

© CC BY Коллектив авторов, 2025
УДК [617.51 + 617.53]-08 : 615.837.3
<https://doi.org/10.24884/0042-4625-2025-184-3-68-77>

ПРЕДОПЕРАЦИОННАЯ РАЗМЕТКА ПЕРФОРАНТНЫХ ЛОСКУТОВ С ПОМОЩЬЮ УЛЬТРАЗВУКОВОГО ТРИПЛЕКСНОГО АНГИОСКАНИРОВАНИЯ ПРИ УСТРАНЕНИИ ДЕФЕКТОВ ГОЛОВЫ И ШЕИ

И. М. Шпицер^{1, 2*}, В. В. Викентьев¹, А. П. Ведяева², М. Н. Большаков², О. Б. Кулаков¹

¹ Российский университет медицины

127006, Россия, Москва, ул. Долгоруковская, д. 4

² Центральный научно-исследовательский институт стоматологии и челюстно-лицевой хирургии

119034, Россия, Москва, ул. Тимура Фрунзе, д. 16

Поступила в редакцию 03.10.2024 г.; принята к печати 09.04.2025 г.

ЦЕЛЬ исследования – разработка алгоритма поиска перфорантных сосудов и предоперационного планирования дизайна лоскута переднебоковой поверхности бедра (ЛППБ) и лоскута на поверхностной артерии, огибающей подвздошную кость (ЛПАОПК), с использованием ультразвукового триплексного ангиосканирования (УТАС), и сравнение полученных данных с интраоперационной локализацией перфорантных сосудов.

МЕТОДЫ И МАТЕРИАЛЫ. С января 2023 по май 2024 г. в университетской клинике РУМ находились под наблюдением 8 пациентов с дефектами и новообразованиями челюстно-лицевой области, которым выполнялась предоперационная подготовка с двухсторонним УТАС мягких тканей переднебоковой поверхности бедра и паховой области. На уровне интересующих анатомических структур производилась оценка максимальной систолической скорости кровотока (максСС), индекса резистентности (ИР), локализации перфорантного сосуда и глубины его залегания. Всем пациентам в последующем было выполнено оперативное вмешательство, в процессе которого было проведено сравнение данных ангиосканирования и интраоперационной картины. Подробно описан протокол УТАС для двух лоскутов с настройкой параметров аппарата ультразвуковой диагностики.

РЕЗУЛЬТАТЫ. Таким образом, восьмерым пациентам была проведена реконструкция в области головы и шеи. Средний возраст пациентов был 41,25 лет (25–63 года), средний индекс массы тела (ИМТ) $26,14 \pm 2,47$ кг/м², было пересажено 5 ЛППБ и 3 ЛПАОПК. Средние данные максСС на уровне поверхностной артерии, огибающей подвздошную кость в ЛПАОПК, были равны $28,56 \pm 18,46$ см/с, в ЛППБ на уровне нисходящей ветви латеральной огибающей бедренной артерии $49,86 \pm 15,02$. Также описаны результаты измерения максСС и ИР в перфорантных сосудах на уровне глубокой и поверхностной фасции.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ. Триплексное ангиосканирование сосудов предоставляет как анатомическую, так и гемодинамическую информацию для донорских и реципиентных участков. Обучение хирурга методикам УТАС позволяет оператору до операции произвести тщательную оценку донорской зоны, что сократит непредвиденные ситуации интраоперационно.

Ключевые слова: ультразвуковая диагностика, триплексное ангиосканирование, перфорантный сосуд, перфорантный лоскут, микрохирургия, обучение хирурга

Для цитирования: Шпицер И. М., Викентьев В. В., Ведяева А. П., Большаков М. Н., Кулаков О. Б. Предоперационная разметка перфорантных лоскутов с помощью ультразвукового триплексного ангиосканирования при устранении дефектов головы и шеи. *Вестник хирургии имени И. И. Грекова*. 2025;184(3):68–77. <https://doi.org/10.24884/0042-4625-2025-184-3-68-77>.

* **Автор для связи:** Иван Михайлович Шпицер, Российский университет медицины, 127006, Россия, Москва, ул. Долгоруковская, д. 4. E-mail: i@ishpitser.ru.

PREOPERATIVE MAPPING OF PERFORATOR FLAPS USING ULTRASOUND TRIPLEX ANGIOSCANNING FOR HEAD AND NECK DEFECTS RECONSTRUCTION

Ivan M. Shpitser^{1, 2*}, Viacheslav V. Vikentyev¹, Anna P. Vedyayeva², Mikhail N. Bolshakov², Oleg B. Kulakov¹

¹ Russian University of Medicine

4, Dolgorukovskaya str., Moscow, Russia, 127006

² Central Research Institute of Stomatology and Maxillofacial Surgery

16, Timur Frunze str., Moscow, Russia, 119034

Received 03.10.2024; accepted 09.04.2025

The **OBJECTIVE** of the study was to develop an algorithm for searching perforator vessels and preoperative planning of the design of the anterolateral thigh perforator flap (ALT) and superficial circumflex iliac artery perforator flap

(SCIP) using ultrasound triplex angioscanning (UTAS) and compare the data obtained with intraoperative localization of perforator vessels.

METHODS AND MATERIALS. From January 2023 to May 2024, 8 patients with defects and neoplasms of the maxillofacial area, who underwent preoperative preparation with bilateral UTAS of soft tissues of the anterolateral thigh and groin area, were monitored at the University Clinic. At the level of the interested anatomical structures, the maximum systolic blood flow velocity (maxSBFV), resistance index (RI), perforator vessel localization and the depth of it were assessed. All patients underwent surgery soon, during which a comparison was made between angioscanning data and the intraoperative view. The UTAS protocol for two flaps with parameter settings of the ultrasound diagnostic device was described in detail.

RESULTS. Thus, eight patients underwent head and neck reconstruction. The average age of the patients was 41.25 years (25–63 years), the average body mass index (BMI) was 27.2 ($26.14 \pm 2.47 \text{ kg/m}^2$), 5 ALTPF and 3 SCIAFP were transplanted. The average maxSBFV values at the level of the superficial circumflex iliac artery in SCIAFP were $28.56 \pm 18.46 \text{ cm/s}$, in ALTPF at the level of the descending branch of the lateral circumflex femoral artery were $49.86 \pm 15.02 \text{ cm/s}$. The results of measuring maxSBFV and RI in perforator vessels at the level of deep and superficial fascia were also described.

CONCLUSION. Triplex angioscanning of blood vessels provides both anatomical and hemodynamic information for donor and recipient sites. The surgeon's training in UTAS techniques allows the operator to carefully assess the donor area before surgery, which will reduce unpredictable situations intraoperatively.

Keywords: *ultrasound examination, triplex angioscanning, perforator vessel, perforator flap, microsurgery, surgeon training*

For citation: Shpitser I. M., Vikentyev V. V., Vedyayeva A. P., Bolshakov M. N., Kulakov O. B. Preoperative mapping of perforator flaps using ultrasound triplex angioscanning for head and neck defects reconstruction. *Grekov's Bulletin of Surgery*. 2025;184(3):68–77. (In Russ.). <https://doi.org/10.24884/0042-4625-2025-184-3-68-77>.

* **Corresponding author:** Ivan M. Shpitser, Russian University of Medicine, 4, Dolgorukovskaya str., Moscow, 127006, Russia. E-mail: i@ishpitser.ru.

Введение. В наше время задачи реконструктивной микрохирургии стали помимо функциональных эстетическими, что требует от хирурга формирования косметически приемлемого рубца в скрытой области, а также снижения процента осложнений в донорском участке. По этим причинам все чаще для реконструкции используются перфорантные лоскуты [1–4]. Тонкие, эластичные лоскуты часто подразумевают под собой использование именно перфорантных лоскутов. Контролируемая толщина свободных лоскутов имеет решающее значение для эстетического вида донорского участка и зоны дефекта. Кроме того, в литературе описано использование тонких лоскутов, поднимаемых на уровне поверхностной фасции [5, 6].

В контексте реконструкции головы и шеи наиболее часто можно встретить два перфорантных лоскута: лоскут на поверхностной артерии, огибающей подвздошную кость (ЛПАОПК) и лоскут переднебоковой поверхности бедра (ЛППБ) [7–9].

Предоперационная подготовка и планирование дизайна лоскута имеет важное значение для успеха микрохирургической операции, особенно для молодых хирургов. Сегодня золотого стандарта планирования перфорантных лоскутов нет, но наиболее часто используемым исследованием является компьютерная томография с контрастным усилением (КТА). Оно предполагает лучевую нагрузку и необходимость привлечения отделения лучевой диагностики и усложнения процесса переноса данных об анатомии сосудистого русла на поверхность тела пациента. Альтернативой является ультразвуковое триплексное ангиосканирование (УТАС) [10, 11]. УТАС зарекомендовало себя как удобный метод для предоперационного планирования и характеристики перфорантных сосудов при использовании

систематизированного подхода и алгоритма картирования [12].

Данное исследование направлено на разработку четкого алгоритма поиска перфорантных сосудов и предоперационного планирования дизайна ЛПАОПК и ЛППБ лоскута, сравнение данных УТАС и интраоперационной локализации перфорантных сосудов, описании скоростных характеристик и индекса резистентности кровотока по сосудам в данных лоскутах.

Методы и материалы. С января 2023 г. по май 2024 г. в университетской клинике Научно-образовательного института Российского университета медицины предоперационную подготовку с использованием УТАС исследования прошли 8 пациентов, которым выполнялось двухстороннее исследование ЛПАОПК и ЛППБ. На уровне интересующих анатомических структур производилась оценка максимальной систолической скорости кровотока (максСС), индекса резистентности (ИР), локализация перфорантного сосуда и глубины его залегания. Всем пациентам в последующем было выполнено оперативное вмешательство, в процессе которого было проведено сравнение данных ангиосканирования и интраоперационной картины. Предоперационное обследование проводилось на аппарате Philips CX50 (Koninklijke Philips N. V., Amsterdam, Netherlands) с использованием линейного датчика Philips L15-7io с частотой 7–15 МГц с частотой кадров 30 в секунду.

УТАС проводилось за 1–2 дня до оперативного вмешательства и вначале его выполнялась хирургическая разметка по стандартным ориентирам для ЛПАОПК [13, 14] и ЛППБ лоскута [14, 15]. Разметка выполнялась перманентным маркером. Регистрировался ход перфорантного сосуда, точки



Рис. 1. Предоперационная разметка перманентным маркером сосудистой системы лоскута переднебоковой поверхности бедра и лоскута на поверхностной артерии, огибающей подвздошную кость. Произведена нумерация отдельных точек для сопоставления с изображениями, полученными при ультразвуковом исследовании

Fig. 1. Preoperative mapping with a permanent marker of the vascular system of the ALTPF and the SCIAPF. The numbering of individual points was performed for comparison with the images obtained during ultrasound examination

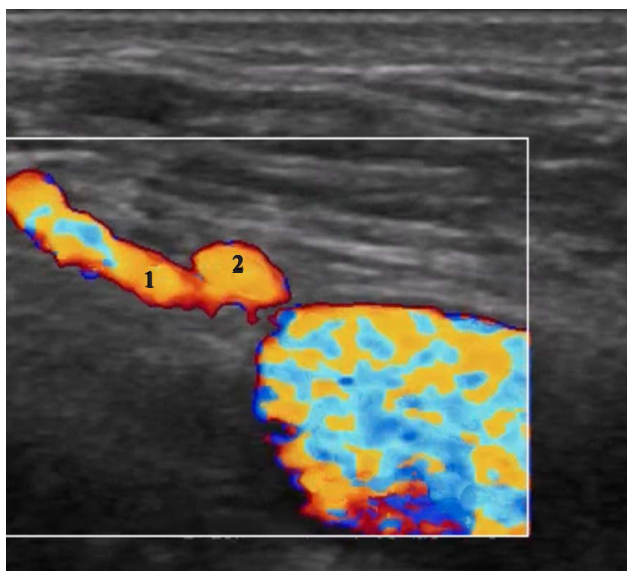


Рис. 2. Скриншот, сделанный в ходе ультразвукового исследования, бифуркация поверхностной артерии, огибающей подвздошную кость на: 1 – глубокий перфорантный сосуд, 2 – поверхностный перфорантный сосуд

Fig. 2. Screenshot taken during ultrasound examination, bifurcation of the superficial circumflex iliac artery into: 1 – deep perforator vessel, 2 – superficial perforator vessel

перфорации им глубокой и поверхностной фасции, также каждая точка была пронумерована цифрой, которая была синхронизирована с нумерацией изображений ультразвукового исследования (УЗИ). Производилось измерение времени исследования.

Для измерения отклонений в исследовании локализации перфорантов как интраоперационно, так и на дооперационном этапе использовались оси координат. При исследовании ЛПАОПК ось X соответствовала линии между паховым бугорком и передней верхней остью подвздошной кости, ось Y имела перпендикулярное к ней направление и при локализации над осью X имела положительное значение, под осью X отрицательное значение. Для ЛППБ были выбраны следующие ориентиры: ось X – линия, проходящая от передней верхней остью подвздошной кости до верхнелатеральной точки надколенника; ось Y – перпендикулярная к оси X линия, точки, измеряемые медиально от оси X, имели положительные значения, латерально от оси X – отрицательное значение. Данные локализации перфорантных сосудов были получены в ходе УТАС исследования и интраоперационно для последующего анализа.

Протокол выполнения УТАС исследования ЛПАОПК лоскута: пациент находится в положении лежа на спине. Вначале производилась разметка по стандартным ориентирам: половой бугорок и передняя верхняя ость подвздошной кости (рис. 1).

После включали В режим на линейном датчике. В данном исследовании был выбран датчик с максимальным разрешением и детализацией перфорантных сосудов Philips L15-7io. Перед исследованием данные пациента вносили в базу данных и выбирали режим исследования: «Поверхностные структуры». Уровень усиления (Gain) выставляли в диапазоне 50–60 децибел (Дб). После выбора режима исследования датчик располагали в проекции прохождения бедренной артерии на предполагаемом уровне отхождения поверхностной артерии, огибающей подвздошную кость (ПАОПК). Выставляется глубина около 2 см. Визуализировав морфологию тканей, уровни фасций в проекции паховой связки, включали режим цветового доплеровского картирования кровотока (ЦДК), который позволяет получить двухмерную визуализацию движения крови в сосудах и его направление. При этом цвет указывает направление кровотока по отношению к датчику: красный, если поток направлен к датчику, и синий – от него. Перемещая датчик каудально вдоль хода наружной подвздошной, а затем бедренной артерии (БА), в случае нормальной анатомии, второй ветвью, отходящей латерально, является ПАОПК. Затем, первично проводя датчик по ПАОПК и ее ветвям, можно получить начальное представление анатомии донорской зоны. Зафиксировав датчик в проекции устья ПАОПК, имели возможность уточнить локализацию и маркировали

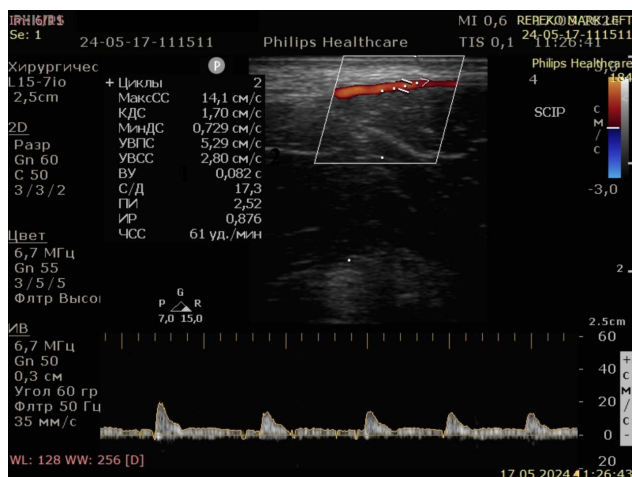


Рис. 3. Точка перфорации поверхностной фасции глубоким перфорантным сосудом с указанием параметров потока

Fig. 3. The perforation point of the superficial fascia with a deep perforator vessel indicating the flow parameters

данную точку. Перейдя в режим импульсно-волнового доплера (PW), оценивали количественные параметры кровотока, что требует угловой коррекции согласно ходу сосуда с целью получения достоверных значений показателей систолической скорости, индекса резистентности. После регистрации кровотока в течение 2 кардиоциклов использовали функцию «freeze», измеряли диаметр ПАОПК и глубину отхождения от БА. Продолжая исследование в режиме ЦДК, плавно ротируя датчик по ходу ПАОПК, визуализировали бифуркацию ПАОПК на поверхностный и глубокий перфорантные сосуды (рис. 2).

После чего в режиме PW измеряли количественные параметры перфорантов: максСС, ИР. Уменьшая глубину сканирования и переходя в режим высокочастотного ЦДК (ВЦДК), прослеживаем ход перфорантных сосудов сначала до глубокой, затем до поверхностной фасции и кожных покровов. Включение режима ВЦДК необходимо для увеличения частоты датчика и лучшей визуализации тонких перфорантных ветвей. По ходу исследования на каждой из интересующих зон: глубокая, поверхностная фасция переходили в режим PW, корректировали угол и измеряли скорость кровотока. Стоит отметить, что идеальный угол считается <20 градусов и не больше 60 градусов. Угол контрольного объема старались максимально приблизить к 20 градусам с целью минимизировать искажение скоростных показателей кровотока при импульсно-волновой доплерографии. При этом стоит отметить, что из-за частого изменения направления перфорантного сосуда сложно приблизить угол измерения к идеальному. Извилистый ход перфорантных сосудов не позволяет визуализировать сосуд на протяжении, но перемещение датчика вдоль оси и наклон его по отношению к кожным покровам дает больше возможностей визуализации

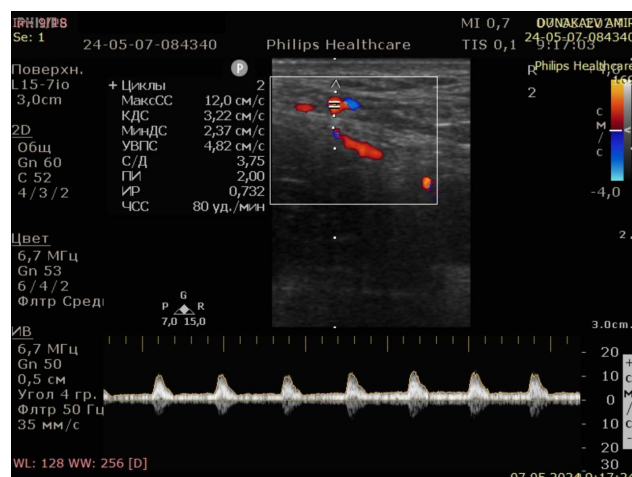


Рис. 4. Точка перфорации поверхностной фасции поверхностным перфорантным сосудом с указанием параметров потока

Fig. 4. The perforation point of the superficial fascia with a superficial perforator vessel indicating the flow parameters

и получения измерений. Используя перманентный маркер, оператор оставлял метки на каждой из интересующих его точек: устье ПАОПК, бифуркация, точка перфорации поверхностной фасции глубоким (рис. 3) и поверхностным (рис. 4) перфорантным сосудом, также отмечали линию прохождения подкожной вены, которая используется для дополнительного венозного оттока с лоскута.

Точка маркируется по центру датчика под его рабочей частью. В конце исследования, после удаления ультразвукового геля, появляется возможность домаркировать на теле пациента анатомическую картину хода сосудов с пониманием уровня их прохождения.

Протокол выполнения УТАС исследования ЛППБ лоскута: пациент находится в положении лежа на спине. Вначале производилась разметка по стандартным ориентирам: передняя верхняя ость подвздошной кости и верхне-латеральной точке надколенника, что является осью межмышечной перегородки. Затем по центру данной линии был нарисован круг 3×3 сантиметра, в котором предполагается наибольшее количество перфорантных сосудов (рис. 1). После включали В режим на линейном датчике. Данное исследование проводилось с использованием того же датчика Philips L15-7io. Перед исследованием данные пациента вносили в базу данных аппарата и включали режим исследования: «Поверхностные структуры». Уровень усиления сигнала выставляли в диапазоне 50–60 Дб. Датчик располагали в проекции отхождения латеральной огибающей бедренной артерии (ЛОБА), на 5 см каудальнее по вертикальной линии разметки. В начале исследования устанавливали глубину сканирования 3 см, с последующей ее коррекцией в ходе исследования. Затем включали режим ЦДК, который позволял визуализировать ЛОБА под прямой мышцей бедра, и, следуя по ходу

Таблица 1

Пациенты с указанием пола, возраста, выбранного для реконструкции лоскута, диагноза и реципиентных сосудов

Table 1

Patients with indication of gender, age, the flap selected for reconstruction, diagnosis and recipient vessels

№	Пол	Возраст	ИМТ	Лоскут	Диагноз	Сосуды реципиенты
1	Ж	46	26,1	ЛППБ	Дефект скальпа теменной области слева	Поверхностная височная артерия Зачелюстная вена
2	М	63	21,1	ЛППБ	Орофарингостома	Лицевая артерия Лицевая вена и зачелюстная вена здоровой стороны
3	М	45	29,4	ЛПАОПК	Плоскоклеточный рак языка T2N0M0	Лицевая артерия Лицевая вена и зачелюстная вена
4	Ж	36	27,3	ЛППБ	Полная расщелина твердого неба	Лицевая артерия Лицевая вена и зачелюстная вена
5	Ж	29	24,3	ЛППБ	Плоскоклеточный рак языка T2N1M0	Лицевая артерия Лицевая вена и зачелюстная вена
6	М	53	25,5	ЛПАОПК	Плоскоклеточный рак языка T1N1M0	Лицевая артерия Лицевая вена и зачелюстная вена
7	М	25	26,5	ЛПАОПК	Плоскоклеточный рак языка T3N1M0	Лицевая артерия Лицевая вена и зачелюстная вена
8	М	33	28,9	ЛППБ	Послеоперационный дефект верхней челюсти справа. Ороназальное сообщение	Лицевая артерия Лицевая вена на уровне белой линии щеки

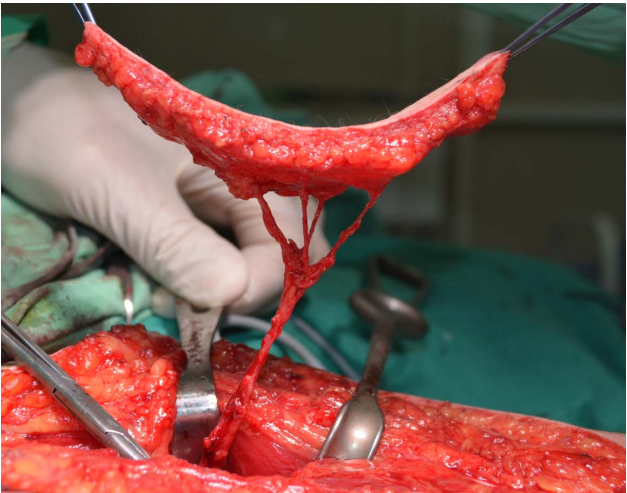


Рис. 5. Поднятый на уровне поверхностной фасции лоскут передно-боковой поверхности бедра. Визуализируются выделенные 4 перфорантных сосуда (черные стрелки), и нисходящая ветвь латеральной, огибающей бедренной артерии (желтая стрелка), которые питают кожно-жировой лоскут (серая стрелка)

Fig. 5. ALTPF harvested at the level of the superficial fascia. The highlighted 4 perforator vessels (black arrows) and the descending branch of the lateral circumflex femoral artery (yellow arrow), which source the adipocutaneous flap (gray arrow), are visualized

сосуда, визуализировали три ветви: нисходящую, восходящую и поперечную огибающие артерии. После визуализации точки би- или трифуркации, разметки хода ЛОБА и деления, датчик перемещали в заранее размеченный круг 3×3 см для поиска перфорантных ветвей. После перемещения датчика для поиска перфорантных ветвей нисходящей ветви ЛОБА на уровне их устья от магистрального сосуда глубину сканирования выставляли 1,5–2 см, при по-

иске перфорантных сосудов на уровне поверхностной фасции глубину сканирования уменьшали до 0,5–1,5 см. Так, при визуализации перфорантного сосуда и измерении количественных параметров в режиме импульсно-волнового доплера стремились приблизить коррекцию угла к 20 градусам, а при аксиальном ходе сосуда на уровне глубокой фасции и в глубоких жировых слоях и 10–20 градусов при вертикальном ходе на уровне поверхностной фасции и подкожно-жировой клетчатки. Ожидаемая максСС перфорантов на уровне глубокой фасции – 25–40 см/с, на уровне поверхностной фасции – 3–20 см/с. После обнаружения и фиксации на коже маркером всех перфорантных ветвей появляется возможность при помощи УЗИ-датчика проследить ход от приоритетного перфорантного сосуда до ЛОБА, чтобы приблизительно оценить длину сосудистой ножки и также отметить этот ход перманентным маркером. Каждый перфорантный сосуд лоскута нумеровался последовательно от проксимальной части к каудальной 1, 2, 3 и так далее.

Статистическую обработку полученных данных и построение графиков проводили с помощью программы SPSS, версия 23.0. Для сравнения количественных переменных использовали непараметрический коэффициент ранговой корреляции г-Спирмена. Различия между сравниваемыми параметрами считали статистически значимыми при $p \leq 0,05$.

Результаты. В исследовании участвовали 8 пациентов (3 женщины и 5 мужчин). Средний возраст пациентов был 41,25 лет (25–63 года), средний индекс массы тела (ИМТ) $26,14 \pm 2,47$ кг/м², было

Таблица 2

Усредненные данные максСС и ИР отдельно для каждого типа перфорантных сосудов ЛПАОПК и ЛППБ на уровне глубокой и поверхностной фасции

Table 2

The average data of maxSBFV and RI separately for each type of perforator vessels of SCIAPF and ALTPF at the level of deep and superficial fascia

Сосуд	МаксСС, см/с	ИР
ППС на уровне ПФ ЛПАОПК	15,23	0,86
ППС на уровне ГФ ЛПАОПК	17,44	0,75
ГПС на уровне ПФ ЛПАОПК	12,76	0,90
ГПС на уровне ГФ ЛПАОПК	19,996	0,83
1 перфорант на уровне ПФ ЛППБ	9,9	0,83
1 перфорант на уровне ГФ ЛППБ	22,54	0,78
2 перфорант на уровне ПФ ЛППБ	8,2	0,62
2 перфорант на уровне ГФ ЛППБ	20,22	0,71
3 перфорант на уровне ПФ ЛППБ	7,03	0,68
3 перфорант на уровне ГФ ЛППБ	15,8	0,74
Среднее значение	14,91±5,34	0,77±0,08

Примечание: ППС – поверхностный перфорантный сосуд, ГПС – глубокий перфорантный сосуд, ПФ – поверхностная фасция, ГФ – глубокая фасция, МаксСС – максимальная систолическая скорость кровотока, ИР – индекс резистентности.

пересажено 5 ЛППБ и 3 ЛПАОПК, дефекты отражены в *табл. 1*.

Все лоскуты были кожно-фасциальными. Анастомозы всегда накладывались «конец-в-конец». Была одна неудачная аутотрансплантация свободного кожно-жирового ЛППБ, поднятого на уровне поверхностной фасции (*рис. 5*).

В данном случае лоскут использовался для устранения полной расщелины твердого неба. На 3-и сутки отмечался венозный застой лоскута, который не устранялся с применением пиявок. При этом пульсация сосудистой ножки с помощью УТАС прослеживалась до уровня сосудов, которые были подняты на уровне поверхностной фасции. При ревизии на 4-е сутки отмечен тотальный тромбоз сосудистой ножки, лоскут был удален.

Средние данные максСС на уровне ПАОПК в ЛПАОПК были равны $28,56 \pm 18,46$ см/с, в ЛППБ на уровне нисходящей ветви ЛОБА $49,86 \pm 15,02$ см/с. Также измерялся индекс резистентности, который в среднем был равен $0,77 \pm 0,08$ (*табл. 2*).

Скорость в сосудах на уровне глубокой фасции всегда была больше скорости на уровне поверхностной, ИР также коррелировал с уровнем измерения, чем глубже, тем меньше был ИР ($p > 0,05$).

Также необходимо отметить, что точная диагностика глубины залегания фасций оказывается достаточно затруднительной. Интраоперационные данные отличались от картины УТАС, так, средняя планируемая глубина подъема лоскута, согласно данным УЗИ, была 12 мм, в то время как интраоперационно средняя глубина была равна 9,08 мм (*табл. 3*).

При сравнении данных фактической глубины сосуда на уровне формирования лоскута и данных толщины тканей до того же уровня по данным

УТАС статистически значимой разницы не выявлено, что говорит о возможности оценки будущей толщины лоскута по данным УЗИ-исследования ($p=0,068$) (*рис. 6*).

В 6 случаях интраоперационное положение сосуда совпало с УТАС разметкой, во всех остальных случаях было обнаружено отклонение и в среднем оно было равно 0,8 мм (min. 0–max. 5,3 мм). Между показателями, полученными при УТАС и интраоперационными данными, не выявлено значимой разницы, что не отрицает возможность использования ультразвукового исследования для предоперационной разметки ($p > 0,05$) (*табл. 4*).

При анализе связей между индексом массы тела пациента и глубиной поверхностной и глубокой фасции согласно интраоперационным измерениям значимых связей не обнаружено. Полученные результаты могут быть обусловлены малым объемом выборки исследования.

Мы считаем, что точную локализацию перфорантного сосуда ЛППБ сложно передать из-за его малого диаметра и извилистости над уровнем поверхностной фасции, основную погрешность в исследовании давали именно данная группа перфорантных сосудов. У ЛПАОПК более крупный диаметр перфорантных ветвей, что облегчает их диагностику. Глубина залегания фасций, возможно, может поддаваться более точной диагностике при исключении давления на поверхность кожи.

Среднее время, затрачиваемое на исследование у пациента ЛППБ и ЛПАОПК с двух сторон, было равно 63,5 мин. При этом в начале обучения оперирующего хирурга (первый автор) УТАС, исследование длилось 3 часа. К последнему пациенту время сократилось до 40 мин.

Таблица 3

Лоскут, количество и тип перфорантных сосудов в лоскуте, уровень подъема лоскута. С указанием интраоперационных расхождений между точкой, установленной при проведении триплексного ангиосканирования сосудов и интраоперационной локализацией того или иного сосуда. Толщина тканей до поверхностной и глубокой фасции лоцированных при УЗИ и фактическая глубина залегания сосуда на уровне подъема

Table 3

The flap, the number and the type of perforator vessels, the flap harvest level. Indicating intraoperative discrepancies between the point established during triplex vascular angioscanning and intraoperative localization of a particular vessel. The thickness of the tissues up to the superficial and deep fascia located during ultrasound and the actual depth of the vessel at the elevation level

№	Лоскут	Сосуд	Толщина тканей до глубокой фасции при УЗИ, мм	Толщина тканей до поверхностной фасции при УЗИ, мм	Уровень подъема	Фактическая глубина залегания сосуда на уровне подъема, мм
1	ЛППБ	2 П	12	10	Глубокая фасция	15
2	ЛППБ	2 П	6	2,5	Глубокая фасция	7
3	ЛПАОПК	ППС	18	11	Поверхностная фасция	9
4	ЛППБ	2 П	7,2	2,3	Глубокая фасция	11
5	ЛППБ	3 П	7,2	2,3	Глубокая фасция	10
6	ЛПАОПК	ППС	12	2,7	Поверхностная фасция	3,5
7	ЛПАОПК	ППС	6,6	2,7	Поверхностная фасция	4,1
8	ЛППБ	3 П	27	14	Поверхностная фасция	13
9	Среднее значение	12±7,29	5,94±4,88		9,08±4,06	

Примечание: П – перфорантный сосуд; ППС – поверхностный перфорантный сосуд.

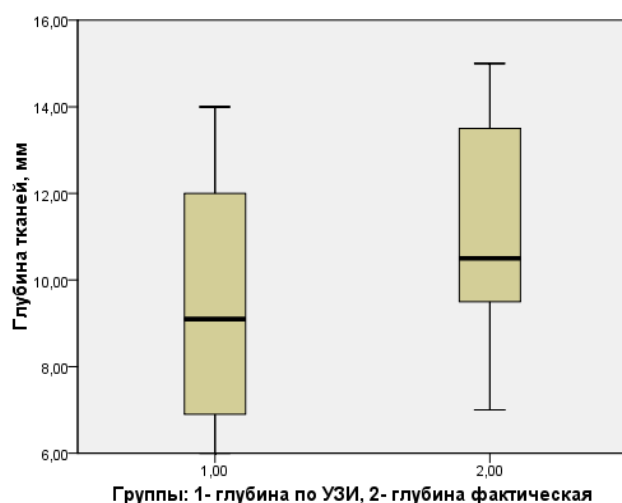


Рис. 6. Сравнение данных глубины тканей лоскута по данным УТАС (группа УЗИ-1) и фактическая глубина, полученная интраоперационно (группа-2)

Fig. 6. Comparison of the flap tissue depth data according to UTAS data (ultrasound group 1) and the actual depth obtained intraoperatively (group 2)

Обсуждение. Нами описаны два подхода для предоперационной разметки ЛПАОПК и ЛППБ с помощью УТАС и перманентного маркера. Получены 6 измерений, которые совпали с интраоперационной картиной и 10 измерений, которые имели расхождения. При этом стоит отметить, что у каждого пациента проводилось двухстороннее исследование анатомии, измерялись МаксСС, ИР, которые также были оценены в статистике. Средняя погрешность, которая была получена (0,8 мм (min. 0 – max. 5,3 мм), позволяет сформировать дизайн лоскута, но при приближении к предпола-

гаемой локализации перфорантного сосуда на расстоянии 5,3 мм стоит замедлить диссекцию и быть осторожным. Точность оценки локализации перфорантного сосуда в нашем исследовании является достаточно достоверным, что подтверждается данными статистического анализа, и может быть сравнимо с другими исследованиями [19]. У авторов в исследовании участвовало 33 пациента, которым производилась пересадка ЛППБ, всем была проведена предоперационная разметка с помощью УТАС. В исследовании у 21 из 33 пациентов точка входа перфоранта, локализованная во время операции, полностью совпала с данными УТАС. Полным совпадением считалось отличие точки по триплексному ангиосканированию и интраоперационно до 2 см. В 9 случаях было отмечено расхождение данных более чем на 2 см, что считалось неуспешным результатом и в 3 случаях перфоранты вовсе не были обнаружены. Исследователи отмечают, что у 30 пациентов даже при отличии расположения перфорантного сосуда в пределах 2–3 см от планируемого положения не изменился дизайн лоскута и ход операции [19].

МаксСС на уровне ПАОПК в ЛПАОПК были равны $28,56 \pm 18,46$ см/с, в ЛППБ на уровне нисходящей ветви ЛОБА $49,86 \pm 15,02$ см/с. Также измерялся ИР, который в среднем был равен $0,77 \pm 0,08$ (табл. 2). Авторы отмечают, что стоит выбирать перфорантные сосуды, в которых с МаксСС > 15 см/с, особенно в случае наложения сосудистых анастомозов «перфорант-перфорант». Также указывают на необходимость поиска и подбора реципиентных и донорских сосудов, в которых ИР будет приближен к равному [17]. Средняя скорость в перфорантных сосудах

Таблица 4

Медиана значений (ME) со стандартным отклонением (SD) показателей локализации перфорантных сосудов по данным ультразвукового триплексного ангиосканирования (УТАС) и интраоперационно по осям X и Y. Значения P-value при сравнении данных по осям X и Y

Table 4

Median estimation (ME) with standard deviation (SD) of indicators of localization of perforator vessels according to ultrasound triplex angioscanning (UTAS) and intraoperatively along the X and Y axes. P-value when comparing data on the X and Y axes

Данные	УТАС, ось X	Интраоперационно, ось X	УТАС, ось Y	Интраоперационно, ось Y
ME	207,9 мм	208,63 мм	–19,87 мм	–19,49 мм
SD	±90,2 мм	±89,61 мм	±18,49 мм	±17,98 мм
Значение P-value	0,373		0,362	

в нашем исследовании равнялась 14,9 см/с, средний ИР был равен 0,77, что сходится с результатами других исследований [18].

В нашем исследовании средний ИМТ был равен $26,14 \pm 2,47$ кг/м². Е. Носаоглу et al. (2013) заявляют о том, что при толщине кожи и подкожно-жировой клетчатки до 2 см исследование является более точным, чем у пациентов с ожирением. Так, у худых пациентов может быть ложноположительный результат из-за близости сосудов под глубокой фасцией [20, 21]. В ходе полученного опыта можно сказать, что у худых пациентов с ИМТ ниже 20 легче визуализировать перфорантные сосуды, но при этом они имеют более извитой ход.

Стоит отметить, что ход поверхностной артерии ЛПАОПК может быть аксиальным и прямым к дерме [4]. В случае прямого хода диагностика его осложняется, так как данный сосуд приобретает более извилистый ход. УТАС не может давать точной оценки диаметра перфорантных сосудов, что доказано рядом исследований [19, 23, 24].

В исследовании А. Debelmas et al. (2018) было продемонстрировано быстрое обнаружение перфорантных сосудов в ЛППБ при средней продолжительности исследования УТАС всего 3 мин, а также высокий уровень точности [25]. В нашей работе среднее время УТАС исследования равнялось 63,5 мин. Стоит учесть, что оно сокращалось параллельно с получением опыта в исследовании лоскутов и их сосудистого русла. При исследовании объективных параметров кровотока, необходимости записи конкретных точек на аппарат, разметки перманентным маркером, двухстороннего исследования лоскутов время было максимально сокращено 40 мин.

Авторы описывают, что в многопрофильных центрах есть трудности со временем исследований, что затрудняет возможности полного описания анатомии донорской зоны врачом отделения функциональной диагностики [26]. Врачу – реконструктивному хирургу стоит иметь в арсенале навыков выполнения УТАС исследования для разметки лоскута и получения объективных данных о кровотоке. Базовых знаний по ультразвуковой диагностике будет достаточно для предоперационной разметки.

В качестве решающего преимущества микрохирург может быстро сократить время обучения, сравнивая анатомию перфоранта на УТАС и интраоперационно. Картирование перфорантов позволит микрохирургу предвидеть редкие и сложные анатомические ситуации, также появляется возможность разметки венозной системы для дополнительного венозного дренажа лоскута. Самым затруднительным оказывается поиск перфорантных ветвей на уровне поверхностной фасции при необходимости подъема тонкого перфорантного лоскута, что требует жестко фиксированной руки и терпения во время исследования.

Стоит сказать, что ограничением данного исследования является относительно небольшой объем выборки, что могло сказаться на статической обработке данных.

Выводы. 1. Триплексное ангиосканирование сосудов предоставляет как анатомическую, так и гемодинамическую информацию для донорских и реципиентных участков. В отличие от КТ или МРТ, может быть выполнено не только до операции, но и воспроизведено интраоперационно. Ультразвуковая диагностика в режиме ЦДК – это надежный и простой инструмент, который может быть использован для предоперационной разметки лоскута и картирования перфорантов.

2. УЗИ предоставляет дополнительные полезные возможности для предоперационной маркировки подкожных или других вен и подтверждения проходимости артериальной и венозной систем в донорской зоне. К недостаткам УТАС при разметке перфорантных лоскутов можно отнести отсутствие трехмерной визуализации тканей и малое количество специалистов ультразвуковой диагностики, занимающихся данной темой.

3. Триплексное ангиосканирование сосудов может дать ответы на важные вопросы микрохирурга до операции, значительно повысить точность и уверенность в своих действиях. Для более глубокой оценки возможности применения УТАС для определения локализации перфорантного сосуда, толщины планируемого лоскута требуются дальнейшие систематически выверенные проспективные исследования с более крупными выборками.

Конфликт интересов

Авторы заявили об отсутствии конфликта интересов.

Conflict of interest

The authors declare no conflict of interest.

Соответствие нормам этики

Авторы подтверждают, что соблюдены права людей, принимавших участие в исследовании, включая получение информированного согласия в тех случаях, когда оно необходимо, и правила обращения с животными в случаях их использования в работе. Подробная информация содержится в Правилах для авторов.

Compliance with ethical principles

The authors confirm that they respect the rights of the people participated in the study, including obtaining informed consent when it is necessary, and the rules of treatment of animals when they are used in the study. Author Guidelines contains the detailed information.

ЛИТЕРАТУРА

- Parrett B. M., Talbot S. G., Pribaz J. J., Lee B. T. A review of local and regional flaps for distal leg reconstruction. *J Reconstr Microsurg.* 2009. Vol. 25, № 7. P. 445–455. <https://doi.org/10.1055/s-0029-1223847>.
- Suh H. S., Oh T. S., Lee H. S. et al. A New Approach for Reconstruction of Diabetic Foot Wounds Using the Angiosome and Supermicrosurgery Concept. *Plast Reconstr Surg.* 2016. Vol. 138, № 4. P. 702e–709e. <https://doi.org/10.1097/PRS.0000000000002401>.
- Lee Y. J., Lee Y. J., Oh D. Y. et al. Reconstruction of wide soft tissue defects with extended anterolateral thigh perforator flap turbocharged technique with anteromedial thigh perforator. *Microsurgery.* 2020. Vol. 40, № 4. P. 440–446. <https://doi.org/10.1002/micr.30549>.
- Suh H. S. P., Jeong H. H., Choi D. H., Hong J. P. Study of the Medial Superficial Perforator of the Superficial Circumflex Iliac Artery Perforator Flap Using Computed Tomographic Angiography and Surgical Anatomy in 142 Patients. *Plast Reconstr Surg.* 2017. Vol. 139, № 3. P. 738–748. <https://doi.org/10.1097/PRS.0000000000003147>.
- Suh Y. C., Hong J. P., Suh H. P. Elevation Technique for Medial Branch based Superficial Circumflex Iliac Artery Perforator flap. *Operationstechnik zur Hebung der medialen A. circumflexa iliaca superficialis-Perforans-Lappenplastik*, № SCIP-Flap). *Handchir Mikrochir Plast Chir.* 2018. Vol. 50, № 4. P. 256–258. <https://doi.org/10.1055/a-0631-9180>.
- Cha H. G., Hur J., Ahn C. et al. Ultrathin Anterolateral Thigh Free Flap: An Adipocutaneous Flap with the Most Superficial Elevation Plane. *Plast Reconstr Surg.* 2023. Vol. 152, № 4. P. 718e–723e. <https://doi.org/10.1097/PRS.00000000000010295>.
- Papanikolas M. J., Hurrell M. J. L., Clark J. R. et al. Anterolateral thigh, radial forearm and superficial circumflex iliac perforator flaps in oral reconstruction: a comparative analysis. *ANZ J Surg.* 2023. Vol. 93, № 5. P. 1335–1340. <https://doi.org/10.1111/ans.18239>.
- Escandón J. M., Ciudad P., Mayer H. F. et al. Free flap transfer with supermicrosurgical technique for soft tissue reconstruction: A systematic review and meta-analysis. *Microsurgery.* 2023. Vol. 43, № 2. P. 171–184. <https://doi.org/10.1002/micr.30894>.
- Scaglioni M. F., Meroni M., Fritsche E., Rajan G. Superficial Circumflex Iliac Artery Perforator Flap in Advanced Head and Neck Reconstruction: From Simple to Its Chimeric Patterns and Clinical Experience with 22 Cases. *Plast Reconstr Surg.* 2022. Vol. 149, № 3. P. 721–730. <https://doi.org/10.1097/PRS.0000000000008878>.
- Tashiro K., Harima M., Kato M. et al. Preoperative color Doppler ultrasound assessment in planning of SCIP flaps. *J Plast Reconstr Aesthet Surg.* 2015. Vol. 68, № 7. P. 979–983. <https://doi.org/10.1016/j.bjps.2015.03.004>.
- Hwang J. Y. Doppler ultrasonography of the lower extremity arteries: anatomy and scanning guidelines. *Ultrasonography.* 2017. Vol. 36, № 2. P. 111–119. <https://doi.org/10.14366/usg.16054>.
- Kehrer A., Heidekrueger P. I., Lonic D. et al. High-Resolution Ultrasound-Guided Perforator Mapping and Characterization by the Microsurgeon in Lower Limb Reconstruction. *J Reconstr Microsurg.* 2021. Vol. 37, № 1. P. 75–82. <https://doi.org/10.1055/s-0040-1702162>.
- Hsu W. M., Chao W. N., Yang C. et al. Evolution of the free groin flap: the superficial circumflex iliac artery perforator flap. *Plast Reconstr Surg.* 2007. Vol. 119, № 5. P. 1491–1498. <https://doi.org/10.1097/01.prs.0000256057.42415.73>.

- Jin S., He Y., Tian Z. et al. Superficial circumflex iliac artery perforator flap aided by color Doppler sonography mapping for like-with-like buccal reconstruction. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol.* 2015. Vol. 119, № 2. P. 170–176. <https://doi.org/10.1016/j.oooo.2014.10.024>.
- Lin S. J., Rabie A., Yu P. Designing the anterolateral thigh flap without preoperative Doppler or imaging. *J Reconstr Microsurg.* 2010. Vol. 26, № 1. P. 67–72. <https://doi.org/10.1055/s-0029-1234023>.
- Lindsey J. T. Jr., Smith C., Lee J. et al. Mapping 216 Perforator Flaps Using Highly Portable Tablet-Based Color Doppler Ultrasound (PT-CDU). *J Reconstr Microsurg.* 2022. Vol. 38, № 2. P. 115–120. <https://doi.org/10.1055/s-0041-1731676>.
- Suh H. S., Oh T. S., Lee H. S. et al. A New Approach for Reconstruction of Diabetic Foot Wounds Using the Angiosome and Supermicrosurgery Concept. *Plast Reconstr Surg.* 2016. Vol. 138, № 4. P. 702e–709e. <https://doi.org/10.1097/PRS.0000000000002401>.
- Schiltz D., Lenhard J., Klein S. et al. Do-It-Yourself Preoperative High-Resolution Ultrasound-Guided Flap Design of the Superficial Circumflex Iliac Artery Perforator Flap (SCIP). *J Clin Med.* 2021. Vol. 10, № 11. P. 2427. <https://doi.org/10.3390/jcm10112427>.
- Haribhakti V. V., Thorat T. S., Powle V. R., Virarkar M. K. Prospective study to analyse the efficiency of Acoustic Doppler v/s Colour Duplex Ultrasound in locating perforators for antero-lateral thigh flap in reconstructive head and neck surgery. *J Plast Reconstr Aesthet Surg.* 2021. Vol. 74, № 9. P. 2026–2033. <https://doi.org/10.1016/j.bjps.2020.12.088>.
- Hocaoglu E., Elbey H. Improving the accuracy of easily accessible 5-MHz Handheld Doppler examination in perforator flap planning. *PRS.* 2013. Vol. 131, № 1. P. e130–1.
- Blondeel P. N., Beyens G. Doppler flowmetry in the planning of perforator flaps. *BJPS.* 1998. Vol. 51. P. 202–9.
- Suh H. S. P., Jeong H. H., Choi D. H., Hong J. P. Study of the Medial Superficial Perforator of the Superficial Circumflex Iliac Artery Perforator Flap Using Computed Tomographic Angiography and Surgical Anatomy in 142 Patients. *Plast Reconstr Surg.* 2017. Vol. 139, № 3. P. 738–748. <https://doi.org/10.1097/PRS.0000000000003147>.
- Lin C. T., Huang J. S., Hsu K. C. et al. Different types of suprafascial courses in thoracodorsal artery skin perforators. *Plast Reconstr Surg.* 2008. Vol. 121. P. 840–8.
- Miller J. R., Potparic Z., Colen L. B. et al. The accuracy of duplex ultrasonography in the planning of skin flaps in the lower extremity. *Plast Reconstr Surg.* 1995. Vol. 95. P. 1221–7.
- Debelmas A., Camuzard O., Aguilar P., Qassemyar Q. Reliability of Color Doppler Ultrasound Imaging for the Assessment of Anterolateral Thigh Flap Perforators: A Prospective Study of 30 Perforators. *Plast Reconstr Surg.* 2018. Vol. 141, № 3. P. 762–766. <https://doi.org/10.1097/PRS.0000000000004117>.
- Kehrer A., Sachanadani N. S., da Silva N. P. B. et al. Step-by-step guide to ultrasound-based design of all flaps by the microsurgeon - Basic and advanced applications and device settings. *J Plast Reconstr Aesthet Surg.* 2020. Vol. 73, № 6. P. 1081–1090. <https://doi.org/10.1016/j.bjps.2019.11.035>.

REFERENCES

- Parrett B. M., Talbot S. G., Pribaz J. J., Lee B. T. A review of local and regional flaps for distal leg reconstruction. *J Reconstr Microsurg.* 2009;25(7):445–455. <https://doi.org/10.1055/s-0029-1223847>.
- Suh H. S., Oh T. S., Lee H. S. et al. A New Approach for Reconstruction of Diabetic Foot Wounds Using the Angiosome and Supermicrosurgery Concept. *Plast Reconstr Surg.* 2016;138(4):702e–709e. <https://doi.org/10.1097/PRS.0000000000002401>.
- Lee Y. J., Lee Y. J., Oh D. Y. et al. Reconstruction of wide soft tissue defects with extended anterolateral thigh perforator flap turbocharged technique with anteromedial thigh perforator. *Microsurgery.* 2020;40(4):440–446. <https://doi.org/10.1002/micr.30549>.
- Suh H. S. P., Jeong H. H., Choi D. H., Hong J. P. Study of the Medial Superficial Perforator of the Superficial Circumflex Iliac Artery Perforator Flap Using Computed Tomographic Angiography and Surgical Anatomy in 142 Patients. *Plast Reconstr Surg.* 2017;139(3):738–748. <https://doi.org/10.1097/PRS.0000000000003147>.
- Suh Y. C., Hong J. P., Suh H. P. Elevation Technique for Medial Branch based Superficial Circumflex Iliac Artery Perforator flap. *Operationstechnik zur*

- Hebung der medialen A. circumflexa iliaca superficialis-Perforans-Lappenplastik (SCIP-Flap). *Handchir Mikrochir Plast Chir.* 2018;50(4):256–258. <https://doi.org/10.1055/a-0631-9180>.
6. Cha H. G., Hur J., Ahn C. et al. Ultrathin Anterolateral Thigh Free Flap: An Adipocutaneous Flap with the Most Superficial Elevation Plane. *Plast Reconstr Surg.* 2023;152(4):718e–723e. <https://doi.org/10.1097/PRS.00000000000010295>.
 7. Papanikolas M. J., Hurrell M. J. L., Clark J. R. et al. Anterolateral thigh, radial forearm and superficial circumflex iliac perforator flaps in oral reconstruction: a comparative analysis. *ANZ J Surg.* 2023;93(5):1335–1340. <https://doi.org/10.1111/ans.18239>.
 8. Escandón J. M., Ciudad P., Mayer H. F. et al. Free flap transfer with supermicrosurgical technique for soft tissue reconstruction: A systematic review and meta-analysis. *Microsurgery.* 2023;43(2):171–184. <https://doi.org/10.1002/micr.30894>.
 9. Scaglioni M. F., Meroni M., Fritsche E., Rajan G. Superficial Circumflex Iliac Artery Perforator Flap in Advanced Head and Neck Reconstruction: From Simple to Its Chimeric Patterns and Clinical Experience with 22 Cases. *Plast Reconstr Surg.* 2022;149(3):721–730. <https://doi.org/10.1097/PRS.00000000000008878>.
 10. Tashiro K., Harima M., Kato M. et al. Preoperative color Doppler ultrasound assessment in planning of SCIP flaps. *J Plast Reconstr Aesthet Surg.* 2015;68(7):979–983. <https://doi.org/10.1016/j.bjps.2015.03.004>.
 11. Hwang J. Y. Doppler ultrasonography of the lower extremity arteries: anatomy and scanning guidelines. *Ultrasonography.* 2017;36(2):111–119. <https://doi.org/10.14366/usg.16054>.
 12. Kehrer A., Heidekrueger P. I., Lonic D. et al. High-Resolution Ultrasound-Guided Perforator Mapping and Characterization by the Microsurgeon in Lower Limb Reconstruction. *J Reconstr Microsurg.* 2021;37(1):75–82. <https://doi.org/10.1055/s-0040-1702162>.
 13. Hsu W. M., Chao W. N., Yang C. et al. Evolution of the free groin flap: the superficial circumflex iliac artery perforator flap. *Plast Reconstr Surg.* 2007;119(5):1491–1498. <https://doi.org/10.1097/01.prs.0000256057.42415.73>.
 14. Jin S., He Y., Tian Z. et al. Superficial circumflex iliac artery perforator flap aided by color Doppler sonography mapping for like-with-like buccal reconstruction. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol.* 2015;119(2):170–176. <https://doi.org/10.1016/j.oooo.2014.10.024>.
 15. Lin S.J., Rabie A., Yu P. Designing the anterolateral thigh flap without pre-operative Doppler or imaging. *J Reconstr Microsurg.* 2010;26(1):67–72. <https://doi.org/10.1055/s-0029-1234023>.
 16. Lindsey J. T. Jr., Smith C., Lee J. et al. Mapping 216 Perforator Flaps Using Highly Portable Tablet-Based Color Doppler Ultrasound (PT-CDU). *J Reconstr Microsurg.* 2022;38(2):115–120. <https://doi.org/10.1055/s-0041-1731676>.
 17. Suh H. S., Oh T. S., Lee H. S. et al. A New Approach for Reconstruction of Diabetic Foot Wounds Using the Angiosome and Supermicrosurgery Concept. *Plast Reconstr Surg.* 2016;138(4):702e–709e. <https://doi.org/10.1097/PRS.0000000000002401>.
 18. Schiltz D., Lenhard J., Klein S. et al. Do-It-Yourself Preoperative High-Resolution Ultrasound-Guided Flap Design of the Superficial Circumflex Iliac Artery Perforator Flap (SCIP). *J Clin Med.* 2021;10(11):2427. <https://doi.org/10.3390/jcm10112427>.
 19. Haribhakti V. V., Thorat T. S., Powle V. R., Virarkar M. K. Prospective study to analyse the efficiency of Acoustic Doppler v/s Colour Duplex Ultrasound in locating perforators for antero-lateral thigh flap in reconstructive head and neck surgery. *J Plast Reconstr Aesthet Surg.* 2021;74(9):2026–2033. <https://doi.org/10.1016/j.bjps.2020.12.088>.
 20. Hocaoglu E., Elbey H. Improving the accuracy of easily accessible 5-MHz Handheld Doppler examination in perforator flap planning. *PRS.* 2013;131(1):e130–1.
 21. Blondeel P. N., Beyens G. Doppler flowmetry in the planning of perforator flaps. *BJPS.* 1998;51:202–9.
 22. Suh H. S. P., Jeong H. H., Choi D. H., Hong J. P. Study of the Medial Superficial Perforator of the Superficial Circumflex Iliac Artery Perforator Flap Using Computed Tomographic Angiography and Surgical Anatomy in 142 Patients. *Plast Reconstr Surg.* 2017;139(3):738–748. <https://doi.org/10.1097/PRS.00000000000003147>.
 23. Lin C. T., Huang J. S., Hsu K. C. et al. Different types of suprafascial courses in thoracodorsal artery skin perforators. *Plast Reconstr Surg.* 2008;121:840–8.
 24. Miller J. R., Potparic Z., Colen L. B. et al. The accuracy of duplex ultrasonography in the planning of skin flaps in the lower extremity. *Plast Reconstr Surg.* 1995;95:1221–7.
 25. Debelmas A., Camuzard O., Aguilar P., Qassemayr Q. Reliability of Color Doppler Ultrasound Imaging for the Assessment of Anterolateral Thigh Flap Perforators: A Prospective Study of 30 Perforators. *Plast Reconstr Surg.* 2018;141(3):762–766. <https://doi.org/10.1097/PRS.00000000000004117>.
 26. Kehrer A., Sachanadani N. S., da Silva N. P. B. et al. Step-by-step guide to ultrasound-based design of all flaps by the microsurgeon - Basic and advanced applications and device settings. *J Plast Reconstr Aesthet Surg.* 2020;73(6):1081–1090. <https://doi.org/10.1016/j.bjps.2019.11.035>.

Информация об авторах:

Шпицер Иван Михайлович, врач – челюстно-лицевой хирург, Университетская клиника Научно-образовательного института, Российский университет медицины (Москва, Россия), аспирант Центральный научно-исследовательский институт стоматологии и челюстно-лицевой хирургии (Москва, Россия), ORCID: 0000-0003-4621-5739; **Викентьев Вячеслав Викторович**, доктор медицинских наук, профессор, зав. отделением функциональной диагностики, Университетская клиника Научно-образовательного института, Российский университет медицины (Москва, Россия), ORCID: 0000-0001-8344-988X; **Ведяева Анна Петровна**, доктор медицинских наук, доцент, зав. отделением хирургической стоматологии, Центральный научно-исследовательский институт стоматологии и челюстно-лицевой хирургии (Москва, Россия), ORCID: 0000-0002-7783-0841; **Большаков Михаил Николаевич**, кандидат медицинских наук, врач челюстно-лицевой хирург отделения пластической и реконструктивной хирургии, Центральный научно-исследовательский институт стоматологии и челюстно-лицевой хирургии (Москва, Россия), ORCID: 0000-0002-1126-2159; **Кулаков Олег Борисович**, доктор медицинских наук, доцент, зав. отделением челюстно-лицевой хирургии, Университетская клиника Научно-образовательного института, Российский университет медицины (Москва, Россия), ORCID: 0000-0001-7256-3572.

Information about authors:

Shpitser Ivan M., Maxillofacial Surgeon, University Clinic of the Scientific and Educational Institute, Russian University of Medicine (Moscow, Russia), Postgraduate Student of the Central Research Institute of Stomatology and Maxillofacial Surgery (Moscow, Russia), ORCID: 0000-0003-4621-5739; **Vikentyev Viacheslav V.**, Dr. of Sci (Med.), Professor, Head of the Department of Functional Diagnostics, University Clinic of the Scientific and Educational Institute, Russian University of Medicine MD, (Moscow, Russia), ORCID: 0000-0001-8344-988X; **Vedyayeva Anna P.**, Dr. of Sci (Med.), Docent, Head of the Department of Surgical Dentistry, Central Research Institute of Stomatology and Maxillofacial Surgery (Moscow, Russia), ORCID: 0000-0002-7783-0841; **Bolshakov Mikhail N.**, Cand. of Sci (Med.), Maxillofacial Surgery of the Department of Plastic and Reconstructive Surgery, Central Research Institute of Stomatology and Maxillofacial Surgery (Moscow, Russia), ORCID: 0000-0002-1126-2159; **Kulakov Oleg B.**, Dr. of Sci (Med.), Associate Professor, Head of the Department of Maxillofacial Surgery, University Clinic of the Scientific and Educational Institute, Russian University of Medicine, (Moscow, Russia), ORCID: 0000-0001-7256-3572.