

КЛИНИЧЕСКИЙ ОПЫТ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ИНЪЕКТОРА CO₂ ANGIODROID ПРИ ЭНДОВАСКУЛЯРНЫХ ВМЕШАТЕЛЬСТВАХ НА АРТЕРИЯХ НИЖНИХ КОНЕЧНОСТЕЙ У ПАЦИЕНТОВ С ХРОНИЧЕСКОЙ БОЛЕЗНЬЮ ПОЧЕК

Г.А. Баранов^{1,2}, В.В. Деркач², Д.В. Доспехов^{1,2*}, Ю.В. Червяков³

¹ ФГБОУ ВО «Российский университет медицины» Министерства здравоохранения РФ, Москва

² АО «Центр эндохирургии и литотрипсии», г. Москва

³ ФГБОУ ВО «Ярославский государственный медицинский университет» Минздрава РФ, Ярославль

A CLINICAL EXPERIENCE OF ANGIODROID CO₂ INJECTOR APPLICATION IN ENDOVASCULAR INTERVENTIONS ON THE ARTERIES OF LOWER EXTREMITIES IN COMORBID PATIENTS WITH CHRONIC KIDNEY DISEASE

G.A. Baranov^{1,2}, V.V. Derkach², D.V. Dospikhov^{1,2*}, Yu.V. Chervyakov³

¹ Russian University of Medicine, Moscow, Russia

² Center for Endosurgery and Lithotripsy, Moscow, Russia

³ Yaroslavl State Medical University, Yaroslavl, Russia

*E-mail: dospikhovdv@yandex.ru

Аннотация

Наиболее современным, качественным и результативным методом диагностики заболеваний артерий нижних конечностей является рентгеноконтрастный метод – ангиография с контрастной визуализацией. Большинство пациентов, которые имеют показания к проведению данного исследования, как правило, страдают от сопутствующих заболеваний, чаще всего от сахарного диабета с нефропатией. Йод является основным компонентом контрастных веществ для ангиографических вмешательств и может вызывать нефротоксические эффекты. Углекислый газ используют в качестве альтернативного контрастного препарата, он является биотолерантным веществом, что обеспечивает достаточную визуализацию сосудистого русла. Углекислый газ выводится из организма через легкие и может быть использован у пациентов с любой степенью хронической болезни почек. Основными проблемами применения углекислого газа для ангиографии являются его доставка и дозированная подача в артериальное русло.

Ключевые слова: газовый контраст, почечная недостаточность, карбоксиангиография, контрастная ангиовизуализация, автоматический иньектор, контраст-индуцированная нефропатия.

Abstract

X-ray contrast imaging-angiography – is the most effective, modern and informative technique for diagnosing pathologies in the arteries of lower extremities. Many patients referred to such diagnostics, as a rule, suffer of concomitant diseases, mostly often of diabetes mellitus with nephropathy. Iodine is the main component of contrast agents for angiographic interventions, but it may cause nephrotoxic effects. Carbon dioxide is used as an alternative contrast agent. It is a biotolerant substance which provides sufficient visualization of the vascular bed. CO₂ is excreted from the body through the lungs and can be used in patients with any degree of chronic kidney disease. The main problem for carbon dioxide application during angiographic imaging is its delivery and supplied dosage to the arterial bed.

Keywords: gas contrast, renal failure, carboxyangiography, contrast angiovisualization, automatic injector, contrast-induced nephropathy.

Ссылка для цитирования: Баранов Г.А., Деркач В.В., Доспехов Д.В., Червяков Ю.В. Клинический опыт использования иньектора CO₂ Angiodroid при эндоваскулярных вмешательствах на артериях нижних конечностей у пациентов с хронической болезнью почек. Кремлевская медицина. Клинический вестник. 2024; 4: 131–134.

Введение

Результат эндоваскулярного исследования при пораженных артериях нижних конечностей зависит от диагностической эффективности и безопасности вмешательства. Несовершенство ангиографии состоит из рисков, связанных с инвазивностью, необходимой для данного метода обследования, и токсичностью действия контрастного вещества на организм пациента. Наиболее встречаемыми осложнениями являются окклюзия артерий, расслоение и разрыв стенки сосуда [1–4]. Опасность таких осложнений, как нефротоксичность, атероземболизм и гиперчувствительность, состоит в том, что они носят отсроченный

характер. Структурно-функциональное поражение почечного аппарата может наступать вследствие большой концентрации йода и осмолярности контрастного раствора, и поэтому необходимо минимизировать использование йодосодержащих контрастных веществ [5–7]. Для достижения поставленных целей необходимо использовать биометрические субтракционные методы, выбирать локализацию доступа наиболее близко к месту поражения сосуда, а также применять рентгеноконтрастные вещества, не содержащие йод [8–10].

Специфическими требованиями для проведения рентгеноконтрастной манипуляции без применения йодосодержа-

ших контрастных веществ являются: стерильная медицинская двуокись углерода; оборудование, которое позволяет делать необходимую частоту кадров (не менее трех кадров в секунду) при проведении исследования; наличие DSA-режима; надежная фиксация исследуемой зоны для обеспечения неподвижности зоны интереса [11–12]. Углекислый газ является биотолерантным веществом, поэтому не вызывает реакций гиперчувствительности и при этом не уступает по качеству визуализации сосудистого русла йодосодержащим контрастным веществам [13–15].

Отсутствие нефротоксического и аллергического эффектов достигается благодаря выведению двуокиси углерода естественным путем, при помощи альвеол легочной ткани, что делает этот способ привлекательным для применения у пациентов с любой степенью хронической болезни почек и азотемией, вызванной повышенным содержанием креатинина в крови, а также у пациентов с сахарным диабетом, гипо- или гиперфункцией щитовидной железы. Безопасность, удобство и скорость проведения манипуляции достигается вследствие автоматического иньектора CO₂ Angiodroid с пакетом специальных программ. Благодаря применению автоматического иньектора углекислого газа снижается степень дискомфорта для пациента, так как плавность введения иньекций и контроль давления обеспечивают практически полное исчезновение болевого синдрома [16–19].

Аппарат для автоматических иньекций двуокиси углерода типа Angiodroid позволяет достигать быстрой и безболезненной доставки углекислого газа при проведении карбоксиангиографии артерий нижних конечностей [20]. По данным, предоставленным международными клиническими рекомендациями в 2019 г., при лечении критической ишемии нижних конечностей (КИНК) возможно применение двуокиси углерода в случаях наличия сопутствующих заболеваний, течение которых может осложниться от введения контрастного вещества, содержащего йод. Известно, что йодосодержащим растворам обычно отдают предпочтение в связи с лучшей визуализацией артерий по сравнению с CO₂-ангиографией. Однако при работе с пациентами со множеством сопутствующих заболеваний и высоким риском нефропатии следует применять «газовые» контрасты [1, 2, 20, 21].

В отделении сердечно-сосудистой хирургии на базе Центра эндохирургии и литотрипсии накоплен опыт проведения 88 карбоксиангиографий артерий нижних конечностей у пациентов с КИНК.

Цель исследования – оценка результатов карбоксиангиографий нижних конечностей у больных с КИНК с использованием автоматического иньектора углекислого газа Angiodroid.

Материалы и методы

В 2024 г. было проведено 88 рентгенохирургических вмешательств с применением в качестве контрастного вещества углекислого газа: 56 диагностических карбоксиангиографий и 32 лечебных реваскуляризирующих вмешательства пациентам с КИНК и стеноцикско-окклюзионными поражениями артерий бедренно-подколенно-стопного сегментов, у которых риск йод-индуцированной нефропатии был оценен как высокий.

Следует указать, что контраст-индуцированная нефропатия может развиваться при использовании даже небольших доз контрастных веществ, особенно у пациентов с уже существующими факторами риска (предшествующая почечная недостаточность или диабет). Однако точное минимальное количество контраста, способное вызвать нефропатию, может варьировать в зависимости от индивидуальных особенностей

пациента и типа контрастного вещества. В некоторых случаях, описанных в исследовании, при необходимости получения убедительного изображения в требуемой проекции применяли до 20 мл (объем стандартного шприца) йодосодержащего контраста [1, 15, 21, 22].

В исследовании использовали автоматический иньектор CO₂ Angiodroid и интродьюсер 5–6F. Ангиографическую съемку проводили с использованием системы DSA и программного обеспечения CO₂ Special Phillips. Интервенции выполняли по технологии ACDA (automated & safe CO₂ angiography – 0 iodine).

Результаты

Оценку результатов проводили по трем категориям:

- эффективный результат – оперативное вмешательство и/или диагностическая манипуляция прошли успешно без использования йодосодержащих контрастных препаратов;
- эффективность частичная – оперативное вмешательство и/или диагностическая манипуляция прошли успешно, однако при проведении их потребовалось использование до 20 мл йодосодержащих контрастных препаратов;
- отсутствие результата – оперативное вмешательство и/или диагностическая манипуляция, при проведении которых было использовано более 20 мл йодосодержащих контрастных препаратов.

При проведении диагностической карбоксиангиографии (n = 56) эффективный результат был достигнут у 48 (85.7%) пациентов, частичная эффективность – у 8 (14.3%) пациентов, отсутствие результата в изучаемой группе отмечено не было.

При выполнении реваскуляризирующих рентгенэндохирургических вмешательств с контрастированием артерий углекислым газом (n = 32) эффективный результат достигнут у 29 (90.6%) больных, частичная эффективность – у 3 (9.4%) пациентов, так как при проведении вмешательства потребовалось использование до 20 мл йодосодержащих контрастных препаратов. Отсутствие результата, то есть случаев, когда применяли более 20 мл йодосодержащих контрастных препаратов, отмечено не было (табл. 1).

Во всех случаях введения малого количества (до 20 мл) йодосодержащего контрастного вещества признаков контраст-индуцированной нефропатии не было выявлено.

Клинический случай

Пациентка Ф., 69 лет, считает себя больной два месяца, испытывает боль в состоянии покоя в правой нижней конечности. Сахарный диабет второго типа (СД 2) в течение 18 лет. Клинически и по УЗИ выявлена окклюзия правой поверхностной бедренной артерии (рис. 1). Выполнена карбоксиангиография, реканализация, баллонная ангиопластика и стентирование поверхностной бедренной артерии справа (рис. 2–5).

Обсуждение

В гибридных операционных и в отделениях соответствующего профиля при выполнении эндоваскулярных диагностических

Таблица 1

Результаты применения карбоксиангиографий

Оценка эффективности	Эндоваскулярные вмешательства	
	Диагностика (n = 56)	Реваскуляризация (n = 32)
Результат достигнут	48 (85.7%)	29 (90.6%)
Частичный результат	8 (14.3%)	3 (9.4%)
Отсутствие результата	–	–

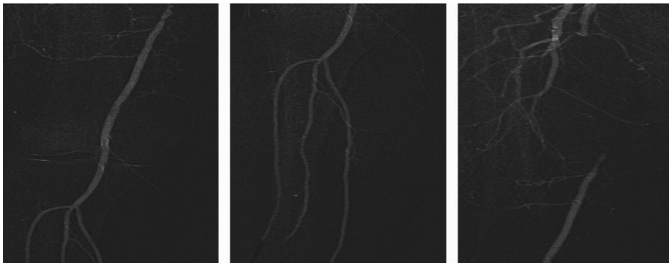


Рис. 1. Селективная карбоксиангиография правой нижней конечности с ACDA Angiodroid. Интродьюсер 11 см – 6F, объем 30 мл, P = 180 мм рт. ст., ангиокомплекс Philips Allura FD20, режим CO₂ special

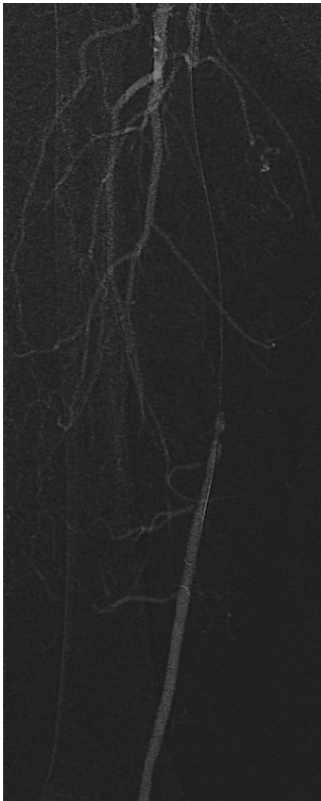


Рис. 2. Проводник 0.018 проведен за зону поражения правой поверхностной бедренной артерии

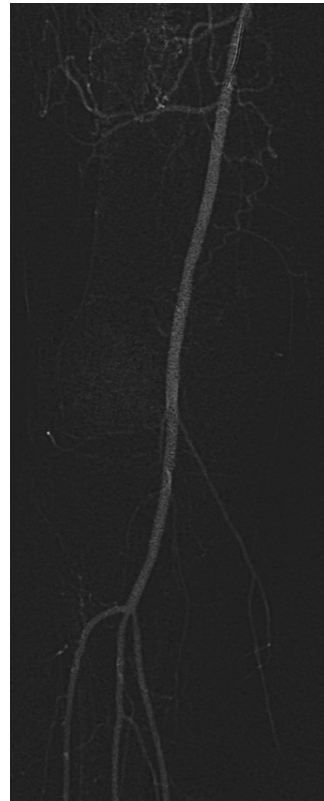


Рис. 3. Контрольная карбоксиангиография просвета поверхностной бедренной артерии после ангиопластики

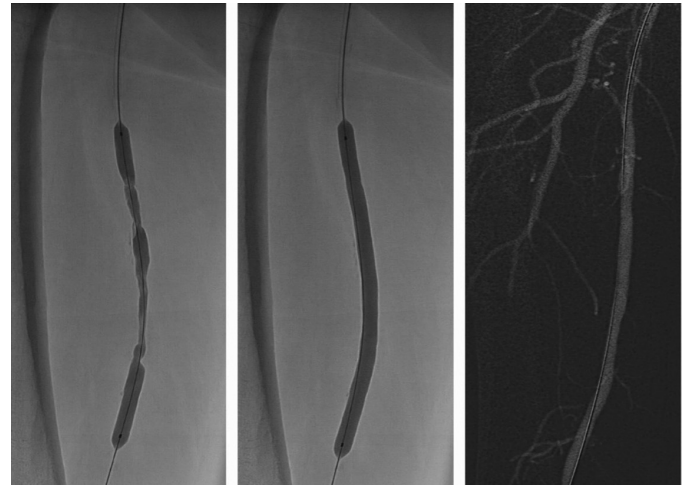


Рис. 4. Баллонная ангиопластика зоны поражения правой поверхностной бедренной артерии: определяются признаки диссекции проксимальной части поверхностной бедренной артерии; в зону поражения имплантирован стент

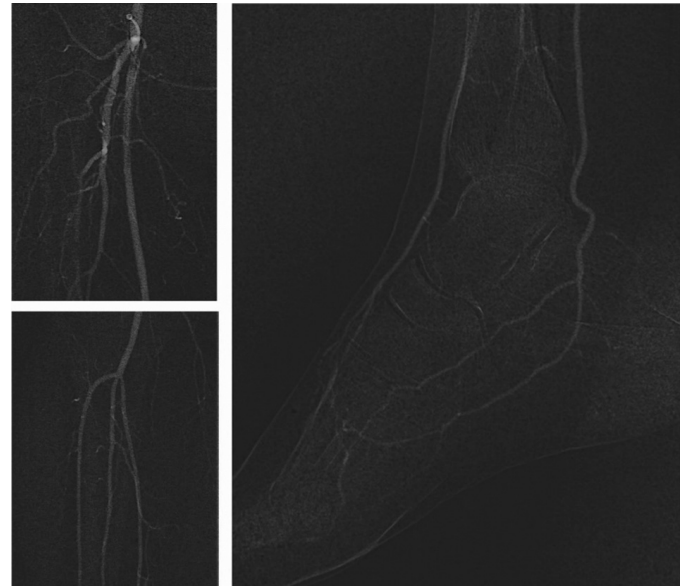


Рис. 5. Контрольная карбоксиангиография после имплантации стента в проксимальную часть поверхностной бедренной артерии справа: артерии бедра, голени и стопы контрастируются на всем протяжении. Использован ангиокомплекс Philips Allura, режим CO₂ special

и оперативных вмешательств до настоящего времени мало используется или не применяется вовсе метод контрастирования при помощи углекислого газа [1, 2, 21].

Считается, что это связано с невозможностью обеспечения высокого качества ангиографического изображения с использованием углекислого газа в сравнении с йодосодержащими контрастными препаратами. Невозможность полноценной замены йодосодержащих препаратов на препараты на основе CO₂ также связывают с дефицитом бюджета, недостаточной информированностью и недостатком подготовленных кадров для работы с новейшими технологиями. Следует отметить, что методика «ручного» введения CO₂, используемая в некоторых клиниках, сопряжена со многими рисками, в т.ч. с некорректным введением доз и продолжительностью данной процедуры [1, 2, 23].

Двуокись углерода может быть использована при выполнении манипуляций диагностического и лечебного профиля ниже паховой складки в основном в двух случаях:

- на нескольких фазах оперативного вмешательства может быть предусмотрена замена йодосодержащего контрастного препарата на двуокись углерода с целью минимизации применения йодного контраста;
- если предполагается на всех этапах операции полное вытеснение йодового компонента контрастного вещества с заменой на диоксид углерода [12, 21, 23, 24].

На основании изученной информации и собственного опыта необходимо выбрать способ контрастирования сосудистого русла в пользу применения углекислого газа с учетом выраженности проявлений хронической почечной недостаточности и оценки рисков развития послеоперационных осложнений, связанных с рисками контраст-индуцированной нефропатии. Использование метода рентгеноконтрастного исследования с применением диоксида углерода в описанных наблюдениях показало его достаточную диагностическую эффективность при отсутствии нежелательных и побочных эффектов.

Заключение

Автоматические инъекторы могут повысить качество визуализации с гарантией безопасности и минимизации осложнений при рентгеноконтрастной ангиографии.

У пациентов с окклюзионно-стенотическими повреждениями бедренно-подколенного сегмента рационально применять альтернативную карбоксиангиографию.

Внедрение нового вида малотравматичного эндоваскулярного исследования позволит снизить риск негативного влияния йодосодержащих препаратов на почечную функцию и выполнять рентгеноконтрастные вмешательства пациентам с хронической болезнью почек на любой стадии, с почечным трансплантатом, сахарным диабетом, реакциями сенсибилизации на йод.

Необходимо продолжать накопление материала по внедрению и совершенствованию рентгенэндоваскулярных методов диагностики и лечения в клиническую практику с применением карбоксиангиографии в случае невозможности использования йодосодержащих рентгеноконтрастных препаратов.

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Литература

- Conte M.S. et al. Corrigendum to “Global Vascular Guidelines on the Management of Chronic Limb-Threatening Ischaemia” // Eur. J. Vasc. Endovasc. Surg. – 2020. – V. 60. – No 1. – P. 158–159. DOI: 10.1016/j.ejvs.2020.04.033.
- Проект клинических рекомендаций: Критическая ишемия нижних конечностей (КИНК) от 2023 года. [Draft. Clinical recommendations: Critical ischemia of the lower extremities (KINK) from 2023. In Russian]. URL: <https://www.angiolsurgery.org/library/recommendations/?ysclid=m1wiv7n2ky811188262>.
- Шиповский В.Н. и др. Карбоксиангиография – новый вид контрастирования в ангиографической практике. Первый клинический опыт // Ангиология и сосудистая хирургия. – 2010. – Т. 16. – № 4. – С. 73–81. [Shipovsky V.N. et al. Carboxyangiography – a new type of contrast in angiographic practice. The first clinical experience // Angiology and vascular surgery. – 2010. – V. 16. – No 4. – P. 73–81. In Russian].
- Gahlen J. et al. Carbon dioxide angiography for endovascular grafting in high-risk patients with infrarenal abdominal aortic aneurysms // J. Vasc. Surg. – 2001. – V. 33. – No 3. – P. 646–649. DOI: 10.1067/mva.2001.111746.
- Burko H. et al. Renewed interest in gases for contrast roentgenography // Am. J. Roentgenol. Radium. Ther. Nucl. Med. – 1967. – V. 99. – No 3. – P. 645–659. DOI: 10.2214/ajr.99.3.645.
- Cronin P. et al. Carbon dioxide angiography: a simple and safe system of delivery // Clinical Radiology. – 2005. – V. 60. – No 1. – P. 123–125. DOI: 10.1016/j.crad.2004.05.005.
- Mascoli C. et al. Standardization of a carbon dioxide automated system for endovascular aortic aneurysm repair // Ann. Vasc. Surg. – 2018. – V. 51. – P. 160–169. DOI: 10.1016/j.avsg.2018.01.099.
- Scalise F. et al. Automated carbon dioxide digital angiography for lower-limb arterial disease evaluation: safety assessment and comparison with standard iodinated contrast media angiography // J. Inv. Cardiol. – 2015. – V. 27. – No 1. – P. 20–26.
- Максимов А.В. и др. Опыт применения двуокиси углерода в ангиографии // Практическая медицина. – 2015. – Т. 89. – № 1. – P. 97–100. [Maksimov A.V. et al. The experience of using carbon dioxide in angiography // Pract. Med. – 2015. – V. 89. – No 1. – P. 97–100. In Russian].
- Shaw D.R., Kessel D.O. The current status of the use of carbon dioxide in diagnostic and interventional angiographic procedures // Cardiovasc. Intervent. Radiol. – 2006. – V. 29. – No 3. – P. 323–331. DOI: 10.1007/s00270-005-0092-2.
- Ali M. et al. Safety and effectiveness of carbon dioxide contrast medium in infra-inguinal endovascular interventions for patients with chronic threatening lower limb ischemia and renal impairment: a multicentric trial // J. Endovasc. Ther. – 2024. – V. 31. – No 5. – P. 772–783. DOI: 10.1177/15266028231159241.
- Back M.R. et al. Angiography with carbon dioxide (CO₂) // Surg. Clin. North. Am. – 1998. – V. 78. – No 4. – P. 575–591. DOI: 10.1016/S0039-6109(05)70335-2.
- Bettmann M.A. et al. Carbon dioxide as an angiographic contrast agent. A prospective randomized trial // Invest. Radiol. – 1994. – V. 29. – No 2. – P. 45–46. DOI: 10.1097/00004424-199406001-00016.
- Caridi J.G. et al. Carbon dioxide digital subtraction angiography (CO₂ DSA): a comprehensive user guide for all operators // Vasc. Dis. Manag. – 2014. – V. 11. – No 10. – P. 221–256.
- Ghumman S.S. et al. Contrast induced-acute kidney injury following peripheral angiography with carbon dioxide versus iodinated contrast media: a meta-analysis and systematic review of current literature // Catheter Cardiovasc. Interv. – 2017. – V. 90. – No 3. – P. 437–448. DOI: 10.1002/ccd.27051.
- Corazza I. et al. Automated CO₂ angiography: Injection pressure and volume settings // Med. Eng. Phys. – 2020. – V. 80. – P. 65–71. DOI: 10.1016/j.medengphy.2020.03.007.
- Yang X. et al. Carbon dioxide in vascular imaging and intervention // Acta Radiol. – 1995. – V. 36. – No 4. – P. 330–337.
- Weaver F.A. et al. Carbon dioxide digital subtraction arteriography: a pilot study // Ann. Vasc. Surg. – 1990. – V. 4. – No 5. – P. 437–441. DOI: 10.1016/S0890-5096(07)60067-3.
- Mendes C. de A. et al. Endovascular revascularization of TASC C and D femoropopliteal occlusive disease using carbon dioxide as contrast // Einstein (Sao Paulo). – 2016. – V. 14. – No 2. – P. 124–129. DOI: 10.1590/S1679-45082016AO3661.
- Sharafuddin M.J. et al. Current status of carbon dioxide angiography // J. Vasc. Surg. – 2017. – V. 66. – No 2. – P. 618–637. DOI: 10.1016/j.jvs.2017.03.446.
- Young M. et al. Carbon Dioxide Angiography // Treasure Island (FL): StatPearls Publishing. – 2024. – P. 312.
- Rundback J.H. et al. Contrast-induced nephropathy // J. Vasc. Surg. – 2015. – V. 54. – No 2. – P. 575–579. DOI: 10.1016/j.jvs.2011.04.047.
- Mendes C. de A. et al. Carbon dioxide contrast medium for endovascular treatment of ilio-femoral occlusive disease // Clinics (Sao Paulo). – 2015. – V. 70. – No 10. – P. 675–679. DOI: 10.6061/clinics/2015(10)03.
- Затевахин И.И. и др. Диагностика и эндоваскулярное лечение артериальной недостаточности нижних конечностей. – М.: ПАН, 2019. – С. 244. [Zatevakhin I.I. et al. Diagnosis and endovascular treatment of arterial insufficiency of the lower extremities. – Moscow: RAS, 2019. – P. 243. In Russian].