

## ОСОБЕННОСТИ ГЕМОДИНАМИКИ ПРИ СИНДРОМЕ ОБКРАДЫВАНИЯ КИСТИ У ПАЦИЕНТОВ, НАХОДЯЩИХСЯ НА ХРОНИЧЕСКОМ ГЕМОДИАЛИЗЕ

Т.В. Захматова, В.С. Коэн, А.В. Холин

Северо-Западный государственный медицинский университет им. И.И. Мечникова,  
Санкт-Петербург, Российская Федерация

**Обоснование.** Эффективное проведение хронического гемодиализа невозможно без адекватного сосудистого доступа. Однако средняя продолжительность его нормального функционирования составляет 2,5–3,0 года, что связано с развитием осложнений, одним из которых является синдром обкрадывания (стил-синдром) кисти. **Цель** — изучить изменения гемодинамики в постоянном сосудистом доступе и артериях предплечья при синдроме обкрадывания кисти у пациентов, находящихся на хроническом гемодиализе. **Методы.** Дуплексное сканирование выполнено 550 пациентам, из них 517 (94,0%) имели нативную артериовенозную фистулу, 33 (6,0%) — артериовенозный графт. При ультразвуковом исследовании оценивали состояние приводящей артерии, зоны анастомоза, отводящей вены и артерии, дистальнее зоны соустья; определяли линейные и объемную скорость кровотока, индексы периферического сопротивления. **Результаты.** Ишемический синдром обкрадывания кисти был выявлен в 2,7% случаев. Основными причинами его развития являлись стенозы приводящей артерии у пациентов с атеросклерозом и сахарным диабетом, которые не позволяют увеличить объемный кровоток в артерии (20,0%); большой диаметр анастомоза, ведущий к значительному шунтированию крови, дилатации вены и повышению объемной скорости кровотока (13,3%); недостаточный приток крови по локтевой, передней межкостной артериям и отсутствие коллатеральных ветвей, которые не компенсировали ретроградный кровоток из лучевой артерии дистальнее анастомоза в фистулу (40,0%); нарушение механизмов регуляции тонуса резистивных сосудов и патологические изменения микроциркуляторного русла кисти (26,7%). **Заключение.** Динамическое ультразвуковое обследование постоянного сосудистого доступа позволяет выявить неблагоприятные изменения гемодинамики, избежать тяжелых ишемических осложнений и сохранить существующий доступ для гемодиализа. Основное значение в развитии стил-синдрома имеет состояние артерий предплечья, не участвующих в формировании фистулы и микроциркуляторного русла кисти.

**Ключевые слова:** постоянный сосудистый доступ, артериовенозная фистула, гемодиализ, дуплексное сканирование, синдром обкрадывания кисти.

**(Для цитирования:** Захматова Т.В., Коэн В.С., Холин А.В. Особенности гемодинамики при синдроме обкрадывания кисти у пациентов, находящихся на хроническом гемодиализе. Клиническая практика. 2020;11(3):5–12. doi: 10.17816/clinpract34257)

### ОБОСНОВАНИЕ

В настоящее время в мире более 2 млн пациентов с терминальной почечной недостаточностью нуждаются в заместительной терапии, доля программного гемодиализа среди всей заместительной почечной терапии составляет от 62 до 95% [1–3]. Эффективное применение гемодиализа невозможно без адекватного функционирования постоянного сосудистого доступа (ПСД). Однако средняя продолжительность его нормального функционирования составляет 2,5–3 года, максимальная — редко превышает 48 мес, что связано с развитием осложнений, одним из которых яв-

ляется синдром обкрадывания (steal-синдром; от англ. steal — красть, похищать) кисти [1, 4, 5].

При функционировании артериовенозной фистулы большая часть крови из приводящей артерии напрямую попадает в венозную систему, но ишемия кисти развивается не у всех пациентов. Частота синдрома обкрадывания составляет от 2 до 15% [3, 6]. Проявления стил-синдрома могут варьировать от похолодания и побледнения пальцев кисти до трофических язв и гангрены пальцев, поэтому несвоевременное выявление ишемии может привести к потере конечности [7, 8]. Диагностика синдрома обкрадывания кисти основывается на

клинической симптоматике и результатах дуплексного сканирования [9–11].

**Цель исследования** — изучить изменения гемодинамики в ПСД и артериях предплечья при синдроме обкрадывания кисти у пациентов, находящихся на хроническом гемодиализе.

## МЕТОДЫ

### Дизайн исследования

Проведено сплошное проспективное исследование.

### Критерии соответствия

**Критерии включения:** пациенты, находящиеся на хроническом гемодиализном лечении и имеющие сосудистый доступ в виде артериовенозной фистулы или синтетического протеза.

**Критерии невключения:** пациенты, у которых процедуры гемодиализа проводятся через туннельный перманентный катетер или нетуннелированный центральный венозный катетер; возраст менее 18 лет.

## Условия проведения

Исследование проводилось на базе центров гемодиализа Санкт-Петербургского государственного бюджетного учреждения здравоохранения «Городская больница Святой преподобномученицы Елизаветы», Санкт-Петербургского государственного бюджетного учреждения здравоохранения «Городская больница Святого Великомученика Георгия» и федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Северо-Западный государственный медицинский университет им. И.И. Мечникова» Минздрава России в течение 1,5 лет. Существенных отличий в условиях проведения процедуры гемодиализа, в распределении пациентов по полу, возрасту, основному заболеванию, которое стало причиной терминальной почечной недостаточности, и срокам гемодиализного лечения в медицинских учреждениях не было.

## Описание медицинского вмешательства

При дуплексном сканировании алгоритм исследования включал изучение приводящей артерии,

# SPECIFICS OF THE HEMODYNAMICS IN HEMODIALYSIS PATIENTS WITH HAND ISCHEMIA

T.V. Zakhmatova, V.S. Koen, A.V. Holin

Mechnikov North-West State Medical University, Saint Petersburg, Russian Federation

**Background.** Successful hemodialysis is impossible without an effective vascular access. However, the average duration of its normal functioning is 2.5–3.0 years that is associated with complications, one of them being steal syndrome of the hand. **Aim:** to examine the hemodynamic parameters in the permanent vascular access and forearm arteries in chronic hemodialysis patients with ischemic steal syndrome of the hand. **Methods.** Duplex ultrasound was performed in 550 patients, 517 of which (94.0%) had an arteriovenous fistula, 33 (6.0%) had an arteriovenous graft. The inflow artery, anastomotic zone, outflow vein and arteries distal to the anastomotic zone were assessed during ultrasound examination; linear and volumetric speed indicators, peripheral resistance indices were measured. **Results.** Steal syndrome was detected in 2.7% of cases. The main causes are the inflow artery alterations due to diabetes and atherosclerosis that lead to insufficient growth of the blood flow through the artery (20.0%); substantial anastomosis diameter that causes a vein dilation and significant increase in the access flow (13.3%); insufficient blood flow through the ulnar, anterior interosseous arteries and the absence of collateral branches not compensating for the retrograde blood flow in the radial artery distal to anastomosis (40.0%); microcirculatory dysfunction of the hand and alterations of the regulation mechanisms of the resistive vessels tone (26.7%). **Conclusion.** Dynamic ultrasound examination of the vascular access can detect adverse changes in the hemodynamics and avoid severe ischemic complications. The main contribution to the steal syndrome development belongs to the condition of the forearm arteries not participating in the fistula formation and the hand microvasculature.

**Keywords:** vascular access, arteriovenous fistula, hemodialysis, duplex ultrasound, hand ischemia.

(**For citation:** Zakhmatova TV, Koen VS, Holin AV. Specifics of the Hemodynamics in Hemodialysis Patients with Hand Ischemia. *Journal of Clinical Practice*. 2020;11(3):5–12. doi: 10.17816/clinpract34257)

анастомоза, отводящей вены, основной и головной вен на плече (при формировании ПСД на предплечье), подключичной вены, а также лучевой артерии дистальнее соустья, локтевой и передней межкостной артерий [2, 12]. Определяли диаметры приводящей артерии, анастомоза, отводящей вены и протеза; линейную скорость кровотока в зоне анастомоза; объемную скорость кровотока (ОСК) в отводящей вене, в артерии проксимальнее и дистальнее соустья; оценивали направление кровотока в артерии дистальнее области анастомоза. С целью уменьшения погрешности при расчете ОСК измеряли в зонах с ламинарным кровотоком трижды с последующим расчетом среднего арифметического значения [13]. При ультразвуковом исследовании оценивали состояние компенсаторных механизмов ауторегуляции кровотока в кисти с помощью проб с физической нагрузкой (сжатие-разжатие кисти в кулак в течение 2 мин) и постокклюзионной реактивной гиперемией [14, 15].

Для установления основных причин развития синдрома обкрадывания кисти у пациентов, находящихся на хроническом гемодиализе, необходим анализ таких параметров гемодинамики в ПСД, как диаметры анастомоза, артерии и вены, ОСК в артерии, вене и в артерии, дистальнее зоны анастомоза, а также состояние механизмов ауторегуляции кровотока в кисти.

#### Методы регистрации исходов

Ультразвуковое сканирование ПСД выполнено 550 пациентам, получающим лечение хроническим гемодиализом. Дуплексное сканирование выполняли на ультразвуковом сканере Vivid S9 линейным датчиком 7–10 МГц, использовали В-режим, режим цветового доплеровского картирования и импульсно-волнового доплера. При комплексном обследовании проводили сбор жалоб, анамнеза заболевания, анализ выполненных оперативных вмешательств по реконструкции фистулы; определяли длительность функционирования ПСД и сроки развития ишемии кисти, выполняли лабораторные исследования, эхокардиографию и консультацию сосудистого хирурга при необходимости.

#### Этическая экспертиза

На основании проверки протокола исследования, информированного согласия и информации, которая предоставлялась пациенту, Этический комитет ФГБОУ ВО «Северо-Западный государ-

ственный медицинский университет им. И.И. Мечникова» Минздрава России постановил, что работа соответствует международным и этическим нормам, изложенным в Хельсинкской декларации Всемирной медицинской ассоциации «Рекомендации для врачей, занимающихся биомедицинскими исследованиями с участием людей», и требованиям, изложенным в основных нормативных документах Российской Федерации по клиническим исследованиям (протокол № 9 от 03.10.2018).

#### Статистический анализ

Размер выборки включал всех пациентов, которые находились на лечении в центрах гемодиализа указанных медицинских учреждений.

Для анализа результатов исследования применяли пакет статистических программ Statistica 10 для операционной системы Windows XP, разработанный компанией StatSoft. Статистический анализ включал расчет экстенсивных коэффициентов (%), средних арифметических величин ( $M$ ) и средней ошибки средних арифметических величин ( $m$ ) по амплитуде вариационного ряда. Для проверки гипотезы о независимости использовали критерий Хи-квадрат Пирсона, различие считали достоверным при  $p < 0,05$ .

#### РЕЗУЛЬТАТЫ

##### Объекты (участники) исследования

Среди обследованных пациентов ( $n = 550$ ) мужчины составили 52,4% ( $n = 288$ ), женщины — 47,6% ( $n = 262$ ). Возраст участников исследования — от 20 до 88 (средний возраст  $56,7 \pm 14,5$ ) лет. Срок пребывания на гемодиализе в среднем составил  $74,5 \pm 20,1$  мес (от 1 мес до 20 лет).

Из 550 обследованных 517 (94,0%) имели нативную артериовенозную фистулу, 33 (6,0%) — артериовенозный графт.

Основными причинами хронической почечной недостаточности являлись хронический гломерулонефрит (26,9%), сахарный диабет (14,5%) и поликистозная болезнь почек (10,9%) (табл. 1).

##### Основные результаты исследования

Ишемический синдром обкрадывания кисти был выявлен в 2,7% случаев ( $y$  15 пациентов). Клиническая симптоматика была представлена болевым симптомом, похолоданием и цианозом конечности, которые усиливались во время процедуры гемодиализа и делали невозможным его дальнейшее адекватное проведение. Нарушения чувствительности в виде парестезии и гипестезии встречались

Таблица 1  
**Распределение пациентов по основному заболеванию, которое стало причиной хронической почечной недостаточности (n = 550)**

Основное заболевание	Число пациентов	
	Абс.	%
Хронический гломерулонефрит	148	26,9
Сахарный диабет	80	14,5
Поликистозная болезнь почек	60	10,9
Гипертоническая болезнь	59	10,7
Аномалии развития почек	35	6,4
Тубулоинтерстициальный нефрит	17	3,1
Мочекаменная болезнь	14	2,5
Хронический пиелонефрит	10	1,8
Другие заболевания	44	8,0
Сочетанная патология	83	15,1

у пациентов с сахарным диабетом. Двигательных расстройств (парезов) не выявлено ни у одного пациента. Трофические язвы и гангрена концевых фаланг пальцев наблюдались в 2 случаях.

Стил-синдром появлялся в различные сроки от момента формирования ПСД: от нескольких недель до 8 мес (в среднем  $3,5 \pm 1,3$  мес) у пациентов с артериовенозным графтом и от 1 мес до 15 лет (в среднем  $32,7 \pm 10,7$  мес) при артериовенозной фистуле. Среди пациентов с проксимальным доступом ( $n = 113$ ) синдром обкрадывания кисти встречался чаще (у 5; 4,4%), чем у обследованных с радиоцефалическими фистулами ( $n = 437$ ), — в 10 (2,3%) случаях.

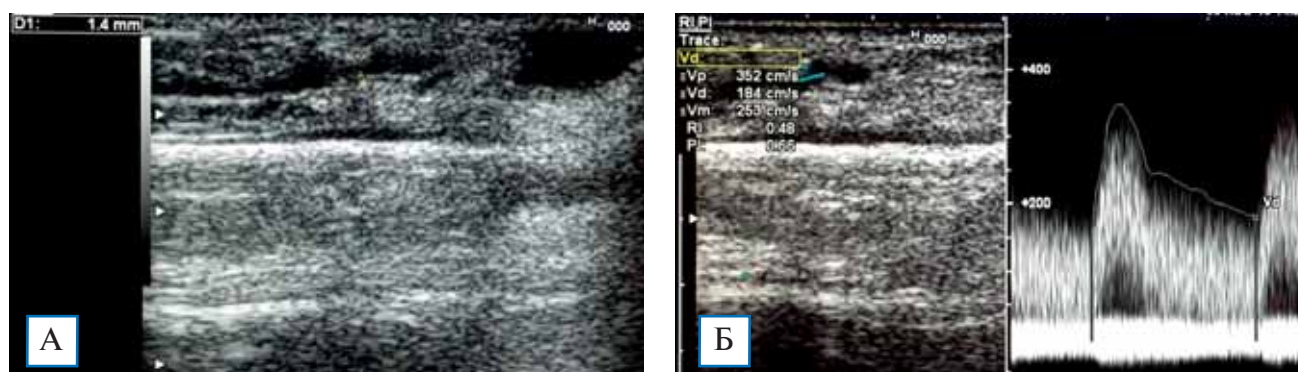
При дуплексном сканировании у пациентов со стил-синдромом диаметр плечевой артерии в среднем составил  $6,2 \pm 0,96$  мм, лучевой артерии —  $3,7 \pm 0,28$  мм и отводящей вены —  $13,5 \pm 4,73$  мм.

Среднее значение диаметра анастомоза у них было достоверно больше ( $5,9 \pm 0,9$  мм), чем в группе обследованных без ишемии кисти ( $4,1 \pm 1,5$  мм). У пациентов со стил-синдромом ОСК в приводящей артерии при плечевой артериовенозной фистуле в среднем была равна  $1802,6 \pm 147,5$  мл/мин, при радиоцефалической фистуле —  $753,3 \pm 117,6$  мл/мин; в отводящей вене при плечевой артериовенозной фистуле —  $1607,5 \pm 126,2$  мл/мин, при дистальной фистуле —  $1008 \pm 115$  мл/мин. Достоверных отличий средних значений ОСК у пациентов с синдромом обкрадывания кисти и без него не выявлено ( $p = 0,06$ ).

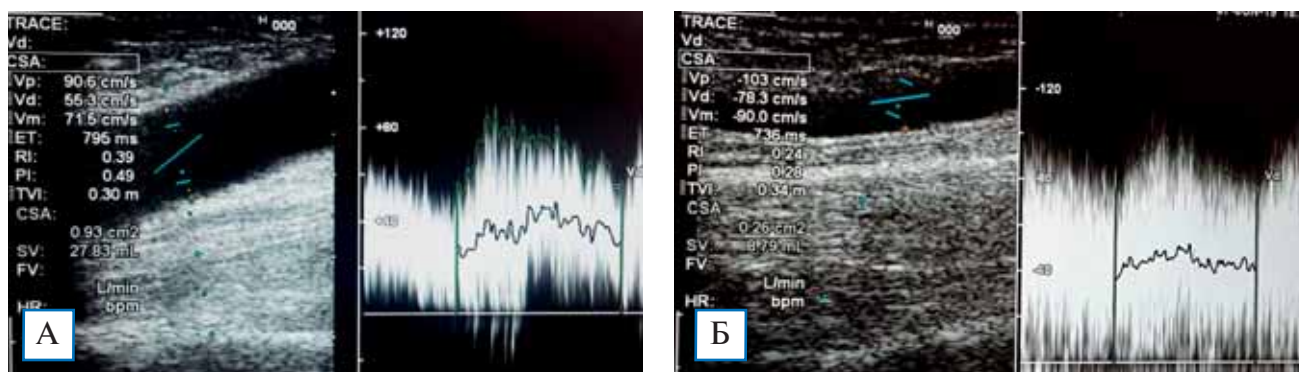
У большинства (93,3%) пациентов с ПСД в лучевой артерии дистальнее зоны анастомоза регистрировали ретроградный кровоток. ОСК ретроградного потока находилась в диапазоне от 27 до 880 мл/мин и в среднем была равна  $316,4 \pm 87,5$  мл/мин, поэтому основное значение в кровоснабжении кисти имели локтевая, передняя межкостная артерии и коллатеральные ветви, суммарная ОСК в которых превышала величину объемной скорости ретроградного кровотока. Развитие синдрома обкрадывания кисти зависело от состояния артерий предплечья, не участвующих в формировании артериовенозной фистулы, а также от величины объемного кровотока, который поступает по ним в кисть и компенсирует ретроградный поток крови из лучевой артерии дистальнее зоны анастомоза в фистулу.

Ультразвуковое исследование позволило выявить основные причины развития стил-синдрома: стенозы приводящей артерии у пациентов с атеросклерозом и сахарным диабетом (рис. 1), которые не позволяют увеличить объемный кровоток в артерии (у 3; 20,0%); большой диаметр анастомоза, обуславливающий значительное шунтирование крови (рис. 2), дилатацию вены и повы-

**Рис. 1.** Эхограммы гемодинамически значимого стеноза приводящей (лучевой) артерии: диаметр свободного просвета лучевой артерии в зоне стеноза 1,4 мм (А); ускорение пиковой систолической скорости кровотока в области стеноза до 352 см/с, что свидетельствует о стенозе 80–90% (Б)



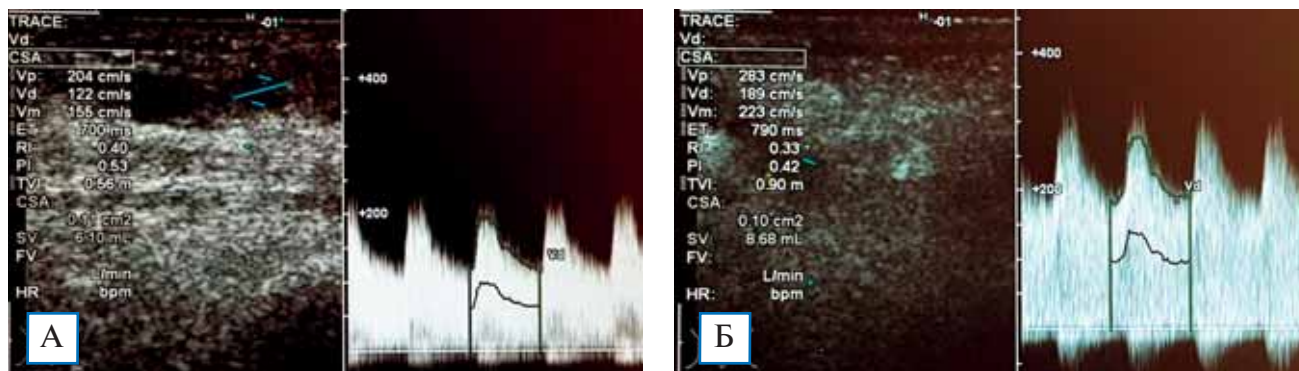
**Рис. 2.** Эхограммы отводящей вены (А) и артерии дистальнее зоны анастомоза (Б): объемная скорость кровотока в отводящей вене составила 2,8 л/мин (А), ретроградного кровотока в артерии дистальнее области анастомоза — 879 мл/мин (Б)



шение ОСК (у 2; 13,3%); недостаточный приток крови по локтевой, передней межкостной артериям и отсутствие коллатеральных ветвей, которые не компенсировали ретроградный кровоток из лучевой артерии дистальнее анастомоза в фистулу (у 6; 40,0%); нарушение механизмов регуляции тонуса резистивных сосудов и патологические изменения микроциркуляторного русла кисти (у 4; 26,7%). Неполный вариант строения пальмарных дуг предрасполагает к развитию синдрома обкрадывания кисти.

При пробе с физической нагрузкой у пациентов без стил-синдрома наблюдалось увеличение показателя ОСК на  $29,3 \pm 4,6\%$  (рис. 3). Снижение тонуса резистивных сосудов при физической нагрузке способствует увеличению притока крови в микроциркуляторное русло кисти, что является важным механизмом ауторегуляции кровотока и адаптации к гипоперфузии. При стил-синдроме в ответ на физическую нагрузку реакция отсутствовала, что указывает на срыв компенсаторных механизмов регуляции кровотока в кисти (рис. 4).

**Рис. 3.** Эхограммы локтевой артерии: объемная скорость кровотока исходно (А) составила 610 мл/мин, после пробы с физической нагрузкой (Б) — до 868 мл/мин (увеличение на 30,0%)



**Рис. 4.** Эхограммы локтевой артерии: объемная скорость кровотока исходно составила 425 мл/мин (А), ее снижение после пробы с физической нагрузкой до 417 мл/мин свидетельствует о срыве компенсаторных механизмов ауторегуляции кровотока в кисти (Б)

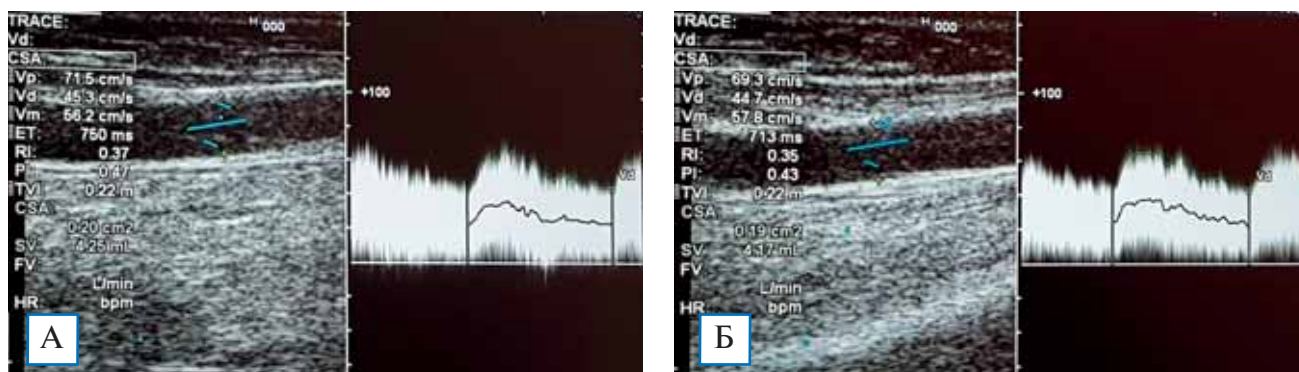


Таблица 2

**Распределение пациентов с синдромом обкрадывания кисти ( $n = 15$ ) и без него ( $n = 535$ ) в зависимости от факторов риска развития стил-синдрома**

Параметр	Пациенты без стил-синдрома		Пациенты со стил-синдромом	
	Абс.	%	Абс.	%
Женский пол	255	47,7	6	40,0
Возраст, лет	56,4 ± 14,6		59,2 ± 11,7	
Проксимальный постоянный сосудистый доступ	108	20,2*	5	33,3*
Дистальный постоянный сосудистый доступ	427	79,8*	10	66,7*
Артериовенозный графт	30	5,6*	3	20,0*
Сахарный диабет и распространенный атеросклероз	296	55,3*	13	86,7*
Ретроградный кровоток в артерии дистальнее анастомоза	364	68,0*	14	93,3*
Нарушение механизмов регуляции тонуса резистивных сосудов	28	5,2*	4	26,7*

**Примечание.** \* — различия статистически значимы ( $p < 0,05$ ).

Выполнение пробы постокклюзионной реактивной гиперемии показало, что у пациентов без синдрома обкрадывания по сравнению с обследованными без адекватного функционирования ПСД прирост ОСК был меньше на  $31,5 \pm 5,2\%$ , а время полувосстановления кровотока — больше на  $28,6 \pm 2,9\%$  и составило  $47,5 \pm 6,3$  сек. При стил-синдроме по сравнению с пациентами без синдрома обкрадывания прирост ОСК снижался на  $57,5 \pm 5,8\%$ , а время полувосстановления кровотока было больше на  $31,0 \pm 3,7\%$  и составило  $68,7 \pm 5,5$  сек, что свидетельствует о нарушении реактивности микроциркуляторного русла кисти. Компенсация кровотока в кисти осуществлялась за счет увеличения ОСК в локтевой (в среднем  $269,5 \pm 70,5$  мл/мин), в передней межкостной ( $45,3 \pm 26,9$  мл/мин) артериях и коллатеральных сосудах на предплечье.

Сравнительный анализ пациентов с синдромом обкрадывания кисти и без него по полу, возрасту, уровню наложения ПСД, сопутствующей патологии и параметрам гемодинамики в фистуле представлен в табл. 2, 3.

Таким образом, стил-синдром развивался достоверно чаще у пациентов с проксимальным доступом, в случае наложения артериовенозного графта, при сопутствующей патологии в виде сахарного диабета и распространенного атеросклероза, а также наличии ретроградного кровотока в артерии дистальнее соустья и нарушении механизмов регуляции тонуса резистивных сосудов. У пациентов с синдромом обкрадывания кисти средние значения диаметра анастомоза и объемной скорости ретроградного кровотока в артерии дистальнее соустья превышали показатели у пациентов без стил-синдрома.

Реконструктивные вмешательства были выполнены всем пациентам с синдромом обкрадывания кисти. В 13,3% случаев (у 2 пациентов) была выполнена перевязка артериовенозного доступа в связи с угрозой потери конечности и невозможностью выполнить реконструктивную операцию, в 33,3% (у 5) — пликация и уменьшение диаметра анастомоза, в 26,7% (у 4) — проксимализация артериального притока, в 20,0% (у 3) — лигирование артерии дистальнее анастомоза, в 6,7% (у 1) — дистальная

Таблица 3

**Средние значения параметров гемодинамики в постоянном сосудистом доступе у пациентов с ишемическим синдромом обкрадывания кисти ( $n = 15$ ) и без него ( $n = 535$ )**

Параметр гемодинамики	Пациенты без стил-синдрома	Пациенты со стил-синдромом
Диаметр анастомоза, мм	4,1 ± 1,5*	5,9 ± 0,9*
Объемная скорость кровотока в фистуле, мл/мин	1055,2 ± 576,3	1186,67 ± 512,594
Объемная скорость ретроградного кровотока в артерии дистальнее анастомоза, мл/мин	180,5 ± 192,3*	316,4 ± 87,5*

**Примечание.** \* — различия статистически значимы ( $p < 0,05$ ).

реваскуляризация. Способ оперативного лечения определялся сосудистым хирургом с учетом уровня формирования ПСД, степени ишемии, наличия ретроградного кровотока в артерии дистальнее анастомоза и его ОСК, патологических изменений приводящей артерии и артерий предплечья, не участвующих в формировании фистулы, состояния микроциркуляторного русла кисти, наличия подходящих сосудов для выполнения реконструкции или наложения новой артериовенозной фистулы на плече либо контралатеральной конечности.

## ОБСУЖДЕНИЕ

Диагностика синдрома обкрадывания кисти основывается на результатах ультразвукового исследования, ангиографии, фотоплетизмографии, пульсоксиметрии и определении транскутанного напряжения кислорода, однако наиболее доступным и информативным методом оценки функционирования ПСД и выявления его осложнений является дуплексное сканирование [1, 9, 11, 12]. Основной причиной терминальной хронической почечной недостаточности был хронический гломерулонефрит, что совпадает с данными литературы [1–4]. Клиническая симптоматика у пациентов с синдромом обкрадывания кисти была типичной (боль, похолодание конечности, онемение и парестезии) и подробно описана в ряде работ [5, 7, 8]. Так, стил-синдром у пациентов, находящихся на хроническом гемодиализе, встречался чаще (7,25%) [2, 3], чем в нашем исследовании (2,7%), вероятно, потому, что нами учитывались пациенты с выраженной клинической симптоматикой, при которой дальнейшее проведение гемодиализа становилось невозможным. Ишемия кисти встречалась чаще при проксимальных артериовенозных фистулах, чем при сосудистых доступах на предплечье, что соответствует литературным данным [1, 5, 8]. Синдром обкрадывания появлялся в более ранние сроки у пациентов с артериовенозным графтом по сравнению с дистальными радиоцефалическими фистулами ( $p = 0,03$ ). Средние значения ОСК у пациентов с синдромом обкрадывания и у обследованных без ишемии кисти достоверно не отличались ( $p = 0,06$ ), что совпадает с результатами исследований, в которых отсутствует достоверная корреляция между степенью ишемии и ОСК в сосудистом доступе [2].

Среди основных причин развития стил-синдрома при хроническом гемодиализе в литературе указывают стенотическое поражение приводящей артерии, увеличение ОСК в анастомозе и отводящей

вене более 2,0 л/мин [5, 7, 8]. Частота ретроградного кровотока в артерии дистальнее зоны соустья, по данным разных авторов, значительно отличается — от 53,3 до 92,4% [2, 3, 14]. В проведенной нами работе она составила 93,3%, взаимосвязи между наличием ретроградного потока из дистальной части лучевой артерии в фистулу и развитием стил-синдрома не получено. Хотя существует мнение, что ретроградный кровоток в артерии дистальнее анастомоза является предиктором развития ишемического синдрома обкрадывания [2].

Функциональное состояние сосудов микроциркуляторного русла кисти и изменение перфузии тканей пальцев кисти изучались с помощью многофункционального лазерного диагностического комплекса [14]. Полученные результаты свидетельствуют о нарушении механизмов регуляции тонуса микрососудов кисти и снижении адаптационных резервов микроциркуляторного русла у пациентов с ишемией кисти. Проведенные нами пробы с физической нагрузкой и постокклюзионной реактивной гиперемией показали, что при синдроме обкрадывания кисти наблюдаются снижение тонуса резистивных сосудов и нарушение компенсаторных механизмов регуляции кровотока в кисти, которые и приводят к развитию стил-синдрома. Полученные данные находят подтверждение в других работах [7, 15].

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Ретроградный кровоток в лучевой артерии дистальнее соустья встречался в 93,3%, однако синдром обкрадывания кисти выявлен лишь в 2,7% случаев. Патологические изменения артерий предплечья, не участвующих в формировании артериовенозной фистулы, и состояние микроциркуляторного русла кисти имеют основное значение в развитии стил-синдрома. Снижение или отсутствие реакции на функциональные пробы у пациентов с синдромом обкрадывания свидетельствует о срыве компенсаторных механизмов ауторегуляции кровотока, что и приводит к ишемии кисти.

Динамическое ультразвуковое обследование ПСД позволяет выявить неблагоприятные изменения гемодинамики, избежать тяжелых ишемических осложнений и сохранить существующий доступ для гемодиализа.

## ИСТОЧНИК ФИНАНСИРОВАНИЯ

Исследование не имело спонсорской поддержки и осуществлялось на личные средства авторов.

**КОНФЛИКТ ИНТЕРЕСОВ**

Авторы статьи подтвердили отсутствие конфликта интересов, о котором необходимо сообщить.

**УЧАСТИЕ АВТОРОВ**

Т.В. Захматова — разработка методики исследования, дуплексное сканирование сосудистого доступа у части пациентов, подготовка статьи к публикации; В.С. Коэн — проведение исследований, ультразвуковое обследование ряда пациентов, статистическая обработка и анализ полученного материала; А.В. Холин — анализ полученных данных, редактирование статьи. Все авторы внесли существенный вклад в проведение исследования и подготовку статьи, прочли и одобрили финальную версию до публикации.

**СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ / REFERENCES**

1. Алферов С.В., Карпов С.А., Гринев К.М., Васильев А.Н. Постоянный сосудистый доступ для гемодиализа: современные представления // *Нефрология*. — 2013. — Т.17. — №6. — С. 56–70. [Alferov SV, Karpov SA, Grinev KM, Vasilyev AN. Permanent vascular access for hemodialysis: a modern view. *Nephrology (Saint-Petersburg)*. 2013;17(6):56–70. (In Russ.)] doi: 10.24884/1561-6274-2013-17-6-56-70.
2. Гринев К.М., Карпов С.А., Алферов С.В. Нетромботические осложнения постоянного сосудистого доступа при программном гемодиализе и способы их хирургической коррекции // *Вестник Санкт-Петербургского университета. Медицина*. — 2017. — Т.12. — №4. — С. 340–353. [Grinev KM, Karpov SA, Alferov SV. Non-thrombotic complications of permanent vascular access in dialysis cases and techniques for their surgical correction. *Vestnik of Saint-Petersburg university*. 2017;12(4):340–353. (In Russ.)] doi: 10.21638/11701/spbu11.2017.404.
3. Седов В.М., Карпов С.А., Алферов С.В., Гринев К.М. Феномен ишемического «обкрадывания» у пациентов с артериовенозными фистулами для гемодиализа // *Вестник хирургии им. И.И. Грекова*. — 2013. — Т.172. — №6. — С. 51–55. [Sedov VM, Karpov SA, Alferov SV, Grinyov KM. Phenomenon of ischemic steal syndrome in patients with different arteriovenous fistulas for hemodialysis and its surgical correction. *Grekov's Bulletin of Surgery*. 2013;172(6):51–55. (In Russ.)] doi: 10.24884/0042-4625-2013-172-6-051-055.
4. Калинин Р.Е., Сучков И.А., Пшенников А.С., и др. Сосудистый доступ для гемодиализа — вчера, сегодня, завтра // *Медицинский вестник Северного Кавказа*. — 2016. — Т.11. — №1. — С. 120–125. [Kalinin RE, Suchkov IA, Pshennikov AS, et al. Sosudisty dostup dlya gemodializa — vchera, segodnya, zavtra.

*Medicinskij vestnik Severnogo Kavkaza*. 2016;11(1):120–125. (In Russ.)] doi: 10.14300/mnnc.2016.11016.

5. Huber TS, Larive B, Imrey PB, et al. Access related hand ischemia and the hemodialysis fistula maturation study. *J Vasc Surg*. 2016;64(4):1050–1058. doi: 10.1016/j.jvs.2016.03.449.

6. Quencer KB, Kidd K, Kinney T. Preprocedure evaluation of a dysfunctional dialysis access. *Tech Vasc Interv Radiol*. 2017;20(1):20–30. doi: 10.1053/j.tvir.2016.11.005.

7. Карпов С.А. *Обоснование и оценка хирургической коррекции ишемического синдрома обкрадывания у больных с артериовенозной фистулой для гемодиализа*: Дис. ... канд. мед. наук. — СПб., 2013. — 167 с. [Karpov SA. *Obosnovaniye i otsenka khirurgicheskoy korrektsii ishemicheskogo sindroma obkradyvaniya u bol'nykh s arteriovenoznoy fistuloy dlya gemodializa*. [dissertation] Saint Petersburg; 2013. 167 p. (In Russ.)]

8. Beathard GA, Spergel LM. Hand ischemia associated with dialysis vascular access: an individualized access flow-based approach to therapy. *Semin Dial*. 2013;26(3):287–314. doi: 10.1111/sdi.12088.

9. Napoli M. Echo color doppler & vascular accesses for hemodialysis. Milano: Wichtig Editore; 2011. P. 87–92.

10. Попов А.Н. *Оптимальные варианты длительно функционирующих артериовенозных фистул у пациентов, находящихся на хроническом гемодиализе*: Дис. ... канд. мед. наук. — Нижний Новгород, 2015. — 129 с. [Popov AN. *Optimal'nyye varianty dlitel'no funktsioniruyushchikh arteriovenoznykh fistul u patsiyentov, nakhodyashchikhsya na khronicheskom gemodialize*. [dissertation] Nizhniy Novgorod; 2015. 129 p. (In Russ.)]

11. Itoga NK, Ullery BW, Tran K, et al. Use of a proactive duplex ultrasound protocol for hemodialysis access. *J Vasc Surg*. 2016;64(4):1042–1049. doi: 10.1016/j.jvs.2016.03.442.

12. Pietryga JA, Little MD, Robbin ML. Sonography of arteriovenous fistulas and grafts. *Semin Dial*. 2017;30(4):309–318. doi: 10.1111/sdi.12599.

13. Коэн В.С., Захматова Т.В., Себелев К.И. Алгоритм дуплексного сканирования постоянного сосудистого доступа для гемодиализа // *Российский электронный журнал лучевой диагностики*. — 2020. — Т.10. — №1. — С. 83–93. [Koen VS, Zahmatova TV, Sebelev KI. Algorithm of duplex ultrasound of permanent vascular access for hemodialysis. *Russian Electronic Journal of Radiology*. 2020;10(1):83–93. (In Russ.)] doi: 10.21569/2222-7415-2020-10-1-83-93.

14. Гринев К.М. *Пути улучшения диагностики и хирургического лечения гемодинамических осложнений артериовенозных фистул для хронического гемодиализа*: Дис. ... докт. мед. наук. — СПб., 2016. — 215 с. [Grinev KM. *Puti uluchsheniya diagnostiki i khirurgicheskogo lecheniya gemodinamicheskikh oslozhneniy arteriovenoznykh fistul dlya khronicheskogo gemodializa*. [dissertation] Saint Petersburg; 2016. 215 p. (In Russ.)]

15. Лобов Г.И., Гурков А.С. Регуляция микроциркуляторного кровотока в кисти у пациентов с радиоцефалической артериовенозной фистулой для гемодиализа // *Вестник науки Сибири*. — 2014. — №4. — С. 291–296. [Lobov GI, Gurkov AS. Regulyatsiya mikrotsirkulyatornogo krovotoka v kisti u patsiyentov s radiotsefalicheskoy arteriovenoznoy fistuloy dlya gemodializa. *Vestnik nauki Sibiri*. 2014;(4):291–296. (In Russ.)]

**КОНТАКТНАЯ ИНФОРМАЦИЯ**

**Захматова Татьяна Владимировна**, д.м.н., доцент кафедры [**Tatyana V. Zakhmatova**, MD, PhD, associate Professor of the Department]; **адрес**: 191015, Россия, Санкт-Петербург, ул. Кирочная, д. 41 [**address**: 41 Kirochnaya str., 191015 Saint Petersburg, Russia]; **e-mail**: tvzakh@mail.ru, **SPIN-код**: 6813-0679, **ORCID**: <https://orcid.org/0000-0001-8253-2382>

**Коэн Валерия Сергеевна**, аспирант [**Valeriia S. Koen**, postgraduate, MD]; **e-mail**: valeriia.koen@gmail.com, **SPIN-код**: 4385-9561, **ORCID**: <https://orcid.org/0000-0002-3280-5714>

**Холин Александр Васильевич**, д.м.н., профессор [**Alexander V. Holin**, MD, PhD, Professor]; **e-mail**: holin1959@list.ru, **SPIN-код**: 9791-8550, **ORCID**: <https://orcid.org/0000-0001-8227-1530>