

Радионуклидная семиотика ишемии при острых окклюзионных заболеваниях магистральных артерий нижних конечностей

Н.Е. Кудряшова*, О.Г. Снякова, И.П. Михайлов, Е.В. Мигунова, О.В. Лещинская

Отделение лучевой диагностики

ГБУЗ «Научно-исследовательский институт скорой помощи им. Н.В. Склифосовского ДЗМ»

Российская Федерация, 129090, Москва, Б. Сухаревская пл., д. 3

* Контактная информация: Кудряшова Наталья Евгеньевна, доктор медицинских наук, главный научный сотрудник отделения лучевой диагностики ГБУЗ «НИИ СП им. Н.В. Склифосовского ДЗ г. Москвы». Email: numedsklif@mail.ru

АКТУАЛЬНОСТЬ

Проблема диагностики и лечения пациентов с острой ишемией конечностей на фоне тромбоза и атеросклеротического поражения магистральных артерий конечностей остается весьма сложной и требует применения различных диагностических методов, в числе которых ведущее место занимает лучевая диагностика.

ЦЕЛЬ ИССЛЕДОВАНИЯ

Разработка радионуклидной семиотики острой ишемии нижних конечностей и оценка эффективности лечения пациентов ангиохирургического профиля с помощью трехфазной сцинтиграфии.

МАТЕРИАЛ И МЕТОДЫ

Радионуклидным методом обследованы 264 больных с острым тромбозом магистральных артерий на фоне атеросклеротического поражения артериального русла нижних конечностей и клиническими признаками острой ишемии нижних конечностей 1–3-й степени по классификации И.И. Затевахиной.

РЕЗУЛЬТАТЫ

Выделены количественные и визуальные признаки острой ишемии, разработана радионуклидная семиотика, позволившая детализировать ишемическое повреждение тканей нижних конечностей и оценить эффективность проведенного консервативного или хирургического лечения. Исследование иллюстрировано клиническими примерами пациентов с различной степенью острой ишемии нижних конечностей.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Разработанная радионуклидная семиотика ишемии при остром тромбозе магистральных артерий нижних конечностей позволила определить уровень артериальной окклюзии и степень острой ишемии, а также выявить зоны отсутствия кровоснабжения и некроза, не имеющие клинических признаков, на ранней стадии их формирования для оптимизации лечебной тактики.

Ключевые слова:

радионуклидный метод, окклюзионные заболевания магистральных артерий, острая ишемия нижних конечностей, трехфазная сцинтиграфия

Ссылка для цитирования

Кудряшова Н.Е., Снякова О.Г., Михайлов И.П., Мигунова Е.В., Лещинская О.В. Радионуклидная семиотика ишемии при острых окклюзионных заболеваниях магистральных артерий нижних конечностей. *Журнал им. Н.В. Склифосовского Неотложная медицинская помощь*. 2019;8(3):257–265. <https://doi.org/10.23934/2223-9022-2019-8-3-257-265>

Конфликт интересов

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов

Благодарности

Исследование не имеет спонсорской поддержки

ИБ — индекс выведения

ИС — индекс соотношения

КОН — коэффициент относительного накопления

КТ — компьютерная томография

МР-ангиография — магнитно-резонансная ангиография

РФП — радиофармпрепарат

ТЛТ — тромболитическая терапия

ВВЕДЕНИЕ

Проблема диагностики и лечения больных с острой ишемией, несмотря на технические достижения в хирургическом лечении и ведении послеоперационного периода, остается одной из наиболее трудных и наименее решенных задач экстренной сосудистой хирургии. Уровень летальности при острой ишемии достигает 15–20% [1, 2]. Даже при широком использовании новейших эндоваскулярных методик, тромболитической терапии (ТЛТ), применения вазоактивных препаратов, большинство авторов сообщают о 15–20% ампутаций в течение 30 сут с момента острого тромбоза [1, 2].

Основными инструментальными методами диагностики поражения магистральных артерий нижних конечностей являются ультразвуковая доплерография, рентгеноконтрастная ангиография, компьютерная томография (КТ) и магнитно-резонансная ангиография (МР-ангиография). Каждый метод имеет свои преимущества и ограничения. Ультразвуковой метод является скрининговым и доказал свою высокую диагностическую эффективность, однако не позволяет полноценно охарактеризовать анатомию артерий, имеет ограниченную точность в извитых, кальцинированных сегментах артерий, при визуализации

аортоподвздошного сегмента (ожирение, газообразование), сосудистых протезов и при «нормализации пульса» дистальное стеноз. К ограничениям данного метода относят также высокую аппарата- и операторозависимость, субъективность в интерпретации изображений, низкую воспроизводимость результатов [1, 3]. Рентгенологические исследования (контрастная ангиография, КТ-ангиография) применяют с водорастворимыми йодсодержащими контрастными веществами, имеют высокую информативность, но небезопасны для пациента, особенно при почечной дисфункции и аллергических реакциях, обладают низкой чувствительностью в отношении берцовых артерий и артерий стопы и несут большую лучевую нагрузку. МР-ангиография имеет ограниченную точность при стенозах (возможно завышение степени стеноза), в области стентов, противопоказана при наличии в теле пациента металлических конструкций, при клаустрофобии [1–5].

Все перечисленные методы лучевой диагностики способны детально охарактеризовать состояние магистральных сосудов и коллатерального кровообращения конечности, но не позволяют объективно оценить состояние микроциркуляторного русла ишемизированной конечности и выявить очаг мышечного некроза на ранней стадии его формирования.

Следует отметить, что в настоящее время появились сообщения о возможности использования динамической контрастной магнитно-резонансной томографии (МРТ) для оценки мышечной перфузии в ответ на нагрузку у пациентов с хронической ишемией нижних конечностей, что позволяет косвенно судить о степени выраженности коллатерального кровообращения, особенно на фоне консервативного лечения, направленного на стимуляцию роста и/или развития коллатеральных сосудов в ишемизированной мышце [6]. Тем не менее, сообщений об использовании данного метода в повседневной клинической практике не найдено.

Получить полную информацию о кровоснабжении тканей при острой окклюзии магистральной артерии возможно при использовании радионуклидного метода — трехфазной сцинтиграфии конечностей с остеотропным радиофармпрепаратом (РФП) ^{99m}Tc -пирфотех» [7–14].

В НИИ СП им. Н.В. Склифосовского внедрена в клиническую практику радионуклидная методика оценки степени острой ишемии, позволяющая объективно оценить не только состояние микроциркуляторного русла ишемизированной конечности, но и выявить очаг асептического мышечного некроза на ранней стадии его формирования [15–20].

Цель исследования: разработка радионуклидной семиотики острой ишемии нижних конечностей и оценка эффективности лечения пациентов ангиохирургического профиля с помощью трехфазной сцинтиграфии.

МАТЕРИАЛ И МЕТОДЫ

Радионуклидным методом обследованы 264 больных (212 мужчин и 52 женщины в возрасте от 38 лет до 91 года, средний возраст — $62,5 \pm 9,3$ года) с острым тромбозом магистральных артерий (терминального отдела аорты, подвздошных, бедренных и подколенных артерий) на фоне атеросклеротического поражения артериального русла нижних конечностей и с клиническими признаками острой ишемии ниж-

них конечностей 1–3-й степени по классификации И.И. Затевахиной. Больные с необратимым повреждением тканей (3Б ст.), имеющие внешние признаки гангрены, что не вызывало у ангиохирургов сомнений в определении степени ишемии, в данное исследование не вошли.

По локализации тромбоза больные распределились следующим образом: 24 (9,1%) — с тромбозом терминального отдела аорты, 41 (15,5%) — подвздошных артерий, 159 (60,2%) — бедренных артерий, 40 (15,2%) — подколенных артерий. Из них 34 больных обследованы повторно после проведенного лечения: 15 — после хирургического лечения, 19 — на фоне консервативной терапии. Среди оперированных больных было 13 мужчин и 2 женщины в возрасте от 30 до 84 лет (средний возраст — $59,4 \pm 12,5$ года). На фоне консервативного лечения (реологическая, антиагрегантная терапия, гипербарическая оксигенация) радионуклидным методом были обследованы 19 больных с острым протяженным тромбозом, в ряде случаев повторным, и двусторонним атеросклеротическим поражением подвздошных, бедренных и подколенных артерий: 15 мужчин и 4 женщины в возрасте от 32 до 76 лет (средний возраст — $58,3 \pm 11,5$ года). Консервативное лечение этим больным проводили в связи с невозможностью выполнения хирургического вмешательства.

Для разработки радионуклидной семиотики ишемии предварительно были проанализированы результаты трехфазной сцинтиграфии у 60 больных (контрольная группа) с острым тромбозом различной локализации (подвздошной, бедренной артерии, бедренно-подколенного протеза, подколенной артерии, аортобедренного и бедренно-тибиального протеза) и четкими клиническими признаками острой ишемии нижних конечностей 1–3А степени. Эти больные послужили основой для выбора наиболее информативных показателей при сцинтиграфии.

Радионуклидное исследование проводили после ультразвукового исследования и/или рентгеноконтрастной ангиографии в 1–2-е сут госпитализации для оценки исходного состояния микроциркуляторного русла. Повторную сцинтиграфию выполняли в раннем послеоперационном периоде (до 7 сут). Трехфазную сцинтиграфию нижних конечностей выполняли с остеотропным РФП ^{99m}Tc -пирфотех» (Диамед, Россия), который представляет собой фосфатный комплекс, связывающийся в организме пациента после внутривенного введения с кристаллами гидроксипатита и незрелым коллагеном. Данный РФП включается в здоровую костную ткань, а в миоцитах накапливается только при ишемии и некрозе вследствие повышения проницаемости капилляров, повреждения клеточных мембран и активного транспорта ионов кальция в клетку и внесосудистое пространство [13–15].

В кубитальную вену болюсно вводили 500 МБк ^{99m}Tc -пирфотеха, лучевая нагрузка составила 2,85 мЗв. Радионуклидное исследование проводили в 3 этапа: первая фаза — фаза магистрального кровотока — динамическая запись непосредственно после болюсного введения РФП в режиме 60 кадров по 1 с/кадр, зона интереса — «терминальный отдел аорты — подвздошные артерии — бедренные артерии — подколенные артерии» (поле зрения детектора); вторая фаза — фаза кровенаполнения (тканевая) — запись в статическом режиме 300 с/кадр через 10 мин после введения, зоны интереса — «бедро», «голень», «стопа»; третья фаза —

костная — запись в статическом режиме 300 с/кадр через 3 ч после введения, зоны интереса — «бедро», «голень», «стопа».

РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

В течение 10 лет для оценки состояния мягких тканей в тканевой и костной фазах использовали коэффициент относительного накопления (КОН), подсчет которого основан на сравнении интенсивности накопления РФП в пораженной и здоровой мышечной ткани контралатеральной зоны противоположной конечности [8, 13, 15]:

$$КОН = N_{пат} / N_{норм},$$

где $N_{пат}$ — средний счет импульсов в зоне интереса пораженной конечности; $N_{норм}$ — средний счет импульсов в зоне интереса здоровой конечности.

Существенным ограничением этого способа оценки ишемии является двустороннее поражение магистральных артерий, что встречается наиболее часто у больных с мультифокальным атеросклерозом.

Исходя из того, что вышеуказанный способ оценки ишемии тканей конечностей неприемлем при двустороннем поражении артерий, для объективной оценки степени ишемии у больных с острым тромбозом на фоне атеросклероза магистральных артерий обеих нижних конечностей нами были предложены два новых показателя, вычисляемых для мягких тканей голени: индекс выведения (ИВ) и индекс соотношения (ИС) в совокупности с двумя визуальными признаками — зона отсутствия кровоснабжения сегментов конечности и зона гиперфиксации РФП, соответствующая локальному асептическому некрозу. Мышцы голени выбраны в качестве основных зон интереса для определения указанных индексов, так как на бедрах кровоснабжение мышц часто компенсировано благодаря анатомическим особенностям (наличие глубокой артерии бедра), а на стопах выделить мягкие ткани в костной фазе не представлялось возможным.

Индекс выведения (ИВ) РФП из мышечной ткани голени рассчитывался как отношение среднего счета импульсов в мышце голени в тканевой фазе ($N_{мф}$) к среднему счету импульсов в мышце в костной фазе ($N_{кф}$):

$$ИВ = K \cdot N_{мф} / N_{кф},$$

где K — коэффициент, учитывающий распад ^{99m}Tc (период полураспада — 6,0058 ч, константа распада $\lambda=0,00192$ мин⁻¹) и поправку на приведение значения ИВ к интервалу в 3 ч (180 мин) между временем исследования в тканевую и костную фазы (t в мин), так как не всегда возможно точное соблюдение трехчасового интервала между 2-й и 3-й фазами исследования;

$$K = e^{-\lambda t} \cdot 180 / t.$$

Индекс соотношения (ИС) накопления РФП в мышце и накопления в кости голени в костной фазе рассчитывается как отношение среднего счета импульсов в мышце голени в костной фазе ($N_{мк}$) к среднему счету импульсов в кости голени в костной фазе ($N_{кк}$):

$$ИС = N_{мк} / N_{кк}.$$

Для получения параметров нормы нами были обследованы 10 пациентов, направленных на сцинтиграфию скелета при подозрении на онкологические заболевания (20 нижних конечностей), не имеющих каких-либо заболеваний магистральных артерий ниж-

них конечностей. В норме ИВ и ИС при адекватном кровоснабжении голени с учетом распада РФП и поправки на время записи костной фазы составили $2,40 \pm 0,17$ и $0,50 \pm 0,02$ соответственно.

При анализе результатов трехфазной сцинтиграфии у 60 больных контрольной группы с четкими клиническими признаками ишемии было отмечено, что в условиях нарушенного кровотока и имеющейся ишемии конечности ИС увеличивается, а ИВ снижается пропорционально тяжести заболевания. При этом наиболее наглядно при нарастании ишемии меняется ИВ, а ИС, начиная со 2В степени, не меняется или меняется незначительно, что связано с нарушением костного кровотока в этой стадии заболевания. При острой ишемии 1-й степени показатели составили: ИС= $0,68 \pm 0,04$; ИВ= $1,56 \pm 0,17$; при ишемии 2А — $0,70 \pm 0,04$ и $1,54 \pm 0,11$ соответственно; при ишемии 2Б — $0,88 \pm 0,06$ и $1,36 \pm 0,18$; 2В — $0,93 \pm 0,14$ и $0,93 \pm 0,27$; 3А — $0,93 \pm 0,04$ и $0,82 \pm 0,18$. При анализе значений данных показателей у пациентов с различными клиническими степенями ишемии на уровне голени отмечалось достоверное различие показателей по сравнению с нормой, а также между группами: 1 и 2В, 1 и 3А, 2А и 2В, 2А и 3А, 2Б и 2В ($p < 0,05$).

Дополнительной информацией, свидетельствующей о декомпенсации кровообращения, служило наличие визуальных сцинтиграфических признаков повреждения мягких тканей в виде зон отсутствия кровоснабжения и участков некроза, причем при некрозе мышц с присутствием кровотока в зоне повреждения имела место выраженная гиперфиксация РФП с аккумуляцией в костной фазе.

Данный способ радионуклидной оценки степени ишемии позволил у обследованных пациентов с острым тромбозом магистральных артерий нижних конечностей определить уровень окклюзии, детально оценить состояние микроциркуляторного русла конечностей и степень ишемии, выявить зоны сомнительной жизнеспособности тканей и выбрать адекватную лечебную тактику.

У всех 264 больных в фазе магистрального кровотока (радионуклидная аортоартериография) был определен уровень артериальной окклюзии, причем данные сцинтиграфии полностью совпали с данными других лучевых методов, что показало адекватность радионуклидной аортоартериографии в оценке магистрального кровотока. Исследования продемонстрировали, что данная методика может быть использована при невозможности проведения контрастной ангиографии (рис. 1).

Две следующие фазы сцинтиграфии характеризовали состояние микроциркуляторного русла нижних конечностей на клеточном уровне. При некрозе мышц с сохранным кровотоком в зоне повреждения отмечали очаговую гиперфиксацию РФП с нарастанием аккумуляции в костной фазе (рис. 2). В этой зоне определяли КОН. Зона отсутствия кровоснабжения тканей визуализировалась как отсутствие (дефект) накопления РФП (рис. 3).

Зоны отсутствия кровоснабжения сегментов конечности были выявлены в пораженной конечности, начиная со 2Б степени ишемии, а участки некроза — со 2В степени. При 1 и 2А степени ишемии не было обнаружено признаков отсутствия кровоснабжения и участков некроза и не получено достоверных различий ИВ и ИС ($p > 0,05$), поэтому эти степени были объедине-

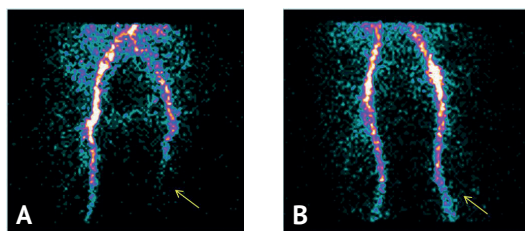


Рис. 1. Радионуклидная аортоартериография у пациента с острым тромбозом левой бедренной артерии: А — до операции. Отсутствие визуализации бедренной артерии с уровня тромбоза (обозначено стрелкой); В — после тромбэктомии. Восстановление магистрального кровотока (обозначено стрелкой)

Fig. 1. Radionuclide angiography of aorta and arteries in a patient with acute thrombosis of the left femoral artery: A — prior to the operation, the area starting with the thrombosis is not visualized (an arrow); B — after thrombectomy; restoration of the main blood flow (indicated by an arrow)

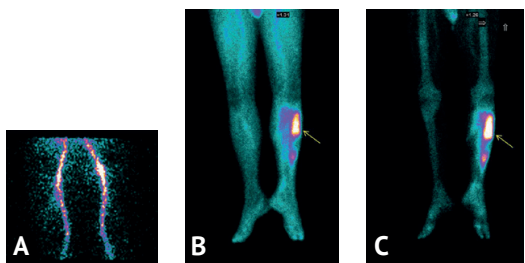


Рис. 2. Состояние после тромбэктомии из левой бедренной артерии. Сцинтиграммы магистрального кровотока (А), передней проекции голени в тканевой (В) и костной (С) фазах исследования. Очаг асептического некроза переднелатеральной группы мышц левой голени (обозначен стрелками). Прирост коэффициента относительного накопления в зоне некроза от 6,5 до 22,0

Fig. 2. The condition after thrombectomy of the left femoral artery. Scintigrams of the main blood flow (A), anterior projection of the lower leg in the tissue (B) and bone (C) phases of the study. The focus of aseptic necrosis of the anterolateral muscle group of the left lower leg (arrows). The growth of coefficient of relative accumulation (CRA) in the necrosis area is 6.5 to 22.0

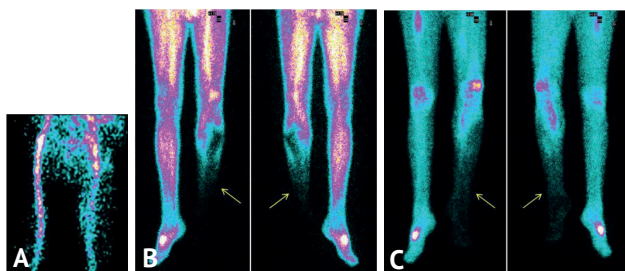


Рис. 3. Ретромбоз правой бедренной артерии. Сцинтиграммы магистрального кровотока (А), тканевой (В — передняя и задняя проекции) и костной (С — передняя и задняя проекции) фаз исследования. Зона отсутствия кровоснабжения мышц левой голени (обозначена стрелками)

Fig. 3. Retrombosis of the right femoral artery. Scintigrams of the main blood flow (A), tissue (B — anterior and posterior projections) and bone (C — anterior and posterior projections) phases of the study. The area of lack of blood supply to the muscles of the left lower leg (indicated by arrows)

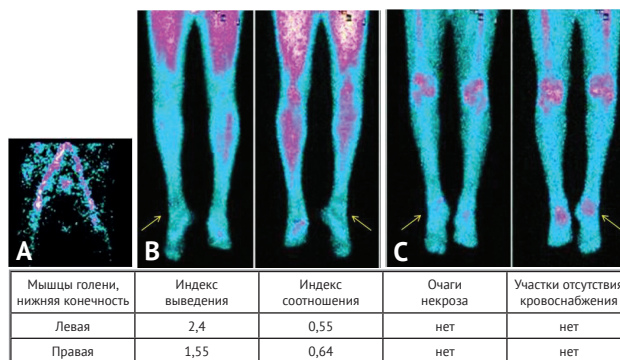


Рис. 4. Острый тромбоз правой бедренной артерии. Сцинтиграммы магистрального кровотока (А), тканевой (В — передняя и задняя проекции) и костной (С — передняя и задняя проекции) фаз исследования. Сцинтиграфические признаки острой ишемии правой нижней конечности 1–2А степени (обозначено стрелками). Признаков ишемии левой нижней конечности не выявлено

Fig. 4. Acute thrombosis of the right femoral artery. Scintigrams of the main blood flow (A), tissue (B — anterior and posterior projections) and bone (C — anterior and posterior projection) phases of the study. Scintigraphic signs of acute ischemia of the right lower limb of grade 1–2A (indicated by arrows). No signs of ischemia of the left lower limb

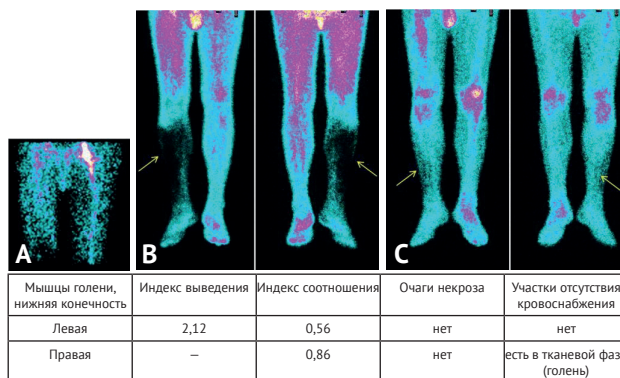


Рис. 5. Острый тромбоз правой ветви аортобедренного протеза. Сцинтиграммы магистрального кровотока (А), тканевой (В — передняя и задняя проекции) и костной (С — передняя и задняя проекции) фаз исследования. Отсутствие кровоснабжения правой голени в тканевой фазе с частичным его восстановлением в костной (обозначено стрелками). Сцинтиграфические признаки ишемии правой нижней конечности соответствуют 2Б степени

Fig. 5. Acute thrombosis of the right branch of the aorto-femoral prosthesis. Scintigrams of the main blood flow a (A), tissue (B — anterior and posterior projection) and bone (C — anterior and posterior projection) phases of the study. The lack of blood supply to the right lower leg in the tissue phase with its partial restoration in the bone phase (indicated by arrows). Scintigraphic signs of ischemia of the right lower limb correspond to grade 2B

Таблица

Оценка степени ишемии нижних конечностей радионуклидным методом

Table

The assessment of the degree of lower limb ischemia by the radionuclide method

Степень ишемии	Индекс выведения	Индекс соотношения	Зоны отсутствия кровоснабжения	Очаги асептического некроза
1–2А	1,54±0,17	0,68±0,04	нет	нет
2Б	1,36±0,18	0,88±0,06	в тканевой фазе	нет
2В	0,93±0,27	0,93±0,14 (или не определяется)	в тканевой фазе	есть
3А	0,82±0,18	0,93±0,04 (или не определяется)	в тканевой и костной фазах	есть

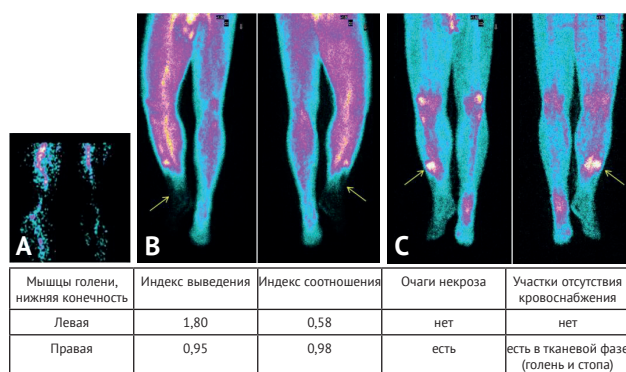


Рис. 6. Острый тромбоз правой подколенной артерии. Состояние после бедренно-подколенного шунтирования аутовеной. Сцинтиграммы магистрального кровотока (А), тканевой (В – передняя и задняя проекции) и костной (С – передняя и задняя проекции) фаз исследования. Отсутствие кровоснабжения нижней трети правой голени и стопы в тканевой фазе (обозначено стрелками) с частичным его восстановлением в костной фазе. Ограниченный очаг асептического некроза переднелатеральной группы мышц голени (обозначен стрелками). Сцинтиграфические признаки острой ишемии правой нижней конечности 2В степени

Fig. 6. Acute thrombosis of the right popliteal artery. The condition after femoral-popliteal autologous bypass grafting. Scintigrams of the main blood flow (A), tissue (B – anterior and posterior projection) and bone (C – anterior and posterior projection) phases of the study. The lack of blood supply to the distal third of the right lower leg and foot in the tissue phase (indicated by arrows) with its partial restoration in the bone phase. Focus of aseptic necrosis of the anterior-lateral group of lower leg muscles (indicated by the arrows). Scintigraphic signs of acute ischemia of the right lower limb, grade 2B

ны (рис. 4). При 2В степени визуализировались зоны отсутствия накопления РФП в мышцах голени и/или тканях стопы в тканевой фазе (рис. 5); при 2В имело место отсутствие накопления РФП в сегментах конечности в тканевой фазе в сочетании с очаговым некрозом (рис. 6); при 3А – отсутствие кровоснабжения мышц голени и тканей стопы как в тканевой, так и в

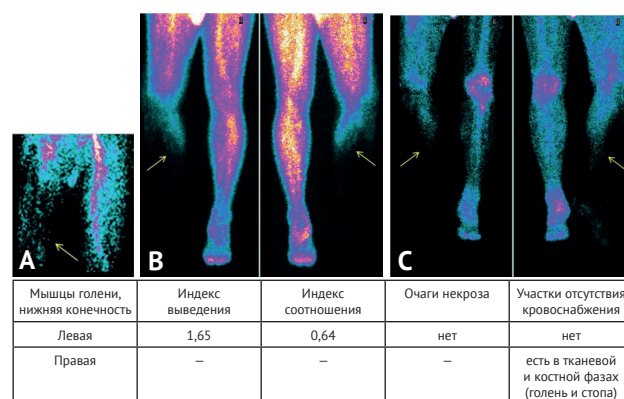


Рис. 7. Острый тромбоз правой бедренной артерии. Сцинтиграммы магистрального кровотока (А), тканевой (В – передняя и задняя проекции) и костной (С – передняя и задняя проекции) фаз исследования. Отсутствие кровоснабжения правой голени и стопы в тканевой и костной фазах. Сцинтиграфические признаки острой ишемии правой нижней конечности 3А степени

Fig. 7. Acute thrombosis of the right femoral artery. Scintigrams of the main blood flow (A), tissue (B – anterior and posterior projection) and bone (C – anterior and posterior projection) phases of the study. The lack of blood supply to the right lower leg and foot in the tissue and bone phases. Scintigraphic signs of acute ischemia of the right lower limb, grade 3A

костной фазе в сочетании с некротическими изменениями в зонах с сохраненным кровотоком (рис. 7). При 2В степени, как правило, выявляли участок некроза небольших размеров, а при 3А – протяженный некроз, захватывающий одну или несколько мышечных групп. Сцинтиграфические критерии ишемии при острых окклюзионных поражениях артерий нижних конечностей по двум количественным показателям и двум визуальным признакам представлены в таблице.

Разработанная радионуклидная семиотика степеней ишемии была применена при обследовании всех ангиохирургических больных с острой ишемией. Было показано, что радионуклидный метод позво-

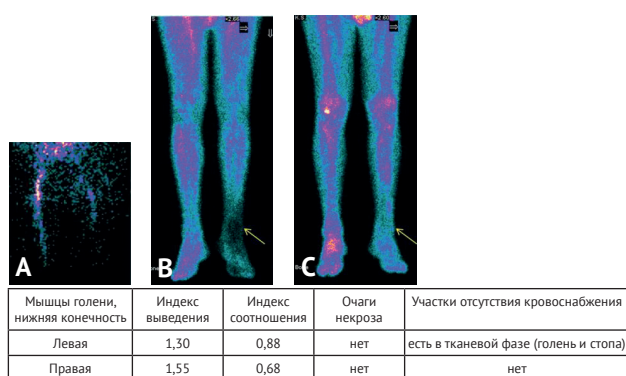
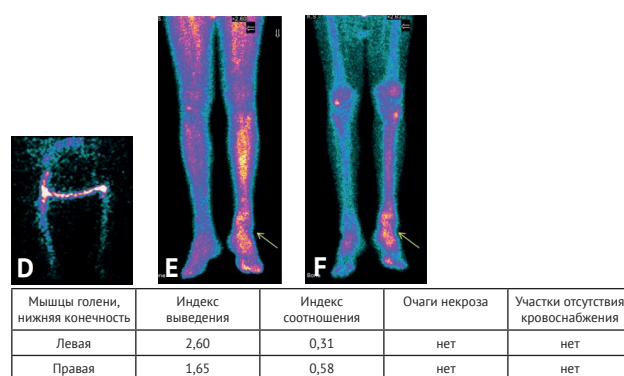


Рис. 8. Тромбоз левой наружной подвздошной артерии, состояние после перекрестного бедренно-бедренного шунтирования справа налево. Сцинтиграммы фазы магистрального кровотока: А – до операции; D – после операции. Сцинтиграммы до операции в передней проекции в тканевой (В) и костной (С) фазах исследования. Снижение кровоснабжения нижней трети левой голени и стопы в тканевой фазе с частичным восстановлением в костной (обозначено стрелками). Сцинтиграфические признаки острой ишемии левой нижней конечности 2В степени. Сцинтиграммы после операции в передней проекции в тканевой (Е) и костной (F) фазах исследования. Усиление кровоснабжения левой нижней конечности с восстановлением кровоснабжения левой голени и стопы (обозначено стрелками). Выраженная положительная динамика

Fig. 8. Thrombosis of the left external iliac artery, the condition after crossover femoral-femoral bypass from right to left. Scintigrams of the phase of the main blood flow: A – before surgery; D – after surgery. Scintigrams before surgery in the anterior projection in the tissue (B) and bone (C) phases of the study. Decreased blood supply to the distal third of the left lower leg and foot in the tissue phase with partial restoration in the bone (indicated by arrows). Scintigraphic signs of acute ischemia of the left lower limb, grade 2B. Scintigrams after surgery in the anterior projection in the tissue (E) and bone (F) phases of the study. Increased blood supply to the left lower limb with the restoration of blood supply to the left lower leg and foot (indicated by arrows). Significant positive dynamics



ляет объективно оценить состояние микроциркуляторного русла нижних конечностей, выявляя зоны отсутствия кровоснабжения мышц и участки асептического некроза на ранних стадиях их формирования, а степень нарушения вымывания РФП из мышцы в отсроченной (костной) фазе исследования напрямую зависит от степени выраженности ишемии тканей. С учетом данных трехфазной сцинтиграфии у 25% больных (66 из 264) была уточнена степень ишемии в сторону ее увеличения вследствие выявления участков асептического некроза, не имеющих клинических признаков. При неблагоприятном исходе и развитии гангрены у ряда больных с учетом данных сцинтиграфии был определен уровень ампутации.

Среди оперированных больных положительная динамика зарегистрирована у 12 пациентов (80%) из 15. Выявленная положительная динамика с усилением

кровоснабжения на микроциркуляторном уровне: снижение степени ишемии, восстановление магистрального кровотока, увеличение ИВ (от 65 до 100%) и снижение ИС (от 45 до 25%), — отмечена у 5 больных с тромбозом терминального отдела аорты, подвздошных и бедренных артерий (рис. 8). Им было выполнено: бифуркационное аортобедренное протезирование (1), бифуркационное бедренно-бедренное протезирование (1), бедренно-бедренное шунтирование справа налево (1) и петлевая эндартерэктомия из подвздошной и бедренной артерий слева (1). Положительная динамика с приростом ИВ (на 15–28%) и снижением ИС (до 25%) была отмечена у 7 пациентов после подвздошно-бедренного протезирования (2), поясничной симпатэктомии (3), реолитической тромбоэкстракции и тромбэктомии из бедренной, подколенной и берцовых артерий (2) (рис. 9).

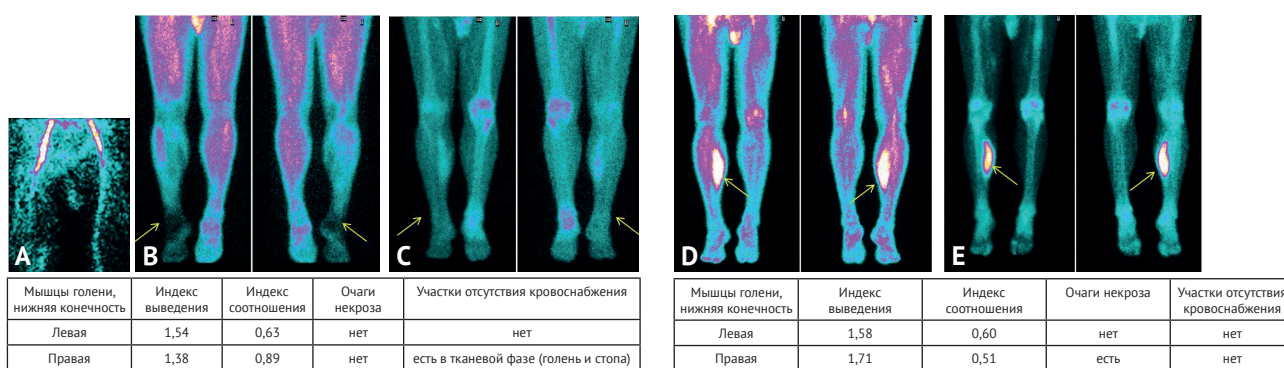


Рис. 9. Острый тромбоз правой бранши аортобедренного протеза. Состояние после тромбэктомии. Сцинтиграммы до операции магистрального кровотока (А), тканевой (В — передняя и задняя проекции) и костной (С — передняя и задняя проекции) фаз исследования. Отсутствие кровоснабжения правой стопы и участка задней группы мышц правой голени в тканевой фазе с частичным восстановлением кровоснабжения правой стопы в костной фазе (обозначено стрелками). Сцинтиграфические признаки ишемии правой нижней конечности 2Б степени. Сцинтиграммы после операции тканевой (D — передняя и задняя проекции) и костной (E — передняя и задняя проекции) фаз исследования. Очаг асептического некроза участка задней группы мышц правой голени (обозначен стрелками). Восстановление кровоснабжения правой нижней конечности. Положительная послеоперационная динамика. Коэффициент относительного накопления — 3,6/18

Fig. 9. Acute thrombosis of the right branch of an aortic femoral prosthesis. The condition after thrombectomy. Scintigrams before surgery of the main blood flow (A), tissue (B — front and rear projection) and bone (C — front and rear projection) phases of the study. 1. The lack of blood supply to the right foot and the portion of the posterior group of muscles of the right lower leg in the tissue phase with a partial restoration of blood supply to the right foot in the bone phase (indicated by arrows). Scintigraphic signs of ischemia of the right lower limb, grade 2B. Scintigrams after surgery of tissue (D — anterior and posterior projection) and bone (E — anterior and posterior projection) phases of the study. The focus of aseptic necrosis of a portion of the posterior muscle group of the right lower leg (indicated by arrows). The restoration of blood supply to the right lower limb. Positive postoperative dynamics. CRA=3.6/18

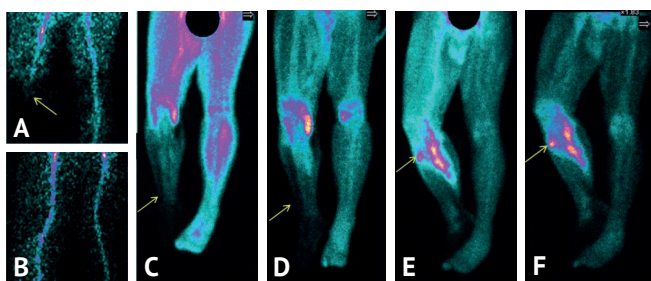


Рис. 10. Острый тромбоз правой подколенной артерии. Состояние после тромбэктомии. Сцинтиграммы фазы магистрального кровотока: А — до операции, В — после операции. Сцинтиграммы до операции в передней проекции в тканевой (С) и костной (D) фазах исследования. Кровоснабжение правой нижней конечности отсутствует с уровня коленного сустава (обозначено стрелками). Сцинтиграммы после тромбэктомии в передней проекции в тканевой (E) и костной (F) фазах исследования. Восстановление кровоснабжения задней группы мышц правой голени с формированием зоны асептического некроза (обозначено стрелками). Коэффициент относительного накопления — 4,0/8,0. Отсутствие кровоснабжения нижней трети правой голени и стопы

Fig. 10. Acute thrombosis of the right popliteal artery. The condition after thrombectomy. Scintigrams of the phase of the main blood flow: A — before surgery, B — after surgery. Scintigrams before surgery in the anterior projection in the tissue (C) and bone (D) phases of the study. The blood supply to the right lower limb is absent starting from the level of the knee joint (indicated by arrows). Scintigrams after thrombectomy in the anterior projection in the tissue (E) and bone (F) phases of the study. The restoration of blood supply to the posterior group of muscles of the right lower leg with the formation of an aseptic necrosis area (indicated by arrows). CRA 4.0/8.0. The lack of blood supply to the lower third of the right lower leg and foot

У 3 больных с длительным сроком ишемии на фоне тромбоза бедренно-подколенного протеза была проведена ТЛТ без эффекта, а затем тромбэктомия. Хирургическое вмешательство также не принесло эффекта. При повторной сцинтиграфии отмечено усиление ишемии (от 2В до 3А степени) с уменьшением ИВ и увеличением ИС на 30–40%, выявлена протяженная зона некроза мышц голени.

Положительный эффект консервативного лечения отмечен у 12 больных (63,2%) из 19: усиление микроциркуляции, тенденция к увеличению ИВ (на 10–40%) и снижению ИС (на 10–20%), уменьшение площади инфильтративных изменений мягких тканей и, следовательно, уменьшение степени ишемии. У одной пациентки (из 12) с острым тромбозом артерий голени после стентирования подколенной артерии наблюдалось выраженное улучшение кровоснабжения на фоне ТЛТ: ИВ повысился на 89% (от 0,9 до 1,7), что свидетельствовало о высокой эффективности ТЛТ.

У 7 больных с длительной ишемией нижних конечностей 3А степени положительной динамики на фоне консервативной терапии не наблюдали. Показатели ИВ и ИС остались на прежнем уровне, участки асепти-

ческого мышечного некроза увеличились по площади и глубине (нарастание КОН в костной фазе). У этих больных в дальнейшем решался вопрос о реконструктивной операции для снижения уровня ампутации или об ампутации, уровень которой определяли с учетом данных сцинтиграфии (рис. 10).

ВЫВОДЫ

1. Разработанная радионуклидная семиотика ишемии при острой окклюзии магистральных артерий нижних конечностей позволила: а) определить уровень артериальной окклюзии; б) определить степень острой ишемии нижних конечностей; в) выявить зоны отсутствия кровоснабжения и некроза для выбора адекватной лечебной тактики.

2. У больных с острым окклюзионным поражением артериального русла данное исследование детализировало и конкретизировало характер клинических проявлений ишемии нижних конечностей в связи с выявлением при сцинтиграфии зон асептического некроза, не имеющих клинических признаков.

3. Контрольная сцинтиграфия у больных ангиохирургического профиля позволила объективно оценить результат проведенного лечения.

ЛИТЕРАТУРА

1. Национальные рекомендации по ведению пациентов с заболеваниями артерий нижних конечностей. Москва; 2013.
2. Клинические рекомендации по ведению пациентов с сосудистой артериальной патологией (Российский согласительный документ). Часть 1. Периферические артерии. Москва: НЦССХ им. А.Н. Бакулева РАМН; 2010.
3. Калинин Р.Е., Сучкин И.А., Мжаванадзе Н.Д., Климентова Э.А., Нчейе А.Ф. Перспективные исследования перфузии у пациентов с атеросклерозом периферических артерий. *Ангиология и сосудистая хирургия*. 2018;24(3):32–37.
4. Дуданов И.П., Сидоров В.Н., Капутин М.Ю. Критическая ишемия нижних конечностей. *Вестник РВМА*. 2007;18(2). Прил.: Стандарты диагностики и лечения в клинике внутренних болезней. Сердечно-сосудистые заболевания: сб. науч. тр. Рос. науч.-практ. конф., (г. Санкт-Петербург, 14–16 ноября 2007 г.): 53–55.
5. Труфанов Г.Е. *Лучевая диагностика*: в 2-х т. М.: ГЭОТАР-Медиа; 2007. Т.1: с.29–39.
6. Синкевич Н.С., Стукалова О.В., Буторова Е.А., Масленников М.А., Талицкий К.А., Булкина О.С. и др. Динамическая контрастная магнитно-резонансная томография скелетных мышц у пациентов с хронической ишемией нижних конечностей. *REJR. Российский электронный журнал лучевой диагностики*. 2016;6(1):65–72.
7. Hashimoto H, Fukushima Y, Kumita SI, Miyamoto M, Takagi G, Yamazaki J, et al. Prognostic value of limb perfusion single-photon emission computed tomography-computed tomography in patients with lower limb atherosclerotic peripheral artery disease. *Jpn J Radiol*. 2017;35(2):68–77. PMID: 27873171 <https://doi.org/10.1007/s11604-016-0602-y>
8. Кудряшова Н.Е., Ермолов А.С., Синякова О.Г., Мигунова Е.В. Применение сцинтиграфии в диагностике острых заболеваний и травм (состояние проблемы). *Медицинский алфавит*. 2012;(9). Серия Неотложная медицина. 2012;(2):15–21.
9. Кудряшова Н.Е., Михайлов И.П., Мигунова Е.В., Синякова О.Г., Чернышева О.А. Радионуклидный метод в оценке степени ишемии нижних конечностей при остром тромбозе магистральных артерий. В кн.: *Лучевая диагностика и терапия в реализации национальных проектов*: материалы конгр. Рос. асс. радиологов, (Москва, 7–9 нояб. 2013 г.). Москва; 2013: с.184–185.
10. Finn JP, Lawrence PF. Defining anatomy and blood flow in the threatened limb rising to the challenge with noninvasive imaging. *Circ Cardiovasc Imaging*. 2018;11(5):e007726. PMID: 29748313 <https://doi.org/10.1161/CIRCIMAGING.118.007726>
11. Huellner MW, Strobel K. Clinical application of SPECT/CT in imaging the extremities. *Eur J Nucl Med Mol Imaging*. 2014;Suppl 1:S50–58. PMID: 23963296 <https://doi.org/10.1007/s00259-013-2533-5>
12. Kuśmierk J, Dabrowski J, Bienkiewicz M, Szumiński R, Płachcińska A. Radionuclide assessment of limb perfusion using 99mTc-MIBI in early stages of atherosclerosis. *Nucl Med Rev Cent East Eur*. 2006;9(1):18–23. PMID: 16791799
13. Ишмухаметов А.И., Гурок Е.А. Радионуклидные методы в диагностике синдрома позиционного сдавления. *Медицинская радиология и радиационная безопасность*. 2004;49(2):67–72.
14. Свирищевский Е.Б., Чазова Т.Е., Адрианов С.О., Катхурия Ю.Б., Рябцева О.Ю., Дутикова Е.Ф. Микроциркуляция в конечностях при диабете. Взаимосвязь макро- и микрогемодинамики. *Вестник РАМН*. 2002;(5):45–50.
15. Чернышева О.А., Михайлов И.П., Силуянова А.С. Выбор наиболее информативных радиодиагностических показателей степени ишемии при остром тромбозе магистральных артерий нижних конечностей. *Диагностическая и интервенционная радиология*. 2011;(2). Прил.: Материалы V Всерос. Нац. конгр. лучевых диагностов и терапевтов «Радиология–2011», (Москва, 25–27 мая 2011г.): 471–472.
16. Кудряшова Н.Е., Михайлов И.П., Мигунова Е.В., Синякова О.Г., Ефименко П.М. Оценка состояния микроциркуляторного русла нижних конечностей радионуклидным методом при остром тромбозе и эмболии магистральных артерий. В кн.: *Неотложная и специализированная хирургическая помощь*: материалы VI конгр. Моск. хирургов, (Москва, 10–11 июня 2015 г.). Москва: ГЕОС; 2015: с.137–139.
17. Михайлов И.П., Леменев В.Л., Ефименко П.М., Кунгурцев Е.В., Исаев Г.А., Кудряшова Н.Е. и др. Улучшение результатов лечения пациентов с острой ишемией нижних конечностей эмбологенного генеза и длительным сроком ишемии. *Бюллетень НЦССХ им. А.Н. Бакулева РАМН*. 2015;16(3). Прил.: Тезисы и доклад XIX ежегод. сессии НЦССХ им. А.Н. Бакулева РАМН в Всерос. конф. молодых ученых, (Москва, 18–20 мая 2015 г.). Сообщ. № 415.
18. Kudryashova N, Sinyakova O, Mikhailov I, Migunova E., Martirosyan M. Three-Phase Scintigraphy in Acute Lower Limb Ischemia. In: *EANM'18: Annual Congress of the European Association of Nuclear Medicine: meeting abstracts*, (13–17 October 2018, Düsseldorf, Germany):384.Abs. EP -0223.
19. Михайлов И.П., Коков Л.С., Кудряшова Н.Е. Хирургическое лечение больных с острым тромбозом аорто-бедренного сегмента. *Ангиология и сосудистая хирургия*. 2018;(3). Прил.: Перспективы развития сосудистой хирургии в стране и регионах: материалы XXXIV междунар. конф. Рос. об-ва ангиологов и сосудистых хирургов, (Ярославль, 13–15 сентября 2018г.): 348–349.
20. Кудряшова Н.Е., Михайлов И.П., Синякова О.Г., Мигунова Е.В., Лещинская О.В. Радионуклидный метод в оценке изменений микроциркуляторного русла при острых окклюзионных заболеваниях магистральных артерий нижних конечностей. В кн.: *Роль больницы скорой помощи и научно-исследовательских институтов скорой медицинской помощи в снижении предотвратимой смертности среди населения*: материалы 4-го съезда врачей неотложной медицины с междунар. уч., (Москва, 19–20 октября 2018 г.). Москва: НПО ВНМ: НИИ СП им. Н.В. Склифосовского; 2018: с.176–177.

REFERENCES

1. Natsional'nye rekomendatsii po vedeniyu patsientov s zabolevaniyami arteriy nizhnikh konechnostey. Moscow; 2013. (in Russ.)
2. Klinicheskie rekomendatsii po vedeniyu patsientov s sosudistoy arterial'noy patologiy (Rossiyskiy soglasitel'nyy dokument). Chast' 1. Perifericheskie arterii. Moskva: NTSSKh im. A.N. Bakuleva RAMN Publ.; 2010. (in Russ.)
3. Kalinin RE, Suchkov IA, Mzhavanadze ND, Klimentova EA, Ncheye AF. Promising Methods of Studying Perfusion in Patients with Atherosclerosis of Peripheral Arteries. *Angiology and Vascular Surgery*. 2018;24(3):32–37. (in Russ.)
4. Dudanov IP, Sidorov VN, Kaputin MYu. Kriticheskaya ishemiya nizhnikh konechnostey. *Vestnik Rossiyskoy voenno-meditsinskoy akademii*. 2007;18(2).Suppl.: Standarty diagnostiki i lecheniya v klinike vnutrennikh bolezney. Serdechno-sosudistye zabolevaniya: sb. nauch. tr. Ros. nauch.-prakt. konf., (g. Sankt-Peterburg, 14–16 noyabrya 2007g.): 53–55. (in Russ.)
5. Trufanov G.E. *Luchevaya diagnostika*: in 2 vol. Moscow: GEOTAR-Media Publ.; 2007. Vol.1: p.29–39. (in Russ.)
6. Sinkevich NS, Stukalova OV, Butorova EA, Maslennikov MA, Talitskiy KA, Bulkina OS, et al. Dynamic contrast-enhanced mri in patients with peripheral artery disease. *REJR*. 2016;6(1):65–72. (in Russ.)
7. Hashimoto H, Fukushima Y, Kumita SI, Miyamoto M, Takagi G, Yamazaki J, et al. Prognostic value of limb perfusion single-photon emission computed tomography-computed tomography in patients with lower limb atherosclerotic peripheral artery disease. *Jpn J Radiol*. 2017;35(2):68–77. PMID: 27873171 <https://doi.org/10.1007/s11604-016-0602-y>
8. Kudryashova NE, Ermolov AS, Sinyakova OG, Migunova EV. Primenenie stsintigrafii v diagnostike ostryykh zabolevaniy i travm (sostoyanie problemy). *Meditsinskiy al'favit*. 2012;(9).Seriya Neotlozhnaya meditsina. 2012;(2):15–21. (in Russ.)
9. Kudryashova NE, Mikhaylov IP, Migunova EV, Sinyakova OG, Chernysheva OA, Radionuklidnyy metod v otsenke stepeni ishemii nizhnikh konechnostey pri ostrom tromboze magistral'nykh arteriy. In: *Luchevaya diagnostika i terapiya v realizatsii natsional'nykh proektov: materialy kongr. Ros. ass. radiologov, (Moskva, 7–9 noyab. 2013 g.)*. Moscow; 2013: p.184–185. (in Russ.)
10. Finn JP, Lawrence PF. Defining anatomy and blood flow in the threatened limb rising to the challenge with noninvasive imaging. *Circ Cardiovasc Imaging*. 2018;11(5):e007726. PMID: 29748313. <https://doi.org/10.1161/CIRCIMAGING.118.007726>
11. Huellner MW, Strobel K. *Clinical application of SPECT/CT in imaging the extremities*. *Eur J Nucl Med Mol Imaging*. 2014;Suppl 1:S50–58. PMID: 25963296 <https://doi.org/10.1007/s00259-013-2533-5>
12. Kuśmierk J, Dabrowski J, Bienkiewicz M, Szumiński R, Płachcińska A. Radionuclide assessment of limb perfusion using 99mTc-MIBI in early stages of atherosclerosis. *Nucl Med Rev Cent East Eur*. 2006;9(1):18–23. PMID: 16791799
13. Ishmukhametov AI, Gurok EA. *Radionuklidnye metody v diagnostike sindroma pozitsionnogo sdavleniya. Meditsinskaya radiologiya i radiatsionnaya bezopasnost'*. 2004;49(2):67–72. (in Russ.)
14. Svirshchevskiy EB, Chazova TE, Adrianov SO, Katkhuriya YuB, Ryabtseva OYu, Dutikova EF. Mikrotsirkulyatsiya v konechnostyakh pri diabete. Vzaimosvyaz' makro- i mikrogemodinamiki. *Vestnik Rossiyskoy akademii meditsinskikh nauk*. 2002;(5):45–50. (in Russ.)
15. Chernysheva OA, Mikhaylov IP, Siluyanov AS. Vybory naibolee informativnykh radiodiagnosticheskikh pokazateley stepeni ishemii pri ostrom tromboze magistral'nykh arteriy nizhnikh konechnostey. *Diagnostic and Interventional Radiology*. 2011;(2). Suppl: Materialy V Vseros. Nats. kongr. luhevykh diagnostov i terapevtov «Radiologiya-2011», (Moskva, 25–27 maya 2011g.): 471–472. (in Russ.)
16. Kudryashova NE, Mikhaylov IP, Migunova EV, Sinyakova OG, Efimenko PM. Otsenka sostoyaniya mikrotsirkulyatornogo rusla nizhnikh konechnostey radionuklidnym metodom pri ostrom tromboze i embolii magistral'nykh arteriy. In: *Neotlozhnaya i spetsializirovannaya khirurgicheskaya pomoshch': materialy VI kongr. Mosk. khirurgov, (Moskva, 10–11 iyunya 2015 g.)*. Moscow: GEOS Publ.; 2015: p.137–139. (in Russ.)
17. Mikhaylov IP, Lemenev VL, Efimenko PM, Kungurtsev EV, Isaev GA, Kudryashova NE, et al. Uluchshenie rezul'tatov lecheniya patsientov s ostroy ishemiei nizhnikh konechnostey embologennogo geneza i dlitel'nym srokom ishemii. *Byulleten' NTSSKh im. A.N. Bakuleva RAMN*. 2015;16(3). Suppl.: Tezisy i doklad XIX ezhegod. sessii NTSSKh im. A.N. Bakuleva RAMN s Vseros. konf. molodykh uchenykh, (Moskva, 18–20 maya 2015g.). Soobshch. № 415. (in Russ.)
18. Kudryashova N, Sinyakova O, Mikhailov I, Migunova E., Martirosyan M. Three-Phase Scintigraphy in Acute Lower Limb Ischemia. In: *EANM'18: Annual Congress of the European Association of Nuclear Medicine: meeting abstracts*, (13–17 October 2018, Düsseldorf, Germany):384.Abs. EP-0223.
19. Mikhaylov IP, Kokov LS, Kudryashova NE. Khirurgicheskoe lechenie bol'nykh s ostrym trombozom aorto-bedrennogo segmenta. *Angiology and Vascular Surgery*. 2018;(3). Suppl.: Perspektivy razvitiya sosudistoy khirurgii v strane i regionakh: materialy XXXIV mezhdunar. konf. Ros. ob-va angiologov i sosudistyykh khirurgov, (Yaroslavl', 13–15 sentyabrya 2018g.): 348–349. (in Russ.)
20. Kudryashova NE, Mikhaylov IP, Sinyakova OG, Migunova EV, Leshchinskaya OV. Radionuklidnyy metod v otsenke izmeneniy mikrotsirkulyatornogo rusla pri ostryykh okkluzionnykh zabolevaniyakh magistral'nykh arteriy nizhnikh konechnostey. In: *Rol' bol'nits skoroy pomoshchi i nauchno-issledovatel'skikh institutov skoroy meditsinskoy pomoshchi v snizhenii predotvratimoy smertnosti sredi naseleniya: materialy 4-go s"ezda vrachey neotlozhnoy meditsiny s mezhdunar. uch., (Moskva, 19–20 oktyabrya 2018g.)*. Moscow: NPO VNM: NII SP im. N.V. Sklifosovskogo Publ.; 2018: p.176–177. (in Russ.)

ИНФОРМАЦИЯ ОБ АВТОРАХ

Кудряшова Наталья Евгеньевна	доктор медицинских наук, главный научный сотрудник отделения лучевой диагностики ГБУЗ “НИИ СП им. Н.В. Склифосовского ДЗМ”, https://orcid.org/0000-0003-1647-1635
Синякова Ольга Германовна	кандидат технических наук, научный консультант отделения лучевой диагностики ГБУЗ “НИИ СП им. Н.В. Склифосовского ДЗМ”, https://orcid.org/0000-0003-1686-6952
Михайлов Игорь Петрович	доктор медицинских наук, профессор, заведующий научным отделением неотложной сосудистой хирургии ГБУЗ “НИИ СП им. Н.В. Склифосовского ДЗМ”, https://orcid.org/0000-0003-0265-8685
Мигунова Екатерина Валентиновна	кандидат медицинских наук, старший научный сотрудник отделения лучевой диагностики ГБУЗ “НИИ СП им. Н.В. Склифосовского ДЗМ”, https://orcid.org/0000-0001-7521-487X
Лещинская Ольга Валериевна	врач-рентгенолог отделения рентгеновской компьютерной томографии и радиоизотопной диагностики ГБУЗ “НИИ СП им. Н.В. Склифосовского ДЗМ”

Received on 21.02.2019

Accepted on 16.04.2019

Поступила в редакцию 21.02.2019

Принята к печати 16.04.2019

Radionuclide Patterns of Ischemia in Acute Occlusive Diseases of Main Arteries of Lower Extremities

N.Y. Kudryashova*, O.G. Sinyakova, I.P. Mikhaylov, E.V. Migunova, O.V. Leshchinskaya

Department of Diagnostic Radiology

N.V. Sklifosovsky Research Institute for Emergency Medicine of the Moscow Healthcare Department

3 Bolshaya Sukharevskaya Square, Moscow 129090, Russian Federation

* **Contacts:** Natalia Y. Kudryashova, Dr. Med. Sci., Chief Researcher of the Department of Diagnostic Radiology, N.V. Sklifosovsky Research Institute for Emergency Medicine of the Moscow Health Department. Email: numedsklif@mail.ru

RELEVANCE The problem of diagnosing and treating patients with acute ischemia of the extremities against the background of thrombosis and atherosclerotic lesions of the main arteries remains very complex task and requires the use of various diagnostic methods, and the leading one is radiation diagnostics.

THE AIM OF THE STUDY. The development of radionuclide patterns of acute lower limb ischemia and assessment of the treatment efficacy in angiosurgical patients using three-phase scintigraphy.

Material and methods The radionuclide method was performed to examine 264 patients with acute thrombosis of the main arteries against the background of atherosclerotic lesions of the lower extremities arteries and clinical signs of acute ischemia of the lower extremities of I-III degree according to the classification of I.I. Zatevakhin.

RESULTS We defined quantitative and visual signs of acute ischemia, designed radionuclide semiotics, which allowed to detail the damaged tissue of lower extremities and evaluate the efficacy of the conservative or surgical treatment. The study contains clinical examples of patients with varying degrees of acute limb ischemia.

CONCLUSION The developed radionuclide patterns of acute ischemia in thrombosis of main arteries of the lower extremities allowed to determine the level of arterial occlusion and the degree of acute ischemia, identify the areas of lack of blood supply and necrosis with no clinical signs at an early stage of formation and optimize the treatment strategy.

Key words: radionuclide method, occlusive diseases of the main arteries, acute lower limb ischemia, three-phase scintigraphy

For citation Kudryashova NY, Sinyakova OG, Mikhaylov IP, Migunova EV, Leshchinskaya OV. Radionuclide Patterns of Ischemia in Acute Occlusive Diseases of Main Arteries of Lower Extremities. *Russian Sklifosovsky Journal of Emergency Medical Care*. 2019;8(3):257–265. <https://doi.org/10.23934/2223-9022-2019-8-3-257-265> (in Russ.)

Conflict of interest Authors declare lack of the conflicts of interests

Acknowledgments The study had no sponsorship

Affiliations

Natalia Y. Kudryashova	Dr. Med. Sci., Chief Researcher of the Department of Diagnostic Radiology, N.V. Sklifosovsky Research Institute for Emergency Medicine of the Moscow Health Department, https://orcid.org/0000-0003-1647-1635
Olga G. Sinyakova	Cand. Tech. Sci., Scientific Consultant of the Department of Diagnostic Radiology, N.V. Sklifosovsky Research Institute for Emergency Medicine of the Moscow Health Department, https://orcid.org/0000-0003-1686-6952
Igor P. Mikhaylov	Dr. Med. Sci., Head of the Scientific Department of Emergency Vascular Surgery, N.V. Sklifosovsky Research Institute for Emergency Medicine of the Moscow Health Department, https://orcid.org/0000-0003-0265-8685
Ekaterina V. Migunova	Cand. Med. Sci., Senior Researcher of the Department of Diagnostic Radiology, N.V. Sklifosovsky Research Institute for Emergency Medicine of the Moscow Health Department, https://orcid.org/0000-0001-7521-487X
Olga V. Leshchinskaya	Radiologist of the Department of CT and Nuclear Medicine, N.V. Sklifosovsky Research Institute for Emergency Medicine of the Moscow Health Department