



Опыт применения витальной компьютерной капилляроскопии для оценки динамических изменений микроциркуляции при закрытии дефектов в переднем отделе твердого неба

О.А. Цаболова*, О.З. Топольницкий, С.Н. Ермольев,
О.В. Логинопуло, Р.Н. Федотов, М.В. Хабарина

Российский университет медицины, Москва, Российская Федерация

АННОТАЦИЯ

Актуальность. В последние годы отмечается рост частоты рождения детей с тяжелыми формами врожденной расщелины верхней губы и неба (ВРГН), что сопровождается увеличением числа послеоперационных осложнений, таких как рецидив дефектов в переднем отделе твердого неба. Ключевым звеном патогенеза является нарушение микроциркуляции в зоне операции, приводящее к отторжению тканей, нарушению репарации, формированию послеоперационных дефектов и необходимости повторных хирургических вмешательств. Существующий стандартный клинический мониторинг жизнеспособности лоскутов (оценка цвета, тургора, капиллярного наполнения) субъективен и недостаточно чувствителен для раннего выявления глубокой или центральной ишемии. В связи с этим актуальной задачей является разработка и внедрение объективных методов интра- и послеоперационного контроля. Перспективным подходом представляется применение современной неинвазивной витальной компьютерной капилляроскопии (ВКК), позволяющей осуществлять объективную оценку микроциркуляции в режиме реального времени. Данная методика дает возможность контролировать процесс приживления лоскута, процессы ангиогенеза, определять на начальных стадиях симптомы нарушения кровоснабжения и прогнозировать риск развития некроза тканей. Понимание этих процессов имеет важное значение для разработки эффективных методов трансплантации слизистой оболочки языка и улучшения исходов хирургических вмешательств. **Материалы и методы.** Проведено проспективное исследование с участием 15 пациентов (12–18 лет) с вторичными дефектами переднего отдела твердого неба площадью 2–4 см². Всем пациентам выполнено двухэтапное закрытие дефекта тонкослойным лоскутом с языка. Состояние микроциркуляции оценивали методом ВКК на аппарате ОКО (Россия) до операции (в зоне дефекта, донорского ложа, интактной слизистой) и ежедневно с 1-х по 16-е сутки послеоперационного периода. Анализировали количество капилляров на единицу площади (кап/мм²), вычисляли линейную (ЛСЭ, мкм/с) и объемную (ОСЭ, мкм³/с) скорость движения эритроцитов по капиллярам. **Результаты.** Установлена трехфазная динамика микроциркуляторных показателей. В раннем послеоперационном периоде (1–3 сутки) отмечено снижение количества функционирующих капилляров до 5–8 кап/мм² в поле зрения, ЛСЭ – до 0–50 мкм/с, ОСЭ – до 0–2000 мкм³/с. В фазе начала регенерации (4–7 сутки) наблюдалось восстановление капиллярной сети: ЛСЭ увеличилась до 250–400 мкм/с, ОСЭ – до 15 000–25 000 мкм³/с. В период активного приживления (8–16 сутки) показатели стабилизировались: ЛСЭ составила 550–700 мкм/с, ОСЭ – 45 000–60 000 мкм³/с. **Заключение.** ВКК является высокоинформативным методом объективного мониторинга микроциркуляции в процессе приживления язычного лоскута. Показатели капиллярного кровотока являются ранними индикаторами ишемических процессов и служат прогностическими критериями для оценки успешности приживления трансплантатов. Динамический мониторинг с помощью ВКК позволяет индивидуализировать терапию и обоснованно определять сроки второго этапа операции (14–16 сутки), что способствует снижению риска осложнений.

Ключевые слова: микроциркуляция, витальная компьютерная капилляроскопия (ВКК), врожденная расщелина неба, вторичный дефект неба, реконструкция неба, тонкослойный лоскут с языка, приживление лоскута, мониторинг лоскута, ишемия лоскута, капилляроскопия в стоматологии

Для цитирования: Цаболова ОА, Топольницкий ОЗ, Ермольев СН, Логинопуло ОВ, Федотов РН, Хабарина МВ. Опыт применения витальной компьютерной капилляроскопии для оценки динамических изменений микроциркуляции при закрытии дефектов в переднем отделе твердого неба. *Стоматология детского возраста и профилактика.* 2026;26(1):51–59. <https://doi.org/10.33925/1683-3031-2026-978>

***Автор, ответственный за связь с редакцией:** Цаболова Ольга Артуровна, кафедра детской челюстно-лицевой хирургии, Российский университет медицины, 127006, ул. Долгоруковская, д. 4, г. Москва, Российская Федерация Для переписки: Afa-afa15@mail.ru

Конфликт интересов: Топольницкий О. З. является заместителем главного редактора журнала «Стоматология детского возраста и профилактика», но не имеет никакого отношения к решению опубликовать эту статью. Статья прошла принятую в журнале процедуру рецензирования. Об иных конфликтах интересов авторы не заявляли.

Благодарности: Авторы заявляют об отсутствии внешнего финансирования при проведении исследования. Индивидуальные благодарности для декларирования отсутствуют.

Application of digital vital capillaroscopy for assessing dynamic microcirculatory changes during closure of anterior hard palatal defects

O.A. Tsabolova*, O.Z. Topolnitskiy, S.N. Ermoliev,
O.V. Loginopulo, R.N. Fedotov, M.V. Khabarina

Russian University of Medicine, Moscow, Russian Federation

ABSTRACT

Relevance. In recent years, the number of children born with severe forms of cleft lip and palate has increased. Surgical treatment in these patients is often associated with postoperative complications, including recurrent defects of the anterior hard palate. Impaired microcirculation at the surgical site is a key factor in the pathogenesis of these complications and may result in tissue loss, delayed healing, postoperative defect formation, and the need for repeat surgery. Standard clinical assessment of flap viability based on color, turgor, and capillary refill remains subjective and lacks sufficient sensitivity for early detection of deep or central ischemia. This highlights the need for objective methods of intraoperative and postoperative monitoring. Digital vital capillaroscopy (DVC) is a promising noninvasive technique that enables objective real-time assessment of microcirculation. It allows flap monitoring, assessment of angiogenesis, detection of early signs of impaired perfusion, and prediction of the risk of flap ischemia and tissue necrosis. Understanding these processes is essential for improving tongue flap reconstruction techniques and optimizing surgical outcomes. **Materials and methods.** This prospective study included 15 patients aged 12–18 years with secondary anterior hard palatal defects measuring 2–4 cm². All patients underwent two-stage defect closure using a thin split-thickness tongue flap. Microcirculation was assessed by DVC using the OKO device (Russia) before surgery in the defect area, donor site, and intact mucosa, and then daily from postoperative day 1 to day 16. Functional capillary density (capillaries/mm²), linear erythrocyte velocity (LEV, $\mu\text{m/s}$), and volumetric erythrocyte velocity (VEV, $\mu\text{m}^3/\text{s}$) were assessed. **Results.** A three-phase pattern of microcirculatory changes was identified. In the early postoperative period (days 1–3), functional capillary density decreased to 5–8 capillaries/mm², LEV to 0–50 $\mu\text{m/s}$, and VEV to 0–2,000 $\mu\text{m}^3/\text{s}$. During the initial regeneration phase (days 4–7), the capillary network began to recover, with LEV increasing to 250–400 $\mu\text{m/s}$ and VEV to 15,000–25,000 $\mu\text{m}^3/\text{s}$. During the active healing and flap integration phase (days 8–16), these parameters stabilized, with LEV reaching 550–700 $\mu\text{m/s}$ and VEV 45,000–60,000 $\mu\text{m}^3/\text{s}$. **Conclusion.** DVC is a highly informative method for objective monitoring of microcirculation during healing after tongue flap reconstruction. Capillary blood flow parameters are early indicators of ischemic changes and prognostic markers of flap viability and successful integration. Dynamic DVC monitoring allows individualized therapy and helps determine the optimal timing of the second stage of surgery (postoperative days 14–16), thereby reducing the risk of complications.

Keywords: microcirculation, digital vital capillaroscopy, cleft palate, secondary palatal defect, palatal reconstruction, split-thickness tongue flap, flap integration, flap monitoring, flap ischemia, oral capillaroscopy

For citation: Tsabolova O.A.*, Topolnitskiy O.Z., Ermoliev S.N., Loginopulo O.V., Fedotov R.N., Khabarina M.C. Application of digital vital capillaroscopy for assessing dynamic microcirculatory changes during closure of anterior hard palatal defects. *Pediatric dentistry and dental prophylaxis*. 2026;26(1):51-59. (InRuss.). <https://doi.org/10.33925/1683-3031-2026-978>

***Corresponding author:** Ol'ga A. Tsabolova, Department of the Pediatric Maxillofacial Surgery, Russian University of Medicine, 4 Dolgorukovskaya Str., Moscow, Russian Federation, 127006. For correspondence: Afa-afa15@mail.ru

Conflict of interests: O. Z. Topolnitskiy, the Deputy Editor-in-Chief of the journal *Pediatric dentistry and dental prophylaxis*, was not involved in the decision to publish this article. The article underwent the standard peer-review process of the journal. The authors have declared no other conflicts of interests.

Acknowledgments: The authors declare that there was no external funding for the study. There are no individual acknowledgments to declare.

ВВЕДЕНИЕ

Частота рождения детей с тяжелыми формами врожденной расщелины верхней губы и неба (ВРГН) имеет тенденцию к росту [1], что приводит к увеличению числа послеоперационных осложнений, включая рецидивные дефекты переднего отдела твердого неба [2, 3]. Среди причин их формирования наиболее частые – недостаточно тщательное закрытие переднего отдела твердого неба во время хирургического вмешательства, некроз лоскутов после операции, остаточная расщелина твердого неба после велоластики [4]. Критическим фактором, определяющим успех операции, является адекватность микроциркуляции, нарушение которой ведет к отторжению тканей, несостоятельности швов и необходимости повторных вмешательств [5, 15]. Традиционный мониторинг жизнеспособности лоскута (оценка цвета, тургора, капиллярного наполнения) субъективен и часто не позволяет вовремя диагностировать глубокую или центральную ишемию [6, 7]. В этой связи перспективным представляется применение витальной компьютерной капилляроскопии (ВКК), обеспечивающей динамическую объективную оценку микроциркуляции в режиме реального времени и позволяющей выявлять доклинические признаки нарушений и прогнозировать риск некроза [8-10].

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

На кафедре детской челюстно-лицевой хирургии ФГБОУ ВО «Российский университет медицины» Минздрава России проведено проспективное исследование 15 пациентов (6 мужского, 9 женского пола) в возрасте 12–17 лет с вторичными дефектами переднего отдела твердого неба. Размер дефектов варьировал от 2 до 4 см².

Критерии исключения: тяжелая сопутствующая соматическая патология.

При поступлении пациента в стационар проводилась оценка соматического статуса, который мог выявить у пациента патологии, способные повлиять на результаты лечения и спровоцировать развитие осложнений локального статуса (подробное описание объективных данных челюстно-лицевой области).

Всем пациентам выполнено двухэтапное закрытие дефекта стандартизированным тонкослойным лоскутом с языка [12]. Состояние микроциркуляции оценивали методом витальной компьютерной капилляроскопии (ВКК) на аппарате «ОКО», адаптированного для стоматологии [11], в лаборатории цифровой и функциональной диагностики на кафедре терапевтической стоматологии и пародонтологии Российского университета медицины.

Исследование состояния микроциркуляции проводилось после непосредственной антисептической обработки поверхности операционного поля в следующих зонах:

Зона I – неизменная слизистая оболочка твердого неба (исключающая область рубца).

Зона II – края дефекта в области переднего отдела твердого неба (рубцовая измененная ткань).

Зона III – дорсальная поверхность языка (до операции и в динамике после отсечения лоскута).

Зона IV – граница прикрепления тонкослойного слизистого лоскута с языка к дефекту в переднем отделе твердого неба.

Для определения исходных (нормативных) значений микроциркуляции интактной слизистой оболочки была обследована контрольная группа из 10 условно здоровых пациентов сопоставимого возраста (до 18 лет) без патологии челюстно-лицевой области. У них однократно исследовали зону, соответствующую Зоне I (неизменная слизистая твердого неба). Полученные данные (табл. 1) были приняты за 100% (норму) для последующего сравнения с показателями в области приживления лоскута.

Протокол ВКК-измерений. Ключевым условием для получения качественных, пригодных для анализа изображений являлась полная неподвижность пациента во время записи. В ряде случаев для достижения оптимальной четкости визуализации требовалось несколько последовательных попыток регистрации. Для обеспечения стандартизации в каждой зоне анализировали не менее трех стабильных полей зрения. Количество функционирующих капилляров (кап/мм²) определяли ручным подсчетом функционирующих капилляров в выбранном фрагменте ткани. Первично измеряли размеры фрагмента в микрометрах (например, 1000 мкм × 1400 мкм), вычисляли его площадь (в мм²), затем делили количество подсчитанных капилляров на эту площадь. Например: 24 капилляра на площади 1.4 мм² = 17 кап/мм². Скоростные показатели (ЛСЭ и ОСЭ) измеряли с помощью встроенного программного обеспечения. В выбранном капилляре последовательно отмечали не менее пяти контрольных точек вдоль его артериального и венозного отделов, после чего программа автоматически рассчитывала линейную (V, мкм/с) и объемную (V3, мкм³/с) скорость эритроцитов на основе диаметра сосуда (D, мкм). Для каждого параметра в зоне измерения фиксировали среднее значение.

Оцениваемые параметры: количество функционирующих капилляров (кап/мм²), линейная (ЛСЭ, мкм/с) и объемная (ОСЭ, мкм³/с) скорость эритроцитов, диаметр капилляров (мкм).

Для оценки достоверности различий показателей микроциркуляции (ЛСЭ, ОСЭ, количество функционирующих капилляров) между тремя послеоперационными периодами (1–3, 4–7 и 8–16 суток) использовали парный t-критерий Стьюдента (по В. Ю. Урбаху). Данные каждого пациента сравнивались попарно между периодами наблюдения. Статистически значимыми считались различия при $p < 0,05$. Расчеты выполнены с использованием программного пакета Statistica 10.0.

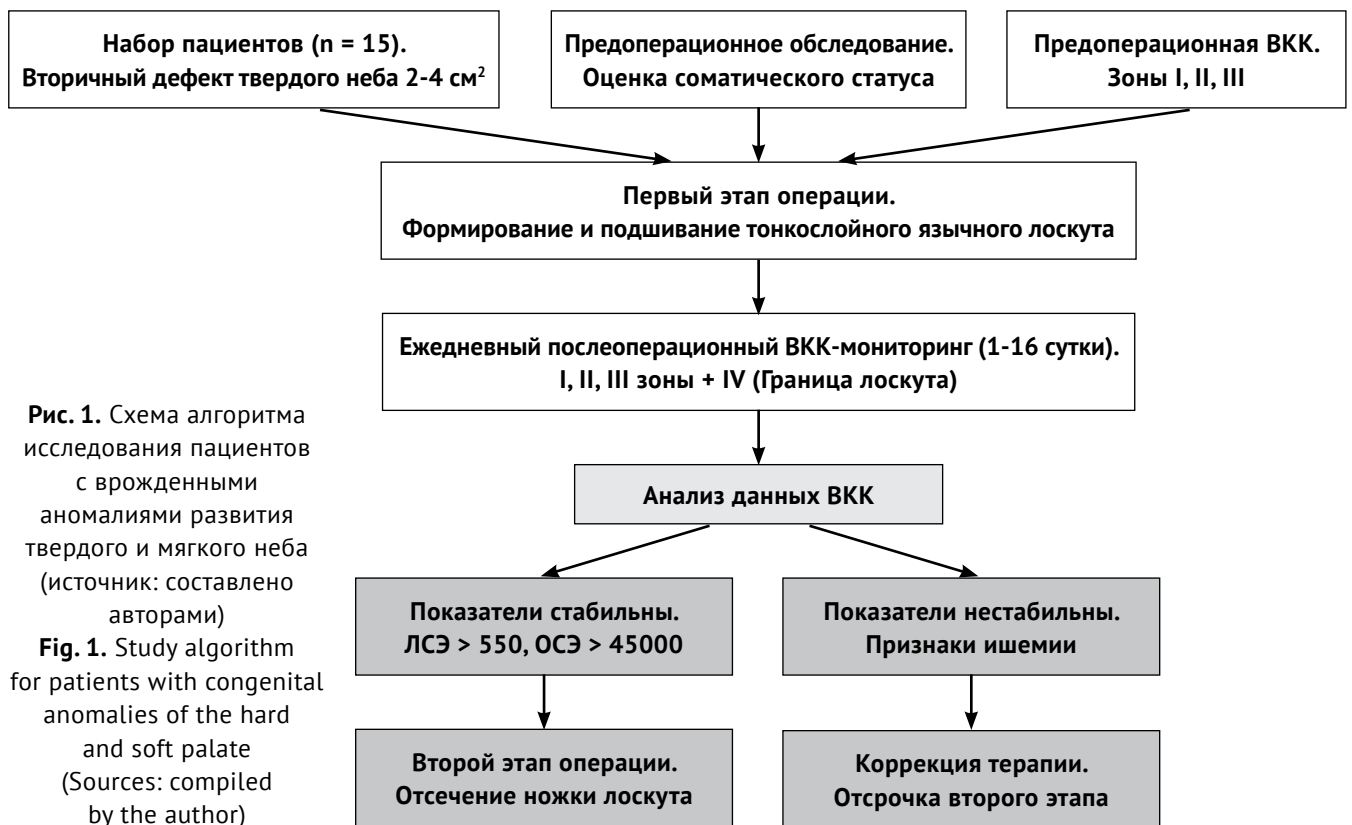


Рис. 1. Схема алгоритма исследования пациентов с врожденными аномалиями развития твердого и мягкого неба (источник: составлено авторами)
Fig. 1. Study algorithm for patients with congenital anomalies of the hard and soft palate (Sources: compiled by the author)

Второй этап операции (отсечение ножки) планировался на 14–16 сутки на основе клинических и ВКК-данных.

Всем пациентам дефекты в переднем отделе твердого неба были закрыты при помощи тонкослойного лоскута с языка при динамической оценке состояния микроциркуляции на этапах заживления при помощи витальной компьютерной капилляроскопии.

РЕЗУЛЬТАТЫ

Проведенное исследование позволило выявить четкую динамику изменений микроциркуляторного русла в области тонкослойного язычного лоскута и реципиентного ложа в переднем отделе твердого неба. По данным витальной компьютерной капилляроскопии (ВКК), процесс приживления характеризовался трехфазностью, причем все ключевые показатели микроциркуляции статистически значимо ($p < 0,05$) различались между фазами (табл. 1).

Ранний послеоперационный период (1–3 сутки)

В первые 24 часа после операции в области трансплантата отмечалось критическое снижение микроциркуляторной активности. Медиана количества функционирующих капилляров составляла 6.0 [5.0; 7.5] кап/мм². Линейная и объемная скорость эритроцитов определялась лишь в отдельных участках, достигая значений 25.0 [0; 37.5] мкм/с и 950 [0; 1650] мкм³/с соответственно, что было статистически значимо ниже показателей последующих периодов ($p < 0,001$). Данные изменения были обусловлены выра-

женным межсосудистым отеком и наличием фибринозного налета. На 2–3 сутки, после антисептической обработки, визуализировалась измененная капиллярная сеть, преимущественно по периферии лоскута. Отмечалось увеличение диаметра капилляров на 15–25% по сравнению с исходным состоянием (рис. 2).

Период начала регенерации (4–7 сутки)

Данный период характеризовался постепенным восстановлением капиллярной сети. Наблюдался статистически значимый прирост количества функционирующих капилляров ($p < 0,01$ по сравнению с 1–3 сутками) и их протяженность. Начиналось формирование капиллярных анастомозов между лоскутом и реципиентным ложем, визуализируемое как «смыкание» сосудистых сетей. К 7-м суткам медианные значения ЛСЭ и ОСЭ увеличились до 325.0 [280.0; 387.5] мкм/с и 20500 [17500; 23500] мкм³/с соответственно, что также было значимо выше ранних показателей ($p < 0,001$). Новообразованные капилляры способствовали формированию грануляционной ткани, соединяющей трансплантат с принимающим ложем (рис. 3).

Период активного приживления (8–16 сутки)

Период характеризовался стабилизацией и нормализацией микроциркуляторных показателей. Отмечался продолжающийся рост количества функционирующих капилляров, которая к 14–16 суткам достигала 70–85% от показателей интактной слизистой оболочки контрольной группы (т. е. 65–83 кап/мм² относительно нормы 92.5 [88.0; 99.5] кап/мм²). Наблюдалось дальнейшее увеличение ЛСЭ и ОСЭ ($p < 0,05$ по сравнению

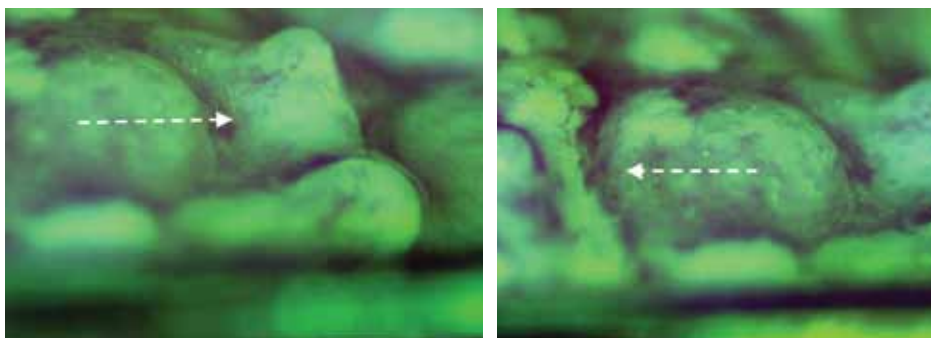


Рис. 2. Периферическая зона лоскута (1-3 дни) после медикаментозной обработки капиллярные петли не просматриваются, так как лоскут с языка обложен фибринозным налетом (источник: составлено авторами)

Fig. 2. Peripheral zone of the flap on postoperative days 1–3 following local treatment. Capillary loops are not visualized because the tongue flap is covered with a fibrinous coating (Sources: compiled by the author)

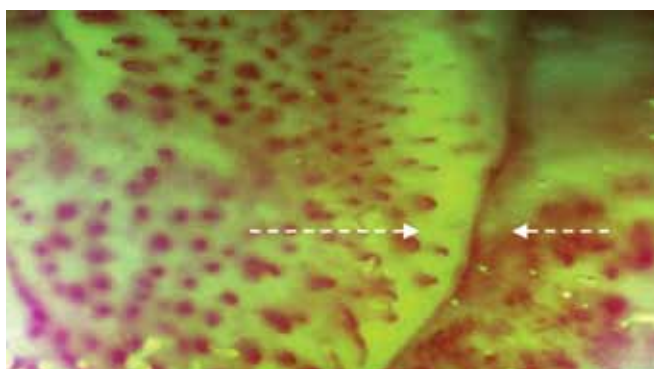


Рис. 3. Граница прикрепления тонкослойного слизистого лоскута с языка к дефекту в переднем отделе твердого неба, где слева – слизистая неба, справа – лоскут с языка.

Выраженного рубца не наблюдается, процесс приживления между трансплантационным лоскутом и принимающим дефектом на небе (источник: составлено авторами)

Fig. 3. Junction between the thin split-thickness tongue flap and the anterior hard palate defect: palatal mucosa on the left and the tongue flap on the right.

No pronounced scar is observed, indicating ongoing flap integration at the recipient site (Sources: compiled by the author)

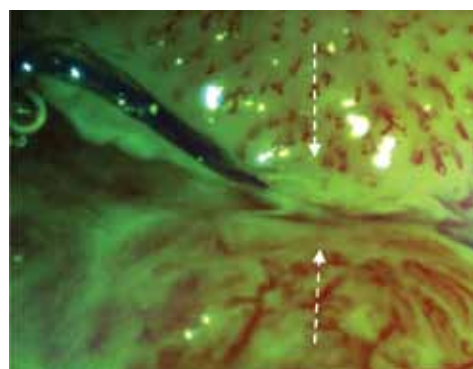


Рис. 4. Граница прикрепления тонкослойного слизистого лоскута с языка к дефекту в переднем отделе твердого неба стадия активного приживления. Верхняя слизистая области дефекта альвеолярного отростка верхней челюсти, нижняя слизистая оболочка – лоскут с языка. На границе происходит сонаправленное расположение капилляров в сторону границы их соединения (источник: составлено авторами)

Fig. 4. Junction between the thin split-thickness tongue flap and the anterior hard palate defect during the active healing phase. The upper mucosa corresponds to the defect area of the maxillary alveolar ridge, and the lower mucosa represents the tongue flap. At the junction, the capillaries are oriented toward the line of attachment (Sources: compiled by the author)

с периодом 4-7 суток) до медианных значений 625.0 [580.0; 687.5] мкм/с и 52500 [47000; 57500] мкм³/с, что приближалось к 75-85% и 70-80% от медианных значений контрольной группы соответственно. Важно отметить, что сроки достижения стабильных показателей варьировали у разных пациентов в диапазоне от 14 до 16 суток, что демонстрирует индивидуальные особенности репаративных процессов и определяет необходимость динамического контроля для персонализации сроков второго этапа операции (рис. 4).

Все данные (количество функционирующих капилляров (кап/мм²) в поле зрения, линейная (ЛСЭ, мкм/с) и объемная (ОСЭ, мкм³/с) скорость движения эритроцитов, диаметр капилляров (мкм), (Me [Q1; Q3]) представлены в таблице 1.

На основе анализа полученных данных были эмпирически определены пороговые значения показателей микроциркуляции, свидетельствующие о достаточной ревазуляризации и готовности к отсечению ножки лоскута: ЛСЭ > 550 мкм/с и ОСЭ > 45 000 мкм³/с. Данные критерии были выделены постфактум, как значения, при достижении которых у всех 15 пациентов наблюдалась стабильная клиническая картина (отсутствие отека и гиперемии, формирование нежного рубца) и успешное приживление лоскута после второго этапа операции. У всех пациентов достижение этих пороговых значений совпало с клинической готовностью к отсечению ножки и предшествовало ему на 1-3 дня, что позволило использовать их в качестве объективного прогностического критерия.

Таблица 1. Сводная таблица показателей капилляроскопии по фазам (источник: составлено авторами)
Table 1. Summary of capillaroscopic parameters by phase (Sources: compiled by the author)

Параметр / Период Parameter / Period	Ранний послеоперационный период (1-3 сутки) Early postoperative period (days 1–3)	Период начала регенерации (4-7 сутки) Initial regeneration phase (days 4–7)	Период активного приживления (8-16 сутки) Active healing and flap integration phase (days 8–16)	p (парный t-критерий Стьюдента) p (paired Student's t-test)
Количество функционирующих капилляров (кап/мм ²) Functional capillary density (capillaries/mm ²)	6.0 [5.0; 7.5]	Восстановление, рост Recovering, with a progressive increase	70-85% от нормы (стабильно) Stable at 70%–85% of normal	<0,01
Линейная скорость движения эритроцитов (ЛСЭ), мкм/с Linear erythrocyte velocity (LEV), μm/s	25.0 [0; 37.5]	325.0 [280.0; 387.5]	625.0 [580.0; 687.5]	<0,001
Объемная скорость движения эритроцитов (ОСЭ), мкм ³ /с Volumetric erythrocyte velocity (VEV), μm ³ /s	950 [0; 1650]	20500 [17500; 23500]	52500 [47000; 57500]	<0,001
Морфология капилляров Capillary morphology	Не визуализируются (фибрин), затем отек +15-25% Not visualized because of fibrin coating; subsequently, edema increased by 15%–25%	Тонкостенные, извитые петли, анастомозы Thin-walled tortuous loops with anastomoses	Созревание сети, появление артериол и венул Maturation of the capillary network with the appearance of arterioles and venules	
Клиническая картина Clinical findings	Фибринозный налет, отек Fibrinous coating, edema	Реактивная гиперемия, грануляции Reactive hyperemia, granulation tissue	Формирование нежного рубца, эпителизация Fine scar formation, epithelialization	
Показатели микроциркуляции интактной слизистой оболочки твердого неба у условно здоровых пациентов (контрольная группа, n = 10) Microcirculatory parameters of intact hard palatal mucosa in healthy controls (control group, n = 10)				
Количество функционирующих капилляров, кап/мм ² Functional capillary density (capillaries/mm ²)	92.5 [88.0; 99.5]			
Линейная скорость эритроцитов (ЛСЭ), мкм/с Linear erythrocyte velocity (LEV), μm/s	777.5 [756.3; 805.0]			
Объемная скорость эритроцитов (ОСЭ), мкм ³ /с Volumetric erythrocyte velocity (VEV), μm ³ /s	69000 [64825; 72250]			

ОБСУЖДЕНИЕ

Результаты исследования демонстрируют высокую диагностическую ценность динамического ВКК-мониторинга для оценки приживления тонкослойного язычного лоскута. Выявленная трехфазная динамика полностью соответствует патофизиологическим стадиям репарации тканей [14, 17]. Наиболее важным практическим результатом является установление на основе данных наблюдения предварительных объективных критериев (ЛСЭ > 550 мкм/с и ОСЭ > 45 000 мкм³/с), определяющих готовность к второму этапу операции. Эти значения не являются теоретическими, а эмпирически выведены из динамики показателей в данной когорте пациентов, у которых

они в 100% случаев (15 из 15) коррелировали с благоприятным клиническим течением и успешным приживлением. Достоверность различий подтверждена методом парного сравнения по t-критерию Стьюдента. Таким образом, их достижение и стабилизация в течение 2–3 дней могут служить надежным основанием для принятия решения об отсечении питающей ножки, заменяя традиционный эмпирический подход, однако для валидации данных критериев и определения их точных порогов требуются дальнейшие исследования на расширенной выборке.

Стабильное улучшение микроциркуляции к 7-м суткам (ЛСЭ >400 мкм/с, что составляет >50% от нормы), является высокопрогностичным признаком успешного исхода, в то время как отсутствие положительной

динамики служит ранним маркером риска ишемии и требовало более активной терапевтической тактики.

Таким образом, внедрение протокола мониторинга с помощью витальной компьютерной капилляроскопии (ВКК) позволяет не только прогнозировать исход операции на ранних стадиях, но и научно обосновывать оптимальные сроки хирургического вмешательства, минимизируя риски послеоперационных осложнений.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Динамическая витальная компьютерная капилляроскопия является высокоинформативным неинвазивным методом для объективного мониторинга микроциркуляции на всех этапах приживления тонкослойного язычного лоскута. Процесс приживления характеризуется трехфазной динамикой показателей микроциркуляции (ЛСЭ, ОСЭ), соответствующей стадиям репарации: ранний послеоперационный

период (1-3 сутки), период начала регенерации (4-7 сутки) и период активного приживления (8-16 сутки). Статистический анализ подтвердил значимость различий между этими фазами ($p < 0,05$). Выявлена индивидуальная вариабельность сроков стабилизации микроциркуляторных параметров (14-16 сутки), обосновывающая необходимость персонализированного подхода к определению времени второго этапа операции. В рамках данного исследования на основе данных наблюдения установлены предварительные объективные критерии готовности к отсечению питающей ножки: достижение и стабилизация значений ЛСЭ >550 мкм/с и ОСЭ $>45\ 000$ мкм³/с. Их клиническая значимость требует подтверждения в проспективных исследованиях на больших когортах. Внедрение протокола ВКК-мониторинга в алгоритм ведения пациентов позволяет индивидуализировать лечение, прогнозировать риск осложнений и улучшать результаты реабилитации.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Beyeler J, Lauener A, Katsaros C, La Scala GC, Degen M. Epidemiologic trends of cleft lip and/or palate in Switzerland: a 15-year national registry study. *BMC Oral Health*. 2025;25(1):123. <https://doi.org/10.1186/s12903-025-05500-w>
2. Грудянов АИ, Кречина ЕК, Мустафина ФН, Аврамова ТВ. Метод компьютерной капилляроскопии в оценке состояния микрогемодикуляции в тканях пародонта у пациентов с ранними признаками атеросклероза. *Стоматология*. 2014;93(4):24-26. Режим доступа: <https://www.mediasphera.ru/issues/stomatologiya/2014/4/030039-1735201446>
3. Шавлохова ЕА, Острейков ИФ, Короленкова МВ, Мустафина ФН. Определение состояния микроциркуляции в амбулаторной стоматологии у детей в условиях седации с сохраненным сознанием при помощи компьютерной капилляроскопии. *Анестезиология и реаниматология*. 2015;60(3):23-26. Режим доступа: <https://med-click.ru/uploads/files/docs/opredelenie-sostoyaniya-mikrotsirkulyatsii-v-ambulatoynoy-stomatologii-u-detey-v-usloviyah-sedatsii-s-sohranennym-soznaniem-pri.pdf>
4. Иорданишвили АК, Мороз ПВ, Бобынцев ИИ. Вакуумная проба Кулаженко – архаизм или метод объективизации функционального состояния тканей пародонта (патофизиологический аспект проблемы). *Стоматолог*. 2023;(3):14-19. <https://doi.org/10.21626/vestnik/2021-4/06>
5. Кречина ЕК, Зорина ОА, Мустафина ФК, Молчанов АМ. Оценка микроциркуляции в тканях пародонта методом компьютерной капилляроскопии у пациентов с заболеваниями пародонта и метаболическими нарушениями. *Стоматология*. 2015;94(4):20-23. <https://doi.org/10.17116/stomat201594420-23>
6. Contaldo M. Oral Mucosa Capillaroscopy: A Narrative Review. *Cancers (Basel)*. 2024;16(22):3774. <https://doi.org/10.3390/cancers16223774>
7. Temple CL, Ross DC. Scalp and forehead reconstruction. *Clin Plast Surg*. 2005;32(3):377-90. <https://doi.org/10.1016/j.cps.2005.02.002>
8. Whitaker IS, Gulati V, Ross GL, Menon A, Ong TK. Variations in the postoperative management of free tissue transfers to the head and neck in the United Kingdom. *Br J Oral Maxillofac Surg*. 2007;45(1):16-18. <https://doi.org/10.1016/j.bjoms.2005.11.021>
9. Kloeters O, Tandara A, Mustoe TA. Hypertrophic scar model in the rabbit ear: a reproducible model for studying scar tissue behavior with new observations on silicone gel sheeting for scar reduction. *Wound Repair Regen*. 2007;15 Suppl 1:S40-45. <https://doi.org/10.1111/j.1524-475x.2007.00224.x>
10. Smit JM, Zeebregts CJ, Acosta R, Werker PMN. Advancements in free flap monitoring in the last decade: a critical review. *Plast Reconstr Surg*. 2010;125(1):177-185. <https://doi.org/10.1097/prs.0b013e3181c49580>
11. Грудянов АИ, Кречина ЕК, Мустафина ФН, Аврамова ТВ. Метод компьютерной капилляроскопии в оценке состояния микрогемодикуляции в тканях пародонта у пациентов с ранними признаками атеросклероза. *Стоматология*. 2014;93(4):24-26. Режим доступа: <https://www.mediasphera.ru/issues/stomatologiya/2014/4/030039-1735201446>
12. Akaishi S, Akimoto M, Ogawa R, Hyakusoku H. The relationship between keloid growth pattern and stretching tension: visual analysis using the finite element method. *Ann Plast Surg*. 2008;60(4):445-451. <https://doi.org/10.1097/sap.0b013e3181238dd7>
13. Harder Y, Amon M, Laschke MW, Schramm R, Rücker M, Wettstein R, et al. An old dream revitalised: preconditioning strategies to protect surgical flaps from critical ischaemia and ischaemia-reperfusion injury. *J Plast Reconstr Aesthet Surg*. 2008;61(5):503-511. <https://doi.org/10.1016/j.bjps.2007.11.032>

14. Carmeliet P, Jain RK. Molecular mechanisms and clinical applications of angiogenesis. *Nature*. 2011;473(7347):298-307.

<https://doi.org/10.1038/nature10144>

15. Capla JM, Ceradini DJ, Tepper OM, Callaghan MJ, Bhatt KA, Galiano RD, et al. Skin graft vascularization involves precisely regulated regression and replacement of endothelial cells through both angiogenesis and vasculogenesis. *Plast Reconstr Surg*. 2006;117(3):836-844.

<https://doi.org/10.1097/01.prs.0000201459.91559.7f>

REFERENCES

1. Beyeler J, Lauener A, Katsaros C, La Scala GC, Degen M. Epidemiologic trends of cleft lip and/or palate in Switzerland: a 15-year national registry study. *BMC Oral Health*. 2025;25(1):123.

<https://doi.org/10.1186/s12903-025-05500-w>

2. Grudianov A.I., Krechina E.K., Mustafina F.N., Avraamova T.V. Computer capillaroscopy for periodontal microcirculation assessment in patients with early atherosclerotic lesions. *Stomatology*. 2014;93(4):24-26 (In Russ.). Available from:

<https://www.mediasphera.ru/issues/stomatologiya/2014/4/030039-1735201446>

3. Shavlokhova E.A., Ostreikov I.F., Korolenkova M.V., Mustafina F.N. Determination of the state of microcirculation by means of computer capillaroscopy in children sedated with retention of consciousness in outpatient pediatric dental treatment. 2015;60(3):23-26 (In Russ.). Available from:

<https://med-click.ru/uploads/files/docs/opredelenie-sostoyaniya-mikrotsirkulyatsii-v-ambulatornoy-stomatologii-u-detey-v-usloviyah-sedatsii-s-sohraneniym-soznaniem-pri.pdf>

4. Iordanishvili A.K, Moroz P.V., Bobyntsev I.I. Vacuum test Kulazhenko on the resistance of gingival capillaries – archaism or method of objectification of the functional state of periodontal tissues (pathophysiological aspect of the problem). *Dentist*. 2023;(3):14-19 (In Russ.).

<https://doi.org/10.21626/vestnik/2021-4/06>

5. Krechina EK, Zorina OA, Mustafina FK, Molchanov AM. Microcirculation in periodontal tissues assessed by computer capillaroscopy in patients with periodontal disease and metabolic disorders. *Stomatology*. 2015;94(4):20-23 (In Russ.).

<https://doi.org/10.17116/stomat201594420-23>

6. Contaldo M. Oral Mucosa Capillaroscopy: A Narrative Review. *Cancers (Basel)*. 2024;16(22):3774.

<https://doi.org/10.3390/cancers16223774>

7. Temple CL, Ross DC. Scalp and forehead reconstruction. *Clin Plast Surg*. 2005;32(3):377-90.

<https://doi.org/10.1016/j.cps.2005.02.002>

8. Whitaker IS, Gulati V, Ross GL, Menon A, Ong TK. Variations in the postoperative management of free tissue transfers to the head and neck in the United Kingdom. *Br J Oral Maxillofac Surg*. 2007;45(1):16-18.

<https://doi.org/10.1016/j.bjoms.2005.11.021>

9. Kloeters O, Tandara A, Mustoe TA. Hypertrophic

16. Khouri RK, Cooley BC, Kunselman AR, Landis JR, Yeramian P, Ingram D, Natarajan N, Benes CO, Wallemark C. A prospective study of microvascular free-flap surgery and outcome. *Plast Reconstr Surg*. 1998;102(3):711-721.

<https://doi.org/10.1097/00006534-199809030-00015>

17. Mustoe T. Understanding chronic wounds: a unifying hypothesis on their pathogenesis and implications for therapy. *Am J Surg*. 2004;187(5A):65S-70S.

[https://doi.org/10.1016/s0002-9610\(03\)00306-4](https://doi.org/10.1016/s0002-9610(03)00306-4)

scar model in the rabbit ear: a reproducible model for studying scar tissue behavior with new observations on silicone gel sheeting for scar reduction. *Wound Repair Regen*. 2007;15 Suppl 1:S40-45.

<https://doi.org/10.1111/j.1524-475x.2007.00224.x>

10. Smit JM, Zeebregts CJ, Acosta R, Werker PMN. Advancements in free flap monitoring in the last decade: a critical review. *Plast Reconstr Surg*. 2010;125(1):177-185.

<https://doi.org/10.1097/prs.0b013e3181c49580>

11. Grudianov A.I., Krechina E.K., Mustafina F.N., Avraamova T.V. Computer capillaroscopy for periodontal microcirculation assessment in patients with early atherosclerotic lesions. *Stomatology*. 2014;93(4):24-26 (In Russ.). Available from:

<https://www.mediasphera.ru/issues/stomatologiya/2014/4/030039-1735201446>

12. Akaishi S, Akimoto M, Ogawa R, Hyakusoku H. The relationship between keloid growth pattern and stretching tension: visual analysis using the finite element method. *Ann Plast Surg*. 2008;60(4):445-451.

<https://doi.org/10.1097/sap.0b013e3181238dd7>

13. Harder Y, Amon M, Laschke MW, Schramm R, Rücker M, Wettstein R, et al. An old dream revitalised: preconditioning strategies to protect surgical flaps from critical ischaemia and ischaemia-reperfusion injury. *J Plast Reconstr Aesthet Surg*. 2008;61(5):503-511.

<https://doi.org/10.1016/j.bjps.2007.11.032>

14. Carmeliet P, Jain RK. Molecular mechanisms and clinical applications of angiogenesis. *Nature*. 2011;473(7347):298-307.

<https://doi.org/10.1038/nature10144>

15. Capla JM, Ceradini DJ, Tepper OM, Callaghan MJ, Bhatt KA, Galiano RD, et al. Skin graft vascularization involves precisely regulated regression and replacement of endothelial cells through both angiogenesis and vasculogenesis. *Plast Reconstr Surg*. 2006;117(3):836-844.

<https://doi.org/10.1097/01.prs.0000201459.91559.7f>

16. Khouri RK, Cooley BC, Kunselman AR, Landis JR, Yeramian P, Ingram D, Natarajan N, Benes CO, Wallemark C. A prospective study of microvascular free-flap surgery and outcome. *Plast Reconstr Surg*. 1998;102(3):711-721.

<https://doi.org/10.1097/00006534-199809030-00015>

17. Mustoe T. Understanding chronic wounds: a unifying hypothesis on their pathogenesis and implications for therapy. *Am J Surg*. 2004;187(5A):65S-70S.

[https://doi.org/10.1016/s0002-9610\(03\)00306-4](https://doi.org/10.1016/s0002-9610(03)00306-4)

СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ

Автор, ответственный за связь с редакцией

Цаболова Ольга Артуровна, врач челюстно-лицевой хирург, соискатель кафедры детской челюстно-лицевой хирургии Российского университета медицины, Москва, Российская Федерация

Для переписки: Afa-afa15@mail.ru

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-9192-8044>

Топольницкий Орест Зиновьевич, доктор медицинских наук, профессор, заведующий кафедрой детской челюстно-лицевой хирургии Российского университета медицины, Москва, Российская Федерация

Для переписки: proftopol@mail.ru

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-3896-3756>

Ермольев Сергей Николаевич, доктор медицинских наук, профессор кафедры терапевтической стоматологии и пародонтологии Российского университета медицины, Москва, Российская Федерация

Для переписки: ermoljev_s@hotmail.com

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-4219-3547>

INFORMATION ABOUT THE AUTHORS

Corresponding author:

Olg`a A. Tsabolova, DDS, maxillofacial surgeon, Postgraduate Researcher, Department of the Pediatric Maxillofacial Surgery, Russian University of Medicine, Moscow, Russian Federation

For correspondence: Afa-afa15@mail.ru

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-9192-8044>

Orest Z. Topolnitsky, DDS, PhD, DSc, Professor, Head of the Department of Pediatric Maxillofacial Surgery, Russian University of Medicine, Moscow, Russian Federation

For correspondence: proftopol@mail.ru

ORCID: <https://orcid.org/000-0002-3896-3756>

Sergey N. Yermolyev, DMD, PhD, DSc, Professor, Professor, Department of the Restorative Dentistry and Periodontology, Russian University of Medicine, Moscow, Russian Federation

For correspondence: ermoljev_s@hotmail.com

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-4219-3547>

Вклад авторов в работу. Все авторы подтверждают соответствие своего авторства международным критериям ICMJE, а также согласны принять на себя ответственность за все аспекты работы: Цаболова О. А. – проведение исследования; Топольницкий О. З. – предоставление ресурсов, научное руководство; Ермольев С. Н. – предоставление ресурсов, разработка методологии, написание черновика рукописи; ЛогинопULO О. В. – предоставление ресурсов; Федотов Р. Н. – предоставление ресурсов, разработка концепции; Хабарина М. В. – проведение исследования.

ЛогинопULO Оксана Владимировна, кандидат медицинских наук, доцент кафедры детской челюстно-лицевой хирургии Российского университета медицины, заведующая учебной части ДПО, Москва, Российская Федерация

Для переписки: ologinopulo@mail.ru

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-4756-2487>

Федотов Роман Николаевич, кандидат медицинских наук, доцент кафедры детской челюстно-лицевой хирургии Российского университета медицины, Москва, Российская Федерация

Для переписки: abilat@yandex.ru

ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-1802-1080>

Хабарина Мария Владиславовна, врач-ординатор кафедры терапевтической стоматологии и пародонтологии Российского университета медицины, Москва, Российская Федерация

Для переписки: mariahabarina@yandex.ru

ORCID: <https://orcid.org/0009-0002-8088-0556>

Oksana V. Loginopulo, DDS, PhD, Associate Professor, Department of the Pediatric Maxillofacial Surgery, Russian University of Medicine, Moscow, Russian Federation

For correspondence: ologinopulo@mail.ru

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-4756-2487>

Roman N. Fedotov, DDS, PhD, Associate Professor, Department of the Pediatric Maxillofacial Surgery, Russian University of Medicine, Moscow, Russian Federation

For correspondence: abilat@yandex.ru

ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-1802-1080>

Maria V. Khabarina, DMD, Resident Physician, Department of the Restorative Dentistry and Periodontology, Russian University of Medicine, Moscow, Russian Federation

For correspondence: mariahabarina@yandex.ru

ORCID: <https://orcid.org/0009-0002-8088-0556>

Поступила / Article received 16.11.2025

Поступила после рецензирования / Revised 23.12.2025

Принята к публикации / Accepted 21.01.2026

Authors' contribution. All authors confirm that their authorship complies with the international ICMJE criteria, and they also agree to take responsibility for all aspects of the work. O. A. Tsabolova – investigation; O. Z. Topolnitsky – resources, supervision; S. N. Yermolyev – resources, methodology, writing – original draft preparation; O. V. Loginopulo – resources; R. N. Fedotov – resources, conceptualization, M. V. Khabarina – investigation.