

Состояние регионального кровотока у стоматологических больных с уменьшением межальвеолярного расстояния и нарушениями функции слухового аппарата (часть 2)¹

А.А. Гайворонская^{2,3}, А.В. Цимбалистов¹, И.В. Войтяцкая^{1,2*}, Т.А. Лопушанская², М.Г. Гайворонская^{6,2}, Е.А. Черногаева⁴, Е.А. Соловых⁵

¹Белгородский государственный национальный исследовательский университет, Белгород, Российская Федерация

²Санкт-Петербургский государственный университет, Санкт-Петербург, Российская Федерация

³Стоматологическая поликлиника №20, Санкт-Петербург, Российская Федерация

⁴Санкт-Петербургский государственный педиатрический медицинский университет, Санкт-Петербург, Российская Федерация

⁵Общество с ограниченной ответственностью научно-медицинская фирма «Лаборатория функциональной диагностики», Москва, Российская Федерация

⁶Национальный медицинский исследовательский центр имени В.А. Алмазова, Санкт-Петербург, Российская Федерация

АННОТАЦИЯ

Актуальность. Уменьшение межальвеолярного расстояния вследствие повышенной стираемости твердых тканей зубов, генерализованного пародонтита и утраты зубов способствует развитию морфофункциональных изменений не только со стороны жевательных мышц, височно-нижнечелюстного сустава (ВНЧС), но и влияет на морфологические и функциональные параметры других элементов челюстно-лицевой области, в частности на гемодинамику в сосудистых бассейнах лица, шеи, головного мозга, височно-нижнечелюстного сустава и верхнего отдела позвоночника. Цель. Оценить состояние регионального кровотока у стоматологических больных с уменьшением межальвеолярного расстояния и функциональными нарушениями слухового аппарата.

Материалы и методы. Исследование проводилось в группе пациентов с признаками уменьшения межальвеолярного расстояния ($n = 50$), в возрасте от 34 до 73 лет. Средний возраст пациента составил $53,5 \pm 2,4$ года. Из них 22 (44,0%) мужчины и 28 (56,0%) женщин. Обследование включало: функционально-физиологический метод определения центрального соотношения челюстей с применением аппарата «АОЦО», ультразвуковое исследование (дуплексное сканирование сосудов головы, шеи и ВНЧС).

Результаты. У больных с уменьшением межальвеолярного расстояния в привычной окклюзии определялся высокий коэффициент асимметрии линейной скорости кровотока по исследуемым артериям, который достигал 40%, а также была выявлена венозная дисгемия. Использование нагрузочных проб при проведении функционально-физиологического метода определения соотношения челюстей позволило достичь оптимального позиционирования головок нижней челюсти в височно-челюстной ямке и оптимального соотношения челюстей. При этом коэффициент асимметрии кровотока достоверно уменьшился до 4%. Признаки дисгемии в виде нарушения венозного оттока отсутствовали. Данное обстоятельство опосредованно влияет на гемодинамику периферического отдела слухового анализатора, что в итоге сказывается на его функции.

Закключение. Обследование группы стоматологических больных с уменьшением межальвеолярного расстояния при использовании современных методов диагностики позволило достоверно выявить реагирование системы кровообращения челюстно-лицевой области на изменения соотношения челюстей. Улучшение параметров гемодинамики при оптимизации соотношения челюстей свидетельствуют об изменении функционального состояния слухового аппарата.

Ключевые слова: уменьшение межальвеолярного расстояния, височно-нижнечелюстной сустав, нарушение слухового аппарата.

Для цитирования: Гайворонская АА, Цимбалистов АВ, Войтяцкая ИВ, Лопушанская ТА, Гайворонская МГ, Черногаева ЕА, Соловых ЕА. Состояние регионального кровотока у стоматологических больных с уменьшением межальвеолярного расстояния и нарушениями со стороны слухового аппарата (часть 2). *Пародонтология*. 2024;29(4):443-452. <https://doi.org/10.33925/1683-3759-2024-1026>

¹Часть 1 см. *Пародонтология*. №3/2024

***Автор, ответственный за связь с редакцией:** Войтяцкая Ирина Викторовна, кафедра стоматологии общей практики Белгородского государственного национального исследовательского университета, 308015, ул. Победы, д. 85, г. Белгород, Российская Федерация. Для переписки: alexplusirina@mail.ru

Конфликт интересов: Авторы декларируют отсутствие конфликта интересов.

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

Regional blood flow in dental patients with reduced interalveolar distance and auditory disorders (Part 2)²

A.A. Gaivoronskaya^{2, 3}, A.V. Tsimbalistov¹, I.V. Voityatskaya^{1, 2*}, T.A. Lopushanskaya², M.G. Gaivoronskaya^{6, 2}, E.A. Chernogaeva⁴, E.A. Solovykh⁵

¹Belgorod State National Research University, Belgorod, Russian Federation

²Saint Petersburg State University, Saint Petersburg, Russian Federation

³Dental clinic No. 20, Saint Petersburg, Russian Federation

⁴Saint Petersburg State Pediatric Medical University, Saint Petersburg, Russian Federation

⁵Limited Liability Company scientific and medical company "Laboratory of Functional Diagnostics", Moscow, Russian Federation

⁶V.A. Almazov National Medical Research Center, Saint Petersburg, Russian Federation

ABSTRACT

Relevance. Reduced interalveolar distance, resulting from increased wear of dental hard tissues, generalized periodontitis, and tooth loss, leads to morphofunctional changes not only in the masticatory muscles and temporomandibular joint (TMJ) but also in other structures of the maxillofacial region. These changes affect hemodynamics in the vascular regions of the face, neck, brain, TMJ, and upper cervical spine.

Objective. To evaluate regional blood flow in dental patients with reduced interalveolar distance and auditory disorders.

Materials and methods. The study was conducted on a group of patients with signs of reduced interalveolar distance ($n = 50$), aged 34 to 73 years, with a mean age of 53.5 ± 2.4 years. The group comprised 22 men (44.0%) and 28 women (56.0%). The examination included the functional-physiological method for determining the central relationship of the jaws using the Apparatus for Determining Central Occlusion (AOTSO) and duplex ultrasound scanning of the head, neck, and TMJ vessels.

Results. In patients with reduced interalveolar distance in habitual occlusion, a high asymmetry coefficient of linear blood flow velocity was observed in the examined arteries, reaching up to 40%, along with signs of venous dysgemia. Using loading tests during the functional-physiological method achieved optimal positioning of the mandibular condyles in the mandibular fossa and optimized occlusion. This significantly reduced the blood flow asymmetry coefficient to 4%, with no signs of venous outflow disorders. These improvements indirectly influenced the hemodynamics of the peripheral auditory system, enhancing its function.

Conclusion. reduced interalveolar distance, temporomandibular joint, auditory disorders.

Key words: dentition defects (dental arch defects), reduction of the interalveolar distance, central jaw ratio, constructive jaw ratio, apparatus for determining the central jaw ratio (AOCO), temporomandibular joint, auditory analyzer, hearing aid, auditory tube, tympanometry, ultrasound dopplerography (USDG), duplex scanning of vessels of the head, neck and TMJ area.

For citation: Gaivoronskaya AA, Tsimbalistov AV, Voityatskaya IV, Lopushanskaya TA, Gaivoronskaya MG, Chernogaeva EA, Solovykh EA. Regional blood flow in dental patients with reduced interalveolar distance and auditory disorders (part 2). *Parodontologiya*. 2024;29(4):443-452. (In Russ.). <https://doi.org/10.33925/1683-3759-2024-1026>

Corresponding author: Irina V. Voityatskaya, Department of the General Practice Dentistry, Belgorod State National Research University, 85 Pobedi Str., Belgorod, Russian Federation, 308015.

For correspondence: alexplusirina@mail.ru

Conflict of interests: The authors declare no conflict of interests.

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

²See Part 1 in *Parodontology*, No. 3/2024

АКТУАЛЬНОСТЬ

У лиц в возрасте от 35 до 70 лет частота встречаемости стоматологических заболеваний, приводящих к изменениям соотношения челюстей, в частности к уменьшению межальвеолярного расстояния (МАР), превышает 85%. При этом уменьшение межальвеолярного расстояния у стоматологических больных сопровождается комплексом морфологических, функциональных и эстетических нарушений челюстно-лицевой области, которые необходимо выявлять и компенсировать на этапе диагностики для выбора оптимального плана протезирования и уменьшения риска ятрогенных осложнений в процессе стоматологического лечения.

Стоматологические больные с изменениями соотношения челюстей предъявляют различные жалобы, обусловленные наиболее значимыми для них проблемами. К ним можно отнести такие жалобы как нарушение конфигурации мягких тканей лица; отсутствие зубов различной локализации, приводящее к нарушению жевания и эстетики; дискомфорт в области височно-нижнечелюстного сустава, жевательных и височных мышцах. В некоторых случаях пациенты отмечают понижение слуха, ощущение заложенности и шум в ушах, сухость во рту, мацерации в углах рта, боли и жжение в различных участках слизистой ротовой полости [5].

Жалобы больных с нарушениями соотношения челюстей в ряде случаев характерны для дисфункции височно-нижнечелюстного сустава (ВНЧС). При значительном уменьшении межальвеолярной высоты происходит смещение головки нижней челюсти кзади, приводящее к растяжению суставной капсулы сустава и связок ВНЧС, что, в свою очередь, может привести к травматизации биламинарной зоны и опосредованно к сдавливанию слуховой трубы.

При этом нельзя не учитывать возможные нарушения регионального кровотока, обусловленные изменением взаиморасположения элементов ВНЧС и функциональным состоянием мышечно-суставного комплекса. Также в области, пограничной с суставом, в патологический процесс может вовлекаться барабанное сплетение.

Согласно данным отечественных и зарубежных авторов, ВНЧС представляет собой сочленение между головкой нижней челюсти, нижнечелюстной ямкой и суставным бугорком височной кости. Примерно посередине суставную ямку пересекает каменисто-барабанная щель и делит ее на переднюю, интракапсулярную часть, лежащую в полости сустава, и заднюю – экстракапсулярную часть.

В каменисто-барабанной щели проходят две связки: диско-молоточковая и передняя молоточковая, которые связывают ВНЧС со средним ухом. Диско-молоточковая связка натянута между задним полюсом суставного диска и молоточком, а передняя связка молоточка является продолжением клино-

видно-нижнечелюстной связки. Помимо связок к содержимому данной щели относят барабанную струну и переднюю барабанную артерию [6].

Именно локализацией диско-молоточковой связки в каменисто-барабанной щели отдельные авторы объясняют возникновение отолгических проявлений при заболеваниях ВНЧС, поскольку при смещениях диска и шарнирных движениях в суставе происходит чрезмерное растяжение диско-молоточковой связки. При этом отмечается, что степень выраженности данных проявлений напрямую зависит от степени открытости каменисто-барабанной щели и особенностей прикрепления диско-молоточковой связки. В случае если щель является достаточно широкой, а связка плохо прикреплена по краям данной расщелины, у пациентов с дисфункцией ВНЧС возникают отолгические проявления. Связано это с тем, что возникающие нефизиологические перемещения молоточка могут травмировать барабанную перепонку, а также систему слуховых косточек, поскольку все эти структуры тесно связаны. При этом в связи с наличием хорошо развитого барабанного сплетения и, соответственно, богатой иннервацией барабанной перепонки и в целом барабанной полости возникают болевые ощущения [7].

Также медиальнее нижнечелюстной ямки находится евстахиева труба [8]. Существует определенная взаимосвязь между евстахиевой трубой и жевательным аппаратом. В частности, движения нижней челюсти во время зевания и жевания помогают ненадолго открыть евстахиеву трубу, что необходимо для выполнения ее вентиляционной функции. Непосредственно над костной частью евстахиевой трубы находится мышца, напрягающая барабанную перепонку, которая, соединяясь с молоточком, вызывает напряжение барабанной перепонки [9]. В связи с тем что мышца, напрягающая барабанную перепонку, и жевательные мышцы имеют общую иннервацию – от *третьей ветви тройничного нерва*, – предполагается, что напряжение барабанной перепонки в сочетании с напряжением жевательных мышц при дисфункции ВНЧС также играют существенную роль в патогенезе отолгических симптомов у таких пациентов [10].

Артериальное кровоснабжение барабанной полости обеспечивается сонно-барабанными, нижней, верхней, передней и задней барабанными артериями, шилососцевидной и глубокой ушной артериями, а также артериями, идущими вдоль евстахиевой трубы от ее глоточного отверстия (рис. 1). Все эти артерии обильно анастомозируют между собой посредством главных стволов и сплетений в слизистой оболочке [11].

Особый интерес в данном аспекте имеет передняя барабанная артерия, проходящая через каменисто-барабанную щель. Она начинается от нижнечелюстного отдела верхнечелюстной артерии. В каменисто-барабанной щели она разделяется на верхнюю, заднюю и косточковую ветви. Верхняя

ветвь входит в барабанную полость, снабжает кровью слизистую оболочку, переднюю и латеральную стенки эпитимпанума и переднелатеральную поверхность крыши барабанной полости, анастомозирует с верхней барабанной артерией. Задняя ветвь снабжает кровью барабанную перепонку и латеральную поверхность крыши барабанной полости. Ее передняя и верхняя ветви анастомозируют, образуя сосудистое сплетение в слизистой молоточка и наковальни [12].

Слуховая труба снабжается кровью из верхней барабанной ветви средней менингеальной артерии, артерий крыловидного канала и трубной артерии. Трубная артерия начинается от добавочной менингеальной артерии, проходит в ее стенке и снабжает стенку слуховой трубы в ее барабанном отделе и слизистую передней части барабанной полости, анастомозируя с ветвями сонно-барабанных артерий. Мышцу, напрягающую барабанную перепонку, снабжает верхняя барабанная артерия, которая начинается от средней менингеальной артерии, идет в заднелатеральном направлении и входит в барабанную полость вместе с малым каменистым нервом через верхний барабанный канал.

Таким образом, несомненный интерес представляет оценка регионального кровотока области головы, шеи и ВНЧС у стоматологических больных с уменьшением межальвеолярного расстояния, сформированного на фоне течения основных стоматологических заболеваний и жалобами на нарушение функции слухового аппарата.

При значительном уменьшении межальвеолярной высоты происходит изменение взаиморасположения элементов ВНЧС. Смещение головки нижней челюсти вглубь суставной ямки приводит к тому, что задняя, более толстая часть суставного диска, оказывает давление на сосудисто-нервный пучок, выходящий из каменно-барабанной (глазеровой) щели. В патологический процесс активно вовлекаются барабанная струна, барабанное сплетение, расположенные в области пограничной с ВНЧС, что может привести к нарушению функционирования слуховых труб, обусловленному сосудистыми расстройствами и травмой сосудисто-нервного пучка, расположенного в каменно-барабанной щели. Следовательно, механическое давление головки нижней челюсти на слуховую трубу в зоне ее костного отдела может привести к появлению отологических симптомов, таких как шум в ушах, чувство заложенности и боли в них, вплоть до снижения слуха [13, 14]. Исходя из актуальности стоматологической проблемы сформулирована цель исследования.

Цель исследования. Оценить состояние регионального кровотока у стоматологических больных с уменьшением межальвеолярного расстояния и функциональными нарушениями слухового аппарата.

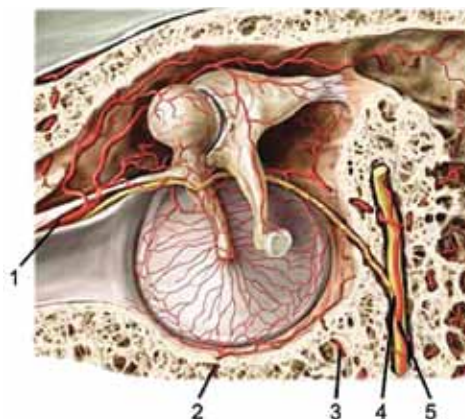


Рис. 1. Кровоснабжение барабанной полости: 1 – передняя барабанная артерия; 2 – глубокая ушная артерия; 3 – нижняя барабанная артерия; 4 – задняя барабанная артерия; 5 – шилососцевидная артерия (Gilroy A.M., MacPherson B.R., Ross L.M. Atlas of anatomy. New York: Thieme; 2008, 700 p.)

Fig. 1. Blood supply to the tympanic cavity: 1 – anterior tympanic artery; 2 – deep auricular artery; 3 – inferior tympanic artery; 4 – posterior tympanic artery; 5 – stylomastoid artery (Gilroy A.M., MacPherson B.R., Ross L.M. Atlas of anatomy. New York: Thieme; 2008, 700 p.)

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

Исследование проводилось в группе пациентов с признаками уменьшения межальвеолярного расстояния ($n = 50$), в возрасте от 34 до 73 лет. Средний возраст пациента составил $53,5 \pm 2,4$ года. Из них 22 (44,0%) мужчины и 28 (56,0%) женщин. У всех пациентов была оформлена медицинская документация, получено информированное согласие на участие в исследовании, которое оформлялось в соответствии с формой, утвержденной Этическим комитетом СПбГУ. Обследование включало в себя жалобы на момент обследования, анамнез жизни и заболеваний, осмотр, пальпацию, аускультацию челюстно-лицевой области. В процессе клинического обследования для определения функционального состояния ВНЧС применялся клинический индекс Хелкимо (1974) и визуально-аналоговая шкала болевой реакции.

Все обследованные больные предъявляли жалобы, характерные для основных стоматологических заболеваний, сопровождающихся уменьшением МАР, также больные жаловались на нарушение функции слухового аппарата (шум в ушах, заложенность, снижение слуха и другие).

Для верификации сниженного межальвеолярного расстояния различного генеза и установление факта и величины снижения МАР использовался функционально-физиологический метод (ФФМ) определения центрального соотношения челюстей с применением аппарата «АОЦО» (прибор регистрирует интегрированный показатель усилия сжатия челюстей в ньютонах (Н), развиваемый жевательными мышцами при разобщении челюстей штифтами различной величины).

Функционально-физиологический метод определения конструктивного соотношения челюстей позволяет выявить уменьшение межальвеолярного расстояния, определить величину снижения МАР и наличие патологического смещения нижней челюсти в горизонтальной и сагиттальной плоскостях. Функционально-физиологический метод определения конструктивного соотношения челюстей позволяет на этапе диагностики имитировать особенности функционирования зубочелюстной системы и определить наиболее эффективный режим для силовой составляющей, обеспечивающей функцию жевания, являясь, таким образом, индивидуальной нагрузочной пробой. Определение конструктивного соотношения челюстей с применением аппарата «АОЦО» происходит в несколько посещений. Данный метод диагностики подробно описан в первой части статьи.

Для оценки состояния слухового анализатора и выявления патологических состояний среднего уха применяли отоскопическое обследование, тональную пороговую аудиометрию. Ультразвуковую доплерографию использовали для оценки гемодинамики челюстно-лицевой области. Обследование пациентов проводилось после подписания договора и информированного согласия в «СМ-клинике» ООО «Меди Лен», г. Санкт-Петербурга, Красносельского района.

Перед обследованием врач-оториноларинголог всегда проводил отоскопию для исключения серных пробок, инородных тел наружного уха, острых и хронических воспалительных явлений в среднем ухе. Все пациенты, включенные в группу исследования, имели нормальную отоскопическую картину.

Исследование слуха с использованием тональных стимулов разной частоты с регистрацией порогов слуха пациента, ориентируясь непосредственно на ответы пациента, осуществлялось с помощью тональной пороговой аудиометрии. Данный метод включает в себя определение порогов слуха по воздушной проводимости на уровне наружного и среднего уха и звуковосприятия, за которое отвечает рецепторный аппарат улитки внутреннего уха, а также проводящие пути и центральные отделы слуховой системы. Протокол обследования тональной пороговой аудиометрии описан в первой части статьи.

Для оценки состояния региональной гемодинамики проводилась ультразвуковая доплерография (дуплексное сканирование). Путем дуплексного сканирования параметров кровотока головы, шеи и ВНЧС оценивали влияние взаимоотношения челюстей на кровообращение челюстно-лицевой области у больных с верифицированными функциональными нарушениями работы слуховой трубы [13-17].

РЕЗУЛЬТАТЫ

Из 357 обследованных нами стоматологических больных в возрасте от 43 до 72 лет с частичной утратой зубов выявлено 50 больных с изменениями соотношения челюстей – уменьшение межальвеолярного

расстояния, которое верифицировано функционально-физиологическим методом. Пациенты предъявляли жалобы на нарушения со стороны слухового аппарата, которые методом тональной пороговой аудиометрии были определены как функциональные нарушения (см. первую часть статьи) [3].

В группе больных, состоящей из 50 человек, с уменьшением МАР и имеющим в анамнезе отолгические симптомы в виде жалоб на состояние слухового аппарата: шум и заложенность в ушах, снижение слуха и другие неприятные ощущения, проведено дуплексное исследование в двух положениях:

- в привычной окклюзии (зубы сомкнуты) при уменьшении межальвеолярного расстояния на фоне течения основных стоматологических заболеваний;
- при восстановлении соотношения челюстей в оптимальной окклюзии, путем установки силиконовых регистраторов, полученных после проведения определения соотношения челюстей функционально-физиологическим методом.

Положение привычной и оптимальной окклюзии представлены на рисунке 2.

После определения и фиксации оптимальной окклюзии у пациентов оценивался регионарный кровоток с применением дуплексного сканирования сосудов головы, шеи и области височно-челюстного сустава. Для исследования использовалась ультразвуковая диагностическая система UGEO H60-rus (Samsung Medison, Корея). Использовался универсальный ультразвуковой сканер высокого/экспертного класса, обеспечивающий высокое качество ультразвуковых исследований, а также передовые технологии визуализации и постобработки изображений, светодиодный LED-монитор с широким углом обзора и сенсорная панель управления. Оценивался кровоток с использованием экстракраниального доступа ультразвукового исследования на: *общей сонной артерии (ОСА) (a. carotis communis), наружной сонной артерии (НСА) (a. carotis externa), стволе внутренней сонной артерии (ВСА) (a. carotis interna), надблоковой артерии (НБА) (a. supratrochlearis), позвоночной артерии (ПА) (a. vertebralis), верхнечелюстной артерии (ВЧА) (a. maxillaris)*. Момент регистрации кровотока представлен на рисунке 3.

Дуплексное сканирование (ДС) – объективный метод обследования сосудов головы, шеи и области ВНЧС. ДС является неинвазивным методом оценки регионарного кровотока челюстно-лицевой области. В настоящее время ДС является методом диагностики различных видов патологии зубочелюстной системы и других органов и систем организма человека.

Оценивались: *стандартные характеристики* при дуплексном сканировании артерий: анатомическая (структурная) характеристика хода артерии; состояние просвета артерии; состояние стенки артерии; характеристика внутрисосудистых структур.

Также оценивалась гемодинамическая характеристика, которая включала: характер кровотока, спектральную оценку кровотока, цветовое доплеровское картирование (ЦДК), количественную характеристику кровотока.



Рис. 2. Состояние полости рта пациента П.

- а, б) – положение челюстей в привычной окклюзии. Уменьшение межальвеолярного расстояния на фоне повышенной стираемости, частичного отсутствия зубов, деформации верхнего зубного ряда;
в) – состояние верхнего зубного ряда; г) – состояние нижнего зубного ряда;
д) – положение оптимальной окклюзии зафиксировано с помощью силиконовых регистраторов

Fig. 2. Dental examination of patient P.

- a, b) – jaw position in habitual occlusion, showing reduced interalveolar distance due to increased tooth wear, partial tooth loss, and deformation of the upper dental arch;
c) – condition of the upper dental arch; d) – condition of the lower dental arch;
e) – optimal occlusion position fixed with silicone bite registrations



Рис. 3. Проведение дуплексного сканирования сосудов головы, шеи и височно-челюстного сустава – экстракраниальный доступ.

- а) Момент проведения исследования; б) исследование в области наружной сонной артерии (a. carotis externa),
в) верхнечелюстной артерии (ВЧА) (a. maxillaris); г) позвоночной артерии (a. vertebralis)

Fig. 3. Duplex scanning of the vessels in the head, neck, and temporomandibular joint – extracranial access.

- а) moment of examination; б) examination of the external carotid artery (a. carotis externa),
c) maxillary artery (a. maxillaris); d) vertebral artery (a. vertebralis)

При количественной и качественной оценке состояния гемодинамики головы, ВНЧС и шеи использовали следующие показатели:

- 1) линейная систолическая скорость кровотока (ЛСК), которая регистрируется в фазу систолы сердечного цикла и характеризуется максимальной амплитудой кривой скорости кровотока, см/с;
- 2) объемная скорость кровотока, мл/с;
- 3) пульсовый индекс (PI);
- 4) коэффициент асимметрии кровотока ($K_{асимм}$).

Для оценки церебральной гемодинамики использовали три разновидности ультразвуковых датчиков в соответствии с особенностями исследуемого сосудистого региона.

На экстракраниальном уровне использовали ультразвуковые датчики на 4 и 8 МГц, в стандартных точках локализации исследуемого кровотока данных

артерий. На транскраниальном уровне (оценка сосудов артериального круга большого мозга) применяли ультразвуковой датчик на 2 МГц. На трансорбитальном уровне – ультразвуковой датчик на 2 МГц.

Коэффициент асимметрии рассчитывали по формуле:

$$K_{асимм.} = ((M_{макс} - M_{мин}) / M_{макс}) \times 100, \text{ где}$$

$M_{макс}$ – максимальная линейная систолическая скорость кровотока в выборке см/с;

$M_{мин}$ – минимальная линейная систолическая скорость кровотока в выборке, см/с.

Результаты степени изменения коэффициента асимметрии линейной скорости кровотока у обследованных больных в привычной и оптимальной окклюзиях, представлены в таблице 1.

Таблица 1. Степень изменения коэффициента асимметрии линейной скорости кровотока у больных в привычной и оптимальной окклюзиях (n = 50)

Table 1. Degree of change in the asymmetry coefficient of linear blood flow velocity in patients with habitual and optimal occlusions (n = 50)

Название артерии Artery	К _{асим} в привычной окклюзии Asymmetry coefficient (AC) in habitual occlusion	К _{асим} в оптимальной окклюзии Asymmetry coefficient (AC) in optimal occlusion	Степень изменения Degree of change
Наружная сонная A. carotis externa	5,88 ± 0,20	***0,88 ± 0,11	6,68
Внутренняя сонная (ствол) A. carotis interna	6,44 ± 0,32	***2,96 ± 0,16	2,18
Надблоковая A. supratrochlearis	10,36 ± 0,36	***2,80 ± 0,18	3,70
Позвоночная A. vertebralis	16,82 ± 0,73	***3,66 ± 0,21	4,61
Верхнечелюстная A. maxillaris	21,18 ± 0,88	***4,38 ± 0,31	4,84
Базиллярная	8,61 ± 0,45	***3,11 ± 0,19	2,77

***При сравнении с показателями до лечения, в привычной окклюзии использован парный *td*-критерий. Степень изменения показывает, во сколько раз уменьшается коэффициент асимметрии линейной скорости кровотока (ЛСК) в привычной и оптимальной окклюзиях. Оптимальная окклюзия определялась с помощью функционально-физиологического метода определения соотношения челюстей. Диагностически значимым считалось увеличение ЛСК с тенденцией к нормализации скоростных показателей в исследуемых артериях, после восстановления межальвеолярного расстояния и достоверно значимое ($p < 0,001$) уменьшение коэффициента асимметрии более чем в 2,18 раза. При этом не выявлялась венозная дисгемия.

***Compared with pre-treatment values in habitual occlusion, a paired *t*-test was performed. The degree of change reflects the reduction factor of the asymmetry coefficient of linear blood flow velocity (BFV) between habitual and optimal occlusion. Optimal occlusion was determined using the functional-physiological method for evaluating the jaw relationship. A diagnostically significant result was an increase in BFV, showing a trend toward normalization of velocity parameters in the examined arteries after restoring the interalveolar distance, along with a statistically significant ($p < 0.001$) reduction in the asymmetry coefficient by more than 2.18 times. No signs of venous dysgemia were observed.

Анализируя результаты таблицы 1, можно сделать вывод, что после восстановления взаимоотношения челюстей отмечается достоверно значимое уменьшение асимметрии линейной скорости кровотока более чем в 2,18 раза, что свидетельствует об улучшении регионального кровотока челюстно-лицевой области.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

У пациентов с уменьшением межальвеолярного расстояния, развившегося на фоне течения основных стоматологических заболеваний: повышенной стираемости твердых тканей зубов, генерализованной формы заболеваний тканей пародонта и при наличии дефектов зубных рядов различной протяженности и локализации, в большинстве случаев определяется достоверная положительная динамика показателей макроциркуляции во внутренней сонной (в стволе и сифоне), наружной сонной, верхнечелюстной, позвоночной, надблоковой, базиллярной артериях при оптимизации взаимоотношения челюстей. Значимо изменялись значения линейной систолической скорости кровотока и коэффициент асимметрии кровотока во всех исследуемых артериях. При этом наблюдается достоверное уменьшение коэф-

фициента асимметрии, в оптимальной окклюзии, по сравнению с исходным состоянием, более чем в два раза. Ультразвуковую доплерографию сосудистых бассейнов головы, шеи и головного мозга целесообразно использовать для подтверждения правильности выбора оптимального соотношения челюстей. Оптимизация взаиморасположения челюстей обеспечивает гармоничное положение головок нижней челюсти в суставной ямке и исключает сдавления биламинарной зоны височно-нижнечелюстного сустава, а также развития дисфункции мышечно-суставного комплекса. Комплексная диагностика функционального состояния: зубочелюстной системы на фоне течения основных стоматологических заболеваний, сопровождающихся уменьшением межальвеолярного расстояния, позволяет верифицировать функциональное состояние слухового анализатора. Оценка гемодинамики сосудов в области головы, шеи и ВНЧС позволяет выявить изменения регионарного кровообращения челюстно-лицевой области при основных стоматологических заболеваниях, что в свою очередь может приводить к функциональным нарушениям в периферическом отделе слухового анализатора.

Данное обстоятельство является поводом для проведения дальнейших исследований.



СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Велиханова НР, Дробышева НС, Шульц ЕИ, Васильченко ВВ. Оценка симптомов нарушения церебральной гемодинамики у пациентов с дисфункцией височно-нижнечелюстного сустава. *Ортодонтия*. 2021;(3):43. Режим доступа: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=46676778>
2. Войтяцкая ИВ, Цимбалистов АВ. Синдром сниженного прикуса. *Голова шея*. 2017;(3):46–50. Режим доступа: <https://www.elibrary.ru/item.asp?edn=xptmct>
3. Гайворонская АА, Цимбалистов АВ, Войтяцкая ИВ, Лопушанская ТА, Черногаева ЕА, Соловых ЕА. Диагностика нарушений слухового аппарата у стоматологических больных с измененным соотношением челюстей (часть 1). *Пародонтология*. 2024;29(3):271–278. doi: 10.33925/1683-3759-2024-975
4. Лагода ОВ, Четкин АО. Дуплексное сканирование в диагностике патологии сосудов головного мозга. *Нервные болезни*. 2004;(3):19–24. Режим доступа: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=17302467>
5. Тардов МВ, Стулин ИД, Дробышева НС, Болдин АВ, Кунельская НЛ, Байбакова ЕВ, и др. Комплексное лечение синдрома Костена. *Журнал неврологии и психиатрии им. С. С. Корсакова*. 2020;120(4):60–64. doi: 10.17116/jnevro202012004160
6. Liu R, Lai H, Davis C, Almeida FT. Association of anatomical features of the petrotympanic fissure and presence of foramen of Huschke with otalgia and tinnitus. *Int J Oral Maxillofac Surg*. 2024;53(2):165–169. doi: 10.1016/j.ijom.2023.06.009
7. Kijak E, Szczepek AJ, Margielewicz J. Association between Anatomical Features of Petrotympanic Fissure and Tinnitus in Patients with Temporomandibular Joint Disorder Using CBCT Imaging: An Exploratory Study. *Pain Res Manag*. 2020;2020:1202751. doi: 10.1155/2020/1202751
8. Shah OA, Elluru RG. Eustachian tube anatomy and physiology. In: Kountakis SE, editor. *Encyclopedia of Otolaryngology, Head and Neck Surgery*. Berlin: Springer, pp. 828–831. doi: 10.1007/978-3-642-23499-6_566
9. Edmonson A, Iwanaga J, Olewnik Ł, Dumont AS, Tubbs RS. The function of the tensor tympani muscle: a comprehensive review of the literature. *Anat Cell Biol*. 2022;30;55(2):113–117. doi: 10.5115/acb.21.032
10. Kierner AC, Mayer R, v Kirschhofer K. Do the tensor tympani and tensor veli palatini muscles of man form a functional unit? A histochemical investigation of their putative connections. *Hear Res*. 2002;165(1-2):48–52. doi: 10.1016/s0378-5955(01)00419-1
11. Bender ME, Lipin RB, Goudy SL. Development of the Pediatric Temporomandibular Joint. *Oral Maxillofac Surg Clin North Am*. 2018;30(1):1–9. doi: 10.1016/j.coms.2017.09.002
12. Bag AK, Gaddikeri S, Singhal A, Hardin S, Tran BD, Medina JA, et al. Imaging of the temporomandibular joint: An update. *World J Radiol*. 2014;6(8):567–582. doi: 10.4329/wjr.v6.i8.567
13. Тюлякова СИ, Новикова ЛБ, Амирова АМ. Состояние магистральных сосудов шеи и головы по данным ультразвукового дуплексного сканирования при остром ишемическом инсульте. *Медицинский вестник Башкортостана*. 2011;6(2):294–296. Режим доступа: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=16332181>
14. Семенов РР, Гандылян КС, Кариков КГ, Христофорандо ДЮ, Карпов СМ. Оценка состояния мозговой гемодинамики у пациентов с синдромом болевой дисфункции височно-нижнечелюстного сустава. *Фундаментальные исследования*. 2012;(7-2):390–393. Режим доступа: <https://fundamental-research.ru/ru/article/view?id=30148>
15. Баранов РЛ, Богатищев ОА, Луцкий МА, Фролов ВМ. Исследование нарушения кровотока в сосудах головы и шеи с применением непараметрического критерия. *Вестник Воронежского государственного технического университета*. 2010;6(5):27–28. Режим доступа: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=14672988>
16. Дическул МЛ, Куликов ВП. Ультразвуковая оценка динамики кровотока в позвоночных артериях при поворотах головы. *Фундаментальные исследования*. 2012;(5-1)22–25. Режим доступа: <https://fundamental-research.ru/ru/article/view?id=29839>
17. Корнеева НВ, Ловрикова МА, Жмеренецкий КВ. Методология оценки венозного оттока при проведении ультразвукового сканирования брахиоцефальных сосудов: состояние проблемы. *Кардиоваскулярная терапия и профилактика*. 2024;23(6):3913 doi:10.15829/1728-8800-2024-3913

REFERENCES

1. Velikhanova NR, Drobysheva NS, Shultz EI, Vasilchenko BB. Assessment of symptoms of cerebral haemodynamic disturbance in patients with temporomandibular joint dysfunction. *Ortodontiya*. 2021;(3):43 (In Russ.). Available from: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=46676778>
2. Voityatzkaya IV, Tsimbalistov AV. Reduced occlusion syndrom. *Golova I Sheya. Head & neck. Russian Journal*. 2017;(3):46–50 (In Russ.). Available from: <https://www.elibrary.ru/item.asp?edn=xptmct>
3. Gaivoronskaya AA, Tsimbalistov AV, Voityatskaya IV, Lopushanskaya TA, Chernogaeva EA, Solovykh EA. Diagnosis of auditory disorders in dental patients with altered occlusal relationships (Part 1). *Parodontologiya*. 2024;29(3):271–278 (In Russ.). doi: 10.33925/1683-3759-2024-975

4. Lagoda OV, Chechetkin AO. Duplex scanning in the diagnosis of cerebral vascular pathology. 2004;(3):19-24 (In Russ.). Available from:

<https://www.elibrary.ru/item.asp?id=17302467>

5. Tardov MV, Stulin ID, Drobysheva NS, Boldin AV, Kunel'skaja NL, Bajbakova EV, et al. Comprehensive treatment of Costen syndrome. *S.S. Korsakov Journal of Neurology and Psychiatry*. 2020;120(4):60-64 (In Russ.). doi: 10.17116/jnevro202012004160

6. Liu R, Lai H, Davis C, Almeida FT. Association of anatomical features of the petrotympanic fissure and presence of foramen of Huschke with otalgia and tinnitus. *Int J Oral Maxillofac Surg*. 2024;53(2):165-169. doi: 10.1016/j.ijom.2023.06.009

7. Kijak E, Szczepek AJ, Margielewicz J. Association between Anatomical Features of Petrotympanic Fissure and Tinnitus in Patients with Temporomandibular Joint Disorder Using CBCT Imaging: An Exploratory Study. *Pain Res Manag*. 2020;2020:1202751. doi: 10.1155/2020/1202751

8. Shah OA, Elluru RG. Eustachian tube anatomy and physiology. In: Kountakis SE, editor. *Encyclopedia of Otolaryngology, Head and Neck Surgery*. Berlin: Springer, pp. 828-831. doi: 10.1007/978-3-642-23499-6_566

9. Edmonson A, Iwanaga J, Olewnik Ł, Dumont AS, Tubbs RS. The function of the tensor tympani muscle: a comprehensive review of the literature. *Anat Cell Biol*. 2022 30;55(2):113-117. doi: 10.5115/acb.21.032

10. Kierner AC, Mayer R, v Kirschhofer K. Do the tensor tympani and tensor veli palatini muscles of man form a functional unit? A histochemical investigation of their putative connections. *Hear Res*. 2002;165(1-2):48-52. doi: 10.1016/S0378-5955(01)00419-1

11. Bender ME, Lipin RB, Goudy SL. Development of the Pediatric Temporomandibular Joint. *Oral Maxillofac*

Surg Clin North Am. 2018;30(1):1-9.

doi: 10.1016/j.coms.2017.09.002

12. Bag AK, Gaddikeri S, Singhal A, Hardin S, Tran BD, Medina JA, et al. Imaging of the temporomandibular joint: An update. *World J Radiol*. 2014;6(8):567-82. doi: 10.4329/wjr.v6.i8.567

13. Tyulyakova SSh, Novikova LB, Amirova AM. Major neck and head vessels condition by ultrasonic duplex scanning in acute ischemic stroke. *Bashkortostan medical newsletter*. 2011;6(2):294-296 (In Russ.). Available from: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=16332181>

14. Semenov RR, Gandylyan KS, Karakov KG, Khristoforandoy DY, Karpov SM. Estimation of the condition in brain hemodynamics at patients with the syndrome of painful dysfunction of temporomandibular joint. *Fundamental research*. 2012;(7-2):390-393 (In Russ.). Available from: <https://fundamental-research.ru/ru/article/view?id=30148>

15. Baranov RL, Bogatishchev OA, Lutskiy MA, Frolov VM. Research of infringement of the blood-groove in vessels of the head and the neck with application of nonparametric criterion. *Vestnik Voronezhskogo gosudarstvennogo tekhnicheskogo universiteta*. 2010;6(5):27-28. (In Russ.). Available from:

<https://www.elibrary.ru/item.asp?id=14672988>

16. Dicheskul ML, Kulikov VP. Ultrasound estimation of blood flow dynamics in vertebral arteries on head rotation. *Fundamental research*. 2012;(5-1)22-25 (In Russ.). Available from:

<https://fundamental-research.ru/ru/article/view?id=29839>

17. Korneeva NV, Lovrikova MA, Zhmerenetsky KV. Methodology for venous outflow assessment during ultrasound of extracranial vessels: status of the problem. *Cardiovascular Therapy and Prevention*. 2024;23(6):3913 (In Russ.). doi: 10.15829/1728-8800-2024-3913

СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ

Гайворонская Анна Александровна, врач-стоматолог Стоматологической поликлиники №20, Санкт-Петербург, Российская Федерация

Для переписки: anyaboombzone4u@inbox.ru

ORCID: <https://orcid.org/0009-0006-7161-2348>

Цимбалистов Александр Викторович, заслуженный врач РФ, доктор медицинских наук, профессор, заведующий кафедрой ортопедической стоматологии Белгородского государственного национального исследовательского университета, Белгород, Российская Федерация

Для переписки: tsimbalistov@bsu.edu.ru

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-4474-7611>

Автор, ответственный за связь с редакцией:

Войтяцкая Ирина Викторовна, доктор медицинских наук, профессор, кафедры стоматологии общей практики Белгородского государственного национального исследовательского университета, Белгород, Российская Федерация, профессор кафедры ортопедической

стоматологии Санкт-Петербургского государственного университета, Санкт-Петербург, Российская Федерация

Для переписки: alexplusirina@mail.ru

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-2382-2993>

Лопушанская Татьяна Алексеевна, доктор медицинских наук, профессор кафедры ортопедической стоматологии Санкт-Петербургского государственного университета, Санкт-Петербург, Российская Федерация

Для переписки: lopushanskaya.44@gmail.com

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-3051-9925>

Гайворонская Мария Георгиевна, доктор медицинских наук, доцент, профессор кафедры анатомии человека Национального медицинского исследовательского центра имени В. А. Алмазова, профессор кафедры морфологии Санкт-Петербургского государственного университета, Санкт-Петербург, Российская Федерация

Для переписки: solnushko12@mail.ru

ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-4992-9702>

Черногаева Елизавета Андреевна, кандидат медицинских наук, ассистент кафедры оториноларингологии Санкт-Петербургского государственного педиатрического университета, Санкт-Петербург, Российская Федерация

Для переписки: dr.chernogaeva@mail.ru

ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-2724-9298>

Соловых Евгений Анатольевич, доктор медицинских наук, доцент, генеральный директор общества с ограниченной ответственностью научно-медицинская фирма «Лаборатория функциональной диагностики», Москва, Российская Федерация

Для переписки: solovykh@mail.ru

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-4073-6640>

INFORMATION ABOUT THE AUTHORS

Anna A. Gaivoronskaya, DMD, Dental polyclinic No.20, Saint Petersburg, Russian Federation

For correspondence: anyaboomzone4u@inbox.ru

ORCID: <https://orcid.org/0009-0006-7161-2348>

Alexander V. Tsimbalistov, Honored Doctor of the Russian Federation, DMD, PhD, DSc, Professor, Head of the Department of Prosthodontics, Belgorod State National Research University, Belgorod, Russian Federation

For correspondence: tsimbalistov@bsu.edu.ru

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-4474-7611>

Corresponding author:

Irina V. Voityatskaya, DMD, PhD, DSc, Professor, Department of the General Practice Dentistry, Belgorod State National Research University, Belgorod, Russian Federation, Professor, Department of Prosthodontics, Saint Petersburg State University, Saint Petersburg, Russian Federation

For correspondence: alexplusirina@mail.ru

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-2382-2993>

Tatyana A. Lopushanskaya, DMD, PhD, DSc, Professor, Department of the Prosthodontics, Saint Petersburg State University, Saint Petersburg, Russian Federation

For correspondence: lopushanskaya.44@gmail.com

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-3051-9925>

Вклад авторов в работу. Все авторы подтверждают соответствие своего авторства международным критериям ICMJE, а также согласны принять на себя ответственность за все аспекты работы. Гайворонская А.А. – разработка концепции, курирование данных, формальный анализ, проведение исследования разработка методологии, предоставление ресурсов, валидация результатов, визуализация, написание черновика рукописи. Цимбалистов А.В. – разработка концепции, административное руководство исследовательским процессом, научное руководство, валидация результатов, написание рукописи рецензирование и редактирование. Войтяцкая И.В. – разработка концепции, курирование данных, проведение исследования, предоставление ресурсов, научное руководство, валидация результатов, визуализация, написание рукописи – рецензирование и редактирование. Лопушанская Т.А. – разработка концепции, курирование данных, проведение исследования, предоставление ресурсов, научное руководство, валидация результатов, написание рукописи – рецензирование и редактирование. Гайворонская М.Г. – предоставление ресурсов, валидация результатов, написание черновика рукописи. Черно-

Maria G. Gaivoronskaya, MD, PhD, DSc, Professor, Department of the Anatomy, Almazov National Research Medical Center, Professor, Department of the Morphology, Saint Petersburg State University, Saint Petersburg, Russian Federation

For correspondence: solnushko12@mail.ru

ORCID: <https://orcid.org/0009-0006-7161-2348>

Elizaveta A. Chernogaeva, MD, PhD, Assistant Professor, Department of the Otorhinolaryngology, Saint Petersburg State Pediatric University, Saint Petersburg, Russian Federation

For correspondence: dr.chernogaeva@mail.ru

ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-2724-9298>

Evgeny A. Solovykh, MD, PhD, DSc, General Director, NMF FDLAB Laboratory of Functional Diagnostics, Saint Petersburg, Russian Federation

For correspondence: solovykh@mail.ru

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-4073-6640>

Поступила / Article received 19.11.2024

Поступила после рецензирования / Revised 02.12.2024

Принята к публикации / Accepted 27.12.2024

гаева Е.А. – проведение исследования, предоставление ресурсов, написание рукописи – рецензирование и редактирование. Соловых Е.А. – проведение исследования, предоставление ресурсов, разработка программного обеспечения.

Authors' contribution. All authors confirm that their contributions comply with the international ICMJE criteria and agrees to take responsibility for all aspects of the work. A.A. Gaivoronskaya – conceptualization, data curation, formal analysis, investigation, methodology, resources, validation, visualization, writing – original draft preparation. A.V. Tsimbalistov. – conceptualization, project administration, supervision, validation, writing – review & editing. I.V. Voityatskaya – conceptualization, data curation, investigation, resources, научное руководство, validation, visualization, writing – review & editing. T.A. Lopushanskaya – conceptualization, data curation, investigation, resources, supervision, validation, writing – review & editing. M.G. Gaivoronskaya – resources, validation, writing – original draft preparation. E.A. Chernogaeva- investigation, resources, writing – review & editing. E.A. Solovykh – investigation, resources, software.