

Изучение базовых величин физиологической нормы для практически здоровых людей на основе лазерной доплеровской флоуметрии челюстно-лицевой области

В.И. Кравец^{1,2}, Н.М. Хелминская^{1,2}, А.В. Посадская^{1,2}, Д.А. Еремин¹, Д.А. Гасанова¹, А.В. Кравец¹

¹ Российский национальный исследовательский медицинский университет им. Н.И. Пирогова, Москва, Россия

² ГБУЗО «Городская клиническая больница № 1 им. Н.И. Пирогова» Департамента здравоохранения города Москвы, Москва, Россия

РЕЗЮМЕ

Статья посвящена анализу показателей микроциркуляторного русла в области лица, определяемого с помощью широко применяемого неинвазивного метода – лазерной доплеровской флоуметрии. У группы практически здоровых добровольцев в возрасте 20–21 года определяли параметры «нормы» микроциркуляции на лице в области нижней (поднижнечелюстная область и подбородок), средней (щечная область) и верхней зон лица (лобная область). Параметры фиксировали в соответствующих симметричных «здоровых» областях лица, средние значения «нормы» позволяют интерпретировать результаты нарушений микроциркуляции, возникающих при различных патологических процессах.

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА: микроциркуляторное русло, лазерная доплеровская флоуметрия, зоны лица.

КОНФЛИКТ ИНТЕРЕСОВ. Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Study of the basic values of physiological normality for practically healthy people based on laser Doppler flowmetry of the maxillofacial region

N.M. Khelminskaya^{1,2}, V.I. Kravets^{1,2}, A.V. Posadskaya^{1,2}, D.A. Eremin¹, J.A. Gasanova¹, A.V. Kravets¹

¹ Pirogov Russian National Research Medical University, Moscow, Russia

² Pirogov City Clinical Hospital № 1, Moscow, Russia

SUMMARY

The article is devoted to the analysis of indicators of the microcirculatory bed on the face, determined using a widely used non-invasive method – laser Doppler flowmetry. In a group of practically healthy volunteers aged 20–21 years, the parameters of the «norm» of microcirculation on the face in the lower (submandibular region and chin), middle (cheek region), and upper zones of the face (frontal region) were revealed. The parameters were recorded in the corresponding symmetrical «healthy» areas of the face, and the average values of the «norm» allow us to interpret the results of microcirculation disorders detected in various pathological processes.

KEYWORDS: microcirculatory bed, purulent-inflammatory, laser Doppler flowmetry, facial areas.

CONFLICT OF INTEREST. The authors declare that they have no conflicts of interest.

Актуальность

Микроциркуляторное русло является частью замкнутой системы кровообращения, характеризующееся общей структурностью, имея при этом типологические различия в зависимости от вида тканей (кожи, паренхиматозных органов и т. д.)

В челюстно-лицевой области микроциркуляция имеет свою анатомическую специфику: в наличии особых форм эндотелиоцитов, способных выступать в просвет сосуда, частично или полностью перекрывая его, лимфатических сосудов с клапанами «шлюзового» типа, препятствующими обратному току лимфы, сосудистых конструкций в виде «шпилек для волос», посткапиллярных полушунтов; артериовеноулярных анастомозов.

Системе микроциркуляции отведена существенная роль в обеспечении адекватного кровообращения тканей и органов. Изменение реологии крови относится

к одному из звеньев ухудшения микроциркуляции, является значимым аспектом в диагностике, лечении, прогнозе и профилактике большого количества заболеваний, поскольку эти изменения являются первичными и оправданными точками в развитии многих патологических процессов.

Одним из широко применяемых неинвазивных методов, объективно позволяющим оценивать состояние микроциркуляторного русла является лазерная доплеровская флоуметрия.

В большинстве случаев, интерпретация основных форм нарушений микроциркуляции при различных патологических процессах базируется на сравнении с параметрами «нормы», составленными на показателях, фиксируемых в соответствующей симметричной «здоровой» области, либо по данным, полученным у группы практически здоровых добровольцев.

На основании анализа доступного материала научной литературы выявленные типичные виды патофизиологических нарушений гемодинамики на уровне микрососудов были изучены при исследовании областей, находящихся вне челюстно-лицевой области и шеи, а именно внутренних поверхностей предплечья, кожных покровов туловища, пальцев конечностей.

Своеобразие морфофункционального строения микрососудов лица и гемодинамики предполагает различие в референсных значениях показателей микроциркуляции (на примере лазерной доплеровской флоуметрии) и вариативность выборки «нормы» по сравнению аналогичными показателями, регистрируемыми в области конечностей и т. д.

Методика лазерной доплеровской флоуметрии, основанная на зондировании тканей лазерным излучением, позволяет зарегистрировать изменения потока крови в микроциркуляторном русле. Анализатор лазерной микроциркуляции крови портативный «Лазма ПФ» компактный, переносной, имеет собственное программное обеспечение, при его использовании методом лазерной доплеровской флоуметрии оценивается показатель микроциркуляции крови, пропорциональный произведению числа эритроцитов на среднюю скорость их движения.

Цель исследования

Изучить значения показателей микроциркуляции в различных зонах челюстно-лицевой области по данным лазерной доплеровской флоуметрии.

Материалы исследования

Объектом исследования являлись практически здоровые добровольцы (200 человек, студенты 4 курса по специальности лечебное дело РНИМУ им. Н.И. Пирогова). Возраст исследуемых 20–21 год.

Критериями исключения из исследования являлись: наличие болезней кожи, хронической сопутствующей патологии, прием препаратов, влияющих на микроциркуляторный процесс, использование ботулотоксических и инъекционных косметических средств в области лица.

Параметры микроциркуляции определялись с помощью портативного лазерного анализатора крови «Лазма ПФ», которые включали в себя измерение следующих критериев: 1) показатель микроциркуляции (М), указывающий на средние величины перфузии тканей кровью, 2) σ – среднего квадратичного отклонения изменений М в заданном промежутке времени, отображающего среднюю модуляцию кровотока во всех частотных диапазонах, 3) K_v – коэффициента вариации. Дополнительно изучали спектральный анализ биоритмов тканевого кровотока с определением амплитуд колебаний в диапазонах активных и пассивных флуксуометрий (Аэ, Ан, Ам, Ад, Ас). Исследования проводились в четырех зонах челюстно-лицевой области: точка 1 – поднижнечелюстная область, точка 2 – щечная область, точка 3 – подбородок, точка 4 – лобная область (рисунок 1).

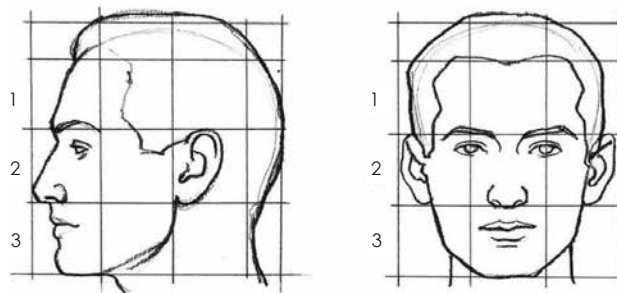


Рисунок 1. Схема расположения датчика «Лазма ПФ» в зонах челюстно-лицевой области

Результаты исследования и обсуждение

Исследования микроциркуляции тканей лица и шеи нами проведены для выявления средних нормальных значений. Полученные результаты могут быть внедрены в работу профильных отделений, образовательных программ разного уровня и являются основой протоколов диагностики патологических состояний челюстно – лицевой области. Это необходимо для сравнительной оценки состояния микроциркуляции при различных патологических процессах в челюстно – лицевой области как травматического, так и воспалительного характера.

Полученные данные лазерной доплеровской флоуметрии, регистрируемых в четырех зонах исследования челюстно-лицевой области (поднижнечелюстная область, щечная область, подбородок, лобная область) продемонстрировали схожесть параметров микроциркуляции вне зависимости от локализации (рисунок 2). Средние значения М во всех точках варьируют между 10 пер. ед. и 12 пер. ед., однако наибольшие значения демонстрируют показатели подбородка $M 13,64 \pm 3,98$, затем схожи по показателю микроциркуляции лобная область $M 13,55 \pm 3,44$ и щечная область $M 13,53 \pm 3,98$. Наименьшие значения демонстрирует поднижнечелюстная область $M 10,95 \pm 2,81$.

Схожая тенденция имеется у σ – среднего квадратичного отклонения изменений М в заданном промежутке времени, отображающего среднюю модуляцию кровотока во всех частотных диапазонах. К примеру, σ поднижнечелюстной области $2,62 \pm 1,44$, щечной области $2,26 \pm 0,90$, подбородка $2,21 \pm 0,78$ и лобной области $2,25 \pm 0,443$. Коэффициент вариации так же демонстрирует приближенные друг к другу значения: в поднижнечелюстной области – $23,09 \pm 9,78$, данные по щечной области – $18,66 \pm 7,99$, подбородка – $15,88 \pm 7,99$, лобной области $16,23 \pm 7,99$.

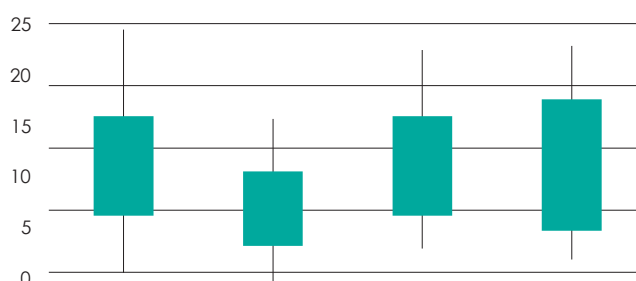


Рисунок 2. Значения показателя микроциркуляции (М) в пер. единицах в зонах челюстно-лицевой области

Таблица 1
Показатели микроциркуляции в челюстно-лицевой области по данным лазерной доплеровской флоуметрии $p \geq 0,05$

	М	σ	Kv	М нутр.	Аэ	Ан	Ам	Ад	Ас
Точка 1	10,95 $\pm$ 2,81	2,62 $\pm$ 1,44	23,09 $\pm$ 9,78	6,39 $\pm$ 2,58	0,47 $\pm$ 0,32	0,79 $\pm$ 0,51	1,02 $\pm$ 0,60	0,94 $\pm$ 0,65	1,01 $\pm$ 0,59
Точка 2	13,53 $\pm$ 3,98	2,26 $\pm$ 0,90	18,66 $\pm$ 7,99	7,28 $\pm$ 2,68	0,60 $\pm$ 0,35	0,64 $\pm$ 0,36	0,83 $\pm$ 0,35	0,63 $\pm$ 0,35	1,28 $\pm$ 0,98
Точка 3	13,64 $\pm$ 3,98	2,21 $\pm$ 0,78	15,88 $\pm$ 7,99	6,36 $\pm$ 2,54	0,56 $\pm$ 0,42	0,62 $\pm$ 0,27	0,84 $\pm$ 0,28	0,61 $\pm$ 0,38	1,16 $\pm$ 0,69
Точка 4	13,55 $\pm$ 3,44	2,25 $\pm$ 0,44	16,23 $\pm$ 7,99	6,93 $\pm$ 2,68	0,58 $\pm$ 0,29	0,63 $\pm$ 0,34	0,81 $\pm$ 0,38	0,60 $\pm$ 0,27	1,14 $\pm$ 0,92

Таблица 2
Средние значения показателей микроциркуляции челюстно-лицевой области

М	σ	Kv	М нутр.	Аэ	Ан	Ам	Ад	Ас
11,5 $\pm$ 3,70	2,23 $\pm$ 1,05	21,12 $\pm$ 8,50	6,85 $\pm$ 2,70	0,54 $\pm$ 0,34	0,72 $\pm$ 0,44	0,93 $\pm$ 0,47	0,78 $\pm$ 0,51	1,14 $\pm$ 0,78

Более широкая оценка остальных показателей, участвующих в регуляции микрогемодинамики, также выявила определенную соразмерность в полученных значениях (таблица 1).

Учитывая минимальные отличия между средними величинами, зарегистрированных показателей, был проведен статистический анализ сравнения признака для непараметрической выборки по критерию Манна – Уитни, который показал отсутствие достоверных различий между сравниваемыми параметрами у исследуемых групп, что позволило объединить, полученные результаты в одну группу с формированием (расчетом) средних значений имеющихся данных для указанных зон исследования в целом (таблица 2).

В исследованиях Козлова В.И., Гуровой О.А. и соавт. оценивалось состояние кожной микроциркуляции в том числе кожи головы: лба, мочки уха с помощью лазерного анализатора кровотока «ЛИАККО1к» у 80 практически здоровых лиц мужского пола в возрасте от 18 до 24 лет: в области лба М 18,7 $\pm$ 0,54, в области мочки уха М 27,9 $\pm$ 1,23. По данным других авторов, представивших мультипараметрический подход к оценке состояния кожной микроциркуляции у пациентов дерматологического профиля (на примере псориаза) в исследованиях участвовали 6 пациентов дерматовенерологического отделения (3 женщины и 3 мужчины) в возрасте 36 $\pm$ 16 лет с диагнозом псориаз обыкновенный в стационарной стадии. В зарегистрированном ЛДФ-сигнале наблюдалось статистически значимое повышение показателя микроциркуляции, нутритивного кровотока и амплитуд осцилляций, связанных с сердечными сокращениями со следующими значениями М $\pm\sigma$ 12,1 $\pm$ 1,8. Исследование проводилось в зоне предплечья с больной и здоровой стороны симметрично. Постепенно на фоне проведения консервативной терапии отмечалась нормализация исследуемых гемодинамических параметров М $\pm\sigma$ 6,9 $\pm$ 1,7. В нашем исследовании выборка составила 200 человек без соматической пато-

логии в возрасте 20–21 год, исследование проводилось на лице по 4 точкам. Средние значения составили М 11,5 $\pm$ 3,70, σ 2,23 $\pm$ 1,05.

Заключение

Изучаемые критерии регуляции микроциркуляторного русла, регистрируемые в различных зонах челюстно-лицевой области, характеризуются сопоставимыми значениями своих показателей вне зависимости от локализации, что позволяет определять их как референсными величинами физиологической нормы для челюстно-лицевой области у практически здоровых людей.

Опираясь на научные литературные данные и полученные базовые величины физиологической нормы можно определить отклонения микроциркуляторного русла в челюстно-лицевой области для диагностики патологических процессов и течения болезни, а также использовать в лечении и профилактики заболеваний.

Список литературы / References

1. Кондратьева Ю.С., Мяделец И.А., Кокина О.А., Языков Е.А., Ерошенко Н.В. Микроциркуляция тканей лица у женщин в различные возрастные периоды, Клиническая дерматология и венерология 2014; № 6. С. 136–140. Kondratyeva Yu.S., Myadelets I.A., Kokina O.A., Yazykov E.A., Eroshenko N.V. Microcirculation of Facial Tissues in Women at Different Age Stages, Clinical Dermatology and Venereology 2014; No. 6. Pp. 136–140.
2. Козлов В.И., Гурова О.А. Исследование микроциркуляции крови в коже различных областей тела методом ЛДФ. Международный научно-исследовательский журнал. 2015; № 3(34). Часть 4. С. 75–78. Kozlov V.I., Gurova O.A. Study of blood microcirculation in the skin of various body areas using LDF, International Research Journal. 2015; No. 3(34). Pp. 75–78.
3. Шурубей В.А., Ткаченко С.Б., Теплюк Н.П. Исследование микроциркуляции кожи лица и век у больных розацеа методом лазерной доплеровской флоуметрии, Регионарное кровообращение и микроциркуляция. 2016; Т. 15. № 2(58). С. 4–44. Shurubey V.A., Tkachenko S.B., Teplyuk N.P. Study of facial and eyelid skin microcirculation in patients with rosacea using laser Doppler flowmetry, Regional Blood Circulation and Microcirculation. 2016; Vol. 1. No. 2 (58). Pp. 40–44.
4. Гераськова Н.Н. Micropulse – новый взгляд на лазерное лечение сосудистой патологии кожи, Эстетическая медицина. 2020; Т. 19. № 2. С. 1–10. Geraskova N.N. Micropulse – a new perspective on laser treatment of vascular skin pathology, Aesthetic medicine. 2020; V. 19 (№2): P 1–10.
5. Потапова Е.В., Михайлова М.А., Королева А.К. и соавт. Мультипараметрический подход к оценке кожной микроциркуляции у пациентов дерматологического профиля (на примере псориаза), Физиология человека. 2021; № 6. Т. 47. С. 33–42. Potapova E.V., Mikhailova M.A., Koroleva A.K., et al. Multiparametric approach to assessing skin microcirculation in dermatological patients (on the example of psoriasis), Human Physiology. 2021; No. 6. Vol. 47. Pp. 33–42.

Статья поступила / Received 10.03.2026
Получена после рецензирования / Revised 22.03.2026
Принята в печать / Accepted 12.04.2026

Информация об авторах

Хелминская Наталья Михайловна^{1,2} – д.м.н., профессор
E-mail: Khelminskaya@mail.ru. ORCID: <https://orcid.org/000-0002-3627-9109>

Кравец Виктор Иванович^{1,2} – к.м.н., доцент
E-mail: vi_kravets@mail.ru. ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-6345-3993>

Посадская Александра Владимировна^{1,2} – к.м.н., доцент
E-mail: Shush79@mail.ru. ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-5926-8541>

Еремин Дмитрий Анатольевич¹ – к.м.н., заведующий кафедрой
E-mail: d_eremin@bk.ru <https://orcid.org/0000-0003-4077-6359>

Гасанова Джамиля Альбертовна¹ – ассистент кафедры
E-mail: mika.jamilya@yandex.ru. ORCID: <https://orcid.org/0009-0003-1137-9271>

Кравец Анатолий Викторович¹ – ассистент кафедры
E-mail: kravetsofficial@bk.ru. ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-2744-5643>

¹ Российский национальный исследовательский медицинский университет им. Н.И. Пирогова, Москва, Россия

² ГБУЗО «Городская клиническая больница № 1 им. Н.И. Пирогова» Департамента здравоохранения города Москвы, Москва, Россия

Контактная информация:

Хелминская Наталья Михайловна. E-mail: Khelminskaya@mail.ru

Для цитирования: Кравец В.И., Хелминская Н.М., Посадская А.В., Еремин Д.А., Гасанова Д.А., Кравец А.В. Изучение базовых величин физиологической нормы для практически здоровых людей на основе лазерной доплеровской флоуметрии челюстно-лицевой области. Медицинский алфавит. 2026;(10):50–53. <https://doi.org/10.33667/2078-5631-2026-10-50-53>

Author information

Natalya M. Khelminskaya^{1,2} – MD, Dr. Sci. (Med.), Professor
E-mail: Khelminskaya@mail.ru. ORCID: <https://orcid.org/000-0002-3627-9109>

Viktor I. Kravets^{1,2} – MD, Cand. Sci. (Med.)
E-mail: vi_kravets@mail.ru. ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-6345-3993>

Aleksandra V. Posadskaya^{1,2} – MD, Cand. Sci. (Med.)
E-mail: Shush79@mail.ru. ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-5926-8541>

Dmitriy A. Eremin¹ – PhD, Head of the Department
E-mail: d_eremin@bk.ru <https://orcid.org/0000-0003-4077-6359>

Jamila A. Gasanova¹ – assistant of the department
E-mail: mika.jamilya@yandex.ru. ORCID: <https://orcid.org/0009-0003-1137-9271>

Anatoliy V. Kravets¹ – assistant of the department
E-mail: kravetsofficial@bk.ru. ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-2744-5643>

¹ Pirogov Russian National Research Medical University, Moscow, Russia

² Pirogov City Clinical Hospital № 1, Moscow, Russia

Contact information

Natalya M. Khelminskaya. E-mail: Khelminskaya@mail.ru

For citation: Kravets V.I., Khelminskaya N.M., Posadskaya A.V., Eremin D.A., Gasanova J.A., Kravets A.V. Study of the basic values of physiological normality for practically healthy people based on laser Doppler flowmetry of the maxillofacial region. Medical alphabet. 2026;(10):50–53. <https://doi.org/10.33667/2078-5631-2026-10-50-53>

