

Cirrhotic Patients / S. Bota, I. Sporea, R. Sirli // *Ultrasound in Medicine and Biology*. — 2011. — Vol. 37, № 8S. — S29.04.

## REFERENCES

1. *Katel'nickii, I.I.* Pervyi opyt kolichestvennoi ocenki rezul'tatov terapevticheskogo angiogeneza [First experience of a quantitative assessment of results of a therapeutic angiogenesis] / I.I. Katel'nickii, G.A. Alekseeva // *KTTI*. — 2012. — № 6. — S.83—85.
2. *Klyushkin, I.V.* Ocenka effektivnosti konservativnoi terapii sindroma diabeticheskoi stopy [Efficiency evaluation of conservative therapy of a syndrome of diabetic foot] / I.V. Klyushkin, R.I. Fatykhov, K.A. Koreiba // *Saharnyi diabet i hirurgicheskie infekcii: materialy Mezhdunar. nauch.-prakt. kongr., posvyasch. 40-letiyu so dnya osnovaniya v Institute hirurgii im. A.V. Vishnevskogo otdela ran i ranevykh infekcii*. — M., 2013 — S.150.
3. *Klyushkin, I.V.* Formirovanie shemy infuzionnoi terapii pri sindrome diabeticheskoi stopy [Forming of the scheme of infusional therapy in case of a syndrome of diabetic foot] / I.V. Klyushkin, K.A. Koreiba, R.I. Fatykhov // *Obschestvennoe zdorov'e i zdavoohranenie [Public health and health care]*. — 2013. — № 2. — S.38—40.
4. *Koreiba, K.A.* Genterapevticheskie tehnologii v korrektsii angiogeneza pri sindrome diabeticheskoi stopy [Genterapevticheskiye's of technology in correction of an angiogenesis in case of a syndrome of diabetic foot] / K.A. Koreiba, A.V. Sharafutdinov // *Sovremennye napravleniya razvitiya mediciny-2014: Mezhdunar nauch.-prakt. konf.: sb. st.* — Bryansk, 2014. — S.12—15.
5. *Staroverov, I.N.* Pervyi opyt lecheniya genterapevticheskim preparatom bol'nykh pri sochetanii ateroskleroza i diabeticheskoi angiopatii nizhnih konechnostei [The first experience of treatment by a genterapevtik preparation of patients in case of a combination of atherosclerosis and a diabetic angiopathy lower extremity] / I.N. Staroverov, Yu.V. Chervyakov, O.M. Lonchakova, O.N. Vlasenko // Aktual'nye voprosy diagnostiki, lecheniya i profilaktiki sindroma diabeticheskoi stopy: V Vseros. nauch.-prakt. konf., posvyasch. 200-letiyu Kazan. gos. med. un-ta. — Kazan', 2013. — S.89—91.
6. *Shval'b, P.G.* Bezopasnost' i kratkosrochnaya effektivnost' genterapevticheskogo preparata u pacientov s hronicheskoi ishemiei nizhnih konechnostei [Bezopasnost and short-term efficiency of a genterapevtik preparation at patients with chronic ischemia lower extremity] / P.G. Shval'b, R.E. Kalinin, S.V. Gryaznov // *Kardiologiya i serdechno-sosudistaya hirurgii [Cardiology and cardiovascular surgery]*. — 2011. — № 4. — S.61—66.
7. *Pavelkin, A.G.* Ocenka effektivnosti tromboliticheskoi terapii pri oslozhnennykh formakh diabeticheskoi stopy [Quality of efficiency of thrombolytic therapy at the complicated forms of diabetic foot] / A.G. Pavelkin, A.N. Belyaev // *Medicinskii al'manah [Medical almanac]*. — 2012. — № 4(23). — S.88—91 (N. Novgorod: OOO «Yunion Print»).
8. *Pavlova, M.G.* Sindrom diabeticheskoi stopy [Sindrom of diabetic foot] / M.G. Pavlova, T.V. Gusov, N.V. Lavrisheva // *Trudnyi pacient [Difficult patient]*. — 2006. — № 1. — S.25—28.
9. *Sergeeva-Kondrachenko, M.Yu.* Diabeticheskaya neiropatiya [Diabetic neuropathy] / M.Yu. Sergeeva-Kondrachenko // *Remedium — Povolzh'e [Remedium — the Volga region]*. — M., 2012. — S.17—25.
10. *Altland, O.D.* Low-intensity ultrasound increases endothelial cell nitric oxide synthase activity and nitric oxide synthesis / O.D. Altland // *J. Thromb. Haemost.* — 2004. — Vol. 2. — P.637—643.
11. *Bode, B.* Ultrasound-Guided Fine Needle Aspirations of PET-CT Findings During Staging of Malignancies / B. Bode // *Ultrasound in Medicine and Biology*. — 2011. — Vol. 37, № 8S. — S28.04.
12. *Bota, S.* The Usefulness of Liver and Spleen Stiffness Evaluated by Means of Acoustic Radiation Force Impulse Elastography for the Prediction of Esophageal Varices in Cirrhotic Patients / S. Bota, I. Sporea, R. Sirli // *Ultrasound in Medicine and Biology*. — 2011. — Vol. 37, № 8S. — S29.04.

© Ф.А. Магамедкеримова, М.И. Малкова, И.Г. Халилов, Н.Р. Хасанов, 2014

УДК 616.137.83/86-005-07

## ИНДЕКС САВИ У БОЛЬНЫХ ХРОНИЧЕСКОЙ АРТЕРИАЛЬНОЙ НЕДОСТАТОЧНОСТЬЮ

**Ф.А. МАГАМЕДКЕРИМОВА**, студентка VI курса ГБОУ ВПО «Казанский государственный медицинский университет», Казань, Россия

**МАРИЯ ИГОРЕВНА МАЛКОВА**, канд. мед. наук, зав. отделением функциональной диагностики ГАУЗ «Городская клиническая больница № 7», ассистент кафедры пропедевтики внутренних болезней ГБОУ ВПО «Казанский государственный медицинский университет», Казань, Россия

**ИЛЬДАР ГАЛИЕВИЧ ХАЛИЛОВ**, канд. мед. наук, зав. отделением сосудистой хирургии ГАУЗ «Городская клиническая больница № 7» г. Казани МЗ РТ, Россия, тел. 8-917-269-91-54, e-mail: lhalil@mail.ru

**НИЯЗ РУСТЕМОВИЧ ХАСАНОВ**, докт. мед. наук, профессор кафедры пропедевтики внутренних болезней ГБОУ ВПО «Казанский государственный медицинский университет», Казань, Россия

**Реферат.** В статье показана возможность практического применения нового диагностического метода оценки артериальной жесткости — сердечно-подыжечного сосудистого индекса (CAVI) при исследовании эластических свойств сосудистой стенки. *Целью исследования* было изучение индекса CAVI в зависимости от типа кровотока в поверхностной бедренной и подколенной артериях и от степени ишемии конечности. Обследовано 50 больных с атеросклерозом артерий нижних конечностей, включая 37 пациентов с АГ 1—2-й степени и 13 человек с нормальным уровнем АД. У лиц с АГ в возрасте от 47 до 82 лет получена статистически значимая корреляция индекса CAVI с типом кровотока в артериях нижних конечностей, наличием поражения аортобедеренного сегмента и степени ишемии конечности. Предложены критерии оценки результатов обследования больных с различными степенями ишемии нижних конечностей. Низкие значения индекса CAVI, близкие к возрастной норме здорового человека и ниже у пациентов с облитерирующим атеросклерозом артерий нижних конечностей, могут рассматриваться в качестве маркера окклюзии поверхностной бедренной и подколенной артерий.

**Ключевые слова:** артериальная стенка, артериальная жесткость, сердечно-подыжечный сосудистый индекс (CAVI), критическая ишемия нижних конечностей.

## INDEX CAVI IN PATIENTS WITH CHRONIC ARTERIAL INSUFFICIENCY

**F.A. MAGAMEDKERIMOVA**, 6th course student of SBEI HPE «Kazan State Medical University»

**MARIA I. MALKOVA**, M.D., Head of the Department of functional diagnostics of SAIH «City Hospital № 7», Kazan, assistant of professor of the Department of propaedeutics of internal medicine of SBEI HPE «Kazan State Medical University»

**ILDAR G. KHALILOV**, Ph.D., Head of the Department of vascular surgery of SAIH «City Hospital № 7», Kazan, tel. 8-917-269-91-54, e-mail: llhalil@mail.ru

**NIJAZ R. KHASANOV**, M.D., Professor of the Department of propaedeutics of internal medicine of SBEI HPE «Kazan State Medical University»

**Abstract.** The article shows the possibility of the practical application of new diagnostic method for assessing arterial stiffness — cardio-ankle vascular index (CAVI), in the study of the elastic properties of the vascular wall. The aim of the study was to examine the CAVI-index in dependence of the type of blood flow in the superficial femoral and popliteal arteries and the degree of limb ischemia. The study involved 50 patients with atherosclerosis of the lower extremities, including 37 patients with hypertension 1—2 degree and 13 people with normal blood pressure aged 47 to 82 years. Obtain statistically significant correlation of index CAVI with the type blood flow in the arteries of the lower limbs, the presence of lesions aorto-femoral segment and the degree of limb ischemia. Proposed criteria of assessing of the results of examination of patients with varying degrees of lower limb ischemia. Low values of the index CAVI, close to the age norm of healthy human and lower in patients with obliterating atherosclerosis of the arteries of the lower limbs can be considered as a marker of occlusion of the superficial femoral and popliteal arteries.

**Key words:** vascular wall, arterial stiffness, cardio-ankle vascular index.

**В**ведение. Сердечно-сосудистые заболевания (ССЗ) в настоящее время являются одной из основных причин смертности в большинстве развитых стран и часто характеризуются серьезными изменениями строения стенки артерий, с увеличением коллагена и уменьшением эластических волокон [1]. Увеличение жесткости артериальной системы признается маркером повышенного риска развития ССЗ и предиктором развития сердечно-сосудистых осложнений [2, 3, 4, 5]. Возникла необходимость в создании устройств, которые могли бы объективно определять жесткость артерий. В основе работы устройств, определяющих региональную (сегментарную) жесткость, лежит измерение скорости распространения пульсовой волны (СРПВ). В настоящее время измерение каротидно-фemorальной пульсовой волны является «золотым стандартом» для оценки эластических свойств артериальных сосудов [6].

В приборе VaSera-1500 (Fukuda Denshi) СРПВ определяется путем измерения плечелодыжечного индекса. Разработчиками прибора VaSera был введен CAVI — сердечно-лодыжечный сосудистый индекс, показывающий истинную жесткость артерий и отражающий наличие системного атеросклероза с поражением сонных, коронарных артерий и артерий нижних конечностей [7, 8]. CAVI не зависит от уровня АД у пациента на момент исследования. Индекс CAVI рассчитывается путем записи волн плечевой и большеберцовой артерии по ЭКГ, ФКГ. Согласно рекомендациям создателей прибора VaSera, патологическим считается значения CAVI 9,0 и выше [9]. Работа с прибором не требует специальной подготовки, он прост в эксплуатации и может использоваться средним медицинским персоналом.

Одним из наиболее часто выявляемых ССЗ в России является атеросклероз. В связи с этим изучение физических свойств сосудистой стенки при атеросклерозе приобретает большое клиническое значение.

**Цель исследования** — произвести сравнительную оценку параметров жесткости артериальной

стенки у больных с артериальной гипертензией и атеросклерозом артерий нижних конечностей с различными степенями выраженности ишемии нижних конечностей. Изучить зависимость индекса CAVI от типа кровотока в поверхностной бедренной и подколенной артериях и от степени ишемии конечности.

**Материал и методы.** В работе использовались следующие критерии включения: мужчины и женщины старше 18 лет, артериальная гипертония 1—2-й степени, лица с нормальным уровнем АД, облитерирующий атеросклероз артерий нижних конечностей, синдром Лериша, хроническая артериальная недостаточность IIБ—IV степени.

Обследовано 50 больных в возрасте от 47 до 82 лет (рис. 1) с атеросклерозом артерий нижних конечностей, включая 37 пациентов с артериальной гипертонией (АГ) 1—2-й степени, и 13 человек с нормальным уровнем АД. У лиц с АГ средний возраст составил (65,2±8,9) года; средняя ЧСС — (71,8±5,6) уд/мин; ИМТ — (27,0±4,5) кг/м<sup>2</sup>; САД — (142,4±11,0) мм рт.ст.; ДАД — (87,7±9,1) мм рт.ст.

В нормотензивную группу вошли лица в возрасте от 51 до 77 лет [средний возраст (60,8±6,4) года]; с ЧСС — (75±13,7) уд/мин; ИМТ — (25,1±5,1) кг/м<sup>2</sup>; САД — (118,6±18,5) мм рт.ст.; ДАД — (63,2±9,1) мм рт.ст.

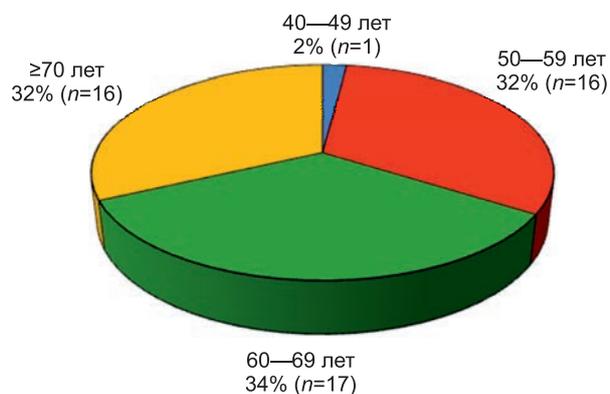


Рис. 1. Распределение пациентов по возрасту

У всех пациентов оценивались модифицируемые и немодифицируемые факторы риска ССЗ. Показатели микрогемодинамики определялись путем УЗ-исследования сосудов в 2D и доплеровском режиме с определением типа кровотока в артериях нижних конечностей. У всех пациентов оценивались линейная и объемная скорости периферического кровотока в состоянии покоя. Индекс жесткости артериальной стенки CAVI определяли методом объемной сфигмографии на аппарате VaSera-VS 1500 (Fucuda Denshi, Япония).

Статистическую обработку проводили при помощи программы Microsoft Excel 7.0 и пакета прикладных программ Statistika 6.0. Анализ результатов проводился с использованием непараметрической

корреляции Спирмана, критерия Манна—Уитни и точного критерия Фишера. Результаты считали статистически достоверными при  $p < 0,05$ .

**Результаты и их обсуждение.** Установлено, что у лиц с АГ индекс CAVI коррелирует с наследственной предрасположенностью к ССЗ ( $r=0,764$ ;  $p < 0,05$ ). В группе больных АГ также установлена прямая корреляция индекса CAVI с пульсовым давлением и ЧСС ( $r=0,847$ ;  $p < 0,05$  и  $r=0,769$ ;  $p < 0,05$  соответственно).

В группе пациентов с АГ получена статистически значимая корреляция индекса CAVI с типом кровотока в области нижней трети поверхностной бедренной артерии ( $r=0,878$ ;  $p < 0,05$ ) (рис. 2, 3), а также подколенной артерии ( $r=0,775$ ;  $p < 0,05$ ) (рис. 4, 5)

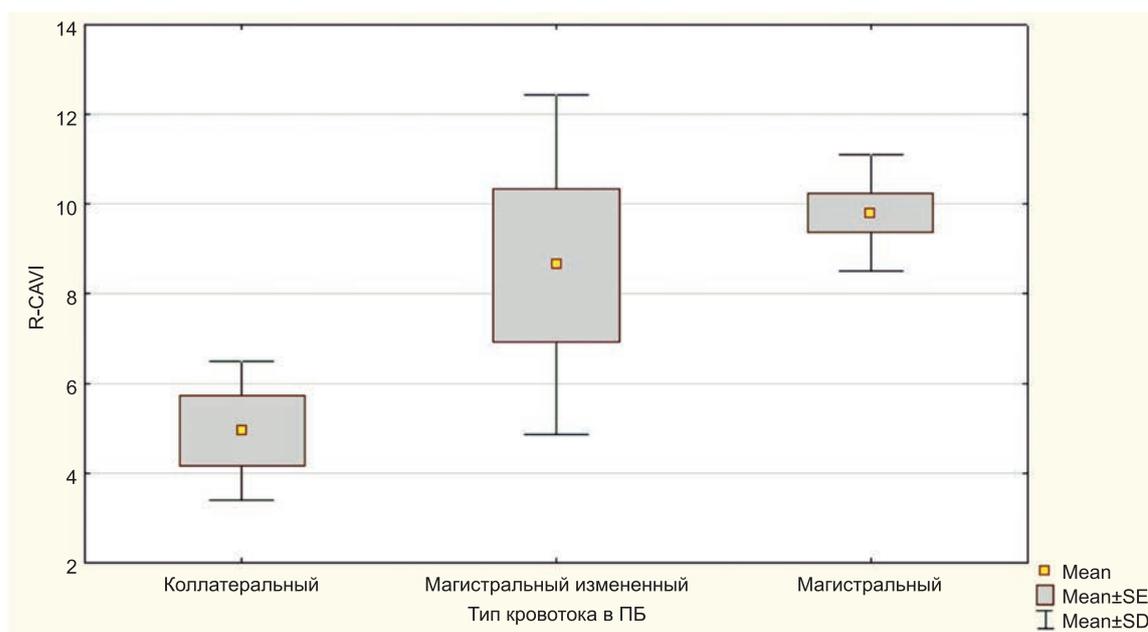


Рис. 2. Индекс CAVI у пациентов с различными типами кровотока в правой поверхностной бедренной артерии

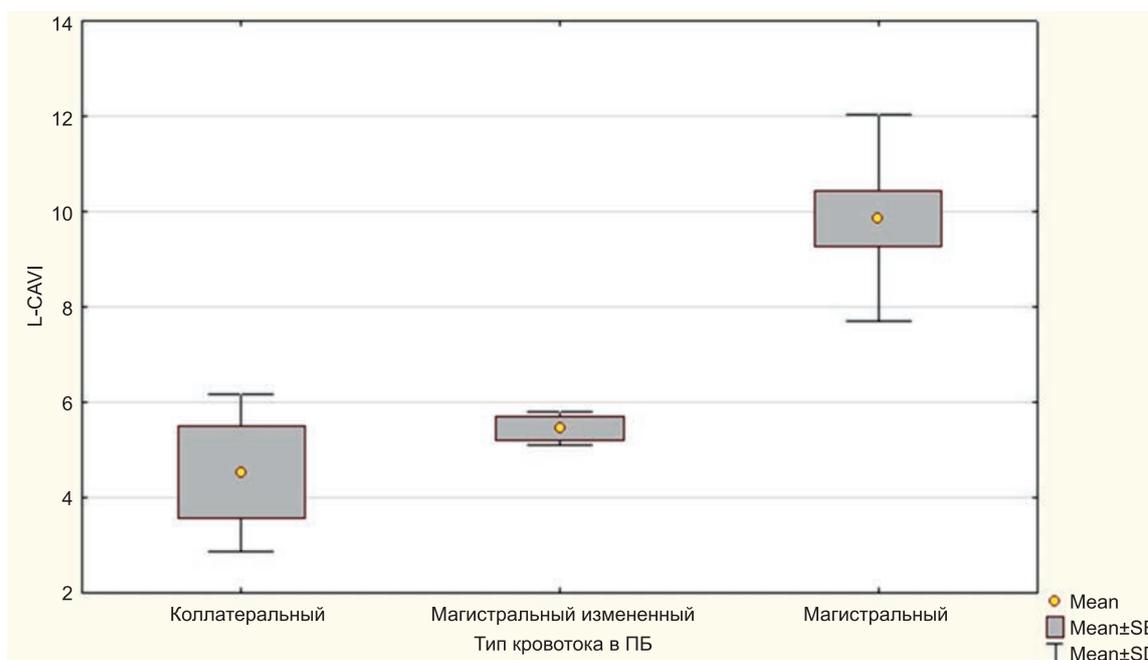


Рис. 3. Индекс CAVI у пациентов с различными типами кровотока в левой поверхностной бедренной артерии

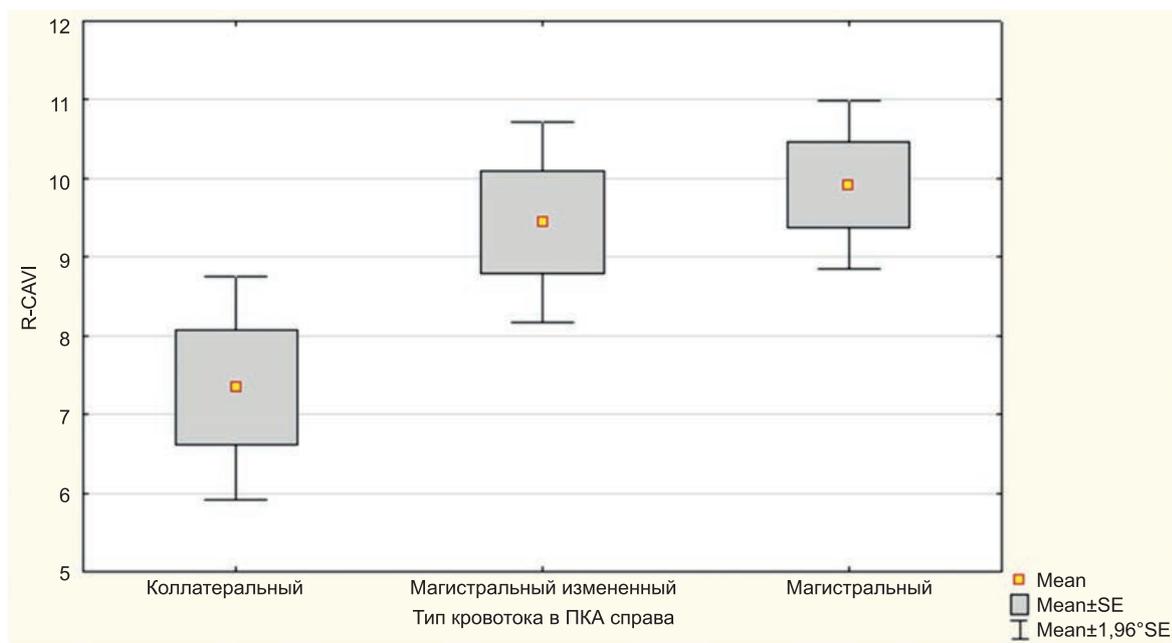


Рис. 4. Индекс CAVI у пациентов с различными типами кровотока в правой подколенной артерии

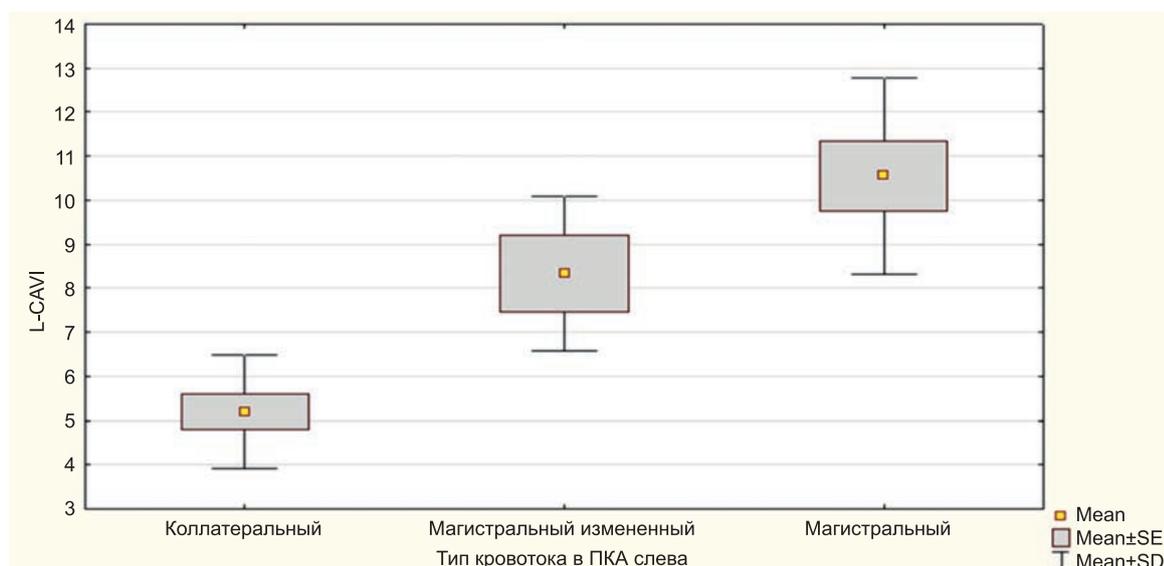


Рис. 5. Индекс CAVI у пациентов с различными типами кровотока в левой подколенной артерии

и задней большеберцовой артерии ( $r=0,743$ ;  $p<0,05$ ). Кроме того, выявлена корреляция индекса CAVI с типом кровотока в области нижней трети бедра ( $r=0,72$ ;  $p<0,05$ ) и локальной скоростью кровотока в глубокой артерии бедра ( $r=0,750$ ;  $p<0,05$ ). Частота окклюзий исследованных артерий достоверно чаще наблюдалась у пациентов с измененным типом кровотока в соответствующей артерии (рис. 6, 7).

Выявлена зависимость индекса CAVI от наличия признаков поражения аортобедренного сегмента (включая синдром Лериша) (рис. 8—10) и степени ишемии конечности (рис. 11, 12). Так, при хронической артериальной недостаточности нижней конечности IIБ класса (классификация А.В. Покровского) индекс CAVI составил  $9,05\pm 0,49$

на правой конечности и  $8,57\pm 0,43$  на левой конечности; при хронической артериальной недостаточности 3—4-й степени индекс CAVI оказался существенно ниже средних возрастных норм для здорового человека и составил  $7,85\pm 0,59$  на правой конечности и  $6,86\pm 0,92$  на левой нижней конечности ( $p<0,05$ ).

**Выводы.** Результаты измерения индекса жесткости артериальной стенки CAVI, отражающего эластические свойства сосудов, свидетельствовали о более высокой жесткости сосудистой стенки у больных АГ по сравнению с нормотониками при атеросклерозе сосудов нижних конечностей, особенно при наличии у пациентов факторов сердечно-сосудистого риска. Индекс CAVI у больных артериальной гипертензией коррелирует

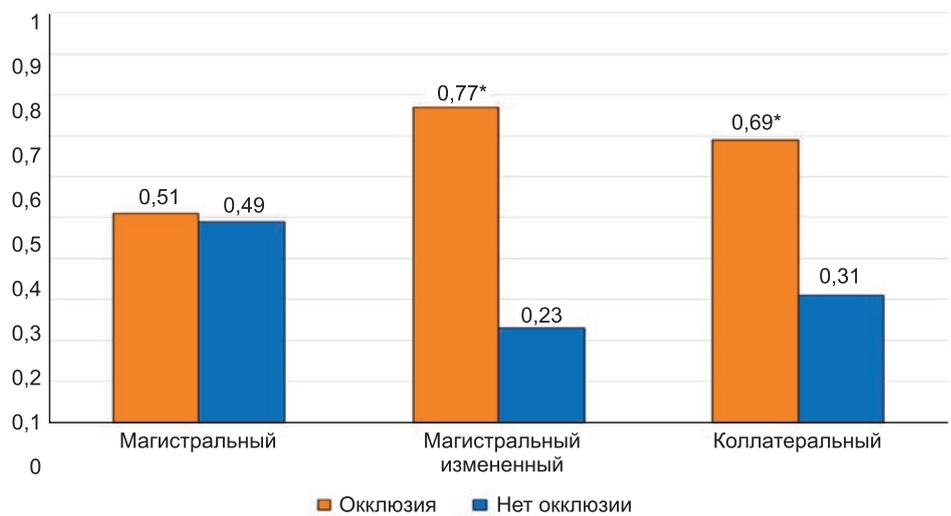


Рис. 6. Частота встречаемости окклюзии при различных типах кровотока

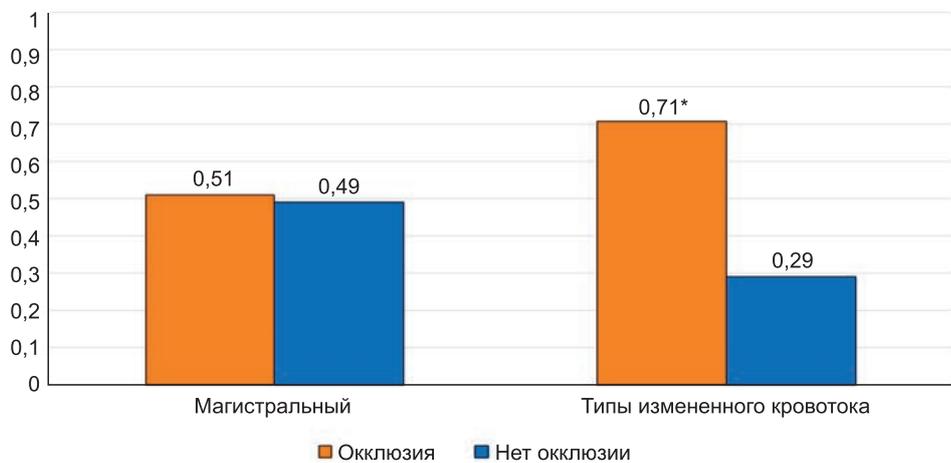


Рис. 7. Частота встречаемости окклюзии при различных типах кровотока

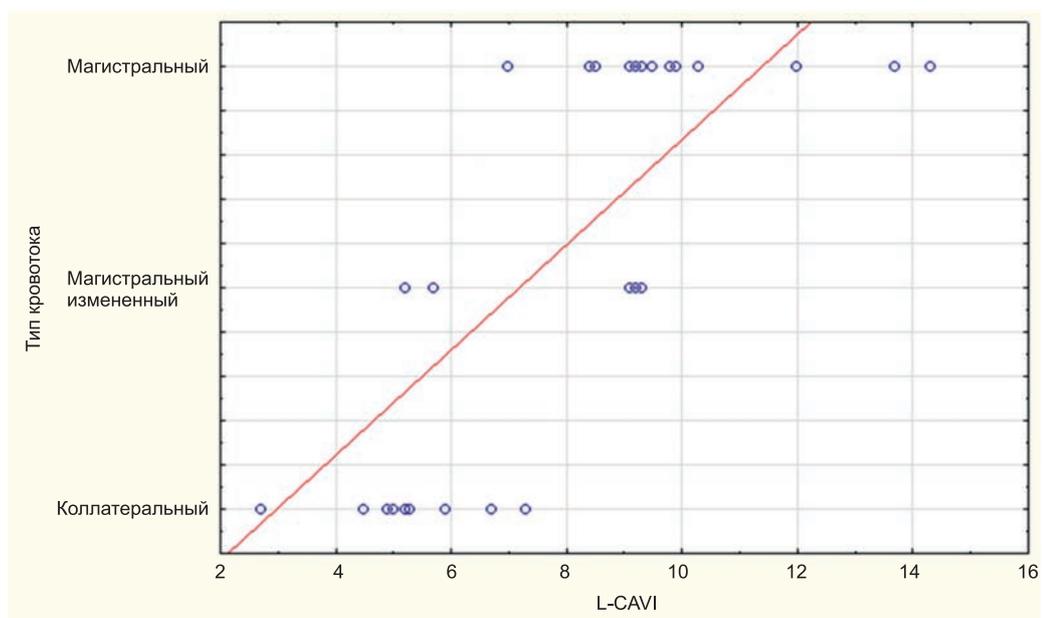


Рис. 8. Корреляция значений индекса CAVI с характером кровотока в левой поверхностной и левой подколенной артериях

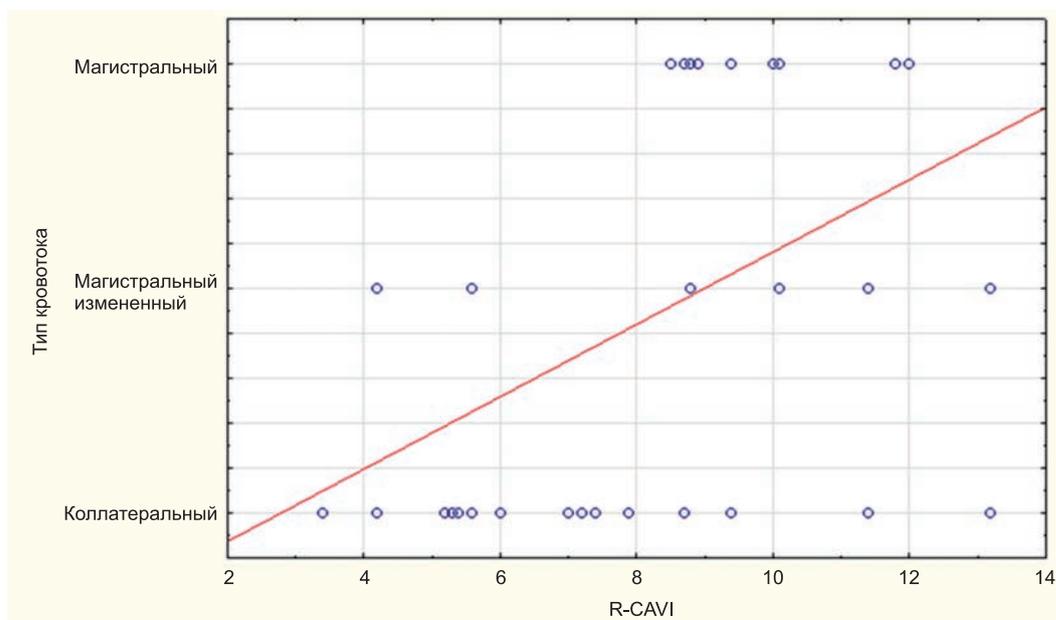


Рис. 9. Корреляция значений индекса CAVI с характером кровотока в правой поверхностной и правой подколенной артериях

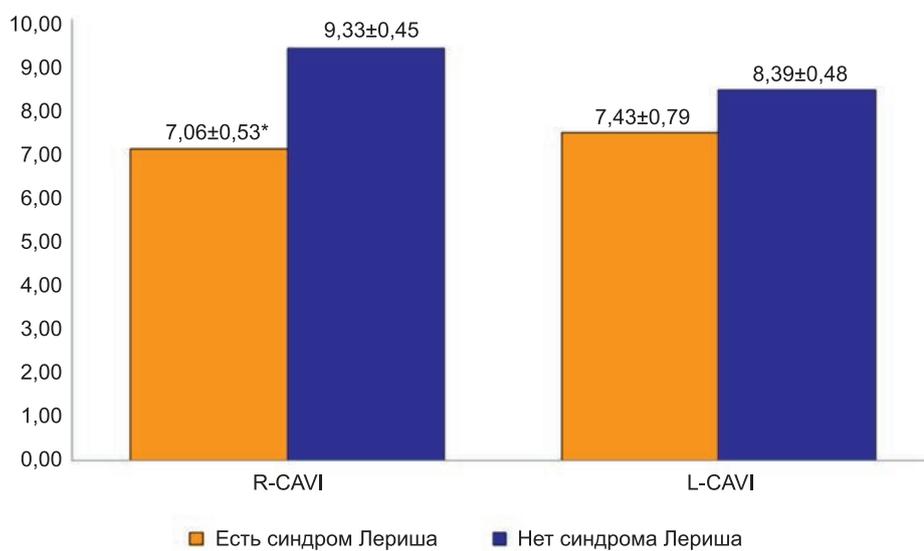


Рис. 10. Индекс CAVI у пациентов с синдромом Лериша

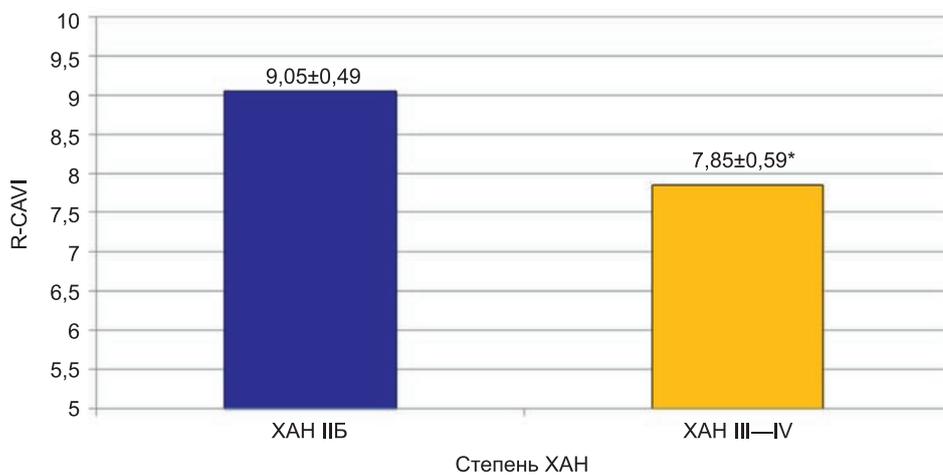


Рис. 11. Индекс CAVI у пациентов с различной степенью артериальной недостаточности

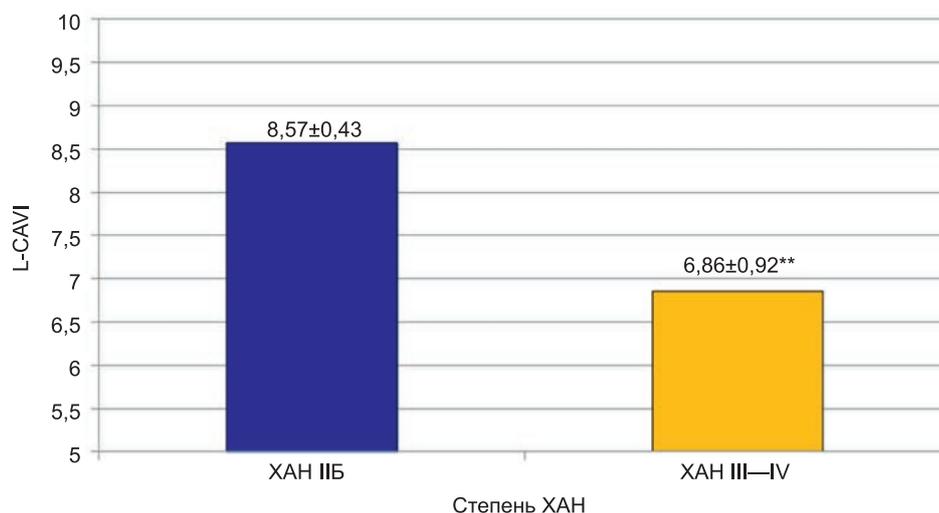


Рис. 12. Индекс CAVI у пациентов с различной степенью артериальной недостаточности

с типом кровотока в поверхностной бедренной и подколенной артериях. Коллатеральный тип кровотока в поверхностной бедренной и подколенной артериях ассоциирован с парадоксально наименьшими значениями индекса CAVI. Низкие значения индекса CAVI, близкие к возрастной норме здорового человека и ниже у пациентов с облитерирующим атеросклерозом артерий нижних конечностей, могут рассматриваться в качестве маркера окклюзии поверхностной бедренной и подколенной артерий.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Недогода, С.В. Сосудистая жесткость и скорость распространения пульсовой волны: новые факторы риска сердечно-сосудистых осложнений и мишени для фармакотерапии / С.В. Недогода, Т.А. Чаляби // *Болезни сердца и сосудов*. — 2006. — Т. 1, № 4. — P.34—42.
2. Boutouyrie P. Aortic stiffness is an independent predictor of primary coronary events in hypertensive patients / P. Boutouyrie, A.I. Tropeano, R. Asmar // *Hypertension*. — 2002. — Vol. 39. — P.10—15.
3. Brachial-ankle pulse wave velocity is a simple and independent predictors of prognosis in patients with acute coronary syndrome / H. Tomiyama, Y. Koji, M. Yambe [et al.] // *Circ. J.* — 2005. — Vol. 69. — P. 815—822.
4. Kubota, Y. Cardio-Ankle Vascular Index is a predictor of cardiovascular events / Y. Kubota // *Artery Res.* — 2011. — Vol. 5. — P.91—96.
5. Oliver, J.J. Noninvasive assessment of arterial stiffness and risk of atherosclerotic events / J.J. Oliver, D.J. Webb // *Arterioscler. Tromb. Vasc. Biol.* — 2003. — Vol. 23. — P.554—566.
6. Laurent, S. Expert consensus document on arterial stiffness: methodological issues and clinical applications / S. Laurent, J. Cockcroft, Luc Van Bortel [et al.] // *European Heart Journal*. — 2006. — № 27. — P.2588—2006.
7. Nakamura, K. Cardio-Ankle Vascular Index is a Candidate Predictor of Coronary Atherosclerosis / K. Nakamura, T. Tomaru, S. Yamamura [et al.] // *Circ. J.* — 2008. — Vol. 72, № 4. — P.598—604.
8. Takaki, A. Cardio-ankle vascular index is a new noninvasive parameter of arterial stiffness / A. Takaki, H. Ogawa, T. Wakeyama [et al.] // *Circ. J.* — 2007. — Vol.71, № 11. — P.1710—1714.
9. Руководство по эксплуатации к прибору VaSera VS-1000 CAVI plus. — Fukuda Denshi. — 139 с.

#### REFERENCES

1. Nedogoda, S.V. Sosudistaya zhestkost' i skorost' rasprostraneniya pul'sovoi volny: novye faktory riska serdechno-sosudistykh oslozhenenii i misheni dlya farmakoterapii / S.V. Nedogoda, T.A. Chalyabi // *Bolezni serdca i sosudov*. — 2006. — T. 1, № 4. — P.34—42.
2. Boutouyrie P. Aortic stiffness is an independent predictor of primary coronary events in hypertensive patients / P. Boutouyrie, A.I. Tropeano, R. Asmar // *Hypertension*. — 2002. — Vol. 39. — P.10—15.
3. Brachial-ankle pulse wave velocity is a simple and independent predictors of prognosis in patients with acute coronary syndrome / H. Tomiyama, Y. Koji, M. Yambe [et al.] // *Circ. J.* — 2005. — Vol. 69. — P. 815—822.
4. Kubota, Y. Cardio-Ankle Vascular Index is a predictor of cardiovascular events / Y. Kubota // *Artery Res.* — 2011. — Vol. 5. — P.91—96.
5. Oliver, J.J. Noninvasive assessment of arterial stiffness and risk of atherosclerotic events / J.J. Oliver, D.J. Webb // *Arterioscler. Tromb. Vasc. Biol.* — 2003. — Vol. 23. — P.554—566.
6. Laurent, S. Expert consensus document on arterial stiffness: methodological issues and clinical applications / S. Laurent, J. Cockcroft, Luc Van Bortel [et al.] // *European Heart Journal*. — 2006. — № 27. — P.2588—2006.
7. Nakamura, K. Cardio-Ankle Vascular Index is a Candidate Predictor of Coronary Atherosclerosis / K. Nakamura, T. Tomaru, S. Yamamura [et al.] // *Circ. J.* — 2008. — Vol. 72, № 4. — P.598—604.
8. Takaki, A. Cardio-ankle vascular index is a new noninvasive parameter of arterial stiffness / A. Takaki, H. Ogawa, T. Wakeyama [et al.] // *Circ. J.* — 2007. — Vol.71, № 11. — P.1710—1714.
9. Rukovodstvo po ekspluatácii k priboru VaSera VS-1000 CAVI plus. — Fukuda Denshi. —139 s.