

УДК 616-005:616-71

DOI: 10.24884/1682-6655-2025-24-1-24-30

А. А. МОИСЕЕВ, А. Я. БЕДРОВ, А. В. БЕЛОЗЕРЦЕВА,
В. П. ЗОЛОТНИЦКАЯ, К. А. БЕЛОВА

Количественная оценка кровоснабжения ягодичных мышц методом перфузионной компьютерной томографии

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования
«Первый Санкт-Петербургский государственный медицинский университет имени академика И. П. Павлова»
Министерства здравоохранения Российской Федерации, Санкт-Петербург, Россия
197022, Россия, Санкт-Петербург, ул. Льва Толстого, д. 6-8
E-mail: moiseev85@mail.ru

Статья поступила в редакцию 11.09.24 г.; принята к печати 08.11.24 г.

Резюме

Цель – оценить чувствительность и специфичность метода перфузионной компьютерной томографии в диагностике нарушения проходимости питающих ягодичные мышцы артерий. **Материалы и методы.** У 138 пациентов с аневризматическим и/или окклюзионно-стенотическим поражением аортоподвздошного сегмента, артерий нижних конечностей, а также в отдаленном периоде после реконструктивных вмешательств выполнена компьютерно-томографическая ангиография в сочетании с перфузионным исследованием. **Результаты.** Показатели средней скорости кровотока в 276 ягодичных мышцах были разделены на 3 группы: 1-я (n=82) – при стенозе >50 % или окклюзии питающих артерий, приводящем к редукции кровотока в бассейнах ягодичных артерий и глубокой бедренной артерии; 2-я группа (n=105) – при редукции кровотока только по ягодичным артериям; 3-я (n=89) – при отсутствии препятствий кровотоку по ягодичным артериям. Медиана средней скорости кровотока в большой и средней ягодичной мышце в 1-й группе – 7,5 и 6,1 мл/100 г/мин, во 2-й – 8,1 и 5,7 мл/100 г/мин, а в 3-й – 10,0 и 7,9 мл/100 г/мин соответственно. Средняя скорость кровотока оказалась статистически значимо ниже в ягодичных мышцах 1-й и 2-й групп по сравнению с 3-й группой, а также в большой ягодичной мышце при наличии клинической картины синдрома высокой перемежающейся хромоты в сравнении с аналогичным показателем при отсутствии характерных жалоб (8,0 против 8,3 мл/100 г/мин). При уровне средней скорости кровотока в большой ягодичной мышце $\leq 9,8$ мл/100 г/мин чувствительность и специфичность метода в диагностике окклюзионно-стенотического поражения питающих артерий составили 73 % и 53 % соответственно. **Заключение.** Перфузионная компьютерная томография позволяет оценить степень выраженности регионарной гипоперфузии ягодичных мышц в покое.

Ключевые слова: перфузионная компьютерная томография, компьютерно-томографическая ангиография, ягодичные мышцы, оценка кровоснабжения, внутренняя подвздошная артерия, окклюзионно-стенотическое поражение, высокая перемежающаяся хромота

Для цитирования: Моисеев А. А., Бедров А. Я., Белозерцева А. В., Золотницкая В. П., Белова К. А. Количественная оценка кровоснабжения ягодичных мышц методом перфузионной компьютерной томографии. Регионарное кровообращение и микроциркуляция. 2025;24(1):24–30. <https://doi.org/10.24884/1682-6655-2025-24-1-24-30>.

UDC 616-005:616-71

DOI: 10.24884/1682-6655-2025-24-1-24-30

A. A. MOISEEV, A. YA. BEDROV, A. V. BELOZERTSEVA,
V. P. ZOLOTNITSKAYA, K. A. BELOVA

Computed tomographic quantification of gluteal muscles perfusion

Pavlov University, Saint Petersburg, Russia
6-8, L'va Tolstogo str., Saint Petersburg, Russia, 197022
E-mail: moiseev85@mail.ru

Received 11.09.24; accepted 08.11.24

Summary

Objective. Analyze sensitivity and specificity of perfusion computed tomography in diagnostics of occlusive disease of the supplying gluteal muscles arteries. **Material and methods.** In 138 patients with aortoiliac aneurysmatic and/or occlusive disease, lower extremity arterial disease and long-term period after reconstructive interventions follow up, computed tomographic angiography with perfusion assessment was performed. **Results.** Mean blood flow velocity indices in 276 gluteal muscles were divided into 3 groups: Group 1 (n = 82) – with arterial stenosis >50% or occlusion, leading to blood flow reduction in both gluteal artery and deep femoral artery basins; Group 2 (n = 105) – with blood flow reduction only in the gluteal arteries; Group 3 (n = 89) – without blood flow disorders in the gluteal arteries. The median of the mean blood flow velocity in the gluteus maximus and medius in the Group 1

was 7.5 and 6.1 ml/100 g/min, in Group 2 was 8.1 and 5.7 ml/100 g/min, and in Group 3 was 10.0 and 7.9 ml/100 g/min, respectively. The mean blood flow velocity was statistically significantly lower in the gluteal muscles of Group 1 and 2 in comparison to Group 3, as well as in the gluteus maximus with the presence of symptoms of proximal claudication in comparison with its absence (8.0 vs 8.3 ml/100 g/min, respectively). The sensitivity and specificity of the method in diagnosing occlusive disease of the supplying arteries were 73% and 53%, respectively, at the level of the mean gluteus maximus blood flow velocity ≤ 9.8 mL/100 g/min. **Conclusion.** Perfusion computed tomography allows us to assess the severity of regional hypoperfusion of the gluteal muscles at rest.

Keywords: *perfusion computed tomography, computed tomographic angiography, gluteal muscles, assessment of blood supply, internal iliac artery, occlusive disease, proximal claudication*

For citation: Moiseev A. A., Bedrov A. Ya., Belozertseva A. V., Zolotnitskaya V. P., Belova K. A. Computed tomographic quantification of gluteal muscles perfusion. *Regional hemodynamics and microcirculation*. 2025;24(1):24–30. <https://doi.org/10.24884/1682-6655-2025-24-1-24-30>.

Введение

Проблема диагностики хронической ишемии нижних конечностей на протяжении последних десятилетий не теряет своей актуальности. Вместе с увеличением в популяции частоты хронических облитерирующих заболеваний артерий происходит и расширение возможностей инструментальной диагностики, которые позволяют не только выявить характер и степень нарушения проходимости артерий, но и количественно оценить уровень кровоснабжения питаемых органов, в частности, с использованием метода перфузионной компьютерной томографии (ПКТ) [1–7]. Клиническая и дифференциальная диагностика синдрома высокой перемежающейся хромоты (ВПХ) является трудной задачей, особенно при наличии у пациента сопутствующих заболеваний, которые могут объяснить имеющиеся симптомы, а также при изолированном окклюзионно-стенозическом поражении (ОСП) бассейна внутренних подвздошных артерий (ВПА) [7–10]. Разработка методов оценки регионарной ишемии ягодичных мышц необходима для улучшения дифференциальной диагностики синдрома ВПХ [7–10]. Существуют немногочисленные статьи отечественных и зарубежных авторов, посвященные роли ПКТ в оценке кровоснабжения мышц нижних конечностей, а ягодичных мышц – и вовсе носят единичный характер [3, 7, 11].

В настоящее время компьютерно-томографическая ангиография (КТА) широко используется для оценки степени и распространенности атеросклеротических изменений в большинстве сосудистых бассейнов, в том числе аортоподвздошного сегмента и артерий нижних конечностей, а при аневризматическом поражении этот метод играет ключевую роль в диагностике и выборе хирургической тактики. К недостаткам метода КТА при нарушении проходимости артерий относится невозможность функциональной оценки выявленных изменений [1].

Перфузионная компьютерная томография – один из методов, позволяющих количественно оценить кровоснабжение органов. L. Axel в 1979 г. впервые предложил измерять тканевую перфузию путем непрерывной регистрации изображения томографического среза одной и той же локализации по мере прохождения контрастного вещества по сосудистому руслу. Первый опыт клинического применения ПКТ был связан с оценкой степени ишемического поражения головного мозга при инсульте. ПКТ на основании изменения контрастной плотности во времени с помощью специальных математических алгоритмов позволяет рассчитать числовые значения показателей тканевой перфузии с автоматическим построением цветных па-

раметрических карт для качественного анализа. Одним из таких показателей является скорость кровотока (blood flow, BF), который измеряют в миллилитрах на 100 грамм ткани в минуту (мл/100г/мин). В ранее опубликованном пилотном исследовании авторами была продемонстрирована принципиальная возможность использования ПКТ для диагностики синдрома ВПХ после аортоподвздошных реконструкций [7].

Основными источниками кровоснабжения верхней и нижней половин большой ягодичной мышцы, являются конечные ветви внутренней подвздошной артерии – верхняя и нижняя ягодичные артерии соответственно. Среди других артерий, осуществляющих приток крови к этой мышце (поясничная, боковая крестцовая и внутренняя половая артерии), наиболее значительный вклад вносит первая перфорантная ветвь ГБА, связывающая таким образом артериальные бассейны таза и нижних конечностей. Средняя же ягодичная мышца получает питание в основном от верхней ягодичной и в меньшей степени от поясничной, нижней ягодичной и ветвей глубокой бедренной артерии [12].

Цель исследования – оценить чувствительность и специфичность метода перфузионной компьютерной томографии в диагностике нарушения проходимости питающих ягодичные мышцы артерий.

Материалы и методы исследования

В исследование включены 138 пациентов (средний возраст – $65,9 \pm 8,5$ лет, 114 мужчин и 24 женщины), которым в период с 2017 по 2024 г. в процессе обследования в отделении сосудистой хирургии НИИ хирургии и неотложной медицины ПСПбГМУ им. акад. И. П. Павлова при проведении компьютерно-томографической ангиографии (КТА) брюшной аорты, артерий таза и нижних конечностей с целью оценки кровоснабжения ягодичных мышц была выполнена перфузионная компьютерная томография (ПКТ) таза. Критериями включения в исследование явились: аневризматическое поражение аортоподвздошного сегмента, ОСП аортоподвздошного сегмента и/или артерий нижних конечностей с явлениями их хронической ишемии, а также плановое обследование в отдаленном периоде после реконструктивных вмешательств в указанных сосудистых бассейнах. Критерии исключения из исследования – разрыв аневризмы аортоподвздошного сегмента, критическая ишемия нижних конечностей, наличие противопоказаний для внутривенного введения йодсодержащего контрастного препарата, а также текущая онкопатология.

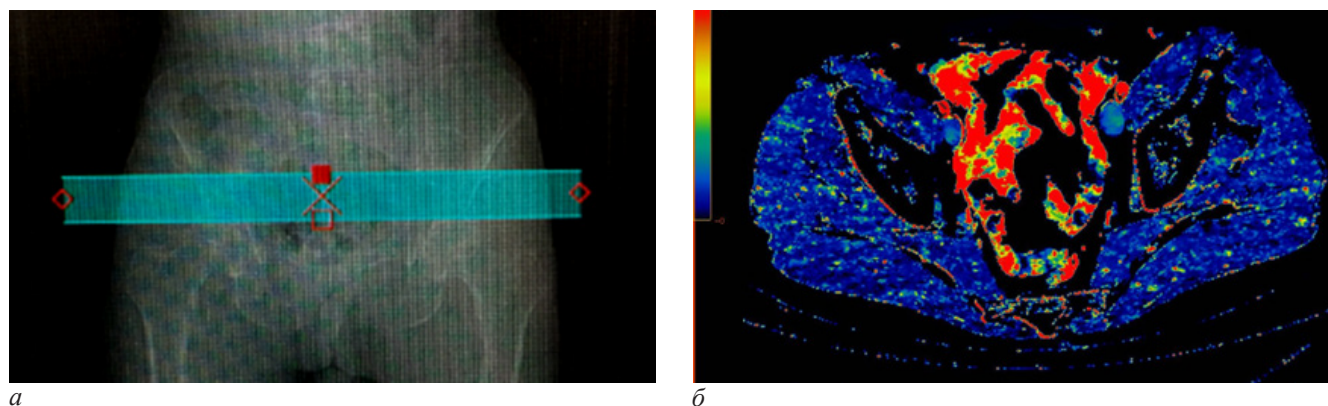


Рис. 1. Вид сканограммы таза и карты скорости кровотока при выполнении перфузионной томографии таза: *а* – сканограмма таза; *б* – карта скорости кровотока

Fig. 1. View of pelvic scanogram and blood flow velocity map when performing pelvic perfusion imaging: *a* – pelvic scanogram; *b* – blood flow velocity map

КТА выполнялась на 64-срезовом мультиспиральном компьютерном томографе General Electric Optima CT660 (GE Healthcare, США), в качестве контрастного вещества использовали препарат «Ультравист» 370 мг йода/мл (Bayer Schering Pharma AG, Германия). КТА проводили от уровня диафрагмы до стоп в спиральном режиме с толщиной среза 1,25 мм и скоростью сканирования 39,37 мм за 1 оборот рентгеновской трубки. Сила тока на трубке в момент исследования составляла 350 мА, напряжение – 80 кВ. Контрастный препарат вводили внутривенно в объеме 60–80 мл при помощи автоматического инжектора Dual Shot Alpha фирмы Nemoto Kyorindo (Япония) со скоростью 3,3–3,5 мл/с с последующим однократным сканированием и получением артериальной фазы контрастного усиления.

ПКТ таза проводили со скоростью 1 срез в секунду через 5 секунд после старта внутривенного введения контрастного препарата. Проксимальная граница ПКТ выставлялась на уровне верхнего края большого седалищного отверстия, ширина рабочей зоны детектора составила 40 мм, в результате было получено 440 аксиальных срезов. Обработку перфузионных изображений проводил один специалист на рабочей станции AW Server (GE Healthcare, США) при помощи версии программного обеспечения CT Perfusion 4D и пакета обработки изображений CT Body Tumor. В ручном режиме проводили выбор «таргетной» артерии – проходимой ВПА или ее ветви, в случае их окклюзии – ипсилатеральной наружной подвздошной артерии (НПА) или бранши сосудистого протеза или контрлатеральной ВПА, с последующим автоматическим построением графика «время – плотность». Посредством деконволюционной программной методики обсчета перфузионных изображений происходило построение карты скорости кровотока и ее оценка на уровне верхней, средней и нижней границ зоны сканирования в структуре большой и средней ягодичной мышцы с обеих сторон с площадью области интереса 500–550 мм², на основании которых в них вычислена средняя скорость кровотока (ССК) (рис. 1).

Статистический анализ. Статистический анализ полученных данных выполнен в программе MedCalc Ver. 20.010 (Бельгия) с использованием методов параметрической и непараметрической статистики. Для представления количественных данных

использовались среднее арифметическое и стандартное отклонение ($M \pm SD$) для показателей, имеющих нормальное распределение. Данные, распределение которых отличается от нормального, представлены в виде медианы, минимального и максимального значения, верхнего и нижнего квартиля. Проверка на нормальность распределения проводилась с использованием критерия Колмогорова–Смирнова и Шапиро–Уилка. Качественные данные представлены в виде абсолютного числа и процента. Оценка значимости различий количественных показателей проведена с использованием непараметрического U-критерия Манна–Уитни. Статистически значимое различие при сравнении двух групп принято при уровне $p < 0,05$, а при сравнении трех групп – при уровне $p < 0,017$. Для оценки предсказательной способности положительного и отрицательного результатов использованы таблицы сопряженности и метод построения ROC-кривой (уровень статистической значимости принят при $p < 0,05$) с последующим определением площади под ней (AUC – area under the curve) и определением порогового значения исследуемого показателя, соответствующего максимальному значению индекса Юдена. Все пациенты дали письменное согласие на проведение исследования. Исследование выполнено в соответствии с требованиями Хельсинкской декларации Всемирной медицинской ассоциации (2013).

Результаты исследования и их обсуждение

Клиническая характеристика и анамнестические данные обследованных больных представлены в табл. 1.

Полученные в результате проведенного исследования показатели ССК в 276 больших и средних ягодичных мышцах на основании данных КТА в зависимости от локализации и степени нарушения проходимости питающих их артерий были разделены на 3 группы: 1-я ($n=82$) – при наличии гемодинамически значимого (стеноз $>50\%$ или окклюзия) ОСП, приводящего к редукции кровотока как по ягодичным артериям, так и по ГБА; 2-я ($n=105$) – при ОСП, приводящем только к редукции кровотока по ягодичным артериям, но без нарушения кровотока по ГБА; 3-я ($n=89$), контрольная – при отсутствии препятствий к кровотоку по ягодичным артериям.

Таблица 1

Характеристика обследованных больных (N=138)

Table 1

Characteristics of the examined patients (N=138)

Характеристика	Абс.	%
Возраст старше 65 лет, n	70	50,7
Артериальная гипертензия 2–3 ст., n	134	97,1
Ишемическая болезнь сердца, n	110	79,7
Инфаркт миокарда в анамнезе, n	35	25,4
Реваскуляризация миокарда в анамнезе, n	50	36,2
Ишемическая болезнь головного мозга, n	66	47,8
Ишемический инсульт/транзиторная ишемическая атака в анамнезе, n	26	18,8
Реваскуляризация головного мозга в анамнезе, n	29	21,0
Хроническая обструктивная болезнь легких среднего и тяжелого течения, n	20	14,5
Хроническая болезнь почек 3–5 ст., n	22	15,9
Сахарный диабет, n	29	21,0
Аневризма аортоподвздошного сегмента, n	33	23,9
Окклюзионно-стенотическое поражение (ОСП):		
аорты, n	8	5,8
общей подвздошной артерии (ОПА), n	29	21,0
в бассейне ВПА, n	98	71,0
наружной подвздошной артерии (НПА), n	51	37,0
общей бедренной артерии (ОБА), n	22	15,9
глубокой бедренной артерии (ГБА), n	21	15,2
Синдром ВПХ, n	63	45,7
Синдром низкой перемежающейся хромоты (НПХ), n	79	57,2
Сочетание синдромов ВПХ и НПХ, n	43	31,2
Реконструкция аортоподвздошного сегмента в анамнезе:		
открытая, n	52	37,7
эндоваскулярная, n	5	3,6
Перевязка или эмболизация ВПА в анамнезе, n	7	5,1

Минимальные и максимальные значения, интерквартильный размах и медианы уровней ССК в выделенных группах приведены на рис. 2.

Медиана ССК в большой ягодичной мышце в 1-й группе составила 7,5 мл/100 г/мин, во 2-й – 8,1 мл/100 г/мин, а в 3-й – 10,0 мл/100 г/мин. Аналогичный показатель в средней ягодичной мышце в 1-й группе составил 6,1 мл/100 г/мин, во 2-й – 5,7 мл/100 г/мин, а в 3-й – 7,9 мл/100 г/мин. Произведен анализ показателей и сравнение уровней ССК в ягодичных мышцах в зависимости от наличия или отсутствия с той же стороны клинической симптоматики синдрома ВПХ (рис. 3).

Медиана ССК в большой и средней ягодичных мышцах при наличии ипсилатерально проявленной ВПХ составила 8,0 и 6,7 мл/100 г/мин, а без таковой – 8,3 и 6,3 мл/100 г/мин. Результаты статистического анализа предсказательной способности ССК в ягодичных мышцах с целью диагностики ипсилатерального ОСП питающих артерий представлены на рис. 4 и приведены в табл. 2.

В результате проведенного исследования установлено, что при нарушении проходимости питающих

артерий, а именно аорты, общих и внутренних подвздошных, ягодичных артерий, а в случае ранее выполненной аортоподвздошной реконструкции – наружных подвздошных артерий, ССК в ипсилатеральных ягодичных мышцах статистически значимо ниже, чем в контрольной группе. Известно, что ВПХ при нарушении проходимости ВПА возникает в тех случаях, когда коллатеральный кровоток в функциональном отношении недостаточен вследствие окклюзионного поражения или в силу индивидуальных анатомических особенностей [8, 13]. Считается, что важную компенсаторную роль при этом играет состояние проходимости ГБА, однако между 1-й и 2-й группами не было выявлено статистически значимых различий ССК, что свидетельствует о минимальном вкладе кровотока по этим артериям в кровоснабжение ягодичных мышц в покое. В результате настоящего исследования установлено статистически значимое различие показателей ССК лишь в большой ягодичной мышце в покое при наличии клинической картины синдрома ВПХ с той же стороны по сравнению с аналогичными показателями при отсутствии характерных жалоб.

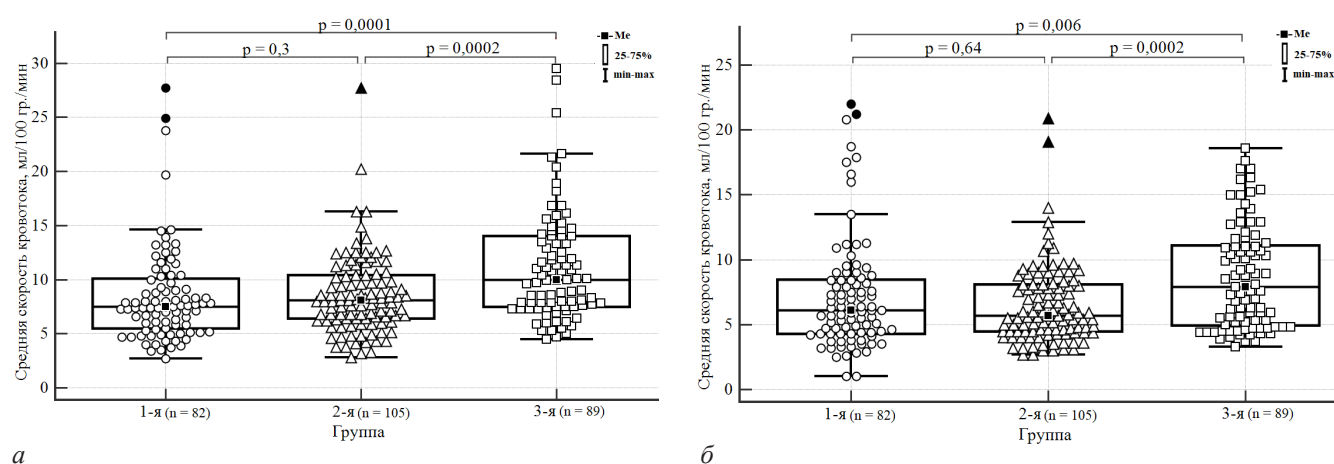


Рис. 2. Показатели средней скорости кровотока в ягодичных мышцах (N=276): а – большая ягодичная мышца; б – средняя ягодичная мышца. Статистический анализ осуществлен с использованием критерия Манна–Уитни

Fig. 2. Levels of the mean blood flow velocity in gluteal muscles (N=276): а – gluteus maximus; б – gluteus medius. Statistical analysis was performed using the Mann–Whitney test

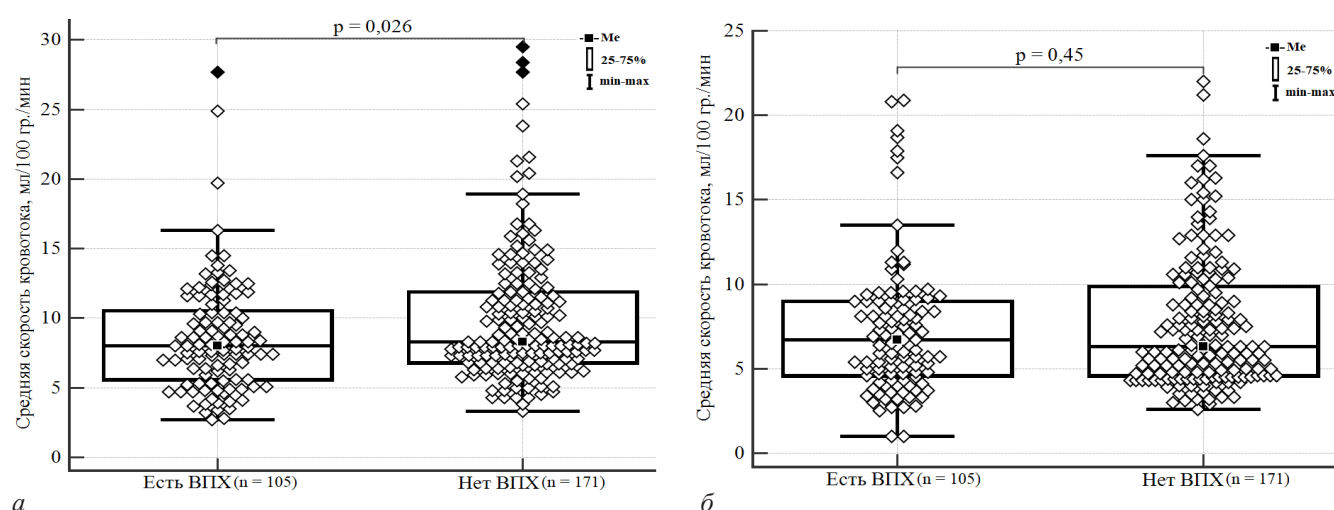


Рис. 3. Показатели средней скорости кровотока в ягодичных мышцах в зависимости от наличия ипсилатерального синдрома высокой перемежающейся хромоты (N=276): а – большая ягодичная мышца; б – средняя ягодичная мышца. Статистический анализ осуществлен с использованием критерия Манна–Уитни

Fig. 3. Levels of the mean blood flow velocity in gluteal muscles depending on the presence of ipsilateral proximal claudication (N=276): а – gluteus maximus; б – gluteus medius. Statistical analysis was performed using the Mann–Whitney test

Выявленные статистически значимые показатели площади под ROC-кривой и установленные пороговые значения показателей ССК в большой и средней ягодичных мышцах свидетельствуют о принципиальной возможности использования ПКТ для диагностики нарушения проходимости питающих артерий, однако невысокий уровень специфичности затрудняет использование этого метода в клинической практике в качестве метода первичной диагностики. При уровне средней скорости кровотока в большой ягодичной мышце $\leq 9,8$ мл/100 г/мин чувствительность и специфичность метода в диагностике окклюзионно-стенотического поражения питающих артерий составили 73 и 53 % соответственно. Помимо необходимости использования контрастного препарата и лучевой нагрузки, КТ является достаточно дорогостоящим исследованием. По сообщениям последних лет метод транскutánной оксиметрии ягодичной области при пробе с физической нагрузкой обладает более высокими уровнями, как диагностической чувствительности, так и специфичности в отношении синдрома ВПХ, его преимуществом по сравнению с ПКТ

является возможность регистрации показателей одновременно с появлением характерных симптомов [9]. Вместе с тем в ряде случаев при многокомпонентной причине болевого синдрома при ходьбе, в силу наличия нарушения проходимости артерий и конкурирующей патологии, например, дегенеративно-дистрофических изменений тазобедренного или коленного сустава, невозможно проведение тредмил-теста. Кроме того, у части больных в связи с локализацией ОСП артерий нижних конечностей имеет место наличие одновременно синдромов высокой и низкой перемежающейся хромоты, что в случае большей выраженности клинических проявлений последнего также может затруднять интерпретацию результатов транскutánной оксиметрии и оценку степени гипоперфузии бассейна ВПА. В такой ситуации метод ПКТ позволяет количественно оценить степень нарушения кровоснабжения ягодичных мышц в покое, в противном случае первым этапом лечения необходимо, по возможности, устранить факторы, препятствующие проведению пробы с физической нагрузкой.

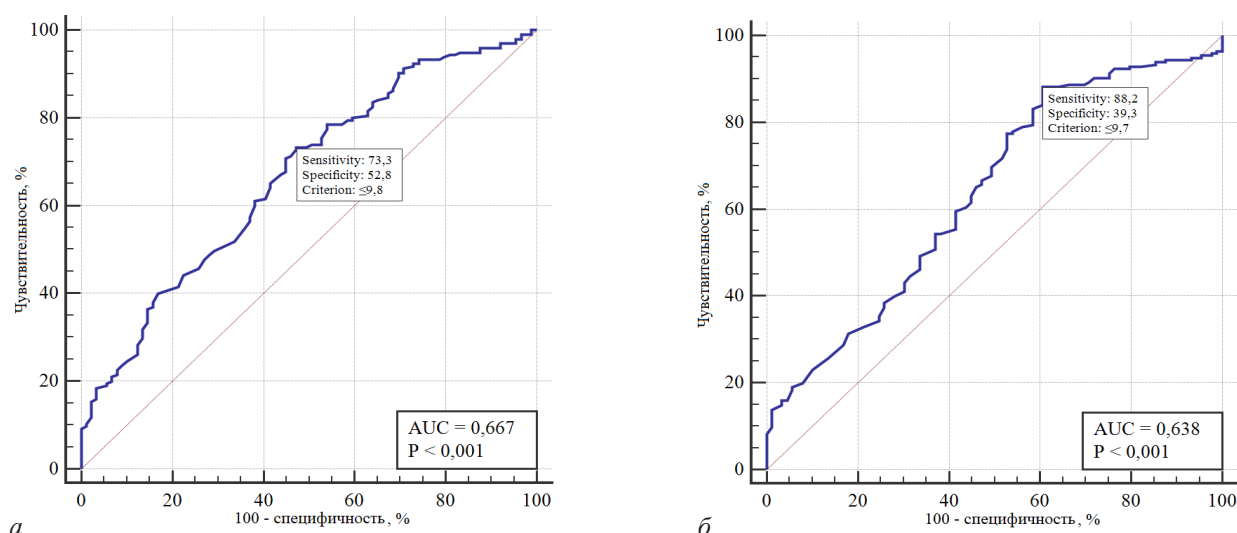


Рис. 4. ROC-кривые и пороговые значения средней скорости кровотока в ягодичных мышцах в отношении к гемодинамически значимому окклюзионно-стенозическому поражению питающих артерий (N=276): а – большая ягодичная мышца; б – средняя ягодичная мышца

Fig. 4. ROC-curves and threshold values of the mean blood flow velocity in gluteal muscles in relation to hemodynamically significant occlusive disease of supplying arteries (N=276): а – gluteus maximus; б – gluteus medius

Таблица 2

Диагностическая ценность порогового значения уровня средней скорости кровотока в ягодичных мышцах в отношении к гемодинамически значимому окклюзионно-стенозическому поражению питающих артерий (N=276)

Table 2

Diagnostic significance of the threshold value of the mean blood flow velocity level in gluteal muscles in relation to hemodynamically significant occlusive disease of supplying arteries (N=276)

Показатель	Средняя скорость кровотока	
	Большая ягодичная мышца	Средняя ягодичная мышца
Пороговое значение	≤ 9,8 мл/100 г/мин	≤ 9,7 мл/100 г/мин
Индекс Юдена	0,26	0,28
Чувствительность, %	73,3 [66,5–79,4]	88,2 [82,8–92,4]
Специфичность, %	52,8 [41,9–63,5]	39,3 [29,1–50,3]
КП «+»	1,5 [1,2–2,0]	1,5 [1,2–1,7]
КП «-»	0,5 [0,4–0,7]	0,3 [0,2–0,5]
ПЗ «+», %	77,2 [72,8–81,1]	76,0 [72,7–79,1]
ПЗ «-», %	47,0 [39,6–54,5]	59,3 [48,0–69,7]
Точность, %	66,6 [60,1–72,0]	72,6 [67,0–77,7]

Примечание: [...] – 95 % доверительный интервал; КП «+» – коэффициент правдоподобия положительного результата теста; КП «-» – коэффициент правдоподобия отрицательного результата теста; ПЗ «+» – прогностическая значимость положительного результата теста; ПЗ «-» – прогностическая значимость отрицательного результата теста.

Ограничения. Проведенное исследование носило одноцентровой ретроспективный характер. В исследование были включены больные с различной патологией, в том числе с аневризматическим и окклюзионно-стенозическим поражением артерий, таким образом неоднородность выборки могла сыграть свою роль в результатах исследования. Кроме того, на снижение показателей перфузии ягодичных мышц могли оказать влияние как характер сопутствующей патологии, прежде всего, хронической сердечной недостаточности, так и получаемая большинством пациентов лекарственная терапия, которая включала в себя различные группы вазодилататоров.

Заключение

Метод ПКТ в сочетании с КТА позволяет оценить степень выраженности регионарной гипоперфузии ягодичных мышц в покое и в ряде случаев может быть использован в качестве метода диагностики синдрома ВПХ.

Конфликт интересов / Conflict of interest

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

Литература / References

1. Bates K., Moore M., Cibotti-Sun M. Lower Extremity Peripheral Artery Disease Guideline-at-a-Glance. *JACC*. 2024 Jun; 83(24):2605–2609. <https://doi.org/10.1016/j.jacc.2024.04.003>.
2. Hu G., Chen Y., Mu C., et al. Association of lower extremity peripheral arterial disease with quantitative muscle features from computed tomography angiography. *Insights Imaging*. 2024;15(1):95. <https://doi.org/10.1186/s13244-024-01663-2>.
3. Veit-Haibach P, Huellner MW, Banyai M, et al. CT perfusion in peripheral arterial disease-hemodynamic differences before and after revascularisation. *Eur Radiol*. 2021;31(8):5507–5513. <https://doi.org/10.1007/s00330-021-07692-5>.
4. Chou TH, Nabavinia M, Tram NK, et al. Quantification of Skeletal Muscle Perfusion in Peripheral Artery Disease Using 18F-Sodium Fluoride Positron Emission Tomography Imaging. *J Am Heart Assoc*. 2024;13(4):e031823. <https://doi.org/10.1161/JAHA.123.031823>.
5. Шарафеев А. З., Ситдикова Д. И., Максимов А. В., и др. Современные методы неинвазивной оценки перфузии при хронической ишемии, угрожающей потерей конечности (Обзор литературы) // Диагностическая и интервенционная радиология. 2020. Т. 14, №3. С. 56–66. [Sharafiev A.Z., Sitdikova D.I., Maksimov A.V., et al. Modern methods of non-invasive diagnosis of perfusion of critical limb ischemia (literature review). *Diagnosticheskaya i intervencionnaya radiologiya*. 2020; 14(3): 56-66.]
6. Золотницкая В. П., Амосов В. И., Бедров А. Я., и др. Оценка артериального кровотока в микроциркуляторном русле нижних конечностей у пациентов с хронической ишемией методом ОФЭКТ // Регионарное кровообращение и микроциркуляция. 2024. Т. 23, №1. С. 37–43. [Zolotnitskaya V.P., Amosov V.I., Bedrov A.Ya., et al. Assessment of arterial blood flow in the microvasculature of the lower extremities in patients with chronic ischemia using a single-photon emission computed tomography (SPECT). *Regional blood circulation and microcirculation*. 2024;23(1):37-43. (In Russ.)]. <https://doi.org/10.24884/1682-6655-2024-23-1-37-43>.
7. Бедров А. Я., Моисеев А. А., Белозерцева А. В., и др. Роль проходимости внутренних подвздошных артерий в развитии синдрома высокой перемежающейся хромоты в отдаленном периоде после резекции аневризмы инфраренального сегмента аорты // Вестник хирургии имени И. И. Грекова. 2019. Т. 178, №4. С. 34–41. [Bedrov A.Ya., Moiseev A. A., Belozertseva A. V., et al. The patency of internal iliac arteries and its role in the development of buttock claudication syndrome in the remote period after open infrarenal aortic aneurysm repair. *Grekov's Bulletin of Surgery*. 2019;178(4):34-41. (In Russ.)]. <https://doi.org/10.24884/0042-4625-2019-178-4-34-41>.
8. Manunga J., Peret A., Moore B., et al. Endovascular revascularization of isolated internal iliac artery for symptomatic occlusive atherosclerotic disease is a viable and underused option for patients with gluteal muscle claudication. *J Vasc Surg Cases Innov Tech*. 2023;9(2):101090. <https://doi.org/10.1016/j.jvscit.2022.101090>.
9. Моисеев А. А., Бедров А. Я., Крутиков А. Н., и др. Значение транскutánной оксиметрии при пробе с физической нагрузкой в диагностике синдрома высокой перемежающейся хромоты. Регионарное кровообращение и микроциркуляция. 2024;23(3):57–63. [Moiseev A.A., Bedrov A.Ya., Krutikov A.N., et al. The role of transcutaneous oximetry at exercise test in the diagnosis of proximal claudication. *Regional blood circulation and microcirculation*. 2024;23(3):57-63. (In Russ.)]. <https://doi.org/10.24884/1682-6655-2024-23-3-57-63>.
10. Kudo T. How Do We Evaluate Pelvic Circulation and Predict Buttock Claudication? *Circ J*. 2021;85(4):351–352. <https://doi.org/10.1253/circj.CJ-21-0067>.
11. Ерошкин А. И., Кондрашин С. А., Терновой С. К., Васильев Д. Ю. КТ-ангиография нижних конечностей и КТ-перфузия стоп в диагностике, планировании и отслеживании результата реваскуляризации у пациента с синдромом диабетической стопы. *REJR*. 2020;10(2):78–86. [Eroshkin A.I., Kondrashin S.A., Ternovoy S.K., Vasilyev D.U. CT-angiography of the lower extremities and ct-perfusion of the feet in the diagnosis, planning and tracking of the result of revascularization in a patient with diabetic foot syndrome. *REJR*. 2020;10(2):78-86. (In Russ.)]. <https://doi.org/10.21569/2222-7415-2020-10-2-78-86>.
12. Pan WR, Taylor GL. The angiosomes of the thigh and buttock. *Plast Reconstr Surg*. 2009;123(1):236–249. <https://doi.org/10.1097/PRS.0b013e3181934873>.
13. Fujioka S, Kitamura T, Mishima T, et al. Gluteal Blood Flow Monitoring in Endovascular Aneurysm Repair With Internal Iliac Artery Embolization. *Circ J*. 2021;85(4):345–350. <https://doi.org/10.1253/circj.CJ-20-1002>.

Информация об авторах

Моисеев Алексей Андреевич – канд. мед. наук, ассистент кафедры хирургии госпитальной с клиникой, сосудистый хирург, Первый Санкт-Петербургский государственный медицинский университет имени академика И. П. Павлова, Санкт-Петербург, Россия, e-mail: moiseev85@mail.ru, ORCID: 0000-0002-9923-4688.

Бедров Александр Ярославович – д-р мед. наук, доцент, профессор кафедры хирургии госпитальной с клиникой, заведующий отделением сосудистой хирургии, Первый Санкт-Петербургский государственный медицинский университет имени академика И. П. Павлова, Санкт-Петербург, Россия, e-mail: abedrov@gmail.com, ORCID: 0000-0001-8382-1127.

Белозерцева Анастасия Валерьевна – врач-рентгенолог отделения рентгеновской компьютерной томографии № 1, Первый Санкт-Петербургский государственный медицинский университет имени академика И. П. Павлова, Санкт-Петербург, Россия, e-mail: anbeloz@yandex.ru, ORCID: 0000-0002-9367-9918.

Золотницкая Валентина Петровна – д-р биол. наук, старший научный сотрудник научно-клинического центра лучевой диагностики и лучевой терапии, Первый Санкт-Петербургский государственный медицинский университет имени академика И. П. Павлова, Санкт-Петербург, Россия, e-mail: zolotnitskaja68@yandex.ru, ORCID: 0000-0002-7982-3805.

Белова Ксения Александровна – очный аспирант кафедры хирургии факультетской с курсами лапароскопической и сердечно-сосудистой хирургии с клиникой, сосудистый хирург, Первый Санкт-Петербургский Государственный медицинский университет имени академика И. П. Павлова, Санкт-Петербург, Россия, e-mail: ksens96@mail.ru, ORCID: 0000-0002-5081-8148.

Authors information

Moiseev Alexey A. – Cand. Med. Sci., Assistant Professor of the Department of Hospital Surgery with Clinic, Vascular Surgeon, Pavlov University, Saint Petersburg, Russia, e-mail: moiseev85@mail.ru, ORCID: 0000-0002-9923-4688.

Bedrov Alexander Ya. – Dr. Med. Sci., Associate Professor of the Department of Hospital Surgery with Clinic, Head of Department Vascular Surgery, Pavlov University, Saint Petersburg, Russia, e-mail: abedrov@gmail.com, ORCID: 0000-0001-8382-1127.

Belozertseva Anastasia V. – Radiologist of the Computed Tomography Department, Pavlov University, Saint Petersburg, Russia, e-mail: anbeloz@yandex.ru, ORCID: 0000-0002-9367-9918.

Zolotnitskaya Valentina P. – Doctor of Sciences in Biology, Senior Researcher, Research and Clinical Center for Radiation Diagnostics and Radiation Therapy, Pavlov University, Saint Petersburg, Russia, e-mail: zolotnitskaja68@yandex.ru, ORCID: 0000-0002-7982-3805.

Belova Ksenia A. – Postgraduate Student of the Department of Faculty Surgery with Clinic, Vascular Surgeon, Pavlov University, Saint Petersburg, Russia, e-mail: ksens96@mail.ru, ORCID: 0000-0002-5081-8148.