

## НОВЫЙ ВЗГЛЯД НА АНГИОСОМНУЮ КОНЦЕПЦИЮ В СПАСЕНИИ НИЖНЕЙ КОНЕЧНОСТИ



Темиров Суръат Неъматиллаевич

Центральный госпиталь медицинского управления лечебно-профилактических учреждений МВД РУз,  
г. Ташкент, Узбекистан

### ОЁҚНИ САҚЛАБ ҚОЛИШДА АНГИОСОМА КОНЦЕПЦИЯСИГА ЯНГИЧА ЁНДАШУВ

Темиров Суръат Неъматиллаевич

Ўзбекистон Республикаси Ички Ишлар Вазирлиги Тиббиёт бошқармаси даволаш - профилактика муассасалари Марказий госпитали, Тошкент ш., Ўзбекистон

### A NEW LOOK AT THE ANGIOSOMAL CONCEPT IN LIMB SALVAGE

Temirov Surat Nematillaevich

Central Hospital of the Medical Administration of Treatment and Prevention Institutions of the Ministry of Internal Affairs of the Republic of Uzbekistan, Tashkent, Uzbekistan

e-mail: [temirovs@gmail.com](mailto:temirovs@gmail.com)

**Резюме.** Ушбу тадқиқотнинг мақсади – тўпиқ тўғридан-тўғри ва билвосита реваскуляризациясининг натижаларини, яхшиловчи омиллар таъсири контекстида, таҳлил қилиши. Материаллар ва методлар: Ушбу таҳлил 2012 йилдан 2022 йилгача бўлган даврда Ўзбекистон Республикаси ИИВ Марказий госпиталининг ихтисослаштирилган жарроҳлик бўлимида оёқлар критик ишемиясини эндоваскуляр реваскуляризацияси билан даволанган беморлар давоси натижаларини ретроспектив таҳлилидан иборат. Барча беморларда тўпиқ тўқималарининг ярали-некротик шикастланишлари бор эди ва барча беморлар қандли диабет билан эди. Беморлар уч гуруҳга бўлинди: 1) оёқнинг юмиоқ тўқималарининг ишемик шикастланган худудини тўғридан-тўғри реваскуляризацияси (ТТР) бажарилган беморлар; 2) ишемик тўқималарни билвосита реваскуляризацияси бажарилган касаллар; 3) қон оқими билвосита, лекин шикастланган соҳа қониқарли коллатерал артерияга (БКР) эга беморлар. Бирламчи натижа нўқталари эндоваскуляр реваскуляризациядан кейин бир йил ичида жароҳатни битиши частотаси ва вақти эди. Яралининг битиши катта ампутацияларсиз барча жароҳатларнинг тўлиқ эпителизацияси сифатида таърифланди. Катта ампутация - тиззадан юқори ампутация сифатида белгиланди. Иккиламчи натижа нўқталари ампутациясиз ҳаёт, оёқда қайта ишемик ҳодиса (ҚИХ) ва қайта хирургик аралашувсиз ҳаётни ўз ичига олди. ҚИХ операция қилинган оёқнинг катта ампутацияси ёки ҳар қандай жарроҳлик ёки эндоваскуляр қайта аралашув сифатида баҳоланди. Натижалар. Реваскуляризация қилинган оёқларнинг умумий сони 107 тани ташиқил этди, улардан 43 нафар бемор ТТР билан биринчи гуруҳга киритилган, 31 ҳолатда БР қилинган ва 33 та ҳолатда БКР амалга оширилди. Операциядан олдинги елка тўпиқ индекси ТТР гуруҳда  $0,38 \pm 0,15$ , БР ва БКР гуруҳларда мос равишда  $0,40 \pm 0,2$  ва  $0,39 \pm 0,3$ , операциядан кейин эса мос равишда  $0,90 \pm 0,08$ ,  $0,80 \pm 0,15$  ва  $0,87 \pm 0,14$  ни ташиқил этди ( $p < 0,05$ ). Бир йил ичида энг яхши яра битиши даражаси (35 (83,3%)) ТТР гуруҳда кузатилди ва БКР гуруҳи натижалари (27 (81,8%)) ТТР гуруҳи натижаларига яқин натижа берди. БР гуруҳи натижалари (22 (70,9%)) юқоридаги гуруҳлар натижаларидан статистик жиҳатдан сезиларли даражада ёмон натижа кўрсатди. Яра ўртача битиши вақти БР гуруҳида (6,19 ой), ТТР гуруҳи (4,69 ой) ва БКР гуруҳи (5,58 ой) натижаларига қараганда анча ёмонроқ эди. Гуруҳларда 12 ойлик ўлим даражаси ТТР, БР ва БКР мос равишда 3 (6,9%), 2 (6,6%) ва 3 (10%) эди. Беш йил давомида катта ампутация ТТР гуруҳига нисбатан БР гуруҳида анча юқори эди, аммо БКР натижалари ТТР натижаларига яқинлашди. Хулоса. Реваскуляризация тактикасини танлашда ТТР ҳар доим афзал бўлиши керак ва шикастланган ангиосоманинг озиқлантирувчи артериясини тиклаш имконияти мавжуд бўлмаганда, БКР жароҳатни битишига ва ампутациясиз ҳаётга эришишининг муваффақият калитидир.

**Калит сўзлар:** Критик ишемия, ангиосома, тўғридан тўғри реваскуляризация, билвосита реваскуляризация.

**Abstract.** The purpose of this study is to analyze the results of direct and indirect limb revascularization in the context of analyzing factors for improving outcomes. Materials and methods: This is a retrospective analysis of patients treat-

ed with endovascular revascularization in the department of specialized surgery of the Central Hospital of the Ministry of Internal Affairs of the Republic of Uzbekistan in the period from 2012 to 2022. The inclusion criterion was critical lower limb ischemia. All patients had ulcerative-necrotic lesions of the foot and all patients suffered from diabetes mellitus. Patients are divided into three groups: 1) patients with direct revascularization (DR) of the ischemically affected area according to the generally accepted angiosomal concept; 2) patients with indirect revascularization (IDR), while no visible artery to the ischemic tissue is detected; 3) patients with indirect revascularization, but indirect blood supply to the affected area by collateral artery (IDR with coll). Primary endpoints were the rate and timing of wound healing within one year after endovascular revascularization. Wound healing was defined as complete epithelialization of all wounds without major amputations. Major amputation was defined as above-the-knee amputation. Secondary endpoints included major amputation-free survival, Major Adverse limb event (MALE), and reintervention-free survival. MALE was defined as major amputation or any surgical or endovascular reintervention in the operated limb. Results. The total number of limbs was 107, of which 43 patients were included in the first group with DR of the main blood flow to the affected angiosome, in 31 cases IDR was performed, where there was no visible collateral artery to the affected angiosome, and in 33 cases IDR was performed, where there was a visible collateral flow to the affected angiosome. The average ABI before surgery was  $0.38 \pm 0.15$  in the first group,  $0.40 \pm 0.2$  and  $0.39 \pm 0.3$  in the second and third groups, respectively, after surgery the ABI was  $0.90 \pm 0.17$ ,  $0.80 \pm 0.15$  and  $0.87 \pm 0.14$ , respectively ( $p < 0.05$ ). Thus, the best healing rate (35(83.3%)) within a year was observed in patients with DR, and the results of IDR with coll (27(81.8%)) were comparable to the results with DR, in while the results IDR (22 (70.9%)) were statistically significantly worse than the results of the above groups. The average wound healing time of IDR without a collateral artery was much worse (6.19 months) than the results of DR (4.69 months) and IDR with coll (5.58 months). Mortality rates at 12 months in the groups were 3 (6.9%), 2 (6.6%) and 3 (10%), respectively. The incidence of major amputation at five years was much greater in the IDR group compared with the DR group, but the results of IDR with coll approached the results of DR. Conclusion. When choosing revascularization tactics, DR should always be preferable, and in the absence of the possibility of restoring the feeding artery of the affected angiosome, IDR with a collateral artery is the key to success in wound healing and amputation-free survival.

**Key words:** Critical ischemia, angiosome, direct revascularization, indirect revascularization.

**Введение.** Язвенно-некротические поражения стопы являются ключевыми из основных осложнений диабетической стопы и на сегодняшний день являются ведущей причиной нетравматической ампутации в развитых странах [1]. Среди пациентов с язвенно-некротическими поражениями стопы, несмотря на все попытки спасти ногу, 85% подвержены риску ампутации, 5 - 8% подвергнутся большой ампутации выше коленного сустава в течение первого года [2], а среди ампутированных смертность составляет 70% в течение 5 лет после ампутации [3]. При этом более половины из этих больных страдают окклюзионно – стенотическими поражениями периферических артерий и что именно критическая ишемия ноги, вызванной окклюзионно-стенотическим поражением периферических артерий, становится основной причиной потери ноги, частота которой достигает до 22% в течение года при естественном течении КИНК [4]. Соответственно, ревазуляризация является единственным методом спасения при критической ишемии конечности. Ревазуляризация может быть осуществлена с помощью открытого хирургического или эндоваскулярного метода. При этом эндоваскулярная ревазуляризация является предпочтительным подходом из-за низкой частоты осложнений чем при открытой хирургической ревазуляризации [5]. Недавние исследования показали, что прямая ревазуляризация ишемически пораженных участков мягких тканей на основе концепции ангиосомов, способствует лучшему заживлению раны, чем непрямая ревазуляризация, но в плане выживаемости без ампутации и

смертности в отдаленном периоде, несмотря на появление данной концепции более 20 лет назад, преимущество данной концепции от других тактик ревазуляризации еще не доказано [6]. Кроме этого, теоретически результаты восстановления прямого кровотока до ишемизированной ткани должны быть лучше, чем непрямого восстановления кровотока, но из-за анатомической особенности кровоснабжения стопы, артериальной дуги стопы с множественными коллатеральными артериями, судьба ишемизированной ткани не полностью зависит от одной артерии и восстановление хотя бы одной артерии до артериальной дуги стопы и может давать сопоставимый результат.

Учитывая вышеуказанное, целью данного исследования является анализ результатов прямой и непрямой ревазуляризации конечностей в контексте анализа факторов для улучшения результатов.

**Материалы и методы:** Данная работа является ретроспективным анализом пролеченных больных в отделении специализированной хирургии Центрального госпиталя МВД РУз в период с 2012 по 2022г. Критерием включения для исследования было, что у больных есть критическая ишемия нижних конечностей и что они страдают сахарным диабетом. У всех больных были язвенно-некротические поражения мягких тканей стопы. Больные ранее перенесшие ревазуляризацию и больные без критической ишемии, а также больные с болями в покое исключены из данного исследования. Демографические параметры пациентов (возраст, пол, индекс массы тела), сопутствующие патологии (ишемическая болезнь сердца

(ИБС), артериальная гипертензия (АГ), хроническая сосудисто-мозговая недостаточность (ХСМН), хроническое заболевание почек (ХЗП), а также биохимические параметры крови и гемодинамические параметры пораженной стопы были изучены. Кроме этого, с целью оценки общего состояния пациента, больным выполнены эхокардиография (ЭХОКГ) и цветное дуплексное сканирование брахиоцефальных артерий (ЦДС БЦА). Перед операцией всем больным выполнена мультислайсная компьютерная томография (МСКТ) ангиография нижних конечностей. Учитывая анатомическое расположение язвенно-некротического процесса, определены пораженная ангиосома и необходимая артерия для восстановления кровотока к данной ангиосоме. Всем больным интраоперационно перед попыткой реканализации выполнена диагностическая ангиография с тугим контрастированием, оценено состояние артериальной дуги стопы и состояние коллатеральных артерий, которые снабжают пораженную ангиосому. Пациенты разделены на три группы: 1) больные с прямой реваскуляризацией ишемически пораженного участка мягких тканей стопы, когда после реваскуляризации пораженный участок мягких тканей снабжается магистральным кровотоком артерией, которая отвечает за артериальное снабжение по общепринятой ангиосомной концепции; 2) больные с непрямым восстановлением кровотока до артериальной дуги стопы, при этом видимой артерии до ишемизированной ткани не обнаруживается; 3) больные с непрямым восстановлением кровотока, где восстанавливается одна из трех артерий до стопы, но непрямым кровоснабжением пораженного участка, в соответствии с ангиосомной концепцией, при этом с удовлетворительной коллатеральной артерией, которая по сути снабжает кровью пораженную ангиосому. Предоперационная оценка пациента и пораженной конечности осуществлялись согласно классификации WIfi. Все операции выполнены под местной анестезией. В основном, был выбран ипсилатеральный антеградный доступ или при невозможности реканализации выполнен ипсилатеральный ретроградный доступ. После установки интродьюсера, вводили нефракционированный гепарин (5000 ЕД). Все берцовые артерии реканализированы с помощью гидрофильных 0,014-300,0 см проводников и выполнена ангиопластика с использованием баллонов диаметром 2–4 мм. До операции все больные получали аспирин и клопидогрел по 75 мг по 1 таблетке 1 раз в день в течение не менее одной недели, или назначали нагрузочную дозу клопидогрела до или за день операции в дозировке 300 мг/сутки. После операции и успешной реканализации пациенты обычно получали комбинацию аспирина и клопидогреля по 75 мг/день обоих препаратов не менее

одного года. После процедуры пациенты наблюдались с интервалом в один месяц до полного заживления раны. После полного заживления раны, клинические наблюдения были запланированы каждые шесть месяцев. Измерения ЛПИ и РСД на реканализированной артерии обычно выполнялись при выписке из стационара и 12 месяцев после процедуры и при возобновлении симптомов критической ишемии и ухудшения состояния раны. Первичными конечными точками были частота и сроки заживления ран в течение одного года после выполненной эндоваскулярной реваскуляризации. Заживление ран определялось как полная эпителизация всех ран без больших ампутаций. Большая ампутация была определена как ампутация выше коленного сустава.

Вторичные конечные точки включали выживаемость без большой ампутации, неблагоприятное ишемическое событие со стороны конечности (НИСК) и выживаемость без повторного вмешательства. НИСК был определен как большая ампутация или любое хирургическое или эндоваскулярное повторное вмешательство в оперированной конечности.

**Статистический анализ:** Данные выражены как  $n$  (%) или среднее стандартное отклонение (SD). Исходные характеристики и процедурные данные сравнивали между группами использованием  $t$ -критерия Стьюдента и критерия хи-квадрат, в зависимости от ситуации. Сопоставление показателей склонности было выполнено, чтобы уменьшить систематическую ошибку отбора и потенциальные искажающие эффекты, а также создать сбалансированные группы. Для сопоставления использовались следующие переменные: возраст, пол, сопутствующие патологии, хроническая болезнь почек. Показатели заживления ран и «свободы от» вторичных конечных точек анализировались с использованием метода Каплана-Мейера и сравнивались между подгруппами пациентов с помощью логарифмического рангового теста. Регрессия, включая исходные клинические и процедурные данные, была проведена для определения факторов, связанных с лечением раны. Значения  $P < 0,05$  считались статистически значимыми. Все анализы проводились с использованием SPSS для Windows, версия 26 (IBM, США).

**Результаты.** Общее количество конечностей составило 107, из них 43 больных вошли первую группу с прямым восстановлением магистрального кровотока до пораженной ангиосомы, в 31 случаях выполнена непрямая реваскуляризация, где не была видимой коллатеральной артерии до пораженной ангиосомы и в 33 случаях выполнена непрямая васкуляризация, где был видимый коллатеральный переток до пораженной ангиосомы.

**Таблица 1.** Основные характеристики показателей больных всех групп

Переменные	ПР	НПР	НПР с К
Общее количество больных/конечностей	43/43	30/31	30/33
Средний возраст	64,7±7,66	65,3±7,27	65,97±737
Пол м/ж, n(%)	24/19 (56/44)	20/10(67/33)	22/8(73/27)
ИБС, n(%)	31 (72)	23(76,6)	24(80)
ПИКС, n(%)	8(19)	6(19,2)	7(8)
АГ, n(%)	39 (90,6)	27(90)	27(90)
ОНМК в анамнезе, n(%)	3(6,9)	2(6,6)	4(13,3)
WIFi тяжесть: очень низкий/низкий/средний/высокий	0/3/9/31	1/4/8/17	1/4/7/16

**Таблица 2.** Локализация и характер реваскуляризации

Переменные		Группы			Всего n(%)
		ПР, n(%)	НПР, n(%)	НПР с кол, n(%)	
Участок гангрены	Бассейн ЗББА	5 (11,6%)	4 (12,9)	7 (21,1)	16 (14,9)
	Бассейн ПББА	28 (65,1)	19 (61,2)	15 (45,4)	62 (57,9)
	Бассейн МБА	2 (4,6)	1 (3,2)	0(0)	3 (2,8)
	Бассейн ЗББА и МБА	1 (2,3)	2 (6,4)	3 (9)	6 (5,6)
	Бассейн ПББА и МБА	1 (2,3)	0(0)	1 (3)	2 (1,8)
	Бассейн ПББА и ЗББА	6 (13,9)	5 (16,1)	7 (21,2)	18 (16,8)
Всего		43	31	33	107

В базовых показателях групп, такие как возраст, пол, сопутствующие патологии и режим антиагрегантной терапии, не было различий (Таблица 1). Во всех группах основная масса больных была с тяжелыми поражениями мягких тканей по классификации WIFi.

Во всех группах у большинства больных (57,9%) язвенно – некротическое пораженный участок был в области пальцев и тыльной поверхности стопы, то есть в ангиосоме питающейся из бассейна ПББА (таблица 4.8), а у остальных язвенно - некротические поражения были либо по подошвенной поверхности (14,9%) стопы (в бассейне ЗББА), либо в пяточной области (в области ЗББА или МБА), в разрезе между группами распределение больных по ангиосомам с кровоснабжающей артерией были схожие в группах.

Периоперационный результат. Средний показатель ЛПИ до операции составил 0,38±0,15 в первой группе, 0,40±0,2 и 0,39±0,3 во второй и третьей группе соответственно, после операции ЛПИ был — 0,90±0,17, 0,80±0,15 и 0,87±0,14 соответственно (p < 0,05).

Динамическое наблюдение за раной в течение 1 года осуществлено у всех больных. Таким образом, лучшая частота заживления (35(83,3%)) в течение года отмечена у больных с прямой реваскуляризацией, а результаты непрямой реваскуляризации (27(81,8%)) с коллатеральной артерией были сопоставимы с результатами с прямой реваскуляризацией, в то время, как результаты непрямой реваскуляризации (22(70,9%)) были статистически значимо хуже, чем результаты вышеуказанных групп.

Другой точкой анализа в ближайшем послеоперационном периоде явился средний срок заживления раны, здесь также результаты непрямой реваскуляризации без коллатеральной артерии были намного хуже (6,19мес), чем результаты ПР (4,69 мес) и НПР с кол (5,58 мес).

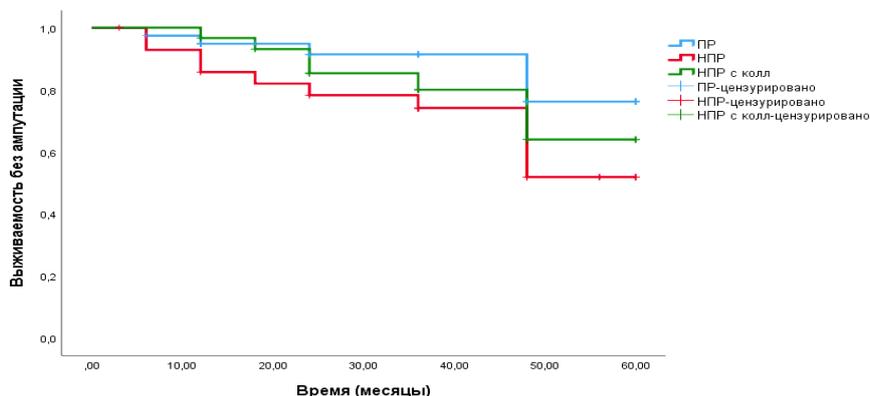
В 30-дневный период по одному случаю в группе ПР и НПР выполнена высокая ампутация. В одном случае в группе НПР с коллатеральной артерией наступила реокклюзия и им выполнена повторная операция с успешным восстановлением кровотока. В течение 30 дней, 2 пациента умерли, один в группе ПР и второй в группе НПР.

За год реокклюзия восстановленной артерии (потеря ППСК) отмечалась в 14(32,5%) оперированных конечностях первой группы, у 10 (32,2%) и 9 (27,2%) конечностях во второй и третьей группе соответственно. Из 14 случаев с реокклюзией восстановленной артерии в группе ПР, рецидив критической ишемии отмечен только в 5 случаях, из них 1 больному выполнена высокая ампутация, в остальных 4 случаях выполнена успешная повторная реваскуляризация. В группе НПР реокклюзия восстановленных артерий отмечена в 10 случаях, а рецидив критической ишемии наблюдался в 6 случаях, из них троим больным выполнена высокая ампутация и в остальных случаях выполнена успешная повторная ангиопластика.

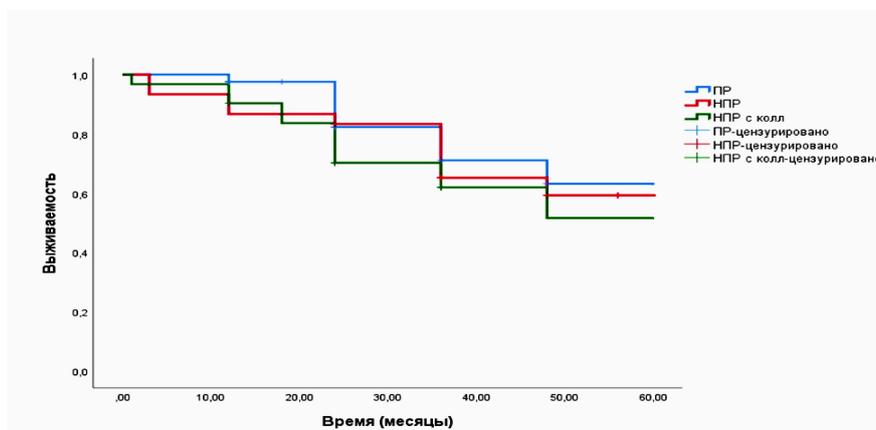
В группе НПР с коллатеральной артерией реокклюзия восстановленных артерий отмечена в 8 случаях, а рецидив критической ишемии наблюдался в 4 случаях, из них в 2 случаях выполнена высокая ампутация. У остальных 17 больных рецидив КИНК не наблюдался.

**Таблица 3.** Общая характеристика результатов в группах

Результат	ПР, n(%)	НПР, n(%)	НПР с колл, n(%)	Р значение
Частота заживления	35 (83,3)	22 (70,9)	27(81,8)	$P \leq 0,05$
Средний срок заживления	4,69 мес	6,19 мес	5,58 мес	$P \leq 0,05$
Большая ампутация за 5 лет	7(16,6)	11(20,7)	8(19)	$P \leq 0,05$
Общая смертность за 5 лет	11(26,1%)	15 (26,3)	14 (29,8)	$P \geq 0,05$



**Рис. 1.** Выживаемость без большой ампутации за 5 лет



**Рис. 2.** Кумулятивная выживаемость за 5 лет

Смертность за 12 месяцев в группах составила 3(6,9%), 2(6,6%) и 3 (10%) соответственно.

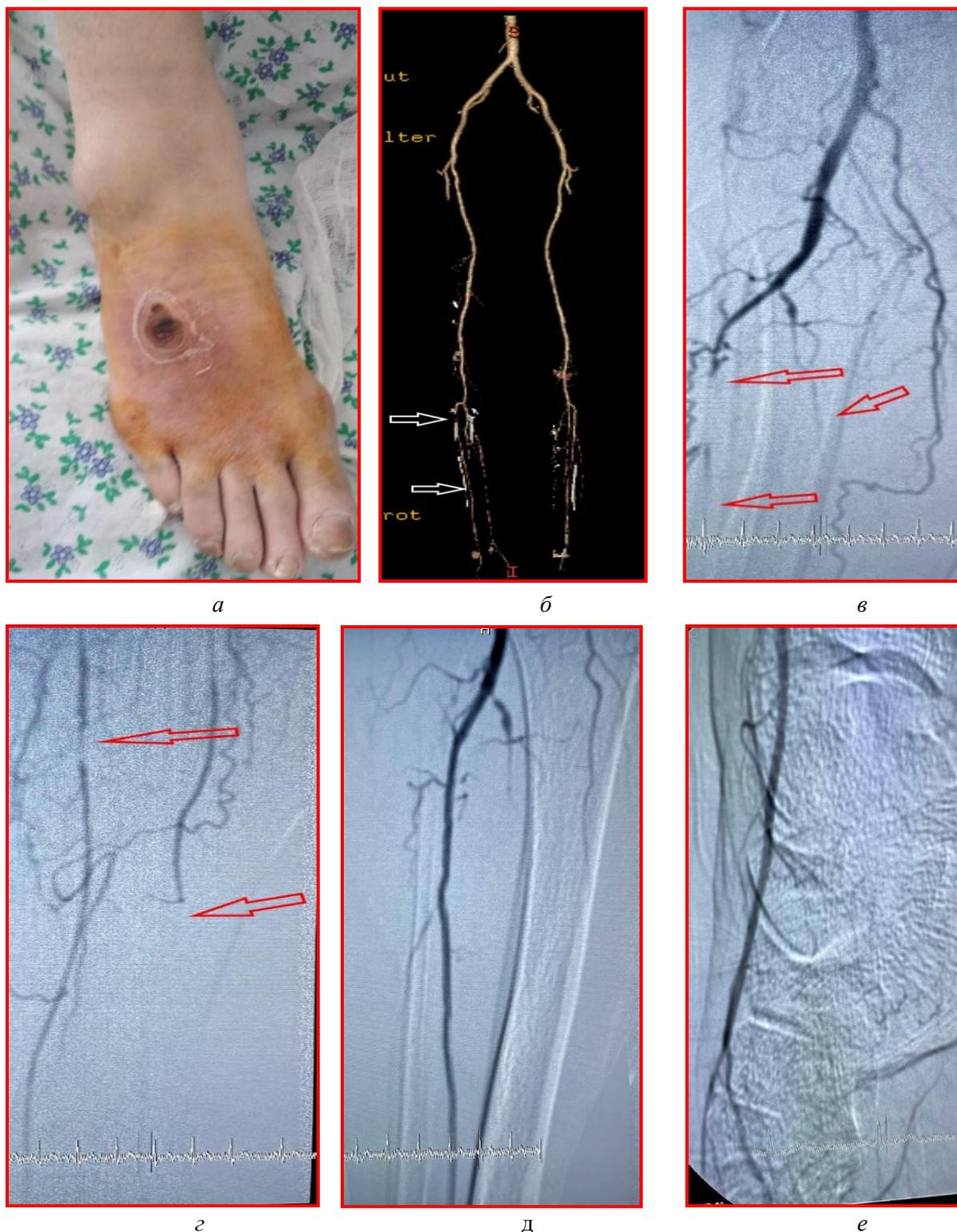
Частота большой ампутации за пять лет была намного больше (таб 3 и рис 1) в группе больных с непрямой реваскуляризацией в сравнении с группой с прямой реваскуляризацией, но результаты непрямой реваскуляризации с коллатеральной артерией приближаются к результатам прямой реваскуляризации.

Как показывает рисунок 2 кумулятивная выживаемость лучше у больных с прямой реваскуляризацией, но статистической значимости данный анализ не имеет. Приводим пример клинического наблюдения больного с прямой реваскуляризацией.

Больная Ю, 75 лет, ИБ №, поступила в отделение СХ ЦГ МВД РУз с критической ишемией правой нижней конечности. Страдает сахарным диабетом более 10 лет, трофическая язва на

тыльной поверхности правой стопы появилась месяц назад. Состояние больной средней тяжести. Гемодинамика стабильна. Локально: при осмотре имеется трофическая язва на тыльной поверхности правой стопы, размерами 1,5\*2,0 см (рис 3, а), на ошупь стопа холодная, пульс на артериях стопы не определяется.

РСД на ПББА 35 мм рт ст, ЛПИ ниже 0,40. На МСКТА подвздошный сегмент без окклюзионно - стенотических поражений (рис 3, б). Больная после обследования взята на ангиографию, доступ ипсилатеральный антеградный бедренный. На ангиографии бедренно – подколенный сегмент без окклюзионно стенотических поражений, отмечается окклюзия всех артерий голени, при этом ЗББА и МБА окклюзированы на всем протяжении (рис 3, в). Имеются несколько фокальных окклюзий ПББА, тыльная артерия стопы контрастируется удовлетворительно (рис 3, г).



**Рис. 3.** а) Трофическая язва на тыльной поверхности стопы справа, б) МСКТА артерий нижних конечностей на которой отмечается, окклюзия всех берцовых артерий, в) - ипсилатеральная антеградная бедренная артериография – протяженная окклюзия всех артерий, г) - внизу контрастируется дистальная часть ПББА, д) и е) – контральная артериография ПББА реканализирована и восстановлена до артериальной дуги стопы

Учитывая находения некротизированных участков в районе ангиосомы снабжающейся из ПББА и менее пораженной, также является ПББА, решено произвести реканализацию ПББА. Больной выполнена реканализация и БАП ПББА. ПББА восстановлена до артериальной дуги сто-

пы. Осуществлено восстановление магистрального кровотока до пораженной ангиосомы (рис 3, д,е).

Другой пример с непрямой реваскуляризацией с удовлетворительным результатом.



**Рис. 4.** а) - гангрена 1 и 2 пальцев правой стопы, б) – МСКТА артерий нижних конечностей – выраженный кальциноз и фокальная окклюзия подколенной артерии, МБА и протяженная окклюзия остальных берцовых артерий правой нижней конечности, в) – артериография - фокальная окклюзия подколенной артерии и проксимальной части тибиоперонеального ствола, г) – контрастируется через коллатеральные артерии дистальная часть МБА и тыльная артерия стопы, д) - контрольная артериография – реканализация и БАП подколенной артерии и МБА, е) через большие коллатеральные артерии контрастируется ПББА и ЗББА.

Больной К, 73 лет, номер истории № , поступил в отделение СХ ЦГ МВД РУз с критической ишемией правой нижней конечности. Страдает сахарным диабетом более 5 лет, почернение 1 и 2 пальцев правой стопы начались несколько недель назад. Также страдает артериальной гипертензией и ИБС.

Состояние больного при поступлении тяжелое, тяжесть обусловлена критической ишемией правой нижней конечности. Сознание ясное.

Гемодинамика стабильна. Локально: при осмотре отмечается гангрена 1 и 2 пальца правой стопы (рис 4,а). Стопа на ощупь холодная, пульс на артериях стопы не определяется. РСД на ПББА 40 мм рт ст, на ЗББА 50 мм рт ст, ЛПИ ниже 0,5. На МСКТА подвздошный сегмент и проксимальная часть ПБА без окклюзионно - стенотических поражений (рис 4,б). Больной был взят на ангиографию, доступ ипсилатеральный антеградный бедренный. На ангиографии отмечается

*критический стеноз подколенной артерии на протяжении 3- см (рис 4, в), ниже ПББА и ЗББА окклюзированы на протяжении, также имеются несколько участков фокальной окклюзии проксимальной части МБА. Тильная артерия стопы и плантарные артерии контрастируются из бассейна МБА (рис 4, г). Больному выполнена реканализация и БАП подколенной артерии и проксимальной части МБА. На контрольной ангиографии проходимость подколенной артерии и МБА восстановлена, четко контрастируется ЗББА и ПББА через конечные ветви МБА (рис 4, д.е). В послеоперационном периоде стопа потеплела, РСД на ПББА 90 мм рт ст, на ЗББА 110 мм рт ст, ЛПИ 0,85. Больной с купированием критической ишемии выписан на амбулаторное лечение.*

**Обсуждение.** Несмотря на достигнутые успехи реваскуляризации, вмешательства на артериях нижних конечностей у пациентов с СД и критической ишемией не всегда приводят к желаемым эффектам. Многочисленные исследования показали, что несмотря на успешное эндovasкулярное восстановление проходимости артерий голени, у 10-18% больных незаживающая трофическая язва становится причиной ампутации конечности выше коленного сустава, в других случаях заживление трофической язвы после успешно выполненной реваскуляризации происходит чрезвычайно медленно - вплоть до нескольких лет [7]. Ангиосомная концепция – это еще одна концепция в арсенале сосудистых хирургов в пути улучшения результатов реваскуляризации. В течение последних 10-15 лет произведено множество исследовательских работ для анализа эффективности многочисленных методов реваскуляризации в сохранении ноги, в том числе и ангиосомной концепции [6]. Наша данная работа является анализом результатов лечения, основанная на данной концепции. При этом, как показывают наши данные и данные зарубежных коллег в плане сроков заживления язвенно-некротического процесса и частоты заживления раны, преимущество ангиосомной концепции сомнению не подлежит. При этом на результат, кроме ангиосомной концепции действуют еще другие факторы, так как по данным нескольких авторов само по себе излированное восстановление кровотока по прямому пути до пораженного участка мягких тканей не всегда является выполнимой задачей, и были доказаны еще и другие факторы такие как, состояние артериальной сети и коллатеральных артерий в спасении ноги [8]. Еще одним немаловажным фактором является ангипатия, вызванная диабетом, так как результаты той же ангиосомной концепции у больных с сахарным диабетом и без нее совершенно могут быть разными [9]. В нашем исследовании все больные были с сахарным

диабетом, и, соответственно, результаты могут быть не идентичными с результатами других авторов. Так как диабет поражает более мелкие артерии, соответственно мелкие ветви артерий берцовых артерий, такие как тильная артерия стопы, а также плантарные артерии сильнее поражаются и роль сохранившихся коллатеральных артерий нарастает и при их отсутствии непрямая реваскуляризация может быть недостаточной в заживлении трофической язвы [10]. Сроки заживления раны и частота заживления раны, а также выживаемость без ампутации в послеоперационном периоде могут зависеть не только от прямого восстановления кровотока, но и также от количества восстановленных артерий. По мнению некоторых авторов, именно количество восстановленных артерий является предиктором заживления раны [11]. Нами произведена оценка состояния артериальной дуги стопы, а также состояния коллатеральных артерий, так как понятно, что восстановление прямого кровотока до ишемизированного участка мягких тканей дает наилучший результат, но восстановление именно той артерии, которая прямым образом снабжает кровью пораженный участок, не представляется возможным, так как в реальности бывает, что именно эта артерия больше всего повреждена и поэтому появились язвенно-некротические изменения в этом бассейне. Как показывает наша практика в этих случаях восстановление артерии той пораженной ангиосомы не представляется возможным. Здесь возникает вопрос: достаточно ли кровоснабжает ишемизированные ткани восстановленная артерия, которая не была артерией пораженной ангиосомы? Мы считаем, что состояние коллатеральных артерий, а также состояние артериальной дуги стопы здесь играет главную роль. Соответственно, нами был произведен анализ состояния коллатеральных артерий и состояния артериальной дуги стопы у больных в обеих группах. Как показывал наш анализ, именно коллатеральные артерии и закрытая артериальная дуга были предикторами заживления раны и сохранения конечности у больных с непрямой реваскуляризацией. В проспективной работе Alexandrescu et al, заживление раны у больных с прямой реваскуляризацией отмечено у 70% и против 20% больных с непрямой реваскуляризацией. Это очень большая разница, но здесь была еще и другая группа, куда вошли больные с непрямой реваскуляризацией. При этом с хорошей коллатеральной артерией на пораженную ангиосому, результаты этой группы были схожи с группой с прямой реваскуляризацией [12].

Другой конечной точкой эффективности была выживаемость без ампутации у больных с прямой и непрямой реваскуляризацией. Исследования, проведенные некоторыми

авторами показали, что выживаемость без ампутации в течение 5 лет после операции у всех авторов результаты похожие, где результаты прямой реваскуляризации были выше. При этом гетерогенность данных исследований была статистически незначимым и кроме этого, сравнивая прямой и непрямой реваскуляризации, авторы здесь также ввели новую группу - группу больных с непрямой реваскуляризацией, но с хорошей перфузией, с помощью коллатеральных артерий. Результаты этой группы по данным всех авторов, которые отделили отдельно эту группу, были лучше, чем результаты с непрямой реваскуляризацией в отдаленном периоде до 24 мес. Что касается сравнения ПР и НПР с коллатеральной артерией за период до 12 мес., отмечается существенная разница в сохранении ноги, а за период до 24 мес., существенной разницы в выживаемости без ампутации не отмечалось [6]. Наш анализ также показал, что ПР намного лучше, чем НПР без коллатеральной артерии в плане выживаемости без ампутации, но сравнение групп с ПР и НПР с коллатеральной артерией не находило существенной разницы за период до 5 лет.

Сравнительный анализ смертности многих авторов после ПР и НПР не нашел статистически значимой разницы между группами. Были работы, которые сравнивали только ПР и НПР и были работы, где проведено сравнение всех трех групп больных [13] как в нашем исследовании и полученный результат такой же аналогичный.

**Заключение.** Таким образом, мы предполагаем, что при выборе тактики реваскуляризации, ПР всегда должна быть предпочтительной, так как прямая реваскуляризация не всегда является выполняемой задачей. При отсутствии возможности восстановления питающей артерии пораженной ангиосомы, НПР с коллатеральной артерией является залогом успеха и в заживлении раны, и выживаемости без ампутации.

#### Литература:

1. Gregg EW, Sorlie P, Paulose-Ram R, et al. Prevalence of lower extremity disease in the US adult population >40 years of age with and without diabetes: 1999-2000 national health and nutrition examination survey. *Diabetes Care* 2004;27:1591e7
2. Apelqvist J, Larsson J, Agardh CD. Long-term prognosis for diabetic patients with foot ulcers. *J Intern Med* 1993;233: 485e91
3. Hingorani A, LaMuraglia GM, Henke P, et al. The management of diabetic foot: a clinical practice guideline by the society for vascular surgery in collaboration with the American podiatric medical association and the society for vascular medicine. *J Vasc Surg* 2016;63:3se21s
4. Abu Dabrh AM, Steffen MW, Undavalli C, Asi N, Wang Z, Elamin MB, Conte MS, Murad MH. The natural history of untreated severe or critical limb ischemia. *J Vasc Surg*. 2015 Dec;62(6):1642-51.e3. doi: 10.1016/j.jvs.2015.07.065. Epub 2015 Sep 26. PMID: 26391460.
5. Shishehbor MH, White CJ, Gray BH, Menard MT, Lookstein R, Rosenfield K, Jaff MR. Critical Limb Ischemia: An Expert Statement. *J Am Coll Cardiol*. 2016 Nov 1;68(18):2002-2015. doi: 10.1016/j.jacc.2016.04.071. Epub 2016 Sep 28. PMID: 27692726.
6. Kim KG, Meshkin DH, Tirrell AR, Bekeny JC, Tefera EA, Fan KL, Akbari CM, Evans KK. A systematic review and meta-analysis of endovascular angiosomal revascularization in the setting of collateral vessels. *J Vasc Surg*. 2021 Oct;74(4):1406-1416.e3. doi: 10.1016/j.jvs.2021.04.026. Epub 2021 Apr 30. PMID: 33940077.
7. Söderström M, Arvela E, Albäck A, Aho PS, Iepäntalo M: Healing of ischaemic tissue lesions after infrainguinal bypass surgery for critical leg ischaemia. *Eur J Vasc Endovasc Surg* 2008;36:90–9515
8. Yosuke Hata, Osamu Iida, Toshiaki Mano, Is Angiosome-Guided Endovascular Therapy Worthwhile?, *Annals of Vascular Diseases*, 2019, Volume 12, Issue 3, Pages 315-318, <https://doi.org/10.3400/avd.ra.19-00042>
9. Ying, A.F., Tang, T.Y., Jin, A. et al. Diabetes and other vascular risk factors in association with the risk of lower extremity amputation in chronic limb-threatening ischemia: a prospective cohort study. *Cardiovasc Diabetol* **21**, 7 (2022). <https://doi.org/10.1186/s12933-021-01441-0>
10. Hou X, Guo P, Cai F, Lin Y, Zhang J. Angiosome-Guided Endovascular Revascularization for Treatment of Diabetic Foot Ulcers with Peripheral Artery Disease. *Ann Vasc Surg*. 2022 Oct;86:242-250. doi: 10.1016/j.avsg.2022.02.012. Epub 2022 Mar 4. PMID: 35257914
11. Lavingia KS, Tran K, Dua A, Itoga N, Deslarzes-Dubuis C, Mell M, Chandra V. Multivessel tibial revascularization does not improve outcomes in patients with critical limb ischemia. *J Vasc Surg*. 2020 Jun;71(6):2083-2088. doi: 10.1016/j.jvs.2019.08.251. Epub 2019 Nov 2. PMID: 31685281; PMCID: PMC8386175]
12. Alexandrescu V-A, Brochier S, Limbga A, et al. Healing of Diabetic Neuroischemic Foot Wounds With vs Without Wound-Targeted Revascularization: Preliminary Observations From an 8-Year Prospective Dual-Center Registry. *Journal of Endovascular Therapy*. 2020;27(1):20-30. doi:10.1177/1526602819885131
13. Jongasma H, Bekken JA, Akkersdijk GP, Hoeks SE, Verhagen HJ, Fiiole B. Angiosome-directed revascularization in patients with critical limb ischemia.

### **НОВЫЙ ВЗГЛЯД НА АНГИОСОМНУЮ КОНЦЕПЦИЮ В СПАСЕНИИ НИЖНЕЙ КОНЕЧНОСТИ**

Темиров С.Н.

**Резюме.** Целью данного исследования является анализ результатов прямой и непрямой реваскуляризации конечностей в контексте анализа факторов для улучшения результатов. **Материалы и методы:** Данная работа является ретроспективным анализом пролеченных эндоваскулярной реваскуляризацией в отделении специализированной хирургии Центрального госпиталя МВД РУз в период с 2012г по 2022г. Критерием включения была критическая ишемия нижних конечностей. У всех больных были язвенно-некротические поражения мягких тканей стопы и все больные страдали сахарным диабетом. Пациенты разделены на три группы: 1) больные с прямой реваскуляризацией ишемически пораженного участка мягких тканей стопы; 2) больные с непрямым восстановлением кровотока до артериальной дуги стопы; 3) больные с непрямым восстановлением кровотока, где восстанавливается одна из трех артерий до стопы, но непрямым кровоснабжением пораженного участка, в соответствии с ангиосомной концепцией, при этом с удовлетворительной коллатеральной артерией, которая по сути снабжает кровью пораженную ангиосому. Первичными конечными точками были частота и сроки заживления ран в течение одного года после выполненной эндоваскулярной реваскуляризации. Заживление ран определялось как полная эпителизация всех ран без больших ампутаций. Большая ампутация была определена как ампутация выше коленного сустава. Вторичные конечные точки включали выживаемость без большой ампутации, неблагоприятное ишемическое событие со стороны конечности (НИСК) и выживаемость без повторного вмешательства. НИСК был определен как большая ампутация или лю-

бое хирургическое или эндоваскулярное повторное вмешательство в оперированной конечности. **Результаты.** Общее количество конечностей составило 107, из них 43 больных вошли первую группу с прямым восстановлением магистрального кровотока до пораженной ангиосомы, в 31 случаях выполнена непрягая реваскуляризация, где не было видимой коллатеральной артерии до пораженной ангиосомы и в 33 случаях выполнена непрягая васкуляризация, где был видимый коллатеральный переток до пораженной ангиосомы. Средний показатель ЛПИ до операции составил  $0,38 \pm 0,15$  в первой группе,  $0,40 \pm 0,2$  и  $0,39 \pm 0,3$  во второй и третьей группе, соответственно, после операции ЛПИ был —  $0,90 \pm 0,17$ ,  $0,80 \pm 0,15$  и  $0,87 \pm 0,14$  соответственно ( $p < 0,05$ ). Таким образом, лучшая частота заживления ( $35(83,3\%)$ ) в течение года отмечена у больных с прямой реваскуляризацией, а результаты непрягой реваскуляризации ( $27(81,8\%)$ ) с коллатеральной артерией были сопоставимы с результатами с прямой реваскуляризацией, в то время, как результаты непрягой реваскуляризации ( $22(70,9\%)$ ) были статистически значимо хуже, чем результаты вышеуказанных групп. Средние сроки заживления раны непрягой реваскуляризации без коллатеральной артерии были намного хуже ( $6,19$  мес), чем результаты ПР ( $4,69$  мес) и НПР с кол ( $5,58$  мес). Смертность за 12 месяцев в группах составила  $3(6,9\%)$ ,  $2(6,6\%)$  и  $3(10\%)$  соответственно. Частота большой ампутации за пять лет была намного больше в группе больных с непрягой реваскуляризацией в сравнении с группой с прямой реваскуляризацией, но результаты непрягой реваскуляризации с коллатеральной артерией приближаются к результатам прямой реваскуляризации. **Заключение.** При выборе тактики реваскуляризации, ПР всегда должна быть предпочтительной, а при отсутствии возможности восстановления питающей артерии пораженной ангиосомы, НПР с коллатеральной артерией является залогом успеха, и в заживлении раны, и выживаемости без ампутации.

**Ключевые слова:** Критическая ишемия, ангиосома, прямая реваскуляризация, непрягая реваскуляризация.