ito H. Arterial stiffness in health and disease: The role of cardio-ankle vascular index. *J Cardiol*. 2021;78(6):493-501. DOI: 10.1016/j.jjcc.2021.07.011.
21. TASC II. Transatlantic Intersociety Consensus (TASC) document on management of peripheral arterial disease. *Eur J Vasc Endovasc. Surg*. 2007;1:63–65. DOI: 10.1016/j.jvs.2006.12.037
22. Laurent S., Boutouyrie P., Lacolley P. Structural and genetic bases of arterial stiffness. *Hypertension*. 2005;45(6):1050-1055. DOI: 10.1161/01.HYP.0000164580.39991.3d
23. Гапон Л.И. Артериальная гипертензия и жесткость артериальной стенки в клинической практике: обзор литературы. *Российский кардиологический журнал*.

- журнал. 2024;29(5):5924. [Gapon L.I. Hypertension and arterial wall stiffness in clinical practice: literature review. *Russian Journal of Cardiology*. 2024;29(5):5924 (in Russ.)]. DOI: 10.15829/1560-4071-2024-5924. EDN VPKVJT
24. Kadoglou N.P.E., Moulakakis K.G., Mantas G., Kakisis J.D., Mylonas S.N., Valsami G., Liapis C.D. The Association of Arterial Stiffness With Significant Carotid Atherosclerosis and Carotid Plaque Vulnerability. *Angiology*. 2022;73(7):668-674. DOI: 10.1177/00033197211068936.
25. Namekata T., Suzuki K., Ishizuka N., Shirai K. Establishing baseline criteria of cardio-ankle vascular index as a new indicator of arteriosclerosis: a cross-sectional study. *BMC Cardiovasc Disord*. 2011;10:11-51. DOI: 10.1186/1471-2261-11-51.
26. Matsushita K., Ding N., Kim E.D., Budoff M., Chirinos .A., Fernhall B., Hamburg N.M., et al. Cardio-ankle vascular index and cardiovascular disease: Systematic review and meta-analysis of prospective and cross-sectional studies. *J Clin Hypertens (Greenwich)*. 2019;21(1):16-24. DOI: 10.1111/jch.13425.
27. Bäck M., Topouchian J., Labat C., Gautier S., Blacher J., Cwynar M., de la Sierra A., Pall D., et al. Cardio-ankle vascular index for predicting cardiovascular morbimortality and determinants for its progression in the prospective advanced approach to arterial stiffness (TRIPLE-A-Stiffness) study. *EBioMedicine*. 2024;103:105107. DOI: 10.1016/j.ebiom.2024.105107.
28. Папоян С.А., Шеголев А.А., Абрамов И.С. Современная стратегия лечения синдрома Лериша. *Эндоваскулярная хирургия*. 2019;6(4):284-291. [Papoyan S.A., Shchegolev A.A., Abramov I.S. Modern approaches for the treatment of Leriche syndrome. *Russian Journal of Endovascular Surgery*. 2019;6(4):284-291 (in Russ.)]. DOI: 10.24183/2409-4080-2019-6-4-284-291. EDN: ODLPKJ.
29. Antonello M., Squizzato F., Bassini S., Porcellato L., Grego F., Piazza M. Open repair versus endovascular treatment of complex aortoiliac lesions in low risk patients. *J Vasc Surg*. 2019;70(4):1155-1165.e1. DOI: 10.1016/j.jvs.2018.12.030.
30. Jiang X.L., Shi Y., Chen B., Jiang J.H., Ma T., Lin C.P., Guo D.Q., Xu X., et al. Long-term results of extensive aortoiliac occlusive disease (EAIOD) treated by endovascular therapy and risk factors for loss of primary patency. *Chin Med J (Engl)*. 2020;134(8):913-919. DOI: 10.1097/CM9.0000000000001229.

Поступила в редакцию 18.05.2025  
Подписана в печать 25.12.2025

---

**Для цитирования:** Лазаренко В.А., Бобровская Е.А., Ельникова С.Р., Мезенцева А.В., Григорьев Н.Н. Жесткость артериальной сосудистой стенки у пациентов с облитерирующим атеросклерозом нижних конечностей после эндоваскулярной реваскуляризации подвздошного сегмента. *Человек и его здоровье*. 2025;28(4):5-11. DOI: 10.21626/vestnik/2025-4/01. EDN: ENZCYX.

---

## CLINICAL AND ANAMNESTIC RISK FACTORS FOR INTRAVENTRICULAR HEMORRHAGE IN PREMATURE NEWBORNS: RESULTS OF A SINGLE-CENTER STUDY

© Lazarenko V.A.<sup>1</sup>, Bobrovskaya E.A.<sup>1,2</sup>, Elnikova S.R.<sup>1</sup>, Mezentseva A.V.<sup>2</sup>, Grigoriev N.N.<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Kursk State Medical University (KSMU)

3, K. Marx Str., Kursk, Kursk region, 305041, Russian Federation

<sup>2</sup> Kursk Regional Multidisciplinary Clinical Hospital (KRMCH)

45A, Sumskaya Str., Kursk, Kursk region, 305007, Russian Federation

**Objective** – the aim of the study is to analyze changes in arterial vascular wall stiffness in patients with lower extremity obliterating atherosclerosis in the immediate postoperative period after angioplasty with stenting of the iliac segment.

**Materials and methods.** The analysis of the treatment of 22 male patients with atherosclerotic lesion of the aorto-iliac arterial segment, II B-III degree of chronic arterial insufficiency of the lower extremities according to R. Fontaine - A.V. Pokrovsky, who underwent angioplasty with stenting of the iliac arteries. The control group consisted of 21 male volunteers who were considered to be in good health. The study of arterial wall stiffness included the measurement of the CAVI (cardiac-ankle vascular index) before treatment and on the 5th day after endovascular revascularization of the iliac segment.

**Results.** In patients with obliterating atherosclerosis of the lower extremities with damage to the aorto-iliac arterial segment, there was an initial increase in arterial wall stiffness ( $7.16 \pm 0.34$ ) compared to the control group ( $5.63 \pm 0.11$ ,  $p < 0.05$ ). Angioplasty with iliac artery stenting leads to an increase in arterial vascular wall stiffness. There is a statistically significant increase in the CAVI index after surgery compared to the data before surgery ( $8.51 \pm 0.35$ ,  $p = 0.0087$ ). There is a significant direct correlation between the initial value of the CAVI index before surgery and its change after endovascular revascularization ( $r = 0.55$ ,  $p < 0.05$ ).

**Conclusion.** The presence of a relationship between the arterial vascular wall stiffness before and after angioplasty with stenting of the iliac segment has been shown. The assessment of the arterial vascular wall stiffness can be included in the diagnostic algorithm of non-invasive examination of patients as a tool for dynamic monitoring of endovascular revascularization.

**Keywords:** arterial wall stiffness; cardio-ankle vascular index; obliterating atherosclerosis; aorto-iliac segment; endovascular revascularization; angioplasty; and stenting of the iliac arteries.

**Lazarenko Viktor A.** – Dr. Sci. (Med.), Professor, Rector, Head of the Department of Surgical Diseases, Institute of Continuing Education, KSMU, Kursk, Russian Federation. ORCID iD: 0000-0002-2069-7701. E-mail: azaroks@mail.ru

**Bobrovskaya Elena A.** – Dr. Sci. (Med.), Associate Professor, Professor of the Department of Surgical Diseases, Institute of Continuing Education, KSMU, Kursk, Russian Federation. ORCID iD: 0000-0003-3898-5522. E-mail: ea-bobrovskaya@yandex.ru (corresponding author)

**Elnikova Sofia R.** – student, KSMU, Kursk, Russian Federation. ORCID iD: 0009-0000-4578-5380. E-mail: sofi20150404@gmail.com

**Mezentseva Anna V.** – surgeon, KRMCH, Kursk, Russian Federation. ORCID iD: 0000-0002-2336-3651. E-mail: annezenceva@mail.ru

**Grigoriev Nikolay N.** – Dr. Sci. (Med.), Associate Professor, Professor of the Department of Surgical Diseases, Institute of Continuing Education, KSMU, Kursk, Russian Federation. E-mail: grigorevnn@kursksmu.net

### COMPLIANCE WITH PRICIPLES OF ETHICS

In accordance with the Declaration of Helsinki, informed voluntary consent was obtained from patients for treatment and examination. Local ethics committee approval was not requested.

### CONFLICT OF INTEREST

The authors declare no conflict of interest.

### SOURCE OF FINANCING

The authors declare no source of financing.

### AUTHORS CONTRIBUTION

Lazarenko V.A. – the concept and design of the study, approval of the final version of the article, responsibility for the integrity of all parts of the article; Bobrovskaya E.A., Grigoriev N.N. – concept and design development, collection and processing of material; Elnikova S.R. – clinical part of the study, collection of material; Mezentseva A.V. – clinical part of the study, text writing, editing, research concept and design.

Received 18.05.2025

Accepted 25.06.2025

**For citation:** Lazarenko V.A., Bobrovskaya E.A., Elnikova S.R., Mezentseva A.V., Grigoriev N.N. Arterial wall stiffness in patients with lower extremity obliterating atherosclerosis after endovascular revascularization of the ileal segment. *Humans and their health*. 2025;28(4):5–11. DOI: 10.21626/vestnik/2025-4/01. EDN: ENZCYX.