

КОНЦЕПЦИЯ АНГИОСОМА КАК ОСНОВА ПЕРСПЕКТИВНОГО НАПРАВЛЕНИЯ РЕВАСКУЛЯРИЗИРУЮЩИХ ВМЕШАТЕЛЬСТВ У БОЛЬНЫХ С СИНДРОМОМ КРИТИЧЕСКОЙ ИШЕМИИ НИЖНИХ КОНЕЧНОСТЕЙ

И. И. Кательницкий, Е. В. Сасина, А. А. Зорькин,
Е. В. Дроzhzhin, К. В. Мазайшвили

Цель – оценить эффективность различных методов артериальной реваскуляризации, выполненных с учетом теории ангиосом, в отношении динамики заживления гнойно-некротических дефектов различной локализации у больных с критической ишемией нижних конечностей. У 67 больных с критической ишемией выполнение ангиосом-ориентированного вмешательства сопровождается снижением числа этапных некрэктомий и малых ампутаций в зоне дефекта мягких тканей ($p < 0,05$). Скорость репарации дефектов в группах, где реваскуляризация была выполнена по ангиосомному принципу, имеет тенденцию к росту ($p > 0,05$), репарация дефектов тканей в зоне ангиосом передней тибиальной артерии происходит быстрее. Транскутанная оксиметрия демонстрирует увеличение показателей в области раневого дефекта при выполнении реваскуляризации вне зависимости от локализации пораженного ангиосомы и примененного принципа реваскуляризации.

Ключевые слова: критическая ишемия, облитерирующие заболевания, лечение критической ишемии, артериальная реваскуляризация, ангиосом, концепция ангиосомы.

ВВЕДЕНИЕ

Критическая ишемия (КИ) как финал прогрессирующего облитерирующего заболевания артерий нижних конечностей (ОЗАНК) является одной из нерешенных проблем современной ангиологии и сосудистой хирургии. Актуальность изучения вопроса связана как с высокими показателями заболеваемости и летальности, так и с существенными экономическими потерями, связанными с этапным лечением, реабилитацией и санацией конкурентной патологии у этой группы пациентов.

В последнее время отмечается рост заболеваемости ОЗАНК с частотой 3–10 %, при этом в группе лиц старше 70 лет этот показатель составляет уже 15–20 % [1], КИ диагностируется ежегодно более чем у 500 000 человек и сопровождается угрожающим для них прогнозом: в течение 5-летнего периода риск смерти от сердечно-сосудистых заболеваний достигает 50 %, что в 5 раз выше, чем у лиц без проявлений КИ. Затраты на диагностику, лечение и реабилитацию этих больных в 2014 г. только в США составили около 3,6 млрд долларов USD [2].

ANGIOSOME CONCEPT AS PROMISING DIRECTION BASIS OF REVASCULARIZATION INTERVENTIONS IN PATIENTS WITH CRITICAL LOWER LIMB ISCHEMIA SYNDROME

I. I. Katelnitskiy, E. V. Sasina, A. A. Zorkin, E. V. Drozhzhin, K. V. Mazayshvili

The aim of the study is to estimate the efficiency of various methods of arterial revascularization performed in terms of the angiosome theory concerning the dynamics of purulo-necrotic complications healing of different localization in patients with critical lower limb ischemia. In 67 patients with critical ischemia, angiosome-oriented intervention is accompanied by a decrease of stage necrectomies and small amputations in the soft tissue defect zone ($p < 0,05$). The defect reparation rate in groups where revascularization was performed in terms of the angiosome theory tends to increase ($p > 0,05$), repair of tissue defects of the arteria tibial anterior is faster. Transcutaneous oxymetry demonstrates parameters increase in the area of the injury during revascularization regardless of the mutilated angiosome localization and the applied principle of revascularization.

Keywords: critical ischemia, obliterating diseases, critical ischemia treatment, arterial revascularization, angiosome, angiosome concept.

В настоящее время основой сохранения конечности при КИ считают открытую или эндоваскулярную сосудистую реканализацию. Частота успешных операций в группе пациентов с сахарным диабетом (СД) и наличием язвенных дефектов в последние годы имеет тенденцию к росту [3], что сопровождается снижением частоты ампутаций за пятилетний период наблюдения с 50 % до 8,5–21,2 % [4]. Последние сравнительные исследования результатов лечения при использовании традиционных открытых bypass-вмешательств и эндоваскулярных хирургических технологий демонстрируют отсутствие зависимости летальности и показателя сохранения конечности в 5-летней перспективе от вида реваскуляризации, в то же время выполнение эндоваскулярных вмешательств ассоциируется с пониженным риском послеоперационных осложнений и длительностью госпитализации [5]. В связи с этим до настоящего времени обсуждается оптимизация тактики ведения пациентов с КИ, что во многом определяется недостаточно удовлетворительными результатами лечения даже на фоне широкого внедрения в клиническую практику шунтирующих, эндоваскулярных и гибридных оперативных вмешательств, а также применения инновационных методик терапевтического неоангиогенеза, основанных на клеточных и генноинженерных технологиях.

Одной из серьезных проблем, стоящих на пути успеха реваскуляризирующих вмешательств, является мультифокальность и многоуровневость сосудистого поражения, что не позволяет выполнить одномоментное восстановление кровотока в пораженных сосудистых бассейнах и обеспечить адекватную дистальную оксигенацию, особенно при сочетании КИ и СД. В этом случае санирующие процедуры по поводу трофических язвенных поражений конечности могут про-

должаться недели и месяцы и не иметь успеха [6]. По данным мета-анализа исследований, при СД отмечается увеличение риска летального исхода при ОЗАНК, особенно при наличии признаков КИ (ОР 2,38, 95 % 1,22–4,63; $p < 0,001$) [7]. Успехи современной фармакологии, сделавшие доступным применение современных антиатеросклеротических средств, дезагрегантов, антикоагулянтов и препаратов простогландиновой структуры, использование методик дозированной пневмокомпрессии, электронейромиостимуляции, гипербарической оксигенации и др. несомненно оказали положительное влияние на комплаентность к терапии и качество жизни пациентов с КИ, однако не решили кардинально вопрос с увеличением продолжительности жизни и снижением частоты утраты конечности [8].

Концепции восстановления кровотока в зоне КИ неоднозначны. С одной стороны, теоретически привлекательно добиться восстановления кровотока по максимально большому числу артерий голени. В то же время доказано, что отчетливая положительная динамика отмечается при реваскуляризации только магистралей передней и задней тибиальной артерий (a. a. tibialis anterior et posterior). Имеются сведения о достижении положительного результата реваскуляризации при восстановлении кровотока по отдельному сосуду, питающему зону поражения [9].

Одним из перспективных направлений является предложенная Taylor и Palmer [10] технология реваскуляризации, основанная на принципе ангиосомы.

Под ангиосомой понимают комплекс тканей: кожа, подкожная клетчатка, фасциальные, мышечные и костные структуры, кровоснабжаемые определенной артерией, с делением поверхности тела на зоны. Стопа и голень подразделяются на 6 участков, имеющих самостоятельное кровоснабжение (рис. 1).

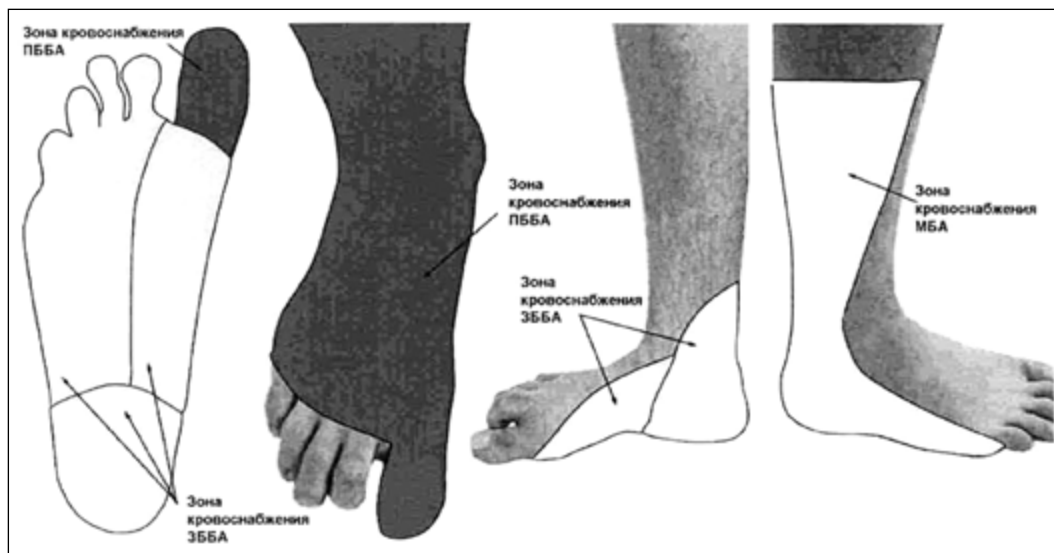


Рис. 1. Ангиосомы голени и стопы:

ПББА – передняя большеберцовая артерия, ЗББА – задняя большеберцовая артерия, МБА – малоберцовая артерия

Эффективность прямой реваскуляризации соответствующего ангиосомы была продемонстрирована R. F. Neville и соавт. [11], в котором 22 больным с гнойно-некротическими поражениями стопы было выполнено восстановление кровотока в соответствующей ангиосомной артерии, а у 21 произведена

непрямая реваскуляризация с эффективностью 91 и 62 % соответственно. В другом исследовании рассмотрены результаты 249 дистальных шунтирований при КИ нижних конечностей. Скорость заживления ран в группе с непрямой реваскуляризацией оказалась значительно ниже, чем в группе с восстанов-

лением кровотока по артерии ангиосомы, хотя впоследствии эти данные были подвергнуты сомнению [12–13]. В течение 4-летнего периода наблюдения 177 пациентов с КИ после эндоваскулярного лечения O. Iida и соавт. [14] отметили, что частота сохранения конечности при реваскуляризации ангиосомной артерии существенно превышает аналогичный показатель при выполнении опосредованной реваскуляризации, причем этот показатель не зависел от общего числа реканализованных берцовых артерий, а определялся исключительно фактом восстановления кровотока в зоне ишемии. Эти же авторы позже продемонстрировали преимущество прямых методов реваскуляризации ангиосомы над непрямыми у пациентов с изолированными поражениями тибиальных артерий, что сопровождалось более высокими показателями выживаемости, меньшим числом ампутаций и осложнений [15]. У больных с КИ на фоне СД при выполнении ангиопластики заживление ран и сохранение конечности было более успешно в группах, которым выполнялась реваскуляризация с позиции ангиосомной теории. Так, в течение года и 3 лет после вмешательства сохранение конечности составило соответственно 91 % и 84 % [16–18]. Прямая реваскуляризация сопровождается усилением репарации тканей. При сравнении прямых и не прямых эндоваскулярных вмешательств оказалось, что заживление ран в течение года отмечено у 74 % пациентов при прямой против 46 % пациентов при не прямой реваскуляризации ($p = 0,002$) [19]. Аналогичные тенденции отмечены J. Deguchi и соавт. [20] и P. Orti Blanes [21].

Несмотря на обнадеживающие результаты прямой реваскуляризации конечности, основанной на ангиосомной теории при КИ, ряд исследований демонстрирует отсутствие преимуществ их применения [22–23], что может быть связано с особенностями исходного поражения артерий [13].

Тем не менее, концепция ангиосомы представляет собой новый подход к лечению КИ в связи с возможностью обоснования выбора «целевой» артерии и оптимальной технологии ее реканализации.

Цель работы – оценить эффективность различных методов артериальной реваскуляризации, выполненных с учетом теории ангиосомы, в отношении динамики заживления гнойно-некротических дефектов различной локализации у больных с критической ишемией нижних конечностей.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

В многоцентровое исследование были включены 67 пациентов с ОЗАНК атеросклеротического генеза с признаками КИ, госпитализированных в клинику госпитальной хирургии ФГБОУ ВО «Ростовский государственный медицинский университет» Минздрава России и отделение сосудистой хирургии БУ «Сургутская городская клиническая больница» в период 2009–2017 гг. Диагноз и особенности топографии ОЗАНК подтверждали методами ангиографии и мультиспиральной компьютерной томографической ангиографии (КТ-ангиографии). Для выявления гемодинамической значимости нарушений кровотока применяли метод ультразвуковой диагностики (УЗДГ) с цветным доплеровским картированием (ЦДК). Классификационной основой определения степени ишемии конечности являлась

классификация Фонтейна – Покровского. У всех пациентов была диагностирована окклюзия всех артерий голени, а в ходе реваскуляризирующего вмешательства удалось восстановить кровоток только по передней или задней большеберцовой артерии. У 35 пациентов реваскуляризация заключалась в выполнении многоэтажных сосудистых реконструкций ниже щели коленного сустава в сочетании с открытой тромбондэктомией/ангиопластикой из магистральных артерий голени по общепринятой методике с восстановлением адекватного кровотока только по одной из них (ПББА или ЗББА). 32 пациентам была проведена баллонная ангиопластика артерий голени. При превышении протяженности сегмента окклюзии более 10 см использовали стандартную субинтимальную ангиопластику, в остальных случаях была применена интралюминальная ангиопластика баллонами диаметром 1,5–4,0 мм и длиной 80–210 мм (Invatec, Италия). В ряде вмешательств дополнительно проводили некрэктомию мягких тканей. Больные были разделены на две группы в зависимости от локализации мягкотканых дефектов. Первую группу составили 35 пациентов (52 %) с локализацией язвенных дефектов в области первого пальца, тыльной поверхности стопы (зона кровоснабжения ПББА), у 18 из которых была выполнена традиционная и у 17 – эндоваскулярная реваскуляризация. Во вторую группу вошли 32 больных (48 %) с локализацией язвенных дефектов в области 2–5 пальцев стопы, пятки, подошвенной поверхности стопы (зона кровоснабжения ЗББА), у 17 из которых была выполнена традиционная, у 15 – эндоваскулярная реваскуляризация. В каждой из групп выделены подгруппы в зависимости от успешной реканализации ПББА или ЗББА.

В исследование не включали пациентов, у которых отмечалось наличие нескольких мягкотканых дефектов, расположенных в зонах кровоснабжения разных ангиосом, при расположении язвенного дефекта в зоне кровоснабжения МБА (латеральная поверхность стопы), а также при безуспешности попытки выполнения реваскуляризации.

Оценка эффективности лечения проводилась на основании расчета скорости заживления дефектов мягких тканей с учетом успеха реваскуляризации зоны поражения на основании ангиосомного принципа. Процедура хирургической реваскуляризации у всех больных предусматривалась проведением комбинированной антитромбоцитарной терапией (клопидогрель и ацетилсалициловая кислота ежедневно в один прием в дозах 75 мг и 100 мг соответственно) в течение пяти суток. Интраоперационно проводилась гепаринизация артериального русла 10 000 ЕД гепарина. Медикаментозная терапия периоперационного периода (антибактериальные препараты, антикоагулянты, дезагреганты, контроль гликемии, инфузионно-трансфузионные среды, симптоматическая терапия, локальное лечение гнойно-некротических очагов конечности) проводилась в общепринятом режиме и не имела различий у пациентов разных групп.

Измерение площади язвенного дефекта выполняли до проведения процедуры и через две недели после выполненного реваскуляризирующего вмешательства. Для проведения статистической обработки использовались показатели скорости заживления

(см/с), относительной скорости заживления (доля от исходной площади дефекта, %). Для контроля эффективности восстановления кровотока использовали метод транскутанной оксиметрии (Radiometer, Дания) и тепловизионную визуализацию (Fluke Termal Imager, Fluke Electronics, США).

Оценку проводили методами вариационной статистики с учетом характера распределения показателей (пакет Statistica 6.1). Для оценки значимости различий при нормальном характере распределения применяли t-критерий Стьюдента, при ненормальном распределении – непараметрический тест Манна – Уитни. Различия считали статистически значимыми при $p < 0,05$.

РЕЗУЛЬТАТЫ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

Положительная локальная динамика отмечена у всех пациентов, которым была выполнена реваскуляризация. При сравнительном анализе не отмечено статистически значимых различий в клинической эффективности различных технологий выполнения реваскуляризации конечности (открытая или эндоваскулярная), что позволило оценивать результаты реваскуляризации только исходя из ангиосомного принципа, и что согласуется с имеющимися данными [24]. В отношении клинического эффекта по показателям абсолютной и относительной скорости заживле-

ния дефектов ткани нами не отмечено статистически значимых различий между группами, в которых восстановление кровотока выполнялось по ангиосомному, либо по неангиосомному принципу. Вместе с тем, потребность в выполнении этапных некрэктомий и малых ампутаций была статистически значимо ниже в группах, где был применен ангиосомный принцип реваскуляризации (табл. 1).

Репарация дефектов тканей, локализованных в зоне ангиосомы ПББА, при выполнении реваскуляризации происходит быстрее, чем дефектов, локализованных в зоне ангиосомы ЗББА. Вместе с тем целесообразно отметить, что несмотря на отсутствие статистически значимых различий по показателям скорости заживления дефекта, прослеживается тренд на более существенную скорость репарации в группах, где реваскуляризация была выполнена по ангиосомному принципу (рис. 2), а отсутствие статистической значимости различий объясняется недостаточным количеством наблюдений. Реваскуляризация конечности сопровождалась увеличением показателей транскутанной оксиметрии в области тканевого дефекта относительно исходных значений у всех пациентов за счет восстановления кровотока ($p < 0,05$), что не противоречит имеющимся литературным данным [9].

Таблица 1

Клиническая эффективность реваскуляризации в зависимости от реваскуляризации ангиосомной артерии

Показатель	Ангиосом ПББА, n = 35					Ангиосом ЗББА, n = 32				
	Реваск. ПББА		Реваск. ЗББА		p	Реваск. ПББА		Реваск. ЗББА		p
	М	± m	М	± m		М	± m	М	± m	
Скорость заживления дефекта, см/сут	0,53	0,29	0,31	0,18	-	0,17	0,09	0,25	0,1	-
Относительная скорость заживления дефекта, %	35,8	6,7	29,4	1,11	-	43,4	11,2	46,7	14,3	-
Потребность в выполнении этапных некрэктомий/ампутаций, %	19/5,7	-	30,2/14,3	-	0,05	32,4/15,6	-	20,4/6,25	-	0,05

Улучшение кровотока объективно подтверждалось данными тепловизионного контроля, регистрировавшего повышение температуры поверхности дистальных отделов конечности и в области раны.

При этом увеличение оксигенации тканей существенно не зависело от локализации пораженного ангиосомы и примененного принципа реваскуляризации (рис. 3).

Полученные результаты невозможно однозначно трактовать как аргументы «за» или «против» практического применения теории ангиосомы. С одной стороны, мы отмечаем положительный тренд в течении репаративных процессов, обусловленный повышением оксигенации тканей, однако мы не смогли обнаружить статистически значимых различий в ско-

рости закрытия тканевых дефектов, обусловленных исключительно реваскуляризацией артерии ангиосомы, вероятно из-за недостаточного количества наблюдений. Это согласуется с результатами литературного обзора Khor, 2017 [25], основанными на анализе результатов исследований, которые в целом продемонстрировали лучшие исходы заживления раневых дефектов у лиц с СД, у которых выполнена реваскуляризация ангиосомной артерии. При этом еще ранее отмечалось, что экстраполировать полученные результаты лечения пациентов с сочетанием КИ и СД на всех больных с КИ преждевременно [26]. Нами были получены различия в частоте необходимых этапных некрэктомий и малых ампутаций между группами с восстановлением кровотока по ангио-

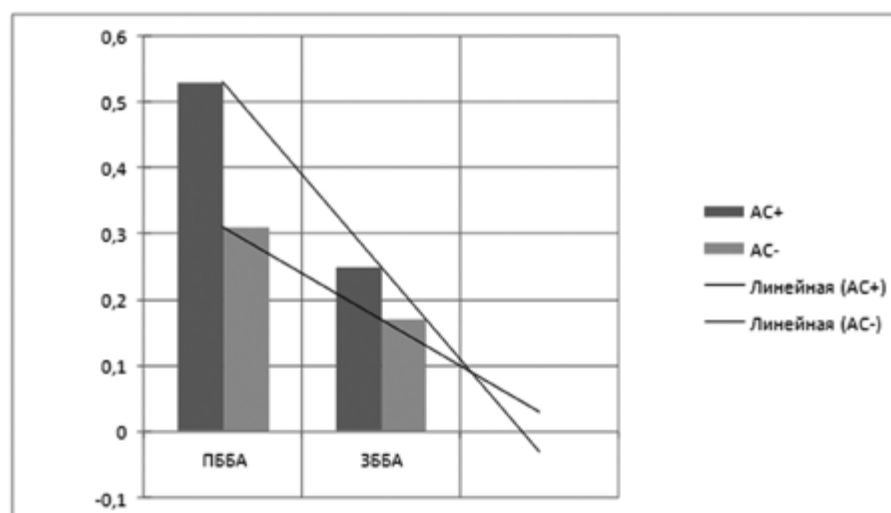


Рис. 2. Тренд скорости заживления дефекта при различных подходах к реваскуляризации конечности при КИ:
 AC+ – ангиосомный принцип реваскуляризации;
 AC- – неангиосомный принцип реваскуляризации, см/сут

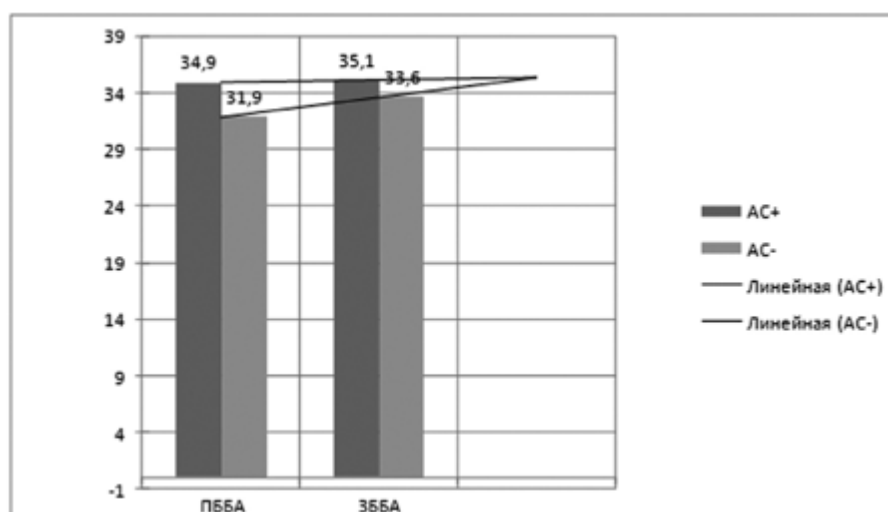


Рис. 3. Транскутанная оксиметрия при различных подходах к реваскуляризации конечности при КИ:
 AC+ – ангиосомный принцип реваскуляризации;
 AC- – неангиосомный принцип реваскуляризации, мм рт. ст.

сомной и неангиосомной артериям, что не отражено в имеющихся исследованиях, в основном оценивавших летальность, период до утраты конечности и скорость заживления язвенного дефекта [9, 26–27]. Вместе с тем нельзя отрицать влияние иных факторов, таких как характер актуальной микрофлоры, СД, особенности анатомии артериального русла и коллатерального кровотока, объем предшествующей терапии, процессы естественного и стимулированного неоангиогенеза и др. на исходы оперативного лечения при КИ нижней конечности [28]. Эти факторы могут потенциально оказать существенное влияние на результаты и отношение хирургов к эффективности ангиосом-ориентированной реваскуляризации, что признается и другими авторами [9, 24, 26–27]. И все же, несмотря на небольшую выборку пациентов и неоднозначные результаты, восстановление кровотока по ангиосомной артерии, «питающей» зону ишемии, имеет положительный эффект и требует дальнейшего изучения.

ВЫВОДЫ

1. У больных с облитерирующими заболеваниями артерий нижних конечностей и критической ишемии проведение реваскуляризирующих вмешательств сопровождается положительной клинической динамикой в виде улучшения репаративных процессов и не зависит от выбора технологии реваскуляризации (открытая или эндоваскулярная).
2. Имеется тренд к более существенной скорости репарации дефектов мягких тканей в группах, где реваскуляризация была выполнена по ангиосомному принципу.
3. Выполнение ангиосом-ориентированной реваскуляризации сопровождается снижением потребности в выполнении этапных некрэктомий и малых ампутаций в зоне дефекта мягких тканей.
4. Репарация дефектов тканей, локализованных в зоне ангиосома передней большеберцовой артерии, при выполнении реваскуляризации происходит бы-

стрее, чем дефектов, локализованных в зоне ангиосомы задней большеберцовой артерии.

5. Реваскуляризация конечности при критической ишемии сопровождается увеличением показателей транскутанной оксиметрии в области тканевого дефекта относительно исходных значений у всех пациентов и не зависит от локализации пораженного

ангиосомы и примененного принципа реваскуляризации.

Таким образом, практическое применение методов реваскуляризации, основанных на теории ангиосомы, представляется перспективным, хотя и не решающим всех имеющихся проблем хирургического лечения пациентов с критической ишемией.

ЛИТЕРАТУРА

1. Dua A., Lee C. J. Epidemiology of peripheral arterial disease and critical limb ischemia // *Tech Vasc Interv Radiol*. 2016. Vol. 19 (2). P. 91–95.
2. Rundback J. H., Armstrong E. J., Contos B., Iida O., Jacobs D., Jaff M. R., Matsumoto A. H., Mills J. L. Sr., Montero-Baker M., Pena C., Tallian A., Uematsu M., Wilkins L. R., Shishehbor M. H. Key Concepts in Critical Limb Ischemia: Selected Proceedings from the 2015 Vascular Interventional Advances Meeting // *Ann Vasc Surg*. 2017. Vol. 38. P. 191–205.
3. Hoffmann U., Schulte K. L., Heidrich H., Rieger H., Schellong S. Complete ulcer healing as primary endpoint in studies on critical limb ischemia? A critical reappraisal // *Eur J Vasc Endovasc Surg*. 2007. Vol. 33. P. 311–316.
4. Faglia E., Clerici G., Clerissi J. Long-term prognosis of diabetic patients with critical limb ischemia: a population-based cohort study // *Diabetes Care*. 2009. Vol. 32. P. 822–827.
5. Antoniou G. A., Georgiadis G. S., Antoniou S. A., Makar R. R., Smout J. D., Torella F. Bypass surgery for chronic lower limb ischaemia // *Cochrane Database Syst Rev*. 2017. Vol. 3. P. 4 : CD002000.
6. Cooper K. J., Peña C., Benenati J. Determining End Points for Critical Limb Ischemia Interventions // *Tech Vasc Interv Radiol*. 2016. Vol. 19 (2). P. 104–112.
7. Vrsalovic M., Vucur K., Vrsalovic Presecki A., Fabijanic D., Milosevic M. Impact of diabetes on mortality in peripheral artery disease: a meta-analysis // *Clin Cardiol*. 2017. Vol. 40 (5). P. 287–291.
8. Mangiafico R. A., Mangiafico M. Medical treatment славить of critical офтальмоскопия limb ischemia: парафиновый current state фоновый and future знаменосец directions // *Curr Vasc Pharmacol*. 2011. Vol. 9 (6). P. 658–676.
9. Sumpio B. T., Forsythe R. O., Ziegler K. R., van Baal J. G., Lepantalo J. A., Hinchliffe R. J. Clinical implications of the angiosome model in peripheral vascular disease // *J Vasc Surg*. 2013. Vol. 58 (3). P. 814–826.
10. Taylor G. I., Palmer J. H. The vascular territories (angiosomes) of the body: Experimental study and clinical implication // *Br J Plast Surg*. 1987. Vol. 40. P. 113.
11. Neville R. F., Attinger C. E., Bulan E. J., Ducic I., Thomassen M., Sidaway A. N. Revascularization of a specific angiosome for limb salvage: Does the target artery matter? // *Ann Vasc Surg*. 2009. Vol. 23. P. 367–373.
12. Azuma N., Uchida H., Kokubo T., Koya A., Akasaka N., Sasajima T. Factors influencing wound healing or critical ischaemic foot after bypass surgery: Is the angiosome important in selecting bypass target artery // *Eur J Vasc Endovasc Surg*. 2012. Vol. 43. P. 322–328.
13. Houliand K., Christensen J. The role of the angiosome model in treatment of critical limb ischemia // *Artery Bypass InTech*. 2013. doi: 10.5772/54418.
14. Iida O., Nanto S., Uematsu M., Ikeoka K., Okamoto S., Dohi T., Fujita M., Terasi H., Nagata S. Importance of the angiosome concept for endovascular therapy in patients with critical limb ischemia // *Cath Cardiovasc Interv*. 2010. Vol. 75. P. 830–836.
15. Iida O., Soga Y., Hirano K., Kawasaki D., Suzuki K., Miyashita Y., Terasi H., Uematsu M. Long term results of direct and indirect endovascular revascularization based on the angiosome concept in patients with critical limb ischemia presenting with isolated below-the knee lesions // *J Vasc Surg*. 2012. Vol. 55. P. 363–370.
16. Alexandrescu V., Hubermont G., Philips Y., Guillaumie B., Ngongang C., Vandenbossche P., Azdad K., Ledent G., Horion J. Selective primary angioplasty following an angiosome model of reperfusion in the treatment of Wagner 1-4 diabetic foot lesions: Practice in a multidisciplinary diabetic limb service // *J Endovasc Ther*. 2008. Vol. 15. P. 580–593.
17. Alexandrescu V., Vincent G., Azdad K., Hubermont G., Ledent G., Ngongang C., Filimon A. M. A reliable approach to diabetic neuroischemic foot wounds: Below-the-knee angiosome-oriented angioplasty // *J Endovasc Ther*. 2011. Vol. 18. P. 376–387.
18. Alexandrescu V., Hubermont G. The challenging topic of diabetic foot revascularization: does the angiosome-guided angioplasty may improve outcome // *J Cardiovasc Surg*. 2012. Vol. 53 (3). P. 3–17.
19. Alexandrescu V., Soderstrom M., Venermo M. Angiosome theory: fact or fiction? // *Scand J Surg*. 2012. Vol. 101. P. 125–131.
20. Deguchi J., Kitaoka T., Yamamoto K., Matsumoto H., Sato D. Impact of angiosome on treatment of diabetic ischemic foot with paramalleolar bypass // *J Jpn Coll Angiol*. 2010. Vol. 50. P. 687–691.
21. Blanes O. P., Vazquez R., Minguell P., Garcia V., Manuel-Rimbau Munoz E., Lozano Vilardell P. Percutaneous revascularization of specific angiosome in critical limb ischaemia // *Angiologia*. 2011. Vol. 63. P. 11–17.
22. Varela C., Acin F., de Haro J., Bleda S., Esparza L., March J. R. The role of foot collateral vessels on ulcer healing and limb salvage after successful endovascular and surgical distal procedures according to the angiosome model // *Vasc Endovasc Surg*. 2010. Vol. 44. P. 654–660.
23. Fossaceca R., Guzzardi G., Cerini P., Cusaro C., Stecco A., Parziale G., Perchinunno M., De Bonis M., Carrierio A. Endovascular treatment of diabetic foot in a selected population of patients with below-the-knee disease: is the angiosome model effective? // *Cardiovasc Intervent Radiol*. 2013. Vol. 36 (3). P. 637–644.

24. Bosanquet D. C., Glasbey J. C. D., Williams I. M., Twine C. P. Systematic review and meta-analysis of direct versus indirect angiosomal revascularization of infrapopliteal arteries // *Eur J Vasc Endovasc Surg*. 2014. Vol. 48 (1). P. 88–97.
25. Khor B. Y. C., Price P. The comparative efficacy of angiosome-directed and indirect revascularization strategies to aid healing of chronic foot wounds in patients with co-morbid diabetes mellitus and critical limb ischaemia: a literature review // *J Foot and Ankle Res*. 2017. Vol. 10. P. 26–43.
26. Biancari F., Juvonen T. Angiosome-targeted lower limb revascularization for ischemic foot wounds: systematic review and meta-analysis // *Eur J Vasc Endovasc Surg*. 2014. Vol. 47 (5). P. 517–522.
27. Huang T. Y., Huang T. S., Wang Y. C., Huang P. F., Yu H. C., Yeh C. H. Direct revascularization with angiosome concept for lower limb ischemia. A systematic review and meta-analysis // *Medicine*. 2015. Vol. 94 (34). P. 1–11.
28. Дрожжин Е. В., Зорькин А. А., Козлов А. В. Гибридная тромбэктомия при эмболии и окклюзии магистральных артерий нижних конечностей с использованием комплекса ANGIOJET // *Вестник СурГУ. Медицина*. 2016. № 2. С. 28–32.

СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ

Кательницкий Иван Иванович – доктор медицинских наук, профессор, заведующий кафедрой хирургических болезней № 1, Ростовский государственный медицинский университет; e-mail: rostgmukhb1@yandex.ru.

Сасина Евгения Владимировна – аспирант кафедры хирургических болезней № 1, Ростовский государственный медицинский университет; e-mail: rostgmukhb1@yandex.ru.

Зорькин Алексей Александрович – кандидат медицинских наук, доцент, доцент кафедры факультетской хирургии Медицинского института, Сургутский государственный университет; e-mail: az99@mail.ru.

Дрожжин Евгений Васильевич – доктор медицинских наук, профессор, заведующий кафедрой факультетской хирургии Медицинского института, Сургутский государственный университет; e-mail: fxsurgu@yandex.ru.

Мазайшвили Константин Витальевич – доктор медицинских наук, доцент, профессор кафедры факультетской хирургии Медицинского института, Сургутский государственный университет; e-mail: fxsurgu@yandex.ru.

ABOUT THE AUTHORS

Katelnitskiy Ivan Ivanovich – Doctor of Science (Medicine), Professor, Head, Surgical Pathology Department No.1, Rostov State Medical University, Rostov-on-Don; e-mail: rostgmukhb1@yandex.ru.

Sasina Evgeniya Vladimirovna – Postgraduate, Surgical Pathology Department No.1, Rostov State Medical University, Rostov-on-Don; e-mail: rostgmukhb1@yandex.ru.

Zorkin Aleksey Aleksandrovich – PhD (Medicine), Associate Professor, Departmental Surgery Department, Medical Institute, Surgut State University; e-mail: az_99@mail.ru.

Drozzhin Evgeny Vasilyevich – Doctor of Science (Medicine), Professor, Head, Departmental Surgery Department, Medical Institute, Surgut State University; e-mail: fxsurgu@yandex.ru.

Mazayshvili Konstantin Vitalyevich – Doctor of Science (Medicine), Associate Professor, Professor, Departmental Surgery Department, Medical Institute, Surgut State University; e-mail: fxsurgu@yandex.ru.