

Том 25  
2/2025 (94)

# PEDIATRIC DENTISTRY AND DENTAL PROPHYLAXIS

# СТОМАТОЛОГИЯ

## детского возраста И ПРОФИЛАКТИКА

### В НОМЕРЕ:

Способ оценки дефекта  
твёрдого неба у детей

Создание физико-  
математической модели  
дистракционного  
остеогенеза с целью  
совершенствования  
лечения трансверзальных  
зубочелюстных аномалий  
в детском возрасте

Оценка способов  
реставрации  
временных моляров  
с помощью программы  
искусственного  
интеллекта



Журнал «Стоматология детского возраста и профилактика»



Включен в перечень  
ведущих рецензируемых  
научных журналов и изданий ВАК РФ

eLIBRARY.RU

Включен в базу данных РИНЦ  
(Российский индекс научного цитирования)



Официальный информационный партнер  
секции детской стоматологии СтАР

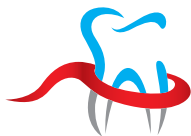
PAEDIATRIC  
DENTISTRY

Официальный партнер  
European Journal of Paediatric Dentistry

Рецензируемый, включенный  
в перечень ведущих научных  
журналов и изданий ВАК РФ,  
ежеквартальный журнал

«СТОМАТОЛОГИЯ ДЕТСКОГО  
ВОЗРАСТА И ПРОФИЛАКТИКА»

ISSN 1683-3031 (Print)  
ISSN 1726-7218 (Online)



РОССИЙСКАЯ  
ПАРОДОНТОЛОГИЧЕСКАЯ  
АССОЦИАЦИЯ

Учредитель и издатель:  
Пародонтологическая  
Ассоциация «РПА»

129164, Москва, проспект Мира,  
дом 124, корпус 10,  
помещение II, комната 2

Телефон: +7 (916) 369-17-87  
E-mail: detstom@detstom.ru  
www.detstom.ru

Руководитель  
издательской группы «РПА»:  
Слажнева Екатерина Сергеевна

Дизайн и верстка:  
Грейдингер Евгения

Корректор:  
Перфильева Екатерина

В России:  
каталог «УралПресс»,  
подписной индекс ВН018524

Статьи, публикуемые в журнале  
«Стоматология детского возраста  
и профилактика», проходят рецен-  
зирование. За все данные в статьях и  
информацию по новым медицинским  
технологиям ответственность не-  
сут авторы публикаций и соответ-  
ствующие медицинские учреждения.  
Все рекламируемые товары и услуги  
имеют необходимые лицензии и сер-  
тификаты, редакция не несет от-  
ветственности за достоверность  
информации, опубликованной в ре-  
кламе. Издание зарегистрировано  
в Федеральной службе по надзору в  
сфере связи, информационных тех-  
нологий и массовых коммуникаций.  
Регистрационный номер: 7777040 от  
22 октября 2019 года.

© «ПАРОДОНТОЛОГИЯ»,  
оформление макета, 2025

© Пародонтологическая  
Ассоциация «РПА»,  
перевод, 2025

Все права авторов охраняются.

Главный редактор:

**В.Г. Атрушкевич** – д.м.н., профессор, зав. ка-  
федрой терапевтической стоматологии и пародон-  
тологии ФГБОУ ВО Российский университет  
медицины Минздрава РФ, вице-президент РПА  
(Москва, Российская Федерация)

Заместители главного редактора:

**Л.П. Кисельникова** – д.м.н., профессор, зав.  
кафедрой детской стоматологии ФГБОУ ВО  
Российский университет медицины Минз-  
драва РФ, главный внештатный специалист  
ДЗ Москвы по детской стоматологии, главный  
внештатный специалист-стоматолог детский  
ЦФО МЗ РФ (Москва, Российская Федерация)  
**О.З. Топольникий** – заслуженный врач РФ,  
д.м.н., профессор, зав. кафедрой детской че-  
люстно-лицевой хирургии ФГБОУ ВО Россий-  
ский университет медицины Минздрава РФ,  
председатель Московской секции ЧЛХ и ХС  
(Москва, Российская Федерация)

Ответственный секретарь:

**Е.С. Слажнева** – к.м.н., доцент кафедры тера-  
певтической стоматологии и пародонтологии  
ФГБОУ ВО Российский университет медицины  
Минздрава РФ (Москва, Российская Федерация)

Редакционная коллегия:

**О.Г. Аврамова** – д.м.н., профессор, руководи-  
тель отдела профилактики ФГБУ «ЦНИИС и ЧЛХ»  
Минздрава РФ (Москва, Российская Федерация)  
**О.И. Адмакин** – д.м.н., профессор, заслуженный  
врач РФ, зав. кафедрой детской, профилактиче-  
ской стоматологии и ортодонтии, зам. директо-  
ра/руководитель образовательного департамен-  
та Института стоматологии им. Е.В. Боровского  
ФГАОУ ВО Первый МГМУ им. И.М. Сеченова  
Минздрава РФ (Москва, Российская Федерация)

**А.А. Антонова** – д.м.н., профессор, зав. кафе-  
дрой стоматологии детского возраста ФГБОУ  
ВО ДВГМУ Минздрава РФ (Хабаровск, Россий-  
ская Федерация)  
**И.В. Березкина** – к.м.н., доцент кафедры сто-  
матологии терапевтической и пародонтологии  
ФГБОУ ВО ПСПбГМУ им. И.П. Павлова Минздрава  
РФ (Санкт-Петербург, Российская Федерация)  
**М. Бонекер** – д.м.н., профессор, председатель  
BDS, MSc, PhD, Post Doc, зав. кафедрой детской  
стоматологии Университета Сан-Паулу, пре-  
зидент Международной ассоциации детской  
стоматологии IAPD (Бразилия)

**О.С. Гилева** – д.м.н., профессор, заслуженный  
работник здравоохранения РФ, зав. кафедрой  
терапевтической стоматологии и пропедевти-  
ки стоматологических заболеваний ФГБОУ ВО  
ПГМУ им. Е.А. Вагнера Минздрава РФ (Пермь,  
Российская Федерация)  
**Ю.А. Гюева** – д.м.н., профессор кафедры ор-  
тодонтии ФГБОУ ВО Российский университет  
медицины Минздрава РФ (Москва, Российская  
Федерация)  
**Л.Н. Горбатова** – д.м.н., профессор, ректор,  
зав. кафедрой стоматологии детского возраста  
ФГБОУ ВО СГМУ Минздрава РФ (Архангельск,  
Российская Федерация)  
**М.А. Данилова** – д.м.н., профессор, зав. ка-  
федрой детской стоматологии и ортодонтии  
ФГБОУ ВО ПГМУ им. академика Е.А. Вагнера  
Минздрава РФ (Пермь, Российская Федерация)  
**Ю.Л. Денисова** – д.м.н., профессор 3-й кафедры тера-  
певтической стоматологии БГМУ (Белоруссия)  
**Г.Т. Ермуханова** – д.м.н., профессор, заведую-  
щая кафедрой стоматологии детского возраста  
Казахского национального медицинского уни-  
верситета им. С.Д. Асфендиярова (Казахстан)

**Ю.А. Ипполитов** – д.м.н., профессор, зав. ка-  
федрой детской стоматологии с ортодонтией  
ФГБОУ ВО ВГМУ им. Н.Н. Бурденко Минздрава  
РФ (Воронеж, Российская Федерация)

**Т.Ф. Косырева** – д.м.н., профессор, зав. кафедрой  
стоматологии детского возраста и ортодонтии  
ФГАОУ ВО РУДН (Москва, Российская Федерация)  
**Н. Крамер** – д.м.н., профессор, директор по-  
ликлиники детской стоматологии в Универ-  
ситете Гиссена, избранный президент Между-  
народной ассоциации детской стоматологии  
(представитель Наций) (Германия)

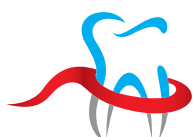
**Э.М. Кузьмина** – д.м.н., профессор, ФГБОУ ВО  
Российский университет медицины Минздрава  
РФ, директор Сотрудничающего центра ВОЗ  
по инновациям в области подготовки стома-  
тологического персонала (Москва, Российская  
Федерация)  
**Л.А. Леус** – д.м.н., профессор кафедры терапевти-  
ческой стоматологии Белорусского государствен-  
ного медицинского университета (Белоруссия)  
**Ад.А. Мамедов** – д.м.н., профессор, заслуженный  
врач РФ, профессор кафедры детской, профилак-  
тической стоматологии и ортодонтии ФГАОУ ВО  
Первый МГМУ им. И.М. Сеченова Минздрава РФ  
(Москва, Российская Федерация)  
**Е.Е. Маслак** – д.м.н., профессор, профессор ка-  
федры стоматологии детского возраста ФГБОУ  
ВО ВолгГМУ Минздрава РФ (Волгоград, Рос-  
сийская Федерация)  
**Л.Ю. Орехова** – д.м.н., профессор, зав. кафедрой  
стоматологии терапевтической и пародонто-  
логии ФГБОУ ВО ПСПбГМУ им. И.П. Павлова  
Минздрава РФ (Санкт-Петербург, Российская  
Федерация)  
**Б. Перес** – д.м.н., профессор кафедры детской  
стоматологии Школы стоматологии им. Мориса и  
Габриэля Гольдшлегера медицинского факультета  
Саклера Тель-Авивского университета (Израиль)  
**В.В. Рогинский** – д.м.н., профессор, руководи-  
тель научного отдела детской челюстно-лице-  
вой хирургии и стоматологии, заслуженный  
деятель науки РФ, профессор, начальник отдела  
детской челюстно-лицевой хирургии и стома-  
тологии ФГБУ «ЦНИИС и ЧЛХ» Минздрава РФ  
(Москва, Российская Федерация)  
**Т.Н. Терехова** – д.м.н., профессор, профессор  
кафедры стоматологии детского возраста Бе-  
лорусского государственного медицинского  
университета (Белоруссия)  
**С.В. Чуйкин** – д.м.н., профессор, академик  
РАЕН, заслуженный врач РФ, зав. кафедрой  
стоматологии детского возраста и ортодонтии  
с курсом ИДПО ФГБОУ ВО БГМУ Минздрава РФ  
(Уфа, Российская Федерация)  
**А. Ямада** – д.м.н., профессор, доцент кафедры  
пластической хирургии в западном корпусе  
Университета Резерва, приглашенный про-  
фессор Всемирного фонда черепно-лицевой  
хирургии (США)

Редакционный совет:  
**В.В. Алямовский** – д.м.н., профессор, заслу-  
женный врач РФ, профессор кафедры пропе-  
девтики терапевтической стоматологии  
ФГБОУ ВО Российский университет медицины  
Минздрава РФ, главный внештатный специ-  
алист-стоматолог СФО Минздрава РФ (Москва,  
Российская Федерация)  
**Ф.С. Аюпова** – к.м.н., доцент кафедры детской  
стоматологии, ортодонтии и челюстно-лице-  
вой хирургии ФГБОУ ВО КубГМУ Минздрава  
РФ (Краснодар, Российская Федерация)  
**С.И. Блохина** – д.м.н., профессор, заслуженный  
врач РФ, профессор кафедры стоматологии  
детского возраста и ортодонтии ФГБОУ ВО  
УГМУ Минздрава РФ (Екатеринбург, Россий-  
ская Федерация)  
**О.В. Гуленко** – д.м.н., доцент, профессор кафедры  
хирургической стоматологии и челюстно-лице-  
вой хирургии ФГБОУ ВО КубГМУ Минздрава РФ  
(Краснодар, Российская Федерация)

The Higher Attestation Commission (VAK) of Ministry of Education and Science of the Russian Federation has included the journal in the list of the leading peer-reviewed scholarly journals and editions publishing main scientific dissertation achievements for the academic ranks of doctor of science of a candidate of science

**PEDIATRIC DENTISTRY AND DENTAL PROPHYLAXIS**

ISSN 1683-3031 (Print)  
ISSN 1726-7218 (Online)



RUSSIAN  
PERIODONTAL  
ASSOCIATION

**Founder & publisher:**  
**Periodontal Association RPA**

129164, ave. Mira, 1-10-II-2,  
Moscow, Russia

Tel.: +7 (916) 369-17-87  
E-mail: detstom@detstom.ru  
www.detstom.ru

**Publication team manager:**  
**E.S. Slazhneva**

**Design and layout: E. Greydinger**  
**Proofreader: E. Perfiljeva**

**Subscription:**  
**Catalogue «UralPress»**  
**Subscription code BH 018524**

The articles published in the journal "Pediatric dentistry and dental prophylaxis" are peer-reviewed. Authors and relevant medical institutions are responsible for all the data and information on new medical technologies published in the articles. All advertised products and services should be necessary licensed and certified; editorial staff is not responsible for the advertising accuracy. The journal is registered in the Federal Service for Supervision of Communications, Information technology and Mass media of the Russian Federation. The registration certificate is 7777040 dated October 21, 2019.

© "PARODONTOLOGIYA",  
Design, 2025

© PERIODONTAL  
ASSOCIATION RPA,  
Translation, 2025

All publications are protected  
by copyright.

*Editor-in-chief:*

**V.G. Atrushkevich** – PhD, MD, DSc, Head of the Department of Restorative Dentistry and Periodontology of Russian University of Medicine (Moscow, Russian Federation)

*Deputy editors-in-chief:*

**L.P. Kiselnikova** – MD, PhD, DSc, Professor, Head of the Department of Paediatric Dentistry of Russian University of Medicine (Moscow, Russian Federation)

**O.Z. Topolnitskiy** – MD, PhD, DSc, Professor, Head of Department Paediatric Maxillofacial Surgery of Russian University of Medicine (Moscow, Russian Federation)

*Assistant Editor:*

**E.S. Slazhneva** – MD, PhD, Associate Professor, of the Department of Restorative Dentistry and Periodontology of Russian University of Medicine (Moscow, Russian Federation)

*Editorial Board:*

**O.G. Avraamova** – MD, PhD, DSc, Professor, Head of the Department of Preventive Dentistry of Central Research Institute of Dentistry, (Moscow, Russia)

**O.I. Admakin** – MD, PhD, DSc, Professor, Head of the Department of Pediatric, Preventive Dentistry and Orthodontics, Head of the educational department of the E.V. Borovsky Institute of Dentistry Sechenov University (Moscow, Russian Federation)

**A.A. Antonova** – MD, PhD, DSc, Professor, Head of Department of Pediatric Dentistry of the Far Eastern State Medical University (Khabarovsk, Russian Federation)

**I.V. Berezkina** – MD, PhD, Associate Professor of the Department of Dentistry Restorative and Periodontology of Pavlov First Saint Petersburg State Medical University (Saint-Petersburg, Russian Federation)

**M. Bönecker** – Professor and Chairman BDS, MSc, PhD, Post Doc Deptment of Paediatric Dentistry University of São Paulo, IAPD President (Brasil)

**S.V. Chuikin** – Academician of RANS, honored doctor of Russia, PHD, MD, DSc, Professor, Head of the Department of pediatric dentistry and orthodontics with the course of idpo BSMU (Ufa, Russia)

**M.A. Danilova** – MD, PhD, DSc, Professor, Head. Department of Pediatric Dentistry and Orthodontics, Wagner Perm State Medical University (Perm, Russian Federation)

**Y.L. Denisova** – MD, PhD, DSc, Professor, professor of the Department of the Restorative dentistry, Belarusian State Medical University (Belarus)

**G.T. Ermukhanova** – MD, PhD, DSc, Professor, Head of Department of Paediatric Dentistry, Asfendiyarov Kazakh National Medical University (Kazakhstan)

**O.S. Gileva** – MD, PhD, DSc, Professor, Honored Health Worker of Russia, Head of the Department of Restorative and Preclinic Dentistry, E.F. Vagner PermState Medical University (Perm, Russian Federation)

**J.A. Gioeva** – MD, PhD, DSc, Professor of the Department of Orthodontics Russian University of Medicine (Moscow, Russian Federation)

**L.N. Gorbatova** – MD, PhD, DSc, Professor, Rector, Head of Department of Pediatric Dentistry of Northern State Medical University (Arkhangelsk, Russian Federation)

**Yu.A. Ippolitov** – MD, PhD, DSc, Professor, Head of the Department of Pediatric Dentistry and Orthodontics, Voronezh State Medical University named after N.N. Burdenko (Voronezh, Russian Federation)

**T.F. Kosyreva** – MD, PhD, DSc, Professor, Head of Department of Paediatric Dentistry and Orthodontics, RUDN University (Moscow, Russian Federation)

**N. Krämer** – Professor, Doctor med. Doctor Med.Dent, Past President of European Academy of Paediatric Dentistry, President of the International Association of Paediatric Dentistry (Germany)

**E.M. Kuzmina** – MD, PhD, DSc, Professor, professor of the department of Preventive Dentistry of Russian University of Medicine, Director of the WHO Collaborating Center for Innovations in the Field of Dental Training (Moscow, Russian Federation)

**P.A. Leus** – MD, PhD, DSc, Professor, professor of the Department of the Restorative dentistry, Belarusian State Medical University (Belarus)

**Ad.A. Mamedov** – PhD, MD, DSc, Professor, Professor of the department of Pediatric, Preventive Dentistry and Orthodontics of the Federal State Autonomous Educational Institution of Higher Education I.M. Sechenov First Moscow State Medical University (Moscow, Russian Federation)

**E.E. Maslak** – MD, PhD, DSc, Professor, professor of the Department of Pediatric Dentistry, The Volgograd State Medical University (Volgograd, Russian Federation)

**L.Y. Orekhova** – MD, PhD, DSc, Professor, Head of the Department of Dentistry Restorative and Periodontology of Pavlov First Saint Petersburg State Medical University (Saint-Petersburg, Russian Federation)

**B. Peretz** – DMD, Professor, Head of the Department of Pediatric Dentistry, the Maurice and Gabriela Goldschleger School of Dental Medicine, Tel Aviv University (Israel)

**V.V. Roginsky** – MD, PhD, DSc, Honored Professor of the Russian Federation, Head of the Scientific Department of Pediatric Maxillofacial Surgery and Dentistry, of Central Research Institute of Dentistry, (Moscow, Russia)

**T.N. Terekhova** – MD, PhD, DSc, Professor of the Department of Paediatric Dentistry, Belarusian State Medical University (Belarus)

**A. Yamada** – MD, PhD Professor Northwestern University, McGaw Medical Center (Lurie Children's Hospital), Pediatric Plastic Surgery (USA)

*Editorial Council:*

**V.V. Aliamovskii** – MD, PhD, DSc, Professor, Department of Restorative and Preclinic Dentistry, Russian University of Medicine (Moscow, Russian Federation)

**F.S. Ayupova** – MD, PhD, Associate Professor, Department of Paediatric Dentistry, Orthodontics and Oral Surgery, Kuban State Medical University (Krasnodar, Russian Federation)

**S.I. Blokhina** – MD, PhD, DSc, Professor, Department of Propaedeutic Dentistry, Ural State Medical University (Yekaterinburg, Russian Federation)

**O.V. Gulenko** – MD, PhD, DSc, Associate Professor, Department of Oral and Maxillofacial Surgery, Kuban State Medical University (Krasnodar, Russian Federation)



## Оригинальная статья | Original article

**Взаимосвязь трансверзальных зубочелюстных аномалий с гипертрофией аденоидов в детском возрасте**

*Д.Р. Миннахметова, О.З. Топольницкий, Л.В. Набиева, А.В. Макеев, И.В. Тихонова, О.Т. Зангиева*

**Relationship between transverse maxillary constriction and adenoid hypertrophy in pediatric patients**

*D.R. Minnakhmetova, O.Z. Topolnitsky, L.V. Nabieva, A.V. Makeev, I.V. Tikhonova, O.T. Zangieva* ..... 112

**Оценка состояния тканей полости рта и некоторых параметров смешанной слюны у детей с гипофосфатемическим рахитом**

*И.А. Алексеева, Л.П. Кисельникова, И.Г. Островская*

**Assessment of oral tissue status and selected parameters of mixed saliva in children with hypophosphatemic rickets**

*I.A. Alekseeva, L.P. Kiselnikova, I.G. Ostrovskaya* ..... 121

**Экспериментальная модель баллонирования верхнечелюстной пазухи кролика после нанесения хирургической травмы**

*Э.К. Ахиян, С.А. Епифанов, О.З. Топольницкий, К.Г. Апостолиди, Ю.Д. Миронюк*

**An experimental model of maxillary sinus ballooning in rabbits following surgically induced trauma**

*E.K. Akhinyan, S.A. Epifanov, O.Z. Topolnitsky, K.G. Apostolidi, Yu.D. Mironyuk* ..... 130

**Влияние некоторых паст для проведения пульпотомии на прочность адгезионного соединения композитного материала с дентином временных зубов с использованием универсального адгезива**

*А.Г. Седойкин, Л.П. Кисельникова*

**Effect of selected pulpotomy materials on the shear bond strength of a composite material to primary dentin using a universal adhesive**

*A.G. Sedoykin, L.P. Kiselnikova* ..... 137

**Способ оценки дефекта твердого неба у детей**

*М.Н. Митропанова, Ф.С. Аюпова, А.С. Назлиева, Ж. Раад*

**Method for assessing hard palate defects in children**

*M.N. Mitropanova, F.S. Ayupova, A.S. Nazlieva, J. Raad* ..... 145

**Взаимосвязь типа жевания с морфометрическими параметрами головы и лица**

*И.В. Диденко, В.В. Шкарин, С.В. Дмитриенко, Ю.А. Македонова, Е.Н. Ярыгина, О.Ю. Афанасьева, Е.А. Огонян*

**Correlation between masticatory pattern and craniofacial morphometric parameters**

*I.V. Didenko, V.V. Shkarin, S.V. Dmitrienko, Yu.A. Makedonova, E.N. Yarygina, O.Yu. Afanaseva, E.A. Ogonyan* ..... 151

**Создание физико-математической модели дистракционного остеогенеза с целью совершенствования лечения трансверзальных зубочелюстных аномалий в детском возрасте**

*Д.Р. Миннахметова, О.З. Топольницкий, А.Д. Дудецкий, И.М. Панченко, Е.Е. Глухонемых, А.А. Барина, Е.Е. Агошкова, А.М. Рябчикова, А.А. Калитник, И.А. Ходаковский*

**Development of a physicomathematical model of distraction osteogenesis to improve the treatment of transverse dentofacial anomalies in pediatric patients**

*D.R. Minnakhmetova, O.Z. Topolnitsky, A.D. Dudetsky, I.M. Panchenko, E.E. Glukhonemykh, A.A. Barinova, E.E. Agoshkova, A.M. Ryabchikova, A.A. Kalitnik, I.A. Khodakovskiy* ..... 159

**Оценка способов реставрации временных моляров с помощью программы искусственного интеллекта**

*А.Б. Багатырова, О.А. Гаврилова*

**Evaluation of restoration methods for primary molars based on artificial intelligence assessment**

*A.B. Bagatirova, O.A. Gavrilova* ..... 171

**Совершенствование диагностики инфантильного типа глотания у детей в возрастном периоде смены зубов посредством ультразвукового исследования**

*М.А. Постников, Н.В. Самойлова, М.М. Алёкина, А.К. Миронова, Е.М. Постникова*

**Ultrasound-based diagnostic approach to infantile swallowing in children during the mixed dentition period**

*M.A. Postnikov, N.V. Samoylova, M.M. Alekina, A.K. Mironova, E.M. Postnikova* ..... 179

**Некоторые витамины и минералы в сыворотке крови и волосах у детей с разным уровнем минерализации эмали зубов**

*А.П. Лимица, Е.А. Сатыго*

**Serum and hair levels of selected vitamins and minerals in children with varying enamel mineralization levels**

*A.P. Limina, E.A. Satygo* ..... 187

## Обзор | Review

**Стоматологический статус женщин во время беременности и в послеродовом периоде**

*А.Д. Шиянова, Л.Ю. Орехова, Т.В. Кудрявцева, Е.А. Тасаева, И.В. Березкина, Э.С. Силина*

**Oral health status of women during pregnancy and the postpartum period**

*A.D. Shiyanova, L.Yu. Orekhova, T.V. Kudryavtseva, E.A. Tasaeva, I.V. Berezkina, E.S. Silina* ..... 197

## Клинический случай | Case report

**Комбинированное ортодонтическое и хирургическое лечение скелетной формы вертикальной резцовой дизокклюзии и сужения верхней челюсти: клинический случай**

*А.А. Симакова, А.В. Сухановская, Л.Н. Горбатова, А.У. Минкин, Н.И. Имшенецкая*

**Combined orthodontic-surgical management of skeletal anterior open bite with maxillary constriction: a case report**

*A.A. Simakova, A.V. Suhanovskaya, L.N. Gorbatova, A.U. Minkin, N.I. Imshenetskaya* ..... 209



# Взаимосвязь трансверзальных зубочелюстных аномалий с гипертрофией аденоидов в детском возрасте

Д.Р. Миннахметова<sup>1\*</sup>, О.З. Топольницкий<sup>1</sup>, Л.В. Набиева<sup>1</sup>,  
А.В. Макеев<sup>1</sup>, И.В. Тихонова<sup>1</sup>, О.Т. Зангиева<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Российский университет медицины, Москва, Российская Федерация

<sup>2</sup>Национальный медико-хирургический Центр имени Н. И. Пирогова, Москва, Российская Федерация

## АННОТАЦИЯ

**Актуальность.** Совместное обследование врачом челюстно-лицевым хирургом и лор-врачом пациентов с трансверзальными зубочелюстными аномалиями показало, что существует большой процент пациентов, имеющих лор-патологии в анамнезе. Изучение взаимосвязи гипертрофии аденоидов, нарушения носового дыхания и сужения верхней челюсти, а также развитие дальнейшего междисциплинарного подхода к исследованию и лечению данной патологии является актуальным на данный момент.

**Материалы и методы.** Произведено ретроспективное исследование 156 историй болезни пациентов с трансверзальными зубочелюстными аномалиями на предмет наличия у них лор-патологии. Пациенты условно разделены на подгруппы в зависимости от вида патологии, для каждой подгруппы производилась разработка алгоритма лечения.

**Результаты.** При проведении ретроспективного анализа историй болезни пациентов за 2023-2024 гг. было выявлено, что среди всех 156 пациентов хронические заболевания отмечались у 65 пациентов, при этом патология лор-органов отмечалась у 63 пациентов среди всех имеющих хронические заболевания. При распределении по виду патологии в младшей возрастной группе превалировала гипертрофия аденоидов, а в старшей возрастной – искривление носовой перегородки, для каждой подгруппы пациентов предложен алгоритм комплексного лечения.

**Заключение.** На основании полученных исследований можно говорить о высокой взаимосвязи трансверзальных зубочелюстных аномалий с гипертрофией аденоидов. Правильно составленный алгоритм лечения позволяет достичь полной реабилитации пациентов, что в свою очередь дает возможность гармоничного развития ребенка.

**Ключевые слова:** детская челюстно-лицевая хирургия, хирургическое расширение верхней челюсти, SARME, лор-патология, аденоиды

**Для цитирования:** Миннахметова ДР, Топольницкий ОЗ, Набиева ЛВ, Макеев АВ, Тихонова ИВ, Зангиева ОТ. Взаимосвязь трансверзальных зубочелюстных аномалий с гипертрофией аденоидов в детском возрасте. *Стоматология детского возраста и профилактика*. 2025;25(2):112-120. DOI: 10.33925/1683-3031-2025-875

**\*Автор, ответственный за связь с редакцией:** Миннахметова Диана Робертовна, кафедра детской челюстно-лицевой хирургии, Российский университет медицины, 127006, ул. Долгоруковская, д. 4, г. Москва, Российская Федерация. Для переписки: dianamin@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.

## Relationship between transverse maxillary constriction and adenoid hypertrophy in pediatric patients

D.R. Minnakhmetova<sup>1\*</sup>, O.Z. Topolnitsky<sup>1</sup>, L.V. Nabieva<sup>1</sup>,  
A.V. Makeev<sup>1</sup>, I.V. Tikhonova<sup>1</sup>, O.T. Zangieva<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Russian University of Medicine, Moscow, Russian Federation

<sup>2</sup>National Medical and Surgical Center named after N. I. Pirogov, Moscow, Russian Federation

## ABSTRACT

**Relevance.** Collaborative assessments by maxillofacial surgeons and otolaryngologists have revealed a high prevalence of ear, nose, and throat (ENT) disorders among patients with transverse maxillary constriction. Investigating the association between adenoid hypertrophy, nasal obstruction, and maxillary narrowing is of current clinical relevance, particularly in the context of developing an interdisciplinary approach to diagnosis and treatment.

**Materials and methods.** A retrospective analysis was conducted on 156 medical records of patients diagnosed with transverse maxillary constriction to identify the presence of ENT-related disorders. Patients were grouped according to the type of disorder, and a treatment algorithm was developed for each subgroup.

**Results.** Among the 156 patients reviewed from 2023–2024, chronic conditions were identified in 65 cases, with ENT disorders present in 63 of them. In the younger age group, adenoid hypertrophy was the most prevalent condition, while nasal septum deviation predominated among older patients. A comprehensive treatment algorithm was proposed for each subgroup.

**Conclusion.** The findings indicate a strong association between transverse maxillary constriction and adenoid hypertrophy. A properly developed treatment algorithm ensures complete patient rehabilitation, thereby enabling harmonious development in children.

**Keywords:** pediatric maxillofacial surgery, surgical maxillary expansion, SARME, ENT disorders, adenoids

**For citation:** Minnakhmetova DR, Topolnitsky OZ, Nabieva LV, Makeev AV, Tikhonova IV Zangieva O.T. Relationship between transverse maxillary constriction and adenoid hypertrophy in pediatric patients. *Pediatric dentistry and dental prophylaxis*. 2025;25(2):112–120. (In Russ.). DOI: 10.33925/1683-3031-2025-875

**\*Corresponding author:** Diana R. Minnakhmetova, Department of Pediatric Maxillofacial Surgery, Russian University of Medicine, Dolgorukovskaya St., 4, Moscow, Russian Federation, 127006. For correspondence: dianamin@mail.ru

**Conflict of interests:** O. Z. Topolnitsky, 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 interest.

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

## ВВЕДЕНИЕ

Среди всех зубочелюстных аномалий и деформаций челюстей аномалии в трансверсальной плоскости являются одними из часто встречаемых, их встречаемость колеблется от 8 до 47%. Трансверсальные зубочелюстные аномалии могут наблюдаться в изолированной форме, но чаще идут в сочетании с другими аномалиями в сагиттальной и вертикальной плоскостях. Данный вид аномалий встречается в трех формах: 1) сужение верхней челюсти; 2) сужение нижней челюсти; 3) сужение обеих челюстей [1, 2].

Трансверсальные зубочелюстные аномалии имеют полиэтиологическую природу и могут быть вызваны рядом экзогенных и эндогенных факторов. Ввиду близкого анатомического расположения верхней челюсти и лор-органов отмечается взаимное влияние двух структур на их развитие. По мнению ряда авторов, непрерывный поток воздуха при носовом дыхании способствует стимуляции трансверсального роста челюстей. Другие авторы считают, что на фоне сужения верхней челюсти происходит развитие нарушения носового дыхания, что в свою очередь влияет на развитие лор-патологий, а также приводит к возникновению ночных апноэ [3–8].

По данным Балашовой М. Е., распространенность зубочелюстных аномалий у пациентов с гипертрофией аденоидов и наличием ротового дыхания наблюдалась в 100% случаев, при этом перекрестный прикус отмечался в 7,5% случаев. Также у пациентов

с зубочелюстными аномалиями распространенность гипертрофии аденоидов в анамнезе отмечалась в 77,5% случаев [9–10].

Диагностика наличия гипертрофии аденоидов у пациентов с сужением верхней челюсти начинается со сбора анамнеза пациента. У пациентов с гипертрофией аденоидов I и II степени заболевание может протекать бессимптомно, поэтому и жалобы они обычно не предъявляют. У пациентов с гипертрофией аденоидов III степени уже имеются характерные жалобы и клинические симптомы, присущие данному заболеванию. Во время сна ребенка родители часто отмечают проблемы с его дыханием, чаще всего возникает стойкое затруднение носового дыхания и состояние ассоциировано со стойкой назальной обструкцией. У пациентов обычно постоянно открыт рот, гипоназальность, присутствует ощущение «сухости во рту». Также у пациентов с гипертрофией аденоидов могут отмечаться жалобы на снижение слуха, как проявление течения экссудативного среднего отита, и/или повторяющиеся эпизоды острого среднего отита, эпизоды острого синусита (в том числе рецидивирующие формы) в анамнезе. Нередко у родителей пациентов могут возникать жалобы на длительное (до нескольких недель) сохранение ринологических симптомов (заложенность носа, отделяемое по задней стенке глотки у ребенка, кашель) после перенесенного простудного заболевания даже при наличии гипертрофии аденоидов II степени.

В анамнезе жизни выясняется, было ли раньше обследование лор-врача, проводилось ли ранее ле-

чение или операции по поводу установленной патологии, а также наблюдается ли пациент на диспансерном учете на данный момент [11].

При внешнем осмотре обращают внимание на конфигурацию носа, наличие деформации носа, также проводят пальпацию наружного носа и стенок придаточных пазух. Также оценивают конфигурацию лица, обращают внимание на профиль лица: для данной группы пациентов характерен выпуклый профиль лица, удлинение третьей лица. Определяют состояние кожных покровов, из-за нарушения носового дыхания и возникновения постоянной гипоксии кожные покровы бледные. Лицо при этом одутловатое, наблюдается полуоткрытый рот, вздернутая верхняя губа, ротовое дыхание, носогубные складки сглажены, подбородочная, наоборот, выражена. Далее приступают к осмотру полости носа и проводят переднюю риноскопию носовых полостей при помощи носового зеркала на предмет состояния слизистой оболочки и выявления аллергического состояния или воспаления, также можно оценить перегородку носа, наличие ее искривления и перфораций. При осмотре полости рта отмечается сужение зубных рядов, скученность зубов, чаще всего отмечается дистальная окклюзия и готическое небо. При осмотре ротоглотки производится оценка небных миндалин. Золотым стандартом исследования носоглотки является эндоскопический осмотр, который позволяет оценить степень гипертрофии глоточной миндалины [8, 12–16].

Далее проводят оценку рентгенологических снимков и КТ-исследования пациентов, на них можно оценить наличие гипертрофии глоточной миндалины, также, при наличии смежных лор-патологий, гипертрофию нижних носовых раковин, кисты и инородные тела придаточных пазух, искривление перегородки носа. В режиме Airways возможна оценка объема воздушного потока верхних дыхательных путей, с целью выявления нарушения носового дыхания и участков обструкции верхних дыхательных путей. Рентгенографию носоглотки на данный момент не проводят детям ввиду значительной лучевой нагрузки [17, 18].

Существует несколько функциональных методов диагностики, одним из методов является проведение дыхательных проб по Генче и Штанге с помощью ваты

и зеркала, однако данный метод является устаревшим и недостаточно информативным. Позднее был предложен аппарат Capno Trainer, который является анализатором концентрации углекислого газа в выдыхаемом пациентом воздухе, а также анализирует ритмичность и частоту дыхания пациента [19].

Наиболее современным и информативным методом выявления нарушения носового дыхания является риноманометрия. Существует две разновидности данного исследования: передняя активная риноманометрия и акустическая риноманометрия. При помощи передней активной риноманометрии определяется величина объемного потока воздуха, также сопротивление воздушного потока при вдохе и выдохе. С помощью акустической риноманометрии производится оценка объема и площади поперечного сечения полости носа с целью выявления участков сужения (рис. 1) [20–22].

На кафедре детской челюстно-лицевой хирургии Российского университета медицины обследование пациентов с трансверзальными зубочелюстными аномалиями производится совместно с лор-врачами, в зависимости от вида выявленной лор-патологии составляется план комплексного лечения пациента. Также часть пациентов с сужением верхней челюсти и жалобами на нарушение носового дыхания направляются лор-врачами на консультацию к челюстно-лицевому хирургу, таким образом, формируется междисциплинарный подход к лечению данного вида патологии. При совместном обследовании пациентов с трансверзальными зубочелюстными аномалиями был выявлен большой процент пациентов, имеющих лор-патологии в анамнезе, в частности гипертрофию аденоидов. Изучение взаимосвязи гипертрофии аденоидов, нарушения носового дыхания и сужения верхней челюсти, а также развитие дальнейшего междисциплинарного подхода к исследованию и лечению данной патологии является актуальным на данный момент.

**Цель исследования** – изучение наличия связи гипертрофии аденоидов и трансверзальных зубочелюстных аномалий путем проведения совместного обследования пациентов, введение алгоритма лечения пациентов с сочетанием данных патологий.



**Рис. 1.** Данные обследования пациентов с гипертрофией аденоидов: а, б – внешний вид пациентки, в – рентген носоглотки, г – КТ ЧЛО в режиме Airways

**Fig. 1.** Examination data for a patient with adenoid hypertrophy: a, b – facial appearance of the patient, c – lateral X-ray of the nasopharynx, d – CT scan of the maxillofacial region (Airways mode)



## МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

Произведено ретроспективное исследование 156 историй болезни пациентов с трансверзальными зубочелюстными аномалиями на предмет наличия лор-патологии. Всего в группу вошли 156 пациентов, имеющих трансверзальные зубочелюстные аномалии и проходивших обследование и лечение в детском челюстно-лицевом отделении КЦ ЧЛХ и С НОИС имени А. И. Евдокимова Российского университета медицины Минздрава РФ за 2023–2024 годы. Пациенты были разделены по полу и возрасту. Возрастная группа пациентов составила от 7 до 17 лет. Пациенты разделены на две возрастные группы в зависимости от метода лечения пациента. Возраст в первой группе пациентов составил от 7 до 12 лет, данные пациенты получали лечение с использованием ортодонтических аппаратов с опорой на минивинты во фронтальном отделе, а также с опорой на коронки первых моляров. Во второй группе возраст пациентов составил от 13 до 17 лет, данным пациентам проводилась остеотомия верхней челюсти по Ле Фор 1 и срединному небному шву с фиксацией и активацией небного дистракционного аппарата «Конмет». Выбор метода лечения для каждой группы пациентов основан на знаниях о стадиях формирования срединного небного шва и рекомендациях по лечению пациентов на каждой стадии. Так в младшей возрастной группе отмечались стадии формирования срединного небного шва В, С, в старшей возрастной группе – D, E. Пациенты были также разде-

лены на следующие группы: с наличием лор-патологии и без нее. Пациенты, имеющие лор-патологии, условно разделены на подгруппы в зависимости от вида лор-патологии. При этом для каждого вида патологии предложен алгоритм комплексного лечения пациента.

Всем пациентам проводилось совместно с лор-врачом клиническое обследование и КТ-исследования. Контрольные КТ-исследования проводились до обследования, после проведения операции (для пациентов, которым проводилось хирургически ассоциированное расширение верхней челюсти) и по окончании ретенционного периода через 6 месяцев. На КТ до начала лечения и по окончании ретенционного периода производилась оценка следующих параметров: ширина основания верхней челюсти по точкам J – J (точки пересечения бугра верхней челюсти и скулового контрфорса), ширина грушевидного отверстия по точкам NC – NC (точки на самом выступающем наружном крае носовой полости), ширина верхнего зубного ряда определяли по точкам U6 – U6 (точки на щечной поверхности коронок первых верхних моляров), ширина верхней челюсти измерялась по Penn-анализу, также измеряли ширину альвеолярного отростка по его нижнему краю (BAB), глубину свода неба с помощью линии проведенной от точки Р вершины небного свода к линии BAB и угол наклона первых моляров слева и справа, образованный между осью проходящей от продольной фиссуры моляра, далее через бифуркацию корней до горизонтальной линии, определяющей ширину верхней челюсти по Penn-анализу. На КТ, прове-

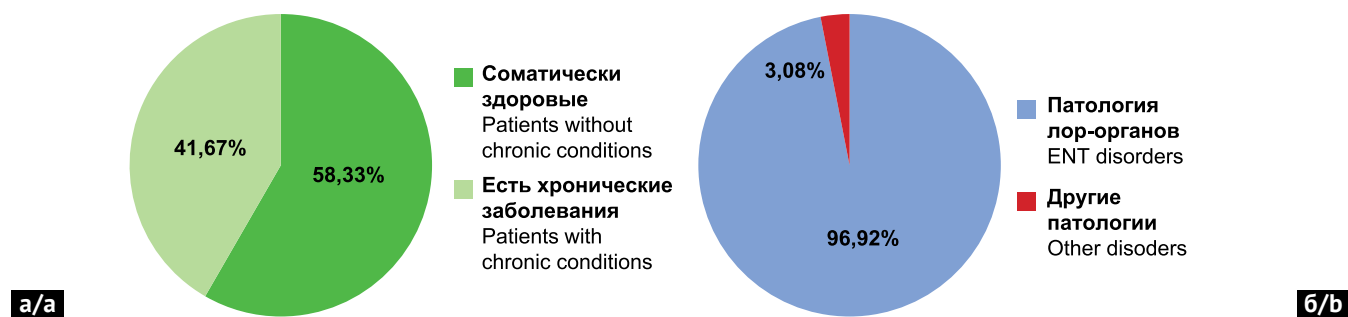


Рис. 2. Частота встречаемости лор-патологии у пациентов с трансверзальными зубочелюстными аномалиями: а – частота встречаемости хронических заболеваний,

б – частота встречаемости лор-патологии среди хронических заболеваний

Fig. 2. Prevalence of ENT disorders in patients with transverse maxillary constriction:

а – prevalence of chronic conditions, б – prevalence of ENT disorders among patients with chronic conditions

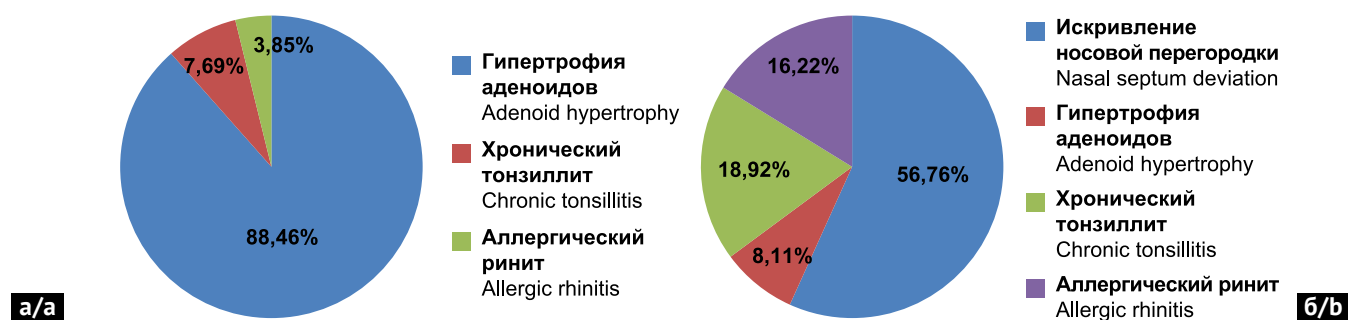


Рис. 3. Распределение пациентов в зависимости от вида лор-патологии в разных возрастных подгруппах: а – в младшей возрастной подгруппе, б – в старшей возрастной подгруппе

Fig. 3. Distribution of patients by type of ENT disorder across age subgroups: а – younger age subgroup, б – older age subgroup



денном после операции, определяли ход и правильность линии остеотомии, наличие / отсутствие распилов в области верхушек корней зубов, стабильность фиксации небного дистракционного аппарата. В случае отсутствия лор-патологии дальнейшее обследование и лечение производилось по утвержденному алгоритму.

## РЕЗУЛЬТАТЫ

При проведении ретроспективного анализа историй болезни пациентов за 2023–2024 гг. было выявлено, что среди всех 156 пациентов (из них 40 пациентов проходило лечение на ортодонтических аппаратах, 116 получали хирургически ассоциированное расширение верхней челюсти), хронические заболевания отмечались у 65 пациентов (41,67%), а у 91 пациента (58,33%) не было хронических заболеваний, то есть они были соматически здоровы. При этом патология лор-органов отмечалась у 63 пациентов (96,92%) из 65 пациентов с наличием хронических заболеваний (рис. 2).

63 пациента с лор-патологией в анамнезе разделены на две возрастные подгруппы в зависимости от тактики лечения пациента. В младшую возрастную подгруппу вошли 26 пациентов, получавших лечение на ортодонтических аппаратах, в подгруппу, где проводилось хирургически ассоциированное расширение верхней челюсти, вошло 37 пациентов. Известно, что к 14 годам происходит полная инволюция аденоидной ткани, поэтому данное заболевание характерно больше для младшей возрастной подгруппы от 7 до 12 лет, однако отмечалось и в старшей возрастной подгруппе у нескольких человек. По полученным результатам было выявлено, что в младшей возрастной группе отмечались такие патологии, как гипертрофия аденоидов, хронический тонзиллит, а также аллергический ринит. Гипертрофия аденоидов отмечалась у 23 пациентов (88,46%), хронический тонзиллит – у 2 пациентов (7,69%), аллергический ринит – у 1 пациента (3,85%). В старшей возрастной подгруппе отмечались гипертрофия аденоидов у 3 пациентов (8,11%), хронический тонзиллит – у 7 пациентов (18,92%), искривление носовой перегородки – у 21 пациента (56,76%), у 6 пациентов отмечался аллергический ринит (16,22%) (рис. 3).

При оценке результатов КТ-исследований были выявлены следующие результаты: в младшей возрастной подгруппе ширина основания верхней челюсти увеличилась на 7,7%, ширина грушевидного отверстия – на 10,2%, ширина верхней челюсти, измеряемая по Ренн-анализу, увеличилась на 8,03%, ширина зубного ряда по молярам увеличилась на 11,9%, ширина альвеолярного отростка увеличилась на 6,97%, глубина небного свода уменьшилась на 29,4% (табл. 1).

В старшей возрастной подгруппе ширина основания верхней челюсти увеличилась на 10,54%, ширина грушевидного отверстия – на 8,45%, ширина верхней челюсти, измеряемая по Ренн-анализу, увеличилась на 13,19%, ширина зубного ряда по моля-

рам увеличилась на 13,72% ширина альвеолярного отростка увеличилась на 10,29%, глубина небного свода уменьшилась на 3,82% (табл. 2).

Таким образом, в младшей возрастной подгруппе отмечается меньший процент прироста трансверзальных размеров верхней челюсти, более того, расширение наблюдается больше во фронтальном отделе, а также за счет увеличения трансверзальных размеров верхнего зубного ряда и наклона зубов. Более того, происходит веерообразное расширение верхней челюсти с резким снижением высоты небного свода, что приводит к уменьшению пространства для расположения языка и может способствовать возникновению рецидива заболевания. В старшей возрастной подгруппе отмечается корпусное перемещение верхней челюсти, представленное равномерным увеличением прироста всех измеряемых параметров, а также отмечается незначительное уменьшение высоты небного свода, что дает более стабильный результат лечения и снижает риск развития рецидива заболевания.

Нашей командой предложен следующий алгоритм лечения.

Поскольку искривление носовой перегородки встречалось в старшей возрастной группе, данной группе пациентов рекомендовано проведение хирургически ассоциированного расширения верхней челюсти. Более того, следует начать с расширения верхней челюсти, а по окончании ретенционного периода надо провести септопластику, ввиду того, что при расширении верхней челюсти происходит передвижение костных структур, что может привести к деформации носовой перегородки при первичном проведении септопластики.

Пациентам с гипертрофией аденоидов рекомендовано первично проведение оперативного вмешательства в объеме эндоскопической аденотомии, через 1–2 месяца рекомендовано проведение контрольного эндоскопического обследования носоглотки, в случае заживления послеоперационной раны – проведение расширения верхней челюсти. Выбор метода тактики лечения зависит от возраста пациента и стадии формирования срединного небного шва.

Пациентам с хроническим тонзиллитом в стадии ремиссии рекомендовано расширение верхней челюсти, в случае обострения пациенту назначается консервативная терапия, лабораторные и диагностические исследования. Расширение верхней челюсти назначается после снятия воспалительных явлений не раньше, чем через 3 недели.

Пациентам с аллергическим ринитом в стадии ремиссии рекомендовано расширение верхней челюсти, в случае обострения пациенту назначается консервативная терапия, диагностические и лабораторные исследования, также обязательное наблюдение врачом-аллергологом, хирургическое расширение верхней челюсти назначается после снятия воспалительных явлений, не раньше чем через 3 недели.

**Таблица 1.** Определение трансверзальных размеров верхней челюсти у пациентов младшей возрастной группы (мм, %)   
**Table 1.** Transverse maxillary measurements in patients from the younger age group (mm, %)

Динамика Time point	Параметры / Parameter					
	J – J	NC – NC	U6 – U6	Ширина верхней челюсти по Ренн-анализу Maxillary transverse width (Penn analysis)	BAB Inter canine width (ICW)	Глубина небного свода Palatal vault depth
<b>До расширения в/ч (мм)</b> <b>М ± SD, 95% ДИ, Мин. – Макс.</b> Before expansion (mm) M ± SD, 95% CI, Min – Max	51,9 (±2,68) 50,0 – 53,8 47,4 – 56,2	21,5 (±1,37) 20,5 – 22,5 19,4 – 23,9	50,2 (±3,12) 48,0 – 52,5 45,3 – 55,2	53,5 (±4,04) 50,6 – 56,4 47,9 – 58,9	51,6 (±2,98) 49,5 – 53,8 47,3 – 56,7	11,1 (±1,76) 9,85 – 12,4 8,9 – 13,9
<b>После расширения в/ч (мм)</b> <b>М ± SD, 95% ДИ, Мин. – Макс.</b> After expansion (mm) M ± SD, 95% CI, Min – Max	55,9 (±2,31) 54,2 – 57,5 52,3 – 59,8	23,7 (±1,82) 22,4 – 25,0 21,1 – 26,2	56,2 (±3,16) 53,9 – 58,5 51,5 – 60,3	57,8 (±3,63) 55,2 – 60,4 51,6 – 63,6	55,2 (±2,93) 53,1 – 57,3 50,7 – 59,4	8,58 (±1,88) 7,23 – 9,93 6,2 – 11,5
<b>Δ До и после (мм)</b> Δ Before and after (mm)	4,0	2,2	6,0	4,3	3,6	2,52
<b>Δ До и после, %</b> Δ Before and after, %	7,7	10,2	11,9	8,03	6,97	29,4
<b>Достоверность</b> P-value	>0,05	>0,05	>0,05	>0,05	>0,05	>0,05

**Таблица 2.** Определение трансверзальных размеров верхней челюсти у пациентов старшей возрастной группы (мм, %)   
**Table 2.** Transverse maxillary measurements in patients from the older age group (mm, %)

Динамика Time point	Параметры / Parameter					
	J – J	NC – NC	U6 – U6	Ширина верхней челюсти по Ренн-анализу Maxillary transverse width (Penn analysis)	BAB Inter canine width (ICW)	Глубина небного свода Palatal vault depth
<b>До расширения в/ч (мм)</b> <b>М ± SD, 95% ДИ, Мин. – Макс.</b> Before expansion (mm) M ± SD, 95% CI, Min – Max	57,9 (±5,12) 54,2 – 61,5 50,2 – 64,2	21,3 (±1,09) 20,5 – 22,1 19,6 – 23,2	53,2 (±5,08) 49,6 – 56,9 46,5 – 61,5	56,1 (±5,51) 52,2 – 60,1 47,7 – 63,8	55,4 (±4,67) 52,1 – 58,8 45,6 – 61,4	13,6 (±1,29) 12,6 – 14,5 11,5 – 16,1
<b>После расширения в/ч (мм)</b> <b>М ± SD, 95% ДИ, Мин. – Макс.</b> After expansion (mm) M ± SD, 95% CI, Min – Max	64,0 (±5,62) 59,9 – 68,0 55,7 – 72,6	23,1 (±1,02) 22,3 – 23,8 21,5 – 24,9	60,5 (±5,61) 56,5 – 64,5 51,9 – 69,8	63,9 (±4,82) 60,4 – 67,3 56,9 – 70,9	61,1 (±3,81) 58,4 – 63,8 53,8 – 65,9	13,1 (±1,31) 12,2 – 14,1 11,2 – 15,8
<b>Δ До и после (мм)</b> Δ Before and after (mm)	6,1	1,8	7,3	7,8	5,7	0,5
<b>Δ До и после, %</b> Δ Before and after, %	10,54	8,45	13,72	13,19	10,29	3,82
<b>Достоверность</b> P-value	>0,05	>0,05	>0,05	>0,05	>0,05	>0,05

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В статье представлены результаты ретроспективного анализа историй болезни пациентов, имеющих трансверзальные зубочелюстные аномалии, находящихся на лечении в детском челюстно-лицевом отделении КЦ ЧЛХ и С НОИС имени А. И. Евдокимова Российского университета медицины Минздрава РФ с 2023 по 2024 годы. Внедрен алгоритм лечения для пациентов, име-

ющих лор-патологию. Было выявлено, что в младшей возрастной подгруппе на основании полученных исследований можно говорить о высокой взаимосвязи трансверзальных зубочелюстных аномалий с гипертрофией аденоидов. Правильно составленный алгоритм лечения позволяет достичь полной реабилитации пациентов до наступления совершеннолетия, что в свою очередь влияет гармоничное развитие ребенка и повышает способность к адаптации ко взрослой жизни.

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Михайлова АС, Юдинцев МА. Распространенность зубочелюстных аномалий и деформаций у детей и подростков в Российской Федерации. *Молодой ученый*. 2021;(21):148-151. Режим доступа: <https://moluch.ru/archive/363/81430/>
2. Гордина ГС, Глушко АВ, Клипа ИА, Дробышев АЮ, Серова НС, Фоминых ЕВ. Применение данных компьютерной томографии в диагностике и лечении пациентов с аномалиями зубочелюстной системы, сопровождающимися сужением верхней челюсти. *Медицинская визуализация*. 2014;(3):104-113. Режим доступа: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=21787312>
3. Ozdemir Akkus N, İşi KD. Etiology of narrow maxilla creating orthodontic and prosthetic treatment difficulties. *Eur Rev Med Pharmacol Sci*. 2023;27(5 Suppl):75-79. doi: 10.26355/eurrev\_202310\_34073
4. Babacan H, Doruk C, Uysal IO, Yuce S. Effects of rapid maxillary expansion on nasal mucociliary clearance. *Angle Orthod*. 2016;86(2):250-4. doi: 10.2319/121714-918.1
5. Cerritelli L, Hatzopoulos S, Catalano A, Bianchini C, Cammaroto G, Meccariello G, et al. Rapid Maxillary Expansion (RME): An Otolaryngologic Perspective. *J. Clin. Med*. 2022;11(17):5243. doi: 10.3390/jcm11175243
6. Алексеенко СИ, Карпищенко СА, Арустамян ИГ, Станчева ОА. Результаты лечения риносинусита и синдрома обструктивного апноэ сна у детей с гипертрофией аденоидных вегетаций. *Consilium Medicum*. 2021;23(3):222-225. doi: 10.26442/20751753.2021.3.200573
7. Fraga WS, Seixas VM, Santos JC, Paranhos LR, César CP. Mouth breathing in children and its impact in dental malocclusion: a systematic review of observational studies. *Minerva Stomatol*. 2018;67(3):129-138. doi: 10.23736/S0026-4970.18.04015-3
8. Iwasaki T, Sato H, Suga H, Takemoto Y, Inada E, Saitoh I, et al. Relationships among nasal resistance, adenoids, tonsils, and tongue posture and maxillofacial form in Class II and Class III children. *Am J Orthod Dentofacial Orthop*. 2017;151(5):929-940. doi: 10.1016/j.jado.2016.10.027
9. Попадюк ВИ, Балашова МЕ, Хабазде ЗС, Шегай АВ, Смирнов ДП, Уразгулов АК. Корреляция между значением аденоидного индекса по данным ТРГ и клиническим диагнозом у детей с гипертрофией глоточной миндалины. *Folia Otorhinolaryngologiae et Pathologiae Respiratoriae*. 2023;29(4):12-17. doi: 10.33848/foliorl23103825-2023-29-4-12-17
10. Балашова МЕ, Хабазде ЗС, Попадюк ВИ. Сравнительный анализ измерительных показателей небных миндалин по данным ТРГ и КЛКТ. *Эндодонтия Today*. 2023;21(2):144-147. doi: 10.36377/1683-2981-2023-21-2-144-147
11. Дроздова МВ, Ларионова СН, Тырнова ЕВ. Особенности предоперационной диагностики хронического лимфопролиферативного синдрома лор-органов у детей раннего возраста. *Медицинский совет*. 2022;16(23):343-348. doi: 10.21518/2079-701X-2022-16-23-343-348
12. Каждан АА, Золотова ТВ, Ходарев СВ, Поддубная ТМ. Медицинская реабилитация детей с патологией лор-органов на амбулаторно-поликлиническом этапе. *Главврач Юга России*. 2015;(4):71-78. Режим доступа: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=26605611>
13. Шевцов ЕА, Шевцова НН. Методы диагностики заболеваний ЛОР-органов в работе врача общей практики. *Альманах клинической медицины*. 2004;(7):337-347. Режим доступа: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=9464919>
14. Алимова НП. Морфометрические изменения челюстно-лицевой области детей с гипертрофией аденоидами. *O'zbekistonda fanlarning innovatsiyalar va ilmiy tadqiqotlar jurnali*. 2023;2(17):166-177. Режим доступа: <https://bestpublication.org/index.php/ozf/article/view/4254>
15. Абабий П, Катеренюк И, Быткэ О, Ташник М, Катеренюк Д, Бондарев А, и др. Морфологические особенности полости носа у пациентов с хроническим гипертрофическим ринитом по данным передней риноскопии. *Морфология*. 2016;149(3):7. Режим доступа: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=26565358>
16. Губанова СГ, Намазова-Баранова ЛС, Пашков АВ, Зеленкова ИВ, Ганковский В А. Современные диагностические исследования в ринологии: необходимое и достаточное. *Педиатрическая фармакология*. 2020;17(5):450-454. doi: 10.15690/pf.v17i5.2183
17. Kalaskar R, Balasubramanian S, Kalaskar A. Evaluation of the Average Nasal and Nasopharyngeal Volume in 10-13-year-old Children: A Preliminary CBCT Study. *Int J Clin Pediatr Dent*. 2021;14(2):187-191. doi: 10.5005/jp-journals-10005-1917
18. Feng X, Chen Y, Hellén-Halme K, Cai W, Shi XQ. The effect of rapid maxillary expansion on the upper airway's aerodynamic characteristics. *BMC Oral Health*. 2021;21(1):123. doi: 10.1186/s12903-021-01488-1
19. Ардыкуце В. Клинические аспекты применения сарно trainer в практике врача ортодонта. *Norwegian Journal of Development of the International Science*. 2020;(46-1): 28-30. Режим доступа: <https://elibrary.ru/item.asp?id=43960189>
20. Карпищенко СА, Болознева ЕВ, Мушников ЮВ. Передняя активная риноманометрия как метод оценки эффективности лечения пациентов ринологического профиля. *Folia Otorhinolaryngologiae et Pathologiae Respiratoriae*. 2016;22(2):20-26. Режим доступа: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=25957089>
21. Эсенбаева АК. Передняя активная риноманометрия и акустическая ринометрия как объективные методы диагностики респираторной функции полости носа. *Российская оториноларингология*. 2011;(5):179-183. Режим доступа: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=17282937>
22. Кочеткова АП, Коркмазов МЮ. Передняя активная риноманометрия для оценки носового дыхания при консервативном лечении вазомоторного ринита. *Российская оториноларингология*. 2011;(6):81-83. Режим доступа: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=17284336>



## REFERENCES

1. Mikhailova AS, Yudintsev MA. Prevalence of dento-mandibular anomalies and deformities in children and adolescents in the Russian Federation. *Molodoj uchenyj*. 2021;(21):148-151 (In Russ.). Available from: <https://moluch.ru/archive/363/81430/>
2. Gordina GS, Glushko AV, Klipa IA, Drobyshev AYU, Serova NS, Fomynikh EV. The use of computed tomography data in diagnosis and treatment of patients with malocclusion accompanied by the narrowing of the maxilla. *Medical visualization*. 2014;(3):104-113 (In Russ.). Available from: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=21787312>
3. Ozdemir Akkus N, İşçi KD. Etiology of narrow maxilla creating orthodontic and prosthetic treatment difficulties. *Eur Rev Med Pharmacol Sci*. 2023;27(5 Suppl):75-79. doi: 10.26355/eurrev\_202310\_34073
4. Babacan H, Doruk C, Uysal IO, Yuce S. Effects of rapid maxillary expansion on nasal mucociliary clearance. *Angle Orthod*. 2016;86(2):250-4. doi: 10.2319/121714-918.1
5. Cerritelli L, Hatzopoulos S, Catalano A, Bianchini C, Cammaroto G, Meccariello G, et al. Rapid Maxillary Expansion (RME): An Otolaryngologic Perspective. *J. Clin. Med*. 2022;11(17):5243. doi: 10.3390/jcm11175243
6. Alekseenko SA, Karpishchenko SA, Arustamyan IG, Stancheva OA. Results of treatment for ronchopathy and obstructive sleep apnea syndrome in children with adenoid hypertrophy/vegetations. *Consilium Medicum*. 2021;23(3):222-225. doi: 10.26442/20751753.2021.3.200573
7. Fraga WS, Seixas VM, Santos JC, Paranhos LR, César CP. Mouth breathing in children and its impact in dental malocclusion: a systematic review of observational studies. *Minerva Stomatol*. 2018;67(3):129-138. doi: 10.23736/S0026-4970.18.04015-3
8. Iwasaki T, Sato H, Suga H, Takemoto Y, Inada E, Saitoh I, et al. Relationships among nasal resistance, adenoids, tonsils, and tongue posture and maxillofacial form in Class II and Class III children. *Am J Orthod Dentofacial Orthop*. 2017;151(5):929-940. doi: 10.1016/j.ajodo.2016.10.027
9. Popadyuk VI, Balashova ME, Khabadze ZS, Shegay AV, Smirnov DP, Urazgulov AK. Correlation between the adenoid index on lc data and the clinical diagnosis in children with pharyngeal tonsil hypertrophy. *Folia Otorhinolaryngologiae et Pathologiae Respiratoriae*. 2023;29(4):12-17 (In Russ.). doi: 10.33848/fofiorl23103825-2023-29-4-12-17
10. Balashova ME, Khabadze ZS, Popadyuk VI. Comparative analysis of the measurement parameters of the palatine tonsils according to LC and CBCT data. *Endodontics Today*. 21(2):144-147 (In Russ.). doi: 10.36377/1683-2981-2023-21-2-144-147
11. Drozdova MV, Larionova SN, Tyrnova EV. Features of preoperative diagnosis of chronic lymphoproliferative syndrome of ENT organs in young children. *Meditsinskij sovet*. 2022;16(23):343-348 (In Russ.). doi: 10.21518/2079-701X-2022-16-23-343-348
12. Kazhdan AA, Zolotova TV, Khodarev SV, Poddubnaya TM. Medical rehabilitation of children with pathology of ENT organs at the outpatient-polyclinic stage. *Glavnyj vrach*. 2015;(4):71-78 (In Russ.). Available from: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=26605611>
13. Shevtsov EA, Shevtsova NN. Methods of diagnostics of diseases of ENT-organs in the work of a general practitioner. *Almanac of clinical medicine*. 2004;(7):337-347 (In Russ.) Available from: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=9464919>
14. Alimova NP. Morphometric changes in the maxillofacial region of children with adenoid hypertrophy. *O'zbekistonda fanlararo innovatsiyalar va ilmiy tadqiqotlar jurnali*. 2023;2(17):166-177 (In Russ.). Available from: <https://bestpublication.org/index.php/ozf/article/view/4254>
15. Ababii P, Catereniuc I, Bitca O, Tasnic M, Catereniuc D, Bondarev A, et al. Morphological peculiarities of nasal cavity in patients with chronic hypertrophic rhinitis according to anterior rhinoscopy data. *Morphology*. 2016; 149(3):7 (In Russ.). Available from: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=26565358>
16. Gubanova SG, Namazova-Baranova LS, Pashkov AV, Zelenkova IV, Gankovsky VA. Modern Diagnostic Studies in Rhinology: Necessary and Sufficient. *Pediatric pharmacology*. 2020;17(5):450-454 (In Russ.). doi: 10.15690/pf.v17i5.2183
17. Kalaskar R, Balasubramanian S, Kalaskar A. Evaluation of the Average Nasal and Nasopharyngeal Volume in 10-13-year-old Children: A Preliminary CBCT Study. *Int J Clin Pediatr Dent*. 2021;14(2):187-191. doi: 10.5005/jp-journals-10005-1917
18. Feng X, Chen Y, Hellén-Halme K, Cai W, Shi XQ. The effect of rapid maxillary expansion on the upper airway's aerodynamic characteristics. *BMC Oral Health*. 2021;21(1):123. doi: 10.1186/s12903-021-01488-1
19. Ardykutse V. Clinical aspects of using the capno trainer in the practice of an orthodontist. *Norwegian Journal of Development of the International Science*. 2020;(46-1):28-30. Available from: <https://elibrary.ru/item.asp?id=43960189>
20. Karpishchenko SA, Bolozneva EV, Mushnikova YV. Active anterior rhinomanometry, as an approach for measuring the efficiency of treatment of patients with rhinological pathology. *Folia Otorhinolaryngologiae et Pathologiae Respiratoriae*. 2016;22(2):20-26 (In Russ.). Available from: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=25957089>
21. Esenbaeva AK. Anterior active rhinomanometry and acoustic rhinomanometry as objective methods of diagnostics respiratory function of a cavity of a nose. *Russian otorhinolaryngology*. 2011;(5):179-183 (In Russ.). Available from: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=17282937>
22. Kochetkova AP, Korkmazov MY. Evaluation of nasal breathing by frontal active rhinomanometry during vasomotor rhinitis treatment. *Russian otorhinolaryngology*. 2011;(6):81-83 (In Russ.). Available from: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=17284336>

## СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ

**Автор, отвечающий за связь с редакцией**

**Миннахметова Диана Робертовна**, аспирант кафедры детской челюстно-лицевой хирургии Российского университета медицины, Москва, Российская Федерация

Для переписки: dianaminn@mail.ru

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-1393-342X>

**Топольницкий Орест Зиновьевич**, заслуженный врач РФ, 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>

**Набиева Лейла Васифовна**, врач-оториноларинголог оториноларингологического отделения Российского университета медицины, Москва, Российская Федерация

Для переписки: leyla.010@mail.ru

ORCID: <https://orcid.org/0009-0008-4729-0363>

## INFORMATION ABOUT THE AUTHORS

**Corresponding author:**

**Diana R. Minnakhmetova**, DDS, PhD student, Department of the Pediatric Maxillofacial Surgery, Russian University of Medicine, Moscow, Russian Federation

For correspondence: dianaminn@mail.ru

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-1393-342X>

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

For correspondence: proftopol@mail.ru

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

**Leila V. Nabieva**, MD, Department of the Otorhinolaryngology, Russian University of Medicine, Moscow, Russian Federation

For correspondence: leyla.010@mail.ru

ORCID: <https://orcid.org/0009-0008-4729-0363>

**Artem V. Makeev**, DDS, PhD, Assistant Professor, Department of Pediatric Maxillofacial Surgery, Russian

**Макеев Артем Витальевич**, кандидат медицинских наук, ассистент кафедры детской челюстно-лицевой хирургии Российского университета медицины, Москва, Российская Федерация

Для переписки: docartemmakeev@gmail.com

ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-0987-2617>

**Тихонова Ирина Викторовна**, кандидат медицинских наук, ассистент кафедры детской челюстно-лицевой хирургии Российского университета медицины, Москва, Российская Федерация

Для переписки: irinavictorovna2701@gmail.com

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-5260-0476>

**Зангиева Ольга Таймуразовна**, кандидат медицинских наук, доцент кафедры челюстно-лицевой хирургии и стоматологии Института усовершенствования врачей Национального медико-хирургического Центра имени Н. И. Пирогова, Москва, Российская Федерация

Для переписки: olga.dok.oz@gmail.com

ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-7294-5247>

University of Medicine, Moscow, Russian Federation

For correspondence: doc.artemmakeev@gmail.com

ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-0987-2617>

**Irina V. Tikhonova**, DDS, PhD, Assistant Professor, Department of the Pediatric Maxillofacial Surgery, Russian University of Medicine, Moscow, Russian Federation

For correspondence: irinavictorovna2701@gmail.com

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-5260-0476>

**Zangieva T. Olga**, DDS, PhD, Associate Professor, Department of the Maxillofacial surgery, Institute of Advanced Medical Training, National Medical and Surgical Center named after N. I. Pirogov, Moscow, Russian Federation

For correspondence: olga.dok.oz@gmail.com

ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-7294-5247>

**Поступила / Article received 23.12.2024**

**Поступила после рецензирования / Revised 10.02.2025**

**Принята к публикации / Accepted 31.03.2025**

**Вклад авторов в работу.** Все авторы подтверждают соответствие своего авторства международным критериям ICMJE, а также согласны принять на себя ответственность за все аспекты работы: Миннахметова Д. Р. – написание черновика рукописи, визуализация; Топольницкий О. З. – административное руководство исследовательским проектом, научное руководство; Набиева Л. В. – написание черновика рукописи, проведение исследования; Макеев А. В. – разработка методологии; Тихонова И. В. – формальный анализ, предоставление ресурсов; Зангиева О. Т. – рецензирование и редактирование рукописи.

**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: D. R. Minnakhmetova – writing – original draft preparation, visualization; O. Z. Topolnitsky – project administration, supervision; L. V. Nabieva – writing – original draft preparation, investigation; A. V. Makeev – methodology, I. V. Tikhonova – formal analysis, resources; O. T. Zangieva – writing – review & editing.



# Оценка состояния тканей полости рта и некоторых параметров смешанной слюны у детей с гипофосфатемическим рахитом

И.А. Алексеева, Л.П. Кисельникова, И.Г. Островская

Российский университет медицины, Москва, Российская Федерация

## АННОТАЦИЯ

**Актуальность.** Генетически обусловленные метаболические нарушения и гипоминерализация тканей зубов и пародонта могут быть факторами риска возникновения воспалительных и деструктивных процессов в полости рта у детей с гипофосфатемическим рахитом (ГФР).

**Материалы и методы.** Обследованы 46 детей 6–17 лет, среди них – 29 с ГФР и 17 практически здоровых детей. Уровень гигиены рта обследованных оценивался по индексам (ИГ) Федорова – Володкиной и (ОHI-S) Грина – Вермиллиона. Интенсивность кариеса и его осложнений во временных и постоянных зубах рассчитывали по индексам кпу/КПУ и rufa/PUFA, соответственно. Состояние тканей пародонта оценивалось по индексу – РМА, кровоточивость десневой борозды по индексу SBI. В образцах смешанной слюны определялись уровни: моноцитарного хемоаттрактантного белка-1 (MCP-1), фактора роста эндотелия сосудов (VEGF), прокальцитонина ПКТ и D-димера методом твердофазного иммуноферментного анализа (ИФА) с использованием наборов реагентов «Вектор Бест» (Россия).

**Результаты.** Обследованные дети с ГФР имели неудовлетворительный уровень гигиены рта и воспаление средней тяжести тканей пародонта; значение индекса rufa/PUFA в 7,6 раза превышало аналогичный параметр у здоровых детей. Клинические результаты сопровождалось существенными отличиями в изучаемых биохимических показателях смешанной слюны: MCP-1, VEGF, ПКТ и D-димера. Установленная положительная корреляция между содержанием MCP-1 и ПКТ, а также MCP-1 и VEGF ( $r = 0,49$ ;  $r = 0,59$ , соответственно,  $p < 0,05$ ) может указывать на прогностическую роль данных биохимических показателей в развитии воспалительных и деструктивных процессов в ротовой полости у детей с ГФР.

**Заключение.** В группе детей с ГФР установлено наличие воспалительных процессов в тканях пародонта. Определение в смешанной слюне уровней MCP-1, VEGF, D-димера выявляет их диагностическое значение как индикаторов активности воспаления в полости рта у детей с ГФР.

**Ключевые слова:** дети с гипофосфатемическим рахитом, стоматологический статус, смешанная слюна, медиаторы воспаления, цитокины, факторы роста

**Для цитирования:** Алексеева ИА, Кисельникова ЛП, Островская ИГ. Оценка состояния тканей полости рта и некоторых параметров смешанной слюны у детей с гипофосфатемическим рахитом. *Стоматология детского возраста и профилактика*. 2025; 25(2):121–129. DOI: 10.33925/1683-3031-2025-896.

**\*Автор, ответственный за связь с редакцией:** Алексеева Ирина Александровна, кафедра детской стоматологии, Российский университет медицины, 127006, ул. Долгоруковская, д. 4, г. Москва, Российская Федерация. Для переписки: alexeeva.penza@yandex.ru

**Конфликт интересов:** Кисельникова Л. П. 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.

## Assessment of oral tissue status and selected parameters of mixed saliva in children with hypophosphatemic rickets

I.A. Alekseeva, L.P. Kiselnikova, I.G. Ostrovskaya

Russian University of Medicine, Moscow, Russian Federation



## ABSTRACT

**Relevance.** Genetically determined metabolic disorders and the resulting hypomineralization of dental and periodontal tissues may increase the risk of inflammation and structural damage in the oral tissues of children with hypophosphatemic rickets (HR).

**Materials and methods.** The study involved 46 children aged 6–17 years, including 29 diagnosed with hypophosphatemic rickets (HR) and 17 practically healthy controls. Oral hygiene was assessed using the Fedorov–Volodkina Hygiene Index and the Simplified Oral Hygiene Index (OHI-S) by Green and Vermillion. The severity of dental caries and its complications in primary and permanent teeth was evaluated using the dft/DMFT and pufa/PUFA indices, respectively. Periodontal status was assessed using the PMA index, while gingival sulcus bleeding was evaluated using the Sulcus Bleeding Index (SBI). Levels of monocyte chemoattractant protein-1 (MCP-1), vascular endothelial growth factor (VEGF), procalcitonin (PCT), and D-dimer in mixed saliva were measured using solid-phase enzyme-linked immunosorbent assay (ELISA) kits (Vector-Best, Russia).

**Results.** Children with HR exhibited unsatisfactory oral hygiene and moderate periodontal inflammation. The pufa/PUFA index was 7.6 times higher in this group compared to healthy controls. These clinical findings were accompanied by significant differences in salivary biochemical parameters, including elevated levels of MCP-1, VEGF, PCT, and D-dimer. A positive correlation was observed between MCP-1 and PCT, as well as between MCP-1 and VEGF ( $r = 0.49$  and  $r = 0.59$ , respectively;  $p < 0.05$ ), suggesting a potential prognostic role of these biomarkers in the development of oral inflammation in children with HR.

**Conclusion.** Children with hypophosphatemic rickets showed clear signs of periodontal inflammation. The detection of MCP-1, VEGF, and D-dimer in mixed saliva highlights their diagnostic potential as markers of inflammatory activity in the oral cavity in this patient population.

**Keywords:** hypophosphatemic rickets, pediatric patients, oral health status, mixed saliva, inflammatory biomarkers, cytokines, vascular endothelial growth factor

**For citation:** Alekseeva IA, Kiselnikova LP, Ostrovskaya IG. Assessment of oral tissue status and selected parameters of mixed saliva in children with hypophosphatemic rickets. *Pediatric dentistry and dental prophylaxis*. 2025;25(2):121-129. (In Russ.). DOI: 10.33925/1683-3031-2025-896

**\*Corresponding author:** Department of the Pediatric Dentistry Russian University of Medicine, Dolgorukovskaya St., 4, Moscow, Russian Federation, 127006. For correspondence: alexeeva.penza@yandex.ru

**Conflict of interests:** L. P. Kiselnikova, 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 interest

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

## ВВЕДЕНИЕ

Гипофосфатемический рахит (ГФР) – это орфанное метаболическое заболевание, связанное с нарушением реабсорбции фосфатов в проксимальных канальцах нефронов почек и вызванное мутацией гена PHEX (phosphateregulating endopeptidase homolog, X-linked). Генная поломка приводит к нарушению ферментных систем, осуществляющих протеолиз фактора роста фибробластов FGF23. Экспрессия гена PHEX выражена на остеобластах, остеоцитах и одонтобластах и характеризуется изменениями формирования и минерализации тканей зубов и кости [1–3].

В последние годы выявлено, что патогномичным стоматологическим проявлением ГФР являются множественные рецидивирующие периапикальные абсцессы в области временных и постоянных зубов с внешне интактной коронкой [4–6].

Проведенные ранее исследования свидетельствуют о существенных различиях морфоструктуры тканей зубов детей с ГФР в сравнении со здоровыми детьми [2, 4, 6]. Обнаружены дефекты в целостности тонкой эмали, такие как появление трещин и участков стира-

емости, увеличенные зубные полости с рогами пульпы, доходящими до соединения эмали и дентина. Выявленные морфометрические данные указывают на пониженную минеральную плотность и увеличенную пористость околопульпарного и основного дентинного слоя, что нарушает минерализацию зубов при ГФР. Компьютерная микрофотография показывает, что внутренняя структура дентина временных зубов у детей с ГФР имеет аномальный интерглобулярный слой дентина, что указывает на нарушение дентиногенеза и гипоминерализацию дентинной матрицы [2, 4, 6]. По данным исследователей, вышеперечисленные особенности структуры тканей зубов могут играть значительную роль в образовании у детей с ГФР множественных периапикальных абсцессов [5, 6].

Редкие (орфанные) заболевания могут сопровождаться инфекционными процессами. В последние годы возрос интерес к медиаторам, ответственным за активацию различных клеточных типов в зонах воспаления. Микробная агрессия вызывает начало воспалительной реакции через миграцию нейтрофилов, моноцитов и макрофагов, что приводит к разрушению тканей пародонта. Эти клетки вместе с клетками

сосудистого эндотелия и фибробластами производят и выделяют широкий набор молекул, играющих роль медиаторов воспалительных и иммунных ответов. В качестве диагностических методов могут быть использованы биологические объекты, такие как десневая жидкость и смешанная слюна [7-9].

В отечественной и иностранной литературе встречается информация о патологиях, развивающихся в тканях полости рта на фоне системного заболевания [7-18]. Бактериальные микроорганизмы запускают и поддерживают воспаление, приводя к выделению хемокинов, которые относятся к провоспалительным цитокинам. Моноцитарный хемоаттрактантный белок-1 (MCP-1) является членом суперсемейства хемокинов, ответственных за миграцию и активность клеток, таких как полиморфно-ядерные лейкоциты, моноциты, лимфоциты, плазмоциты и тучные клетки в очаги воспаления тканей периодонта и пародонта [7, 8]. Известно, что хемоаттрактанты играют ключевую роль в хронических воспалительных процессах в тканях пародонта и способствуют возникновению дистрофических изменений и резорбции костной ткани [7-10].

В исследовании, проведенном М. Gupta с соавторами (2013) [7], было выявлено, что уровни MCP-1 в смешанной слюне у пациентов с хроническим пародонтитом были статистически значимо выше, чем у людей с интактным пародонтом. Работы другой исследовательской группы (2018) также показали увеличение уровня MCP-1 в смешанной слюне у пациентов с пародонтитом по мере прогрессирования заболевания [8].

Данные литературы подтверждают, что хемокины участвуют в передаче сигналов и запуске множества клеточных реакций, включая хемотаксис и активизацию воспалительных клеток, что приводит к повреждению мягких тканей и нарушению баланса между синтезом и резорбцией структур пародонта [10-12]. Встречается информация о том, что хемокины выполняют регулируемую роль в ремоделировании тканей пародонта и кости как в нормальных, так и в патологических состояниях [13, 14].

Прокальцитонин (ПКТ), предшественник кальцитонина (известного регулятора гомеостаза фосфора и кальция), входит в число маркеров воспалительных процессов, включая воспаление в полости рта [15-18]. При обычных условиях ПКТ производится экзокринными С-клетками щитовидной железы, но в случае инфекционных заболеваний и сепсиса его синтез происходит во множестве клеток организма, таких как лимфоциты и макрофаги. Основным стимулятором выработки ПКТ считается липополисахарид, составляющий часть бактериальной стенки. Обычно уровень ПКТ в сыворотке крови не превышает 0,01 нг/мл, а при серьезной инфекции его концентрация может увеличиваться в несколько тысяч раз в течение нескольких часов [15].

Проведенные ранее исследования показывают изменения уровня ПКТ в сыворотке крови и смешанной слюне у пациентов, страдающих ревматизмом, диабетом и хронической обструктивной болезнью

легких [16-18]. Так, по данным С. W. Bassim и соавторов (2008), уровень ПКТ в слюне пациентов с диабетом 2-го типа может свидетельствовать об уровне гипергликемии и активности пародонтита. Выявлено, что у пациентов с тяжелым пародонтитом количество ПКТ в смешанной слюне значительно выше по сравнению с теми, кто имеет пародонтит средней тяжести. Концентрация ПКТ в смешанной слюне обследованных положительно коррелирует с клиническими признаками поражения тканей десны, такими как кровотечение при зондировании [16].

Целью исследования Patel N. и соавторов (2018) было определение уровня ПКТ в нестимулированной слюне у пациентов с хронической обструктивной болезнью легких (ХОБЛ), как альтернативы анализу данного параметра в крови, включая группу здоровых участников. Было установлено, что при обострении ХОБЛ уровень ПКТ в слюне повышается. Исследователи выявили, что в 53% случаев уровень ПКТ в слюне совпадает с его изменениями в сыворотке крови [18].

Hendek M. K. и коллеги (2015) в своем исследовании обнаружили, что у участников без заболеваний пародонта уровень ПКТ не определялся, а с прогрессированием заболевания возрастал: при гингивите до 0,09 нг/мл, при хроническом пародонтите до 0,15 нг/мл и наивысшим был в группе с генерализованным агрессивным пародонтитом – 0,28 нг/мл. Авторы считают, что высокие уровни ПКТ в слюне при агрессивном пародонтите связаны с его стимуляцией под воздействием липополисахаридов, продуцируемых микрофлорой пародонта [19].

Данные Гилевой О. С. и коллег (2021) показывают, что уровни ПКТ в слюне пациентов с пародонтитом могут быть снижены с уменьшением бактериальной нагрузки после санации полости рта [20].

Наряду с воспалительными медиаторами в литературе наблюдается растущий интерес к анализу различных факторов роста в жидких и тканевых биосредах, в том числе в ротовой полости при воспалительных и деструктивных заболеваниях [21-24].

Среди перспективных биомаркеров, отражающих состояние микроциркуляции и особенности ангиогенеза, выделяется фактор роста эндотелия сосудов (Vascular Endothelial Growth Factor, VEGF). Патологические механизмы действия VEGF связаны с повышением проницаемости сосудов, стимуляцией ангиогенеза, а также пролиферации и миграции эндотелиальных клеток, моноцитов и других клеток, что определяет его роль в развитии, прогрессировании и устранении воспалительных, дистрофических и неопластических процессов [24-29].

Согласно данным Мудрова В. П. и других исследователей (201), фактор роста сосудистого эндотелия обнаружен в смешанной слюне и клетках эндотелия сосудов пародонта, что дает возможность его применения в качестве маркера для диагностики воспаления [24]. В исследовании, проведенном Afacan B. и его коллегами (2018), были измерены уровни VEGF в образцах

смешанной слюны и оценены клинические параметры состояния пародонта. Авторы выявили, что в группах с агрессивным хроническим генерализованным пародонтитом содержание VEGF оказалось значительно выше, чем в группах с гингивитом и у здоровых лиц, при этом была отмечена положительная достоверная корреляция с клиническими показателями [25]. Исследования Pradeep A. R. (2011) и Prapulla D. V. (2007) показали прямую высокодостоверную положительную корреляцию уровня VEGF в десневой жидкости и плазме крови с клиническими состояниями пародонтальных тканей, которые возрастали с прогрессированием заболевания и уменьшались после лечения, свидетельствуя о его важной роли как маркера воспаления в развитии пародонтальных болезней. Польские ученые установили, что у пациентов с мукополисахаридозом и прочими генетическими метаболическими нарушениями накопления гликогена, уровень VEGF в смешанной слюне в условиях длительного воспаления может свидетельствовать о дисфункции эндотелия (2017) [29]. Роль VEGF и цитокинов активно изучается в развитии поражений органов и васкулопатий [30–33]. Есть данные о связи эндотелиальной дисфункции с диабетической нефропатией; увеличение цитокинов и факторов роста в моче наблюдается при хроническом пиелонефрите и гломерулонефрите; при системной склеродермии значительно увеличен уровень MCP1 и VEGF в сыворотке крови, что отражает эндотелиальную дисфункцию. Повышение уровня этих цитокинов и VEGF считается попыткой компенсировать сосудистую регуляцию [29–31].

Пептид D-димер известен как продукт распада фибринового сгустка в процессе фибринолиза, который стимулирует клетки моноцитарно-макрофагальной линии к выделению интерлейкина-1. Повышенное содержание D-димера в плазме крови является прямым индикатором активации фибринолитической системы и косвенным показателем образования тромба, так как воспаление сопровождается образованием фибриновой пленки. В исследовании пациентов с сопутствующими заболеваниями при определении содержания D-димера в смешанной слюне обнаружена значительная вариабельность его уровня от 3,27 до 6161 нг/мл, при этом у здоровых людей в слюне D-димер был выявлен в следовых количествах [32].

Наряду с тем мы не обнаружили исследований, посвященных определению уровней MCP-1, ПКТ, VEGF, D-димера в смешанной слюне у детей с ГФР, которые могут выступать в роли маркеров метаболических заболеваний и предикторов воспалительных и деструктивных процессов зубов и пародонта. Также не изучалась связь этих биохимических параметров с клиническими проявлениями заболеваний в тканях пародонта. Поэтому крайне важно в практике детского врача стоматолога оценивать биохимические индикаторы воспалительных и деструктивных процессов в тканях пародонта и смешанной слюне у детей с ГФР. Это необходимо для раннего выявления метаболических нарушений, диа-

гностики стоматологических патологий, сопутствующих ГФР, и для разработки лабораторных критериев эффективности патогенетической терапии.

**Цель исследования** – изучить особенности стоматологического статуса и уровни MCP-1, VEGF, ПКТ, D-димера в смешанной слюне у детей с ГФР.

## МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

Группу исследования составили дети (29) 6–17 лет с ГФР, с генетически подтвержденным диагнозом (основная группа) и 17 детей того же возраста практически здоровых детей (группа сравнения). Всем исследованным на базе кафедры детской стоматологии Федерального государственного бюджетного образовательного учреждения ФГБОУ ВО «Российский университет медицины» Минздрава России и отделения детской стоматологии ЦС и ЧЛХ НОИ стоматологии имени А. И. Евдокимова, проведены оценка состояния пародонта и лабораторное исследование биохимических параметров смешанной слюны.

Участники исследования с генетическими заболеваниями были направлены из: НИИ детской эндокринологии ФГБУ «Эндокринологический научный центр» Минздрава России; отделения наследственных нарушений обмена веществ, отделения эндокринологии ГБУЗ «Морозовская детская городская клиническая больница» Департамента здравоохранения города Москвы.

Исследование проводилось согласно заключению этического комитета при Российском университете медицины (Выписка из протокола № 02-24 Межвузовского комитета по этике от 15.02.24).

Клинический этап включал анализ стоматологических индексов: интенсивность кариеса временных и постоянных зубов изучалась по кпу/КПУ; осложнения кариеса временных и постоянных зубов рассчитывались индексом  $rufa/PUFA$ ; состояние гигиены рта определялось по индексам: ИГ (Федорова – Володкиной) и ОН-5 (Грина – Вермиллиона). Состояние тканей пародонта оценивалось по индексу кровоточивости десен SBI (Мюллемана – Коуэла) и РМА в модификации С. Парма. Смешанную слюну собирали в пластиковые пробирки методом сплевывания, замораживали и хранили при температуре минус 22 °С до анализа. Уровни MCP-1, VEGF, ПКТ и D-димера определялись методом твердофазного иммуноферментного анализа (ИФА) с использованием наборов реагентов «Вектор Бест» (Россия). Статистический анализ данных проводился с помощью Microsoft Office Excel 2007.

## РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

Клиническая оценка основных параметров стоматологического статуса показала распространенность кариозного поражения у участников исследования 100% у детей с ГФР против 58% в группе здоровых



детей, при интенсивности кариеса по индексам кпу/КПУ  $3,85 \pm 0,29$  и  $3,56 \pm 0,03$  соответственно, что отражает средний уровень интенсивности кариеса у обследованных. Однако результаты оценки уровня осложнений кариеса регистрировали средние значения  $\text{rifa/PUFA}$ , равные  $0,61 \pm 0,13$  и  $0,08 \pm 0,02$  при ( $p < 0,05$ ) в основной и группе сравнения соответственно, что говорит о наличии воспалительных процессов в периапикальных тканях у детей с ГФР.

Клинический анализ состояния гигиены полости рта показал отсутствие заметных различий между исследуемыми группами. Так, в основной группе среднее значение гигиенического индекса (ОНИ-S) составило  $2,15 \pm 0,09$ ; в группе сравнения –  $1,87 \pm 0,10$ . Оценка состояния тканей пародонта также не выявила статистической разницы в клинических показателях у обследованных: в группе детей с ГФР индекс кровоточивости десневой борозды равнялся SBI  $1,72 \pm 0,14$ ; среднее значение РМА было  $0,52 \pm 0,02$ ; в группе здоровых детей данные показатели составили  $1,56 \pm 0,09$  и  $0,48 \pm 0,02$ , соответственно, что говорит о однородности клинических показателей в изучаемых группах и указывает на неудовлетворительный уровень гигиены рта и наличие воспаления средней тяжести тканей пародонта у обследованных.

Проведенный анализ биохимических параметров смешанной слюны участников исследования выявил, что содержание МСР-1 в основной группе колебалось от 22 до 350 пг/мл, средний показатель составил  $105,70 \pm 22,29$  пг/мл, медиана – 76,65 пг/мл, тогда как в группе сравнения этот показатель не определялся.

Анализ состояния тканей пародонта в основной группе выявил положительную высокодостоверную связь клинических признаков по индексам SBI и РМА с активностью МСР-1 в смешанной слюне ( $r = 0,32$  и  $r = 0,35$ , соответственно,  $p < 0,05$ ), что биохимически подтверждает наличие воспаления в пародонтальных тканях детей с ГФР.

Средняя концентрация VEGF в основной группе была  $627,69 \pm 125,04$  МЕ/мл, а в группе сравнения –  $765,69 \pm 152,51$  МЕ/мл; полученные значения колебались от 103,03 до 1594,263 МЕ/мл и от 273,21 до 1339,87 МЕ/мл в основной и группе сравнения, соответственно; медианы составили: в основной группе – 534,6 МЕ/мл, в сравнительной – 781,98 МЕ/мл. Высокий уровень сосудистого эндотелиального фактора роста в обеих группах свидетельствует о наличии воспаления пародонтальных тканей обследованных, что связано с микробной инвазией и согласуется с ранее проведенными исследованиями [24–27].

Однако в группе сравнения проведенный корреляционный анализ изучаемого биохимического показателя (сосудистого эндотелиального фактора роста) и клинических параметров состояния тканей пародонта выявил, что активность VEGF тесно связана с клиническим пародонтальным индексом (РМА  $r = 0,87$ , при  $p < 0,05$ ). В этой же группе (здоровых детей) также установлена значимая корреляционная связь индек-

сов гигиены и состояния пародонта, коэффициент корреляции ОНИ-S и РМА составлял  $r = 0,68$ , при  $p < 0,05$ , что связывает высокие показатели фактора роста сосудистого эндотелия с микробной инвазией. Наряду с тем, уровень VEGF в слюне у детей с ГФР показал отрицательную корреляцию с ОНИ-S и РМА ( $r = -0,29$  и  $r = -0,25$ , соответственно,  $p < 0,05$ ). В связи с чем возможно предположить, что высокий уровень VEGF у детей с ГФР может быть связан не столько с микробным фактором, сколько с системными проявлениями основного заболевания и генетическими нарушениями ангиогенеза, отражающими эндотелиальные и микроциркуляторные изменения в тканях полости рта.

Анализ содержания ПКТ в смешанной слюне обследованных также выявил наличие воспаления в тканях ротовой полости в обеих группах. Так, уровень ПКТ варьировал от 0,255 до 1,955 нг/мл в основной группе и от 0,373 до 0,786 нг/мл – в группе сравнения. Среднее содержание ПКТ составляло  $0,69 \pm 0,08$  нг/мл и  $0,60 \pm 0,08$  нг/мл; медианы были равны 0,59 нг/мл и 0,43 нг/мл, соответственно, что значительно превышало допустимый уровень (0,23–0,31 нг/мл – данные внутреннего стандарта) [20].

Уровень D-димера в основной группе варьировал от 18,36 до 1538 нг/мл, средний показатель составил  $411,54 \pm 91,09$  нг/мл, что значительно превысило аналогичные значения в группе сравнения ( $95,02$  до  $246,24$  нг/мл, средний показатель равен  $146,46 \pm 21,25$  нг/мл), соответственно. Эти данные могут указывать на повышенную активность фибринолиза, нарушающую гемостаз и процессы регенерации в ротовой полости у детей с ГФР.

Совокупный анализ биохимических данных пациентов основной группы показал положительную корреляцию между МСР-1 и ПКТ, а также МСР-1 и VEGF ( $r = 0,49$ ;  $r = 0,59$ , соответственно,  $p < 0,05$ ), что может указывать на прогностическую роль МСР-1, ПКТ и VEGF в развитии воспалительных и деструктивных процессов в ротовой полости у детей с ГФР и позволяет рассматривать их как предикторы состояния пародонтальных тканей у детей с ГФР.

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Таким образом, у детей с ГФР проведенное исследование выявило наличие воспалительных процессов в тканях пародонта, значение индекса  $\text{rifa/PUFA}$  в 7,6 раза превышало аналогичный параметр у детей группы сравнения. Выявленная высокая активность МСР-1, VEGF, D-димера и ПКТ в смешанной слюне детей с ГФР подчеркивает их диагностическое значение как индикаторов активности воспаления, возможно связанном с повышенной проницаемостью сосудов и особенностями ангиогенеза, а также возможным влиянии изучаемых биохимических параметров на процессы регенерации в мягких тканях полости рта у детей с этой редкой патологией, что согласуется с другими исследованиями [26, 27].

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Lee JY, Imel EA. The changing face of hypophosphatemic disorders in the FGF-23 era. *Pediatr Endocrinol Rev.* 2013;10Suppl2(02):367-379. Режим доступа: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/23858620/>
2. Clarke BL. Phosphorus disorders: hypophosphatemic rickets In: Camacho P, edotor. *Metabolic Bone Diseases. Springer, Cham.* 2019:83–98. doi: 10.1007/978-3-030-03694-2
3. Куликова КС, Колодкина АА, Васильев ЕВ, Петров ВМ, Горбач ЕН, Гофман ФФ, и др. Клинические, гормонально-биохимические и молекулярно-генетические характеристики у 75 пациентов с гипофосфатемическим рахитом. *Проблемы Эндокринологии.* 2016;62(2):31-36. doi: 10.14341/probl201662231-36
4. Coyac BR, Hoac B, Chafey P, Falgayrac G, Slimani L, Rowe PS, et al. Defective Mineralization in X-Linked Hypophosphatemia Dental Pulp Cell Cultures. *J Dent Res.* 2018;97(2):184-191. doi: 10.1177/0022034517728497
5. Yuanyuan W, Jie C, Nan W, Yuming Z, Lihong G, Man QG. Mutation survey of the PHEX gene and oral manifestation in achinese family with X-linked dominant hypophosphatemic rickets. *Dentistry.* 2016;(6):12. doi: 10.4172/2161-1122.1000402
6. Baroncelli GI, Zampollo E, Manca M, Toschi B, Bertelloni S, Michelucci A, et al. Pulp chamber features, prevalence of abscesses, disease severity, and PHEX mutation in X-linked hypophosphatemic rickets. *J Bone Miner Metab.* 2021;39(2):212-223. doi: 10.1007/s00774-020-01136-8
7. Gupta M, Chaturvedi R, Jain A. Role of monocyte chemoattractant protein-1 (MCP-1) as an immune-diagnostic biomarker in the pathogenesis of chronic periodontal disease. *Cytokine.* 2013;61(3):892-897. doi: 10.1016/j.cyto.2012.12.012
8. Nisha KJ, Suresh A, Anilkumar A, Padmanabhan S. MIP-1 $\alpha$  and MCP-1 as salivary biomarkers in periodontal disease. *Saudi Dent J.* 2018;30(4):292-298. doi: 10.1016/j.sdentj.2018.07.002
9. Базарный ВВ, Мандра ЮВ, Полушина ЛГ, Максимова АЮ, Светлакова ЕН. Клиническая информативность хемокинов ротовой жидкости при хроническом пародонтите. *Медицинская иммунология.* 2021;23(2):345-352. doi: 10.15789/1563-0625-CVO-2162
10. Lorenzo-Pouso AI, Pérez-Sayáns M, Bravo SB, López-Jornet P, García-Vence M, Alonso-Sampedro M, et al. Protein-based salivary profiles as novel biomarkers for oral diseases. *Dis Markers.* 2018;7;2018:6141845 doi: 10.1155/2018/6141845
11. Milanowski M, Pomastowski P, Ligor T, Buszewski B. Saliva – Volatile Biomarkers and Profiles. *Crit Rev Anal Chem.* 2017;47(3):251-266. doi: 10.1080/10408347.2016.1266925
12. Zlotnik A, Yoshie O. The chemokine superfamily revisited. *Immunity.* 2012;36(5):705-716. doi: 10.1016/j.immuni.2012.05.008
13. Silva TA, Garlet GP, Fukada SY, Silva JS, Cunha FQ. Chemokines in oral inflammatory diseases: apical periodontitis and periodontal disease. *J Dent Res.* 2007;86(4):306-319. doi: 10.1177/154405910708600403
14. Stadler AF, Angst PD, Arce RM, Gomes SC, Oppermann RV, Susin C. Gingival crevicular fluid levels of cytokines/chemokines in chronic periodontitis: a meta-analysis. *J Clin Periodontol.* 2016;43(9):727-45. doi: 10.1111/jcpe.12557
15. Rahajoe PS, Smit MJ, Kertia N, Westra J, Vis-sink A. Cytokines in gingivocrevicular fluid of rheumatoid arthritis patients: A review of the literature. *Oral Dis.* 2019;25(6):1423-1434 doi: 10.1111/odi.13145
16. Bassim CW, Redman RS, DeNucci DJ, Becker KL, Nylen ES. Salivary procalcitonin and periodontitis in diabetes. *J Dent Res.* 2008;87(7):630-634. doi: 10.1177/154405910808700707
17. Лапин СВ, Маслянский АЛ, Лазарева НМ, Васильева ЕЮ, Тотолян АА. Значение количественного анализа прокальцитонина в диагностике септических осложнений у пациентов с аутоиммунными ревматическими заболеваниями. *Клиническая лабораторная диагностика.* 2013;(1):28-33. Режим доступа: <https://elibrary.ru/item.asp?id=18791009>
18. Patel N, Belcher J, Thorpe G, Forsyth NR, Spiteri MA. Measurement of C-reactive protein, procalcitonin and neutrophil elastase in saliva of COPD patients and healthy controls: correlation to self-reported wellbeing parameters. *Respir Res.* 2015;6(1):62. doi: 10.1186/s12931-015-0219-1
19. Hendek MK, Erdemir EO, Kisa U. Evaluation of salivary procalcitonin levels in different periodontal diseases. *J Periodontol.* 2015;86(6):820-826. doi: 10.1902/jop.2015.130751
20. Гилева ОС, Мандра ЮВ, Сивак ЕЮ, Полушина ЛГ, Либик ТВ, Максимова АЮ, и др. Концентрация прокальцитонина ротовой жидкости в норме и при пародонтите. *Пермский медицинский журнал (сетевое издание Perm medical journal).* 2021;38(4):62-69. doi: 10.17816/pmj38462-69
21. Hu K, Olsen BR. The roles of vascular endothelial growth factor in bone repair and regeneration. *Bone.* 2016;91:30-38. doi: 10.1016/j.bone.2016.06.013
22. Lee HY, Min KH, Lee SM, Lee JE, Rhee CK. Clinical significance of serum vascular endothelial growth factor in young male asthma patients. *Korean J Intern Med.* 2017;32(2):295-301. doi: 10.3904/kjim.2014.242
23. Ramakrishnan S, Anand V, Roy S. Vascular endothelial growth factor signaling in hypoxia and inflammation. *J Neuroimmune Pharmacol.* 2014;9(2):142-160. doi: 10.1007/s11481-014-9531-7
24. Мудров ВП, Нелюбин ВН, Воробьева ЕС, Лысюк ЕЮ, Мяндиев МС, Фоменков ИС, и др. Применение

ние ростовых факторов в терапии пародонтита. *Медицинская иммунология*. 2018;20(3):439-444.

doi: 10.15789/1563-0625-2018-3-439-444

25. Afacan B, Öztürk VÖ, Paşalı Ç, Bozkurt E, Köse T, Emingil G. Gingival crevicular fluid and salivary HIF-1 $\alpha$ , VEGF, and TNF- $\alpha$  levels in periodontal health and disease. *J Periodontol*. 2019 Jul;90(7):788-797.

doi: 10.1002/JPER.18-0412

26. Pradeep AR, Prapulla DV, Sharma A, Sujatha PB. Gingival crevicular fluid and serum vascular endothelial growth factor: their relationship in periodontal health, disease and after treatment. *Cytokine*. 2011;54(2):200-204.

doi: 10.1016/j.cyto.2011.02.010

27. Prapulla DV, Sujatha PB, Pradeep AR. Gingival crevicular fluid VEGF levels in periodontal health and disease. *J Periodontol*. 2007;78(9):1783-1787.

doi: 10.1902/jop.2007.070009

28. Соснин ДЮ, Гилева ОС, Сивак ЕЮ, Даурова ФЮ, Гибадуллина НВ, Коротин СВ. Содержание васкулоэндотелиального фактора роста в слюне и сыворотке крови больных пародонтитом. *Клиническая лабораторная диагностика*. 2019;64(11):663-668.

doi: 10.18821/0869-2084-2019-64-11-663-668

## REFERENCES

1. Lee JY, Imel EA. The changing face of hypophosphatemic disorders in the FGF-23 era. *Pediatr Endocrinol Rev*. 2013;10(Suppl2(02)):367-379. Available from:

<https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/23858620/>

2. Clarke BL. Phosphorus disorders: hypophosphatemic rickets In: Camacho P, edotor. *Metabolic Bone Diseases*. Springer, Cham. 2019:83-98.

doi: 10.1007/978-3-030-03694-2

3. Kulikova KS, Kolodkina AA, Vasiliev EV, Petrov VM, Gorbach EN, Gofman FF, et al. Clinical, hormonal, biochemical and genetic characteristics of 75 patients with hypophosphatemic rickets. *Problems of Endocrinology*. 2016;62(2):31-36.

doi: 10.14341/probl201662231-36

4. Coyac BR, Hoac B, Chafey P, Falgayrac G, Slimani L, Rowe PS, et al. Defective Mineralization in X-Linked Hypophosphatemia Dental Pulp Cell Cultures. *J Dent Res*. 2018;97(2):184-191.

doi: 10.1177/0022034517728497

5. Yuanyuan W, Jie C, Nan W, Yuming Z, Lihong G, Man QG. Mutation survey of the PHEX gene and oral manifestation in achinese family with X-linked dominant hypophosphatemic rickets. *Dentistry*. 2016;(6):12.

doi: 10.4172/2161-1122.1000402

6. Baroncelli GI, Zampollo E, Manca M, Toschi B, Bertelloni S, Michelucci A, et al. Pulp chamber features, prevalence of abscesses, disease severity, and PHEX mutation in X-linked hypophosphatemic rickets. *J Bone Miner Metab*. 2021;39(2):212-223.

doi: 10.1007/s00774-020-01136-8

7. Gupta M, Chaturvedi R, Jain A. Role of monocyte chemoattractant protein-1 (MCP-1) as an immune-diagnostic biomarker in the pathogenesis of chronic peri-

odontal disease. *Cytokine*. 2013;61(3):892-897.

doi: 10.1016/j.cyto.2012.12.012

8. Nisha KJ, Suresh A, Anilkumar A, Padmanabhan S. MIP-1 $\alpha$  and MCP-1 as salivary biomarkers in periodontal disease. *Saudi Dent J*. 2018;30(4):292-298.

doi: 10.1016/j.sdentj.2018.07.002

9. Bazarnyi VV, Mandra YuV, Polushina LG, Maksimova AYU, Svetlakov EN. Clinical value of oral fluid chemokines in chronic periodontitis. *Medical Immunology (Russia)*. 2021;23(2):345-352 (In Russ.).

doi: 10.15789/1563-0625-CVO-2162

10. Lorenzo-Pouso AI, Pérez-Sayáns M, Bravo SB, López-Jornet P, García-Vence M, Alonso-Sampedro M, et al. Protein-based salivary profiles as novel biomarkers for oral diseases. *Dis Markers*. 2018;7;2018:6141845.

doi: 10.1155/2018/6141845

11. Milanowski M, Pomastowski P, Ligor T, Buszewski B. Saliva – Volatile Biomarkers and Profiles. *Crit Rev Anal Chem*. 2017 47(3):251-266.

doi: 10.1080/10408347.2016.1266925

12. Zlotnik A, Yoshie O. The chemokine superfamily revisited. *Immunity*. 2012;36(5):705-716.

doi: 10.1016/j.immuni.2012.05.008

13. Silva TA, Garlet GP, Fukada SY, Silva JS, Cunha FQ. Chemokines in oral inflammatory diseases: apical periodontitis and periodontal disease. *J Dent Res*. 2007;86(4):306-319.

doi: 10.1177/154405910708600403

14. Stadler AF, Angst PD, Arce RM, Gomes SC, Oppermann RV, Susin C. Gingival crevicular fluid levels of cytokines/chemokines in chronic periodontitis: a meta-analysis. *J Clin Periodontol*. 2016;43(9):727-45.

doi: 10.1111/jcpe.12557



15. Rahajoe PS, Smit MJ, Kertia N, Westra J, Vis-sink A. Cytokines in gingivocrevicular fluid of rheumatoid arthritis patients: A review of the literature. *Oral Dis.* 2019;25(6):1423-1434.  
doi: 10.1111/odi.13145
16. Bassim CW, Redman RS, DeNucci DJ, Becker KL, Nylen ES. Salivary procalcitonin and periodontitis in diabetes. *J Dent Res.* 2008;87(7):630-634.  
doi: 10.1177/154405910808700707
17. Lapin SV, Maslyanskiy AL, Lazareva NM, Vasilyeva YeYu, Totolyan AA. The value of quantitative analysis of procalcitonine in diagnostics of septic complications in patients with autoimmune rheumatic diseases. *Russian clinical laboratory diagnostics.* 2013;(1):28-33 (In Russ.). Available from: <https://elibrary.ru/item.asp?id=18791009>
18. Patel N, Belcher J, Thorpe G, Forsyth NR, Spiteri MA. Measurement of C-reactive protein, procalcitonin and neutrophil elastase in saliva of COPD patients and healthy controls: correlation to self-reported wellbeing parameters. *Respir Res.* 2015;6(1):62.  
doi: 10.1186/s12931-015-0219-1
19. Hendek MK, Erdemir EO, Kisa U. Evaluation of salivary procalcitonin levels in different periodontal diseases. *J Periodontol.* 2015;86(6):820-826.  
doi: 10.1902/jop.2015.130751
20. Gileva OS, Mandra YV, Sivak EY, Polushina LG, Libik TV, Maksimova AY, et al. Normal concentration of oral fluid procalcitonin and concentration in periodontitis. *Perm Medical Journal.* 2021;38(4):62-69 (In Russ.).  
doi: 10.17816/pmj38462-69
21. Hu K, Olsen BR. The roles of vascular endothelial growth factor in bone repair and regeneration. *Bone.* 2016;91:30-38.  
doi: 10.1016/j.bone.2016.06.013
22. Lee HY, Min KH, Lee SM, Lee JE, Rhee CK. Clinical significance of serum vascular endothelial growth factor in young male asthma patients. *Korean J Intern Med.* 2017;32(2):295-301.  
doi: 10.3904/kjim.2014.242
23. Ramakrishnan S, Anand V, Roy S. Vascular endothelial growth factor signaling in hypoxia and inflammation. *J Neuroimmune Pharmacol.* 2014;9(2):142-160.  
doi: 10.1007/s11481-014-9531-7
24. Mudrov VP, Nelyubin VN, Vorobieva ES, Ly-siuk EYu, Miandiev MS, Fomenkov IS, et al. The use of growth factors in periodontitis treatment. *Medical Immunology (Russia).* 2018;20(3):439-444 (In Russ.).  
doi: 10.15789/1563-0625-2018-3-439-444
25. Afacan B, Öztürk VÖ, Paşalı Ç, Bozkurt E, Köse T, Emingil G. Gingival crevicular fluid and salivary HIF-1 $\alpha$ , VEGF, and TNF- $\alpha$  levels in periodontal health and disease. *J Periodontol.* 2019 Jul;90(7):788-797.  
doi: 10.1002/JPER.18-0412
26. Pradeep AR, Prapulla DV, Sharma A, Sujatha PB. Gingival crevicular fluid and serum vascular endothelial growth factor: their relationship in periodontal health, disease and after treatment. *Cytokine.* 2011;54(2):200-204.  
doi: 10.1016/j.cyto.2011.02.010
27. Prapulla DV, Sujatha PB, Pradeep AR. Gingival crevicular fluid VEGF levels in periodontal health and disease. *J Periodontol.* 2007;78(9):1783-1787.  
doi: 10.1902/jop.2007.070009
28. Sosnin DY, Gileva OS, Sivak EYu, Daurova FYu, Gibadullina NV, Korotin SV. The content of vascular endothelial growth factor in saliva and serum in patients with periodontitis. *Klinicheskaya Laboratornaya Diagnostika (Russian Clinical Laboratory Diagnostics).* 2019;64(11):663-668 (In Russ.).  
doi: 10.18821/0869-2084-2019-64-11-663-668
29. Dążewski D, Grzymisławska M, Korybalska K, Czepulis N, Grzymisławski M, Witowski J, et al. Oral Health Status of Patients with Lysosomal Storage Diseases in Poland. *Int J Environ Res Public Health.* 2017;14(3):281.  
doi: 10.3390/ijerph14030281
30. Shishkin AN, Kirilyuk DV. Endothelial dysfunction in patients with progressive renal disease. *Nephrology (Saint-Petersburg).* 2005;9(2):16-22 (In Russ.).  
doi: 10.24884/1561-6274-2005-9-2-16-22
31. Maurer B, Distler A, Suliman YA, Gay RE, Michel BA, Gay S, et al. Vascular endothelial growth factor aggravates fibrosis and vasculopathy in experimental models of systemic sclerosis. *Ann Rheum Dis.* 2014;73(10):1880-1887.  
doi: 10.1136/annrheumdis-2013-203535
32. Yanushevich OO, Dukhovskaya HE, Vavilova TP, Ostrovskiy YA, Kurbanova ZT, Ostrovskaya Yu.A. Saliva as new analytical object for D-dimer level determination. *Klinicheskaya Laboratornaya Diagnostika (Russian Clinical Laboratory Diagnostics).* 2021;66 (7):407-410 (In Russ.).  
doi: 10.51620/0869-2084-2021-66-7-407-410

## СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ

**Автор, ответственный за связь с редакцией:**

**Алексеева Ирина Александровна**, кандидат медицинских наук, ассистент кафедры детской стоматологии Российского университета медицины, Москва, Российская Федерация

Для переписки: [alexeeva.penza@yandex.ru](mailto:alexeeva.penza@yandex.ru)

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-9409-3046>

**Кисельникова Лариса Петровна**, заслуженный врач РФ, доктор медицинских наук, профессор, заведующая кафедрой детской стоматологии Россий-

ского университета медицины, Москва, Российская Федерация

Для переписки: [lpkiselnikova@mail.ru](mailto:lpkiselnikova@mail.ru)

ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-2095-9473>

**Островская Ирина Геннадьевна**, доктор медицинских наук, профессор кафедры биологической химии Российского университета медицины, Москва, Российская Федерация

Для переписки: [ostvavir@rambler.ru](mailto:ostvavir@rambler.ru)

ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-6788-4945>

## INFORMATION ABOUT THE AUTHORS

## Corresponding author:

**Irina A. Alekseeva**, DMD, PhD, Assistant Professor, Department of the Pediatric Dentistry, Russian University of Medicine, Moscow, Russia

For correspondence: alexeeva.penza@yandex.ru

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-9409-3046>

**Larisa P. Kiselnikova**, DMD, PhD, DSc, Professor, Head of the Department of Pediatric Dentistry, Russian University of Medicine, Moscow, Russian Federation

For correspondence: lpkiselnikova@mail.ru

ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-2095-9473>

**Irina G. Ostrovskaya**, DMD, PhD, DSc, Professor, Department of the Biochemistry, Russian University of Medicine, Moscow, Russian Federation

For correspondence: ostvavir@rambler.ru

ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-6788-4945>

**Поступила / Article received 26.03.2025**

**Поступила после рецензирования / Revised 12.04.2025**

**Принята к публикации / Accepted 13.04.2025**

**Вклад авторов в работу.** Все авторы подтверждают соответствие своего авторства международным критериям ICMJE, а также согласны принять на себя ответственность за все аспекты работы.

**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.



**НАЦИОНАЛЬНАЯ ШКОЛА ПАРОДОНТОЛОГИИ РПА**

РЕГИСТРИРУЙТЕСЬ ПО ССЫЛКЕ  
<https://perio-school.ru/>

**Национальная Школа Пародонтологии ПА «РПА»**

[www.rsparo.ru](http://www.rsparo.ru)



**Уникальная программа**

Специализированная программа на основе международных стандартов подготовки специалистов в области стоматологии



**Опыт экспертов**

Практические рекомендации и уникальный опыт экспертов по ведению пациентов с патологией пародонта



**Более 200 участников**

Отличный повод познакомиться со своими коллегами



# Экспериментальная модель баллонирования верхнечелюстной пазухи кролика после нанесения хирургической травмы

Э.К. Ахинян<sup>1</sup>, С.А. Епифанов<sup>1\*</sup>, О.З. Топольницкий<sup>2</sup>, К.Г. Апостолиди<sup>1</sup>, Ю.Д. Миронюк<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Национальный медико-хирургический центр имени Н.И. Пирогова, Москва, Российская Федерация

<sup>2</sup>Российский университет медицины, Москва, Российская Федерация

## АННОТАЦИЯ

**Актуальность.** В статье рассматриваются особенности баллонирования верхнечелюстной пазухи кролика после нанесения хирургической травмы.

**Материалы и методы.** В эксперименте использовались физиодиспенсер, турбинный наконечник, дисковые фрезы, брюшистый скальпель, кровоостанавливающий зажим, анатомический пинцет, биodeградируемая нить, баллонный тампон, аппарат лазерной доплеровской флуометрии ЛАКК-М.

**Результаты.** В результате эксперимента отработана методика нанесения хирургической травмы передней стенки верхнечелюстной пазухи, установка баллонного катетера в пазуху через носовые ходы. Оценена возможность изучения микроциркуляции в верхнечелюстной пазухе. Проведены макро- и микроскопические исследования комплекса тканей верхнечелюстных пазух кроликов ( $n = 3$ ) массой  $3200 \pm 600$  г в местах контакта баллона с зоной хирургической травмы.

**Заключение.** Полученные данные подтверждают целесообразность использования кролика массой  $3200 \pm 600$  г в качестве модели для изучения влияния баллонирования верхнечелюстной пазухи после нанесения хирургической травмы. Результаты исследования актуальны для челюстно-лицевой хирургии и оториноларингологии.

**Ключевые слова:** кролик, верхнечелюстная пазуха, околоносовые пазухи, экспериментальная модель, травма, баллонирование

**Для цитирования:** Ахинян ЭК, Епифанов СА, Топольницкий ОЗ, Апостолиди КГ, Миронюк ЮД. Экспериментальная модель баллонирования верхнечелюстной пазухи кролика после нанесения хирургической травмы. *Стоматология детского возраста и профилактика*. 2025; 25(2):130-136. DOI: 10.33925/1683-3031-2025-885

**\*Автор, ответственный за связь с редакцией:** Епифанов Сергей Александрович, кафедра челюстно-лицевой хирургии и стоматологии Национального медико-хирургического Центра имени Н. И. Пирогова, 105203, ул. Нижняя Первомайская, д. 70, г. Москва, Российская Федерация. Для переписки: cmfsg@yandex.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.

## An experimental model of maxillary sinus ballooning in rabbits following surgically induced trauma

E.K. Akhinyan<sup>1</sup>, S.A. Epifanov<sup>1\*</sup>, O.Z. Topolnitsky<sup>2</sup>, K.G. Apostolidi<sup>1</sup>, Yu.D. Mironyuk<sup>1</sup>

<sup>1</sup>National Medical and Surgical Center named after N.I. Pirogov, Moscow, Russian Federation

<sup>2</sup>Russian University of Medicine, Moscow, Russian Federation

## ABSTRACT

**Relevance.** This study explores the characteristics of maxillary sinus ballooning in rabbits following surgically induced trauma.

**Materials and methods.** The experimental setup included a physiodispenser, turbine handpiece, disc burs, bellied scalpel, hemostatic clamp, anatomical forceps, biodegradable suture, balloon tampon, and the LAKK-M laser Doppler flowmetry system.

**Results.** inducing surgical trauma to the anterior wall of the maxillary sinus and inserting a balloon catheter into the sinus via the nasal passage. The feasibility of investigating microcirculation in the maxillary sinus was assessed.

Macro- and microscopic examinations were performed on the maxillary sinus tissue complex of three rabbits (mean body weight:  $3200 \pm 600$  g) at the sites of balloon contact with the surgically injured area.

**Conclusion.** The findings confirm that rabbits with a mean body weight of  $3200 \pm 600$  g are a suitable model for studying the effects of maxillary sinus ballooning following surgical trauma. These results are of relevance to both maxillofacial surgery and otorhinolaryngology.

**Keywords:** rabbit, maxillary sinus, paranasal sinuses, experimental model, trauma, ballooning

**For citation:** Akhinyan EK, Epifanov SA, Topolnitsky OZ, Apostolidi KG, Mironyuk Yu.D. An experimental model of maxillary sinus ballooning in rabbits following surgically induced trauma. *Pediatric dentistry and dental prophylaxis*. 2025; 25(2):130-136. (In Russ.). DOI: 10.33925/1683-3031-2025-885

**\*Corresponding author:** Sergey A. Epifanov, Department of the Maxillofacial Surgery and Dentistry, Pirogov National Medical and Surgical Center, Ministry of Health of the Russian Federation, 70 Nizhnyaya Pervomaiskaya Str., Moscow, Russian Federation, 105203. For correspondence: cmfsg@yandex.ru

**Conflict of interests:** O. Z. Topolnitsky, 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 interest.

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

## ВВЕДЕНИЕ

Травмы околоносовых пазух, в том числе верхнечелюстной, нередко сопровождаются повреждением ее стенок, включая нижнюю стенку глазницы, и требуют комплексного хирургического лечения. Одним из направлений в челюстно-лицевой хирургии и оториноларингологии является баллонирование, позволяющее одновременно обеспечить надежные гемостаз, фиксацию костных фрагментов и условия для заживления. В связи с недостаточными данными об эффективности методики, изложенной в доступной литературе, возникает необходимость в разработке воспроизводимой экспериментальной модели хирургической травмы и последующего баллонирования верхнечелюстной пазухи. Настоящее исследование направлено на создание такой модели на кроликах для изучения морфологических особенностей заживления поврежденных тканей в условиях локального давления, создаваемого баллонным тампоном.

**Цель исследования:** экспериментально обосновать возможность использования кролика в качестве модели для изучения баллонирования верхнечелюстной пазухи после нанесения хирургической травмы.

## МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

1. Кролики  $n = 3$ , массой  $3200 \pm 600$  г.
2. Физиодиспенсер, турбинный наконечник, дисковые фрезы, брюшистый скальпель, кровоостанавливающий зажим, анатомический пинцет, биодеградируемая нить, баллонный тампон, аппарат лазерной доплеровской флуометрии «ЛАКК-М».
3. Хирургические вмешательства в объеме: моделирование хирургической травмы комплекса тканей верхнечелюстной пазухи; репозиция костных фрагментов верхнечелюстной пазухи после хирургической травмы, установка баллонного тампона в верхнечелюстную пазуху с целью иммобилизации.

4. База для проведения экспериментов на животных – виварий ФГБОУ ВО «Смоленская государственная медицинская академия» Минздрава России. Контроль за выполнением эксперимента осуществляла Служба обеспечения качества Академии.

5. Заседание этического комитета. Выписка из протокола заседания №08 от 31 октября 2017 года, ФГБУ «НМХЦ им. Н. И. Пирогова» Минздрава России.

6. Все макропрепараты были фиксированы в 10% растворе нейтрального формалина. Для изготовления микропрепаратов применялась стандартная гистологическая техника с окраской срезов гематоксилином и эозином, а также по методу Ван Гизона с использованием пирюфуксиновой смеси с дополнительной окраской железнокислым гематоксилином.

Исходные данные, документация, связанные с данным испытанием материалы, а также копии протоколов были заархивированы и хранятся в архиве ФГБОУ ВО «Смоленской государственной медицинской академии» Минздрава России, что обеспечивает их доступность для последующего анализа и возможной верификации. Исследования и эксперименты, затрагивающие животных, были выполнены в строгом соответствии с основополагающими принципами гуманного обращения с живыми существами, опираясь на международные этические стандарты и нормативные предписания. Подобный подход не только соответствует современным требованиям биоэтики, но и отражает стремление научного сообщества к ответственному и осознанному взаимодействию с окружающим миром.

Нормативные документы:

1. ГОСТ Р ИСО 10993.6-09 «Изделия медицинские. Оценка биологического действия медицинских изделий. Часть 6. Исследование местного действия после имплантации».

2. Санитарные правила №1045-73 по устройству, оборудованию и содержанию экспериментально-биологических клиник.

3. Международные рекомендации по проведению медико-биологических исследований с использованием животных [1].

4. Правила лабораторной практики в Российской Федерации (Приказ Министерства здравоохранения и социального развития Российской Федерации № 708 н от 23.08.2010).

5. Требования Международного комитета по науке по использованию в экспериментальных исследованиях лабораторных животных.

В исследовании *in vivo* использовали трех клинически здоровых самцов кроликов (масса  $3200 \pm 600$  г). Хирургическое вмешательство в объеме моделирования хирургической травмы комплекса тканей верхнечелюстной пазухи; репозиция костных фрагментов верхнечелюстной пазухи после хирургической травмы, установка баллонного тампона в верхнечелюстную пазуху с целью иммобилизации проводилось под общей анестезией [1]. Методика соответствовала нормам гуманного обращения с животными и позволяла провести вмешательство с высокой точностью. Такой подход обеспечивал надежное обезболивание и глубокий наркоз, создавая необходимые условия для манипуляций. Особое внимание уделялось контролю физиологических показателей животных во время оперативного вмешательства. Примечательно, что в ходе хирургических процедур кролики сохраняли способность к самостоятельному дыханию, что устраняло необходимость в использовании аппаратов искусственной вентиляции легких. Это не только снижало риск возможных осложнений, но и способствовало сокращению периода восстановления после наркоза.

Вывод из эксперимента проводился в соответствии с требованиями ГОСТ 33215-2014, п. 6.11, с последующей аутопсией, включавшей макроскопическое изучение полости верхнечелюстного синуса. Для детального анализа была выполнено гистологическое исследование комплекса тканей верхнечелюстного синуса в месте хирургической травмы и баллонирования, что позволило оценить морфологические изменения тканей и их реакцию на экспериментальное воздействие. Выведение из эксперимента: кролик №1 – выведение на 5 сутки; кролик №2 – выведение на 10 сутки; кролик №3 – выведение на 21 сутки.

На протяжении всего исследования строго соблюдались принципы гуманного обращения с подопытными животными, что подчеркивает высокую степень ответственности исследователей и соответствие их работы этическим требованиям современной науки.

## РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

Перед проведением хирургического вмешательства в объеме моделирования хирургической травмы комплекса тканей верхнечелюстной пазухи; репозиции костных фрагментов верхнечелюстной пазухи после хирургической травмы, установки баллонного

тампона в верхнечелюстную пазуху с целью иммобилизации кроликам устанавливали периферические венозные катетеры для премедикации и мониторинга параметров гемодинамики. Под внутривенной анестезией Sol. Tiletamini hydrochloridi и Sol. Zolazepamini hydrochloridi в дозировке 10 мг/кг проведены укладка животного на операционном столе и обработка операционного поля кожным антисептиком Cutasept F. Брюшным скальпелем №23 выполнен П-образный разрез по носолобной линии в проекции левой верхнечелюстной пазухи длиной 3 см. Послойно рассечены мягкие ткани, скелетирована передняя стенка верхнечелюстной пазухи. Дисковой фрезой нанесены костные пропилы, имитирующие травматические повреждения, рассечены костные и мягкотканые структуры верхнечелюстной пазухи прямоугольной формы размерами 15 x 8 мм. С целью исследования анатомических и гистологических структур верхнечелюстных пазух кролика выполнен забор фрагмента визуально неизменной слизистой оболочки верхнечелюстной пазухи 5 x 5 мм. Материал отправлен на гистологическое исследование. С целью моделирования тампонады пазухи под визуальным контролем наложено соустье с носовым ходом. Введен датчик лазерной доплеровской флоуметрии «ЛАКК-М» для измерения состояния кровоснабжения слизистой пазухи. Измерения проводили в течение 5 минут в трех точках. Все показатели имели положительные величины (средняя величина потока перфузии крови, дыхательные волны, пульсовая волна сердечного цикла, волны нейrogenного и миогенного тонуса), что подтверждает возможность применения методики в эксперименте с баллонированием верхнечелюстной пазухи. В полости верхнечелюстной пазухи для создания опоры фрагментированным костным структурам, а также с целью дополнительного гемостаза наложен баллонный тампон, наполненный стерильным физиологическим раствором. Смещенный костный отломок репонирован и фиксирован. При повторной компрессии на переднюю стенку верхнечелюстной пазухи смещения не происходило, что свидетельствует о стабильности тампонады. Далее удалена приводящая трубка баллона. Рана ушита послойно биодegradуемой нитью. Гемостаз по ходу операции.

Второй частью нашего исследования было удаление баллонного катетера из полости верхнечелюстной пазухи с последующей регистрацией состояния периферического кровообращения с помощью лазерной доплеровской флоуметрии и аппарата «ЛАКК-М». Премедикация, наркоз, расходный материал, мониторинг жизненно важных функций проводились аналогично первому этапу. Баллонный тампон удаляли через средний носовой ход, предварительно эвакуировав жидкость. Затем, вводя контактный датчик для измерения состояния периферического кровотока через ранее сформированное соустье, оценивали состояние периферического кро-





**Рис. 1.** Препарирование мягких тканей для создания доступа к верхнечелюстной пазухе

**Fig. 1.** Dissection of soft tissues to expose the maxillary sinus



**Рис. 2.** Дисковой фрезой наносятся костные пропилы (3/4 толщины костной ткани), имитирующие травматические повреждения

**Fig. 2.** Bone cuts (to 3/4 of bone thickness) made using a disc bur to simulate traumatic injury



**Рис. 3.** Формирование соустья с носовым ходом с использованием пуговчатого проводника:

А) околоносовая пазуха;  
Б) пуговчатый проводник, заведенный через носовой ход в околоносовую пазуху (указано стрелкой)

**Fig. 3.** Creation of an opening into the nasal passage using a button probe:

А) paranasal sinus;  
Б) button probe inserted into the paranasal sinus through the nasal passage (indicated by arrow)

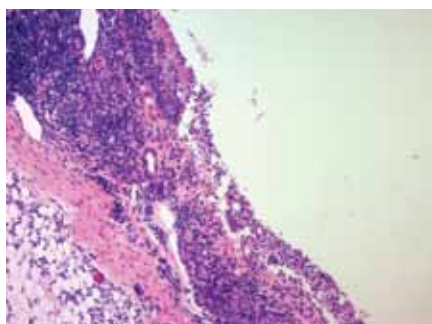


**Рис. 4.** Макропрепарат – срез, проходящий через среднюю треть носового хода кролика:

А) околоносовая пазуха;  
Б) перегородка носа

**Fig. 4.** Macroscopic specimen – section through the middle third of the rabbit's nasal passage:

А) paranasal sinus; Б) nasal septum



**Рис. 5.** Гистологическая картина микропрепарата слизистой оболочки верхнечелюстной пазухи

**Fig. 5.** Histological section of the maxillary sinus mucosa

вотока аналогично первой части. Измерения также проводились в течение 5 минут в трех точках и оценивались те же параметры микроциркуляции. Все показатели имели положительные величины (средняя величина потока перфузии крови, дыхательные волны, пульсовая волна сердечного цикла, волны нейрогенного и миогенного тонуса), что подтверждает возможность применения методики в эксперименте с баллонированием верхнечелюстной пазухи.

По данным специализированной литературы, а также полученных и изученных нами макропрепаратов животного, мы можем отметить, что у кролика из всей совокупности черепных костей сохраняются лишь верхнечелюстные, тогда как лобные и клиноносовые элементы претерпевают выраженную редукцию, что является характерной анатомической особенностью данного вида. Этот процесс обуславливает определенные изменения в строении черепа, оказывая влияние на формирование воздухоносных полостей. Наибольшей по размеру среди них является верхнечелюстная пазуха (sinus maxillaris), которая представляет собой обширную полость, что актуаль-

но для цели нашего эксперимента. Примечательно, что медиальная часть верхнечелюстной пазухи, располагаясь в проекции пятого и шестого коренных зубов, соединяется с полостью среднего носового хода посредством достаточно широкого носочелюстного прохода, обеспечивающего вентиляцию и взаимодействие с другими воздухоносными пространствами и может быть использовано для введения баллона через носовой ход в sinus. Вентральная ее часть граничит с небной пазухой, тогда как дорсокаудальный отдел контактирует с полостью слезной кости и отчасти контактирует с глазницей, что также актуально для изучения травм этой зоны [2-6]. Основным источником кровоснабжения головы кролика является общая сонная артерия, которая на уровне атлanto-затылочного сустава разделяется на наружную и внутреннюю. Наружная сонная артерия у кролика продолжает ход общей сонной артерии и отличается сравнительно прямолинейным направлением, имея лишь незначительный изгиб. В процессе своего разветвления она последовательно отдает ряд сосудистых ответвлений, среди кото-

рых можно выделить затылочную, язычную, лицевую, каудальную ушную, поверхностную височную и верхнечелюстную артерии. Последняя, являясь ее непосредственным продолжением, играет ключевую роль в кровоснабжении верхнечелюстных пазух, что подчеркивает ее анатомическое и функциональное значение для изучения процессов баллонирования в зоне хирургической травмы в эксперименте [4-6].

По данным гистологического исследования, структура слизистой оболочки полости носа кролика характеризуется сложной организацией и выраженной специализацией клеточных элементов. Установлено, что ее поверхность выстлана многослойным призматическим мерцательным эпителием, высота которого варьируется в пределах 10–50 мкм. Этот эпителиальный слой представлен двумя основными типами клеток: базальными, выполняющими функцию регенерации и поддержания эпителиального пласта, и мерцательными, на поверхности которых располагаются подвижные реснички, обеспечивающие транспорт слизи и очищение дыхательных путей от частиц пыли и микроорганизмов. Эпителиальный слой опирается на прочную базальную мембрану, плавно переходящую в рыхлую соединительную ткань, формирующую собственный слой слизистой оболочки. В этой ткани находятся многочисленные железы, представленные преимущественно слизистыми альвеолярными и альвеолярно-трубчатыми концевыми отделами. Последние отличаются более крупными клетками и светлой цитоплазмой, что подчеркивает их гистологическую специфику [7, 8].

Функциональное состояние желез слизистой зависит от фазы секреторного цикла: в норме большинство клеток активно синтезирует и накапливает секрет, что выражается в просветлении цитоплазмы и появлении оксифильных гранул в перинуклеарной зоне. Несмотря на общую организацию слизистой оболочки в разных отделах носовой полости, ее толщина и насыщенность железистыми структурами варьируют. Наиболее тонкий слой наблюдается в верхнечелюстной пазухе и дыхательном отделе носа, что, вероятно, обусловлено особенностями их функциональной нагрузки. Таким образом, морфологическая картина слизистой оболочки верхнечелюстного синуса кролика богата секреторными элементами, что подчеркивает актуальность изучения влияния баллонной тампонады на ее состояние [7-10].

Главной задачей исследования было изучение возможности определения реакции окружающих тканей в зоне повреждения, динамики кровотока в слизистой оболочке верхнечелюстной пазухи с оценкой микроциркуляции в ответ на тампонаду пазухи в динамике, а также влияние баллонирования на процесс регенерации костных структур пазухи после хирургической травмы, в связи с чем выведение из эксперимента осуществлялось на 5, 10 и 21 сутки.

Кролик №1 (выведение на 5 сутки): костные фрагменты верхнечелюстной пазухи сохраняли свое по-

ложение и оставались зафиксированными баллонным тампоном. Отмечались признаки первичной фиброзной стабилизации костных фрагментов, что свидетельствует о начавшемся процессе заживления. Послеоперационных кровотечений не наблюдалось, что также свидетельствует о его эффективной гемостатической функции. Это указывает на надежное прижатие мягких тканей и сосудов, что способствует остановке кровотечения и предотвращает развитие гематом.

Исследование периферического кровотока определяли сразу после удаления баллонного тампона из верхнечелюстной пазухи. После сбора и анализа данных получены следующие результаты. На 5 сутки отмечалось значительное снижение кровенаполнения и нарушение оттока крови с нарушением микроциркуляции в тканях слизистой оболочки. Можно предположить, что это защитно-компенсаторный процесс после оперативного вмешательства, однако уровень нарушения не составляет ишемии тканей.

Кролик №2 (выведение на 10 сутки): костные фрагменты верхнечелюстной пазухи сохраняли свое положение и оставались зафиксированными баллонным тампоном, признаков воспаления нет. Отмечались признаки фиброзной стабилизации костных фрагментов, что свидетельствует о процессе заживления. Отмечается улучшение оттока крови и увеличении притока.

Кролик №3 (выведение на 21 сутки): костные фрагменты верхнечелюстной пазухи сохраняли свое положение и оставались зафиксированными баллонным тампоном, признаков воспаления нет. Отмечались признаки фиброзной стабилизации костных фрагментов, образованием кальцификатов, что свидетельствует о процессе восстановления. Отмечается отчетливое улучшение микроциркуляции, восстановлении тонуса и эластичности кровеносных сосудов.

**Полученные результаты позволяют сделать следующие выводы:**

1. Анатомическое строение верхнечелюстных пазух кролика позволяет выполнить экспериментальную травму комплекса тканей пазухи и ее баллонирование через носовой ход.

2. Макро- и микроскопическое изучение комплекса тканей верхнечелюстной пазухи после нанесения экспериментальной хирургической травмы и ее тампонады позволяют оценить реакцию тканей на баллонирование в сроки на 5, 10 и 21 сутки.

3. Изучение динамики кровотока в слизистой оболочке верхнечелюстной пазухи с оценкой микроциркуляции в ответ на баллонирование в динамике позволяет оценить зоны ишемии.

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Таким образом, учитывая анатомическое строение верхнечелюстных пазух кролика, разработана

методика нанесения хирургической травмы комплекса тканей синуса и последующее баллонирование пазухи. Экспериментально продемонстрирована возможность изучения микроциркуляции, макро- и микроизменений в структурах тканей синуса в ответ

на баллонную тампонаду. Использование кролика в качестве модели для изучения влияния баллонирования верхнечелюстной пазухи после нанесения хирургической травмы может быть применено в расширенном исследовании.

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Карпов ОЭ, Епифанов СА, Балин ВН, Апостолиди КГ. Хирургическое лечение больных с травмой назоорбитоэтмоидального комплекса в условиях гибридной операционной. *Вестник Национального медико-хирургического Центра им. Н.И. Пирогова*. 2014; 9(2):48-52. Режим доступа: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=272854182>
2. Пискунов СЗ, Пискунов ИС, Мезенцева ОЮ, Абраменко МА, Левченко АС, Пономарева М.Н. Анатомические и морфологические особенности носа и околоносовых пазух кролика. *Российская ринология*. 2015;23(3):36-41. Режим доступа: <https://elibrary.ru/item.asp?id=25440093>
3. Шустова ВМ. Анатомия скелета головы кролика. *Теоретические и прикладные основы ветеринарной науки*. 2024;384-386. Режим доступа: <https://elibrary.ru/item.asp?id=67919492&selid=67919625>
4. McGoldrick P, Joyce PI, Fisher EM, Greensmith L. Rodent models of amyotrophic lateral sclerosis. *Biochim Biophys Acta*. 2013;1832(9):1421-1436. doi: 10.1016/j.bbadis.2013.03.012
5. Mapara M, Thomas BS, Bhat KM. Rabbit as an animal model for experimental research. *Dent Res J (Isfahan)*. 2012;9(1):111-118. doi: 10.4103/1735-3327.92960

- han). 2012;9(1):111-118. doi: 10.4103/1735-3327.92960
6. Schanaider A, Silva PC. Use of animals in experimental surgery. *Acta Cir Bras*. 2004;19(4):441-447. doi: 10.1590/S0102-86502004000400014
7. Макарова МН, Макаров ВГ. Использование кроликов в доклинических исследованиях. *Лабораторные животные для научных исследований*. 2023; 6(3):18-43. doi: 10.57034/2618723X-2023-03-02
8. Рыбакова АВ, Макарова МН, Макаров ВГ. Использование кроликов в доклинических исследованиях. *Международный вестник ветеринарии*. 2016;(4):113-117. Режим доступа: <https://elibrary.ru/item.asp?id=27594552>
9. Bosze ZS, Houdebine LM. Application of rabbits in biomedical research: a review. *World Rabbit Sci*. 2006;14(1):1-14. doi: 10.4995/wrs.2006.712
10. Pekow CA Basic Experimental Methods in the Rabbit. In: Suckow MA, Stevens KA, Wilson RP, editors. *The Laboratory Rabbit, Guinea Pig, Hamster, and Other Rodents*. London: Academic Press; 2012:243-258. doi: 10.1016/B978-0-12-380920-9.00010-9

## REFERENCES

1. Karpov OE, Epifanov SA, Balin VN., Apostolidi KG. Surgical treatment of patients with injury of nazoorbithoetmoidal complex in the hybrid operating. *Bulletin of Pirogov National Medical & Surgical Center*. 2014; 9(2):48-52(In Russ). Available from: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=272854182>
2. Piskunov SZ, Piskunov IS, Mezentseva OJu, Abramenko MA, Levchenko AS, Ponomareva MN. Anatomical and morphological characteristics of the rabbit nose and paranasal sinuses. *Russian rhinology*. 2015;23(3):36-41 (In Russ.). Available from: <https://elibrary.ru/item.asp?id=25440093>
3. Shustova VM. Anatomy of the skeleton of the rabbit head. *Theoretical and applied bases of veterinary science*. 2024:384-386 (In Russ.). Available from: <https://elibrary.ru/item.asp?id=67919492&selid=679196254>
4. McGoldrick P, Joyce PI, Fisher EM, Greensmith L. Rodent models of amyotrophic lateral sclerosis. *Biochim Biophys Acta*. 2013;1832(9):1421-1436. doi: 10.1016/j.bbadis.2013.03.012
5. Mapara M, Thomas BS, Bhat KM. Rabbit as an animal model for experimental research. *Dent Res J (Isfahan)*. 2012;9(1):111-118. doi: 10.4103/1735-3327.92960

6. Schanaider A, Silva PC. Use of animals in experimental surgery. *Acta Cir Bras*. 2004;19(4):441-447. doi: 10.1590/S0102-86502004000400014
7. Makarova MN, Makarov VG. Rabbits in preclinical research. *Laboratory Animals for Science*. 2023; 6(3):18-43 (In Russ.). doi: 10.57034/2618723X-2023-03-02.
8. Rybakova AV, Makarova MN, Makarov VG.. Using rabbits in pre-clinical trials. *Mezhdunarodnyj vestnik veterinarii*. 2016;(4):113-117 (In Russ.). Available from: <https://elibrary.ru/item.asp?id=27594552>
9. Bosze ZS, Houdebine LM. Application of rabbits in biomedical research: a review. *World Rabbit Sci*. 2006;14(1):1-14. doi:10.4995/wrs.2006.712
10. Pekow CA Basic Experimental Methods in the Rabbit. In: Suckow MA, Stevens KA, Wilson RP, editors. *The Laboratory Rabbit, Guinea Pig, Hamster, and Other Rodents*. London: Academic Press; 2012:243-258. doi: 10.1016/B978-0-12-380920-9.00010-9

## СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ

**Ахинян Эдуард Каренович**, ассистент кафедры челюстно-лицевой хирургии и стоматологии Национального медико-хирургического Центра имени Н. И. Пирогова, Москва, Российская Федерация

Для переписки: cmfsg@yandex.ru

ORCID: <https://orcid.org/0009-0000-3588-0333>

**Автор, ответственный за связь с редакцией:**

**Епифанов Сергей Александрович**, доктор медицинских наук, профессор, заведующий кафедрой челюстно-лицевой хирургии и стоматологии Национального медико-хирургического Центра имени Н. И. Пирогова, Москва, Российская Федерация

Для переписки: cmfsg@yandex.ru

ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-6247-957X>

**Топольницкий Орест Зиновьевич**, заслуженный врач РФ, 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>

**Апостолиди Константин Георгиевич**, доктор медицинских наук, доцент, заведующий кафедрой оториноларингологии Национального медико-хирургического Центра имени Н. И. Пирогова, Москва, Российская Федерация

Для переписки: cmfsg@yandex.ru

ORCID: <https://orcid.org/0009-0005-3206-0950>

**Миронюк Юлия Дмитриевна**, лаборант кафедры челюстно-лицевой хирургии и стоматологии Национального медико-хирургического Центра имени Н. И. Пирогова, Москва, Российская Федерация

Для переписки: cmfsg@yandex.ru

ORCID: <https://orcid.org/0009-0009-7164-6478>

## INFORMATION ABOUT THE AUTHORS

**Eduard K. Akhinyan**, DDS, Assistant Professor, Department of the Maxillofacial Surgery and Dentistry, Pirogov National Medical and Surgical Center, Ministry of Health of the Russian Federation, Moscow, Russian Federation

For correspondence: cmfsg@yandex.ru

ORCID: <https://orcid.org/0009-0000-3588-0333>

**Corresponding author:**

**Sergey A. Epifanov**, DDS, PhD, DSc, Professor, Head of the Department of Maxillofacial Surgery and Dentistry, Pirogov National Medical and Surgical Center, Ministry of Health of the Russian Federation, Moscow, Russian Federation

For correspondence: cmfsg@yandex.ru

ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-6247-957X>

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

For correspondence: proftopol@mail.ru

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

**Konstantin G. Apostolidi**, MD, PhD, DSc, Docent, Head of the Department of Otorhinolaryngology, Pirogov National Medical and Surgical Center, Moscow, Russian Federation

For correspondence: cmfsg@yandex.ru

ORCID: <https://orcid.org/0009-0005-3206-0950>

**Yulia D. Mironyuk**, MD, laboratory assistant, Department of the Maxillofacial Surgery and Dentistry, Pirogov National Medical and Surgical Center, Moscow, Russian Federation

For correspondence: cmfsg@yandex.ru

ORCID: <https://orcid.org/0009-0009-7164-6478>

**Поступила / Article received 10.02.2025**

*Поступила после рецензирования / Revised 20.03.2025*

*Принята к публикации / Accepted 22.04.2025*

**Вклад авторов в работу.** Все авторы подтверждают соответствие своего авторства международным критериям ICMJE, а также согласны принять на себя ответственность за все аспекты работы: Ахинян Э. К. – разработка концепции, проведение исследования, разработка методологии, формальный анализ, валидация результатов, написание черновика рукописи; Епифанов С. А. – разработка концепции, проведение исследования, разработка методологии, формальный анализ, валидация результатов, курирование данных, научное руководство, административное руководство исследовательским проектом, предоставление ресурсов, написание рукописи – рецензирование и редактирование; Топольницкий О. З. – научное руководство, административное руководство исследовательским проектом, написание рукописи – рецензирование и редактирование рукописи; Апостолиди К. Г. – научное руководство, административное

руководство исследовательским проектом, написание рукописи – рецензирование и редактирование; Миронюк Ю. Д. – формальный анализ, валидация результатов, написание черновика рукописи.

**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: E. K. Akhinyan – conceptualization, investigation, methodology, formal analysis, validation, writing – original draft preparation; S. A. Epifanov – conceptualization, investigation, methodology, formal analysis, validation, data curation, supervision, project administration, resources, writing – review & editing; O. Z. Topolnitsky – project administration, supervision; writing – review & editing; K. G. Apostolidi – project administration, supervision; writing – review & editing; Yu. D. Mironyuk – formal analysis, validation, writing – original draft preparation.



# Влияние некоторых паст для проведения пульпотомии на прочность адгезионного соединения композитного материала с дентином временных зубов с использованием универсального адгезива

А.Г. Седойкин\*, Л.П. Кисельникова

Российский университет медицины, Москва, Российская Федерация

## АННОТАЦИЯ

**Актуальность.** При выполнении методики пульпотомии во временных зубах неизбежна контаминация стенок зуба используемой пастой, способная повлиять на адгезию реставрационного материала. Изоляция рабочего поля коффердамом не может предотвратить «загрязнение» поверхности дентина в области эндодонтического доступа.

**Цель исследования.** Изучить влияние МТА-содержащей и частично мумифицирующей пульпы пасты для проведения пульпотомии на прочность адгезионного соединения композитного материала с дентином временных зубов с использованием универсального адгезива.

**Материалы и методы.** В настоящем исследовании тестировали современный универсальный адгезив OptiBond Universal с ответствующим фирменным композитным материалом. В исследовании тестировали удаленные по хирургическим показаниям первые временные моляры у детей 6-7 лет. На поверхность субстратов дентина готовых образцов наносили МТА-содержащую и частично мумифицирующую пульпу пасты (1-я и 2-я группы образцов) на 60 секунд, удаляли с помощью ватного рола. Прочность адгезионного соединения композитного материала – ПАС (Асд) – оценивали согласно ГОСТ Р 51202-98. Морфологическую оценку образцов до и после испытания проводили при увеличении 30, 250, 300 с использованием флуоресцентной микроскопии. Для проверки достоверности различных значений ПАС (Асд) в двух независимых группах использовали U-критерий Манна – Уитни.

**Результаты.** Испытания на определение ПАС (Асд) композитного материала с использованием универсального адгезива с дентином временных зубов в 1-й и 2-й группах показали, что экспозиция МТА-содержащей пасты существенно не влияет на показатель среднего значения ПАС (Асд) по сравнению с группой контроля. Однако экспозиция частично мумифицирующей пасты приводит к снижению показателя среднего значения ПАС (Асд) по сравнению с группой контроля на 22%.

**Ключевые слова:** кариес, временные зубы, универсальный адгезив, адгезионная прочность, МТА, композитный реставрационный материал

**Для цитирования:** Седойкин АГ, Кисельникова ЛП. Влияние некоторых паст для проведения пульпотомии на прочность адгезионного соединения композитного материала с дентином временных зубов с использованием универсального адгезива. *Стоматология детского возраста и профилактика*. 2025;25(2):137-144. DOI: 10.33925/1683-3031-2025-882

\***Автор, ответственный за связь с редакцией:** Седойкин А. Г., кафедра детской стоматологии, Российский университет медицины, 127006, ул. Долгоруковская, д. 4, г. Москва, Российская Федерация. Для переписки: alexdkt\_01@mail.ru

**Конфликт интересов:** Кисельникова Л. П. 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.

---

## Effect of selected pulpotomy materials on the shear bond strength of a composite material to primary dentin using a universal adhesive

A.G. Sedoykin\*, L.P. Kiselnikova

Russian University of Medicine, Moscow, Russian Federation



## ABSTRACT

**Relevance.** During pulpotomy procedures in primary teeth, the contamination of cavity walls by the applied pulpotomy material is unavoidable and may compromise the adhesion of restorative materials. Notably, the use of rubber dam isolation does not eliminate the risk of dentin surface contamination within the area of endodontic access. Objective. To evaluate the effect of two pulpotomy materials—one containing MTA and the other a non-MTA-based formulation with moderate fixative action—on the shear bond strength (SBS) between a composite restorative material and primary dentin when a universal adhesive system is used.

**Materials and methods.** This study evaluated a modern universal adhesive system (OptiBond Universal) in combination with its corresponding proprietary composite restorative material. Extracted first primary molars from 6- to 7-year-old children, removed for surgical indications, were used. Two types of pulpotomy materials were applied to the dentin surface of the specimens: an MTA-containing material (Group 1) and a non-MTA-based material with moderate fixative action (Group 2). Each material was applied for 60 seconds and then removed using a cotton roll. The SBS between the composite material and dentin was measured in accordance with GOST R 51202-98. Morphological evaluation of the specimens before and after testing was conducted using fluorescent microscopy at magnifications of  $\times 30$ ,  $\times 250$ , and  $\times 300$ . The Mann–Whitney U-test was used to assess the statistical significance of differences in SBS values between the two independent groups.

**Results.** The SBS of the composite material to primary dentin using the universal adhesive in Groups 1 and 2 indicated that exposure to the MTA-containing material did not result in a statistically significant difference in mean SBS values compared to the control group. In contrast, exposure to the non-MTA-based pulpotomy material with moderate fixative action led to a 22% reduction in the mean SBS value relative to the control group.

**Keywords:** caries, primary teeth, universal adhesive, shear bond strength (SBS), MTA, composite material

For citation: Sedoykin AG, Kiselnikova LP. Effect of selected pulpotomy materials on the shear bond strength of a composite material to primary dentin using a universal adhesive. *Pediatric dentistry and dental prophylaxis*. 2025; 25(2):137–144. (In Russ.). DOI: 10.33925/1683-3031-2025-882

\***Corresponding author:** Alexey G. S., Department of the Pediatric Dentistry Russian University of Medicine, Dolgorukovskaya St., 4, Moscow, Russian Federation, 127006. For correspondence: alexdoks\_01@mail.ru.

**Conflict of interests:** L.P. Kiselnikova, 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 interest.

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

## ВВЕДЕНИЕ

По данным обзора литературы [1], стоматологам разных стран хорошо известно, что контаминация поверхности твердых тканей постоянных зубов биологическими жидкостями рта, а также различными лекарственными препаратами, используемыми стоматологами, в разной степени способны повлиять на прочность адгезионного соединения – ПАС ( $A_{сд}$ ) – композитного материала с твердыми тканями зуба и влиять на нарушение краевого прилегания реставраций в отдаленные сроки.

При выполнении методики пульпотомии во временных зубах неизбежна контаминация стенок зуба используемой пастой, причем изоляция рабочего поля коффердамом не может предотвратить «загрязнение» поверхности дентина в области эндодонтического доступа. Контаминация поверхности дентина временно-го зуба пастами для проведения пульпотомии способна повлиять на ПАС ( $A_{сд}$ ) реставрационных материалов с твердыми тканями временных зубов.

К настоящему времени опубликован ряд немногочисленных исследований, подтверждающих воздействие паст для пульпотомии на ПАС ( $A_{сд}$ ) композитных материалов с дентином временных зубов с

использованием самопротравливающих адгезивов. В исследованиях [2–4] представлено негативное воздействие цинк оксид эвгеноловой пасты на ПАС ( $A_{сд}$ ) композитных материалов с дентином временных зубов с использованием самопротравливающих адгезивов шестого поколения. В исследованиях [5–7] изучалось воздействие препаратов на основе минерального триоксид агрегата кальция МТА на ПАС ( $A_{сд}$ ) композитных материалов с дентином временных зубов, однако выводы неоднозначны.

В настоящее время в клинической практике при проведении пульпотомии широко используются пасты, способствующие частичной мумификации пульпы, такие как *pulpotek*, «пульподент» и другие, которые, вероятно, могут повлиять на ПАС ( $A_{сд}$ ) композитных материалов с дентином временных зубов.

За последние пять лет в клинической стоматологической практике набирают популярность универсальные адгезивы [8–10]. Универсальные адгезивы позиционируются производителем как «низко чувствительные» к загрязнению твердых тканей зубов химические композиции, следовательно, имеют большую перспективу в детской стоматологии для реставрации дефектов временных зубов после проведения пульпотомии в один прием.

**Цель исследования:** изучить влияние МТА-содержащей и частично мумифицирующей пасты для проведения пульпотомии на прочность адгезионного соединения композитного материала с дентином временных зубов с использованием универсального адгезива.

## МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

В настоящем исследовании тестировали современный универсальный адгезив OptiBond Universal, именуемый далее «УА №1», с ответствующим фирменным композитным материалом Herculite XRV Ultra. В качестве специализированных паст для проведения пульпотомии использовали Pulpotek и «Триоксидент». Исследуемые пасты используются для пульпотомии во временных зубах и относятся к разным типам, а также имеют различную уникальную химическую композицию, указанную в таблице 1.

В исследовании тестировали удаленные по хирургическим показаниям первые временные моляры у детей 6-7 лет. Образцы из коронковой части временных зубов для испытания готовили согласно ГОСТ

Р 51202-98 пункт (6.3.1.8). На поверхность субстратов дентина готовых образцов наносили исследуемые пасты на 60 секунд, удаляли с помощью ватного ролла, далее, согласно инструкции изготовителя, наносили универсальные адгезивы по технологии самопротравливания. Затем в центре субстрата устанавливали форму из полимера с цилиндрическим отверстием диаметром 2,4 мм и высотой 1,5 мм, которую заполняли композитным материалом, потом выполняли полимеризацию светом, соблюдая инструкцию фирмы изготовителя, форму удаляли и готовый образец помещали в дистиллированную воду в термостат с температурой  $37 \pm 1$  °C на 24 часа. Таким образом изготовили образцы в 1-й и 2-й группах, в качестве группы контроля использовалась 3-я группа образцов без нанесения пасты. В таблице 2 представлен общий принцип изготовления образцов в каждой группе.

А<sub>сд</sub> композитного материала в виде цилиндрического тела определяли методом сдвига относительно поверхности субстрата твердых тканей временных зубов на испытательном стенде Mecmesin MultiTest 2.5-1, оснащенным электронным динамометром производства Mecmesin Limited (Великобритания).

**Таблица 1.** Основные параметры исследуемых паст для проведения пульпотомии

**Table 1.** Key characteristics of the pulpotomy materials under investigation

Название препарата (производитель) Product name (manufacturer)	Состав (из инструкции) Composition (as specified by the manufacturer)	Характеристика препарата (из инструкции) Material description (as specified by the manufacturer)
<b>Pulpotek P.D.</b> Produits Dentaires SA Vevey. Switzerland	<b>Порошок: полиоксиметилен, йодоформ, наполнитель (до 100%).</b> <b>Жидкость: фенол*, гваякол*, формальдегид, дексаметазона ацетат, наполнитель (до 100%).</b> Powder: polyoxymethylene, iodoform, filler (up to 100%). Liquid: phenol*, guaiacol*, formaldehyde, dexamethasone acetate, filler (up to 100%).	<b>Рентгенконтрастный нерезорбируемый препарат для пульпотомии витальных моляров.</b> A radiopaque non-resorbable preparation for pulpotomy of vital molars.
<b>МТА («Триоксидент»)</b> АО «ОЭЗ «ВладМива»» Mineral Trioxide Aggregate (Trioxident)	<b>Мелкодисперсные частицы оксидов кальция, кремния, алюминия, пластификатор и рентгеноконтрастный наполнитель, гидроокись меди-кальция.</b> Fine particles of calcium, silicon, aluminium oxides, plasticizer and X-ray contrast filler, copper-calcium hydroxide.	<b>Рентгенконтрастный нерезорбируемый препарат.</b> A radiopaque contrast agent that is not resorbable.

\*Фенолы (парахлорфенол, гваякол, фенол) ингибируют радикально-цепной процесс полимеризации, в котором активные центры роста макромолекул органических мономеров являются свободными радикалами.

*\*Phenolic compounds (para-chlorophenol, guaiacol, phenol) inhibit radical-chain polymerization processes in which the macromolecular growth centers are represented by free radicals.*

**Таблица 2.** Общий принцип изготовления образцов в исследуемых группах

**Table 2.** General protocol for specimen preparation in the study groups

Группа № Group	N	Паста (экспозиция 60 сек) Paste (exposition 60 sec)	«УА №1» (технология использования) OptiBond Universal ( application protocol)	Композитный материал Composite
1	10	«Pulpotek»	Самопротравливание Self-etching	+
2	10	«Триоксидент» Trioxident		
3	10	–		

Скорость движения траверсы устанавливали равной  $1,0 \pm 0,1$  мм/мин до разрушения образца согласно ГОСТ Р 51202-98.

После каждого испытания на прочность адгезионного соединения образцов согласно п. 6.3.1.10 ГОСТ Р 51202-98 проводилось микроскопическое исследование зоны разрушения адгезионного соединения. Использовалось увеличение  $\times 30$  и  $\times 250$  для определения типа разрушения адгезионного соединения.

ПАС ( $A_{сд}$ ) в МПа рассчитывали согласно (п. 6.3.1.10) ГОСТ Р 51202-98. Статистический анализ результатов исследования проводили на персональном компьютере с использованием программы BioStat Pro 5. Для проверки достоверности различий значений в двух независимых группах использовали U-критерий Манна – Уитни.

## РЕЗУЛЬТАТЫ

До начала испытаний по определению ПАС ( $A_{сд}$ ) композитного материала к дентину временных зубов, проводилось микроскопическое исследование поверхности в отраженном свете при малом увеличении  $\times 30$ , до нанесения паст Pulpotek и «Триоксидент» и после их удаления ватным роллом.

На рисунках 1 и 2 представлены изображения поверхности субстрата дентина при малом увеличении  $\times 30$ , при визуальной оценке существенной разницы морфологической картины поверхности субстрата дентина до и после нанесения исследуемых паст не определяется.

Однако микроскопическое исследование поверхности образцов субстрата дентина при большем увеличении ( $\times 300$ ) показало существенные морфологические различия. Так, на образцах 1-й группы после удаления пасты Pulpotek ватным роллом (DP) определяется контаминированная поверхность субстрата дентина, в виде штрихов – остатков пасты Pulpotek, предположительно образовавшихся по ходу движения ватного ролла (рис. 3). Не менее ин-

тересной была микроскопическая картина поверхности образцов с субстратом дентина временного моляра во 2-й группе после удаления пасты «Триоксидент» (DT). При увеличении  $\times 300$  на поверхности субстрата дентина четко визуализируется контаминированная, мелкодисперсными частицами пасты «Триоксидент» область (рис. 4).

Результаты испытания на определение ПАС ( $A_{сд}$ ) композитного материала с использованием универсального адгезива с дентином временных зубов исследуемых группах образцов представлены в таблице 3.

На диаграмме (рис. 5) представлено графическое выражение статистической обработки результатов испытания на определение ПАС ( $A_{сд}$ ), где сравниваются средние значение выборки и стандартное отклонение в МПа для каждой исследуемой группы образцов по критерию Манна – Уитни.

При сравнении средних значений ПАС ( $A_{сд}$ ) композитного материала с использованием универсального адгезива к дентину временных зубов после 60-секундной экспозиции пасты Pulpotek в 1-й группе и группе контроля (группа 3), используя критерий Манна – Уитни, выявили статистически достоверное различие  $U_{эмп} = 24,5 < U_{крит} = 27$  при  $p \leq 0,05$ . Экспозиция пасты Pulpotek определенно влияет на показатель ПАС ( $A_{сд}$ ) композитного материала с использованием исследуемого универсального адгезива к дентину временных зубов, наблюдается снижение показателя среднего значения ПАС ( $A_{сд}$ ) по сравнению с группой контроля на 22%.

При сравнении средних значений ПАС ( $A_{сд}$ ) композитного материала с использованием универсального адгезива к дентину временных зубов после 60-секундной экспозиции пасты «Триоксидент» во 2-й группе и группе контроля (группа 3), не выявили статистически достоверных различий:  $U_{эмп} = 40,5 > U_{крит} = 27$  при  $p \leq 0,05$ . Таким образом экспозиция пасты существенно «Триоксидент» не влияет на показатель среднего значения ПАС ( $A_{сд}$ ) по сравнению с группой контроля.

**Таблица 3.** Результаты испытания на определение ПАС ( $A_{сд}$ ) композитного материала с дентином временных зубов в исследуемых группах

**Table 3.** SBS values for the composite restorative material to primary dentin in the study groups

Группа № Group	N	Паста Material	M ( $A_{сд}$ ) $\pm$ SD*(МПа)	KB (%)** KV (%)**	Тип разрушения (%)*** Types of failure (%)***
1	10	«Pulpotek»	$13,9 \pm 4,0$	29	a – 10% c – 90%
2	10	«Триоксидент» Trioxident	$15,7 \pm 3,1$	20	a – 30% c – 70%
3	10	–	$17,8 \pm 5,4$	30	a – 60% c – 40%

\*M – среднее арифметическое значение прочности адгезионного соединения, SD – стандартное отклонение (МПа);

\*\*KB – коэффициент вариации; \*\*\*адгезионный (a), смешанный (c) типы разрушения адгезионного соединения

\*M – mean of shear bond strength, SD – standard deviation; \*\*KV – coefficient of variation;

\*\*\*adhesive (a), mixed (c) types of adhesive joint failure



**Рис. 1.** Увеличение  $\times 30$ . Состояние поверхности дентина (а) временного зуба до нанесения пасты.

Состояние в поверхности дентина (б) в процессе экспозиции пасты Pulpotek.

Состояние поверхности дентина (в) после удаления пасты Pulpotek с ватным роллом

**Fig. 1.**  $\times 30$  magnification. Condition of the primary dentin surface: (a) prior to application of the pulpotomy material; (b) during exposure to the Pulpotek material; (c) after removal of the Pulpotek material using a cotton roll

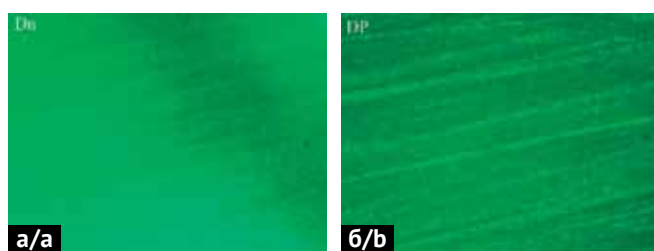


**Рис. 2.** Увеличение  $\times 30$ . Состояние поверхности дентина (а) временного зуба до нанесения пасты.

Состояние в поверхности дентина (б) в процессе экспозиции пасты «Триоксидент».

Состояние поверхности дентина (в) после удаления пасты «Триоксидент» ватным роллом

**Fig. 2.**  $\times 30$  magnification. Condition of the primary dentin surface: (a) prior to application of the pulpotomy material; (b) during exposure to the Trioxident material; (c) after removal of the Trioxident material using a cotton roll



**Рис. 3.** Увеличение  $\times 300$  с флуоресцентным светом.

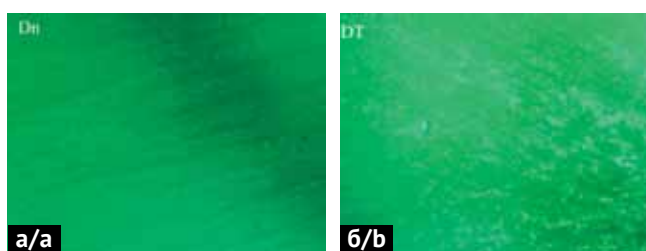
Состояние поверхности дентина (Dn) временного зуба до нанесения пасты. Состояние в поверхности дентина (DZ) после удаления пасты Pulpotek ватным роллом, остатки пасты определяются в виде штрихов

**Fig. 3.**  $\times 300$  magnification under fluorescent light.

Condition of the primary dentin surface: (Dn) prior to application of the pulpotomy material; (DZ) after removal of the Pulpotek material using a cotton roll, with visible residual streaks of the material remaining on the surface

В результате микроскопического исследования зоны разрушения адгезионного соединения выявлено два основных типа разрушения – смешанное и адгезионное. Отмечено преобладание смешанного типа разрушения адгезионного соединения как в группе контроля, так и в основных исследуемых группах. В процентном отношении в 1-й группе наблюдалось наибольшее количество образцов со смешанным типом разрушения адгезионного соединения до 90%, во 2-й группе – до 70%, в 3-й группе – до 40%.

Особый интерес представляют данные морфологического исследования зоны смешанного типа разрушения адгезионного соединения композитного материала с субстратом дентина временных зубов



**Рис. 4.** Увеличение  $\times 300$  с флуоресцентным светом.

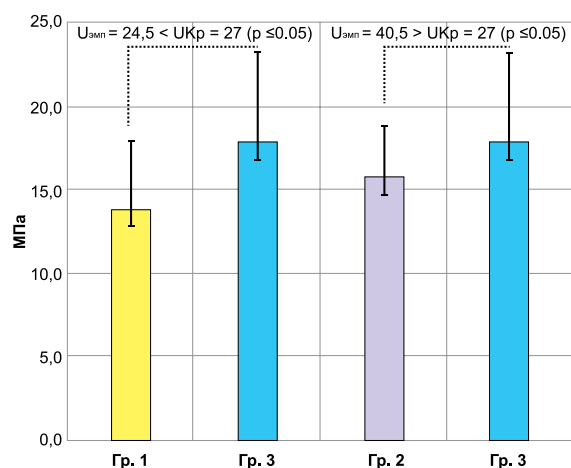
Состояние поверхности дентина (Dn) временного зуба до нанесения пасты. Состояние в поверхности дентина (DT) после удаления пасты «Триоксидент» ватным роллом, четко визуализируются частицы пасты

**Fig. 4.**  $\times 300$  magnification under fluorescent light.

Condition of the primary dentin surface: (Dn) prior to application of the pulpotomy material; (DZ) after removal of the Trioxident material using a cotton roll, with visible residual streaks of the material remaining on the surface

с использованием увеличения  $\times 250$  с флуоресцентным светом. На рисунке 6 представлены микрофотографии смешанного типа разрушения адгезионного соединения после экспозиции исследуемых паст.

При микроскопическом исследовании зоны смешанного типа разрушения адгезионного соединения образцов 1-й и 2-й групп, определяются топографические различия участков когезионного разрушения «к». Так, на поверхности субстрата дентина образцов 1-й группы (DP) участки когезионного разрушения площадью до 1/3 зоны смешанного типа разрушения адгезионного соединения. На поверхности субстрата дентина образцов 2-й группы (DT) определяется множество мелких участков когезионного разруше-



**Рис. 5.** Представлены показатели ПАС ( $A_{сд}$ ) композитного материала с использованием универсального адгезива к дентину временных зубов ( $M \pm SD$ ) в исследуемых группах 1 и 2, по сравнению с группой контроля (группа 3)

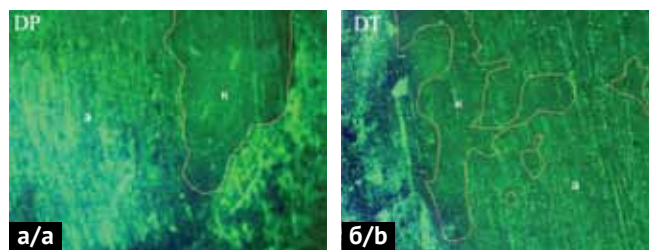
**Fig. 5.** SBS values of the composite restorative material to primary dentin ( $M \pm SD$ ) in study Groups 1 and 2 using a universal adhesive, compared to the control group (Group 3)

ния занимающих в целом до 1/3 площади зоны смешанного типа разрушения адгезионного соединения. На участках, где на поверхности субстрата дентина остался адгезив «а», произошло адгезионное разрушение, четко определяются включения частиц паст Pulpotek и «Триоксидент» в составе полимеризованного универсального адгезива. Такие участки адгезионного разрушения «а» в образцах 1-й и 2-й групп, занимают значительную площадь – более 1/2 зоны разрушения адгезионного соединения.

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Проведенное нами сравнительное морфологическое исследование поверхности субстрата дентина, при увеличении  $\times 300$  показало контаминацию поверхности последнего компонентами исследуемых паст.

Испытания на определение ПАС ( $A_{сд}$ ) композитного материала с использованием универсального адгезива с дентином временных зубов в 1-й и 2-й



**Рис. 6.** Увеличение  $\times 250$  с флуоресцентным светом. В поле зрения участки смешанного типа разрушения адгезионного соединения на поверхности субстрата дентина образцов после экспозиции паст Pulpotek (DP) и «Триоксидент» (DT). Определяются участки субстрата дентина «к» без адгезива (когезионное разрушение, отмечено пунктиром) и участок с адгезивом «а» (адгезионное разрушение)

**Fig. 6.**  $\times 250$  magnification under fluorescent light. Mixed failure patterns observed at the dentin substrate surface in specimens exposed to the pulpotomy materials Pulpotek (DP) and Trioksident (DT). Areas of dentin substrate ("k") exhibiting cohesive failure (absence of adhesive, indicated by dashed lines) and adhesive zones ("a") with a retained adhesive layer are visible

группах, показали, что экспозиция МТА-содержащей пасты существенно не влияет на показатель среднего значения ПАС ( $A_{сд}$ ) по сравнению с группой контроля. Однако экспозиция частично мумифицирующей пасты приводит к снижению показателя среднего значения ПАС ( $A_{сд}$ ) по сравнению с группой контроля – на 22%.

Морфологическое исследование субстрата дентина исследуемых образцов в 1-й и 2-й группах после проведения испытания показывает низкую химическую чувствительность исследуемого универсального адгезива в отношении исследуемых паст, так как не наблюдалось когезионного типа разрушения ни в одном из исследуемых образцов, а включения частиц пасты определялись в составе слоя адгезива, соответствующему типу разрушения. Однако содержание фенолов в составе частично мумифицирующей пасты, такие как фенол и гваякол, вероятно, способствуют увеличению количества смешанного типа разрушения адгезионного соединения до 90%.

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Garcia IM, Leitune VC, Ibrahim MS, Melo MA, Faus Matoses V, Sauro S, et al. Determining the effects of eugenol on the bond strength of resin-based restorative materials to dentin: A meta-analysis of the literature. *Appl Sci*. 2020;10(3):1070.

doi: 10.3390/app10031070

2. Седойкин АГ, Кисельникова ЛП, Дроботько ЛН, Федотов КИ. Клинико-рентгенологическая эффективность лечения пульпита временных зубов с несформированными корнями препаратами ProRoot MTA и Biodentine. *Российская стоматология*.

2016;9(1):65 65. Режим доступа:

<https://www.mediasphera.ru/issues/rossijskaya-stomatologiya/2016/1/082072-640620150147>

3. Ghouchani TZ, Farhadpour H, Mohammadi N. Effect of Root Canal Filling Materials and Pretreatment with Solvents on the Shear Bond Strength of Composite Resin with Primary Tooth Dentin. *Biomed Res Int*. 2021; 2021:5534294.

doi: 10.1155/2021/5534294

4. Pires CW, Lenzi TL, Soares FZM, Rocha RO. Zinc oxide eugenol paste jeopardises the adhesive bonding to pri-



mary dentine. *Eur Arch Paediatr Dent*. 2018;19(3):163-169. doi: 10.1007/s40368-018-0344-x

5. El Hachem C, Chedid JCA, Nehme W, Kaloustian MK, Ghosn N, Rabineau M, Kharouf N, Haikel Y, Mancino D. The Contribution of Various In Vitro Methodologies to Comprehending the Filling Ability of Root Canal Pastes in Primary Teeth. *Bioengineering (Basel)*. 2023;10(7):818. doi: 10.3390/bioengineering10070818

6. Neelakantan P, Grotra D, Subbarao CV, Garcia-Godoy F. The shear bond strength of resin-based composite to white mineral trioxide aggregate. *J Am Dent Assoc*. 2012;143(8):e40-5.

doi: 10.14219/jada.archive.2012.0302

7. Sindi AS. An In vitro Study to Assess the Effectiveness of the Shear Bond Strength of Mineral Trioxide Aggregate with Different Adhesive Systems. *J Pharm Bioallied Sci*. 2021;13(Suppl 1):S672-S675.

doi: 10.4103/jpbs.JPBS\_689\_20

## REFERENCES

1. Garcia IM, Leitune VC, Ibrahim MS, Melo MA, Faus Matoses V, Sauro S, et al. Determining the effects of eugenol on the bond strength of resin-based restorative materials to dentin: A meta-analysis of the literature. *Appl Sci*. 2020;10(3):1070.

doi: 10.3390/app10031070

2. Sedojkin AG, Kisel'nikova LP, Drobot'ko LN, Fedotov KI. *Russian Journal of Stomatology*. 2016;9(1):65-65 (In Russ.). Available from:

<https://www.mediasphera.ru/issues/rossijskaya-stomatologiya/2016/1/082072-640620150147>

3. Ghouchani TZ, Farhadpour H, Mohammadi N. Effect of Root Canal Filling Materials and Pretreatment with Solvents on the Shear Bond Strength of Composite Resin with Primary Tooth Dentin. *Biomed Res Int*. 2021;2021:5534294.

doi: 10.1155/2021/5534294

4. Pires CW, Lenzi TL, Soares FZM, Rocha RO. Zinc oxide eugenol paste jeopardises the adhesive bonding to primary dentine. *Eur Arch Paediatr Dent*. 2018;19(3):163-169. doi: 10.1007/s40368-018-0344-x

5. El Hachem C, Chedid JCA, Nehme W, Kaloustian MK, Ghosn N, Rabineau M, Kharouf N, Haikel Y, Mancino D. The Contribution of Various In Vitro Methodologies to Comprehending the Filling Ability of Root Canal Pastes in Primary Teeth. *Bioengineering (Basel)*. 2023;10(7):818.

doi: 10.3390/bioengineering10070818

8. Nozari A, Pakniyat Jahromi M, Haji Abbas Oghli F, Jowkar Z, Hamidi SA. Influence of Different Application Modes of a Universal Adhesive System on the Bond Strength of Bulk-Fill Composite Resin to Enamel and Dentin in Primary Teeth. *Clin Exp Dent Res*. 2024;10(4):e947.

doi: 10.1002/cre2.947

9. Jäggi M, Karlin S, Zitzmann NU, Rohr N. Shear bond strength of universal adhesives to human enamel and dentin. *J Esthet Restor Dent*. 2024;36(5):804-812.

doi: 10.1111/jerd.13204

10. Hirokane E, Takamizawa T, Kasahara Y, Ishii R, Tsujimoto A, Barkmeier WW, et al. Effect of double-layer application on the early enamel bond strength of universal adhesives. *Clin Oral Invest*. 2021;25(3):907-921.

doi: 10.1007/s00784-020-03379-1

6. Neelakantan P, Grotra D, Subbarao CV, Garcia-Godoy F. The shear bond strength of resin-based composite to white mineral trioxide aggregate. *J Am Dent Assoc*. 2012;143(8):e40-5.

doi: 10.14219/jada.archive.2012.0302

7. Sindi AS. An In vitro Study to Assess the Effectiveness of the Shear Bond Strength of Mineral Trioxide Aggregate with Different Adhesive Systems. *J Pharm Bioallied Sci*. 2021;13(Suppl 1):S672-S675.

doi: 10.4103/jpbs.JPBS\_689\_20

8. Nozari A, Pakniyat Jahromi M, Haji Abbas Oghli F, Jowkar Z, Hamidi SA. Influence of Different Application Modes of a Universal Adhesive System on the Bond Strength of Bulk-Fill Composite Resin to Enamel and Dentin in Primary Teeth. *Clin Exp Dent Res*. 2024;10(4):e947.

doi: 10.1002/cre2.947

9. Jäggi M, Karlin S, Zitzmann NU, Rohr N. Shear bond strength of universal adhesives to human enamel and dentin. *J Esthet Restor Dent*. 2024;36(5):804-812.

doi: 10.1111/jerd.13204

10. Hirokane E, Takamizawa T, Kasahara Y, Ishii R, Tsujimoto A, Barkmeier WW, et al. Effect of double-layer application on the early enamel bond strength of universal adhesives. *Clin Oral Invest*. 2021;25(3):907-921.

doi: 10.1007/s00784-020-03379-1

## СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ

**Автор, ответственный за связь с редакцией:**

**Седойкин Алексей Геннадьевич**, кандидат медицинских наук, доцент кафедры детской стоматологии, Москва, Российская Федерация

Для переписки: alexdoks\_01@mail.ru

ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-6740-3363>

**Кисельникова Лариса Петровна**, заслуженный врач РФ, доктор медицинских наук, профессор, заведующая кафедрой детской стоматологии Российского университета медицины, Москва, Российская Федерация

Для переписки: lpkiselnikova@mail.ru

ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-2095-9473>

## INFORMATION ABOUT THE AUTHORS

### Corresponding author:

**Alexey G. Sedoykin**, DMD, PhD, Associate Professor,  
Department of the Pediatric Dentistry, Russian University of Medicine, Moscow, Russian Federation

For correspondence: alexdokt\_01@mail.ru

ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-6740-3363>

**Larisa P. Kiselnikova**, DMD, PhD, DSc, Professor,  
Head of the Department of Pediatric Dentistry, Russian University of Medicine, Moscow, Russian Federation

For correspondence: lpkiselnikova@mail.ru

ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-2095-9473>

**Вклад авторов в работу.** Все авторы подтверждают соответствие своего авторства международным критериям ICMJE, а также согласны принять на себя ответственность за все аспекты работы: Седойкин А.Г. – проведение исследования, написание черновика рукописи; Кисельникова Л. П. – научное руководство, написание – редактирование и рецензирование рукописи.

*Поступила / Article received 18.01.2025*

*Поступила после рецензирования / Revised 06.04.2025*

*Принята к публикации / Accepted 23.04.2025*

**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.



### Российская Пародонтологическая Ассоциация (РПА)

**реализует различные проекты, направленные на развитие отечественной научной и практической пародонтологии, а именно:**

Организует и проводит региональные, всероссийские и международные мероприятия, направленные на распространение информации о новейших достижениях в области клинической пародонтологии;

Занимается созданием российских клинических рекомендаций;

Участствует в разработке и внедрении методов обучения в области пародонтологии, а также стандартов и порядков оказания пародонтологической помощи населению РФ;

Организует, координирует и проводит научные исследования и разработки;

Участствует в развитии системы непрерывного медицинского обучения врачей;

Реализует социальные проекты, в том числе направленные на распространение знаний о снижении заболеваемости и распространенности заболеваний тканей пародонта для населения РФ;

**Ознакомиться с деятельностью Ассоциации и узнать информацию о вступлении можно на сайте**

**[www.rsparo.ru](http://www.rsparo.ru)**

Президент ПА «РПА» – д.м.н., профессор Людмила Юрьевна Орехова (prof\_orekhova@mail.ru)

Элект-президент ПА «РПА» – д.м.н., профессор Виктория Геннадьевна Атрушкевич (atrushkevichv@mail.ru)



# Способ оценки дефекта твердого неба у детей

М.Н. Митропанова, Ф.С. Аюпова, А.С. Назлиева\*, Ж. Раад

Кубанский государственный медицинский университет, Краснодар, Российская Федерация

## АННОТАЦИЯ

**Актуальность.** Врожденная расщелина верхней губы и неба у детей относится к тяжелым врожденным порокам и представляет собой патологию развития челюстно-лицевой области. При этом нарушаются важнейшие функции организма, такие как дыхание, сосание, глотание и формирование речи. Ранняя и точная диагностика размеров и характера дефекта позволяет своевременно определить сроки и успешно провести хирургические вмешательства на этапах мультидисциплинарной реабилитации.

**Цель.** Разработка и клиническое применение способа количественной оценки дефекта твердого неба у детей.

**Материалы и методы.** Проведена серия измерений анатомических ориентиров на гипсовых моделях 32 детей с врожденной расщелиной твердого и мягкого неба и расчет коэффициента дефекта.

**Результаты.** Предложен коэффициент дефекта, позволяющий дифференцировать степень поражения, стандартизировать диагностику и индивидуализировать лечение.

**Заключение.** Методика показала высокую эффективность и применимость в практике челюстно-лицевых хирургов.

**Ключевые слова:** расщелина неба, диагностика, количественная оценка, дети, хирургическое лечение

**Для цитирования:** Митропанова МН, Аюпова ФС, Назлиева АС, Раад Ж. Способ оценки дефекта твердого неба у детей: *Стоматология детского возраста и профилактика*. 2025;25(2):145-150. DOI: 10.33925/1683-3031-2025-912

\***Автор, ответственный за связь с редакцией:** Назлиева Алики Соломоновна, кафедра детской стоматологии, ортодонтии и челюстно-лицевой хирургии, Кубанский государственный медицинский университет, 350053, ул. Митрофана Седина, д. 4, г. Краснодар, Российская Федерация. Для переписки: nazlievaas@ksma.ru

**Конфликт интересов:** Аюпова Ф.С. является членом редакционного совета 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.

# Method for assessing hard palate defects in children

M.N. Mitropanova, F.S. Ayupova, A.S. Nazlieva\*, J. Raad

Kuban State Medical University, Krasnodar, Russian Federation

## ABSTRACT

**Relevance.** Cleft lip and palate in children are among the most severe congenital anomalies and represent developmental disorders of the craniofacial region. These conditions disrupt vital functions such as breathing, sucking, swallowing, and speech development. Early and accurate diagnosis of the size and nature of the defect enables timely determination of the appropriate timing for successful surgical interventions at various stages of multidisciplinary rehabilitation.

**Objective.** To develop and implement a clinically applicable method for the quantitative assessment of hard palate defects in children.

**Materials and methods.** A series of anatomical landmark measurements was performed on plaster models of 32 children with congenital clefts of the hard and soft palate, followed by calculation of a defect coefficient.

**Results.** A defect coefficient is proposed to help differentiate the severity of the defect, standardize the diagnostic process, and support individualized treatment planning.

**Conclusion.** The method proved to be highly effective and clinically applicable in craniofacial surgical practice.

**Keywords:** cleft palate, diagnosis, quantitative assessment, children, surgical treatment

**For citation:** Mitropanova MN, Ayupova FS, Nazlieva AS, Raad J. Method for assessing hard palate defects in children. *Pediatric dentistry and dental prophylaxis*. 2025; 25(2):145-150. (In Russ.). DOI: 10.33925/1683-3031-2025-912

\***Corresponding author:** Alik S. Solomonovna, Department of the Pediatric Dentistry, Orthodontics and Maxillofacial Surgery, Kuban State Medical University, 4 Mitrofan Sedin St., Krasnodar, Russian Federation, 350053. For correspondence: nazlievaas@ksma.ru

**Conflict of interests:** F.S. Ayupova is a member of the Pediatric dentistry and dental prophylaxis journal's editorial council but was not involved in the decision-making process regarding the publication of this article. The article underwent the standard peer-review process of the journal. The authors have declared no other conflicts of interest

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

## ВВЕДЕНИЕ

Врожденная расщелина твердого и мягкого неба представляет собой аномалии развития, приводящие к нарушению жизненно важных функций: питания, дыхания и речи [1, 3-5]. Несмотря на существующие методы диагностики, традиционные подходы к оценке дефекта не позволяют точно планировать объем оперативного вмешательства на ранних этапах [2, 6, 8]. Существующая зависимость от методов лучевой диагностики создает дополнительные ограничения при обследовании детей младшего возраста [7].

В данной работе предложен новый способ оценки степени дефекта, позволяющий исключить лучевую нагрузку и повысить точность исследования.

Диагноз расщелины губы и неба устанавливается при осмотре челюстно-лицевой области ребенка сразу после его рождения с применением известных классификаций.

Авторы предлагают систематизацию врожденных аномалий неба, выделяя их по анатомическим, эмбриологическим и клиническим критериям. Одни из первых работ в этой области были посвящены описанию анатомических разновидностей расщелин, в дальнейшем исследователи расширили эту классификацию, учитывая степень вовлечения различных структур неба (Davis и Ritchie (1922), Brophy (1923), Veau (1931), Fogh-Andersen (1943), Kernahan и Stark (1958), Harkins и др. (1962), Broadbent и др. (1968), Spina (1973)). Эти работы были исследованы и обобщены в более поздних публикациях. В результате были выделены несколько типов расщелин с подробным описанием анатомических особенностей, подкрепленных графическими иллюстрациями [9].

В классификации, основанной на нарушениях эмбриогенеза, врожденные расщелины неба подразделяются на расщелины первичного и вторичного неба (односторонние и двусторонние), а также расщелины вторичного неба (мягкого, мягкого и частично твердого неба; срединные расщелины неба) [8].

В международной классификации болезней МКБ-10 расщелины неба имеют код Q35, с уточнениями разных вариантов дефектов, таких как односторонние и двусторонние формы, а также срединные расщелины [5].

А. А. Мамедов (1998) выделяет такие формы, как скрытые, частичные и полные расщелины неба, основываясь на особенностях строения тканей [7].

В большинстве известных классификациях анатомические особенности расщелины неба приводятся в описательной форме.

Известные методы диагностики включают измерения размеров укорочения твердого неба использованием рентгенографии. Так, способ планиметрического измерения укорочения твердого неба позволяет определить ширину небных пластинок, а также расстояние между краями костных структур [11]. На основе этих параметров рассчитывается коэффициент укорочения неба, который может быть выражен в

процентах. В зависимости от численного значения коэффициента выделяют I степень (1-15%), II степень (16-33%), III степень (34-45%). Это позволяет планировать маршрутную карту этапов хирургического вмешательства и предсказывать исход реабилитации. Однако следует отметить, что использование метода с применением лучевой диагностики имеет свои ограничения, особенно в отношении новорожденных, что требует внимательного выбора диагностических методов в педиатрической практике.

Для оптимизации показаний к применению различных методов оперативного вмешательства было предложено учитывать размеры дефекта и степень укорочения твердого неба согласно классификации Н.А. Давлетшина (2009):

- I степень – дефекты малого размера (до 1,5 см), отставание в росте твердого неба не выше I степени;
- II степень – дефекты среднего размера (до 2,5 см), II степень укорочения твердого неба;
- III степень – дефекты большого размера (свыше 2,5 см), III степень укорочения твердого неба [12].

Для оценки состояния твердого неба применяется метод компьютерной томографии, что накладывает ограничения на его использование в первые недели жизни ребенка. Это требует взвешенного подхода к выбору диагностических методов в детском возрасте.

Кроме того, известно «Устройство для оценки параметров неба» (патент №25990). Оно состоит из двух стержней, соединенных винтом с градуированными штифтами, однако оно не предусматривает количественной оценки размеров дефекта неба, что ограничивает его применение в точном планировании хирургических вмешательств.

Для точной диагностики и дифференциации дефекта важным шагом является внедрение количественной оценки, что позволяет более детально классифицировать степень дефекта и спланировать лечение.

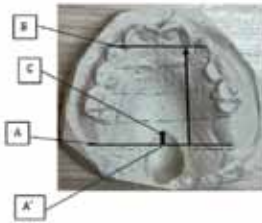
**Цель исследования** – разработка и клиническая апробация способа определения степени дефекта твердого неба (патент RU2827846C1), основанного на процентном соотношении его размеров к индивидуальным анатомическим особенностям ребенка. Оценка эффективности метода в сокращении сроков лечения и повышении его результативности.

## МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

Исследование проведено на группе из 32 детей с врожденной расщелиной твердого и мягкого неба в возрасте от рождения до 1,5 лет. Всем пациентам были изготовлены гипсовые диагностические модели верхней челюсти

## Этапы способа:

1. Построение на диагностической модели линии А, касательной к дистальным концам альвеолярного отростка.



**Рис. 1.** Пациент К., 1 месяц.

Измерения на гипсовой модели

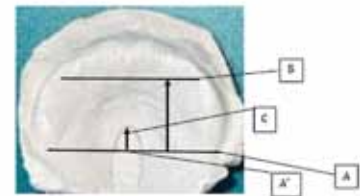
**Fig. 1.** Patient K., 1 month old. Landmark measurements on plaster model



**Рис. 2.** Пациент М., 8 месяцев.

Измерения на гипсовой модели

**Fig. 2.** Patient M., 8 months old. Landmark measurements on plaster model



**Рис. 3.** Пациент Е., 1,2 года.

Измерения на гипсовой модели

**Fig. 3.** Patient E., 1,2 years old. Landmark measurements on plaster model

2. Проведение линии В через вершины бугров клыков.
3. Измерение расстояния АВ между линиями.
4. Определение точки С, соответствующей схождению краев расщелины, и измерение перпендикуляра А'С от линии А.
5. Расчет степени дефекта К по формуле:

$$K = (A'C / AB) \times 100\%$$

## РЕЗУЛЬТАТЫ

Исследование выявило, что предложенный способ позволил не только точно определить степень дефекта у всех 32 пациентов, но и создать оптимальный план лечения для каждой группы. Результаты распределились следующим образом:

- Первая степень дефекта ( $K \leq 30\%$ ) – 12 пациентов. Назначено раннее хирургическое вмешательство в периоде новорожденности с массажем неба и искусственным вскармливанием.
- Вторая степень дефекта ( $31\% \leq K \leq 60\%$ ) – 10 пациентов. Проведена велоластика в возрасте 6-12 месяцев, диспансерное наблюдение у ортодонта и иммунокоррекция.
- Третья степень дефекта ( $K \geq 61\%$ ) – 10 пациентов. План лечения включал велоластику в возрасте 1-1,5 лет с предварительной подготовкой и комплексным диспансерным наблюдением.

## ОБСУЖДЕНИЕ

Разработанный способ исследования имеет значительное преимущество перед известными за счет минимизации рисков, в частности связанных с лучевой диагностикой. В отличие от методов компьютерной томографии, предложенная система основана на простой геометрической оценке гипсовых моделей, что позволяет получать высокоточные результаты без лучевого воздействия на организм ребенка.

Применение нового метода обеспечивает:

- дифференцированное планирование лечения: степень дефекта определяет сроки и объем хирургического вмешательства;
- сокращение сроков реабилитации: пациенты с первой и второй степенью дефекта демонстрировали более ранние улучшения за счет раннего начала лечения;

– индивидуальный подход: точное определение параметров позволяет учитывать анатомические особенности каждого ребенка.

При анализе полученных результатов выявлено несколько важных клинических особенностей. Например, у детей с дефектом III степени ( $K \geq 61\%$ ) наблюдалась тенденция к выраженному нарушению формирования небных структур, что затрудняло не только планирование хирургического лечения, но и последующую логопедическую коррекцию. Это подтверждает необходимость ранней диагностики и строгой дифференциации степени дефекта.

Кроме того, при сравнении данного метода с традиционными подходами замечено, что количественная оценка дефекта позволяет более точно прогнозировать сроки реабилитации. В частности, у пациентов с первой степенью ( $K \leq 30\%$ ) оперативное вмешательство на ранних этапах сопровождалось меньшими осложнениями, а срок адаптации к новым анатомическим условиям сократился в среднем на 15–20% по сравнению с группой, где лечение планировалось по стандартным схемам.

Пример из клинической практики подтверждает эффективность метода. Пациент, мальчик 8 месяцев с дефектом II степени ( $K = 45\%$ ), имел значительное отставание в массе тела из-за затруднений при кормлении. После количественной оценки дефекта и проведения индивидуально спланированной операции удалось достичь выраженного улучшения: уже через месяц отмечалась нормализация питания, а к году ребенок практически не отличался в развитии от сверстников. Это подчеркивает значимость точного планирования лечения на основе количественного анализа.

### Клинические примеры

Пример 1: Ребенок К., возраст 1 месяц, I степень дефекта ( $K = 29\%$ ). Проведена ранняя велоластика в периоде новорожденности. На фоне комплексного подхода отмечено быстрое восстановление нормальных функций глотания и дыхания.

Пример 2: Ребенок М., возраст 8 месяцев, II степень дефекта ( $K = 31\%$ ). Лечение включало велоластику в возрасте 10 месяцев и иммунокоррекцию. Через 6 месяцев наблюдалось улучшение речевых функций и нормализация дыхания.



Пример 3: Ребенок Е., возраст 1,2 года, III степень дефекта (К = 61%). Проведена велоластика с последующей иммунокоррекцией и диспансерным наблюдением у ортодонта. В течение года достигнуты стабильные анатомические результаты и восстановление речи.

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Предложенный способ количественной оценки дефекта твердого неба у детей обладает высокой

диагностической ценностью и обеспечивает индивидуализированное планирование оперативного лечения. Его применение позволяет значительно минимизировать осложнения, сократить сроки реабилитации, улучшить прогноз лечения и повысить качество жизни пациентов. Метод может быть рекомендован для внедрения в практику мультидисциплинарной реабилитации детей с врожденными аномалиями челюстно-лицевой области в период формирования временного прикуса.

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Рябых ЕВ, Рябых ДО, Удочкина ЛА, Нестеров АА, Останин АВ. Статистические данные о наличии врожденных расщелин челюстно-лицевой области по обращаемости в благотворительный фонд «Операция Улыбка». *Морфологический альманах имени В.Г. Ковешникова*. 2022;4:65-71. Режим доступа: <https://elibrary.ru/item.asp?id=54765403>
2. Мамедов АА, Геппе НА, Скакодуб АА, Волков ЮО, Паршикова СА, Горлова НВ, и др. Междисциплинарная программа ранней реабилитации новорожденных с расщелиной губы и неба. *Российский вестник перинатологии и педиатрии*. 2022;67(1):71-75.  
doi: 10.21508/1027-4065-2022-67-1-71-75
3. Панфилова ВН. Размышления педиатра о вскармливании младенцев. *Российский вестник перинатологии и педиатрии*. 2020;65(1):100-104.  
doi: 10.21508/1027-4065-2020-65-1-100-104
4. Нестерова ИВ, Митропанова МН, Чудилова ГА, Ковалева СВ, Матушкина ВА. Дефекты функционирования иммунной системы при рецидивирующих респираторных инфекциях у иммунокомпromетированных детей с врожденной расщелиной губы и неба. *Иммунология*. 2020;41(1):64-73.  
doi: 10.33029/0206-4952-2020-41-1-64-73
5. Касимовская НА, Шатова ЕА. Врожденная расщелина губы и неба у детей: распространенность в России и в мире, группы факторов риска. *Вопросы современной педиатрии*. 2020;19(2):142-145.  
doi: 10.15690/vsp.v19i2.2107
6. Рогожина ЮС, Блохина СИ, Бимбас ЕС. Особенности хирургического лечения асимметричных расщелин верхней губы и неба. *Стоматология детского*

*возраста и профилактика*. 2021;21(1):23-31.

doi: 10.33925/1683-3031-2021-21-1-23-31

7. Дудник ОВ, Мамедов АА, Билле ДС, Чертихина АС, Безносик АР. Особенности этиологии и патогенеза расщелины губы и неба челюстно-лицевой области. *Врач*. 2021;32(2):16-22.

doi: 10.29296/25877305-2021-02-03

8. Мухиддинов НД, Исмоилов ММ, Гулин АВ, Саидов МС. Современные взгляды на лечение больных с врожденной расщелиной неба (обзор литературы). *Вестник Тамбовского университета. Серия: Естественные и технические науки*. 2017;22(6-2):1637-1644.

doi: 10.20310/1810-0198-2017-22-6-1637-1644

9. Allori AC, Mulliken JB, Meara JG, Shusterman S, Marcus JR. Classification of Cleft Lip/Palate: Then and Now. *Cleft Palate Craniofac J*. 2017;54(2):175-188.

doi: 10.1597/14-080

10. Wayne C, Cook K, Sairam S, Hollis B, Thilagathan B. Sensitivity and accuracy of routine antenatal ultrasound screening for isolated facial clefts. *Br J Radiol*. 2002;75(895):584-589.

doi: 10.1259/bjr.75.895.750584

11. Надточий АГ, Старикова НВ, Фомина ГИ. Морфофункциональная характеристика языка у пациентов с расщелиной губы и неба по результатам мультиспиральной компьютерной томографии. *Стоматология*. 2012;91(4):54-59. Режим доступа:

<https://www.elibrary.ru/item.asp?id=18022680>

12. Шаймонов АХ, Ходжамуратов ГМ, Кадыров МХ, Саидов МС. Выбор метода хирургического лечения врожденной расщелины неба. *Вестник Авиценны*. 2016;(3):27-31. Режим доступа:

<https://www.elibrary.ru/item.asp?id=28309371>

## REFERENCES

1. Ryabykh EV, Ryabykh DO, Udochkina LA, Nesterov AA, Ostanin AV. Statistical data on the frequency of the congenital clefts of the maxillofacial area in accordance with the number of applicants registered at the "Operation Smile" Charity Foundation. *Morfologichnij al'manah imeni V.G. Koveshnikova*. 2022;(4):65-71 (In Russ.). Available from: <https://elibrary.ru/item.asp?id=54765403>
2. Mamedov AA, Geppe NA, Skakodub AA, Volkov YuO, Parshikova SA, Gorlova NV, et al. Interdisciplinary ap-

proach to early rehabilitation of newborns with cleft lip and cleft palate. *Rossiyskiy Vestnik Perinatologii i Peditrii (Russian Bulletin of Perinatology and Pediatrics)*. 2022;67(1):71-75 (In Russ.).

doi: 10.21508/1027-4065-2022-67-1-71-75

3. Panfilova VN. Pediatrician's thoughts about infant feeding. *Rossiyskiy Vestnik Perinatologii i Peditrii (Russian Bulletin of Perinatology and Pediatrics)*. 2020;65(1):100-104 (In Russ.).

doi: 10.21508/1027-4065-2020-65-1-100-104

4. Nesterova IV, Mitropanova MN, Chudilova GA, Kovaleva SV. Defects of immune system function in immunocompromised children with cleft lip and palate and recurrent respiratory infections. *Immunologia*. 2020;41(1):64-73 (In Russ.).

doi: 10.33029/0206-4952-2020-41-1-64-73

5. Kasimovskaya NA, Shatova EA. Congenital Cleft Lip and Palate in Children: Prevalence Rate in Russia and Worldwide, Risk Factors. *Current Pediatrics*. 2020;19(2):142-145 (In Russ.).

doi.org/10.15690/vsp.v19i2.2107

6. Rogozhina YuS., Blokhina SI, Bimbis ES. Characteristics of asymmetric cleft lip and palate surgical treatment. *Pediatric dentistry and dental prophylaxis*. 2021;21(1):23-31 (In Russ.).

doi: 10.33925/1683-3031-2021-21-1-23-31

7. Dudnik OV, Mamedov AA, Bille DS, Chertikhina AS, Beznosik AR. Specific features of the etiology and pathogenesis of cleft lip and palate of the maxillofacial area. *Vrach*. 2021;32(2):16-22 (In Russ.).

doi: 10.29296/25877305-2021-02-03

8. Mukhiddinov ND, Ismoilov MM, Gulin AV, Saidov MS. Modern views for the treatment of patients

with the norbed nuba crossroads (literature review). *Vestnik of Tambov University. Series: Natural and Technical Sciences*. 2017;22(6-2):1637-1644 (In Russ.).

doi: 10.20310/1810-0198-2017-22-6-1637-1644

9. Allori AC, Mulliken JB, Meara JG, Shusterman S, Marcus JR. Classification of Cleft Lip/Palate: Then and Now. *Cleft Palate Craniofac J*. 2017;54(2):175-188.

doi: 10.1597/14-080

10. Wayne C, Cook K, Sairam S, Hollis B, Thilagathan B. Sensitivity and accuracy of routine antenatal ultrasound screening for isolated facial clefts. *Br J Radiol*. 2002;75(895):584-589.

doi: 10.1259/bjr.75.895.750584

11. Nadtochii AG, Starikova NV, Fomina GI. Morphofunctional tongue features revealed by multispiral ct in cleft lip and palate patients. *Stomatologia*. 2012;91(4):54-59 (In Russ.). Available from:

<https://www.elibrary.ru/item.asp?id=18022680>

12. Shaimonov AH, Khojamuradov GM, Kadyrov MH, Saidov MS. Choice of surgical treatment incongenital cleft palate. *Avicenna bulletin*. 2016;(3):27-31 (In Russ.). Available from:

<https://www.elibrary.ru/item.asp?id=28309371>

## СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ

**Митропанова Марина Николаевна**, доктор медицинских наук, доцент, заведующий кафедрой детской стоматологии, ортодонтии и челюстно-лицевой хирургии Кубанского государственного медицинского университета, Краснодар, Российская Федерация

Для переписки: mmitropanova@mail.ru

ORCID: <http://orcid.org/0000-0001-8222-7679>

**Аюпова Фарида Сагитовна**, кандидат медицинских наук, доцент кафедры детской стоматологии, ортодонтии и челюстно-лицевой хирургии Кубанского государственного медицинского университета, Краснодар, Российская Федерация

Для переписки: farida.sag@mail.ru

ORCID: <http://orcid.org/0000-0002-3759-3474>

## INFORMATION ABOUT THE AUTHORS

**Marina N. Mitropanova**, DMD, PhD, DSc, Docent, Head of the Department of Pediatric Dentistry, Orthodontics and Maxillofacial Surgery, Kuban State Medical University, Russian Federation

For correspondence: mmitropanova@mail.ru

ORCID: <http://orcid.org/0000-0001-8222-7679>

**Farida S. Ayupova**, DMD, PhD, Associate Professor, Department of Pediatric Dentistry, Orthodontics and Maxillofacial Surgery, Kuban State Medical University, Russian Federation

For correspondence: farida.sag@mail.ru

ORCID: <http://orcid.org/0000-0002-3759-3474>

### Corresponding author:

**Aliki S. Nazlieva**, DMD, Assistant Professor, Department of Pediatric Dentistry, Orthodontics and Maxillo-

### Автор, ответственный за связь с редакцией:

**Назлиева Алики Соломоновна**, ассистент кафедры детской стоматологии, ортодонтии и челюстно-лицевой хирургии Кубанского государственного медицинского университета, Краснодар, Российская Федерация

Для переписки: nazlievaas@ksma.ru

ORCID: <http://orcid.org/0000-0001-6439-5337>

**Жак Раад**, ординатор кафедры стоматологии Кубанского государственного медицинского университета, Краснодар, Российская Федерация

Для переписки: jackraad@mail.ru

ORCID: <http://orcid.org/0009-0008-6222-7679>

facial Surgery, Kuban State Medical University, Russian Federation

For correspondence: nazlievaas@ksma.ru

ORCID: <http://orcid.org/0000-0001-6439-5337>

**Jack Raad**, DMD, Resident, Department of Dentistry, Kuban State Medical University, Russian Federation

For correspondence: jackraad@mail.ru

ORCID: <http://orcid.org/0009-0008-6222-7679>

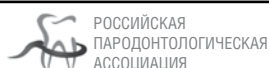
**Поступила / Article received 18.04.2025**

**Поступила после рецензирования / Revised 07.05.2025**

**Принята к публикации / Accepted 11.05.2025**

**Вклад авторов в работу.** Все авторы подтверждают соответствие своего авторства международным критериям ICME, а также согласны принять на себя ответственность за все аспекты работы. Митропанова М. Н. – научное руководство, написание рукописи – редактирование и рецензирование. Аюпова Ф. С. – формальный анализ, проведение исследования, написание рукописи – редактирование и рецензирование, Назлиева А. С. – проведение исследования, подготовка черновика рукописи, написание рукописи, Раад Ж. – подготовка черновика рукописи.

**Author's contribution.** All authors confirm that their authorship meets the international ICME criteria and agree to be accountable for all aspects of the work. Mitropanova M. N. – writing-original draft, editing, Ayupova F. S. – formal analysis, investigation, writing-review and editing, Nazlieva A. S. – investigation, writing-original draft, writing-review, Raad J. – writing-original draft.



## ЖУРНАЛЫ ИЗДАТЕЛЬСКОЙ ГРУППЫ РПА

### Журнал «Стоматология детского возраста и профилактика»

Стоимость годовой подписки в печатном виде на 2025 год по России – 5000 рублей

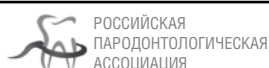
**Подписной индекс в каталоге «Урал-Пресс» – ВН002232**

Электронная версия в открытом доступе

**[www.detstom.ru](http://www.detstom.ru)**

PubMed NLM ID:101516363

Импакт-фактор: 1.3



## ЖУРНАЛЫ ИЗДАТЕЛЬСКОЙ ГРУППЫ РПА

### Журнал «Пародонтология»

Стоимость годовой подписки в печатном виде на 2025 год по России – 5000 рублей

**Подписной индекс в каталоге «Урал-Пресс» – ВН018904**

Электронная версия в открытом доступе

**[www.parodont.ru](http://www.parodont.ru)**

PubMed NLM ID: 101535619

Импакт-фактор: 1.8



# Взаимосвязь типа жевания с морфометрическими параметрами головы и лица

И.В. Диденко, В.В. Шкарин, С.В. Дмитриенко, Ю.А. Македонова\*,  
Е.Н. Ярыгина, О.Ю. Афанасьева, Е.А. Огонян

*Волгоградский государственный медицинский университет, Волгоград, Российская Федерация*

## АННОТАЦИЯ

**Актуальность.** Морфометрические параметры краниофациального комплекса определяют особенности жевательной мускулатуры, о чем свидетельствуют исследования специалистов. Вполне очевидно, что размеры костей головы определяют особенности и жевательной мускулатуры. Однако мы не встретили сведений о влиянии формы головы на биоэлектрическую активность жевательных мышц, в частности височной, которая более выражена при долихоцефалии, и собственно жевательной, более мощной при брахицефалии. Определение взаимосвязи особенностей морфометрических параметров головы и лица с типом жевания по данным электромиографического обследования и послужило целью настоящей работы.

**Материалы и методы.** В исследовании приняли участие 32 пациента в возрасте от 7 до 12 лет. Проведено клиническое обследование и анализ функциональной активности жевательной и височной мышц по данным электромиографического исследования.

**Результаты.** В 56,3% случаях выявлен смешанный тип жевания, в 18,8% – темпоральный, 24,9% – массетерный. Доказана обратная опосредованная взаимосвязь между морфометрическими параметрами головы и лица и значениями массинерционного центра, коэффициент Пирсона составил 0,92, при увеличении значений черепного индекса уменьшается ИССО.

**Заключение.** Таким образом, изучена взаимосвязь типа жевания с морфометрическими параметрами головы и лица. Полученные данные необходимо учитывать при планировании лечения детей. Своевременная коррекция работы жевательной мускулатуры позволит предотвратить развитие ряда стоматологических заболеваний.

**Ключевые слова:** тип жевания, электромиографическое обследование, дети, сменный прикус

**Для цитирования:** Диденко ИВ, Шкарин ВВ, Дмитриенко СВ, Македонова ЮА, Ярыгина ЕН, Афанасьева ОЮ, Огонян ЕА. Взаимосвязь типа жевания с морфометрическими параметрами головы и лица. *Стоматология детского возраста и профилактика*. 2025;25(2):151-158. DOI: 10.33925/1683-3031-2025-906

**\*Автор, ответственный за связь с редакцией:** Македонова Юлия Алексеевна, заведующая кафедрой стоматологии института непрерывного медицинского и фармацевтического образования Волгоградский государственный медицинский университет, 400066, пл. Павших Борцов, д. 1, г. Волгоград, Российская Федерация. Для переписки: mihai-m@yandex.ru

**Конфликт интересов:** Авторы декларируют отсутствие конфликта интересов.

**Финансирование:** Исследование выполнено в рамках реализации гранта Администрации Волгоградской области – соглашение №1 – 2024.

**Благодарности:** Индивидуальные благодарности для декларирования отсутствуют.

---

## Correlation between masticatory pattern and craniofacial morphometric parameters

I.V. Didenko, V.V. Shkarin, S.V. Dmitrienko, Yu.A. Makedonova\*,  
E.N. Yarygina, O.Yu. Afanaseva, E.A. Ogonyan

*Volgograd State Medical University, Volgograd, Russian Federation*

## ABSTRACT

**Relevance.** Craniofacial morphometric parameters are known to influence the characteristics of the masticatory muscles. Previous studies have demonstrated that cranial dimensions affect the structure and function of the masticatory musculature. However, there is a lack of data on the relationship between cranial morphology and the electromyographic activity of masticatory muscles—specifically, the temporalis muscle, which tends to show higher activity in children with a dolichocephalic head shape, and the masseter muscle, which is typically more developed

in brachycephalic individuals. The present study aimed to assess the correlation between craniofacial morphometric characteristics and masticatory muscle activity patterns using surface electromyographic (EMG) analysis.

**Materials and methods.** The study involved 32 children aged 7 to 12 years. Each participant underwent a comprehensive clinical examination and surface electromyographic (EMG) assessment of the masseter and temporalis muscles to evaluate their functional activity.

**Results.** A mixed masticatory pattern was identified in 56.3% of participants, a temporalis-dominant pattern in 18.8%, and a masseter-dominant pattern in 24.9%. An indirect inverse correlation was observed between craniofacial morphometric parameters and the Statistical Stabilizing Occlusion Index — a calculated EMG parameter reflecting the spatial position of the functional center of masticatory muscle activity. The Pearson correlation coefficient was 0.92. As cranial index values increased, the Statistical Stabilizing Occlusion Index decreased, indicating a shift in the functional muscle activation center.

**Conclusion.** The study demonstrated a correlation between masticatory muscle activity patterns and craniofacial morphometric characteristics in children. These findings should be considered in the functional diagnosis and treatment planning of pediatric patients. Early intervention to correct masticatory muscle function may contribute to the prevention of certain dentofacial disorders.

**Keywords:** masticatory pattern, surface electromyography (sEMG), pediatric patients, children, mixed dentition

**For citation:** Didenko IV, Shkarin VV, Dmitrienko SV, Makedonova YuA, Yarygina EN, Afanasyeva OYu, Ogonyan EA. Correlation between masticatory pattern and craniofacial morphometric parameters. *Pediatric dentistry and dental prophylaxis*. 2025;25(2):151-158. (In Russ.). DOI: 10.33925/1683-3031-2025-906

**\*Corresponding author:** Yulia A. Makedonova, Head of the Department of Dentistry, Institute of Continuing Medical and Pharmaceutical Education, Volgograd State Medical University, 1 Pavshih Bortsov Sq., Volgograd, Russian Federation, 400066, 170100. For correspondence: mihai-m@yandex.ru

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

**Funding:** The study was carried out within the framework of the Volgograd Oblast Administration Grant – Agreement No.1 – 2024.

**Acknowledgments:** There are no individual acknowledgments to declare.

## ВВЕДЕНИЕ

Обследование стоматологического пациента включает в себя клинический осмотр и анализ полученных субъективных и объективных симптомов, их взаимосвязи, динамическое наблюдение за больными, изучение и логическое понимание факторов-предикторов возникновения и развития какой-либо патологии [1].

Сбор анамнеза жизни и анамнеза развития заболевания являются важной информацией, являются актуальным аспектом в практике врача-стоматолога. На основании полученных данных врач может поставить предположительный диагноз, выявить определенный признак болезни. Однако в стоматологической практике большую ценность представляют собой объективные методы основных и дополнительных методов обследования [2].

При проведении осмотра оценивают внешний вид пациента, соматическое и психологическое состояние, соответствие биологического возраста паспортному. Важно оценить походку и координацию движений, уже по этим параметрам можно судить о состоянии здоровья. Отмечается корреляционная взаимосвязь между особенностями строения лица, головы и его морфологической конституцией в целом [3].

Лицо пациента осматривают в анфас, профиль, составляют фотопротокол. Выявляют асимметрию лица. Определяют линию смыкания губ, выраженность носогубных складок, наличие первичных и вторичных элементов поражения красной каймы

губ, свищей или рубцов на лице. Определяют степень открывания рта, функциональную активность жевательной мускулатуры и височно-нижнечелюстного сустава. Для определения кефалометрических показателей определяют стандартные точки:

- gl-ops – измерение длины головы в саггитальном направлении;
- eu-eu – ширина головы;
- zy-zy – ширина лица;
- tr – n – точка пересечения срединной плоскости с лобно-носовым швом;
- n-gn – высота лица;
- n-sn – назальная часть лица;
- sn-pgn – высота от субспинальной точки до подбородочной точки;
- sn-gn – нижняя часть лица;
- sn-sto – высота от субспинальной точки до линии смыкания губ;
- sto-spm – высота зубоальвеолярной части нижней челюсти;
- sn-spm – субспинальная точка;
- sto-pgn – средняя точка между верхней и нижней губой;
- t-sn – высота лобной части лица;
- t-t – ширина лица между козелковыми точками;
- ГГЧЛ – глубина гнатической части лица [4].

Строение мозгового черепа, жевательной, мимической и дыхательной мускулатуры формирует типы лица [5]. Особенности краниофациального комплекса влияют на тип жевания. Определение типа жевания зависит от функциональной активности жева-



тельной мускулатуры [6]. При исследовании мышц челюстно-лицевой области применяют визуальную оценку, пальпаторную алгометрию для определения тонуса, болезненности, наличия уплотнений. Интенсивность и скорость жевания, уровень развития жевательных и височных мышц влияет на формирование физиологического вида прикуса. В настоящее время выделяют три жевательных типа: массетериальный, темпоральный и смешанный. Определить тип жевания можно по анатомическим особенностям и функциональным признакам – при проведении клинического осмотра, по выполнению пациентом жевательных движений и даже по уровню физиологического стирания первых постоянных моляров [7]. Одним из объективных достоверных методов дополнительного обследования, позволяющий определить функциональную активность жевательной/височной мышц является электромиографическое обследование. Путем анализа электромиограммы на втором этапе обследования определяют индекс симметрии жевательных мышц (ИСЖМ), индекс симметрии височных мышц (ИСВМ), торсионный индекс – средние значения соотношения височной мышцы и жевательной мышц справа и слева (ТОРС) и массинерционный центр – соотношение жевательных мышц к височным [8, 9]. Измерение данных значений отражает функциональную активность и уровень развития жевательных и височных мышц [10], что как раз является преобладающим фактором при определении типа жевания.

**Цель исследования** – с помощью корреляционного анализа клинических и электромиографических значений определить взаимосвязь типа жевания с морфометрическими параметрами головы и лица.

## МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

В обследовании приняли участие 32 пациента в возрасте от 7 до 12 лет, средний возраст которых составил  $9,2 \pm 1,1$  лет. Формирование клинической группы производилось в строгом соответствии с критериями включения/невключения/исключения (рис. 1).

Обследование пациентов выполнено в соответствии с рекомендациями Национального руководства «Детская терапевтическая стоматология» авторов В. К. Леонтьев, Л. П. Кисельникова (2021 г.) [11].

При проведении внешнего осмотра определяли наличие асимметрии лица, пальпацию лимфатических узлов проводили для исключения воспалительных явлений. Выполнено клиническое обследование с измерением кефалометрических показателей (рис. 2).

Фотопротокол состоял из серии стандартных фотографий: фас, профиль, линия улыбки, виды верхней и нижней челюсти, окклюзия.

Электромиографическое обследование выполнено на электромиографе Synapsys в четырехканальной конфигурации. В стоматологическом кресле дети сидели самостоятельно или на коленях у родителей в спокойном состоянии. Электроды фиксировали в точках наибольшего напряжения в области обследуемых мышц на расстоянии не менее 1 см друг от друга (рис. 3).

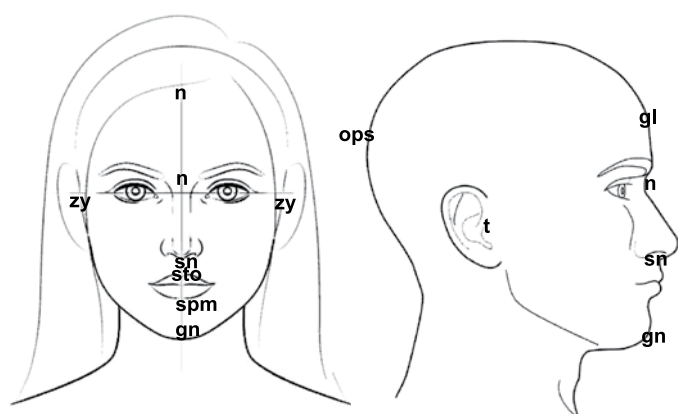
Анализ биоэлектрической активности жевательной мускулатуры проводился стандартной методикой при проведении пробы «Напряжение». Для исключения влияния окклюзионного компонента разобщение зубных рядов проведен с помощью ватных валиков, наложенных на зубы нижней челюсти. Электромиограммы регистрировались на персональном компьютере с помощью программного обеспечения. Определяли среднюю амплитуду жевательной и височной мышц, индекс симметрии жевательных и височных мышц (ИСЖМ, ИСВМ), торсионный индекс (ТОРС) рассчитывался путем соотношения жевательных и височных мышц справа и слева и определялась преобладание той или иной группы по формулам: до 100% –  $TdMs \rightarrow TsMd$ , свыше 100% –  $TsMd > TdMs$ ; массинерционный центр (ИССО) – до 100% –  $M > T$ , свыше 100% –  $T > M$ .

Для статистической оценки результатов исследования использовались методы математической статистики, персональный компьютера и программы Microsoft Excel (2006) и Stat Soft Statistica v10.0. Использовалась описательная статистика, рассчитывались средние арифметические величины ( $M$ ), средняя ошибка ( $\pm m$ ), критерий Стьюдента ( $t$ ), отражающий

Критерии включения	Критерии неключения	Критерии исключения
<ul style="list-style-type: none"> <li>Информированное добровольное согласие родителей на прохождение всего объема исследований, предусмотренных протоколом.</li> <li>Лица в возрасте 6-12 лет.</li> <li>Отсутствие острых соматических заболеваний.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Наличие воспалительных процессов в челюстно-лицевой области (абсцессы, флегмоны).</li> <li>Наличие злокачественных новообразований.</li> <li>Заболевания ВНЧС.</li> <li>Лица младше 7 лет и старше 12 лет.</li> <li>Социально незащищенные слои населения (дети-сироты).</li> <li>Отсутствие информированного согласия.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Несоблюдение пациентом рекомендаций врача.</li> <li>Отказ пациента/родителя от дальнейшего исследования.</li> </ul>

**Рис. 1.** Критерии включения/невключения/исключения

**Fig. 1.** Criteria for inclusion, non-inclusion, and exclusion



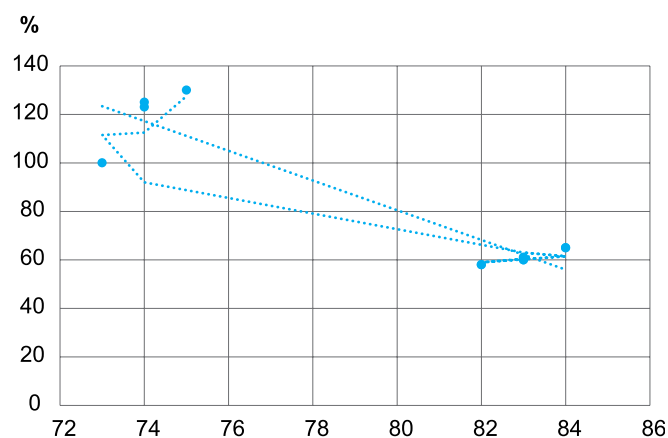
**Рис. 2.** Визуализация кефалометрических точек на лице (объяснения в тексте)

**Fig. 2.** Cephalometric landmarks illustrated on the face (details provided in the text)



**Рис. 3.**  
Пациент Л., 9 лет,  
демонстрация проведения  
электромиографического  
обследования

**Fig. 3.**  
Surface  
electromyographic (sEMG)  
recording in a 9-year-old  
patient (L.)



**Рис. 4.** Корреляционный анализ между определением черепного индекса и массинерционного центра (ИССО)

**Fig. 4.** Correlation analysis between cranial index and the Statistical Stabilizing Occlusion Index (SSOI)

достоверность разницы между группами ( $p$ ). Корреляционный анализ выполнен путем расчета коэффициента Пирсона. Статистически достоверными считали различия при  $p < 0,05$  и при  $p < 0,01$ ;  $t \geq 2$ .

## РЕЗУЛЬТАТЫ

У всех детей в 100% случаях асимметрии лица не выявлена, общее физическое развитие соответствовало возрасту. Лимфатические узлы не увеличены, при пальпации жевательной мускулатуры пациенты не предъявляли жалобы на боль, уплотнений не выявлено. У 6 (18,8%) детей определялась долихоцефалическая форма головы, у 18 (56,3%) – мезоцефалическая, у 8 (24,9%) – брахицефалическая форма головы. При анализе морфометрических параметров получены следующие значения (табл. 1).

Следует отметить, что морфометрические значения у мальчиков и девочек не имели статистически значимой разницы в полученных показателях.

При проведении электромиографического обследования по ряду параметров получена статистическая значимость различий. Так, при определении средней амплитуды жевательной мышцы у 8 человек составила  $253,9 \pm 25,6$  мкВ, височной – в 3,8 раза меньше,  $66,1 \pm 13,6$  мкВ, ИСЖМ –  $88,9 \pm 7,3\%$ , ИСВМ –  $98,7 \pm 16,9\%$ , торсионный индекс –  $100,8 \pm 9,1$ . Массинерционный центр (ИССО) характеризовал преобладание работы жевательных мышц над височными и составил  $55,9 \pm 6,3\%$ . Высокая функциональная активность жевательной мускулатуры свидетельствовала о том, что у данных обследуемых преобладал массетериальный тип жевания.

У 6 детей выявлена повышенная биоэлектрическая активность височных мышц, средняя амплитуда которой составила  $589,6 \pm 65,9$  мкВ, жевательной – в 6,3 раза меньше,  $93,8 \pm 18,9$  мкВ,  $p < 0,05$ . ИСВМ –  $16,9 \pm 3,1\%$ , ИСЖМ –  $39,6 \pm 2,8\%$ , ИССО –  $124,6 \pm 16,9\%$ , ТОРС –  $77,6 \pm 14,2\%$ . Среднее значение массинерционного центра отражало повышенную функциональную активность височных мышц, что свидетельствует о темпоральном типе жевания.

У 18 пациентов средняя амплитуда жевательной мышцы составила  $78,9 \pm 2,9$  мкВ, височной –  $57,3 \pm 3,6$  мкВ, ИСВМ –  $12,3 \pm 2,9\%$ , ИСЖМ –  $21,3 \pm 2,1\%$ , ИССО –  $15,8 \pm 2,3\%$ , ТОРС –  $15,1 \pm 1,9\%$ . Усредненные значения и равномерное распределение нагрузки между жевательными и височными мышцами справа и слева отражали смешанный тип жевания.

На основании измерения морфометрических параметров головы и лица по размерам формы головы черепной индекс у мезоцефалов составил  $79,1 \pm 0,1$ , у брахицефалов –  $83,1 \pm 0,3$ , у долихоцефалов –  $74,9 \pm 0,2$ . При проведении корреляционного анализа выявлена определенная закономерность: чем выше черепной индекс, тем ниже значения массинерционного центра, отражающего преобладание жевательной или височной мышцы (рис. 4).

**Таблица 1.** Морфометрические параметры головы и лица по гендерному признаку**Table 1.** Sex-based differences in craniofacial morphometric parameters

Морфометрические параметры (мм) Morphometric parameters (mm)	Мальчики Boys	Девочки Girls
gl-ops	182,8 ± 2,9	181,9 ± 3,1
eu-eu	146,7 ± 2,6	145,1 ± 3,3
zy-zy	135,9 ± 3,1	133,9 ± 2,9
tr - n	74,4 ± 3,2	72,9 ± 2,8
n-gn	119,0 ± 2,5	113,5 ± 2,2
n-sn	54,9 ± 1,1	52,9 ± 1,1
sn-pgn	58,7 ± 1,1	56,9 ± 1,1
sn-gn	62,9 ± 1,1	60,4 ± 1,2
sn-sto	20,1 ± 1,1	18,9 ± 0,9
sto-spm	20,3 ± 1,1	19,7 ± 1,2
sn-spm	39,8 ± 1,1	38,9 ± 1,1
sto-pgn	39,7 ± 1,2	37,9 ± 1,1
t-sn	118,9 ± 2,3	116,9 ± 2,1
t-t	139,8 ± 3,1	136,1 ± 3,9
ГЧЛ	95,9 ± 1,3	96,1 ± 1,2

Выявлена обратная опосредованная взаимосвязь между черепным индексом, определяемым с помощью морфометрического исследования, и массинерционным центром, отражающим функциональную активность жевательной или височной мышцы. Расчет коэффициента Пирсона отразил идеальную отрицательную линейную зависимость, и он составил 0,92. Отрицательное значение свидетельствует о том, что при увеличении черепного индекса пропорционально уменьшается среднее значение ИССО, переменные движутся в противоположных направлениях.

## ОБСУЖДЕНИЕ

При проведении обследования у 18 (56,3%) из 32 детей отмечалась мезоцефалическая форма головы, черепной индекс составил  $79,1 \pm 0,1$ . По данным электромиографического обследования не выявлена

равномерная функциональная активность жевательной и височной мышц, без преобладания какой-либо с правой и с левой сторон. Анализ полученных значений соответствовал смешанному типу жевания. У 6 детей черепной индекс составил  $74,9 \pm 0,2$ , при этом отмечалась повышенная функциональная активность височных мышц, их преобладание над жевательными, ИССО –  $124,6 \pm 16,9\%$ . При определении морфометрических параметров и их сопоставлении с результатами электромиографического обследования форма головы определялась как долихоцефалическая, темпоральный тип жевания. В 8 случаях среднее значение черепного индекса равнялись  $83,1 \pm 0,3$ , ИССО –  $55,9 \pm 6,3\%$ . Преобладание работы жевательных мышц над височными, повышенная их биоэлектрическая активность характеризовала массетериальный тип жевания. При проведении корреляционного анализа выявлена обратная опосредованная взаимосвязь, при уменьшении ИССО наблюдалось увеличение черепного индекса, и, наоборот, при увеличении ИССО отмечалась закономерность уменьшения черепного индекса, коэффициент Пирсона составил  $-0,92$ . Следует отметить, что при определении морфометрических параметров в соответствии с определяемыми точками, у лиц мужского и женского пола не имели статистически значимой разницы различий, следовательно, при проведении электромиографического обследования полученные данные обобщались и не рассматривались нами в рамках полового диморфизма.

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В данном исследовании изучена взаимосвязь типа жевания с морфометрическими параметрами головы и лица. Тип жевания определялся путем анализа данных клинического и электромиографического методов обследования. Выявлена обратная опосредованная взаимосвязь между значениями черепного индекса и массинерционного центра, характеризующего преобладание работы жевательных или височных мышц. Данную закономерность необходимо учитывать при ведении детей на стоматологическом приеме. Своевременная коррекция работы жевательной мускулатуры позволит предотвратить развитие ряда стоматологических заболеваний.

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Ширяева ТВ, Оборотилов НЮ, Мураев АА. Цифровой анализ морфофункционального состояния зубочелюстной системы у пациентов с дистальной окклюзией до и после лечения аппаратом Твин блок. *Стоматология детского возраста и профилактика*. 2022;22(4):261-268 (In Russ.).

doi: 10.33925/1683-3031-2022-22-4-261-268

2. Makedonova YuA, Gavrikova LM, Kabytova MV, Dyachenko DY, Kurkina ON, Dyachenko SV, et al. Development and implementation of digital technologies

in dental practice. *Journal of International Dental and Medical Research*. 2022;14(2):641-649. Режим доступа:

[https://www.researchgate.net/publication/364827911\\_Development\\_and\\_Implementation\\_of\\_Digital\\_Technologies\\_in\\_Dental\\_Practice](https://www.researchgate.net/publication/364827911_Development_and_Implementation_of_Digital_Technologies_in_Dental_Practice)

3. Küchler EC, Meger MN, Ayumi Omori M, Gerber JT, Carneiro Martins Neto E, Silva Machado NCD, et al. Association between oestrogen receptors and female temporomandibular disorders. *Acta Odontol Scand*. 2020;78(3):181-188.

doi: 10.1080/00016357.2019.1675904

4. Доменюк ДА, Давыдов БН, Порфириадис МП, Будайчиев ГМА. Изменчивость кефалометрических показателей у мужчин и женщин с мезоцефалической формой головы и различными конституциональными типами лица (Часть I). *Институт стоматологии*. 2018;(1):70-73. Режим доступа:

<https://instom.spb.ru/catalog/article/12002/>

5. Давыдов БН, Доменюк ДА, Дмитриенко СВ, Коробкеев АА, Арутюнова АГ. Морфологические особенности строения лицевого скелета и клинодиагностические подходы к лечению зубочелюстных аномалий у детей в период раннего сменного прикуса. *Стоматология детского возраста и профилактика*. 2019;19(1):26-38.

doi: 10.33925/1683-3031-2019-19-69-26-38

6. Давыдов БН, Кочконян ТС, Доменюк ДА, Дмитриенко ТД. Индивидуальная анатомическая изменчивость зубных дуг в периоде сменного прикуса при оптимальных окклюзионных соотношениях. *Медицинский алфавит*. 2022;(7):86-94.

doi: 10.33667/2078-5631-2022-7-86-94

7. Македонова ЮА, Воробьев АА, Павлова-Адамович АГ, Осыко АН, Порошин АВ. Взаимосвязь типа лица и состояния жевательной мускулатуры у детей

с ДЦП. *Стоматология детского возраста и профилактика*. 2023;23(1):22-27.

doi: 10.33925/1683-3031-2023-586

8. Szyszka-Sommerfeld L, Machoy M, Lipski M, Woźniak K. The Diagnostic Value of Electromyography in Identifying Patients With Pain-Related Temporomandibular Disorders. *Front Neurol*. 2019;10:180.

doi: 10.3389/fneur.2019.00180

9. Ohlmann B, Waldecker M, Leckel M, Bömicke W, Behnisch R, Rammelsberg P, et al. Correlations between Sleep Bruxism and Temporomandibular Disorders. *J Clin Med*. 2020;9(2):611.

doi: 10.3390/jcm9020611

10. Олесов ЕЕ, Екушева ЕВ, Иванов АС, Олесова ВН, Заславский РС, Попов АА. Особенности результатов электромиографии мышц челюстно-лицевой области и психологического обследования у лиц стрессогенных профессий. *Клиническая стоматология*. 2020;3(95):108-112.

doi: 10.37988/1811-153X\_2020\_3\_108

## REFERENCES

1. Shiryayeva TV, Oborotistov NYu, Muraev AA. Digital analysis of stomatognathic system morphofunctional condition in patients with distal occlusion before and after treatment with the twin block appliance. *Pediatric dentistry and dental prophylaxis*. 2022;22(4):261-268 (In Russ.).

doi: 10.33925/1683-3031-2022-22-4-261-268

2. Makedonova YuA, Gavrikova LM, Kabytova MV, Dyachenko DYU, Kurkina ON, Dyachenko SV, et al. Development and implementation of digital technologies in dental practice. *Journal of International Dental and Medical Research*. 2022;14(2):641-649. Available from:

[https://www.researchgate.net/publication/364827911\\_Development\\_and\\_Implementation\\_of\\_Digital\\_Technologies\\_in\\_Dental\\_Practice](https://www.researchgate.net/publication/364827911_Development_and_Implementation_of_Digital_Technologies_in_Dental_Practice)

3. Kuchler EC, Meger MN, Ayumi Omori M, Gerber JT, Carneiro Martins Neto E, Silva Machado NCD et al. Association between oestrogen receptors and female temporomandibular disorders. *Acta Odontol Scand*. 2020;78(3):181-188.

doi: 10.1080/00016357.2019.1675904

4. Domenyuk DA, Davydov BN, Dmitrienko SV, Porfyriadis MP, Budaychiev GMA. Variability of cephalometric indices in men and women with mesocephalic form of the head and various constitutional types of face. *The Dental Institute*. 2018;(1):70-73 (In Russ.). Available from:

<https://instom.spb.ru/catalog/article/12002/>

5. Davydov BN, Domenyuk DA, Dmitrienko SV, Korobkeev AA, Arutyunova AG. Morphological peculiarities of facial skelet structure and clinical and diagnostic approaches to the treatment of dental anomalies in children in the period of early change. *Pediatric dentistry*

*and dental prophylaxis*. 2019;19(1):26-38 (In Russ.).

doi: 10.33925/1683-3031-2019-19-69-26-38

6. Davydov BN, Kochkonyan TS, Domenyuk DA, Dmitrienko TD, Domenyuk SD. Individual anatomical variability of dental arches in the period of mixed dentition with optimal occlusal ratios. *Medical alphabet*. 2022;(7):86-94 (In Russ.).

doi: 10.33667/2078-5631-2022-7-86-94

7. Makedonova YuA, Vorobev AA, Pavlova-Adamovich AG, Osyko AN, Poroshin AV. The relationship between the facial type and the state of chewing muscles in children with cerebral palsy. *Pediatric dentistry and dental prophylaxis*. 2023;23(1):56-61 (In Russ.).

doi: 10.33925/1683-3031-2023-586

8. Szyszka-Sommerfeld L, Machoy M, Lipski M, Woźniak K. The Diagnostic Value of Electromyography in Identifying Patients With Pain-Related Temporomandibular Disorders. *Front Neurol*. 2019;10:180.

doi: 10.3389/fneur.2019.00180

9. Ohlmann B, Waldecker M, Leckel M, Bömicke W, Behnisch R, Rammelsberg P, et al. Correlations between Sleep Bruxism and Temporomandibular Disorders. *J Clin Med*. 2020;9(2):611.

doi: 10.3390/jcm9020611

10. Olesov EE, Ekusheva EV, Ivanov AS, Olesova VN, Zaslavsky RS, Popov AA. Features of the results of electromyography of muscles of the maxillofacial region and psychological examination in persons of stressed professions. *Clinical Dentistry (Russia)*. 2020;3(95):108-112 (In Russ.).

doi: 10.37988/1811-153X\_2020\_3\_108

## СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ

**Диденко Ирина Васильевна**, аспирант кафедры стоматологии института непрерывного медицинского и фармацевтического образования Волгоградского государственного медицинского университета, Волгоград, Российская Федерация

Для переписки: [uliiia.makedonova@volgmed.ru](mailto:uliiia.makedonova@volgmed.ru)

ORCID: <https://orcid.org/0009-0002-0756-4186>

**Шкарин Владимир Вячеславович**, доктор медицинских наук, профессор, заведующий кафедрой общественного здоровья и здравоохранения института непрерывного медицинского и фармацевтического образования Волгоградского государственного медицинского университета, Волгоград, Российская Федерация

Для переписки: [post@volgmed.ru](mailto:post@volgmed.ru)

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-7520-7781>

**Дмитриенко Сергей Владимирович**, заведующий кафедрой ортопедической стоматологии и ортодонтии Института непрерывного медицинского и фармацевтического образования Волгоградского государственного медицинского университета, Волгоград, Российская Федерация

Для переписки: [s.v.dmitrienko@pmedpharm.ru](mailto:s.v.dmitrienko@pmedpharm.ru)

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-1785-194X>

**Автор, ответственный за связь с редакцией:**

**Македонова Юлия Алексеевна**, доктор медицинских наук, профессор, заведующий кафедрой стоматологии института непрерывного медицин-

ского и фармацевтического образования Волгоградского государственного медицинского университета, Волгоград, Российская Федерация

Для переписки: [mihai-m@yandex.ru](mailto:mihai-m@yandex.ru)

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-5546-8570>

**Ярыгина Елена Николаевна**, кандидат медицинских наук, доцент, заведующий кафедрой хирургической стоматологии и челюстно-лицевой хирургии Волгоградского государственного медицинского университета, Волгоград, Российская Федерация

Для переписки: [elyarygina@yandex.ru](mailto:elyarygina@yandex.ru)

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-8478-9648>

**Огонян Елена Александровна**, кандидат медицинских наук, доцент кафедры стоматологии института непрерывного медицинского и фармацевтического образования Волгоградского государственного медицинского университета, Волгоград, Российская Федерация

Для переписки: [ogonyan111@mail.ru](mailto:ogonyan111@mail.ru)

ORCID: <https://orcid.org/0009-0007-0493-3763>

**Афанасьева Ольга Юрьевна**, кандидат медицинских наук, доцент кафедры стоматологии института непрерывного медицинского и фармацевтического образования Волгоградского государственного медицинского университета, Волгоград, Российская Федерация

Для переписки: [afanaseva-olga75@mail.ru](mailto:afanaseva-olga75@mail.ru)

ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-8577-2939>

## INFORMATION ABOUT THE AUTHORS

**Irina V. Didenko, DMD, PhD** student, Department of Dentistry, Institute of Continuing Medical and Pharmaceutical Education, Volgograd State Medical University, Volgograd, Russian Federation

For correspondence: [iuliiia.makedonova@volgmed.ru](mailto:iuliiia.makedonova@volgmed.ru)

ORCID: <https://orcid.org/0009-0002-0756-4186>

**Vladimir V. Shkarin, MD, PhD, DSc, Professor**, Head of the Department of Health and Healthcare Management, Institute of Continuing Medical and Pharmaceutical Education, Volgograd State Medical University, Volgograd, Russian Federation

For correspondence: [post@volgmed.ru](mailto:post@volgmed.ru)

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-7520-7781>

**Sergey V. Dmitrienko, DMD, PhD, DSc, Professor**, Head of the Department of Dentistry, Faculty of Postgraduate Education, Volgograd State Medical University, Volgograd, Russian Federation

For correspondence [s.v.dmitrienko@pmedpharm.ru](mailto:s.v.dmitrienko@pmedpharm.ru)

ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-6955-2872>

**Corresponding author:**

**Yulia A. Makedonova, DMD, PhD, DSc**, Head of the Department of Dentistry, Institute of Continuing Medical and Pharmaceutical Education, Volgograd State Medical University, Volgograd, Russian Federation, Volgograd, Russian Federation

For correspondence: [mihai-m@yandex.ru](mailto:mihai-m@yandex.ru)

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-5546-8570>

**Elena N. Yarygina, DDS, PhD**, Head of the Department of Surgical Dentistry and Maxillofacial Surgery, Volgograd State Medical University, Volgograd, Russian Federation

For correspondence: [elyarygina@yandex.ru](mailto:elyarygina@yandex.ru)

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-8478-9648>

**Elena A. Ogonyan, DMD, PhD**, Associate Professor, Department of Dentistry, Institute of Continuing Medical and Pharmaceutical Education, Volgograd State Medical University, Volgograd, Russian Federation

For correspondence: [ogonyan111@mail.ru](mailto:ogonyan111@mail.ru)

ORCID: <https://orcid.org/0009-0007-0493-3763>

**Olga Yu. Afanaseva, DMD, PhD**, Associate Professor, Department of Dentistry, Institute of Continuing Medical and Pharmaceutical Education, Volgograd State Medical University, Volgograd, Russian Federation

For correspondence: [afanaseva-olga75@mail.ru](mailto:afanaseva-olga75@mail.ru)

ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-8577-2939>

**Поступила / Article received 11.04.2025**

**Поступила после рецензирования / Revised 12.05.2025**

**Принята к публикации / Accepted 16.05.2025**



**Вклад авторов в работу.** Все авторы подтверждают соответствие своего авторства международным критериям ICMJE, а также согласны принять на себя ответственность за все аспекты работы. Диденко И. В. – проведение исследования, написание черновика рукописи; Шкарин В. В. – научное руководство, административное руководство исследовательским проектом; Дмитриенко С. В. – валидация результатов, курирование данных, формальный анализ; Македонова Ю. А. – научное руководство, разработка концепции, получение финансирования; Ярыгина Е. Н. – проведение исследования, формальный анализ; Афанасьева О. Ю. – проведение исследования, разработка методологии; Огонян Е. А. – визуализация.

**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. Didenko I. V. – investigation, writing, original draft preparation; Shkarin V. V. – supervision, project administration; Dmitrienko S. V. – validation, data curation, formal analysis; Makedonova Yu. A. – resources, conceptualization, funding acquisition, writing, review and editing; Yarygina E. N. – investigation, formal analysis; Afanasyeva O. Yu. – investigation, methodology; Ogonyan E. A. – visualization.

## ПАРОДОНТОЛОГИЯ

Рецензируемый научно-практический журнал, издается с 1996 года. Журнал включен в Перечень ведущих научных изданий ВАК РФ и базу данных Russian Science Citation Index на платформе **Web of Science**.

**ИМПАКТ-ФАКТОР РИНЦ – 1,43**

**ПОДПИСНОЙ ИНДЕКС В КАТАЛОГЕ  
«УРАЛ-ПРЕСС» ВН018904**



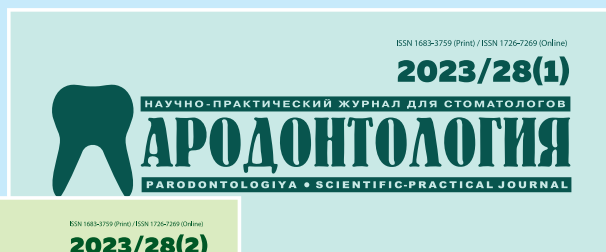
РОССИЙСКАЯ  
ПАРОДОНТОЛОГИЧЕСКАЯ  
АССОЦИАЦИЯ

## СТОМАТОЛОГИЯ ДЕТСКОГО ВОЗРАСТА И ПРОФИЛАКТИКА

Рецензируемый, включенный в перечень ведущих научных журналов и изданий ВАК РФ, ежеквартальный журнал.

**ИМПАКТ-ФАКТОР РИНЦ – 0,85**

**ПОДПИСНОЙ ИНДЕКС В КАТАЛОГЕ  
«УРАЛ-ПРЕСС» ВН002232**





# Создание физико-математической модели дистракционного остеогенеза с целью совершенствования лечения трансверзальных зубочелюстных аномалий в детском возрасте

Д.Р. Миннахметова<sup>1</sup>, О.З. Топольницкий<sup>1</sup>, А.Д. Дудецкий<sup>2</sup>,  
И.М. Панченко<sup>3</sup>, Е.Е. Глухонемых<sup>2</sup>, А.А. Баринава<sup>2</sup>, Е.Е. Агошкова<sup>2</sup>,  
А.М. Рябчикова<sup>3</sup>, А.А. Калитник<sup>3</sup>, И.А. Ходаковский<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Российский университет медицины, Москва, Российская Федерация

<sup>2</sup>МИРЭА – Российский технологический университет, Москва, Российская Федерация

<sup>3</sup>Московский физико-технический институт (национальный исследовательский университет), Москва, Российская Федерация

## АННОТАЦИЯ

**Актуальность.** Большое разнообразие методов лечения зачастую ставит специалистов в тупик перед выбором тактики лечения пациента. Создание физико-математической модели позволило изучить биомеханику расширения верхней челюсти для проведения выбора правильной тактики лечения.

**Материалы и методы.** На основании анализа данных КТ челюстно-лицевой области разработан метод физико-математического моделирования дистракционного остеогенеза, предназначенный для изучения биомеханики расширения верхней челюсти и планирования оперативного вмешательства в рамках челюстно-лицевой хирургии.

**Результаты.** Создана физико-математическая модель дистракционного остеогенеза, отображающая биомеханику расширения верхней челюсти при проведении дистракционного остеогенеза, что позволило планировать оперативное вмешательство и учесть риск возникновения рецидива.

**Закключение.** Моделирование успешно применено для совершенствования лечения трансверзальных зубочелюстных аномалий в детском возрасте с применением метода дистракционного остеогенеза.

**Ключевые слова:** физико-математическая модель, дистракционный остеогенез, планирование оперативного вмешательства

**Для цитирования:** Миннахметова ДР, Топольницкий ОЗ, Дудецкий АД, Панченко ИМ, Глухонемых ЕЕ, Баринава АА, Агошкова ЕЕ, Рябчикова АМ, Калитник АА, Ходаковский ИА Создание физико-математической модели дистракционного остеогенеза с целью совершенствования лечения трансверзальных зубочелюстных аномалий в детском возрасте. *Стоматология детского возраста и профилактика*. 2025; 25(2):159-170. DOI: 10.33925/1683-3031-2025-910

**\*Автор, ответственный за связь с редакцией:** Миннахметова Диана Робертовна, кафедра детской челюстно-лицевой хирургии, Российский университет медицины, 127006, ул. Долгоруковская, д. 4, г. Москва, Российская Федерация. Для переписки: dianamin@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.

## Development of a physicomathematical model of distraction osteogenesis to improve the treatment of transverse dentofacial anomalies in pediatric patients

D.R. Minnakhmetova<sup>1</sup>, O.Z. Topolnitsky<sup>1</sup>, A.D. Dudetsky<sup>2</sup>, I.M. Panchenko<sup>3</sup>, E.E. Glukhonemykh<sup>2</sup>,  
A.A. Barinova<sup>2</sup>, E.E. Agoshkova<sup>2</sup>, A.M. Ryabchikova<sup>3</sup>, A.A. Kalitnik<sup>3</sup>, I.A. Khodakovskiy<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Russian University of Medicine, Moscow, Russian Federation

<sup>2</sup>MIREA – Russian Technological University, Moscow, Russian Federation

<sup>3</sup>Moscow Institute of Physics and Technology (National Research University), Moscow, Russian Federation

## ABSTRACT

**Relevance.** The wide range of available treatment methods often complicates the selection of an appropriate therapeutic strategy. The developed physicomathematical model enabled investigation of maxillary expansion biomechanics and supported the selection of an appropriate treatment approach.

**Materials and methods.** Based on an analysis of craniofacial computed tomography (CT) data, a physicomathematical modeling method for distraction osteogenesis was developed to study the biomechanics of maxillary expansion and to facilitate surgical planning in maxillofacial surgery.

**Results.** A physicomathematical model of distraction osteogenesis was developed that simulates the biomechanics of maxillary expansion during the distraction process. This model supports surgical planning and enables assessment of relapse risk.

**Conclusion.** The proposed modeling approach proved effective in optimizing treatment planning for transverse dentofacial anomalies in pediatric patients undergoing distraction osteogenesis.

**Keywords:** physicomathematical model, distraction osteogenesis, surgical planning

**For citation:** Minnakhmetova DR, Topolnitsky OZ, Dudetsky AD, Panchenko IM, Glukhonemye EE, Barinova AA, Agoshkova EE, Ryabchikova AM, Kalitnik AA, Khodakovskiy IA. Development of a physicomathematical model of distraction osteogenesis to improve the treatment of transverse dentofacial anomalies in pediatric patients. *Pediatric dentistry and dental prophylaxis*. 2025;25(2):159-170. (In Russ.). DOI: 10.33925/1683-3031-2025-910

**\*Corresponding author:** Diana R. Minnakhmetova, Department of Pediatric Maxillofacial Surgery, Russian University of Medicine, Dolgorukovskaya St., 4, Moscow, Russian Federation, 127006. For correspondence: dianaminn@mail.ru

**Conflict of interests:** O. Z. Topolnitsky, 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 interest.

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

## ВВЕДЕНИЕ

В детском возрасте встречаемость зубочелюстных аномалий среди остальных патологий челюстно-лицевой области колеблется от 39 до 78%, по данным разных авторов. Трансверзальные зубочелюстные аномалии занимают от 8 до 47% от всех зубочелюстных аномалий в разные возрастные периоды. Аномалии в трансверзаной плоскости чаще всего представлены сужением верхней челюсти, нижней челюсти или же обеих челюстей. Немаловажным фактом является то, что трансверзальные зубочелюстные аномалии чаще идут в сочетании с другими плоскостями, а сочетанные зубочелюстные аномалии значительно усложняют диагностику и удлиняют план лечения данной группы пациентов [1, 2].

Существует много вариантов лечения трансверзальных зубочелюстных аномалий, что иногда вводит в ступор не только молодых врачей, но и опытных специалистов [3].

Выбор метода лечения необходимо проводить, опираясь на степень сужения челюсти и возраст пациента, а также стадию формирования срединного небного шва [4].

При наличии незначительного, до 5 мм, сужения верхней челюсти возможно проведение ортодонтического лечения с помощью брекет-системы, при этом расширение верхнего зубного ряда происходит за счет наклона зубов и удаления интактных зубов, увеличения трансверзальных размеров верхней челюсти не происходит, что не дает гарантию стабильности лечения [5, 6].

При сужении верхней челюсти более 5 мм выбор лечения следует производить, отталкиваясь от стадии формирования срединного небного шва. Существует пять стадий формирования срединного небного шва по доктору F. Angelieri (2013 г.) [7].

Так, на стадии формирования срединного небного шва А возможно расширение верхней челюсти при помощи ортодонтических аппаратов, здесь существуют методики быстрого и медленного небного расширения, которые подбираются индивидуально в зависимости от клинического случая. На всех последующих стадиях рекомендовано проведение комбинированного ортодonto-хирургического расширения верхней челюсти [8–10].

На стадиях формирования срединного небного шва В и С возможно проведение лечения с использованием ортодонтического аппарата с опорой на минивинты, при этом происходит разрыв срединного небного шва, расширение верхней челюсти частично происходит за счет увеличения трансверзальных размеров верхней челюсти, а также частично за счет наклона зубов [11–15].

Наибольшую сложность в лечении представляют стадии формирования срединного небного шва D и E ввиду расхождения мнений о тактике лечения данной группы пациентов. Ряд авторов рекомендует проведение малоинвазивного лечения на ортодонтических аппаратах с опорой на минивинты, другая группа авторов придерживается применения методики хирургически ассоциированного расширения верхней челюсти.

На кафедре детской челюстно-лицевой хирургии при лечении сужения верхней челюсти на стадиях фор-

мирования срединного небного шва D и E мы придерживаемся методики хирургически ассоциированного расширения верхней челюсти. Начинается лечение с проведения операции остеотомии верхней челюсти по Ле Фор 1 и срединному небному шву с использованием небного дистракционного аппарата «Конмет». На 7 сутки после операции начинается курс дистракции, через 1,5 месяца начинается ортодонтическое лечение, дистракционный аппарат стоит до окончания ретенционного периода (4–6 месяцев) [16–23].

Для подтверждения правильности выбора методики лечения пациентов со стадией формирования срединного небного шва D и E совместно с командой из университетов «МИРЭА – Российский технологический университет» и «Московский физико-технический институт (национальный исследовательский университет)» была создана физико-математическая модель дистракционного остеогенеза с целью изучения биомеханики расширения верхней челюсти при данной методике лечения.

**Цель исследования** – создание физико-математической модели дистракционного остеогенеза для изучения биомеханики расширения верхней челюсти при методике лечения пациентов с трансверзальными зубочелюстными аномалиями.

## МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

Произведен анализ КТ челюстно-лицевой области 30 пациентов с трансверзальными зубочелюстными аномалиями, имеющих стадию формирования срединного небного шва D и E и пролеченных с применением хирургически ассоциированного расширения верхней челюсти на кафедре детской челюстно-лицевой хирургии Российского университета медицины за период с 2023 по 2024 гг. Анализировались КТ до начала лечения и через 6 месяцев по окончании ретенционного периода.

Разработан метод физико-математического моделирования дистракционного остеогенеза, предназначенный для изучения биомеханики расширения верхней челюсти и планирования оперативного вмешательства в рамках челюстно-лицевой хирургии.

До настоящего момента все попытки проведения численного физико-математического моделирования дистракционного остеогенеза сводились к использованию распространенных пакетов типа Comsol, Ansys и т. п. Расчет в этих пакетах не давал сходства с наблюдаемым процессом остеогенеза, в первую очередь – ввиду невозможности учета появления новых клеток костной ткани, меняющих свои прочностные свойства (описываемые модулем Юнга и коэффициентом Пуассона), а также ввиду чрезвычайной неустойчивости вычислительного процесса относительно начальных данных (что требует ручной настройки начальных условий перед запуском этапа численного моделирования).

Для преодоления этих сложностей был разработан метод статического численного решения уравнений Бельтрами – Митчелла (1), обладающий высокой сходимостью и устойчивостью относительно возмущений начальных данных.

$$(1+\nu)\nabla^2\sigma_{ik}+(\partial^2I_{i\sigma})/(\partial x_1\partial x_2)=0 \quad (1)$$

Свойство устойчивости крайне важно с практической точки зрения, потому что исходными данными для расчета является компьютерная томография пациента. В то время как данные томографии имеют негладкую структуру, ввиду относительно невысокого разрешения современных томографов (относительно размеров образующихся клеток костной ткани в области остеотомии, таким образом, идет речь о значительном динамическом диапазоне модельной системы).

## РЕЗУЛЬТАТЫ

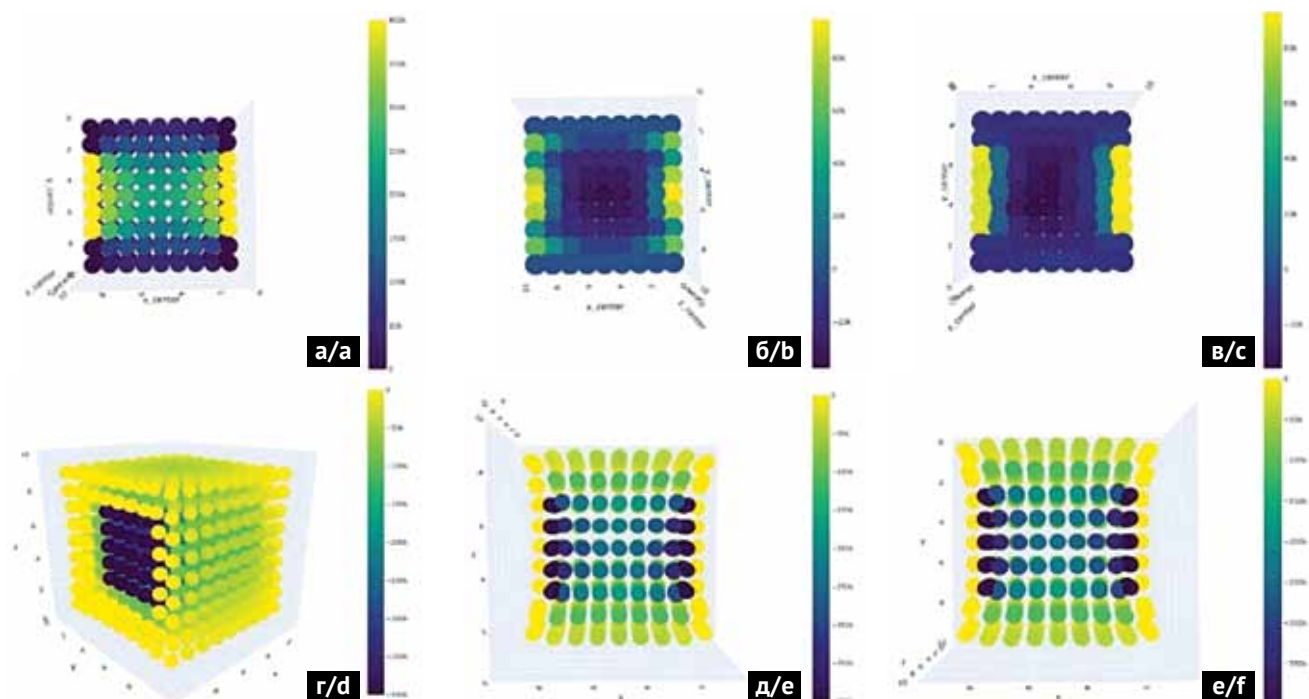
### Модуль расчета механических напряжений

Первоначально был построен программный модуль расчета механических напряжений. Была рассмотрена квазистационарная задача с начальными механическими напряжениями в нулевой момент времени заданными на границе. Решением квазистационарной задачи является равновесное положение системы, сходимость к которому достигается итерационным методом. После достаточного количества итераций было достигнуто стационарное решение. Пример работы программного модуля расчета механических напряжений представлен на кубике костной ткани (1 056,5754 HU) 9 x 9 x 9 мм. На паре противоположных граней кубика вдоль оси x начальными условиями были заданы параметры давления в 400 000 кПа в областях 5 на 5 мм. Данные давления возбуждали течение деформационного процесса (рис. 1а-в).

На рисунке 1 показано, что сдавливающее напряжение распространилось от границы, постепенно уравниваясь. Сосредоточенное в центре напряжение, наблюдаемое в компонентах тензора напряжений  $\sigma_{yy}$  и  $\sigma_{zz}$ , свидетельствовало о растяжении из центра кубика в сторону границы, что полностью соответствовало физическому процессу такого рода деформации.

Полученное стационарное решение было верифицировано с программой Comsol. Результат, полученный программным модулем расчета механических напряжений, совпадал с результатом, полученным в программе Comsol, даже при достаточно грубой сетке. При этом, в отличие от расчетной схемы Comsol-а, имеет место сильная устойчивость независимо от начальных данных и наличия в них шума. Этот факт позволял производить расчет напряжений в произвольной, сложной области, такой как, например, челюсть человека.





**Рис. 1.** Стационарная картина механических напряжений на кубике костной ткани и результат обработки кубика модулем расчета деформаций:

а – компонента  $\sigma_{xx}$  в разрезе вдоль оси  $z$  при  $z = 5$ ; б – компонента  $\sigma_{yy}$  в разрезе вдоль оси  $z$  при  $z = 5$ ; в – компонента  $\sigma_{zz}$  в разрезе вдоль оси  $z$  при  $z = 5$ ; г – общий вид обработанного кубика; д – обработанный кубик в разрезе по оси  $y$  при  $y = 5$ ; е – обработанный кубик в разрезе вдоль оси  $z$  при  $z = 5$

**Fig. 1.** Steady-state distribution of mechanical stresses in a bone tissue cube and the output of the deformation calculation module:

а –  $\sigma_{xx}$  component in a cross-section along the  $z$ -axis at  $z = 5$ ; б –  $\sigma_{yy}$  component in a cross-section along the  $z$ -axis at  $z = 5$ ; в –  $\sigma_{zz}$  component in a cross-section along the  $z$ -axis at  $z = 5$ ; д – overall view of the processed cube; е – processed cube in a cross-section along the  $y$ -axis at  $y = 5$ ; ф – processed cube in a cross-section along the  $z$ -axis at  $z = 5$

Таким образом, прошедший верификацию модуль позволил получить тензор механических напряжений в каждой точке пространства без необходимости задания дополнительных граничных условий и ручного подбора сетки.

Еще одной интересной особенностью данного модуля является то, что он позволяет рассматривать процесс распространения напряжений динамически во времени. Таким образом, нам доступна картина распространения напряжений в любом композитном объеме в различные кванты времени. Разработанная методика позволяет моделировать процесс дистракционного остеогенеза в динамике с произвольно заданным шагом по времени.

#### Модуль расчета деформаций

Далее был разработан модуль расчета деформаций (смещений). На основе напряжений с помощью обобщенного закона Гука [24] в тензорной форме был получен тензор деформаций в каждой точке костной ткани. Это позволило прибегнуть к решению системы Коши (2) в тензорной форме для расчета вектора деформаций.

$$u_{ik} = 1/2 (\partial u_i / \partial x_k + \partial u_k / \partial x_i) \quad (2)$$

Вектор деформаций был необходим как для понимания состояния челюсти, так и для изменения ее линейных размеров после совершенной операции для дальнейшей дистракции. Система (2) решалась аналогичным с решением системы (1) методом. Итогом работы модуля является картинка деформированного под влиянием внешней силы тела произвольной формы.

Работа модуля расчета смещений была протестирована на том же кубике костной ткани 9 x 9 x 9 мм, на котором был посчитан тензор напряжений. Однако отметим, что для наглядности иллюстрации деформаций кубика была рассмотрена молодая, легко деформируемая кость (рис. 1г-е).

Как мы можем заметить, под влиянием внешнего давлением куб по направлению  $x$  подвергся сжатию, а по  $y$  и по  $z$  был выдавлен наружу.

#### Обработка медицинских входных данных

Предоставленные КТ пациентов перед оперативным вмешательством позволяли извлечь из них лишь информацию о плотности ткани по коэффициентам Хаунсфилда (3) [25, 26].

$$\rho(\text{г/см}^3) = \begin{cases} (HU + 1.4246) \times 0.001 / 1.0580, & \text{если } HU > -1 \\ 0, & \text{если } HU \leq -1 \end{cases} \quad (3)$$



В связи с этим возникала необходимость в обработке данных, в ходе которой были получены модули Юнга и коэффициенты Пуассона, соответствовавшие плотности в каждой точке исследуемого фрагмента челюсти. Они были рассчитаны в соответствии с линейно проинтерполированными значениями коэффициента Пуассона и модуля Юнга, соответствовавшего различным типам костной ткани человека. Для кортикальной кости плотность составила 1.8-2.0 (г/см<sup>3</sup>), модуль Юнга составил 10-20 ГПа, коэффициент Пуассона составил 0.28-0.32, для губчатой кости плотность составила 0.1-1.0 (г/см<sup>3</sup>), модуль Юнга – 0.1-2 ГПа, коэффициент Пуассона составил 0.20-0.25, для дентина плотность составила 2.1-2.3 (г/см<sup>3</sup>), модуль Юнга составил 15-25 ГПа, коэффициент Пуассона составил 0.23-0.30, для зубной эмали плотность составила 2.9-3.0 (г/см<sup>3</sup>), модуль Юнга составил 70-100 ГПа, коэффициент Пуассона составил 0.20-0.25.

В случае необходимости данные по константам из теории упругости можно изменить в соответствии с возрастом и физиологическими особенностями обследуемого пациента. В области разреза была смоделирована молодая костная ткань с малыми коэффициентами Пуассона и модулем Юнга. Начальные условия были заданы с помощью программного модуля «кисточки», описанного в конце работы.

#### **Расчет напряжений на челюсти в процессе дистракции**

После проведения начальных экспериментов и подготовки входных данных выполнено моделирование поля механических напряжений, вызываемых наложенным дистракционным аппаратом на кость верхней челюсти пациента.

С использованием программного модуля расчета механических напряжений и входных данных о пациенте было проведено численное моделирование, приведшее к стационарной картине механических напряжений после процесса дистракции. На рисунке 2 приведены компоненты тензора механических напряжений. После расчета механических напряжений более детально была изучена компонента  $\sigma_{xx}$  тензора напряжений в области хирургического разреза, заполненного молодой костной тканью ( $x = -1$ ). Были построены графики, описывающие зависимость компоненты тензора  $\sigma_{xx}$  от координаты  $x$  при фиксированных координатах  $y, z$  (рис. 2).

#### **Области повышенного и пониженного давления**

По мере изучения полученных картин механических напряжений на челюсти были обнаружены следующие области повышенного (сжатие) и пониженного (растяжение) давлений (рис. 3).

Рисунки приведены в логарифмическом масштабе. На графиках области пониженного давления выделены горячими цветами, а области повышенного давления – холодными в соответствии с классической теорией упругости.

Как можно видеть, в области дистракции и в верхней части неба наблюдается повышенное механическое напряжение сжатия. Однако в области разреза присутствует область пониженного давления (растяжения), выделенная на рис. 5б, что соответствует процессу дистракции челюсти. Особое внимание стоит уделить темной области, в которой происходит ключевое растяжение при дистракции.

#### **Расчет деформаций в челюсти**

Наконец, с использованием данных о механических напряжениях в исследуемом объеме челюсти и программного модуля расчета смещений, выполнено численное моделирование деформаций в костной ткани. При расчете деформаций в силу итерационного процесса можем заметить постепенное нарастание нормы вектора деформации по мере проведения эксперимента.

Особую актуальность имеет изменение линейных размеров челюсти в области разреза. Для этого был разработан программный модуль, который рассчитывал относительное удлинение между двумя точками в небольшом удалении влево и вправо от области разреза ( $x = -1$ ). Так как дистракция происходит вдоль оси  $x$ , отдельное внимание мы уделяем относительному удлинению именно по этой координате (рис. 4).

Здесь мы можем явно заметить постепенное изменение картины от малых деформаций до деформаций-растяжений в области разреза, сходящееся к слабо колеблющейся поверхности, вид которой свидетельствует о гладкой природе процесса растяжения при приближении к стационарному решению.

#### **Учет роста костной ткани**

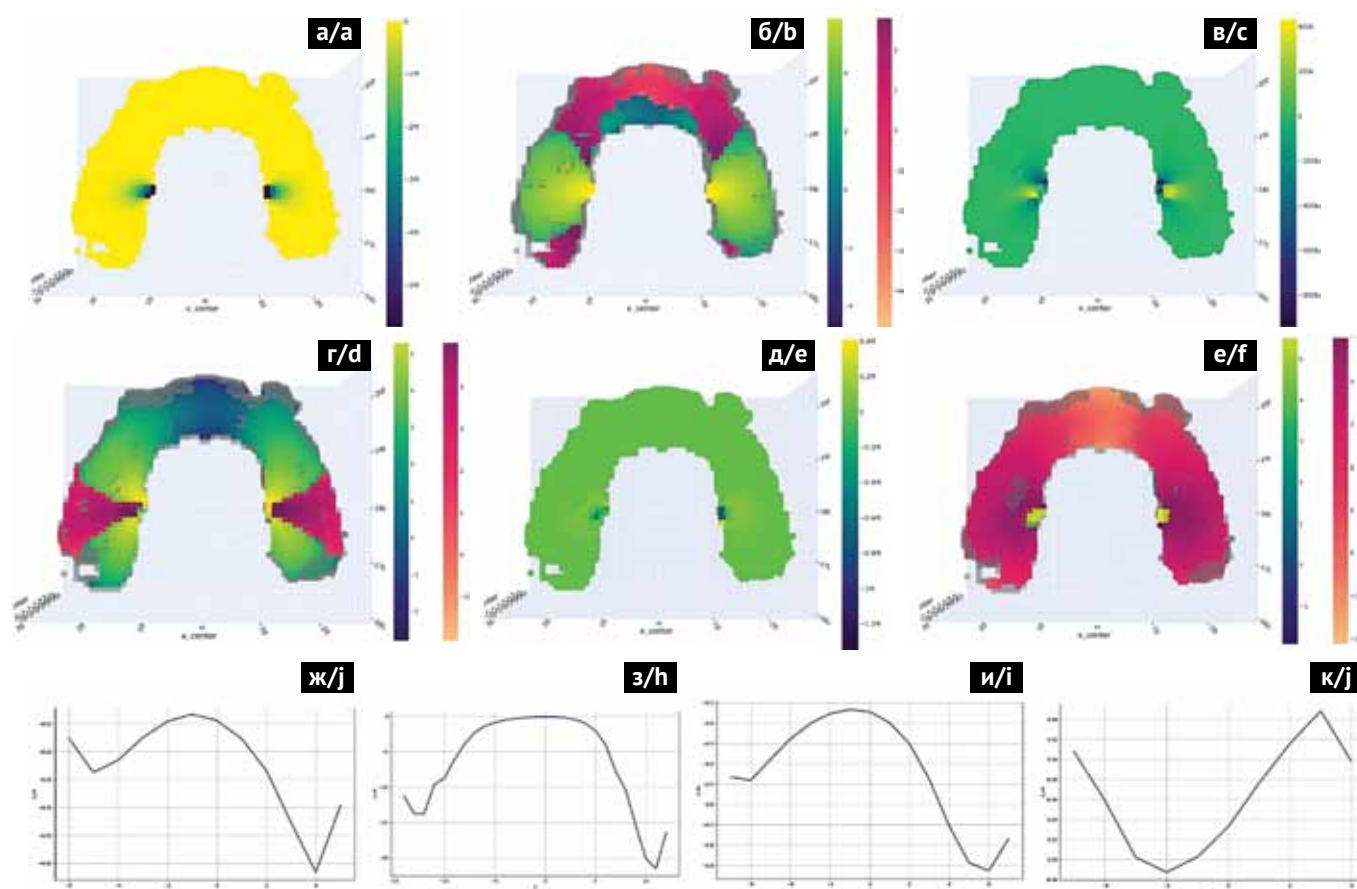
Для описания процесса остеогенеза важным является учет вида костной ткани. Под воздействием высокого давления костная ткань подвергается редукции, а под воздействием растяжения, для уменьшения механического напряжения, костная ткань начинает активное деление. Для описания этого процесса был написан программный модуль репликации. Суть реализации этого программного модуля заключается в проверке значений векторов напряжения на каждом из вокселей и в последующем заключении об удалении или создании вокселей. Если вектор напряжения направлен из вокселя и его норма превышает определенный порог, заданный на основе известных значений, создается новый воксель, если же вектор напряжения направлен внутрь вокселя и его норма превышает определенный порог, также заданный на основе известных значений, тогда этот воксель подлежит удалению.

При создании вокселя он помечался как новый и на нем задавались известные значения плотности (плотность новой костной ткани), модуль Юнга и коэффициент Пуассона. Данный этап описывает образование молодой, легко деформируемой костной ткани. В процессе происходит ремоделирование молодой костной ткани в зрелую, при этом костные

структуры меняют свои физические качества, например, становятся более плотными и менее подверженными деформациям.

Стоит отметить, что учитывается замена значений плотности, модуля Юнга, коэффициента Пуассона у

новых, появившихся на предыдущих этапах вокселей, на среднее значение этих величин по соседям вокселя, что симулирует процесс старения ткани. По завершении данного этапа получается окончательная смоделированная картина челюсти.



**Рис. 2.** Значение компонент тензора напряжений и зависимость компоненты тензора  $\sigma_{xx}$  от координаты  $x$ :

- а – значение компоненты тензора напряжений  $\sigma_{xx}$  при  $z = -732$ , шкала напряжений в Па;
- б – значение компоненты тензора напряжений  $\sigma_{xx}$  при  $z = -732$ , логарифмированная шкала для визуализации малых по модулю величин;
- в – значение компоненты тензора напряжений  $\sigma_{yy}$  при  $z = -732$ , шкала напряжений в Па;
- г – значение компоненты тензора напряжений  $\sigma_{yy}$  при  $z = -732$ , логарифмированная шкала для визуализации малых по модулю величин;
- д – значение компоненты тензора напряжений  $\sigma_{zz}$  при  $z = -732$ , шкала напряжений в Па;
- е – значение компоненты тензора напряжений  $\sigma_{zz}$  при  $z = -732$ , логарифмированная шкала для визуализации малых по модулю величин;
- ж – зависимость компоненты тензора  $\sigma_{xx}$  от координаты  $x$  при  $y = -200, z = -731$ ;
- з – зависимость компоненты тензора  $\sigma_{xx}$  от координаты  $x$  при  $y = -201, z = -729$ ;
- и – зависимость компоненты тензора  $\sigma_{xx}$  от координаты  $x$  при  $y = -200, z = -731$ ;
- к – зависимость компоненты тензора  $\sigma_{xx}$  от координаты  $x$  при  $y = -200, z = -731$

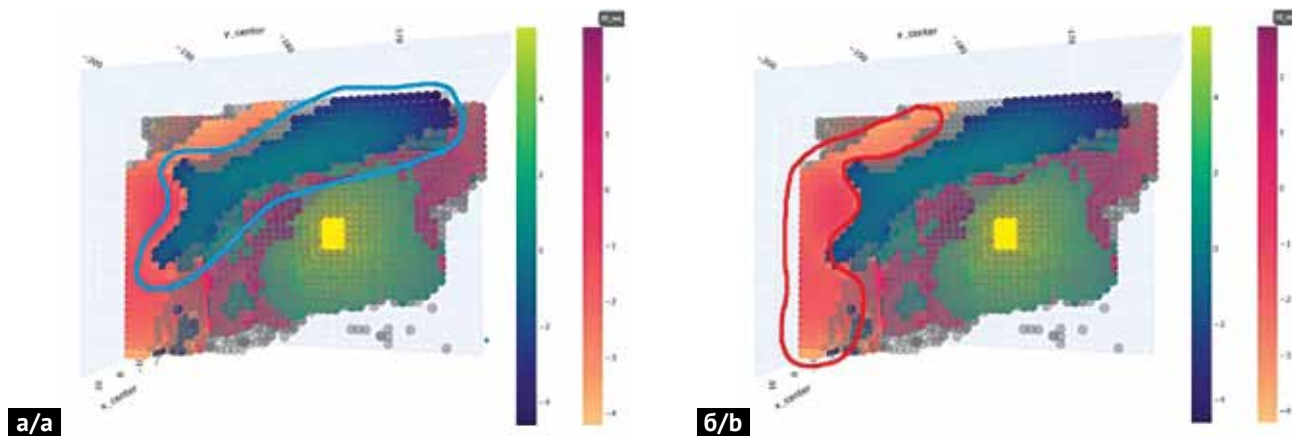
**Fig. 2.** Stress tensor components and the dependence of the  $\sigma_{xx}$  component on the  $x$ -coordinate:

- а –  $\sigma_{xx}$  component at  $z = -732$ , stress scale in Pa;
- б –  $\sigma_{xx}$  component at  $z = -732$ , logarithmic scale for visualizing values with small magnitudes;
- с –  $\sigma_{yy}$  component at  $z = -732$ , stress scale in Pa;
- д –  $\sigma_{yy}$  component at  $z = -732$ , logarithmic scale for visualizing values with small magnitudes;
- е –  $\sigma_{zz}$  component at  $z = -732$ , stress scale in Pa;
- ф –  $\sigma_{zz}$  component at  $z = -732$ , logarithmic scale for visualizing values with small magnitudes;
- г – dependence of the  $\sigma_{xx}$  component on the  $x$ -coordinate at  $y = -200, z = -731$ ;
- h – dependence of the  $\sigma_{xx}$  component on the  $x$ -coordinate at  $y = -201, z = -729$ ;
- и – dependence of the  $\sigma_{xx}$  component on the  $x$ -coordinate at  $y = -200, z = -731$ ;
- ж – dependence of the  $\sigma_{xx}$  component on the  $x$ -coordinate at  $y = -200, z = -731$

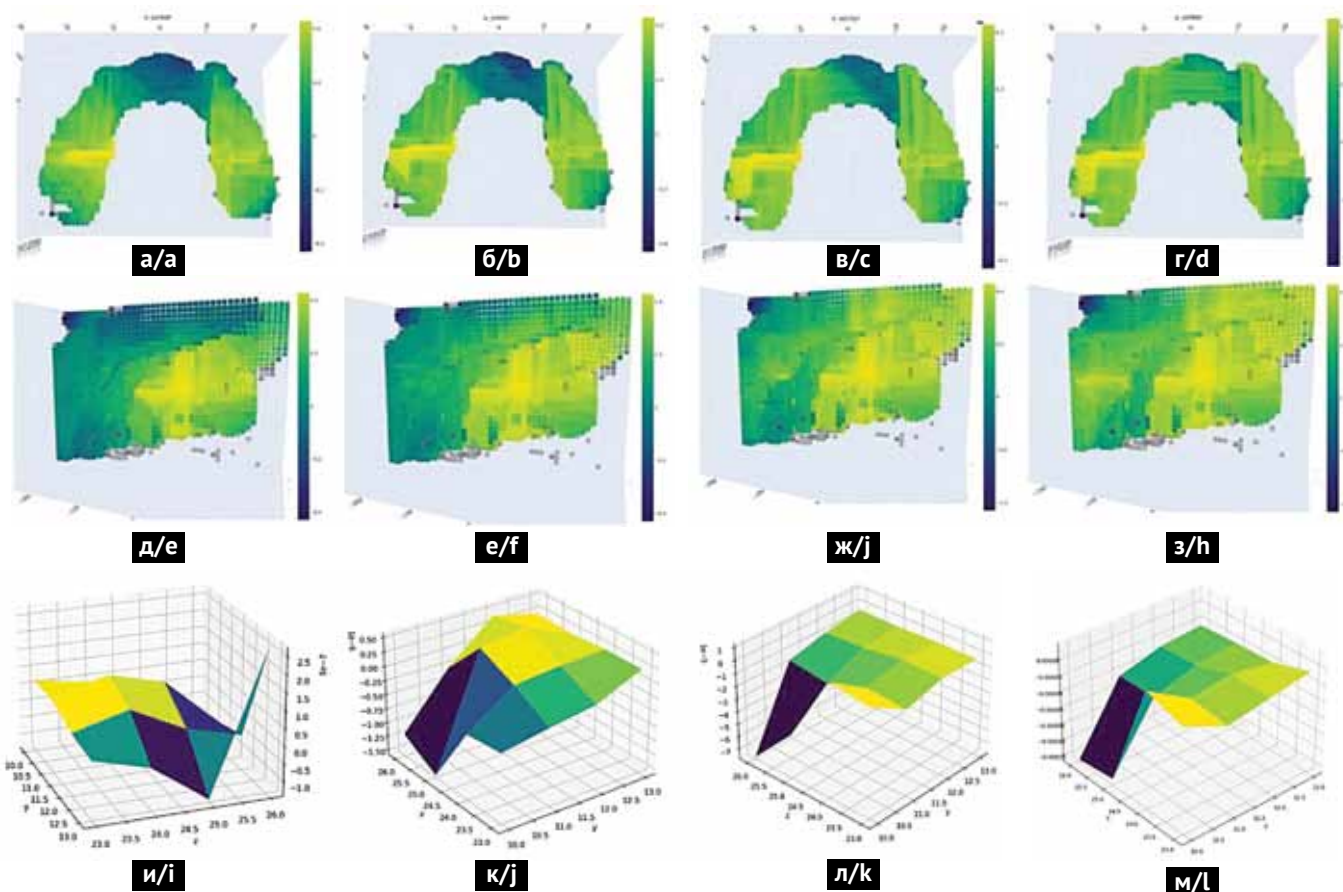
### Визуализация данных и модуль задания начальных данных

Для визуализации каждого из этапов моделирования distraction челюсти был создан специальный модуль. Для каждой точки, содержащейся в рассматриваемом теле, строится сфера с центром в соот-

ветствующей координате. Цвет сферы определяется значением выбранной для визуализации величины: плотность; компонента тензора напряжений  $\sigma_{xx}$ ,  $\sigma_{yy}$ ,  $\sigma_{zz}$ ,  $\sigma_{xy}$ ,  $\sigma_{xz}$ ,  $\sigma_{yz}$ . Размеры сферы задаются пользователем на специальном слайдере. Тело можно рассмотреть в разрезе по любой координате при про-

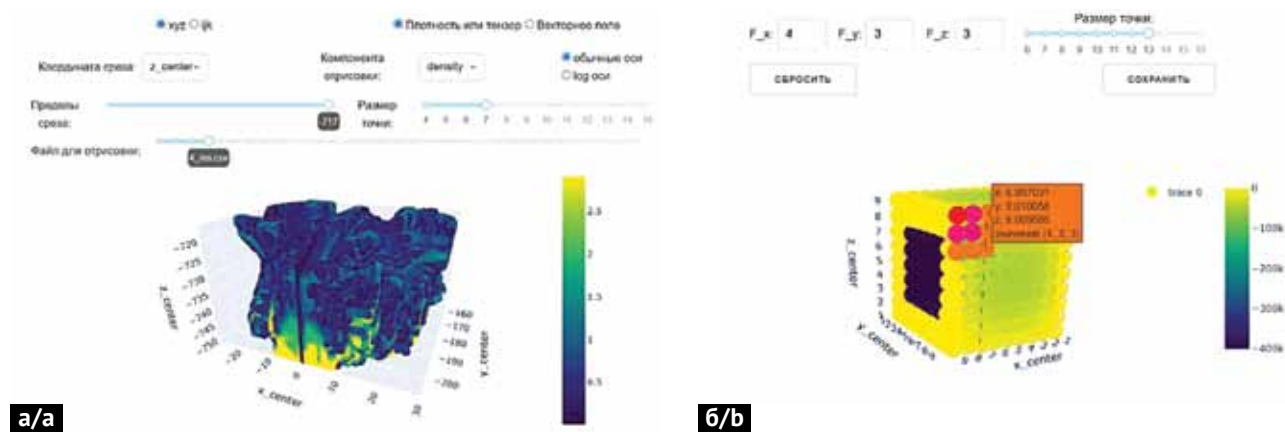


**Рис. 3.** Области повышенного (а) и пониженного (б) давления  
**Fig. 3.** Regions of elevated (a) and reduced (b) pressure



**Рис. 4.** Распространение нормы вектора деформации при  $z = -732$  на а) 10; б) 20; в) 30; г) 40 итерации расчета, распространение нормы вектора деформации при  $x = -1$  (вид на область разреза сбоку) на д) 10; е) 20; ж) 30; з) 40 итерации расчета,

а также относительное удлинение линейных размеров в области разреза на и) 10; к) 20; л) 30; м) 40 итерации расчета  
**Fig. 4.** Distribution of the deformation vector norm at  $z = -732$  at а) 10<sup>th</sup>; б) 20<sup>th</sup>; в) 30<sup>th</sup>; г) 40<sup>th</sup> iteration of the calculation, distribution of the deformation vector norm at  $x = -1$  (side view of the cross-section) at е) 10<sup>th</sup>; ф) 20<sup>th</sup>; г) 30<sup>th</sup>; h) 40<sup>th</sup> iteration of the calculation, relative elongation of linear dimensions in the cross-section area at и) 10<sup>th</sup>; j) 20<sup>th</sup>; к) 30<sup>th</sup>; л) 40<sup>th</sup> iteration of the calculation



**Рис. 5.** Визуализация данных: а – пример визуализации, файл с данными о челюсти, компонента цвета – плотность; б – пример выбора точек с разными значениями давления на кубике

**Fig. 5.** Data visualization: а – visualization example using a jaw data file, color component represents density; б – example of selecting points with different pressure values on the cube

извольном значении. Для наблюдения изменений в динамике пользователь на специальном слайдере может выбрать нужный файл для визуализации.

Для выбора точек приложения начального внешнего давления и его величины был разработан модуль задания начальных данных. На экран выводится исследуемое тело, пользователь вводит значение давления в каждом из трех пространственных направлений, затем выбирает точку. Выделенная точка имеет контрастный окрас и при наведении на нее курсора выводит информацию о введенных значениях (рис. 5).

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Михайлова АС, Юдинцев МА. Распространенность зубочелюстных аномалий и деформаций у детей и подростков в Российской Федерации. *Молодой ученый*. 2021;(21):148-151. Режим доступа: <https://moluch.ru/archive/363/81430/>
2. Гордина ГС, Глушко АВ, Клипа ИА, Дробышев АЮ, Серова НС, Фоминых ЕВ. Применение данных компьютерной томографии в диагностике и лечении пациентов с аномалиями зубочелюстной системы, сопровождающимися сужением верхней челюсти. *Медицинская визуализация*. 2014;(3):104-113. Режим доступа: <https://medvis.vidar.ru/jour/article/view/54/0>
3. Базан АА, Дробышева НС. Анализ данных литературы о методиках расширения верхней челюсти. *Эндодонтия Today*. 2024;22(3):259-265. doi: 10.36377/ET-0038
4. Лосев ФФ, Арсенина ОИ, Шугайлов ИА, Попова НВ, Махортова ПИ, Попова АВ. Алгоритмы ортодонтического лечения пациентов с сужением верхней челюсти на основании стадий формирования срединного небного шва. *Стоматология*. 2022;101(2):52-62. doi: 10.17116/stomat202210102152
5. Слабковская АБ. Принципы лечения трансверсальных аномалий окклюзии у детей. *Российская стоматология*. 2010;3(1):40-44. Режим доступа: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=23341238>
6. Слабковская АБ, Персин ЛС. Алгоритмы диагностики аномалий трансверсальной окклюзии. *Ортодонтия*. 2007;(3):79. Режим доступа: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=9606118>
7. Angelieri F, Cevidanes LH, Franchi L, Gonçalves JR, Benavides E, McNamara JA Jr. Midpalatal suture maturation: classification method for individual assessment before rapid maxillary expansion. *Am J Orthod Dentofacial Orthop*. 2013;144(5):759-769. doi: 10.1016/j.ajodo.2013.04.022
8. Андреищев АР, Мишустина ЮВ. Остеотомия срединного небного шва (щадящая остеотомия верхней челюсти). *Институт стоматологии*. 2013;(4):42-45. Режим доступа: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=22988414>
9. Кожевникова ЛА, Джабраилова ГД, Абдулкеримова СМ, Керимова КН, Пильщикова ОВ, Слонова ВМ, Геворкян АА. Сравнительный анализ методик расширения верхней челюсти с использованием ортодонтических аппаратов. *Эндодонтия Today*. 2019;17(4):58-62. doi: 10.36377/1683-2981-2019-17-4-58-62
10. Симакова АА, Гизоева ЕА, Гаспарян КА, Гржибовский АМ, Горбатова МА. Применение метода быстрого небного расширения в разных возрастных группах: обзор клинических случаев. *Наука и здраво-*



охранение. 2022;24(1):207-211.

doi: 10.34689/SH.2021.24.1.023

11. Попова НВ, Арсенина ОИ, Махортова ПИ, Попова АВ, Шугайлов ИА. Комбинированное ортодонто-хирургическое лечение взрослых пациентов с зубочелюстными аномалиями и деформациями зубных рядов. *Стоматология*. 2020;99(2):66-78.

doi: 10.17116/stomat20209902166

12. Токарев ИВ, Хомич АС. Особенности быстрого расширения верхней челюсти аппаратами с опорой на зубы. *Современная стоматология*. 2017;(3):4-7. Режим доступа:

<https://cyberleninka.ru/article/n/osobennosti-bystrogo-rasshireniya-verhney-chelyusti-apparatami-s-oporoy-na-zuby>

13. Токарев ИВ, Хомич АС. Оценка параметров скелетного расширения верхней челюсти аппаратами с разными типами опоры. *Современная стоматология*. 2018;(2):44-50. Режим доступа:

<https://cyberleninka.ru/article/n/otsenka-parametrov-skeletnogo-rasshireniya-verhney-chelyusti-apparatami-s-raznym-tipom-opory>

14. Токарев ИВ, Хомич АС. Результаты клинического применения на костного экспандера для быстрого расширения верхней челюсти. *Стоматологический журнал*. 2018;19(4):294-298. Режим доступа:

<https://www.elibrary.ru/item.asp?id=38186186>

15. Яременко АИ, Чибисова МА, Зубарева АА, Ланина АН, Пахомова НВ, Грачев ДИ. Минимально инвазивное хирургическое расширение верхней челюсти у взрослых пациентов за счет применения аппарата с на костной фиксацией. *Институт стоматологии*. 2022;(1):16-17. Режим доступа:

<https://elibrary.ru/item.asp?id=48213662>

16. Андреищев АР, Горбань ВВ, Рудоман СО, Гордин ГВ, Кривошеин ВВ. Хирургически ассоциированное расширение верхней и нижней челюстей в амбулаторных условиях. *Современная стоматология*. 2022;(4):31-36. Режим доступа:

<https://cyberleninka.ru/article/n/hirurgicheski-assotsiirovannoe-rasshirenie-verhney-i-nizhney-chelyustey-v-ambulatornyh-usloviyah>

17. Клипа ИА, Дробышев АЮ, Дробышева НС, Козлова АВ, Водахова АА. Хирургическое расширение верхней челюсти в комплексном лечении взрослых пациентов с гнатическими формами зубочелюстных аномалий. *Dental Forum*. 2012;(3):45-46. Режим доступа:

<https://elibrary.ru/item.asp?id=17735396>

## REFERENCES

1. Mikhailova AS, Yuditsev MA. Prevalence of dental alveolar anomalies and deformities in children and adolescents in the Russian Federation. *Young Scientist*. 2021;(21):148-151 (In Russ.). Available from:

<https://moluch.ru/archive/363/81430/>

2. Gordina GS, Glushko AV, Klipa IA, Drobyshev AYU, Serova NS, Fomynikh EV. The Use of Computed Tomography Data in Diagnosis and Treatment of Patients with Malocclusion Accompanied by the Narrowing of the Maxilla. *Medical Visualization*. 2014;(3):104-113 (In Russ.). Available from:

18. Николаев АВ, Андреищев АР, Кутукова СИ. Сравнение биомеханики хирургически ассоциированного расширения неба при использовании дистракционных аппаратов с назубным и на костным типами фиксации. *Стоматология*. 2017;96(5):48-55.

doi: 10.17116/stomat201796548-55

19. Николаев АВ, Попов СА, Сатыго ЕА. Сравнение результатов аппаратно-хирургического расширения верхней челюсти с применением различных видов дистанционных аппаратов. *Институт стоматологии*. 2019;(4):62-63.

<https://instom.spb.ru/catalog/article/14161/>

20. Jensen T, Rodrigo-Domingo M. Surgically assisted rapid maxillary expansion (SARME) with or without intraoperative releasing of the nasal septum. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol*. 2017;123(3):e85-e90.

doi: 10.1016/j.oooo.2016.10.003

21. Kayalar E, Schauseil M, Kuvat SV, Emekli U, Firatlı S. Comparison of tooth-borne and hybrid devices in surgically assisted rapid maxillary expansion: A randomized clinical cone-beam computed tomography study. *J Craniomaxillofac Surg*. 2016;44(3):285-293.

doi: 10.1016/j.jcms.2015.12.001

22. Lariato L, Ferreira CE. Surgically-assisted rapid maxillary expansion (SARME): indications, planning and treatment of severe maxillary deficiency in an adult patient. *Dental Press J Orthod*. 2020;25(3):73-84.

doi: 10.1590/2177-6709.25.3.073-084.bbo

23. Pereira MD, de Abreu RA, Prado GP, Ferreira LM. Strategies for surgically assisted rapid maxillary expansion according to the region of transverse maxillary deficiency. *Int J Oral Maxillofac Surg*. 2012;Sep;41(9):1127-30.

doi: 10.1016/j.ijom.2012.03.028

24. Тарасюк ИА, Кравчук АС. Вычисление эффективных параметров упругости в среднем изотропных композиционных тел в случае записи закона Гука для тензора деформаций по Коши. *APRIORI. Серия: Естественные и технические науки*. 2015;(3):29. Режим доступа:

<https://www.elibrary.ru/item.asp?id=23653191>

25. Arahira T, Todo M. Biomechanical Analysis of Jaw Bone with Cyst Using CT-Image Based Finite Element Method. *Dent Res Oral Health*. 2018;1(2):7-16.

doi: 10.26502/droh.002

26. Keyak JH, Rossi SA, Jones KA, Skinner HB. Prediction of femoral fracture load using automated finite element modeling. *J Biomech*. 1998;31(2):125-133.

doi: 10.1016/s0021-9290(97)00123-1

27. Keyak JH, Rossi SA, Jones KA, Skinner HB. Prediction of femoral fracture load using automated finite element modeling. *J Biomech*. 1998;31(2):125-133.

<https://medvis.vidar.ru/jour/article/view/54/0>

28. Bazan AA, Drobysheva NS. Analysis of literature about methods of maxillary expansion. *Endodontics To-*



day. 2024;22(3):259-265 (In Russ.).

doi: 10.36377/ET-0038

4. Losev FF, Arsenina OI, Shugaylov IA, Popova NV, Makhortova PI, Popova AV. Algorithms for orthodontic treatment of patients with maxillary constriction based on the stages of formation of the palatal suture. *Stomatology*. 2022;101(2):52-62 (In Russ.).

doi: 10.17116/stomat202210102152

5. Slabkovskaia AB. Principles of treatment for children with transversal abnormalities of occlusion. *Russian journal of stomatology*. 2010;3(1):40-44 (In Russ.). Available from:

<https://www.elibrary.ru/item.asp?id=23341238>

6. Slabkovskaia AB, Persin LS. Algorithms for diagnosing anomalies of transversal occlusion. *Ortodontiya*. 2007;(3):79 (In Russ.). Available from:

<https://www.elibrary.ru/item.asp?id=9606118>

7. Angelieri F, Cevitanes LH, Franchi L, Gonçalves JR, Benavides E, McNamara JA Jr. Midpalatal suture maturation: classification method for individual assessment before rapid maxillary expansion. *Am J Orthod Dentofacial Orthop*. 2013;144(5):759-769.

doi: 10.1016/j.ajodo.2013.04.022

8. Andreishchev AR, Mishustina JV. Osteotomy of the median palatine suture (sparing osteotomy in the maxilla). *The Dental Institute*. 2013;(4):42-45 (In Russ.). Available from:

<https://www.elibrary.ru/item.asp?id=22988414>

9. Kozhevnikova LA, Dzhabrailova GD, Abdulkerimova SM, Kerimova KN, Pilshchikova OV, Slonova VM, Gevorkyan AA. Comparative analysis of maxillary expansion techniques using orthodontic appliances. *Endodontics Today*. 2019;17(4):58-62 (In Russ.).

doi: 10.36377/1683-2981-2019-17-4-58-62

10. Simakova AA, Gizoeva EA, Gasparyan KA, Gribovski AM, Gorbato MA. Rapid maxillary expansion in different age-groups: a case-series presentation. *Science & Healthcare*. 2022;24(1):207-211 (In Russ.).

doi: 10.34689/SH.2021.24.1.023

11. Popova NV, Arsenina OI, Makhortova PI, Popova AV, Shugaylov IA. Complex orthodontic-surgical rehabilitation of adults with malocclusions and deformations in dentition. *Stomatology*. 2020;99(2):66-78 (In Russ.).

doi: 10.17116/stomat20209902166

12. Takarevich IV, Khomich AS. Effects of tooth-borne rapid maxillary expansion. *Sovremennaya stomatologiya*. 2017;(3):4-7 (In Russ.). Available from:

<https://cyberleninka.ru/article/n/osobennosti-bystrogo-rasshireniya-verhney-chelyusti-apparatami-s-oporoy-na-zuby>

13. Takarevich IV, Khomich AS. Evaluation of parameters of skeletal maxillary expansion achieved with tooth- and bone-borne expanders. *Sovremennaya stomatologiya*. 2018;(2):44-50 (In Russ.). Available from:

<https://cyberleninka.ru/article/n/otsenka-parametrov-skeletnogo-rasshireniya-verhney-chelyusti-apparatami-s-raznym-tipom-opory>

14. Takarevich I, Khomich A. Results of clinical application of bone-borne maxillary expander. *Stomatologicheskij*

*zhurnal*. 2018;19(4):294-298 (In Russ.). Available from:

<https://www.elibrary.ru/item.asp?id=38186186&>

15. Yaremenko AI, Chibisova MA, Zubareva AA, Lanina AN, Pakhomova NV, Grachev DI. Minimally invasive surgical expansion of the upper jaw in adult patients using a device with bone fixation. *The Dental institute*. 2022;(1):16-17 (In Russ.). Available from:

<https://elibrary.ru/item.asp?id=48213662>

16. Andreishchev AR, Gorban VV, Rudoman SO, Godin GV, Krivoshein VV. Surgically associated expansion of the maxilla and mandible in the outpatient clinic. *Sovremennaya stomatologiya*. 2022;(4):31-36 (In Russ.). Available from:

<https://cyberleninka.ru/article/n/hirurgicheski-asotsiirovannoe-rasshirenie-verhney-i-nizhney-chelyustey-v-ambulatornyh-usloviyah>

17. Klipa IA, Drobyshev AY, Drobysheva NS, Kozlova AV, Vodakhova AA. Surgical expansion of the maxilla in the complex treatment of adult patients with gnathic forms of dentoalveolar anomalies. *Dental Forum*. 2012;(3):45-46. Available from:

<https://elibrary.ru/item.asp?id=17735396>

18. Nikolaev AV, Andreishchev AR, Kutukova SI. Comparative biomechanical study of surgically assisted rapid palatal expansion with tooth-borne and bone-borne expanders. *Stomatology*. 2017;96(5):48-55 (In Russ.).

doi: 10.17116/stomat201796548-55

19. Nikolaev AV, Popov SA, Satygo EA. Comparison of the surgically assisted rapid palatal expansion results using different types of expansion appliances. *The Dental institute*. 2019;(4):62-63 (In Russ.). Available from:

<https://instom.spb.ru/catalog/article/14161/>

20. Jensen T, Rodrigo-Domingo M. Surgically assisted rapid maxillary expansion (SARME) with or without intraoperative releasing of the nasal septum. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol*. 2017;123(3):e85-e90

doi: 10.1016/j.oooo.2016.10.003

21. Kayalar E, Schauseil M, Kuvat SV, Emekli U, Firatlı S. Comparison of tooth-borne and hybrid devices in surgically assisted rapid maxillary expansion: A randomized clinical cone-beam computed tomography study. *J Craniomaxillofac Surg*. 2016;44(3):285-293.

doi: 10.1016/j.jcms.2015.12.001

22. Lariato L, Ferreira CE. Surgically-assisted rapid maxillary expansion (SARME): indications, planning and treatment of severe maxillary deficiency in an adult patient. *Dental Press J Orthod*. 2020;25(3):73-84.

doi: 10.1590/2177-6709.25.3.073-084.bbo

23. Pereira MD, de Abreu RA, Prado GP, Ferreira LM. Strategies for surgically assisted rapid maxillary expansion according to the region of transverse maxillary deficiency. *Int J Oral Maxillofac Surg*. 2012;Sep;41(9):1127-30.

doi: 10.1016/j.ijom.2012.03.028

24. Tarasyuk IA, Kravchuk AS. Calculation of effective elastic parameters for isotropic composite body in the case of application of Hooke's law for the cauchy strain tensor. *APRIORI. Seriya: Estestvennye i tekhnicheskie nauki*. 2015;(3):29 (In Russ.). Available from:

<https://www.elibrary.ru/item.asp?id=23653191>

25. Arahira T, Todo M. Biomechanical Analysis of Jaw Bone with Cyst Using CT-Image Based Finite Element Method. *Dent Res Oral Health*. 2018;1(2):7-16.  
doi: 10.26502/droh.002

26. Keyak JH, Rossi SA, Jones KA, Skinner HB. Prediction of femoral fracture load using automated finite element modeling. *J Biomech*. 1998;31(2):125-133.  
doi: 10.1016/s0021-9290(97)00123-1

## СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ

**Автор, отвечающий за связь с редакцией**

**Миннахметова Диана Робертовна**, аспирант кафедры детской челюстно-лицевой хирургии Российского университета медицины, Москва, Российская Федерация

Для переписки: dianaminn@mail.ru

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-1393-342X>

**Топольницкий Орест Зиновьевич**, заслуженный врач РФ, 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>

**Дудецкий Антон Дмитриевич**, студент кафедры высшей математики института искусственного интеллекта (ИИИ) МИРЭА – Российский технологический университет, Москва, Российская Федерация

Для переписки: dydantondm@gmail.com

ORCID: <https://orcid.org/0009-0002-4986-1031>

**Панченко Ирина Михайловна**, инженер-исследователь особого конструкторского бюро №1 Московского физико-технического института (национальный исследовательский университет), Москва, Российская Федерация

Для переписки: parnova.irina@yandex.ru

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-3205-0569>

**Глухонемых Елизавета Евгеньевна**, студент кафедры высшей математики института искусственного интеллекта (ИИИ) МИРЭА – Российский технологический университет, Москва, Российская Федерация

Для переписки: ee\_gl@mail.ru

ORCID: <https://orcid.org/0009-0007-5311-115X>

**Баринова Александра Александровна**, студент кафедры высшей математики института искусственного интеллекта (ИИИ) МИРЭА – Российский технологический университет, Москва, Российская Федерация

Для переписки: barinovaaalexandra@gmail.com

ORCID: <https://orcid.org/0009-0006-4983-231X>

**Агошкова Елена Евгеньевна**, студент кафедры высшей математики института искусственного интеллекта (ИИИ) МИРЭА – Российский технологический университет, Москва, Российская Федерация

Для переписки: ele.agoshkova@gmail.com

ORCID: <https://orcid.org/0009-0004-0789-4913>

**Рябчикова Анна Михайловна**, сотрудник кафедры электрической робототехники Московского физико-технического института (национальный исследовательский университет), Москва, Российская Федерация

Для переписки: ryabchikova.am@mipt.ru

ORCID: <https://orcid.org/0009-0003-9116-6515>

**Калитник Алина Алексеевна**, студент кафедры биофизики Физтех-школы физики и исследований имени Ландау (ЛФИ) Московского физико-технического института (национальный исследовательский университет), Москва, Российская Федерация

Для переписки: kalitnik.aa@phystech.edu

ORCID: <https://orcid.org/0009-0007-6152-7614>

**Ходаковский Игорь Александрович**, руководитель проектов особого конструкторского бюро №1 Московского физико-технического института (национальный исследовательский университет), Москва, Российская Федерация

Для переписки: mipt05@mail.ru

ORCID: <https://orcid.org/0009-0005-1481-080X>

## INFORMATION ABOUT THE AUTHORS

**Corresponding author:**

**Diana R. Minnakhmetova**, DDS, PhD student, Department of the Pediatric Maxillofacial Surgery, Russian University of Medicine, Moscow, Russian Federation

For correspondence: dianaminn@mail.ru

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-1393-342X>

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

For correspondence: proftopol@mail.ru

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

**Anton D. Dudetsky**, student, Department of the Higher Mathematics, Institute of Artificial Intelligence (III), MIREA – Russian Technological University, Moscow, Russian Federation

For correspondence: dydantondm@gmail.com

ORCID: <https://orcid.org/0009-0002-4986-1031>

**Irina M. Panchenko**, Research Engineer, Special Design Bureau No.1, Moscow Institute of Physics and Technology (National Research University), Moscow, Russian Federation

For correspondence: parnova.irina@yandex.ru

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-3205-0569>

**Yelizaveta E. Glukhonemykh**, student, Department of the Higher Mathematics, Institute of Artificial Intelligence (III), MIREA – Russian Technological University, Moscow, Russian Federation

For correspondence: ee\_gl@mail.ru

ORCID: <https://orcid.org/0009-0007-5311-115X>

**Alexandra A. Barinova**, Student, Department of the Higher Mathematics, Institute of Artificial Intelligence (III), MIREA – Russian Technological University, Moscow, Russian Federation

For correspondence: barinovaaalexandra@gmail.com

ORCID: <https://orcid.org/0009-0006-4983-231X>

**Elena E. Agoshkova**, student, Department of the Higher Mathematics, Institute of Artificial Intelligence (III), MIREA – Russian Technological University, Moscow, Russian Federation

For correspondence: ele.agoshkova@gmail.com

ORCID: <https://orcid.org/0009-0004-0789-4913>

**Anna M. Ryabchikova**, Staff Member, Department of Electrical Robotics, Moscow Institute of Physics and Technology (National Research University), Moscow, Russian Federation

For correspondence: ryabchikova.am@mpt.ru

ORCID: <https://orcid.org/0009-0003-9116-6515>

**Вклад авторов в работу.** Все авторы подтверждают соответствие своего авторства международным критериям ICMJE, а также согласны принять на себя ответственность за все аспекты работы: Миннахметова Д. Р. – написание черновика рукописи, визуализация; Топольницкий О. З. – административное руководство исследовательским проектом, научное руководство; Дудецкий А. Д. – разработка программного обеспечения, написание черновика рукописи, проведение исследования; Панченко И. М. – разработка методологии; Глухонемых Е. Е. – проведение исследования, визуализация; Барина А. А. – написание черновика рукописи, проведение исследования; Агошкова Е. Е. – проведение исследования; Рябчикова А. М. – курирование данных; Калитник А. А. – проведение исследования; Ходаковский И. А. – административное руководство исследовательским проектом, научное руководство.

**Alina A. Kalitnik**, student, Department of the Biophysics, Landau School of Physics and Research, Moscow Institute of Physics and Technology (National Research University), Moscow, Russian Federation,

For correspondence: kalitnik.aa@phystech.edu

ORCID: <https://orcid.org/0009-0007-6152-7614>

**Igor A. Khodakovsky**, Project Manager, Special Design Bureau No.1, Moscow Institute of Physics and Technology (National Research University), Moscow, Russian Federation

For correspondence: mipt05@mail.ru

ORCID: <https://orcid.org/0009-0005-1481-080X>

**Поступила / Article received 13.04.2025**

*Поступила после рецензирования / Revised 07.05.2025*

*Принята к публикации / Accepted 16.05.2025*

**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: Minnakhmetova D. R. – writing – original draft preparation, visualization; Topolnitsky O. Z. – project administration, supervision; Dudetsky A. D. – writing – original draft preparation, investigation; Panchenko I. M. – methodology; Glukhonemykh Ye. E. – investigation, visualization; Barinova A. A. – writing – original draft preparation, investigation; Agoshkova E. E. – investigation; Ryabchikova A. M. – data curation; Kalitnik A. A. – investigation; Khodakovsky I. A. – project administration, supervision.



# Оценка способов реставрации временных моляров с помощью программы искусственного интеллекта

А.Б. Багатырова<sup>1\*</sup>, О.А. Гаврилова<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Стоматологическая клиника «Дентал Фэнтези», Москва, Российская Федерация

<sup>2</sup>Тверской государственный медицинский университет, Тверь, Российская Федерация

## АННОТАЦИЯ

**Актуальность.** Кариес временных зубов представляет собой одну из наиболее распространенных стоматологических проблем у детей, что обусловлено как анатомическими особенностями этих зубов, так и тем, что они сильно подвержены кариозным поражениям. Несмотря на значительные достижения в области стоматологии, лечение кариеса временных зубов остается актуальной задачей. Существующие методы лечения, включая реставрацию и применение различных материалов, имеют свои преимущества и недостатки, что требует дальнейшего изучения и оптимизации. Важно разработать эффективные подходы, которые не только обеспечат устранение кариозного процесса, но и сохранят здоровье твердых тканей зуба на длительный срок.

**Цель исследования.** Повышение эффективности лечения кариеса и его осложнений на временных молярах на основании оценки различных способов реставрации с помощью программы искусственного интеллекта.

**Материалы и методы.** В исследовании приняли участие дети от 3 до 6 лет, у которых пролечено 150 временных моляров с диагнозом «кариес дентина» (K02.1) и «пульпит» (K04.0). Проведено распределение всех пролеченных зубов на группы в зависимости от диагноза и способа реставрации дефекта твердых тканей. Для восстановления твердых тканей применяли композиционный материал, стандартные металлические коронки и коронки из диоксида циркония. Каждая группа включала 25 зубов. Оценка качества выполненного лечения проводилась в программе искусственного интеллекта, которая оценивала рентгенологические снимки непосредственно после лечения зуба и через 6 месяцев.

**Результаты.** Программа на основе искусственного интеллекта показала, что по всем предложенным критериям зубы, восстановленные стандартными металлическими коронками, не имели отклонений независимо от исходного клинического диагноза (кариес дентина, пульпит). Лечение с использованием композитных реставраций имело высокий процент отклонений по различным критериям при лечении и кариеса, и пульпита. Применение стандартных циркониевых коронок по результатам оценки программы не имело отклонений при лечении пульпита.

**Закключение.** По всем критериям оценки программы искусственного интеллекта стандартные металлические коронки рекомендованы к применению при лечении кариеса и его осложнений во временных молярах.

**Ключевые слова:** стоматология, детская стоматология, временные моляры, композитная реставрация, лечение, искусственный интеллект

**Для цитирования:** Багатырова АБ, Гаврилова ОА. Оценка способов реставрации временных моляров с помощью программы искусственного интеллекта. *Стоматология детского возраста и профилактика*. 2025; 25(2):171-177. DOI: 10.33925/1683-3031-2025-914

**\*Автор, ответственный за связь с редакцией:** Багатырова Айшат Багатыровна, стоматологическая клиника «Дентал Фэнтези», 121059, ул. Брянская, д. 7, г. Москва, Российская Федерация. Для переписки: bagatyrowa@yandex.ru

**Конфликт интересов:** Авторы декларируют отсутствие конфликта интересов.

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

## Evaluation of restoration methods for primary molars based on artificial intelligence assessment

A.B. Bagatirova<sup>1\*</sup>, O.A. Gavrilova<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Dental Fantasy Clinic, Moscow, Russian Federation

<sup>2</sup>Tver State Medical University, Tver, Russian Federation

## ABSTRACT

**Relevance.** Dental caries in primary teeth remains one of the most prevalent oral health challenges in pediatric dentistry. This is attributed to both the anatomical features of these teeth and their increased vulnerability to carious lesions. Although considerable progress has been made in dental care, the management of caries in primary teeth remains a significant clinical concern. Existing treatment methods – including various restorative techniques and materials – offer specific advantages and drawbacks, highlighting the need for continued research and refinement. Developing effective strategies is crucial not only for eliminating carious lesions but also for ensuring the long-term preservation of tooth hard tissues.

**Objective.** To enhance the effectiveness of treating caries and its complications in primary molars by evaluating various restoration methods using an artificial intelligence program.

**Materials and methods.** The study involved children aged 3 to 6 years who underwent treatment for 150 primary molars diagnosed with dentin caries (K02.1) or pulpitis (K04.0). The treated teeth were categorized into groups according to diagnosis and method of hard tissue restoration. Restoration methods included composite resin, stainless steel crowns, and zirconia crowns. Each group comprised 25 teeth. Treatment outcomes were evaluated using an artificial intelligence program that analyzed radiographic images taken immediately post-treatment and at a six-month follow-up.

**Results.** The artificial intelligence program showed that teeth restored with stainless steel crowns demonstrated no deviations from the evaluation criteria, regardless of the initial diagnosis (dentin caries or pulpitis). In contrast, composite restorations exhibited a high rate of deviations across various criteria for both caries and pulpitis. Zirconia crowns showed no deviations when used for pulpitis treatment.

**Conclusion.** According to all evaluation criteria assessed by the artificial intelligence program, stainless steel crowns are recommended for the treatment of caries and its complications in primary molars.

**Keywords:** dentistry, pediatric dentistry, primary molars, composite restoration, treatment, artificial intelligence

**For citation:** Bagatyrova AB, Gavrilova OA. Evaluation of restoration methods for primary molars based on artificial intelligence assessment. *Pediatric dentistry and dental prophylaxis*. 2025;25(2):171-177. (In Russ.). DOI: 10.33925/1683-3031-2025-914

\***Corresponding author:** Aishat B. Bagatyrova, Dental Fantasy clinic, 7 Bryanskaya Str., Moscow, Russian Federation, 121059. For correspondence: bagatyrowa@yandex.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.

## ВВЕДЕНИЕ

По данным эпидемиологического исследования стоматологической заболеваемости населения России, проведенного в 2019 году, распространенность кариеса зубов у детей до 6 лет варьировала от 65% до 83% [1]. Не оказанная помощь в лечении кариеса временных зубов влечет за собой ряд осложнений, которые приводят к существенному ухудшению качества жизни ребенка, что проявляется в жалобах на боль в зубах, неприятный запах изо рта, в дефектах речеобразования, неудобствах при принятии пищи, ухудшении настроения, неуверенности ребенка. Возникают также трудности в коммуникации со сверстниками из-за внешнего вида зубов, проблемы с индивидуальной гигиеной [2, 3].

Неэффективное лечение кариозных поражений зубов может вызвать осложнения, такие как пульпит и периодонтит, что в свою очередь может привести к преждевременному удалению временных зубов. Это негативно сказывается на формировании постоянных зубов, способствует развитию зубочелюстных аномалий и оказывает влияние на общее состояние здоровья ребенка [2, 4].

Наличие в арсенале врача-стоматолога достаточно большого количества различных современных материалов и методик восстановления поврежденных твердых тканей временных зубов приводит к сложностям при их выборе для практикующего врача [5, 6]. Это показывает настоятельную необходимость применения дополнительных методов оценки различных способов реставраций временных моляров. Одним из таких методов является использование сервиса для анализа всех типов стоматологических снимков. Программа на основе искусственного интеллекта за 5 минут делает полный анализ, акцентирует внимание на проблемах, подсказывает диагноз с точностью выше 90%.

Все вышеизложенное свидетельствует, что своевременное и качественное лечение кариеса и его осложнений во временных молярах является крайне важной и актуальной проблемой детской стоматологии, в чем неоценимую помощь может оказать использование программы на основе искусственного интеллекта.

**Цель исследования.** Повышение эффективности лечения кариеса и его осложнений во временных молярах на основании оценки различных способов реставрации с помощью программы искусственного интеллекта.

## МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

Нами были обследованы и пролечены 35 детей (n = 35) в возрасте от 3 до 6 лет, из них 20 мальчиков и 15 девочек, на базе стоматологической клиники «Дентал Фэнтези» (г. Москва) с 2023 по 2024 год. Родителями всех детей было подписано добровольное информированное согласие на участие в исследованиях. У данных детей было вылечено 150 зубов с диагнозом «кариес дентина» (K02.1) и «пульпит» (K04.0). В исследование включали зубы со сформированными корнями с поражением контактной поверхности зуба (медиальной или дистальной) при вовлечении в процесс краевого гребня.

Проведено распределение всех пролеченных зубов на группы в зависимости от диагноза заболевания и способа реставрации дефекта твердых тканей:

- группа А1 – лечение кариеса дентина и восстановление дефекта твердых тканей композитной реставрацией (25 зубов) (далее в тексте – кариес + композит);
- группа А2 – лечение пульпита и восстановление дефекта композитной реставрацией (25 зубов) (далее – пульпит + композит);
- группа Б1 – лечение кариеса и восстановление твердых тканей стандартной металлической корон-



кой (25 зубов) (далее – кариес + металлическая коронка);

– группа B2 – лечение пульпита и восстановление дефекта стандартной металлической коронкой (25 зубов) (далее – пульпит + металлическая коронка);

– группа B1 – лечение кариеса и восстановление тканей зуба стандартной коронкой из диоксида циркония (25 зубов) (далее – кариес + коронка из диоксида циркония);

– группа B2 – лечение пульпит и восстановление стандартной коронкой из диоксида циркония (25 зубов) (далее – пульпит + коронка из диоксида циркония).

При восстановлении зубов композитной реставрацией применяли наногибридный светоотверждаемый композитный материал и двухкомпонентный адгезив четвертого поколения. При восстановлении зубов стандартной металлической коронкой использовали коронки фирмы 3М (США), другие варианты на рынке стоматологических материалов в РФ отсутствуют. Коронки из диоксида циркония производились в лаборатории клиники «Дентал Фэнтези» (номер сертификата № РЗР 2022/17625). Лечение проводили со 100% изоляцией системой коффердам. При лечении необратимого пульпита была использована методика пульпэктомии с последующим пломбированием каналов пастой Metarex и изоляцией устьев – цинк-оксид-эвгенольным цементом. Лечение всех зубов осуществляли в стандартных условиях стоматологического кабинета без применения седации. После лечения проводили прицельную рентген-диагностику с помощью аппарата Gendex expert DC. Всем детям проводили рентген-диагностику и анализ снимка сразу после лечения и через 6 месяцев.

Снимки загружали в программу искусственного интеллекта. Сервис осуществляет анализ рентгеновских снимков, включая внутривисочные и панорамные (ОПТГ), а также результаты КЛКТ с использованием технологий искусственного интеллекта. Также он генерирует точные, полные и понятные отчеты о более чем 65 различных состояниях зубов. Он наглядно демонстрирует патологии и состояния, выявленные искусственным интеллектом, и графически выделяет их на изображениях. К таким состояниям относятся зубной камень, признаки кариеса и его глубина, периапикальные поражения, потеря костной ткани при заболеваниях пародонта, редкие патологии челюстно-лицевой области, ретинированные зубы, дефекты предыдущего лечения и нарушения краевого прилегания реставраций, отсутствие апроксимальных контактов, дефекты костной ткани. Данные состояния программа выделяет как отклонение от нормы. Искусственный интеллект проводит анализ в течение 5-6 минут и выдает заключение из предложенных критериев.

Для исследования при загрузке прицельных снимков зубов мы выбрали следующие критерии: кариес, вторичный кариес, поры в пломбе, нарушение прилегания, нависающий край, поражение фуркации.

Данные критерии были выбраны в связи с тем, что каждый из них требует необходимости или динами-

ческого наблюдения, или повторного вмешательства. Задача исследования заключалась в выборе способа лечения, после которого необходимость повторного вмешательства была минимальна, что способствовало бы повышению эффективности лечения кариеса и осложнений кариозного процесса временных моляров.

## РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

Анализ прицельных рентгенограмм с помощью искусственного интеллекта показал наличие отклонений по следующим критериям. В группе A1 (кариес + композит) сразу после лечения в 16,0% случаев (4 зуба) программа выявила отклонение по критерию «нарушение прилегания» (табл. 1, рис. 1а).

Через 6 месяцев в этой группе отмечены отклонения по критерию «кариес» и «вторичный кариес» в 12,0% случаев (по 3 зуба по каждому критерию) (табл. 1, рис. 1б) и по критерию «нарушение прилегания» отклонение обнаружено в 24,0% случаев (6 зубов) (табл. 1, рис. 1а, б). Данные отклонения в группе A1 могут быть связаны с ограниченной возможностью контролировать подтекание десневой жидкости при локализации кариозного процесса на контактной поверхности, а также с трудностью постановки в детском возрасте матричной системы, что отрицательно влияет на адгезию композитного пломбировочного материала. К таким же выводам в своих исследованиях пришли Короленкова М. В., Арзуманян А. П. (2019), Chisini L.A. et al. (2018).

В группе B1 (кариес + металлическая коронка) не обнаружены отклонения ни сразу после лечения, ни через 6 месяцев после (табл. 1, рис. 2а, б).

Технически припасовка и установка стандартных металлических коронок достаточно просты, что позволяет добиться хорошего прилегания коронки к тканям зуба и впоследствии высокой степени герметизма, который не позволяет развиваться кариозному процессу [7-10].

При оценке зубов, входящих в группу B1 (кариес + коронка из диоксида циркония), установлено, что сразу после лечения в 40,0% (10 зубов) обнаружено отклонение по критерию «нависающий край» и в 12,0% (3 зуба) по критерию «нарушение краевого прилегания» (табл. 1, рис. 3а).

Через 6 месяцев после лечения определено наличие отклонений по критериям «кариес» в 12,0% случаев (3 зуба) и «нависающий край» в 40,0% случаев (10 зубов) (табл. 2, рис. 3а, б). В отличие от стандартных металлических коронок циркониевые коронки требуют большего объема препарирования твердых тканей. При витальном зубе детский стоматолог не может снимать большой объем твердых тканей во избежание осложнений, таких как перегрев и случайное вскрытие пульпы зуба. Исходя из такой технически сложной задачи, на зуб обычно фиксируется коронка большего, чем необходимо, размера, что может приводить к возникновению нависающего края, способствовать скоплению налета в поддесневой области и развитию кариеса [11-13].

При лечении зубов с диагнозом «пульпит» также непосредственно после лечения и спустя 6 месяцев

**Таблица 1.** Оценка качества лечения кариеса временных моляров при различных способах реставрации после лечения и через 6 месяцев (абс., %)**Table 1.** Evaluation of treatment quality for primary molar caries using different restoration methods immediately after treatment and 6-month follow-up (abs., %)

Критерии оценки Evaluation criteria	Группы / Groups					
	A1 (d = 25) / A1 (d = 25)		B1 (d = 25) / B1 (d = 25)		B1 (d = 25) / C1 (d = 25)	
	После лечения Post treatment	Через 6 месяцев 6 months post treatment	После лечения Post treatment	Через 6 месяцев 6 months post treatment	После лечения Post treatment	Через 6 месяцев 6 months post treatment
<b>Кариес</b> Caries	d = 0	d = 3 (12%)	d = 0	d = 0	d = 0	d = 3 (12%)
<b>Вторичный кариес</b> Secondary caries	d = 0	d = 3 (12%)	d = 0	d = 0	d = 0	d = 0
<b>Нависающий край</b> Overhanging restoration margin	d = 0	d = 0	d = 0	d = 0	d = 10 (40%)	10 (40%)
<b>Поры в пломбе</b> Voids in the filling	d = 0	d = 0	d = 0	d = 0	d = 0	d = 0
<b>Нарушение краевого прилегания</b> Marginal adaptation defect	d = 4 (16%)	d = 6 (24%)	d = 0	d = 0	d = 3 (12%)	d = 0
<b>Поражение фуркации</b> Furcation involvement	d = 0	d = 0	d = 0	d = 0	d = 0	d = 0

**Таблица 2.** Оценка качества лечения пульпитов временных моляров при различных способах реставрации непосредственно после лечения и через 6 месяцев (абс., %)**Table 2.** Evaluation of treatment quality for pulpitis in primary molars using different restoration methods immediately after treatment and at 6-month follow-up (abs., %)

Критерии оценки Evaluation criteria	Группы / Groups					
	A1 (d = 25) / A1 (d = 25)		B1 (d = 25) / B1 (d = 25)		B1 (d = 25) / C1 (d = 25)	
	После лечения Post treatment	Через 6 месяцев 6 months post treatment	После лечения Post treatment	Через 6 месяцев 6 months post treatment	После лечения Post treatment	Через 6 месяцев 6 months post treatment
<b>Кариес</b> Caries	d = 0	d = 3 (12%)	d = 0	d = 0	d = 0	d = 3 (12%)
<b>Вторичный кариес</b> Secondary caries	d = 0	d = 3 (12%)	d = 0	d = 0	d = 0	d = 0
<b>Нависающий край</b> Overhanging restoration margin	d = 0	d = 0	d = 0	d = 0	d = 10 (40%)	10 (40%)
<b>Поры в пломбе</b> Voids in the filling	d = 0	d = 0	d = 0	d = 0	d = 0	d = 0
<b>Нарушение краевого прилегания</b> Marginal adaptation defect	d = 4 (16%)	d = 6 (24%)	d = 0	d = 0	d = 3 (12%)	d = 0
<b>Поражение фуркации</b> Furcation involvement	d = 0	d = 0	d = 0	d = 0	d = 0	d = 0

проводился рентгенологический контроль. После анализа снимков в группе A2 (пульпит + композит) сразу после лечения были установлены отклонения по критериям «нависающий край» в 20% случаев (5 зубов); «поры в пломбе» в 16% (4 зуба); «нарушение прилегания» в 24% случаев (6 зубов) (табл. 2, рис. 1в).

Через 6 месяцев в группе A2 (пульпит + композит) обнаружены отклонения по критериям «вторичный

кариес» в 16,0% случаев (4 зуба); по критерию «нависающий край» – в 20,0% случаев (5 зубов); по критерию «нарушение прилегания» – в 36,0% случаев (9 зубов) и по критерию «поражение фуркации» – в 4,0% случаев (1 зуб) (табл. 2, рис. 1г).

Такой достаточно высокий процент отклонений связан с тем, что при диагнозе «пульпит» граница кариозной полости, как правило, расположена ниже уровня десны, что значительно усложняет постанов-



**Рис. 1.** Анализ исхода лечения кариеса и пульпита с восстановлением дефекта композитной реставрацией зуба:  
а) сразу после лечения кариеса;  
б) через 6 месяцев после лечения кариеса;  
в) сразу после лечения пульпита;  
г) через 6 месяцев после лечения пульпита

**Fig. 1.** Treatment outcome analysis for caries and pulpitis using composite restoration:  
a) immediately after caries treatment;  
b) 6 months after caries treatment;  
c) immediately after pulpitis treatment;  
d) 6 months after pulpitis treatment



**Рис. 2.** Анализ исхода лечения кариеса и пульпита с восстановлением стандартной металлической коронкой:  
а) сразу после лечения кариеса;  
б) через 6 месяцев после лечения кариеса;  
в) сразу после лечения пульпита;  
г) через 6 месяцев после лечения пульпита

**Fig. 2.** Treatment outcome analysis for caries and pulpitis using a stainless steel crown:  
a) immediately after caries treatment;  
b) 6 months after caries treatment;  
c) immediately after pulpitis treatment;  
d) 6 months after pulpitis treatment



**Рис. 3.** Анализ исхода лечения кариеса и пульпита с восстановлением стандартной циркониевой коронкой:  
а) сразу после лечения кариеса;  
б) через 6 месяцев после лечения кариеса;  
в) сразу после лечения пульпита;  
г) через 6 месяцев после лечения пульпита

**Fig. 3.** Treatment outcome analysis for caries and pulpitis using a zirconia crown:  
a) immediately after caries treatment;  
b) 6 months after caries treatment;  
c) immediately after pulpitis treatment;  
d) 6 months after pulpitis treatment

ку матричной системы [7, 8]. Еще одной причиной наличия отклонений может быть низкая адгезия композитной реставрации к тканям зубов, связанная с загрязнением эмали и дентина материалами для пломбирования корневых каналов [14].

У зубов групп В2 (пульпит + металлическая коронка) и В2 (пульпит + коронка из диоксида циркония) отклонений не обнаружено (табл. 2, рис. 2в, г, рис. 3в, г).

Стандартная металлическая и стандартная циркониевая коронка при погружении под десну закрывают глубокую кариозную полость, предотвращая микроподтекание десневой жидкости [8, 15].

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

При оценке качества лечения кариеса и пульпита временных моляров и способов реставрации композитным материалом, металлическими стандартными коронками или циркониевыми стандартными коронками с помощью специальной программы обработки рентгенологических исследований на базе искусственного интеллекта установлено, что способом восстановления кариозных дефектов твердых тканей зубов временных моляров, приводящим к минимальному количеству осложнений после проведенного лечения, являются стандартные металлические коронки.

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Кузьмина ЭМ, Янушевич ОО, Кузьмина ИН, Лапата АН. Тенденции распространенности и интенсивности кариеса зубов среди населения России за 20-летний период. *Dental Forum*. 2020;(3):2-8. Режим доступа: <https://elibrary.ru/item.asp?id=43825063>
2. Коско АВ. Клиническая эффективность применения стандартных стальных коронок для реставрации временных моляров у детей по результатам трехлетнего периода наблюдения. *Стоматология детского возраста и профилактика*. 2018;17(1):53-58. Режим доступа: <https://www.detstom.ru/jour/article/view/125/>
3. Malekafzali B, Ghasemi A, Torabzadeh H, Hamedani R, Tadayan N. Effect of multiple adhesive coating on microshear bond strength to primary tooth dentin. *J Dent (Tehran)*. 2013;10(2):169-174. Режим доступа: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/23724217/>
4. Янушевич ОО, Зуева ТЕ, Кисельникова ЛП, Золотницкий ИВ, Васильева НЮ, Огарева АА. Реализация стоматологических профилактических мероприятий среди детского населения регионов Российской Федерации в 2021-2022 годах. *Институт стоматологии*. 2024;(2):6-8. Режим доступа: <https://elibrary.ru/item.asp?id=68366232>
5. Omid BR. Microleakage of an Enhanced Resin-Modified Glass Ionomer Restorative Material in Primary Molars/ BR. Omid, FF. Naeini, H. Dehghan et al. *J Dent (Tehran)*. 2018;4:205-213. Режим доступа: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/30405729/>
6. Shih WY. Microleakage in different primary tooth restorations. *J Chin Med Assoc*. 2016;79(4):228-234. doi: 10.1016/j.jcma.2015.10.007
7. Короленкова МВ, Арзуманян АП. Сравнительный анализ микроподтеканий пломб и стандартных педиатрических коронок при восстановлении временных моляров после симуляции пульпотомии. *Стоматология детского возраста и профилактика*. 2019;19(1):46-50. doi: 10.33925/1683-3031-2019-19-69-46-50
8. Chisini LA, Collares K, Cademartori MG, de Oliveira LJC, Conde MCM, Demarco FF, Correa MB. Restorations in primary teeth: a systematic review on survival and reasons for failures. *Int J Pediatr Dent*. 2018;28(2):123-139. doi: 10.1111/ipd.12346
9. Короленкова МВ, Арзуманян АП, Васильева АВ. Герметизм пломб и педиатрических коронок при восстановлении временных моляров после пульпотомии. *Стоматология детского возраста и профилактика*. 2018;2(65):45-48. doi: 10.25636/PMP.3.2018.2.9
10. Короленкова МВ, Арзуманян АП. Сравнительная эффективность различных пломбировочных материалов и стандартных педиатрических коронок для восстановления временных моляров. *Стоматология детского возраста и профилактика*. 2018;18(4):45-48. doi: 10.25636/PMP.3.2018.4.8.
11. Seminario AL, Garcia M, Spiekerman C, Rajanbabu P, Donly KJ, Harbert P. Survival of zirconia crowns in primary maxillary incisors at 12-, 24- and 36-month follow-up. *Pediatr Dent*. 2019;41(5):385-390. Режим доступа: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/31648670/>
12. Taran PK, Kaya MS. A Comparison of Periodontal Health in Primary Molars Restored with Prefabricated Stainless Steel and Zirconia Crowns. *Pediatr Dent*. 2018;40(5):334-339. Режим доступа: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/30355428/>
13. Lopez Cazaux S, Hyon I, Prud'homme T, Dajean Truetaud S. Twenty-nine-month follow-up of a paediatric zirconia dental crown. *BMJ Case Rep*. 2017;2017:bcr2017219891. doi: 10.1136/bcr-2017-219891
14. Федотов КИ, Русанов ФС, Мандра ЮВ, Кисельникова ЛП. Анализ прочности адгезивной связи различных пломбировочных материалов к твердым тканям временных зубов. *Стоматология детского возраста и профилактика*. 2017;16(1):16-19. Режим доступа: <https://www.detstom.ru/jour/article/view/36>
15. Donly KJ, Sasa I, Contreras CI, Mendez MJ. Prospective randomized clinical trial of primary molar crowns: 24-month results. *Pediatr Dent*. 2018;40(4):253-258. Режим доступа: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/30345963/>

## REFERENCES

1. Kuzmina EM, Yanushevich OO, Kuzmina IN, Lapatina AV. Tendency in the prevalence of dental caries among the Russian population over a 20-year period. *Dental Forum*. 2020;(3):2-8 (In Russ.). Available from: <https://elibrary.ru/item.asp?id=43825063>
2. Kosko AV. Clinical efficiency of standard metal crowns usage for temporary molar restoration in child dentistry according to three years of observation. *Pediatric dentistry and dental prophylaxis*. 2018;17(1):53-58 (In Russ.). Available from: <https://www.detstom.ru/jour/article/view/125/>
3. Malekafzali B, Ghasemi A, Torabzadeh H, Hamedani R, Tadayan N. Effect of multiple adhesive coating on microshear bond strength to primary tooth dentin. *J Dent (Tehran)*. 2013;10(2):169-174. Available from: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/23724217/>
4. Yanushevich OO, Zueva TE, Kiselnikova LP, Zolotnitsky IV, Vasileva NU, Ogareva AA. Implementation of dental preventive measures among the child population in the regions of the Russian Federation in 2021-2022. *The dental institute*. 2024;(2):6-8 (In Russ.). Available from: <https://elibrary.ru/item.asp?id=68366232>
5. Omid BR. Microleakage of an Enhanced Resin-Modified Glass Ionomer Restorative Material in Primary Molars/ BR. Omid, FF. Naeini, H. Dehghan et al. *J Dent (Tehran)*. 2018;15(4):205-213. Available from: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/30405729/>

6. Shih WY. Microleakage in different primary tooth restorations. *J Chin Med Assoc.* 2016;79(4):228-234. doi: 10.1016/j.jcma.2015.10.007
7. Korolenkova MV, Arzumanyan AP. Comparative study of microleakage in primary molars restored with filling and stainless-steel pediatric crowns after pulpotomy simulation in vitro. *Pediatric dentistry and dental prophylaxis.* 2019;19(1):46-50 (In Russ.). doi: 10.33925/1683-3031-2019-19-69-46-50
8. Chisini LA, Collares K, Cademartori MG, de Oliveira LJC, Conde MCM, Demarco FF, Correa MB. Restorations in primary teeth: a systematic review on survival and reasons for failures. *Int J Pediatr Dent.* 2018;28(2):123-139. doi: 10.1111/ipd.12346
9. Korolenkova MV, Arzumanyan AP, Vasilyeva AV. Microleakage in primary molars restored with filling and stainless steel pediatric crowns: a comparative in vitro study. *Pediatric dentistry and dental prophylaxis.* 2018;17(2):47-50 (In Russ.). doi: 10.25636/PMP.3.2018.2.9.
10. Korolenkova MV, Arzumanyan AP. Comparative efficacy of filling materials and stainless-steel pediatric crowns for primary molars restoration. *Pediatric dentistry and dental prophylaxis.* 2018;18(4):41-46 (In Russ.). doi: 10.25636/PMP.3.2018.4.8

11. Seminario AL, Garcia M, Spiekerman C, Rajanbabu P, Donly KJ, Harbert P. Survival of zirconia crowns in primary maxillary incisors at 12-, 24- and 36-month follow-up. *Pediatr Dent.* 2019;41(5):385-390. Available from: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/31648670/>
12. Taran PK, Kaya MS. A Comparison of Periodontal Health in Primary Molars Restored with Prefabricated Stainless Steel and Zirconia Crowns. *Pediatr Dent.* 2018;40(5):334-339. Available from: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/30355428/>
13. Lopez Cazaux S, Hyon I, Prud'homme T, Dajeau Tru- taud S. Twenty-nine-month follow-up of a paediatric zirconia dental crown. *BMJ Case Rep.* 2017;2017:bcr2017219891. doi: 10.1136/bcr-2017-219891
14. Fedotov KI, Rusanov FS, Mandra YuV, Kisel- nikova LP. Analysis of adhesiveness of various filling materials on hard tissues of primary teeth. *Pediatric dentistry and dental prophylaxis.* 2017;16(1):16-19 (In Russ.). Available from: <https://www.detstom.ru/jour/article/view/36>
15. Donly KJ, Sasa I, Contreras CI, Mendez MJC. Prospective randomized clinical trial of primary molar crowns: 24-month results. *Pediatr Dent.* 2018;40(4):253-258. Available from: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/30345963/>

## СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ

**Автор, ответственный за связь с редакцией:**

**Багатырова Айшат Багатыровна**, врач-стоматолог детский стоматологической клиники «Дентал Фенте-зи», Москва, Российская Федерация

Для переписки: bagatyrowa@yandex.ru

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-2710-290X>

**Гаврилова Ольга Анатольевна**, доктор медицинских наук, профессор, заведующая кафедрой детской стоматологии и ортодонтии Тверского государственного медицинского университета, Тверь, Российская Федерация

Для переписки: kafdetstom@tvngmu.ru

ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-9227-9173>

## INFORMATION ABOUT THE AUTHORS

**Corresponding author:**

**Aishat B. Bagatyrova**, DMD, Pediatric Dentist, Dental Fantasy Clinic, Moscow, Russian Federation

For correspondence: bagatyrowa@yandex.ru

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-2710-290X>

**Olga A. Gavrilova**, DMD, PhD, DSc, Professor, Head of the Department of Pediatric Dentistry and Orthodontics, Tver State Medical University, Tver, Russian Federation

For correspondence: kafdetstom@tvngmu.ru

ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-9227-9173>

**Вклад авторов в работу.** Все авторы подтверждают соответствие своего авторства международным критериям ICMJE, а также согласны принять на себя ответственность за все аспекты работы: Багатырова А. Б. – курирование данных, формальный анализ, проведение исследования, визуализация, написание черновика рукописи; Гаврилова О.А. – разработка концепции, разработка методологии, научное руководство, валидация результатов, написание рукописи – рецензирование и редактирование.

**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.B. Bagatyrova – data curation, formal analysis investigation, visualization, writing – original draft preparation; O.A. Gavrilova – conceptualization, methodology, supervision, validation, writing – review and editing

**Поступила / Article received 22.04.2025**

**Поступила после рецензирования / Revised 16.05.2025**

**Принята к публикации / Accepted 18.05.2025**







# Совершенствование диагностики инфантильного типа глотания у детей в возрастном периоде смены зубов посредством ультразвукового исследования

М.А. Постников<sup>1</sup>, Н.В. Самойлова<sup>2</sup>, М.М. Алёкина<sup>3\*</sup>, А.К. Миронова<sup>2,3</sup>, Е.М. Постникова<sup>4</sup>

<sup>1</sup>Самарский государственный медицинский университет, Самара, Российская Федерация

<sup>2</sup>Российская медицинская академия непрерывного профессионального образования, Москва, Российская Федерация

<sup>3</sup>Детская городская клиническая больница имени З. А. Башляевой, Москва, Российская Федерация

<sup>4</sup>Первый Московский государственный медицинский университет имени И. М. Сеченова, Москва, Российская Федерация

## АННОТАЦИЯ

**Актуальность.** Язык является сильным мышечным органом, который влияет на рост и развитие структур челюстно-лицевой области в постнатальном периоде. Нарушение его расположения и артикуляции будет являться мощным этиопатогенетическим фактором в возникновении зубочелюстных аномалий и деформаций. Клиническая диагностика нарушений расположения и функции языка у детей затруднена из-за отсутствия должного психологического сотрудничества и анатомических ограничений в полости рта, что обуславливает необходимость разработки новых методологических подходов и усовершенствованных алгоритмов диагностики патологии этого органа.

**Цель исследования.** Определить ведущий тип глотания у детей в возрастном периоде смены зубов посредством ультразвукового исследования и оценить его взаимосвязь с морфологией зубочелюстной системы.

**Материал и методы.** Для реализации поставленной цели было обследовано 428 детей, в возрасте от 6 до 12 лет ( $M = 7,9 \pm 1,8$ ) с применением клинического осмотра, электромиографии, кинезиографии нижней челюсти и разработанного способа ультразвуковой диагностики ведущего типа глотания у детей в период смены зубов (заявка о выдаче патента на изобретение №2025107573 от 28.03.2025). Оценку взаимосвязи и силы между нарушением функции глотания и формированием аномалий окклюзии проводили с использованием критерия  $\chi^2$ -Пирсона с поправкой Йейтса и критерия Крамера-Уэлча (V).

**Результаты.** Частота встречаемости инфантильного типа глотания (ИТГ) у детей в возрастном периоде смены зубов составила 57,7% ( $p < 0,05$ ). При этом его передняя разновидность – 67,9%, боковая – 17,4%, сочетанная – 14,7%. Дисфункция языка в переднем и боковом направлениях во время акта глотания наиболее часто приводила к формированию вертикальной резцовой дизокклюзии – у 34,1% и сочетанным аномалиям – у 20,6% ( $p < 0,001$ ). Однако у 13,4% детей наблюдали физиологическую окклюзию, при которой наиболее часто при проведении ультразвукового исследования самопроизвольного акта глотания диагностировали переднюю разновидность ИТГ, что соответствовало 19% случаев ( $p < 0,001$ ).

**Закключение.** Нарушения расположения и артикуляции языка во время акта глотания тесно взаимосвязаны с морфологией зубочелюстно-лицевой области. Результаты исследования функции зубочелюстной системы у 86% растущих пациентов выявили асимметричные движения нижней челюсти и работы мышц челюстно-лицевой области в соответствии с наличием переднего, бокового или сочетанного вида ИТГ. Ввиду этого необходимо продолжать изучение этиопатогенеза функционально обусловленных аномалий окклюзии с целью уточнения предсказуемого влияния дисфункции языка на формирование зубочелюстных аномалий у детей в возрастном периоде смены зубов, что позволит повысить качество оказываемой лечебно-профилактической, миофункциональной и логопедической помощи растущим пациентам с изучаемой патологией.

**Ключевые слова:** дисфункция языка, инфантильное глотание, ортодонтия, диагностика, ультразвук

**Для цитирования:** Постников МА, Самойлова НВ, Алёкина ММ, Миронова АК, Постникова ЕМ. Совершенствование диагностики инфантильного типа глотания у детей в возрастном периоде смены зубов посредством ультразвукового исследования. *Стоматология детского возраста и профилактика*. 2025;25(2):179-186. DOI: 10.33925/1683-3031-2025-925

**\*Автор, ответственный за связь с редакцией:** Алёкина Маргарита Михайловна, центр восстановительного лечения детей Детской городской клинической больницы имени З. А. Башляевой, 125373, ул. Героев Панфиловцев, д. 28, г. Москва, Российская Федерация. Для переписки: g.margarita2106@yandex.ru

**Конфликт интересов:** Авторы декларируют отсутствие конфликта интересов.

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

# Ultrasound-based diagnostic approach to infantile swallowing in children during the mixed dentition period

M.A. Postnikov<sup>1</sup>, N.V. Samoylova<sup>2</sup>, M.M. Alekina<sup>3</sup>, A.K. Mironova<sup>2, 3</sup>, E.M. Postnikova<sup>4</sup>

<sup>1</sup>Samara State Medical University, Samara, Russian Federation

<sup>2</sup>Russian medical academy for continuing professional education, Moscow, Russian Federation

<sup>3</sup>Children's City Clinical Hospital named after Z.A. Bashlyaevoy, Moscow, Russian Federation

<sup>4</sup>I.M. Sechenov First Moscow State Medical University, Moscow, Russian Federation

## ABSTRACT

**Relevance.** The tongue is a powerful muscular organ that plays a critical role in the postnatal growth and development of craniofacial structures. Disruptions in tongue posture and function are recognized as significant aetiological factors in the development of dentofacial anomalies and deformities. Clinical diagnosis of tongue dysfunction in children remains challenging due to limited patient cooperation and anatomical limitations of the oral cavity. These limitations underscore the need for improved methodological approaches and diagnostic algorithms for detecting dysfunction of this organ.

**Objective.** To identify the predominant swallowing pattern in children during the mixed dentition period using ultrasonographic assessment and to evaluate its association with dentofacial morphology.

**Materials and methods.** A total of 428 children aged 6 to 12 years (mean age  $7.9 \pm 1.8$ ) were examined using clinical evaluation, electromyography, mandibular kinesiography, and a novel ultrasonographic method developed to identify the predominant swallowing pattern in children during the mixed dentition period (patent application No. 2025107573, submitted 28.03.2025). Associations between swallowing dysfunction and the development of occlusal anomalies were assessed using Pearson's  $\chi^2$  test with Yates' correction and Cramér's V coefficient.

**Results.** The prevalence of the infantile swallowing pattern (ISP) among children in the mixed dentition period was 57.7% ( $p < 0.05$ ). The anterior subtype was identified in 67.9% of cases, the lateral subtype in 17.4%, and the combined subtype in 14.7%. Tongue dysfunction in anterior and lateral directions during swallowing was most frequently associated with anterior open bite (34.1%) and combined malocclusion patterns (20.6%) ( $p < 0.001$ ). Notably, 13.4% of children exhibited physiological occlusion, among whom the anterior subtype of ISP was most frequently observed during spontaneous swallowing under ultrasonographic control, accounting for 19% of cases ( $p < 0.001$ ).

**Conclusion.** Abnormal tongue posture and articulation during swallowing are closely associated with the morphological characteristics of the dentofacial complex. Functional assessment of the stomatognathic system in 86% of growing patients revealed asymmetrical mandibular movements and unbalanced muscular activity consistent with the presence of anterior, lateral, or combined ISP subtypes. These findings highlight the importance of continued investigation into the aetiology and pathogenesis of functionally induced malocclusions to clarify the predictive role of tongue dysfunction in dentofacial development during the mixed dentition period. This will help inform and enhance therapeutic, preventive, myofunctional, and speech-language interventions for children affected by this condition.

**Keywords:** tongue dysfunction, infantile swallowing, orthodontics, ultrasonography, functional diagnosis

**For citation:** Postnikov MA, Samoylova NV, Alekina MM, Mironova AK, Postnikova EM. Ultrasound-based diagnostic approach to infantile swallowing in children during the mixed dentition period. *Pediatric dentistry and dental prophylaxis*. 25(2):179-186 (In Russ.). DOI: 10.33925/1683-3031-2025-925

**\*Corresponding author:** Margarita M. Alekina, DMD, Orthodontist, Children's rehabilitation treatment center, Children's City Clinical Hospital named after Z. A. Bashlyaevoy, Moscow, Russian Federation. For correspondence: g.margarita2106@yandex.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.

## ВВЕДЕНИЕ

Согласно современным научным данным, вопрос о роли характера глотания в этиологии аномалий окклюзии на этапах роста и формирования зубочелюстной системы у растущих пациентов остается по-прежнему открытым. В специальной литературе встречается большое количество исследований, под-

тверждающих взаимосвязь формирования функционально обусловленных аномалий окклюзии в результате нарушения расположения и функции языка [1-4]. Так, по данным Гиевой Ю. А. с соавторами [5], язык является сильным мышечным органом, нарушения положения и артикуляции которого определяют ведущую роль в этиопатогенезе вертикальных аномалий окклюзии. Данилова М. А. с соавторами [6] определи-

ли, что расположение языка на дне ротовой полости приведет к нарушению миодинамического равновесия между давлением язычной мышцы изнутри и мышцами щек и губ снаружи. Дисбаланс, возникающий в зубочелюстно-лицевой области у растущих пациентов, будет приводить к нарушению формирования апикального базиса верхней челюсти и, как следствие, к дисфункции языка с последующим развитием аномалий окклюзии в сагиттальном и трансверзальном направлениях [7]. Однако ряд исследователей полагают, что общая продолжительность акта глотания слишком коротка, чтобы вызвать морфологические изменения в зубочелюстной системе, и придерживаются мнения, что прокладывание языка между зубами следует считать результатом, а не причиной изменений в зубочелюстной системе. Так, при наличии, например, перекрестной или вертикальной резцовой дизокклюзии отсутствует замкнутость пространства во фронтальном или боковых сегментах зубных рядов [8-9].

В последнее десятилетие отмечается значительный рост функционально обусловленных аномалий окклюзии у детей, которые, как известно, являются достаточно сложными для диагностики и лечения, а также имеют высокий процент рецидивов после лечения [10]. Как сообщалось ранее, клиническая диагностика инфантильного типа глотания (ИТГ) у детей затруднена из-за отсутствия должной кооперации с ними и анатомических ограничений в полости рта [11]. Дополнительные рентгенологические и функциональные методы исследования, применяемые на сегодняшний день при выявлении нарушений расположения и функции языка, не совершенны в силу того, что пациенту помимо КТ-исследования необходимы дополнительные обследования, направленные на диагностику функциональной составляющей зубочелюстной системы. Однако эти методы не позволяют оценить характер движения языка во время акта глотания в сагиттальной и трансверзальной плоскостях [12-14]. Исходя из вышеизложенного, становится очевидным, что аномалии окклюзии, возникающие в результате нарушений положения языка и функции глотания в возрастном периоде смены зубов, требуют новых методологических подходов и усовершенствованных алгоритмов их диагностики и лечения.

**Цель исследования:** определить ведущий тип глотания на основании данных ультразвукового исследования и оценить взаимосвязь вида глотания с морфологией зубочелюстной системы у детей в возрастном периоде сменного прикуса.

## МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

Для реализации поставленной цели на базе центра восстановительного лечения детей ДГКБ имени З. А. Башляевой и кафедры терапевтической стома-

тологии ФГБОУ ВО «Самарского государственного медицинского университета» МЗ России нами было обследовано 428 детей, в возрасте от 6 до 12 лет ( $M = 7,9 \pm 1,8$ ), обратившихся за первичной консультацией к врачу-ортодонт.

Критериями включения детей служили: возраст 6-12 лет, период сменного прикуса, отсутствие врожденных пороков развития челюстно-лицевой области (ЧЛО) и общей соматической патологии в анамнезе, наличие информированного согласия на включение ребенка в исследование.

Критериями исключения детей из проводимого исследования являлись: возраст младше 6 лет и старше 12 лет, периоды временного и постоянного прикуса, наличие врожденных пороков развития ЧЛО и общей соматической патологии в анамнезе, повышенный психоэмоциональный статус, отсутствие информированного согласия на включение ребенка в исследование.

В ходе исследования применяли клинические и параклинические методы обследования, а также статистический анализ. Клиническое обследование включало в себя опрос детей и/или их родителей о наличии вредных привычек, внешний осмотр, осмотр лица, полости рта, определение пространственного расположения и движения языка во время акта глотания.

Исследование функции зубочелюстной системы проводилось на оборудовании BioKET/Biotronic (Италия), включавшем кинезиограф, электромиограф и компьютер, оснащенный программой KEYNET. Кинезиография (КГ) нижней челюсти выполнялась при проведении функциональных проб, включая пробу глотания. Фиксировали движения нижней челюсти



**Рис. 1.** а – аппарат Philips EPIQ 7 с технологией визуализации Pure Wave; б – расположение датчика eL18-4 PureWave в сагиттальной плоскости по срединной линии дна полости рта

**Fig. 1.** a – Philips EPIQ 7 ultrasound system with PureWave imaging technology; b – placement of the eL18-4 PureWave transducer in the sagittal plane along the midline of the floor of the mouth

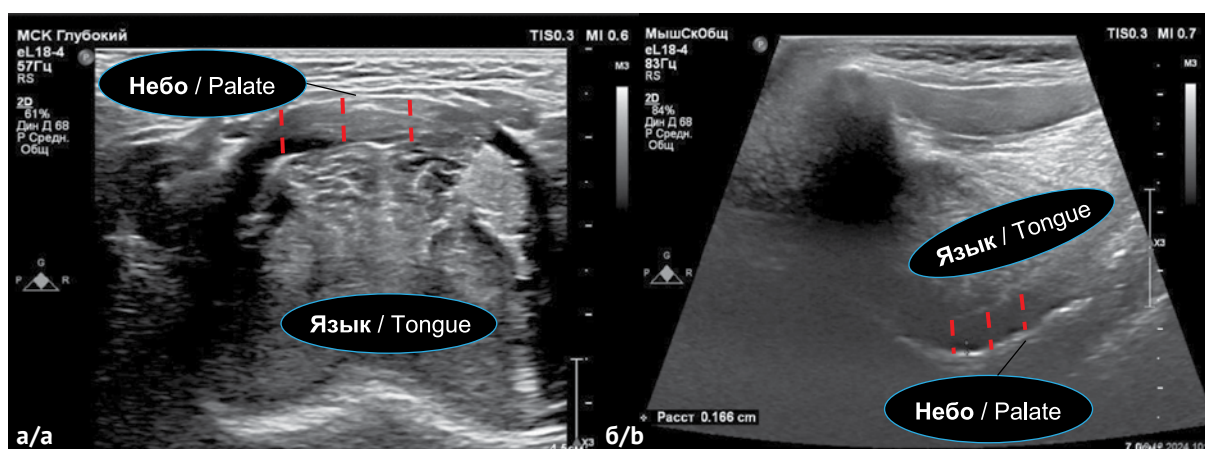


в виде графической записи и цифровых показателей в трех плоскостях: фронтальной, сагиттальной и горизонтальной с последующей программной обработкой данных.

Электромиография (ЭМГ) включала в себя оценку симметричности и координации в работе четырех пар мышц – mm. Temporalis, mm. masseter, mm. suprahyoidei, mm. sternocleidomastoidei при проведении семи функциональных проб: состояние относительного физиологического покоя нижней челюсти, центральная окклюзия, состояние относительного физиологического покоя нижней челюсти стоя, повторные окклюзионные контакты, глотание, максимальное сжатие челюстей, функциональная проба при нагрузке (сжатие ватных валиков зубами).

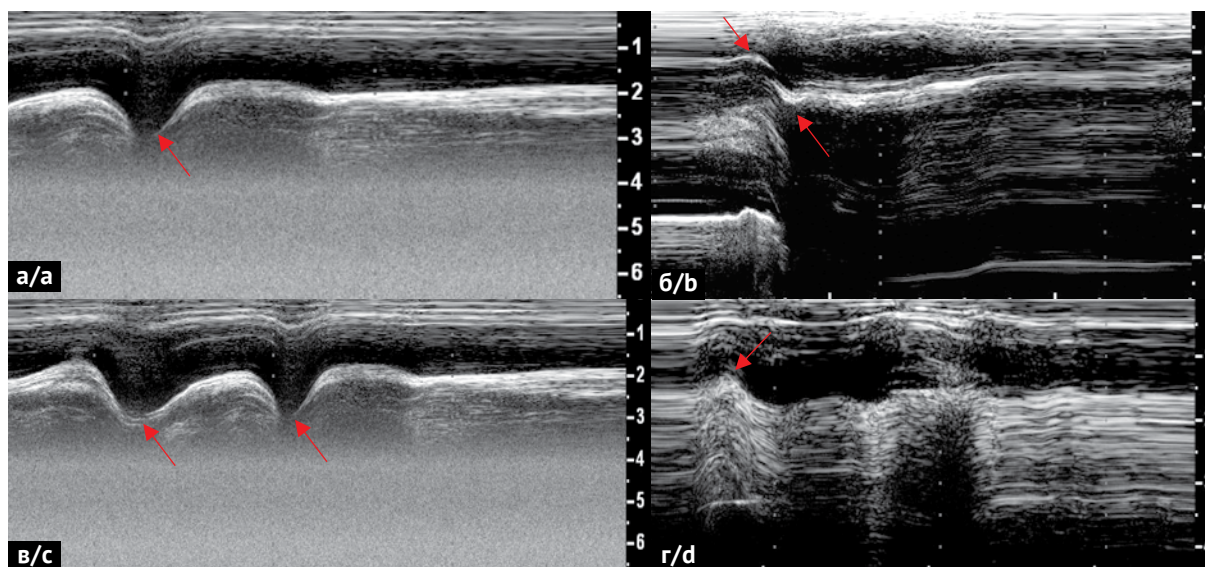
Для более объективного определения нарушения функции языка у пациентов, отвечающих критери-

ям отбора, использовали разработанный нами способ ультразвуковой диагностики ведущего типа глотания у детей в период смены зубов (заявка о выдаче патента на изобретение №2025107573 от 28.03.2025). Расположив пациента сидя, с позиционированием головы параллельно франкфуртской горизонтали, или камперовской плоскости, врачом ультразвуковой диагностики последовательно проводилось УЗИ языка в В- и М-режимах в покое и во время произвольного акта глотания на аппарате экспертного класса Philips EPIQ 7 с технологией визуализации Pure Wave и использованием программного обеспечения Tissue Specific Imaging (TSI) с помощью широкоплоскостного датчика с линейной матрицей eL18-4 PureWave (рис. 1а). Датчик располагали в сагиттальной плоскости по срединной линии дна полости рта (рис. 1б). Оценка положения языка относи-



**Рис. 2.** Сонограммы в В-режиме: а – в трансверзальной плоскости, б – в сагиттальной плоскости (красные линии демонстрируют асимметричное прилегание языка к куполу неба)

**Fig. 2.** B-mode sonograms: a – transverse plane; b – sagittal plane (red lines indicate asymmetrical tongue contact with the palatal dome)



**Рис. 3.** Сонограммы в М-режиме (линия сканирования проходит через кончик языка и подбородочно-язычную мышцу): а – ИТГ в переднем направлении, б – ИТГ в боковом направлении,

в – ИТГ в переднем и боковом направлениях (сочетанный вид), г – соматический тип глотания

**Fig. 3.** BM-mode sonograms (scanning line passes through the tongue tip and genioglossus muscle): а – anterior subtype of ISP; б – lateral subtype of ISP; в – combined subtype of ISP; г – mature (normal) swallowing pattern



тельно неба проводили в режиме реального времени (рис. 2а, б). При регистрации одномоментного нисходящего движения кончика языка и подбородочно-язычной мышцы в М-режиме диагностировали инфантильный тип глотания в переднем направлении (рис. 3а), при попеременном движении кончика языка и подбородочно-язычной мышцы различной амплитуды – в боковом направлении (рис. 3б), при повторяющемся нисходящем движении – в переднем и боковом направлениях (рис. 3в). Восходящее движение кончика языка и подбородочно-язычной мышцы соответствовало соматическому типу глотания (рис. 3г).

Исследования проводились на основании регламентирующих документов РФ по проведению медицинских исследований и с одобрения локального этического комитета ФГБОУ ВО «Самарского государственного медицинского университета» МЗ России (протокол №304 от 23.04.2025). Перед проведением ультразвукового исследования были получены добровольные информированные согласия от родителей/законных представителей детей на манипуляцию.

Оценку взаимосвязи и силы между нарушением функции глотания и формированием аномалий окклюзии у растущих пациентов проводили с использованием критерия  $\chi^2$ -Пирсона с поправкой Йейтса и критерия Крамера-Уэлча (V) в программе Statistica 12.0.

## РЕЗУЛЬТАТЫ

По результатам обследования 428 детей ( $M = 7,9 \pm 1,8$ ), независимо от пола, с применением разработанного способа определения ведущего типа глотания у детей, ИТГ был диагностирован у 247 человек – 57,7% ( $p < 0,05$ ), в том числе его передняя разновидность – у 67,9%, боковая – у 17,4%, сочетанная – у 14,7%.

В ходе клинического осмотра полости рта 247 детей с ИТГ были выявлены следующие аномалии зубочелюстной системы: дистальная окклюзия – 10,5%, мезиальная окклюзия – 5,2%, вертикальная резцовая дизокклюзия – 34,1%, трансверзальные аномалии – 16,2%, сочетанные – 20,6%, физиологическая окклюзия – 13,4% (таблица 1).

Анализ полученных результатов дает основание полагать, что прокладывание языка между зубными рядами во время акта глотания происходит в переднем и боковом направлениях, обуславливая формирование аномалий окклюзии в трех взаимно перпендикулярных плоскостях, которые сопровождаются асимметричным уменьшением ширины апикального базиса верхней челюсти, зубоальвеолярным укорочением в переднем и боковых отделах зубных рядов со смещением косметического центра и изменением положения фронтальной группы зубов верхней и нижней челюстей, что наиболее часто приводит к формированию вертикальной резцовой

**Таблица 1.** Взаимосвязь разновидностей ИТГ с формированием зубочелюстных аномалий у детей в периоде смены зубов ( $\chi^2(p)$ , V)

**Table 1.** Association between ISP subtypes and the development of dentofacial anomalies in children during the mixed dentition period ( $\chi^2(p)$ , V)

		Инфантильное глотание / Infantile swallowing pattern, n = 247		
		Передняя разновидность Anterior subtype n = 168 (67,9%)	Боковая разновидность Lateral subtype n = 43 (17,4%)	Сочетанная разновидность Complex subtype n = 36 (14,7%)
<b>Дистальная окклюзия</b> Distal occlusion n = 26 (10,5%)	p value	0.141	0.168	0.643
	V	0.094	0.088	0.030
<b>Мезиальная окклюзия</b> Mesial occlusion n = 13 (5,2%)	p value	0.004	<0.001	0.933
	V	0.188	0.226	0.005
<b>Вертикальная резцовая дизокклюзия</b> Anterior open bite n = 84 (34,1%)	p value	<0.001	<0.001	<0.001
	V	0.437	0.310	0.248
<b>Трансверзальные аномалии</b> Transverse anomalies n = 40 (16,2%)	p value	<0.001	<0.001	0.289
	V	0.311	0.320	0.068
<b>Сочетанные аномалии</b> Combined anomalies n = 51 (20,6%)	p value	<0.001	0.034	<0.001
	V	0.401	0.135	0.385
<b>Физиологическая окклюзия</b> Physiological occlusion n = 33 (13,4%)	p value	<0.001	0.020	0.011
	V	0.244	0.149	0.162

дизокклюзии – у 34,1% и сочетанным аномалиям – у 20,6% из них ( $p < 0,001$ ). Однако важно также отметить, что у 13,4% исследуемых наблюдали физиологическую окклюзию, при которой наиболее часто при проведении УЗИ самопроизвольного акта глотания, диагностировали переднюю разновидность ИТГ в 19% случаев ( $p < 0,001$ ).

При проведении ЭМГ у детей с нарушением функции глотания в пробах «состояние относительного физиологического покоя» значение показателей находилось на уровне  $7 \pm 2$  мкВ, а при «максимальном сжатии челюстей» –  $60 \pm 26$  мкВ; в пробах «повторные окклюзионные контакты» –  $43 \pm 19$  мкВ, «функциональная проба при нагрузке» –  $62 \pm 30$  мкВ, «центральная окклюзия» –  $6 \pm 3$  мкВ и «состояние относительного физиологического покоя стоя» –  $8 \pm 4$  мкВ, при этом наблюдалась перекрестная асимметрия в работе мышц челюстно-лицевой области. Полученные данные проведенного функционального исследования определяют наличие асимметричной работы мышц ЧЛО в результате нарушения функции глотания.

При проведении КГ нижней челюсти у пациентов с нарушением функции глотания определялся его инфантильный тип со смещением нижней челюсти вбок при ее выдвижении вперед и сохранении контактов между зубами верхней и нижней челюстей. В сагиттальной плоскости наиболее часто определялось уменьшение амплитуды выдвижения нижней челюсти и ее движение по дистальному типу.

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В ходе проведенного исследования с помощью разработанного способа ультразвуковой диагностики

ведущего типа глотания у детей установлена взаимосвязь между движениями кончика языка и подбородочно-язычной мышцы во время акта глотания в трех взаимно перпендикулярных плоскостях с наиболее часто формирующимися аномалиями окклюзии, к которым можно отнести: вертикальную резцовую дизокклюзию – 34,1% и сочетанные аномалии – 20,6% ( $p < 0,001$ ). Частота встречаемости изучаемого функционального без учета пола составила 57,7% ( $p < 0,05$ ). У 86% детей с инфантильным типом глотания и зубочелюстными аномалиями выявлены диспропорции профиля лица и зубных рядов, асимметричные движения нижней челюсти и работы мышц челюстно-лицевой области в соответствии с наличием переднего, бокового или сочетанного вида ИТГ. Важно также отметить, что у 13% детей с нарушением функции глотания наблюдали физиологическую окклюзию в период смены фронтальной группы зубов верхней челюсти, что, вероятно, и приводило к прокладыванию языка в переднем направлении.

В связи с тем что движения языка оказывают непосредственное влияние на рост и формирование костных и мягкотканых структур челюстно-лицевой области, а саморегуляция в зубочелюстной системе на этапах роста и формирования происходит с минимальным эффектом, необходимо продолжать изучение этиопатогенеза функционально обусловленных аномалий окклюзии для определения влияния нарушений положения языка на морфологию зубочелюстной системы у детей в возрастном периоде смены зубов, что позволит повысить качество оказываемой лечебно-профилактической, миофункциональной и логопедической помощи растущим пациентам с изучаемой патологией.

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- Игнатъева ЛА, Хамитова НХ. Влияние миофункциональных нарушений челюстно-лицевой области на формирование патологии окклюзии у детей. *Казанский медицинский журнал*. 2019;100(3):422-425. doi: 10.17816/KMJ2019-422
- Попова НВ, Арсенина ОИ, Махортова ПИ, Гайрбекова ЛА, Попова АВ. Оценка положения языка у пациентов с сужением верхней челюсти до и после ее расширения. *Стоматология*. 2020;99(3):60-70. doi: 10.17116/stomat20209903160
- Fujita Y, Ohno Y, Ohno K, Takeshima T, Maki K. Differences in the factors associated with tongue pressure between children with class I and Class II malocclusions. *BMC Pediatr*. 2021;21(1):476. doi: 10.1186/s12887-021-02956-x
- Deshkar M, Thosar NR, Kabra SP, Yeluri R, Rath NV. The Influence of the Tongue on the Development of Dental Malocclusion. *Cureus*. 2024;16(5):e61281. doi: 10.7759/cureus.61281
- Гюева ЮА, Карамышева ЕИ, Оборотилов НЮ, Бусарова ВВ, Хубецова ЗО. Особенности расположе-

- ния языка у пациентов с мезиальной окклюзией по данным конусно-лучевой компьютерной томографии. *Дентал Форум*. 2024;(3):45-49. Режим доступа: <https://elibrary.ru/item.asp?id=73884117>
- Данилова МА, Ишмурзин ПВ, Рудакина ТИ. Предикторы аномалий окклюзии зубных рядов у детей в периодах временного прикуса (часть 1). *Стоматология детского возраста и профилактика*. 2023;23(2):124-131. doi: 10.33925/1683-3031-2023-593
- Васильева МБ, Перевезенцев ГС, Косырева ТФ. Результаты ортодонтического и остеопатического обследования пациентов с асимметричным сужением верхней челюсти. *Стоматология детского возраста и профилактика*. 2023;23(4):385-396. doi: 10.33925/1683-3031-2023-690
- Jalaly T, Ahrari F, Amini F. Effect of tongue thrust swallowing on position of anterior teeth. *J. Dent. Res. Dent. Clin. Dent. Prospects*. 2009;3(3):73-77. doi: 10.5681/joddd.2009.019
- Mason R.M. Myth that persist about orofacial myol-

ogy. *Int. J. Orofac. Myol. Myofunct. Ther.* 2011;37(1):26-38. doi: 10.52010/ijom.2011.37.1.2

10. Гажва СИ, Краснокутская НС, Касумов РС. Эпидемиологические аспекты и клинические результаты ортодонтического лечения детей от 7 до 12 лет. *Медико-фармацевтический журнал «Пульс»*. 2021;23(3):66-73.

doi: 10.26787/nydha-2686-68-38-2021-23-3-66-73

11. Gil H, Fougeront N. Tongue dysfunction screening: assessment protocol for describe. *Journal Dentofacial Anom. Orthod.* 2015;18:408.

doi: 10.1051/odfen/2015026

12. Постников МА, Картунова ЕО, Испанова СН. Комплексная оценка функционального состояния зубочелюстной системы у детей с различными аномалиями окклюзии, осложненными адентией (обзор литературы). *Институт стоматологии*. 2020;(1):88-91. Режим доступа:

<https://elibrary.ru/item.asp?id=43932840>

## REFERENCES

1. Ignateva LA, Khamitova NK. Impact of myofunctional disorders of the maxillofacial area on the formation of occlusion pathology in children. *Kazan medical journal*. 2019;100(3):422-425 (In Russ).

doi: 10.17816/KMJ2019-422

2. Popova NV, Arsenina OI, Makhortova PI, Gayrbekova LA, Popova AV. Tongue position assessment in patients before and after maxilla expansion. *Stomatology*. 2020;99(3):60-70 (In Russ.).

doi: 10.17116/stomat20209903160

3. Fujita Y, Ohno Y, Ohno K, Takeshima T, Maki K. Differences in the factors associated with tongue pressure between children with class I and Class II malocclusions. *BMC Pediatr.* 2021;21(1):476.

doi: 10.1186/s12887-021-02956-x

4. Deshkar M, Thosar NR, Kabra SP, Yeluri R, Rathil NV. The Influence of the Tongue on the Development of Dental Malocclusion. *Cureus*. 2024;16(5):e61281.

doi: 10.7759/cureus.61281

5. Gioeva YuA, Karamysheva EI, Oborotistov NYu, Busarova VV, Khubetsova ZO. Features of tongue location in patients with mesial occlusion according to cone beam computed tomography. *Dental Forum*. 2024;3(94):45-49 (In Russ). Available from:

<https://elibrary.ru/item.asp?id=73884117>

6. Danilova MA, Ishmurzin PV, Rudavina TI. Malocclusion predictors in children with primary dentition (part one). *Pediatric dentistry and dental prophylaxis*. 2023;23(2):143-152 (In Russ).

doi: 10.33925/1683-3031-2023-593

7. Vasilyeva MB, Perevezentsev GS, Kosyreva TF. Findings of an orthodontic and osteopathic diagnostic of individuals with an asymmetric narrowing of maxilla. *Pediatric dentistry and dental prophylaxis*. 2023;23(4):385-396 (In Russ).

doi: 10.33925/1683-3031-2023-690

13. Игнатъева ЛА, Хамитова НХ. Влияние миофункционального тренажера на биоэлектрическую активность мышц челюстно-лицевой области. *Институт стоматологии*. 2021;(1):82. Режим доступа:

<https://elibrary.ru/item.asp?id=45632833>

14. Гюева ЮА, Петровская ВГ, Гордина ЕС, Бусарова ВВ, Хубецова ЗО. Особенности расположения языка у пациентов с дистальной окклюзией по данным конусно-лучевой компьютерной томографии. *Дентал Форум*. 2024;(2):13-17. Режим доступа:

<https://elibrary.ru/item.asp?id=67313911>

8. Jalaly T, Ahrari F, Amini F. Effect of tongue thrust swallowing on position of anterior teeth. *J. Dent. Res. Dent. Clin. Dent. Prospects*. 2009;3(3):73-77.

doi: 10.5681/joddd.2009.019

9. Mason R.M. Myth that persist about orofacial myology. *Int. J. Orofac. Myol. Myofunct. Ther.* 2011;37(1):26-38.

doi: 10.52010/ijom.2011.37.1.2

10. Gazhva SI, Krasnokutskaya NS, Kasumov RS. Epidemiological aspects and clinical results of orthodontic treatment of children from 7 to 12 years old. *Medical & pharmaceutical journal "Pulse"*. 2021;23(3):66-73 (In Russ).

doi: 10.26787/nydha-2686-68-38-2021-23-3-66-73

11. Gil H, Fougeront N. Tongue dysfunction screening: assessment protocol for describe. *Journal Dentofacial Anom. Orthod.* 2015;18:408.

doi: 10.1051/odfen/2015026

12. Postnikov MA, Kortunova EO, Ispanova SN. Comprehensive assessment of functional state of the maxillofacial system in children with various occlusion anomalies complicated by adentia (literature review). *The Dental Institute*. 2020;(1):88-91 (In Russ). Available from:

<https://elibrary.ru/item.asp?id=43932840>

13. Ignatieva LA, Khamitova NH. Indicators of bioelectric activity of muscles of maxillofacial region with the presence of combined pathology of dental anomaly. *The Dental Institute*. 2021;(1):82 (In Russ). Available from:

<https://elibrary.ru/item.asp?id=45632833>

14. Gioeva YuA, Petrovskaya VG, Gordina ES, Busarova VV, Khubetsova ZO. Features of tongue location in patients with distal occlusion according to cone beam computed tomography. *Dental Forum*. 2024;(2):13-17 (In Russ). Available from:

<https://elibrary.ru/item.asp?id=67313911>

## СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ

**Постников Михаил Александрович**, доктор медицинских наук, профессор, заведующий кафедрой терапевтической стоматологии Самарского государственного медицинского университета Минздрава России, Самара, Российская Федерация

Для переписки: postnikovortho@yandex.ru

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-2232-8870>

**Самойлова Нина Валентиновна**, кандидат медицинских наук, доцент кафедры ортодонтии Российской медицинской академии непрерывного профессионального образования, Москва, Российская Федерация

Для переписки: SamoilovaNV@rmapo.ru

ORCID: <https://orcid.org/0009-0005-3664-2341>

**Автор, ответственный за связь с редакцией:**

**Алёкина Маргарита Михайловна**, врач-ортодонт центра восстановительного лечения детей Детской городской клинической больницы имени З. А. Башляевой, Москва, Российская Федерация

Для переписки: g.margarita2106@yandex.ru

ORCID: <https://orcid.org/0009-0003-8438-6106>

## INFORMATION ABOUT THE AUTHORS

**Mikhail A. Postnikov**, DMD, PhD, DSc, Professor, Department of the Restorative Dentistry, Samara State Medical University, Samara, Russian Federation

For correspondence: postnikovortho@yandex.ru

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-2232-8870>

**Nina V. Samoylova**, DMD, PhD, Associate Professor, Department of the Orthodontics, Russian medical academy for continuing professional education, Moscow, Russian Federation

For correspondence: SamoilovaNV@rmapo.ru

ORCID: <https://orcid.org/0009-0005-3664-2341>

**Corresponding author:**

**Margarita M. Alekina**, DMD, Orthodontist, Children's rehabilitation treatment center, Children's City Clinical Hospital named after Z. A. Bashlyayevoy, Moscow, Russian Federation

For correspondence: g.margarita2106@yandex.ru

ORCID: <https://orcid.org/0009-0003-8438-6106>

**Вклад авторов в работу.** Все авторы подтверждают соответствие своего авторства международным критериям ICMJE, а также согласны принять на себя ответственность за все аспекты работы. Постников М. А. – разработка концепции, научное руководство, написание рукописи – рецензирование и редактирование; Самойлова Н. В. – курирование данных, формальный анализ, написание рукописи – рецензирование и редактирование; Алёкина М. М. – проведение исследования, формальный анализ, валидация результатов, написание черновика рукописи; Миронова А. К. – предоставление ресурсов, проведение исследования, валидация результатов; Постникова Е. М. – формальный анализ, валидация результатов.

**Миронова Алёна Константиновна**, доктор медицинских наук, заведующая центром восстановительного лечения детей Детской городской клинической больницы имени З. А. Башляевой, ассистент кафедры лучевой диагностики детского возраста Российской медицинской академии непрерывного профессионального образования Минздрава России, Москва, Российская Федерация

Для переписки: MironovaAK@zdrav.mos.ru

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-7864-5090>

**Постникова Елизавета Михайловна**, студентка Института стоматологии имени Е. В. Боровского Первого Московского государственного медицинского университета имени И. М. Сеченова Минздрава России, Москва, Российская Федерация

Для переписки: postnikova.e.m@gymn1sam.ru

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-5989-1704>

**Alyona K. Mironova**, DMD, PhD, DSc, Children's rehabilitation treatment center Children's City Clinical Hospital named after Z.A. Bashlyayevoy; Associate Professor, Department of the Pediatric Radiology, Russian medical academy for continuing professional education, Moscow, Russian Federation.

For correspondence: MironovaAK@zdrav.mos.ru

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-7864-5090>

**Elizaveta M. Postnikova**, Student, Institute of Dentistry named after E. V. Borovsky, I. M. Sechenov First Moscow State Medical University, Moscow, Russian Federation

For correspondence: postnikova.e.m@gymn1sam.ru

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-5989-1704>

**Поступила / Article received 20.05.2025**

*Поступила после рецензирования / Revised 18.06.2025*

*Принята к публикации / Accepted 10.07.2025*

**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: Postnikov M. A. – conceptualization, supervision, writing – review & editing; Samoylova N. V. – data curation, formal analysis, writing – review & editing; Alekina M. M. – investigation, formal analysis, validation, writing – original draft preparation; Mironova A. K. – resources, investigation, validation; Postnikova E. M. – formal analysis, validation.



# Некоторые витамины и минералы в сыворотке крови и волосах у детей с разным уровнем минерализации эмали зубов

А.П. Лими́на\*, Е.А. Саты́го

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

## АННОТАЦИЯ

**Актуальность.** Кариес имеет высокую распространенность и интенсивность у детей в период сменного прикуса. На развитие кариозного процесса влияют местные и общие факторы. Местные факторы развития кариеса у детей довольно хорошо изучены. Тем не менее общее состояние организма также влияет на интенсивность кариозных поражений. Витамины оказывают большое влияние на обменные процессы в организме ребенка и занимают важное место в клинической практике врача, в том числе детского стоматолога.

**Цель.** Изучить роль некоторых витаминов и минералов в сыворотке крови и волосах у детей с низким уровнем минерализации эмали в профилактике кариеса зубов.

**Материалы и методы.** В исследовании приняли участие 143 человека, с 6 до 12 лет, средний возраст  $\approx 8,7 \pm 1,3$  лет. При осмотре определялись следующие параметры: интенсивность кариеса (индекс КПУ), прирост интенсивности кариеса. По назначению педиатра пациентам проводился сбор крови и волос в клинической лаборатории, назначался прием витаминных, витаминно-минеральных комплексов.

**Результаты.** Нами установлено, что у пациентов, которые в течение трех месяцев принимали по назначению педиатра витаминный комплекс в возрастной дозировке, через год наблюдений индекс КПУ увеличился с  $2,31 \pm 0,07$  до  $3,43 \pm 0,05$ , прирост интенсивности кариеса составил  $1,12 \pm 0,02$ . У пациентов, в течение трех месяцев принимавших по назначению педиатра витаминно-минеральный комплекс в возрастной дозировке, через год наблюдений прирост интенсивности кариеса составил  $0,60 \pm 0,78$ , с  $2,10 \pm 0,02$  до  $2,70 \pm 0,80$ . Индекс КПУ у пациентов, в течение трех месяцев ежедневно принимавших по назначению педиатра препарат Mg+B6 в возрастной дозировке, через год наблюдений достоверно повысился с  $2,25 \pm 0,02$  до  $2,31 \pm 0,78$ , прирост интенсивности составил  $0,85 \pm 0,60$ . У пациентов контрольной подгруппы прирост интенсивности был  $2,13 \pm 0,03$ , так как КПУ увеличился с  $2,25 \pm 0,02$  до  $4,23 \pm 0,05$ .

**Закключение.** Комплексное применение витаминов и микроэлементов положительно влияет на прирост интенсивности кариеса у детей с низким уровнем минерализации эмали.

**Ключевые слова:** витамины, кариес, микроэлементы, минерализация, эмаль

**Для цитирования:** Лими́на АП, Саты́го ЕА. Некоторые витамины и минералы в сыворотке крови и волосах у детей с разным уровнем минерализации эмали зубов. *Стоматология детского возраста и профилактика*. 2025;25(2):187-195. DOI: 10.33925/1683-3031-2025-922

\***Автор, ответственный за связь с редакцией:** Лими́на Алиса Петровна, кафедра детской и терапевтической стоматологии имени Ю. А. Федорова, Северо-Западный государственный медицинский университет имени И. И. Мечникова, 191015, ул. Кирочная, д. 41, г. Санкт-Петербург, Российская Федерация. Для переписки: alisa.limina@szgmu.ru

**Конфликт интересов:** Авторы декларируют отсутствие конфликта интересов.

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

## Serum and hair levels of selected vitamins and minerals in children with varying enamel mineralization levels

A.P. Limina\*, E.A. Satygo

North-Western State Medical University named after I. I. Mechnikov, Saint Petersburg, Russian Federation



## ABSTRACT

**Relevance.** Dental caries remains highly prevalent and severe in children during the mixed dentition period. Its development is influenced by both local and systemic factors. Although local aetiological factors of caries in children are relatively well understood, systemic health remains an important determinant of caries severity. Vitamins substantially impact metabolic processes in children and are essential in clinical practice, including pediatric dentistry. Objective. To investigate the role of selected vitamins and minerals, as measured in serum and hair, in preventing dental caries in children with low enamel mineralization.

**Materials and methods.** The study included 143 children aged 6 to 12 years (mean age  $\approx 8.7 \pm 1.3$  years). Clinical examination involved the assessment of caries severity using the DMFT index and evaluation of caries increment. As prescribed by a pediatrician, blood and hair samples were collected in a clinical laboratory, and vitamin or vitamin–mineral supplements were administered accordingly.

**Results.** Among children who received an age-appropriate vitamin complex for three months, the DMFT index increased from  $2.31 \pm 0.07$  to  $3.43 \pm 0.05$  over the one-year observation period, corresponding to a caries increment of  $1.12 \pm 0.02$ . In those who received a combined vitamin–mineral supplement, the DMFT index rose from  $2.10 \pm 0.02$  to  $2.70 \pm 0.80$ , with a lower caries increment of  $0.60 \pm 0.78$ . Among children administered an Mg + B6 supplement daily for three months, the index changed from  $2.25 \pm 0.02$  to  $2.31 \pm 0.78$ , resulting in a caries increment of  $0.85 \pm 0.60$ . In contrast, the control subgroup showed the highest increase, with the DMFT index rising from  $2.25 \pm 0.02$  to  $4.23 \pm 0.05$  and a caries increment of  $2.13 \pm 0.03$ .

**Conclusion.** Combined supplementation with vitamins and minerals was also associated with a more favorable caries increment in this group.

**Key words:** vitamins, dental caries, minerals, mineralization, enamel

**For citation:** Limina AP, Satygo EA. Serum and hair levels of selected vitamins and minerals in children with varying enamel mineralization levels. *Pediatric dentistry and dental prophylaxis*. 2025;25(2):187-195. (In Russ.). DOI: 10.33925/1683-3031-2025-922

**\*Corresponding author:** Alisa P. Limina, Department of the Pediatric Dentistry, I. I. Mechnikov North-Western State Medical University, 41 Kirochnaya Str., Saint Petersburg, Russian Federation, 191015. For correspondence: alisa.limina@szgmu.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.

## ВВЕДЕНИЕ

Кариес имеет высокую распространенность и интенсивность у детей в период сменного прикуса. На развитие кариозного процесса влияют местные и общие факторы. Их влияние обсуждается в литературе. Местные факторы развития кариеса у детей довольно хорошо изучены. Тем не менее общее состояние организма также влияет на интенсивность кариозных поражений. Третичная минерализация твердых тканей зубов происходит в период, когда зуб прорезывается в полости рта. Качество минерализации зависит от состава и свойств слюны / ротовой жидкости [1]. Исследования, направленные на изучение влияния витаминов и минеральных компонентов на процессы формирования зубов, свидетельствуют об их положительном влиянии [2]. Витамины оказывают большое влияние на обменные процессы в организме ребенка и занимают важное место в клинической практике врача, в том числе детского стоматолога. Недостаток витаминов группы В, калия, магния, железа, фолиевой кислоты и цинка сказывается на росте и развитии детей [3].

Для нормального формирования костной ткани, в том числе зубов, необходимы и витамины, и минералы. Недостаток этих веществ может привести к замедлению роста костей, их деформациям, остеопорозу. Низкая концентрация пиридоксина, при определении в сыворотке крови, редкость, однако в зависимости от

показателей можно определить те или иные нарушения, связанные с задержкой роста, иммунными реакциями и анемиями [5]. Цианокобаламин участвует в синтезе глутатиона и липопротеинов, синтезе аминокислот и белковом обмене, поэтому в том числе необходим для формирования костной ткани. Дефицит витамина В12 может привести к увеличению распространенности кариеса и заболеваний десен у детей. Исследования показывают зависимость уровня цианокобаламина в сыворотке крови и интенсивности кариозного процесса у детей [6]. Фолиевая кислота, преобразуемая организмом в фолат, играет защитную роль в возникновении дефектов нервной трубки. Однако прием высоких доз фолиевой кислоты во время беременности может повысить риск возникновения расщелины губы и/или неба – наиболее распространенных врожденных дефектов черепно-лицевой структуры, которые имеют схожие с аномалиями развития зубов причины. Последствия приема высоких доз фолиевой кислоты во время беременности для развития зубов ребенка изучены в литературе. Согласно данным литературы, у детей с низким содержанием витамина В9 уровень минерализации выше, чем у детей с высоким содержанием витамина В9 [6].

Роль кальция в формировании костной ткани хорошо изучена. Более высокое потребление кальция связано с более низким уровнем кариеса у детей. Снижение уровня Са приводит к изменению кристаллической решетки

ки эмали, увеличению ее ретенционной поверхности и дальнейшему снижению общей резистентности [7].

Железо влияет на многие процессы в организме, в том числе на формирование костной ткани. В литературе описано, что от уровня железа в сыворотке крови зависит развитие кариозного процесса у детей. Мнения исследователей разнятся, хотя и подтверждено, что имеется прямая зависимость [8, 9]. Витамин D играет важную роль в поддержании здоровья опорно-двигательного аппарата и зубов, регулируя всасывание кальция и фосфора в тонком кишечнике. Многочисленные исследования, проведенные за последние несколько десятилетий, подтвердили связь между приемом витамина D, развитием зубов и кариесом [10].

Магний также играет важную роль формировании костной ткани и в профилактике заболеваний пародонта и кариеса, поскольку он обладает уникальной способностью уменьшать воспаление, вызванное бактериальными токсинами. О связи магния с кариесом исследования противоречивы. Наряду с общим мнением о важнейшей роли микро- и макроэлементов и витаминов для здоровья полости рта в различные периоды жизни, существует небольшое количество исследований о применении различных витаминных и минеральных комплексов для профилактики кариеса зубов [11].

**Цель.** Изучить роль некоторых витаминов и минералов в сыворотке крови и волосах у детей с низким уровнем минерализации эмали в профилактике кариеса зубов.

## МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

Проведение исследования одобрено локальным этическим комитетом ФГБОУ ВО СЗГМУ имени И.И. Мечникова (№1 от 17.01.2024). Законные представители всех участников исследования добровольно подписали форму информированного согласия на их участие в исследовании.

В исследовании приняли участие 143 человека, с 6 до 12 лет, средний возраст  $\approx 8,7 \pm 1,3$  лет. Все пациенты были разделены на две группы обследуемых: дети с высоким уровнем минерализации эмали постоянных зубов (45 человек) и с низким уровнем минерализации эмали постоянных зубов (98 человек). Деление на группы проводилось с учетом результатов теста эмалевой резистентности по методике В. Р. Окрушко. У зубов с высоким уровнем минерализации эмали величина индекса ТЭР-теста составляет от 10% до 30% (1-3 балла по 10-балльной шкале). Если показатели ТЭР-теста более 30%, то эмаль считается низкоминерализованной (4-10 баллов по 10-балльной шкале). На первичном приеме всем пациентам проводился стоматологический осмотр.

При осмотре определялись следующие параметры: интенсивность кариеса (индекс КПУ), прирост интенсивности кариеса. Заполняли анкету здоровья, большинство детей обеих групп в течение года переносили ОРЗ/ОРВИ и др. от 3 до 5 раз.

Критериями высокого уровня минерализации были: эмаль фиссур плотная, гладкая блестящая, отсутствие дефектов эмали в виде пятен, пигментаций, высокая кислотоустойчивость, открытые желобовидные фиссуры, своевременное симметричное прорезывание, зубы имеют правильную анатомическую форму, плотная, гладкая поверхность эмали в пришеечной и язычной, апроксимальной областях.

Критериями низкого уровня минерализации были: эмаль фиссур шероховатая, пористая, размягченная, наличие дефектов эмали в виде пятен, пигментаций, низкая кислотоустойчивость, конусовидные, колбовидные фиссуры, несвоевременное не симметричное прорезывание, зубы имеют дефекты анатомической формы, шероховатая, пористая, размягченная поверхность эмали в пришеечной и язычной, апроксимальной областях.

Все обследования проводились после подписания законным представителем информированного добровольного согласия.

По назначению педиатра пациентам проводился сбор крови и волос в клинической лаборатории. У всех пациентов определяли концентрацию некоторых витаминов и микроэлементов в сыворотке крови и волосах у двух групп с высокой и низкой минерализацией эмали постоянных зубов.

По согласованию с педиатром и в зависимости от данных обследования пациенты с низким уровнем минерализации эмали были разделены на четыре подгруппы.

1-я подгруппа (25 человек) принимала витаминный комплекс в течение трех месяцев в возрастной дозировке (поливитаминное средство, содержащее в составе витамин А, витамин D3, витамин B2, витамин B6, витамин B1, витамин B12, витамин С, витамин РР и D-пантенол).

2-я подгруппа (26 человек) принимала витаминно-минеральный комплекс в течение трех месяцев в возрастной дозировке (Ретинола ацетат (витамин А), а-токоферола ацетат (витамин Е), тиамин гидрохлорид, рибофлавин, пиридоксин гидрохлорид, цианокобаламин (витамин B12), аскорбиновая кислота (витамин С), никотинамид (витамин B3), рутозид, кальция пантотенат, фолиевая кислота (витамин B9), липоевая кислота, фосфор, железо, медь, кальций, кобальт, марганец, цинк, магний).

3-я подгруппе (24 человека), в качестве общей терапии, по согласованию с педиатром, назначался прием Mg+B6 в возрастной дозировке в течение трех месяцев.

4-я подгруппа (23 человека) – группа контроля, которой не назначалось никакой общей терапии.

Концентрацию витаминов и микроэлементов в сыворотке крови и волосах, а также прирост КПУ определяли через три месяца и через год.

Результаты анализов, не имеющих статистических отличий, в дальнейшем обследовании не учитывались.

Статистический анализ проводился с помощью компьютерных программ MedCalc 20.0.27 и Statistica 12.0 (StatSoft).

## РЕЗУЛЬТАТЫ

У пациентов с низкой минерализацией эмали витамин В6-пиридоксин в сыворотке крови был  $9,40 \pm 2,37$ , в то же время у пациентов с высокой минерализацией эмали его значение составило  $24,15 \pm 2,13$  (табл. 1).

Витамин В9, фолиевая кислота, у пациентов с низкой минерализацией эмали в сыворотке крови был  $8,64 \pm 2,19$ , тогда как у пациентов с высокой минерализацией эмали его концентрация составила  $4,32 \pm 3,56$  (табл. 1).

Витамин В12, кобаламин, у пациентов второй группы в сыворотке крови был  $320,33 \pm 12,54$ , тогда как у пациентов первой группы его значение составило  $734,24 \pm 18,62$  (табл. 1).

Витамин D, кальциферол, у пациентов с низкой минерализацией эмали в сыворотке крови был  $10,39 \pm 1,34$ , тогда как у пациентов с высокой минерализацией эмали его концентрация составила  $24,15 \pm 2,51$  (табл. 1).

Концентрация магния у пациентов первой группы составила  $0,82 \pm 0,03$ , тогда как у пациентов второй группы в сыворотке крови –  $0,71 \pm 0,05$  (табл. 1).

Калий у пациентов с низкой минерализацией эмали в сыворотке крови был  $3,86 \pm 0,18$ , тогда как у пациентов с высокой минерализацией эмали его концентрация составила  $4,45 \pm 0,26$  (табл. 1).

Железо у пациентов с низкой минерализацией эмали в сыворотке крови было  $18,16 \pm 3,19$ , тогда как

у пациентов с высокой минерализацией эмали его концентрация составила  $24,35 \pm 2,11$  (табл. 1).

Показатель уровня кальция в сыворотке крови у детей с высокой и низкой минерализацией зубов, по данным нашего исследования, был статистически не различим, поэтому в дальнейшем не учитывался.

Концентрация кальция в волосах у пациентов с высокой минерализацией эмали была  $3280,27 \pm 31,78$ , так как у пациентов с низкой минерализацией эмали  $1340,36 \pm 27,16$  (табл. 2).

Магний у пациентов с низкой минерализацией эмали в волосах был  $64,72 \pm 12,56$ , тогда как у пациентов с высокой минерализацией эмали его концентрация составила  $289,16 \pm 16,78$  (табл. 2).

Калий у пациентов с низкой минерализацией эмали в волосах крови был  $293,23 \pm 21,54$ , тогда как у пациентов с высокой минерализацией эмали его концентрация составила  $427,38 \pm 18,56$  (табл. 2).

Железо у пациентов с низкой минерализацией эмали в волосах крови было  $29,13 \pm 2,67$ , тогда как у пациентов с высокой минерализацией эмали его концентрация составила  $39,36 \pm 3,65$  (табл. 2).

Пациентам с низкой минерализацией эмали зубов по согласованию с педиатром назначали витаминные комплексы.

Нами установлено, что у пациентов первой подгруппы, которые в течение трех месяцев принимали по назначению педиатра витаминный комплекс в

**Таблица 1.** Концентрация некоторых витаминов, макро- и микроэлементов в сыворотке крови у пациентов с низкой и высокой степенью минерализации эмали зубов

**Table 1.** Serum concentrations of selected vitamins, macro- and microminerals in patients with low and high enamel mineralization

Параметр Parameter	Низкая МЭ Low enamel mineralization	Высокая МЭ High enamel mineralization	р-значение p-value
<b>В12, мг/мл кобаламин / B12, mg/ml cobalamin</b>	$320,33 \pm 12,54$	$734,24 \pm 18,62$	0,003 (<0,05)
<b>D, мг/мл кальциферол / D, mg/ml calciferol</b>	$10,39 \pm 1,34$	$24,15 \pm 2,51$	0,001 (<0,05)
<b>В9, мг/мл фолиевая кислота / B9, mg/ml folic acid</b>	$8,64 \pm 2,19$	$4,32 \pm 3,56$	0,04 (<0,05)
<b>Магний, ммоль/л / Magnesium, mmol/l</b>	$0,71 \pm 0,05$	$0,82 \pm 0,03$	0,007 (<0,05)
<b>Калий, ммоль/л / Potassium, mmol/l</b>	$3,86 \pm 0,18$	$4,45 \pm 0,26$	0,07 (<0,05)
<b>Железо, ммоль/л / Iron, mmol/l</b>	$18,16 \pm 3,19$	$24,35 \pm 2,11$	0,029 (<0,05)
<b>В6, нг/мл пиридоксин / B6, ng/ml pyridoxine</b>	$9,40 \pm 2,37$	$24,15 \pm 2,13$	0,0012 (<0,05)
<b>ΔКПУ / ΔDMFT</b>	$2,34 \pm 0,02$	$1,31 \pm 0,02$	0,009 (<0,05)

**Таблица 2.** Концентрация макро- и микроэлементов в волосах у пациентов с низкой и высокой степенью минерализации эмали

**Table 2.** Hair concentrations of macro- and microminerals in patients with low and high enamel mineralization

Параметр Parameter	Низкая МЭ Low enamel mineralization	Высокая МЭ High enamel mineralization	р-значение p-value
<b>Кальций, мкг/г / Calcium, mcg/g</b>	$1340,36 \pm 27,16$	$3280,27 \pm 31,78$	<0,0001 (<0,05)
<b>Магний, мкг/г / Magnesium, mcg/g</b>	$64,72 \pm 12,56$	$289,16 \pm 16,78$	<0,0001 (<0,05)
<b>Калий, мкг/г / Potassium, mcg/g</b>	$293,23 \pm 21,54$	$427,38 \pm 18,56$	<0,001 (<0,05)
<b>Железо, мкг/г / Iron, mcg/g</b>	$29,13 \pm 2,67$	$39,36 \pm 3,65$	≈0,03 (<0,05)

возрастной дозировке, через год наблюдений достоверно повысилась концентрация витамина В12 кобаламина с  $321,24 \pm 11,94$  до  $431,26 \pm 19,63$ . Все остальные показатели остались без изменений (табл. 3).

У пациентов второй подгруппы, которые в течение трех месяцев принимали по назначению педиатра витаминно-минеральный комплекс в возрастной

дозировке, через год наблюдений уровень магния в сыворотке крови достоверно увеличился с  $0,70 \pm 0,03$  до  $0,83 \pm 0,08$ , концентрация железа – с  $18,12 \pm 1,13$  до  $20,43 \pm 1,15$ , витамин В6 пиридоксин – с  $9,04 \pm 0,15$  до  $9,90 \pm 0,18$ , остальные показатели концентрации витамином и микроэлементов в сыворотке крови остались без изменений (табл. 4, рис. 1).

**Таблица 3.** Концентрация некоторых витаминов, макро- и микроэлементов в сыворотке крови у пациентов с низкой степенью минерализации эмали, 1-я подгруппа

**Table 3.** Serum concentrations of selected vitamins, macro- and microminerals in patients with low enamel mineralization (Subgroup 1)

Параметр Parameter	Низкая МЭ 1 подгруппа Low enamel mineralization in subgroup 1	Через год 1 year post treatment	р-значение p-value
<b>В12, мг/мл кобаламин / B12, mg/ml cobalamin</b>	$321,24 \pm 11,94$	$431,26 \pm 19,63$	0,0005 (<0,05)
<b>D, мг/мл кальциферол / D, mg/ml calciferol</b>	$10,37 \pm 1,32$	$13,25 \pm 1,24$	0,12 (>0,05)
<b>В9, мг/мл фолиевая кислота / B9, mg/ml folic acid</b>	$8,63 \pm 2,21$	$8,86 \pm 2,42$	0,92 (>0,05)
<b>Магний, ммоль/л / Magnesium, mmol/l</b>	$0,72 \pm 0,06$	$0,72 \pm 0,04$	1,00 (>0,05)
<b>Калий, ммоль/л / Potassium, mmol/l</b>	$3,85 \pm 0,17$	$3,82 \pm 0,23$	0,90 (>0,05)
<b>Железо, мкмоль/л / Iron, mmol/l</b>	$18,18 \pm 3,18$	$18,59 \pm 3,91$	0,93 (>0,05)
<b>В6, нг/мл пиридоксин / B6, ng/ml pyridoxine</b>	$9,37 \pm 2,35$	$11,47 \pm 2,86$	0,57 (>0,05)

**Таблица 4.** Концентрация некоторых витаминов, макро- и микроэлементов в сыворотке крови у пациентов с низкой степенью минерализации эмали, 2-я подгруппа

**Table 4.** Serum concentrations of selected vitamins, macro- and microminerals in patients with low enamel mineralization (Subgroup 2)

Параметр Parameter	Низкая МЭ 2 подгруппа Low enamel mineralization in subgroup 2	Через год 1 year post treatment	р-значение p-value
<b>В12, мг/мл кобаламин / B12, mg/ml cobalamin</b>	$318,34 \pm 12,52$	$501,21 \pm 17,32$	<0,0001 (<0,05)
<b>D, мг/мл кальциферол / D, mg/ml calciferol</b>	$10,3 \pm 1,25$	$13,87 \pm 1,96$	0,13 (>0,05)
<b>В9, мг/мл фолиевая кислота / B9, mg/ml folic acid</b>	$8,65 \pm 2,17$	$8,57 \pm 1,36$	0,97 (>0,05)
<b>Магний, ммоль/л / Magnesium, mmol/l</b>	$0,70 \pm 0,03$	$0,83 \pm 0,08$	0,14 (>0,05)
<b>Калий, ммоль/л / Potassium, mmol/l</b>	$3,82 \pm 0,18$	$3,84 \pm 0,76$	0,90 (>0,05)
<b>Железо, мкмоль/л / Iron, mmol/l</b>	$18,12 \pm 1,13$	$20,43 \pm 1,15$	0,16 (>0,05)
<b>В6, нг/мл пиридоксин / B6, ng/ml pyridoxine</b>	$9,04 \pm 0,15$	$9,90 \pm 0,18$	0,001 (<0,05)

**Таблица 5.** Концентрация некоторых витаминов, макро- и микроэлементов в сыворотке крови у пациентов с низкой степенью минерализации эмали, 3-я подгруппа

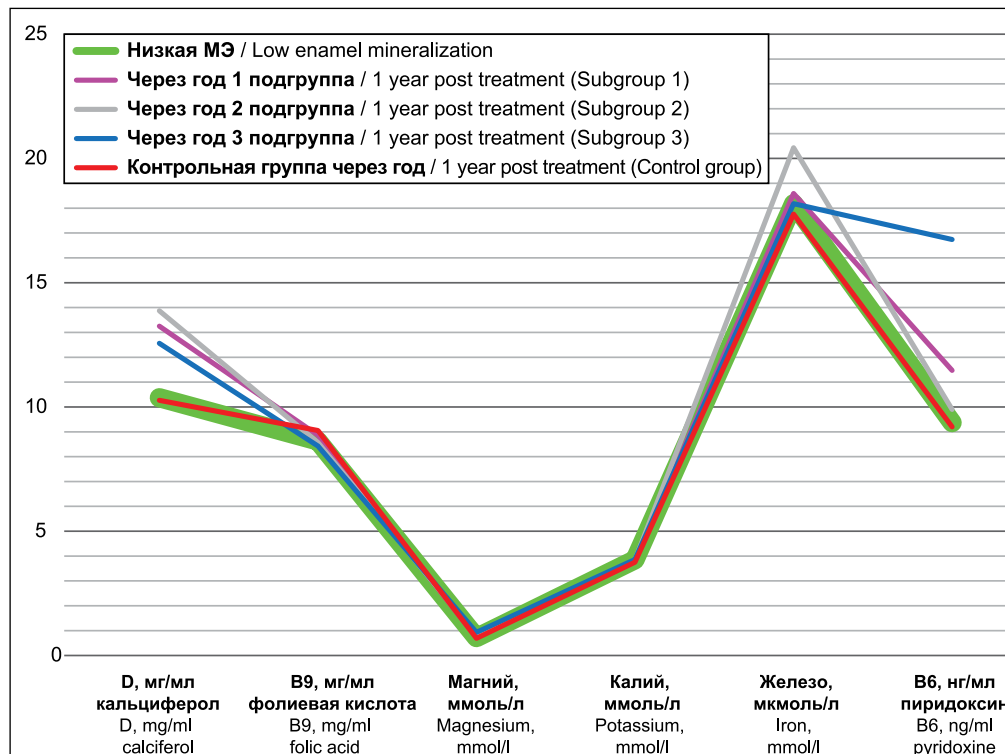
**Table 5.** Serum concentrations of selected vitamins, macro- and microminerals in patients with low enamel mineralization (Subgroup 3)

Параметр Parameter	Низкая МЭ 3 подгруппа Low enamel mineralization in subgroup 3	Через год 1 year post treatment	р-значение p-value
<b>В12, мг/мл кобаламин / B12, mg/ml cobalamin</b>	$320,31 \pm 12,52$	$476,00 \pm 21,17$	<0,0001 (<0,05)
<b>D, мг/мл кальциферол / D, mg/ml calciferol</b>	$10,37 \pm 1,33$	$12,56 \pm 2,13$	0,39 (>0,05)
<b>В9, мг/мл фолиевая кислота / B9, mg/ml folic acid</b>	$8,63 \pm 2,17$	$8,43 \pm 1,44$	> 0,90 (>0,05)
<b>Магний, ммоль/л / Magnesium, mmol/l</b>	$0,72 \pm 0,07$	$0,93 \pm 0,07$	0,04 (<0,05)
<b>Калий, ммоль/л / Potassium, mmol/l</b>	$3,85 \pm 0,17$	$3,86 \pm 0,78$	> 0,90 (>0,05)
<b>Железо, мкмоль/л / Iron, mmol/l</b>	$18,14 \pm 3,21$	$18,18 \pm 3,45$	> 0,90 (>0,05)
<b>В6, нг/мл пиридоксин / B6, ng/ml pyridoxine</b>	$9,37 \pm 2,36$	$16,74 \pm 98$	0,02 (<0,05)

**Таблица 6.** Концентрация некоторых витаминов, макро- и микроэлементов в сыворотке крови у пациентов с низкой степенью минерализации эмали, группа контроля

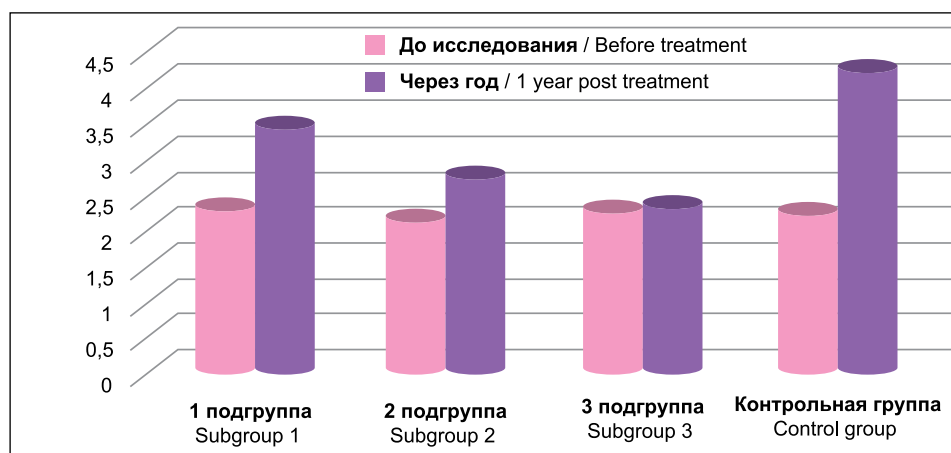
**Table 6.** Serum concentrations of selected vitamins, macro- and microminerals in patients with low enamel mineralization (Control group)

Параметр Parameter	Низкая МЭ контрольная группа Low enamel mineralization in Control group	Через год 1 year post treatment	p-значение p-value
<b>B12, мг/мл кобаламин / B12, mg/ml cobalamin</b>	320,31 ± 12,56	322,42 ± 12,74	0,90 (>0,05)
<b>D, мг/мл кальциферол / D, mg/ml calciferol</b>	10,4 ± 1,33	10,27 ± 1,37	0,90 (>0,05)
<b>B9, мг/мл фолиевая кислота / B9, mg/ml folic acid</b>	8,66 ± 1,15	9,05 ± 1,19	0,80 (>0,05)
<b>Магний, ммоль/л / Magnesium, mmol/l</b>	0,72 ± 0,04	0,69 ± 0,25	0,90 (>0,05)
<b>Калий, ммоль/л / Potassium, mmol/l</b>	3,85 ± 0,19	3,75 ± 0,16	0,69 (>0,05)
<b>Железо, мкмоль/л / Iron, mmol/l</b>	18,05 ± 1,21	17,76 ± 1,55	0,88 (>0,05)
<b>B6, нг/мл пиридоксин / B6, ng/ml pyridoxine</b>	9,39 ± 1,36	9,2 ± 1,01	0,90 (>0,05)



**Рис. 1.**  
Сравнение изменений показателей у подгрупп 1-4 в сыворотке крови

**Fig. 1.**  
Comparison of changes in serum parameters across subgroups 1-4



**Рис. 2.**  
Значения индекса КПУ у пациентов с низким уровнем минерализации эмали

**Fig. 2.**  
DMFT index in patients with low enamel mineralization

У пациентов третьей подгруппы, которые в течение трех месяцев ежедневно принимали по назначению педиатра препарат Mg+B6 в течение трех месяцев в возрастной дозировке, через год наблю-

дений уровень магния в сыворотке крови поднялся с  $0,72 \pm 0,07$  до  $0,93 \pm 0,07$ , а концентрация витамина B6 пиридоксина возросла с  $9,37 \pm 2,36$  до  $16,74 \pm 98$ . Остальные показатели были без изменений (табл. 5).



У пациентов четвертой подгруппы (контрольная группа), у которых не было назначено общей терапии, через год наблюдений показатели витаминов и микроэлементов не увеличились, остались в тех же значениях (табл. 6).

У пациентов первой подгруппы, которые в течение трех месяцев принимали по назначению педиатра витаминный комплекс в возрастной дозировке, через

год наблюдений концентрации микроэлементов в волосах остались в тех же пределах нормы (табл. 7).

У пациентов второй подгруппы, которые в течение трех месяцев принимали по назначению педиатра витаминно-минеральный комплекс в возрастной дозировке, через год наблюдений показатели микроэлементов увеличились в пределах нормы (табл. 8).

**Таблица 7.** Концентрация макро- и микроэлементов в волосах у пациентов с низкой степенью минерализации эмали, 1-я подгруппа

**Table 7.** Hair concentrations of macro- and microminerals in patients with low and high enamel mineralization (Subgroup 1)

Параметр Parameter	Низкая МЭ 1 подгруппа Low enamel mineralization in subgroup 1	Через год 1 year post treatment	р-значение p-value
Кальций, мкг/г / Calcium, mcg/g	1340,36 ± 27,16	1398,23 ± 24,65	0,12 (>0,05)
Магний, мкг/г / Magnesium, mcg/g	72,22 ± 12,56	83,48 ± 12,89	0,53 (>0,05)
Калий, мкг/г / Potassium, mcg/g	293,23 ± 21,54	294,15 ± 22,07	>0,90 (>0,05)
Железо, мкг/г / Iron, mcg/g	29,13 ± 2,67	29,11 ± 2,45	>0,90 (>0,05)

**Таблица 8.** Концентрация макро- и микроэлементов в волосах у пациентов с низкой степенью минерализации эмали, 2-я подгруппа

**Table 8.** Hair concentrations of macro- and microminerals in patients with low and high enamel mineralization (Subgroup 2)

Параметр Parameter	Низкая МЭ 2 подгруппа Low enamel mineralization in subgroup 2	Через год 1 year post treatment	р-значение p-value
Кальций, мкг/г / Calcium, mcg/g	1340,36 ± 27,16	3002,65 ± 22,34	<0,0001 (<0,05)
Магний, мкг/г / Magnesium, mcg/g	76,72 ± 12,56	275,87 ± 12,35	<0,0001 (<0,05)
Калий, мкг/г / Potassium, mcg/g	293,23 ± 21,54	398,19 ± 21,78	0,001 (<0,05)
Железо, мкг/г / Iron, mcg/g	29,13 ± 2,67	101,44 ± 2,45	<0,0001 (<0,05)

**Таблица 9.** Концентрация макро- и микроэлементов в волосах у пациентов с низкой степенью минерализации эмали, 3-я подгруппа

**Table 9.** Hair concentrations of macro- and microminerals in patients with low and high enamel mineralization (Subgroup 3)

Параметр Parameter	Низкая МЭ 3 подгруппа Low enamel mineralization in subgroup 3	Через год 1 year post treatment	р-значение p-value
Кальций, мкг/г / Calcium, mcg/g	1340,36 ± 27,16	1259,12 ± 32,43	<0,06 (<0,05)
Магний, мкг/г / Magnesium, mcg/g	77,72 ± 12,56	425,15 ± 19,34	<0,0001 (<0,05)
Калий, мкг/г / Potassium, mcg/g	293,23 ± 21,54	302,56 ± 21,54	0,76 (>0,05)
Железо, мкг/г / Iron, mcg/g	29,13 ± 2,67	31,65 ± 2,86	0,53 (>0,05)

**Таблица 10.** Концентрация макро- и микроэлементов в волосах у пациентов с низкой степенью минерализации эмали, группа контроля

**Table 10.** Hair concentrations of macro- and microminerals in patients with low and high enamel mineralization (Control group)

Параметр Parameter	Низкая МЭ 3 подгруппа Low enamel mineralization in subgroup 3	Через год 1 year post treatment	р-значение p-value
Кальций, мкг/г / Calcium, mcg/g	1340,36 ± 27,16	1151,56 ± 25,78	<0,0005 (>0,05)
Магний, мкг/г / Magnesium, mcg/g	67,72 ± 0,56	68,15 ± 0,23	0,48 (<0,05)
Калий, мкг/г / Potassium, mcg/g	293,23 ± 21,54	293,72 ± 22,43	>0,90 (>0,05)
Железо, мкг/г / Iron, mcg/g	29,13 ± 2,67	27,46 ± 3,15	0,69 (>0,05)

У пациентов третьей подгруппы, которые в течение трех месяцев ежедневно принимали по назначению педиатра препарат Mg+В6 в возрастной дозировке, через год наблюдений показатели магния увеличились в пределах нормы, остальные концентрации микроэлементов остались в начальных пределах (табл. 9).

У пациентов группы контроля концентрация микроэлементов в волосах осталась без изменений.

По данным нашего исследования, средний уровень заболеваемости детей обеих групп в течение года снизился до 2-3 раз. Нами установлено, что у пациентов первой подгруппы, которые в течение трех месяцев принимали по назначению педиатра витаминный комплекс в возрастной дозировке, через год наблюдений индекс КПУ увеличился с  $2,31 \pm 0,07$  до  $3,43 \pm 0,05$ , прирост интенсивности кариеса составил  $1,12 \pm 0,02$ . У пациентов второй подгруппы, которые в течение трех месяцев принимали по назначению педиатра витаминно-минеральный комплекс в возрастной дозировке, через год наблюдений прирост интенсивности кариеса составил  $0,60 \pm 0,78$ , с  $2,10 \pm 0,02$  до  $2,70 \pm 0,80$ . По данным нашего исследования, средний уровень заболеваемости детей обеих групп в течение года снизился до 2-3 раз.

Индекс КПУ у пациентов третьей подгруппы, которые в течение трех месяцев ежедневно принимали по назначению педиатра препарат Mg+В6 в возраст-

ной дозировке, через год наблюдений достоверно повысился с  $2,25 \pm 0,02$  до  $2,31 \pm 0,78$ , прирост интенсивности составил  $0,85 \pm 0,60$ . У пациентов контрольной подгруппы прирост интенсивности был  $2,13 \pm 0,03$ , так как КПУ увеличился с  $2,25 \pm 0,02$  до  $4,23 \pm 0,05$  (рис. 2).

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

У пациентов с низкой минерализацией эмали достоверно ниже показатели в сыворотке крови витамина В12 кобаламина, витамина D кальциферола, витамина В9 фолиевой кислоты, В6 пиридоксина и микроэлементов, таких как магний, железо, калий по сравнению с пациентами с высокой минерализацией эмали. Использование витаминных комплексов не приводит к достоверному увеличению витаминов и минералов в сыворотке крови и волосах, использование витаминно-минеральных комплексов приводит к достоверному повышению как минералов, так и витаминов в сыворотке крови и волосах у пациентов с низкой минерализацией эмали зубов. Комплексное применение витаминов и макро- и микроэлементов положительно влияет на прирост интенсивности кариеса у детей с низким уровнем минерализации эмали.

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Скрипкина ГИ, Екимов ЕВ, Митяева ТС. Минерализующий потенциал ротовой жидкости в детском возрасте. *Стоматология детского возраста и профилактика*. 2019;19(3):47-51.

doi: 10.33925/1683-3031-2019-19-3-47-51

2. Студеникин ВМ, Балканская СВ, Шелковский ВИ, Курбайтаева ЭМ. Витаминно-минеральная недостаточность у детей: соматические и психоневрологические аспекты проблемы. Режим доступа:

<https://www.lvrach.ru/2008/01/4755823>

3. Buzatu R, Luca MM, Bumbu BA. A Systematic Review of the Relationship between Serum Vitamin D Levels and Caries in the Permanent Teeth of Children and Adolescents. *Dent J (Basel)*. 2024 22;12(4):117.

doi: 10.3390/dj12040117

4. Антонова АА. Влияние микроэлементозов на течение кариеса у детей: проблемы и профилактика. *Дальневосточный медицинский журнал*. 2002;(3):61-66. Режим доступа:

<https://www.elibrary.ru/item.asp?id=21444204>

5. M Hugar S, S Dhariwal N, Majeed A, Badakar C, Gokhale N, Mistry L. Assessment of Vitamin B12 and Its Correlation with Dental Caries and Gingival Diseases in 10- to 14-year-old Children: A Cross-sectional Study. *Int J Clin Pediatr Dent*. 2017;10(2):142-146.

doi: 10.5005/jp-journals-10005-1424

6. Dharmo B, Jaddoe VWV, Steegers EAP, Wolvius EB, Ongkosuwito EM. The association of maternal folic acid supplementation and prenatal folate and vitamin B12

concentrations with child dental development. *Community Dent Oral Epidemiol*. 2021;49(5):445-453.

doi: 10.1111/cdoe.12620

7. Zhang Q, Bai X, Jin H, Dong N. Combined effect of dietary calcium consumption and physical activity on dental caries in children and adolescents: a study of the NHANES database. *BMC Oral Health*. 2024;28;24(1):281.

doi: 10.1186/s12903-024-03969-5.

8. Venkatesh Babu NS, Bhanushali PV. Evaluation and association of serum iron and ferritin levels in children with dental caries. *J Indian Soc Pedod Prev Dent*. 2017;35(2):106-109.

doi: 10.4103/JISPPD.JISPPD\_71\_16

9. Sejdini M, Meqa K, Berisha N, Çitaku E, Aliu N, Krasniqi S, Salihu S. The Effect of Ca and Mg Concentrations and Quantity and Their Correlation with Caries Intensity in School-Age Children. *Int J Dent*. 2018;2018:2759040.

doi: 10.1155/2018/2759040

10. Ji S, Guan X, Ma L, Huang P, Lin H, Han R. Iron deficiency anemia associated factors and early childhood caries in Qingdao. *BMC Oral Health*. 2022;31;22(1):104.

doi: 10.1186/s12903-022-02127-z

11. Kim IJ, Lee HS, Ju HJ, Na JY, Oh HW. A cross-sectional study on the association between vitamin D levels and caries in the permanent dentition of Korean children. *BMC Oral Health*. 2018;18(1):43.

doi: 10.1186/s12903-018-0505-7

## REFERENCES

1. Skripkina GI, Ekimov EV, Mityaeva TS. Mineralizing potential of oral fluid in childhood. *Pediatric dentistry and dental prophylaxis*. 2019;19(3):47-51 (In Russ.). doi: 10.33925/1683-3031-2019-19-3-47-51
2. Studenikin VM, Balkanskaya SV, Shelkovsky VI, Kurbaytaeva EM.. Vitamin and mineral deficiency in children: somatic and neuropsychiatric aspects of the proble. *Lecchasshij vrach*. 2008;(1):19–22 (In Russ.). Available from: <https://www.lvrach.ru/2008/01/4755823>
3. Buzatu R, Luca MM, Bumbu BA. A Systematic Review of the Relationship between Serum Vitamin D Levels and Caries in the Permanent Teeth of Children and Adolescents. *Dent J (Basel)*. 2024 22;12(4):117. doi: 10.3390/dj12040117
4. Antonova AA. Influence of microelement pathology on caries process in children: problems and prophylactics. *Dal'nevostochnyj medicinskij zhurnal*. 2002;(3):61-66 (In Russ.). Available from: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=21444204>
5. M Hugar S, S Dhariwal N, Majeed A, Badakar C, Gokhale N, Mistry L. Assessment of Vitamin B12 and Its Correlation with Dental Caries and Gingival Diseases in 10- to 14-year-old Children: A Cross-sectional Study. *Int J Clin Pediatr Dent*. 2017;10(2):142-146. doi: 10.5005/jp-journals-10005-1424
6. Dharmo B, Jaddoe VWV, Steegers EAP, Wolvius EB, Ongkosuwito EM. The association of maternal folic acid supplementation and prenatal folate and vitamin B12 concentrations with child dental development. *Community Dent Oral Epidemiol*. 2021;49(5):445-453. doi: 10.1111/cdoe.12620
7. Zhang Q, Bai X, Jin H, Dong N. Combined effect of dietary calcium consumption and physical activity on dental caries in children and adolescents: a study of the NHANES database. *BMC Oral Health*. 2024 28;24(1):281. doi: 10.1186/s12903-024-03969-5
8. Venkatesh Babu NS, Bhanushali PV. Evaluation and association of serum iron and ferritin levels in children with dental caries. *J Indian Soc Pedod Prev Dent*. 2017;35(2):106-109. doi: 10.4103/JISPPD.JISPPD\_71\_16
9. Sejdini M, Meqa K, Berisha N, Çitaku E, Aliu N, Krasniqi S, Salihu S. The Effect of Ca and Mg Concentrations and Quantity and Their Correlation with Caries Intensity in School-Age Children. *Int J Dent*. 2018;2018:2759040. doi: 10.1155/2018/2759040
10. Ji S, Guan X, Ma L, Huang P, Lin H, Han R. Iron deficiency anemia associated factors and early childhood caries in Qingdao. *BMC Oral Health*. 2022;31;22(1):104. doi: 10.1186/s12903-022-02127-z
11. Kim IJ, Lee HS, Ju HJ, Na JY, Oh HW. A cross-sectional study on the association between vitamin D levels and caries in the permanent dentition of Korean children. *BMC Oral Health*. 2018;18(1):43. doi: 10.1186/s12903-018-0505-7

## СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ

**Автор, ответственный за связь с редакцией:**

**Лимина Алиса Петровна**, ассистент кафедры детской и терапевтической стоматологии имени Ю. А. Федорова Северно-Западного государственного медицинского университета имени И. И. Мечникова, Санкт-Петербург, Российская Федерация

Для переписки: [alisa.limina@szgmu.ru](mailto:alisa.limina@szgmu.ru)

ORCID: <https://orcid.org/0000-000108471-6193>

## INFORMATION ABOUT THE AUTHORS

**Corresponding author:**

**Alisa P. Limina**, DMD, Assistant Professor, Department of the Pediatric Dentistry, I. I. Mechnikov North-Western State Medical University, Saint Petersburg, Russian Federation

For correspondence: [alisa.limina@szgmu.ru](mailto:alisa.limina@szgmu.ru)

ORCID: <https://orcid.org/0000-000108471-6193>

**Elena A. Satygo**, DMD, PhD, DSc, Professor, Head of the Department of Pediatric Dentistry, I. I. Mechnikov

**Вклад авторов в работу.** Все авторы подтверждают соответствие своего авторства международным критериям ICMJE, а также согласны принять на себя ответственность за все аспекты работы: Лимина А.П. — проведение исследования, формальный анализ, написание черновика рукописи; Сатыго Е.А. — научное руководство, разработка концепции, курирование данных, проведение исследования, формальный анализ, написание рукописи — рецензирование и редактирование.

**Сатыго Елена Александровна**, доктор медицинских наук, профессор, заведующая кафедрой детской и терапевтической стоматологии имени Ю. А. Федорова Северно-Западного государственного медицинского университета имени И. И. Мечникова, Санкт-Петербург, Российская Федерация

Для переписки: [stom9@yandex.ru](mailto:stom9@yandex.ru)

ORCID: <http://orcid.org/0000-0001-9801-503X>

North-Western State Medical University, Saint Petersburg, Russian Federation

For correspondence: [stom9@yandex.ru](mailto:stom9@yandex.ru)

ORCID: <http://orcid.org/0000-0001-9801-503X>

**Поступила / Article received 12.05.2025**

**Поступила после рецензирования / Revised 24.06.2025**

**Принята к публикации / Accepted 19.07.2025**

**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: Limina A.P. – investigation, formal analysis, writing – original draft preparation; E.A. Satygo – supervision, conceptualization, data curation, formal analysis, writing – review and editing.



# Стоматологический статус женщин во время беременности и в послеродовом периоде

А.Д. Шиянова\*, Л.Ю. Орехова, Т.В. Кудрявцева, Е.А. Тасаева, И.В. Березкина, Э.С. Силина

*Первый Санкт-Петербургский государственный медицинский университет имени академика И. П. Павлова, Санкт-Петербург, Российская Федерация*

## АННОТАЦИЯ

**Актуальность.** Многочисленные изменения всех систем организма в период беременности и после родов могут оказывать влияние на здоровье самой женщины, в том числе и стоматологическое. В связи с этим остро стоит вопрос изучения проявлений заболеваний рта, которые наиболее распространены в данные периоды.

**Материалы и методы.** Проведен систематический поиск и анализ доступных мировых источников литературы за последние 10 лет. Подбор осуществлялся в электронных базах PubMed, Google Search, eLibrary. Печатные работы изучались при соблюдении следующих критериев включения: женщины, находящиеся в процессе беременности и в течение одного года после родов без патологии беременности и с естественным характером родов, среди которых была изучена распространенность и интенсивность стоматологической патологии. В рамках изучаемой темы было выявлено 1834 источника научной литературы. В процессе работы были удалены дубликаты, по итогам отбора для изучения было доступно 541 исследование. В систематический обзор было включено 56 публикаций, которые подходили для данного исследования и могли быть использованы в количественном сравнении.

**Результаты.** Имеющиеся научные данные показали прогрессирование стоматологической патологии во время беременности и изменение ее структуры. Среди заболеваний твердых тканей зуба наблюдается острое течение процесса, рецидивы достигают 38-45%. Начальные симптомы заболеваний пародонта проявляются уже к 2-3 месяцу беременности и коррелируют со сроком гестации, проявляясь чаще всего в виде катарального и гипертрофического гингивита. Исследователи отмечают увеличение количества зубных отложений, прогрессирование воспаления десневого края, сдвиг pH ротовой жидкости в кислую сторону до и после родов. Публикации, посвященные стоматологической патологии в послеродовом периоде, в отечественной и мировой литературе практически не встречаются. Но все немногочисленные данные указывают на негативную динамику заболеваний полости рта вплоть до двух лет после родов.

**Закключение.** Таким образом, основываясь на доступных данных мировой научной литературы, можно констатировать необходимость изучения стоматологического здоровья в послеродовом периоде в связи с продолжающимися негативными изменениями в ротовой полости, а также низкой степенью изученности вопроса.

**Ключевые слова:** заболевания полости рта, беременность, послеродовый период, стоматологическое здоровье  
**Для цитирования:** Шиянова АД, Орехова ЛЮ, Кудрявцева ТВ, Тасаева ЕА, Березкина ИВ, Силина ЭС. Стоматологический статус женщин во время беременности и в послеродовом периоде. *Стоматология детского возраста и профилактика*. 2025;25(2):197-208. DOI: 10.33925/1683-3031-2025-911

\***Автор, ответственный за связь с редакцией:** Шиянова Анастасия Дмитриевна, ассистент кафедры стоматологии терапевтической и пародонтологии Первого Санкт-Петербургского государственного медицинского университета имени академика И. П. Павлова, Санкт-Петербург, Российская Федерация. Для переписки: dr.anastasia.95@gmail.com

**Конфликт интересов:** Орехова Л. Ю. является членом редакционной коллегии 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.

## Oral health status of women during pregnancy and the postpartum period

A.D. Shiyanova\*, L.Yu. Orekhova, T.V. Kudryavtseva, E.A. Tasaeva, I.V. Berezkina, E.S. Silina

*Pavlov First St. Petersburg State Medical University, Saint Petersburg, Russian Federation*



## ABSTRACT

**Relevance.** Numerous physiological changes affecting all body systems during pregnancy and the postpartum period can influence a woman's overall health, including oral health. This underscores the importance of studying oral diseases that are most prevalent during these stages.

**Materials and methods.** A systematic search and analysis of global scientific literature published over the past 10 years was conducted using electronic databases including PubMed, Google Search, and eLibrary. Printed sources were reviewed according to the following inclusion criteria: women during pregnancy and up to one year postpartum, with uncomplicated pregnancies and vaginal deliveries, in whom the prevalence and severity of oral diseases were assessed. A total of 1843 sources were initially identified. After removing duplicates, 541 studies remained available for screening. Of these, 56 publications met the inclusion criteria and were incorporated into the systematic review and quantitative analysis.

**Results.** The available scientific evidence indicates both progression and structural changes in oral diseases during pregnancy. Among hard tissue conditions, acute dental caries and relapses were reported in 38–45% of cases. Early signs of periodontal disease typically appear by the second or third month of pregnancy and are correlated with gestational age, most often manifesting as catarrhal or hypertrophic gingivitis. Researchers also report an increase in dental plaque accumulation, progression of marginal gingival inflammation, and a shift in oral fluid pH toward acidity during and after pregnancy. Publications specifically addressing oral diseases in the postpartum period are scarce in both domestic and international literature. However, the limited available data suggest a continuing negative trend in oral health, extending up to two years postpartum.

**Conclusion.** Based on the available global literature, there is a clear need for further research into postpartum oral health due to ongoing adverse changes in the oral cavity and the overall lack of studies addressing this period.

**Keywords:** oral diseases, pregnancy, postpartum period, oral health

**For citation:** Shiyanova AD, Orekhova LYu, Kudryavtseva TV, Tasaeva EA, Berezhkina IV, Silina ES. Oral health status of women during pregnancy and the postpartum period. *Pediatric dentistry and dental prophylaxis*. 2025; 25(2):197-208. (In Russ.). DOI: 10.33925/1683-3031-2025-911

\***Corresponding author:** Anastasia D. Shiyanova, DMD, Assistant Professor, Department of the Restorative Dentistry and Periodontology, Pavlov First Saint Petersburg State Medical University, Saint Petersburg, Russian Federation. For correspondence: dr.anastasia.95@gmail.com

**Conflict of interests:** L.Y. Orekhova is a member of the Pediatric dentistry and dental prophylaxis journal's editorial board but was not involved in the decision-making process regarding the publication of this article. The article underwent the standard peer-review process of the journal. The authors have declared no other conflicts of interest

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

## ВВЕДЕНИЕ

Период беременности характеризуется множеством изменений в организме женщины. Развитие новой жизни, несомненно, требует перестройки всех систем, затрагивая в первую очередь эндокринную, кровеносную и пищеварительную системы. Несмотря на то что это является физиологическим процессом, подобные изменения могут оказывать влияние на здоровье самой женщины, в том числе стоматологическое.

Увеличение продукции пролактина, эстрогена и прогестерона приводит к расширению сосудов микроциркуляторного русла в тканях пародонта, способствуя повышению кровоточивости и развитию воспалительных процессов. С другой стороны, модификация эндокринной системы изменяет состояние углеводного, белкового и минерального обмена [1].

С первых дней беременности происходит перестройка иммунной системы женщины с целью адаптации к развивающемуся в ее организме ребенку. Развивающаяся физиологическая иммуносупрессия препятствует его отторжению, но в то же время повышает предрасположенность организма к инфек-

ционным заболеваниям [2]. В полости рта изменяются показатели местного иммунитета: снижается концентрация sIgM, повышается концентрация sIgA, лизоцима и гистамина, которые являются маркерами воспалительных заболеваний пародонта [3].

В процессе беременности в организме женщины происходит задержка и накопление многих микроэлементов, требующихся для роста и развития плода. Изменение уровня железа в организме, необходимого для процессов кроветворения, образования плаценты и правильной работы миомеритрии, может провоцировать развитие воспалительных и атрофических процессов слизистых оболочек рта, возникновение парестезии и нарушение чувствительности [4]. Смещение кальций-фосфорного равновесия провоцирует транзиторную гипокальциемию, усиливая процессы деминерализации твердых тканей зуба [5, 6].

Со стороны пищеварительной системы особое влияние на стоматологическое здоровье оказывает развитие гастроэзофагального рефлюкса, а также тошнота в период токсикозов первого и третьего триместров. Эти процессы приводят к повышению кислотности ротовой жидкости, усилению развития микроорганизмов

и преобладанию процессов деминерализации [7, 8]. Нарушение пищевого поведения и нерегулярная индивидуальная гигиена рта способствуют повышению риска развития стоматологической патологии.

В послеродовой период в организме кормящих женщин продолжают перестройки, связанные с переходом в новое состояние. Организм женщины задействует все резервные возможности для восстановления систем органов. Возникающие еще в период беременности дефициты макро- и микроэлементов продолжают накапливаться и после родов, особенно среди женщин с грудным вскармливанием ребенка [9]. Пролактин, синтез которого повышается в период лактации, оказывает влияние на микроциркуляторное русло и смещение кальций-фосфорного равновесия [10]. Гиповитаминозы, в особенности витамина D, также способствуют снижению минеральной плотности кости и иммунного ответа на патологические ответы.

Изменения в организме во время беременности и после родов могут вызывать развитие и прогрессирование стоматологической патологии, способной изменять качество жизни самих женщин, а также влиять на их детей [11]. Поэтому важно выделить проявления заболеваний рта, которые наиболее распространены в данные периоды, для повышения качества лечения и профилактики стоматологической патологии, а также улучшения жизни женщины.

**Цель исследования.** Изучить состояние полости рта во время беременности и в послеродовом периоде по данным мировой и отечественной научной литературы.

## МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

Проведен систематический анализ научных статей и оригинальных исследований отечественной и зарубежной литературы за последние 10 лет. Подбор осуществлялся в электронных базах PubMed, Google-Search, eLibrary. с применением чек-листа PRISMA (The Preferred Reporting Items for Systematic Reviews and Meta-Analyses), предназначенного для систематических обзоров и метаанализов.

Систематический обзор был сделан для оценки и изучения информации о распространенности стоматологической патологии среди беременных и женщин в послеродовом периоде, а также динамики развития и прогрессирования заболеваний в процессе вынашивания ребенка и после родов.

В период работы с электронными ресурсами были использованы следующие ключевые слова в различных сочетаниях и комбинациях на русском языке: «беременность», «послеродовый период», «стоматология», «заболевания полости рта», «стоматологический статус»; и на английском языке: «pregnant», «postpartum», «dentistry», «oral health», «dental care». Также были просмотрены библиографические списки найденных публикаций и из них выбраны в первую очередь потенциально значимые исследования.

Первоначально для систематического обзора были отобраны по названию, аннотации и дате 1843 публикации. После исключения не подходящих под критерии включения/исключения в базах данных количество статей уменьшилось до 541.

Критериями включения явились: систематические обзоры, а также исследования *in vivo*; женщины в возрасте от 18 до 40 лет, находящиеся в процессе беременности и в течение одного года после родов; отсутствие патологии беременности и родов в процессе исследования; естественный характер родов.

Критериями исключения публикаций из обзора явились: детский возраст обследуемых (до 18 лет); возраст женщин старше 40 лет; наличие декомпенсированной, острой или обострения хронической соматической патологии; патология беременности или родов в анамнезе.

В итоге в систематический обзор было включено 56 исследований (рис. 1).

## РЕЗУЛЬТАТЫ

Из 56 публикаций, вошедших в систематический обзор, стоматологическому статусу во время беременности было посвящено 54 статьи. Анализ полости рта после родов в доступных источниках литературы посвящено только 10 статей.

Исследования показали, что время беременности существенно возрастает интенсивность стоматологических заболеваний и изменяется их структура.

Нуждаемость в лечении стоматологической патологии в данной группе может достигать 93-95%. Из них до 95% женщин испытывают потребность в терапевтической санации, до 56% – в ортопедической, до 35% – в хирургической [11-15].

Авторы отмечают, что чаще всего беременными предъявляются жалобы на наличие кариеса (60-62%), кровоточивость десен (28-55%), гиперчувствительность зубов (35-38%) и наличие неприятного запаха изо рта (17-38%) [11, 16-21].

### Заболевания твердых тканей во время беременности

Наиболее распространенной патологией у данной группы женщин являются заболевания твердых тканей зуба. Данные мировой литературы оценивают распространенность кариеса в пределах 75-93% [1, 3, 5, 11, 14-15, 20-27]. Отмечается, что более чем в половине случаев во время беременности наблюдается острое течение процесса с поражением ранее интактных зубов до 38% [13, 14, 23, 24, 26-28]. Рецидивы кариеса могут достигать 38-45% [1, 19, 29, 30]. Интенсивность кариеса зубов в первом триместре беременности по индексу КПУ находится в диапазоне 8,2-10,9 единиц [5, 24, 31-33]. В третьем триместре многими исследователями отмечается значительное повышение интенсивности до 11,5-15,5 единиц [11, 22, 24, 27, 28, 31, 32, 34-37]. Средний прирост кари-

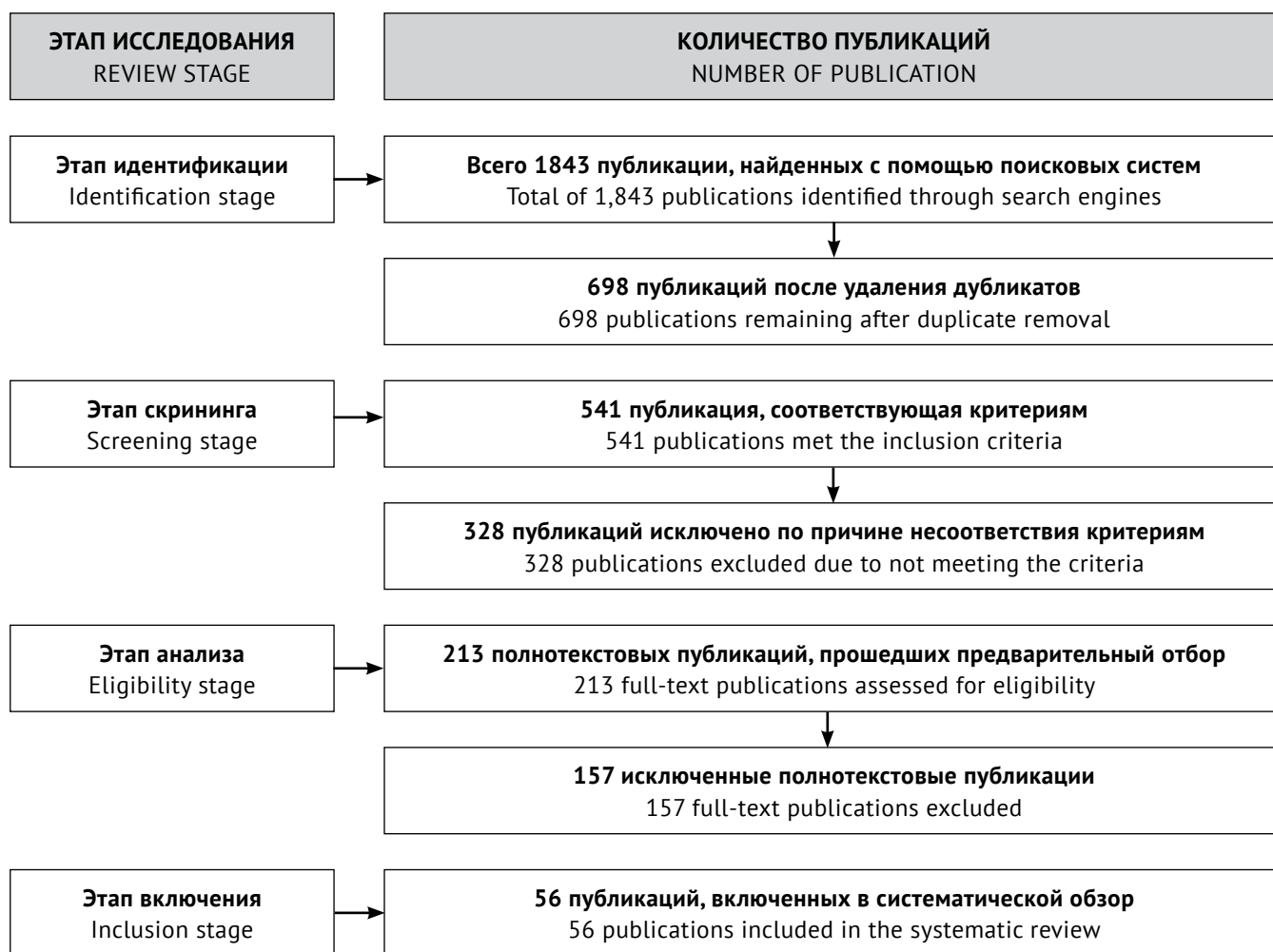


Рис. 1. Блок-схема PRISMA – статьи, включенные в обзор  
Fig. 1. PRISMA flow diagram – studies included in the review

озных полостей на интактных зубах достигает 0,71–0,83 единиц за время вынашивания ребенка [6, 13, 14, 22–24, 35].

Помимо прямой корреляции со сроком гестации интенсивность процесса, по данным исследований, зависит от возраста матери [33, 37, 38].

#### Заболевания пародонта во время беременности

Заболевания пародонта занимают второе место в структуре стоматологической патологии в группе беременных женщин. Их распространенность, согласно анализу, находится в диапазоне от 30% до 92% [3, 6, 12, 16, 17, 21, 30, 35, 39–44]. В большинстве случаев они проявляются в виде гингивита [13, 16, 19, 20, 22, 23, 33, 35, 38–40]. Протекает он в виде катарального и реже гипертрофического гингивита. Пародонтит регистрируется в 21–47% случаев [14, 16, 20, 21, 30, 33, 35].

Исследователи указывают, что начальные симптомы впервые манифестированных заболеваний пародонта проявляются уже ко второму–третьему месяцу беременности [13, 23, 45, 46]. Чаще всего тяжесть процесса при физиологически протекающей беременности не превышает средней степени [38, 44, 45].

В то же время заболевания пародонта также склонны к прогрессированию в течение всего срока вынашивания ребенка и коррелируют с возрастом женщины [6, 14, 19, 33, 35, 39, 47, 48].

Анализ степени воспаления десневого края на основании индексной оценки показывает негативную динамику показателей. По данным исследований, в первом триместре средние значения индекса составляют 32,7–56,7%, соответствуя в большинстве случаев средней степени тяжести. К третьему триместру значения могут достигать 41,3–74,5%, соответствуя тяжелой степени воспаления десневого края [12, 16, 33, 38, 42, 49–51].

Индекс гингивита GI (Loe H., Silness J.) в данной группе в среднем имеет значения 1,2–1,25 единиц и интерпретируется, как средняя степень тяжести гингивита [5, 20, 42, 50–52].

Оценка кровоточивости десневого края проводится исследователями на основании индексов Мюллемана и ВОР. Индекс Мюллемана в период беременности оценивается в диапазоне 1,6–2,3 единицы, показывая в основном среднюю с тенденцией к высокой степени воспаления [12, 16, 45]. Зарубежные исследования в основном используют для оценки

кровоточивости индекс ВОР, значения которого в группе составляют 49,14-55,4%, что сопоставимо с показателями предыдущего индекса [3, 21, 47].

### Гигиеническое состояние полости рта во время беременности

Данные исследователей отмечают увеличение количества зубных отложений во время беременности. Основным гигиеническим индексом, используемым в процессе обследования, явился индекс Грина – Вермилльона (ОHI-S). Средние значения индекса во время беременности составили 1,95 единицы, соответствуя неудовлетворительному уровню гигиены [12, 16, 22, 29, 34, 49-51]. Также отмечается возрастание значений индексов в среднем с 1,6 единицы в первом триместре до 2,4 единицы в третьем триместре, что свидетельствует об ухудшении гигиенического состояния [16, 32, 33, 49, 53].

Зарубежные авторы отмечают большую информативность индекса Silness-Loe для оценки объема зубных отложений. По данным оценки, средние значения индекса находятся в диапазоне 45-85% и соответствуют неудовлетворительному уровню гигиены [3, 42, 51], что сопоставимо с данными отечественных исследований.

### Анализ ротовой жидкости во время беременности

Прогрессирование стоматологической патологии напрямую коррелирует с изменением кислотности ротовой жидкости. Ряд исследований указывает на сдвиг pH в кислую сторону в процессе беременности, прогрессирующий со сроком гестации. Так, в первом триместре средние значения близки к уровню нормы и составляют 7,0-7,4 единицы, а к третьему триместру снижаются до значений 5,5-6,2 единицы [7, 8, 17, 46, 49, 54, 55]. Такой диапазон изменяет баланс буферных систем ротовой жидкости и вызывает повышение деминерализационной активности микрофлоры рта.

Микроэлементный состав ротовой жидкости беременных дает представление о динамике буферных систем в этот период. Исследователи отмечают значительное снижение концентрации кальция и повышение концентрации фосфора, которые имеют большое значение в патогенезе заболеваний твердых тканей зуба. Концентрация кальция, в первом триместре составляющая 0,53 ммоль/л, к третьему триместру достигает 0,49 ммоль/л [8]. В норме же диапазон значений концентрации этого микроэлемента составляет 0,75-3,00 ммоль/л. Концентрация фосфора при этом находится в обратной зависимости от кальция, достигая высоких значений к третьему триместру [55].

Изучение микробиологического состава ротовой полости беременных показывает преобладание активности пародонтопатогенных микроорганизмов, таких как *Prevotella intermedia*, *Porphyromonas gingivalis*, *Fusobacterium nucleatum*, *Treponema denticola*, *Aggregatibacter actinomycetemcomitans* [2, 5, 29]. Данный факт соотносится с возникновением и прогрессированием воспалительных заболеваний пародонта в данном периоде.

В то же время обнаруживается увеличение количества колоний *Streptococcus mutans* и *Lactobacillus*, имеющих большое значение в патогенезе кариеса зубов [5, 8, 56].

### Анализ структуры стоматологических заболеваний в различных группах

Часть исследований проанализировали структуру и распространенность стоматологической патологии в различных группах женщин. Чаще всего сравнению подвергались в беременные и женщины аналогичного возраста, не находящиеся в процессе гестации. Они выявили статистически значимые различия в этих группах, показав увеличение распространенности и интенсивности заболеваний твердых тканей зуба и пародонта в группе беременных [8, 29, 30, 40, 42, 52, 56].

Также некоторые исследователи изучают динамику стоматологического здоровья в послеродовом периоде, сравнивая его с группой беременных. Однако такие исследования немногочисленны и не отражают полную картину заболеваемости [3, 7-9, 16, 23, 57].

### Состояние полости рта в послеродовом периоде

Изучение стоматологического статуса женщин после родов не находит широкого распространения в научной литературе. В отечественной литературе сведения о данном периоде практически отсутствуют, зарубежные исследования представлены в единичных публикациях. Это осложняется также тем, что понятие «послеродовый период» в акушерской практике затрагивает только 42 дня, что недостаточно для полной оценки стоматологической патологии. В то же время полученные данные разных исследователей неоднозначны.

Изучение полости рта через 72 часа после родов показывает результаты, не отличающиеся от периода беременности [58]. Также в одном из исследований через 6 недель после родов отмечается снижение численности пародонтопатогенной микробиоты рта, а в другом исследовании через 6 месяцев, наоборот, определяется их увеличение [3, 57].

Основным периодом изучения организма женщин стали 6 недель – 1 год после рождения ребенка, такие временные рамки наиболее показательны с целью сравнения динамики заболеваний [3, 7-9, 16, 51, 57, 59].

Авторы сходятся во мнении, что в послеродовом периоде также продолжают отрицательные изменения со стороны полости рта. Прирост заболеваний твердых тканей зуба в течение двух месяцев после родов отмечается в 26% случаев, через 1 год после родов – в 49% [7, 23]. Указывается на возрастание интенсивности кариеса, в том числе за счет рецидивов и появления новых кариозных полостей [7-9, 23, 59]. Средние значения индекса интенсивности через 1 год после родов составляют 8,6-9,8 единиц, в структуре индекса преобладает количество пораженных кариесом зубов – 5,9 единицы [9, 59]. Средний прирост интенсивности за год составляет 1,7-3,6 единицы [7-9, 57, 59].

Данные исследователей показывают высокие значения гигиенических индексов, средние значения составляют 43,8-59,3% соответствуя неудовлетворительной гигиене рта [3, 16, 51]. Воспаление десневого края по индексу РМА составляет 44,8-50%, показывая среднюю и тенденцией к высокой степени воспаления [2, 16, 51].

Анализ ротовой жидкости указывает на сдвиг pH в послеродовом периоде в кислую сторону, который усугубляется с течением времени с 6,92 до 6,0 единиц [7, 8]. Также определяется снижение концентрации кальция до 0,48 ммоль/л через 6 недель после родов [7]. В микрофлоре преобладают *S. mutans*, *F. nucleatum*, *P. gingivalis* и *P. intermedia* [3, 7, 59].

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Таким образом, систематический анализ источников мировой литературы показал значительную распространенность и интенсивность заболеваний твердых тканей зуба и воспалительных заболеваний пародонта

у женщин во время беременности, а также неудовлетворительный уровень гигиены рта. В то же время многочисленные исследования показывают прямую корреляцию интенсивности процессов со сроком гестации.

Такая негативная динамика указывает на необходимость изучения стоматологического здоровья в послеродовом периоде с учетом продолжения перестройки всех систем организма женщины. Зарубежные исследователи показали заинтересованность в этом направлении, однако исследования единичны. Отечественные исследователи, наоборот, практически не выделяют данный период в жизни женщины для изучения. Несмотря на это, исследования указывают на продолжающиеся негативные изменения со стороны стоматологического здоровья, что негативно сказывается на состоянии самой женщины и ее ребенка.

В связи с этим необходимо дальнейшее изучение влияния послеродового периода на стоматологический статус женщины, а также разработки комплексных программ профилактики и лечения заболеваний рта у данной категории пациенток.

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Гринин ВМ, Еркянн ИМ, Иванов СЮ. Распространенность и факторы риска развития основных стоматологических заболеваний у беременных. *Стоматология*. 2018; 4(97):19-22.  
doi: 10.17116/stomat20189704119
2. Нефедова ДД, Линде ВА, Левкович МА. Иммунологические аспекты беременности (обзор литературы). *Медицинский вестник Юга России*. 2013;4:16-21.  
doi: 10.21886/2219-8075-2013-4-16-21
3. Meriç P, Silbereisen A, Emingil G, Öztürk VÖ, Bostanci N. Clinical, oral immunological and microbiological shifts during and after pregnancy. *Clinical Oral Investigations*. 2023;28(1):60.  
doi: 10.1007/s00784-023-05408-1
4. Ребров БА, Белкина ОА. Физиологические изменения в организме женщины во время беременности. *Новости медицины и фармации*. 2011;(11-12):18-22. Режим доступа:  
<https://www.elibrary.ru/item.asp?id=21182736>
5. Зойиров ТЭ, Содикова ША. Стоматологическое здоровье беременных женщин (обзор литературы). *Herald of Science and Education*. 2020;(22-3):44-52. Режим доступа:  
<https://www.elibrary.ru/item.asp?id=44630224>
6. Gil-Montoya JA, Leon-Rios X, Rivero T, Expósito-Ruiz M, Perez-Castillo I, Aguilar-Cordero MJ. Factors associated with oral health-related quality of life during pregnancy: A prospective observational study. *Quality of Life Research*. 2021;30:3475–3484.  
doi: 10.1007/s11136-021-02869-3
7. Byrd M, Davis E, Blostein F, Bhaumik D, Shaffer JR, McNeil DW, et al. Risk of Postpartum Dental Caries: Survival Analysis of Black/African American and White Women in Appalachia. *Womens Health Reports (New Rochelle)*. 2024;5(1):108-119.  
doi: 10.1089/whr.2023.0056
8. Kamate WI, Vibhute NA, Baad RK. Estimation of DMFT, Salivary Streptococcus Mutans Count, Flow Rate, Ph, and Salivary Total Calcium Content in Pregnant and Non-Pregnant Women: A Prospective Study. *Journal of Clinical and Diagnostic Research*. 2017;11(4):ZC147-ZC151.  
doi: 10.7860/JCDR/2017/24965.9516
9. Deghatipour M, Ghorbani Z, Mokhlesi AH, Ghanbari S, Namdari M. Effect of oral health promotion interventions on pregnant women dental caries: a field trial. *BMC Oral Health*. 2022;22(1):280.  
doi: 10.1186/s12903-022-02292-1
10. Подзолкова НМ, Сумятина ЛВ, Мохова ЮА. Пролактин и молочные железы. Новые данные рандомизированных исследований. *Акушерство и гинекология*. 2015;(12):46-50. Режим доступа:  
<https://www.elibrary.ru/item.asp?id=25133677>
11. Ермуханова ГТ, Есім АЖ, Шарифканова МН, Орадова АИШ, Раманкулова ЛС. Состояние соматического и стоматологического здоровья у беременных женщин. *Вестник Казахского Национального медицинского университета*. 2013;(3):210-214. Режим доступа:  
<https://cyberleninka.ru/article/n/sostoyanie-somaticheskogo-i-stomatologicheskogo-zdorovya-u-beremennyh-zhenshin>
12. Микляев СВ, Сущенко АВ, Козлов АД, Выжанава АА, Струкова ОВ, Позднякова ЕЮ. Стоматологический статус беременных женщин. *Тамбовский медицинский журнал*. 2022;4(4):28-38.  
doi: 10.19163/1994-9480-2020-3(75)-166-169
13. Тихонова С. Особенности стоматологической патологии и организации стоматологической помощи беременным женщинам. *Кремлевская медицина. Клинический вестник*. 2014;(1):26-29. Режим доступа:  
<https://www.elibrary.ru/item.asp?id=15619943>



14. Шукурова У, Камилова И, Жураева Н, Рахматуллаева О. Частота встречаемости стоматологических заболеваний в период беременности (обзор). *Евразийский журнал медицинских и естественных наук*. 2023;3(6-2):26-33. Режим доступа: <https://in-academy.uz/index.php/EJMNS/article/view/17881>
15. Chaloupka P, Korečko V., Turek J., Merglová V. Oral health status of women with normal and high-risk pregnancies. *Ceska gynekologie*. 2014;79:29–33. Режим доступа: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/24635362/>
16. Микляев СВ, Сущенко АВ, Козлов АД, Очиров БМ, Новиков АВ. Анализ распространенности заболеваний тканей пародонта у беременных женщин. *Вятский медицинский вестник*. 2021;2(70):25-28. doi: 10.24412/2220-7880-2021-270-25-28
17. Недельская ЛА, Прозорова НВ, Бритова АА, Романова МВ. Оценка состояния полости рта у беременных. Научное обозрение. *Педагогические науки*. 2019;(5-3):99-101. Режим доступа: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=41297183>
18. Neiswanger K, McNeil DW, Foxman B, Govil M, Cooper ME, Weyant RJ, Shaffer JR, et al. Oral Health in a Sample of Pregnant Women from Northern Appalachia (2011-2015). *International Journal of Dentistry*. 2015;2015:469376. doi: 10.1155/2015/469376
19. Pecci-Lloret MP, Linares-Pérez C, Pecci-Lloret MR, Rodríguez-Lozano FJ, Oñate-Sánchez RE. Oral Manifestations in Pregnant Women: A Systematic Review. *Journal of Clinical Medicine*. 2024;13(3):707. doi: 10.3390/jcm13030707
20. Sari EY, Saddki N, Yuso A. Association between perceived oral symptoms and presence of clinically diagnosed oral diseases in a sample of pregnant women in malaysia. *International Journal of Environmental Research and Public Health*. 2020;17:7337. doi: 10.3390/ijerph17197337
21. Thomas C, Timofeeva I, Bouchoucha E, Canceill T, Champion C, Groussolles M, Arnaud C et al. Oral and periodontal assessment at the first trimester of pregnancy: The PERISCOPE longitudinal study. *Acta Obstetrica et Gynecologica Scandinavica*. 2023;102(6):669-680. doi: 10.1111/aogs.14529
22. Денисенко ЛН, Деревянченко СП, Колесова ТВ. Значимость здоровья полости рта во время беременности. *Медико-фармацевтический журнал Пульс*. 2024;12(26):8-12. doi: 10.26787/nydha-2686-6838-2024-26-12-8-12
23. Куликова НГ, Омельчук НН, Зеленский ВА, Ткаченко АС. Организация медико-стоматологической помощи женщинам в послеродовом периоде. *Проблемы социальной гигиены, здравоохранения и истории медицины*. 2014;22(3):34-36. Режим доступа: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=21859320>
24. Назарова Н. Современные аспекты стоматологической заболеваемости у беременных женщин. *Профилактическая медицина и здоровье*. 20231(2):52-66. doi: 10.47689/2181-3663-vol2-iss1-pp52-66
25. Проходная ВА, Гайворонская ТВ, Максюков СЮ. Современные особенности динамики распространности и течения кариеса зубов среди беременных женщин, повышение эффективности профилактических мероприятий. *Российский стоматологический журнал*. 2015;19(2):30-33. Режим доступа: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=23597317>
26. Cademartori MG, Demarco FF, Freitas da Silveira M, Barros FC, Corrêa MB. Dental caries and depression in pregnant women: The role of oral health self-perception as mediator. *Oral diseases*. 2022;28:1733–1740. doi: 10.1111/odi.13789
27. Cornejo C, Rossi G, Rama A, Gomez-Gutierrez N, Alvaredo G, Squassi A, Klemonsks G. Oral health status and oral health-related quality of life in pregnant women from socially deprived populations. *Acta Odontologica Latinoamericana*. 2013;26:68–74. Режим доступа: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/24303729/>
28. Africa CWJ, Turton M. Oral Health Status and Treatment Needs of Pregnant Women Attending Antenatal Clinics in KwaZulu-Natal, South Africa. *International Journal of Dentistry*. 2019;1(2019):5475973. doi: 10.1155/2019/5475973
29. Amin R, Shetty P. Oral health status during pregnancy in mangalore. *Journal of Health and Allied Sciences NU*. 2014;04(02):114-117. doi: 10.1055/s-0040-1703777
30. Geevarghese A, Baskaradoss JK, Sarma PS. Oral Health-Related Quality of Life and Periodontal Status of Pregnant Women. *Maternal and Child Health Journal*. 2017;21:1634–1642. doi: 10.1007/s10995-016-2255-y
31. Гринин ВМ, Абольян ЛВ, Еркянн ИМ, Дашкова ОП. Мониторинг стоматологического статуса беременных с различным риском рецидива кариеса зубов. *Стоматология*. 2023;1(102):94-97. doi: 10.17116/stomat202310201194
32. Кузьмина ВА, Якубова ИИ. Изучение эффективности внедрения программы профилактики основных стоматологических заболеваний у беременных. *Современная педиатрия*. 2017;(1):110-116. Режим доступа: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=29002193>
33. Gil-Montoya JA, Rivero-Blanco T, Leon-Rios X, Exposito-Ruiz M, Pérez-Castillo I, Aguilar-Cordero MJ. Oral and general health conditions involved in periodontal status during pregnancy: a prospective cohort study. *Archives of Gynecology and Obstetrics*. 2023;308(6):1765-1773. doi: 10.1007/s00404-022-06843-3
34. Лукашевич ИК. Обоснование необходимости дифференцированного подхода в назначении средств профилактики кариеса у женщин во время беременности. *Уральский медицинский журнал*. 2017;(1):69-72. Режим доступа: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=28860531>
35. Deghatipour M, Ghorbani Z, Ghanbari S, Arshi S, Ehdavivand F, Namdari M, Pakkhesal M. Oral health status in relation to socioeconomic and behavioral factors among pregnant women: A community-based cross-

sectional study. *BMC Oral Health*. 2019;19:117.

doi: 10.1186/s12903-019-0801-x

36. Kateeb E, Momany E. Dental caries experience and associated risk indicators among Palestinian pregnant women in the Jerusalem area: a cross-sectional study. *BMC Oral Health*. 2018;18(1):170.

doi: 10.1186/s12903-018-0628-x

37. Velosa-Porras J, Rodríguez Malagón N. Prevalence of dental caries in pregnant Colombian women and its associated factors. *BMC Oral Health*. 2023;23(1):793.

doi: 10.1186/s12903-023-03419-8

38. Сувырина МБ, Машейко АВ, Христенко АС, Салманова СА. Стоматологический статус беременных женщин в разные сроки беременности. *Дальневосточный медицинский журнал*. 2017;(4):104-108. Режим доступа:

<https://www.elibrary.ru/item.asp?id=32239914>

39. Дедова ЛН, Дубовец АВ. Изменения в тканях периодонта у женщин в период беременности. *Стоматолог*. Минск. 2016;(3):13-18. Режим доступа:

<https://www.elibrary.ru/item.asp?id=27195997>

40. Corchuelo-Ojeda J, Soto-Llanos L, Villavicencio J. Situación de caries, gingivitis e higiene oral en gestantes y no gestantes en hospitales del Valle del Cauca, Colombia. *Universidad y Salud*. 2017;19:67-74.

doi: 10.22267/rus.171901.70

41. Hartnett E, Haber J, Krainovich-Miller B, Bella A, Vasilyeva A, Lange Kessler J. Oral Health in Pregnancy. *Journal of Obstetric, Gynecologic & Neonatal Nursing*. 2016;45(4):565-73.

doi: 10.1016/j.jogn.2016.04.005

42. Ho CC, Chou MY. Periodontal status in Taiwanese pregnant women. *Journal of Dental Sciences*. 2016;11(2):146-151.

doi: 10.1016/j.jds.2016.03.007

43. Parry S, Jeffcoat M, Reddy MS, Doyle MJ, Grenader JM, Gerlach RW, Tanna N et al. Evaluation of an advanced oral hygiene regimen on maternity outcomes in a randomized multicenter clinical trial (Oral Hygiene and Maternity Outcomes Multicenter Study). *American Journal of Obstetrics & Gynecology MFM*. 2023;5(8):100995.

doi: 10.1016/j.ajogmf.2023.100995

44. Soroye MO, Ayanbadejo PO. Prevalence of gingivitis and perception of gingival colour among pregnant women attending the antenatal clinic of Lagos University Teaching Hospital, Idi-Araba. *Journal of Orofacial Sciences*. 2016;8:53-58.

doi: 10.4103/0975-8844.181930

45. Наврузова ЛХ. Выявление стоматологических заболеваний у беременных женщин и оказание им профилактической помощи. *Новый день в медицине*. 2019;(4):231-234. Режим доступа:

<https://www.elibrary.ru/item.asp?id=42767214>

46. Чолокова ГС, Кенеева ЖА. Интенсивность и распространенность кариеса зубов и заболеваний пародонта у женщин в период беременности (обзор). *Вестник Кыргызской государственной медицинской академии имени И.К. Ахунбаева*. 2020;(3):96-103. Режим доступа:

<https://www.elibrary.ru/item.asp?id=44237189>

47. Ватаманюк НВ. Гингивит беременных. Сравнение состояния пародонта во время беременности и после родов. *Молодой ученый*. 2015;(8):82-85. Режим доступа:

<https://www.elibrary.ru/item.asp?id=23295571>

48. Ibrahim HMEM, Mudawi AM, Ghandour IA. Oral health status, knowledge and practice among pregnant women attending omdurman maternity hospital, Sudan. *Eastern Mediterranean Health Journal*. 2016;22:802-809.

doi: 10.26719/2016.22.11.802

49. Микляев СВ, Микляева ИА. Оценка стоматологического статуса беременных женщин. *Вестник Волгоградского государственного медицинского университета*. 2020;3(75):166-169.

doi: 10.19163/1994-9480-2020-3(75)-166-169

50. Журбенко ВА, Карлаш АЕ, Саакян ЭС. Изучение качества индивидуальной гигиены полости рта у беременных женщин. *Современная наука: актуальные проблемы теории и практики. Серия: Естественные и технические науки*. 2020;2(4):72-74.

doi: 10.37882/2223-2966.2020.04-2.06

51. González-Jaranay M, Téllez L, Roa-López A, Gómez-Moreno G, Moreu G (2017) Periodontal status during pregnancy and postpartum. *PLoS ONE*. 2017;12(5): e0178234.

doi: 10.1371/journal.pone.0178234

52. Kashetty M, Kumbhar S, Patil S, Patil P. Oral hygiene status, gingival status, periodontal status, and treatment needs among pregnant and nonpregnant women: A comparative study. *Journal of Indian Society of Periodontology*. 2018;22(2):164-170.

doi: 10.4103/jisp.jisp\_319\_17

53. Журбенко ВА, Маринкина АА. Встречаемость различных форм заболеваний пародонта у беременных. *Современная наука: актуальные проблемы теории и практики. серия: естественные и технические науки*. 2022; (12-2):132-134.

doi: 10.37882/2223-2966.2022.12-2.14

54. Бородина КМ. Анализ изменений кислотно-щелочного баланса полости рта в различные сроки беременности. *Региональный вестник*. 2019;(16):15-16. Режим доступа:

<https://www.elibrary.ru/item.asp?id=41045985>

55. Жаркова ОА, Дубовец АВ, Полякова ДД. Аспекты профилактики основных стоматологических заболеваний в период беременности. *Вестник Витебского государственного медицинского университета*. 2014;13(4):126-132. Режим доступа:

<https://www.elibrary.ru/item.asp?id=22527516>

56. Wagle M, Basnet P, Vartun A, Trovik TA, Acharya G. Oxidative stress levels and oral bacterial milieu in the saliva from pregnant vs. non-pregnant women. *BMC Oral Health*. 2020;20(1):245.

doi: 10.1186/s12903-020-01230-3

57. Balan P, Chong YS, Umashankar S, Swarup S, Loke WM, Lopez V, et al. Keystone Species in Pregnancy Gingivitis: A Snapshot of Oral Microbiome During Pregnancy and Postpartum Period. *Frontiers in Microbiology*. 2018;9(9):2360.

doi: 10.3389/fmicb.2018.02360

58. Ben David M, Callen Y, Eliasi H, Peretz B, Odeh-Natour R, Ben David Hadani M, et al. Oral Health and Knowledge among Postpartum Women. *Children (Basel)*. 2022;9(10):1449.

doi: 10.3390/children9101449

## REFERENCES

1. Grinin VM, Erkanyan IM, Ivanov SY Prevalence and risk factors for the development of major dental diseases in pregnant women. *Dentistry*. 2018;4(97):19-22 (In Russ.). doi: 10.17116/stomat20189704119

2. Nefedova DD, Linde VA, Levkovich MA. Immunological aspects of pregnancy (review). *Medical Bulletin of the South of Russia*. 2013;(4):16-21 (In Russ.).

doi: 10.21886/2219-8075-2013-4-16-21

3. Meriç P, Silbereisen A, Emingil G, Öztürk VÖ, Bostanci N. Clinical, oral immunological and microbiological shifts during and after pregnancy. *Clinical Oral Investigations*. 2023;28(1):60.

doi: 10.1007/s00784-023-05408-1

4. Rebrov BA, Belkina OA. Physiological changes in a woman's body during pregnancy. *News of medicine and pharmacy*. 2011;(11-12):18-22 (In Russ.). Available from: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=21182736>

5. Zoyirov TE, Sodikova SH. Dental health of pregnant women (literature review). *Vestnik nauki i obrazovaniya*. 2020;(22-3):44-52 (In Russ.). Available from:

<https://www.elibrary.ru/item.asp?id=44630224>

6. Gil-Montoya JA, Leon-Rios X, Rivero T, Expósito-Ruiz M, Perez-Castillo I, Aguilar-Cordero MJ. Factors associated with oral health-related quality of life during pregnancy: A prospective observational study. *Quality of Life Research*. 2021;30:3475–3484.

doi: 10.1007/s11136-021-02869-3

7. Byrd M, Davis E, Blostein F, Bhaumik D, Shaffer JR, McNeil DW, Marazita ML, Foxman B. Risk of Postpartum Dental Caries: Survival Analysis of Black/African American and White Women in Appalachia. *Womens Health Reports (New Rochelle)*. 2024;5(1):108-119.

doi: 10.1089/whr.2023.0056

8. Kamate WI, Vibhute NA, Baad RK. Estimation of DMFT, Salivary Streptococcus Mutans Count, Flow Rate, Ph, and Salivary Total Calcium Content in Pregnant and Non-Pregnant Women: A Prospective Study. *Journal of Clinical and Diagnostic Research*. 2017;11(4):ZC147-ZC151.

doi: 10.7860/JCDR/2017/24965.9516

9. Deghatipour M, Ghorbani Z, Mokhlesi AH, Ghanbari S, Namdari M. Effect of oral health promotion interventions on pregnant women dental caries: a field trial. *BMC Oral Health*. 2022;22(1):280.

doi: 10.1186/s12903-022-02292-1

10. Podzolkova NM, Sumyatina LV, Mokhova YuA. Prolactin and the breast: new data of randomized trials. *Obstetrics and Gynecology*. 2015;(12): 46-50 (In Russ.). Available from:

<https://www.elibrary.ru/item.asp?id=25133677>

59. Ramadugu K, Blostein F, Bhaumik D, Jiang W, Davis E, Salzman E, Srinivasan U, et al. Co-occurrence of yeast, streptococci, dental decay, and gingivitis in the post-partum period: results of a longitudinal study. *Journal of Oral Microbiology*. 2020;12(1):1746494.

doi: 10.1080/20002297.2020.1746494

11. Ermukhanova GT, Esim AZ, Sharifkanova MN, Oradova AS, Ramankulova LS. The somatic and stomatological health condition of the pregnant women. *Bulletin of the Kazakh National Medical University*. 2013;2(3):210-214 (In Russ.). Available from:

<https://cyberleninka.ru/article/n/sostoyanie-somaticheskogo-i-stomatologicheskogo-zdorovya-u-beremennyh-zhenshin>

12. Miklyaev SV, Sushchenko AV, Kozlov AD, Vyzhanova AA, Strukova OV, Pozdnyakova EYu. Dental status of pregnant women. *Tambov Medical Journal*. 2022;4(4):28-38 (In Russ.).

doi: 10.19163/1994-9480-2020-3(75)-166-169

13. Tychonova S. Specific features of oral pathology and oral care management during pregnancy. *Kremlin Medicine. Clinical Bulletin*. 2014;1:26-29 (In Russ.). Available from:

<https://www.elibrary.ru/item.asp?id=15619943>

14. Shukurova U, Kamilova I, Zhuraeva N, Rakhmatullaeva O. Frequency of occurrence of dental diseases during pregnancy (review). *Eurasian Journal of Medical and Natural Sciences*. 2023;3(6-2):26-33 (In Russ.). Available from:

<https://in-academy.uz/index.php/EJMNS/article/view/17881>

15. Chaloupka P, Korečko V, Turek J., Merglová V. Oral health status of women with normal and high-risk pregnancies. *Ceska gynekologie*. 2014;79:29–33. Available from: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/24635362/>

16. Miklyaev SV, Sushchenko AV, Kozlov AD, Ochirov BM, Novikov AV. Analysis of the prevalence of periodontal tissue diseases in pregnant women. *Vyatka Medical Bulletin*. 2021;2(70):25-28 (In Russ.).

doi: 10.24412/2220-7880-2021-270-25-28

17. Nedelskaya LA, Prozorova NV, Britova AA, Romanova MV. Estimation of the state of oral cavity in pregnant women. Scientific review. *Pedagogical sciences*. 2019;3(5):99-101 (In Russ.). Available from:

<https://www.elibrary.ru/item.asp?id=41297183>

18. Neiswanger K, McNeil DW, Foxman B, Govil M, Cooper ME, Weyant RJ, Shaffer JR, et al. Oral Health in a Sample of Pregnant Women from Northern Appalachia (2011-2015). *International Journal of Dentistry*. 2015;2015:469376.

doi: 10.1155/2015/469376

19. Pecci-Lloret MP, Linares-Pérez C, Pecci-Lloret MR, Rodríguez-Lozano FJ, Oñate-Sánchez RE. Oral Manifestations in Pregnant Women: A Systematic Review. *Journal of Clinical Medicine*. 2024;13(3):707.

doi: 10.3390/jcm13030707

20. Sari EY, Saddki N, Yuso A. Association between perceived oral symptoms and presence of clinically di-

agnosed oral diseases in a sample of pregnant women in malaysia. *International Journal of Environmental Research and Public Health*. 2020;17:7337.

doi: 10.3390/ijerph17197337

21. Thomas C, Timofeeva I, Bouchoucha E, Canceill T, Champion C, Groussolles M, Arnaud C et al. Oral and periodontal assessment at the first trimester of pregnancy: The PERISCOPE longitudinal study. *Acta Obstetrica et Gynecologica Scandinavica*. 2023;102(6):669-680.

doi: 10.1111/aogs.14529.

22. Denisenko LN, Derevyanchenko SP, Kolesova TV. The importance of oral health during pregnancy. *Medical and pharmaceutical journal Pulse*. 2024;12(26):8-12 (In Russ.).

doi: 10.26787/nydha-2686-6838-2024-26-12-8-12

23. Kulikova NG, Omeltchuk NN, Zelenskiy VA, Tkachenko AS. The organization of medical stomatological care in women in the post-natal period. *Problemy social'noj gigieny, zdравоохранeniya i istoriya mediciny*. 2014;3(22):34-36 (In Russ.). Available from:

<https://www.elibrary.ru/item.asp?id=21859320>

24. Nazarova N. Modern aspects of dental morbidity in pregnant women. *Preventive medicine and health*. 2023;1(2):52-66 (In Russ.).

doi: 10.47689/2181-3663-vol2-iss1-pp52-66

25. Prokhodnaya VA, Gayvoronskaya TV, Maksyukov SY, Surmeneva SO, Lomova AS, Chibichjan EKh. Modern features of dynamics of the prevalence and course of dental caries among pregnant women, enhancing the efficiency of preventive measures. *Rossiyskij stomatologicheskij zhurnal*. 2015;2(19):30-33 (In Russ.). Available from:

<https://www.elibrary.ru/item.asp?id=23597317>

26. Cademartori MG, Demarco FF, Freitas da Silveira M, Barros FC, Corrêa MB. Dental caries and depression in pregnant women: The role of oral health self-perception as mediator. *Oral diseases*. 2022;28:1733-1740.

doi: 10.1111/odi.13789

27. Cornejo C, Rossi G, Rama A, Gomez-Gutierrez N, Alvaredo G, Squassi A, Klemonsks G. Oral health status and oral health-related quality of life in pregnant women from socially deprived populations. *Acta Odontologica Latinoamericana*. 2013;26:68-74. Available from:

<https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/24303729/>

28. Africa CWJ, Turton M. Oral Health Status and Treatment Needs of Pregnant Women Attending Antenatal Clinics in KwaZulu-Natal, South Africa. *International Journal of Dentistry*. 2019;1(2019):5475973.

doi: 10.1155/2019/5475973

29. Amin R, Shetty P. Oral health status during pregnancy in mangalore. *Journal of Health and Allied Sciences NU*. 2014;04(02):114-117.

doi: 10.1055/s-0040-1703777

30. Geevarghese A, Baskaradoss JK, Sarma PS. Oral Health-Related Quality of Life and Periodontal Status of Pregnant Women. *Maternal and Child Health Journal*. 2017;21:1634-1642.

doi: 10.1007/s10995-016-2255-y

31. Grinin VM, Abolyan LV, Erkanyan IM, Dashkova OP. Optimization of monitoring of pregnant women

with various risk of dental caries relapse. *Stomatology*. 2023;102(1):94-97 (In Russ.).

doi: 10.17116/stomat202310201194

32. Kuzmina VA, Yakubova II. The research of the effectiveness of an implementation of a preventive program of common dental diseases during pregnancy. *Modern pediatrics*. 2017;1(81):110-116 (In Russ.). Available from:

<https://www.elibrary.ru/item.asp?id=29002193>

33. Gil-Montoya JA, Rivero-Blanco T, Leon-Rios X, Exposito-Ruiz M, Pérez-Castillo I, Aguilar-Cordero MJ. Oral and general health conditions involved in periodontal status during pregnancy: a prospective cohort study. *Archives of Gynecology and Obstetrics*. 2023;308(6):1765-1773.

doi: 10.1007/s00404-022-06843-3

34. Lukashevich IK. The necessary reasonableness of the differentiated approach in administering some caries prophylaxis remedies for pregnant women. *Ural Medical Journal*. 2017;1(145):69-72 (In Russ.). Available from:

<https://www.elibrary.ru/item.asp?id=28860531>

35. Deghatipour M, Ghorbani Z, Ghanbari S, Arshi S, Ehdavivand F, Namdari M, et al. Oral health status in relation to socioeconomic and behavioral factors among pregnant women: A community-based cross-sectional study. *BMC Oral Health*. 2019;19:117

doi: 10.1186/s12903-019-0801-x

36. Kateeb E, Momany E. Dental caries experience and associated risk indicators among Palestinian pregnant women in the Jerusalem area: a cross-sectional study. *BMC Oral Health*. 2018;18(1):170.

doi: 10.1186/s12903-018-0628-x

37. Velosa-Porras J, Rodríguez Malagón N. Prevalence of dental caries in pregnant Colombian women and its associated factors. *BMC Oral Health*. 2023;23(1):793.

doi: 10.1186/s12903-023-03419-8

38. Suvyrina MB, Mashayko AV, Khristenko AS, Salmanova SA. Dental status of pregnant women in different gestation periods. *Dal'nevostochnyj medicinskij zhurnal*. 2017;(4):104-108 (In Russ.). Available from:

<https://www.elibrary.ru/item.asp?id=32239914>

39. Dedova LN, Dubovets AV. Changes in periodontal tissues in women during pregnancy. *Stomatologist*. 2016;3(22):13-18 (In Russ.). Available from:

<https://www.elibrary.ru/item.asp?id=27195997>

40. Corchuelo-Ojeda J, Soto-Llanos L, Villavicencio J. Situación de caries, gingivitis e higiene oral en gestantes y no gestantes en hospitales del Valle del Cauca, Colombia. *Universidad y Salud*. 2017;19:67-74.

doi: 10.22267/rus.171901.70

41. Hartnett E, Haber J, Krainovich-Miller B, Bella A, Vasilyeva A, Lange Kessler J. Oral Health in Pregnancy. *Journal of Obstetric, Gynecologic & Neonatal Nursing*. 2016;45(4):565-73.

doi: 10.1016/j.jogn.2016.04.005

42. Ho CC, Chou MY. Periodontal status in Taiwanese pregnant women. *Journal of Dental Sciences*. 2016;11(2):146-151.

doi: 10.1016/j.jds.2016.03.007

43. Parry S, Jeffcoat M, Reddy MS, Doyle MJ, Grenader JM, Gerlach RW, Tanna N et al. Evaluation of an advanced oral hygiene regimen on maternity outcomes in a

randomized multicenter clinical trial (Oral Hygiene and Maternity Outcomes Multicenter Study). *American Journal of Obstetrics & Gynecology MFM*. 2023;5(8):100995.

doi: 10.1016/j.ajogmf.2023.100995

44. Soroye MO, Ayanbadejo PO. Prevalence of gingivitis and perception of gingival colour among pregnant women attending the antenatal clinic of Lagos University Teaching Hospital, Idi-Araba. *Journal of Orofacial Sciences*. 2016;8:53–58.

doi: 10.4103/0975-8844.181930

45. Navruzova LH. The origin of dental diseases in pregnant women and the providing of their preventive care. *New day in medicine*. 2019;4(28):231–234. (In Russ.). Available from:

<https://www.elibrary.ru/item.asp?id=42767214>

46. Cholokova GS, Keneeva JA The intensity and prevalence of women's dental caries and periodontal disease during pregnancy (overview). *Vestnik of KSMA named after I.K. Akhunbaev*. 2020;3:96–103 (In Russ.). Available from:

<https://www.elibrary.ru/item.asp?id=44237189>

47. Vatamanyuk NV. Gingivitis of pregnant women. Comparison of the periodontal condition during pregnancy and after childbirth. *Young scientist*. 2015;88(8):82–85 (In Russ.). Available from:

<https://www.elibrary.ru/item.asp?id=23295571>

48. Ibrahim HMEM, Mudawi AM, Ghandour IA. Oral health status, knowledge and practice among pregnant women attending omdurman maternity hospital, Sudan. *Eastern Mediterranean Health Journal*. 2016;22:802–809

doi: 10.26719/2016.22.11.802.

49. Miklyaev SV, Miklyaeva IA. Assessment of the dental status of pregnant women. *Bulletin of the Volgograd State Medical University*. 2020;3(75):166–169 (In Russ.).

Doi: 10.19163/1994- 9480-2020-3(75)-166-169

50. Zhurbenko VA, Karlash AE, Saakyan ES. Study of the quality of individual oral hygiene in pregnant women. *Modern science: current problems of theory and practice. Series: Natural and technical sciences*. 2020;2(4):72–74 (In Russ.).

doi: 10.37882/2223-2966.2020.04-2.06

51. González-Jaranay M, Téllez L, Roa-López A, Gómez-Moreno G, Moreu G (2017) Periodontal status during pregnancy and postpartum. *PLoS ONE*. 2017;12(5):e0178234.

doi: 10.1371/journal.pone.0178234

52. Kashetty M, Kumbhar S, Patil S, Patil P. Oral hygiene status, gingival status, periodontal status, and treatment needs among pregnant and nonpregnant women: A comparative study. *Journal of Indian Society of Periodontology*. 2018;22(2):164–170.

doi: 10.4103/jisp.jisp\_319\_17

53. Zhurbenko VA, Marinkina AA. The occurrence of various forms of periodontal diseases in pregnant women. *Youth and Medical Science*. 2022; (12-2):132–134 (In Russ.).

doi: 10.37882/2223-2966.2022.12-2.14

54. Borodina KM. Analysis of changes in the acid-base balance of the oral cavity at different stages of pregnancy. *Sovremennaya nauka: aktual'nye problemy teorii i praktiki. Estestvennye i tekhnicheskie nauki*. 2019;31(16):15–16 (In Russ.). Available from:

<https://www.elibrary.ru/item.asp?id=41045985>

55. Zharkova OA, Dubovets AV, Polyakova DD. Aspects of prevention of major dental diseases during pregnancy. *Bulletin of the Vitebsk State Medical University*. 2014;4(13):126–132 (In Russ.). Available from:

<https://www.elibrary.ru/item.asp?id=22527516>

56. Wagle M, Basnet P, Vartun A, Trovik TA, Acharya G. Oxidative stress levels and oral bacterial milieu in the saliva from pregnant vs. non-pregnant women. *BMC Oral Health*. 2020;20(1):245.

doi: 10.1186/s12903-020-01230-3

57. Balan P, Chong YS, Umashankar S, Swarup S, Loke WM, Lopez V, He HG, Seneviratne CJ. Keystone Species in Pregnancy Gingivitis: A Snapshot of Oral Microbiome During Pregnancy and Postpartum Period. *Frontiers in Microbiology*. 2018;9(9):2360.

doi: 10.3389/fmicb.2018.02360

58. Ben David M, Callen Y, Eliasi H, Peretz B, Odeh-Natour R, Ben David Hadani M, Blumer S. Oral Health and Knowledge among Postpartum Women. *Children (Basel)*. 2022;9(10):1449.

doi: 10.3390/children9101449

59. Ramadugu K, Blostein F, Bhaumik D, Jiang W, Davis E, Salzman E, Srinivasan U, et al. Co-occurrence of yeast, streptococci, dental decay, and gingivitis in the post-partum period: results of a longitudinal study. *Journal of Oral Microbiology*. 2020;12(1):1746494.

doi: 10.1080/20002297.2020.1746494

## СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ

**Автор, ответственный за связь с редакцией:**

**Шиянова Анастасия Дмитриевна**, ассистент кафедры стоматологии терапевтической и пародонтологии Первого Санкт-Петербургского государственного медицинского университета имени академика И. П. Павлова, Санкт-Петербург, Российская Федерация

Для переписки: dr.anastasia.95@gmail.com

ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-1585-4319>

**Орехова Людмила Юрьевна**, доктор медицинских наук, профессор, заведующая кафедрой терапевтической стоматологии и пародонтологии Первого Санкт-Петербургского государственного медицин-

ского университета имени академика И. П. Павлова, Санкт-Петербург, Российская Федерация

Для переписки: prof\_orekhova@mail.ru

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-8026-0800>

**Кудрявцева Татьяна Васильевна**, доктор медицинских наук, профессор кафедры стоматологии терапевтической и пародонтологии Первого Санкт-Петербургского государственного медицинского университета имени академика И. П. Павлова, Санкт-Петербург, Российская Федерация

Для переписки: prof.kudryavtseva@mail.ru

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-0366-2873>



**Тасаева Екатерина Альбертовна**, студент Первого Санкт-Петербургского государственного медицинского университета имени академика И. П. Павлова, Санкт-Петербург, Российская Федерация

Для переписки: ek.tasaeva@gmail.com

ORCID: <https://orcid.org/0009-0001-3777-702X>

**Березкина Ирина Викторовна**, кандидат медицинских наук, доцент кафедры стоматологии терапевтической и пародонтологии Первого Санкт-Петербургского государственного медицинского университета имени академика И. П. Павлова, Санкт-Петербург, Российская Федерация

Для переписки: ivberezkina@mail.ru

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-1339-8738>

**Силина Эльвира Сергеевна**, доцент кафедры стоматологии терапевтической и пародонтологии Первого Санкт-Петербургского государственного медицинского университета имени академика И. П. Павлова, Санкт-Петербург, Российская Федерация

Для переписки: elruzza@gmail.com

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-5977-9173>

## INFORMATION ABOUT THE AUTHORS

### Corresponding author:

**Anastasia D. Shiyanova**, DMD, Assistant Professor, Department of the Restorative Dentistry and Periodontology, Pavlov First Saint Petersburg State Medical University, Saint Petersburg, Russian Federation

For correspondence: dr.anastasia.95@gmail.com

ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-1585-4319>

**Liudmila Yu. Orekhova**, DMD, PhD, DSc, Professor, Head of the Department of the Restorative Dentistry and Periodontology, Pavlov First Saint Petersburg State Medical University, Saint Petersburg, Russian Federation

For correspondence: prof\_orekhova@mail.ru

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-8026-0800>

**Tatyana V. Kudryavtseva**, DMD, PhD, DSc, Professor, Department of the Restorative Dentistry and Periodontology, Pavlov First Saint Petersburg State Medical University, Saint Petersburg, Russian Federation

For correspondence: prof.kudryavtseva@mail.ru

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-0366-2873>

**Ekaterina A. Tasaeva**, Student, Pavlov First Saint Petersburg State Medical University, Saint Petersburg, Russian Federation

For correspondence: ek.tasaeva@gmail.com

ORCID: <https://orcid.org/0009-0001-3777-702X>

**Irina V. Berezkina**, DMD, PhD, Associate Professor, Department of the Restorative Dentistry and Periodontology, Pavlov First Saint Petersburg State Medical University, Saint Petersburg, Russian Federation

For correspondence: ivberezkina@mail.ru,

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-1339-8738>

**Elvira S. Silina**, DMD, PhD, Associate Professor, Department of the Restorative Dentistry and Periodontology, Pavlov First Saint Petersburg State Medical University, Saint Petersburg, Russian Federation

For correspondence: elruzza@gmail.com

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-5977-9173>

**Поступила / Article received 14.04.2025**

**Поступила после рецензирования / Revised 16.06.2025**

**Принята к публикации / Accepted 16.06.2025**

**Вклад авторов в работу.** Все авторы подтверждают соответствие своего авторства международным критериям ICMJE, а также согласны принять на себя ответственность за все аспекты работы: Шиyanova А. Д. – проведение исследования, написание черновика рукописи; Орехова Л. Ю. – разработка концепции, научное руководство; Кудрявцева Т. В. – разработка методологии, научное руководство, написание рукописи – рецензирование и редактирование; Тасаева Е. А. – проведение исследования; Березкина И. В. – административное руководство исследовательским проектом, предоставление ресурсов; Силина Э. С. – визуализация.

**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. D. Shiyanova – investigation, writing – original draft preparation; L. Yu. Orekhova – conceptualization, supervision; T. V. Kudryavtseva – methodology, supervision, writing –review and editing; E. A. Tasaeva – investigation; I. V. Berezkina – project administration, resources; E. S. Silina – visualization.



# Комбинированное ортодонтическое и хирургическое лечение скелетной формы вертикальной резцовой дизокклюзии и сужения верхней челюсти: клинический случай

А.А. Симакова<sup>1</sup>, А.В. Сухановская<sup>1\*</sup>, Л.Н. Горбатова<sup>1</sup>, А.У. Минкин<sup>1</sup>, Н.И. Имшенецкая<sup>2,3</sup>

<sup>1</sup>Северный государственный медицинский университет, Архангельск, Российская Федерация

<sup>2</sup>Российский университет медицины, Москва, Российская Федерация

<sup>3</sup>Медицинский университет Реавиз, Москва, Российская Федерация

## АННОТАЦИЯ

**Актуальность.** Скелетная форма вертикальной резцовой дизокклюзии составляет до 13,5% случаев среди всех форм зубочелюстных аномалий. Результат компромиссного лечения в данной клинической ситуации может быть нестабилен и требует динамического наблюдения и логопедической коррекции. Для уменьшения сроков ортодонтического лечения, снижения рисков относительно стабильности структур зубочелюстной системы и получения хорошего функционального и эстетического результата в комплексный план лечения целесообразно включать ортодонтическое лечение в сочетании с ортогнатической хирургией.

**Описание клинического случая.** В статье представлен клинический случай лечения пациента с вертикальной резцовой дизокклюзией и дистальной окклюзией после пубертатного скачка роста, что является главным фактором выбора тактики комбинированного лечения.

**Заключение.** Комбинированное лечение вертикальной резцовой дизокклюзии и дистальной окклюзии у пациента с завершенным ростом имеет долгосрочный функциональный и эстетический результат и является наиболее стабильным в отношении состояния структур зубочелюстной системы.

**Ключевые слова:** ортогнатическая хирургия, ортодонтическое лечение, LeFort I, брекет-система, открытый прикус

**Для цитирования:** Симакова АА, Сухановская АВ, Горбатова ЛН, Минкин АУ, Имшенецкая НИ. Комбинированное ортодонтическое и хирургическое лечение скелетной формы открытого прикуса и сужения верхней челюсти: клинический случай. *Стоматология детского возраста и профилактика*. 2025;25(2):209-214. DOI: 10.33925/1683-3031-2025-884

**\*Автор, ответственный за связь с редакцией:** Сухановская Анастасия Владимировна, кафедра стоматологии детского возраста Северного государственного медицинского университета, 163000, проспект Троицкий, дом 51, Архангельск, Российская Федерация. Для переписки: suhanovskaya.a@mail.ru.

**Конфликт интересов:** Авторы декларируют отсутствие конфликта интересов.

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

## Combined orthodontic-surgical management of skeletal anterior open bite with maxillary constriction: a case report

A.A. Simakova<sup>1</sup>, A.V. Suhanovskaya<sup>1\*</sup>, L.N. Gorbatoва<sup>1</sup>, A.U. Minkin<sup>1</sup>, N.I. Imshenetskaya<sup>2,3</sup>

<sup>1</sup>North State Medical University, Arkhangelsk, Russian Federation

<sup>2</sup>Russian University of Medicine, Moscow, Russian Federation

<sup>3</sup>Medical University Reaviz, Moscow, Russian Federation

## ABSTRACT

**Relevance.** The skeletal form of anterior open bite accounts for up to 13.5% of all dentofacial anomalies. In such cases, the outcomes of camouflage treatment tend to be unstable and often require long-term follow-up and adjunctive speech therapy. To shorten the duration of orthodontic treatment, reduce the risk of post-treatment instability within the dentoalveolar complex, and achieve stable functional and aesthetic outcomes, it is advisable to include orthodontic treatment in combination with orthognathic surgery as part of a comprehensive treatment approach.

**Clinical case description.** This article presents a clinical case of a patient with anterior open bite and Class II malocclusion managed post- pubertal growth spurt, a key factor guiding the decision to pursue a combined orthodontic–surgical approach.

**Conclusion.** Combined treatment of anterior open bite and Class II malocclusion in a post-growth patient provides stable long-term functional and aesthetic outcomes and ensures greater post-treatment stability of the dentoalveolar structures.

**Keywords:** orthognathic surgery, orthodontic treatment, Le Fort I osteotomy, fixed appliance, anterior open bite

**For citation:** Simakova AA, Suhanovskaya AV, Gorbatova LN, Minkin AU, Imshenetskaya NI. Combined orthodontic-surgical management of skeletal anterior open bite with maxillary constriction: a case report. *Pediatric dentistry and dental prophylaxis*. 2025;25(2):209-214. (In Russ.). DOI: 10.33925/1683-3031-2025-884

\***Corresponding author:** Anastasia V. Suhanovskaya, Department of the Pediatric Dentistry, Northern State Medical University, 51 Troitskiy prospect, Arkhangelsk, Russian Federation, 163000. For correspondence: suhanovskaya.a@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.

## ВВЕДЕНИЕ

Одной из актуальных проблем современной стоматологии являются зубочелюстные аномалии. Их распространенность значимо различается в разных возрастных группах, в подростковой группе составляет 67% [2]. Скелетные зубочелюстные аномалии у подростков требуют в большинстве случаев безотлагательного комплексного лечения и последующего диспансерного наблюдения на долгие годы. Применяя метод комбинированного ортодонтического и хирургического лечения зубочелюстных аномалий, можно достигнуть максимального функционального и эстетического результата, стабильность которого будет превалировать над компромиссным лечением [3, 4].

**Цель исследования** – на основании изучения данных литературы представить собственный опыт ортодонтического лечения пациента с вертикальной резцовой дизокклюзией, сужением верхней челюсти и дистальной окклюзией с помощью ортогнатической операции и комбинации ортодонтических аппаратов.

## ОПИСАНИЕ КЛИНИЧЕСКОГО СЛУЧАЯ

В стоматологическую клинику направлена пациентка А. с целью консультации по поводу неправильного соотношения зубных рядов, положения зубов и трудности в произношении отдельных звуков. Из анамнеза было выяснено, что ранее ортодонтическое лечение не проводилось. Для определения тактики лечения был проведено комплексное обследование, которое включало:

1. Клинические методы исследования: опрос, осмотр.
2. Фотометрию: фотографии лица (анфас, профиль) (рис. 1а, б) и интраоральные фотографии (рис. 1в, г).
3. Рентгенологическое исследование: конусно-лучевая компьютерная томограмма (далее КЛКТ), телерентгенограмма головы в боковой проекции (далее ТРГ).

Внешний осмотр: лицо асимметричное, непропорциональное, увеличена нижняя треть лица. Под-

бородок не смещен. Выраженности надподбородочной складки не отмечается. Тип профиля: выпуклый. Ретрогеническое положение подбородка. Положение верхней губы правильное. Положение нижней губы западающее. Красная кайма губ без патологических изменений. Движения в височно-нижнечелюстном суставе (далее ВНЧС) свободные, безболезненные, в полном объеме. Отмечается инфантильный тип глотания и парафункция языка.

При осмотре полости рта и зубных рядов: слизистая оболочка бледно-розовая, влажная, без патологических изменений. КПУ = 2. Окклюзия моляров справа и слева по II классу, смыкание резцов отсутствует: сагиттальная щель 7 мм. Дизокклюзия в области премоляров и клыков, вертикальная резцовая дизокклюзия, вертикальная щель 4 мм. Щечные бугры нижних моляров перекрывают щечные бугры верхних моляров справа и слева. На рисунке 1 представлены фотографии лица (анфас, профиль), а также фотографии зубных рядов до начала лечения.

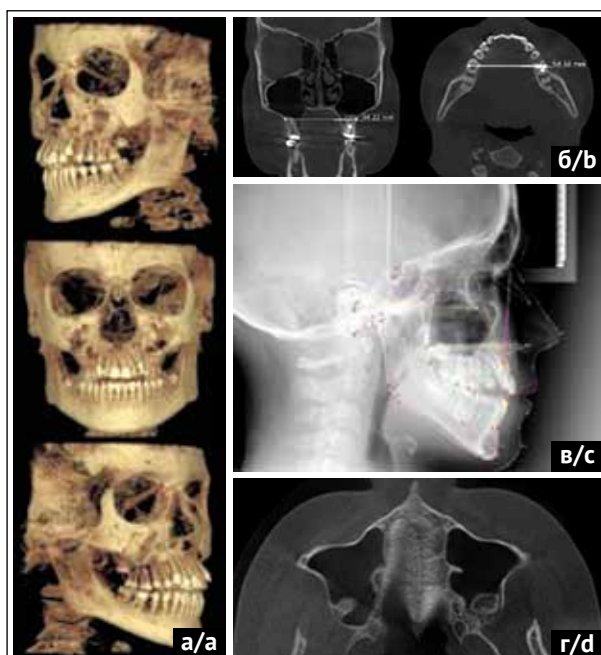
При анализе КЛКТ обнаружено скелетное несоответствие размеров челюстей. Поперечный размер верхней челюсти составлял 56,22 мм, размер нижней – 58,58 мм (рис. 2а, б). Размер верхней и нижней челюсти определялся по методике Penn CBCT Transverse Analysis [5]. Поперечное несоответствие ширины верхней и нижней челюстей составило 7,36 мм. Стадия созревания срединного небного шва соответствует стадии D по классификации Angelieri F. (рис. 2г) [6].

На ТРГ в боковой проекции (рис. 2в)  $\angle ANB = 2,2^\circ$ , число Wits = -4,7 мм, антеинклинация верхней челюсти ( $\angle NSL-NL = 5^\circ$ ), ретроинклинация нижней челюсти ( $\angle NSL-ML = 39,3^\circ$ ), гипердивергенция челюстей ( $\angle NL-ML = 34,3^\circ$ ), ретрузия нижних резцов на 13,3 ( $\angle i-ML = 81,6^\circ$ ), вертикальный тип роста ( $\angle Go = 136,9^\circ$ ) (рис. 2в). По результатам диагностики сделан вывод о том, что есть значительное сужение верхней челюсти, поставлен диагноз по МКБ-10: дистальный прикус (K07.20), осложненный вертикальной резцовой дизокклюзией, перекрестной окклюзией и



**Рис. 1.** Фотографии лица и зубных рядов пациента до начала лечения: а) фотография лица пациента в анфас; б) фотография лица пациента в профиль; в) фотография передней группы зубов; г) фотография боковой группы зубов

**Fig. 1.** Pretreatment facial and intraoral photographs: а) frontal facial view; б) lateral facial profile; в) anterior teeth view; г) lateral dentition view



**Рис. 2.** Диагностические данные: а) КЛКТ; б) поперечные размеры верхней и нижней челюсти; в) телерентгенограмма в боковой проекции; г) стадия D созревания срединного небного шва

**Fig. 2.** Diagnostic records: а) CBCT scan; б) transverse dimensions of the maxilla and mandible; в) lateral cephalometric radiograph; г) midpalatal suture maturation at stage D



**Рис. 3.** Внутриротовые фотографии зубных рядов пациента на этапах лечения: а) окклюзионная фотография верхнего зубного ряда после фиксации аппарата FitFree; б) окклюзионная фотография верхнего зубного ряда после завершения активаций аппарата FitFree; в) внутриротовая фронтальная фотография после установки аппарата Carriere Motion 3D Class II; г) внутриротовая фронтальная фотография после установки брекет-системы Damon Q2

**Fig. 3.** Treatment progress intraoral photographs: а) maxillary occlusal view after FitFree appliance placement; б) maxillary occlusal view after FitFree appliance activation completion; в) frontal intraoral view after Carriere Motion 3D Class II appliance placement; г) Frontal intraoral view after Damon Q2 bracket system placement

аномалиями положения отдельных зубов (K07.3). На рисунке 2 представлены диагностические данные (КЛКТ, ТРГ).

На основании поставленного диагноза был составлен план и этапность лечения:

1. Первый этап – установка аппарата FitFree с опорой на зубы 1.6, 2.6, касательными к 1.4, 1.5, 2.4, 2.5, небными пластмассовыми упорами и двумя небными минивинтами. Ортогнатическая двухсторонняя горизонтальная остеотомия верхней челюсти по ЛеФор 1, вертикальная остеотомия по срединному небному шву с мобилизацией фрагментов и активацией аппарата FitFree. Курс дистракции: одна активация аппарата в сутки на 0,5 мм. Всего проведено 27 активаций.

2. Второй этап – снятие аппарата FitFree. Ортодонтическое лечение с помощью аппарата Carriere Motion 3D Class II.

3. Третий этап – снятие аппарата Carriere Motion 3D Class II. Ортодонтическое лечение с помощью техники «прямой дуги» на брекет-системе Damon Q2 со сменой дуг по стандартному протоколу.

4. Ретенционный период.

План лечения был согласован с пациентом и его законным представителем, было получено информированное добровольное согласие на медицинское вмешательство. На рисунке 3 представлены внутриротовые фотографии зубных рядов пациента в процессе лечения.





## ОБСУЖДЕНИЕ

Диагноз «вертикальная резцовая дизокклюзия» – патология, требующая кооперации сразу нескольких специалистов. В раннем детском возрасте (временный прикус, начальный сменный) это могут быть ортодонт, логопед, миофункциональный терапевт, невролог (если причина дизокклюзии во вредной привычке сосания пальца или прокладывания языка между передними зубами). В постоянном прикусе при выявлении истинной скелетной дизокклюзии требуется (помимо ранее перечисленных специалистов) участие челюстно-лицевого хирурга [7, 8].

В данном клиническом случае срединный небный шов визуализировался как две фестончатые линии высокой плотности по средней линии на верхнечелюстной части неба и соответствовал стадии D.

По результатам ортодонтического лечения нормализовалась ширина верхней челюсти, соотношение зубных рядов и положение отдельных зубов (рис. 4, 5). Устранена жалоба пациента и улучшена эстетика улыбки и лица. Функция языка нормализована частично и даже в ретенционном периоде требует дальнейшей коррекции. Пациентке рекомендованы занятия с логопедом.

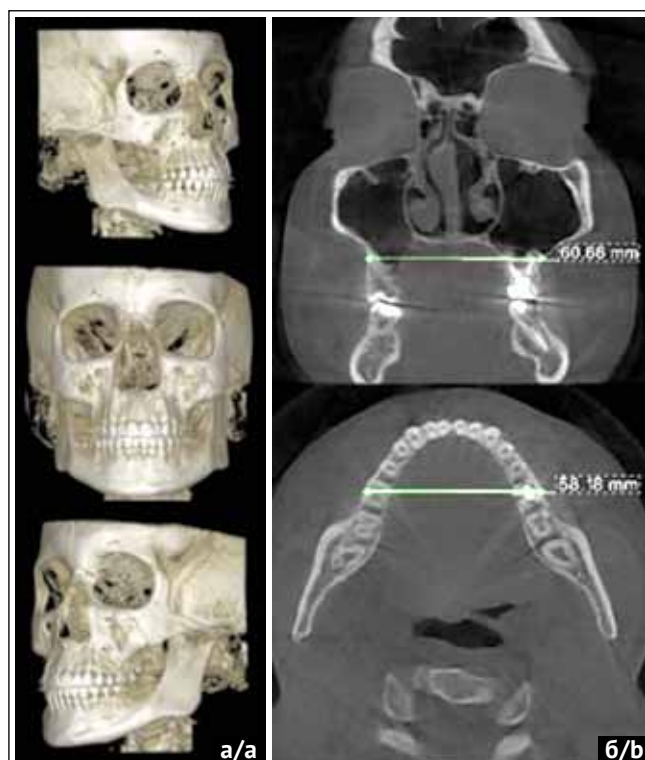
Повторные приемы в ретенционном периоде первые полгода назначались один раз в 6 месяцев. Ретенционный период проходит благоприятно, пациентка выполняет все рекомендации и довольна проведенным лечением.

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Данный клинический случай представляет один из возможных вариантов лечения данной патологии. При выборе плана лечения учитывалась приверженность пациента к лечению, способность выполнять все рекомендации, а также ожидания от конечного результата.

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Мешалкина ИВ, Корсак ЛВ, Ткаченко ТБ. Проблема открытого прикуса: история вопроса и современное представление. *Институт стоматологии*. 2019;(2):96. Режим доступа:



а) объемный рендеринг;

б) поперечные размеры верхней и нижней челюсти

**Fig. 5.** Post-treatment radiographic evaluation:

а) volume rendering reconstruction;

б) transverse maxillary and mandibular dimensions

Комбинированное ортодонтическое и хирургическое лечение увеличивает шансы на долгосрочную стабильность и улучшение функций в отдаленных перспективах, позволяет существенно сократить сроки лечения и заметно улучшить эстетику лица, что положительно сказывается на качестве жизни и психологическом состоянии пациента [9, 10].

менное представление. *Институт стоматологии*. 2019;(2):96. Режим доступа:



<https://www.elibrary.ru/item.asp?id=39184713>

2. Симакова АА, Горбатова МА, Гржибовский АМ, Горбатова ЛН. Распространенность зубочелюстных аномалий и нуждаемости в ортодонтическом лечении 15-летних подростков Архангельской области. *Стоматология детского возраста и профилактика*. 2021;21(4):251-256.

doi: 10.33925/1683-3031-2021-21-4-251-256

3. Raposo R, Peleteiro B, Paço M, Pinho T. Orthodontic camouflage versus orthodontic-orthognathic surgical treatment in class II malocclusion: a systematic review and meta-analysis. *Int J Oral Maxillofac Surg*. 2018;47(4):445-455.

doi: 10.1016/j.ijom.2017.09.003

4. Möhlhenrich SC, Kötter F, Peters F, Kniha K, Chhatwani S, Danesh G, et al. Effects of different surgical techniques and displacement distances on the soft tissue profile via orthodontic-orthognathic treatment of class II and class III malocclusions. *Head Face Med*. 2021;17(1):13.

doi: 10.1186/s13005-021-00264-4

5. Tamburrino RK, Boucher NS, Vanarsdall RL, Secchi A. The transverse dimension: Diagnosis and relevance to functional occlusion. 2010;2:13–22. Available from:

<https://www.learncco.com/wp-content/uploads/2022/02/Transverse-Dimension.-Diagnosis-and-Relevance-to-Functional-Occlusion-Tamburrino-et-all.pdf>

6. Angelieri F, Cevdanes LH, Franchi L, Gonçalves JR,

Benavides E, McNamara JA Jr. Midpalatal suture maturation: classification method for individual assessment before rapid maxillary expansion. *Am J Orthod Dentofacial Orthop*. 2013;144(5):759-769.

doi: 10.1016/j.ajodo.2013.04.022

7. Al Hamadi W, Saleh F, Kaddouha M. Orthodontic Treatment Timing and Modalities in Anterior Open Bite: Case Series Study. *Open Dent J*. 2017;11:581-594.

doi: 10.2174/1874210601711010581

8. Vaida LL, Negruțiu BM, Zetu IN, Moca AE, Bran S. Substantial Improvements in Facial Morphology through Surgical-Orthodontic Treatment: A Case Report and Literature Review. *Medicina (Kaunas)*. 2022;58(8):1043.

9. Севбитов АВ, Кузнецова МЮ, Тихонов ВЭ, Борисов ВВ, Тимошина МД, Арыхова ЛК. Влияние ретенции результатов на удовлетворенность пациентами ортодонтическим лечением. *Российский стоматологический журнал*. 2020;24 (6): 382–386.

doi: 10.17816/1728-2802-2020-24-6-382-386

10. Tan ML, Tuk JG, Markarian V, de Lange J, Lindeboom JA. Assessing change in quality of life using the Oral Health Impact Profile in patients undergoing orthognathic surgery: A before and after comparison with a minimal follow-up of two years. *J Stomatol Oral Maxillofac Surg*. 2023;124(6 Suppl 2):101577.

doi: 10.1016/j.jormas.2023.101577

## REFERENCES

1. Meshalkina IV, Korsak LV, Tkachenko TB. The problem of the open bite: the history or the issue and modern representation. *The Dental Institute*. 2019;(2):96 (In Russ.). Available from:

<https://www.elibrary.ru/item.asp?id=39184713>

2. Simakova AA, Gorbatova MA, Grjibovski AM, Gorbatova LN. Prevalence of malocclusion and orthodontic treatment needs among 15-year-old adolescents of the Arkhangelsk region. *Pediatric dentistry and dental prophylaxis*. 2021;21(0):251-256 (In Russ.).

doi: 10.33925/1683-3031-2021-21-4-251-256

3. Raposo R, Peleteiro B, Paço M, Pinho T. Orthodontic camouflage versus orthodontic-orthognathic surgical treatment in class II malocclusion: a systematic review and meta-analysis. *Int J Oral Maxillofac Surg*. 2018;47(4):445-455.

doi: 10.1016/j.ijom.2017.09.003

4. Möhlhenrich SC, Kötter F, Peters F, Kniha K, Chhatwani S, Danesh G, et al. Effects of different surgical techniques and displacement distances on the soft tissue profile via orthodontic-orthognathic treatment of class II and class III malocclusions. *Head Face Med*. 2021;17(1):13.

doi: 10.1186/s13005-021-00264-4

5. Tamburrino RK, Boucher NS, Vanarsdall RL, Secchi A. The transverse dimension: Diagnosis and relevance to functional occlusion. 2010;2:13–22. Available from:

<https://www.learncco.com/wp-content/uploads/2022/02/Transverse-Dimension.-Diagnosis-and-Relevance-to-Functional-Occlusion-Tamburrino-et-all.pdf>

6. Angelieri F, Cevdanes LH, Franchi L, Gonçalves JR, Benavides E, McNamara JA Jr. Midpalatal suture maturation: classification method for individual assessment before rapid maxillary expansion. *Am J Orthod Dentofacial Orthop*. 2013;144(5):759-769.

doi: 10.1016/j.ajodo.2013.04.022

7. Al Hamadi W, Saleh F, Kaddouha M. Orthodontic Treatment Timing and Modalities in Anterior Open Bite: Case Series Study. *Open Dent J*. 2017;11:581-594.

doi: 10.2174/1874210601711010581

8. Vaida LL, Negruțiu BM, Zetu IN, Moca AE, Bran S. Substantial Improvements in Facial Morphology through Surgical-Orthodontic Treatment: A Case Report and Literature Review. *Medicina (Kaunas)*. 2022;58(8):1043.

doi: 10.3390/medicina58081043.

9. Sevbitov AV, Kuznecova MJu, Tihonov VJe, Borisov VV, Timoshina MD, Aryhova LK. Effect of result retention on patient satisfaction with orthodontic treatment. *Russian Journal of Dentistry*. 2020;24(6):382-386 (In Russ.).

doi: 10.17816/1728-2802-2020-24-6-382-386

10. Tan ML, Tuk JG, Markarian V, de Lange J, Lindeboom JA. Assessing change in quality of life using the Oral Health Impact Profile in patients undergoing orthognathic surgery: A before and after comparison with a minimal follow-up of two years. *J Stomatol Oral Maxillofac Surg*. 2023;124(6 Suppl 2):101577.

doi: 10.1016/j.jormas.2023.101577

## СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ

**Симакова Анна Александровна**, ассистент кафедры стоматологии детского возраста Северного государственного медицинского университета, Архангельск, Российская Федерация

Для переписки: doctororto@yandex.ru

ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-8883-9254>

**Автор, ответственный за связь с редакцией:**

**Сухановская Анастасия Владимировна**, ординатор кафедры стоматологии детского возраста Северного государственного медицинского университета, Архангельск, Российская Федерация

Для переписки: suhanovskaya.a@mail.ru

ORCID: <https://orcid.org/0009-0006-8943-7103>

**Горбатова Любовь Николаевна**, доктор медицинских наук, профессор, заведующая кафедрой стоматологии детского возраста Северного государственного медицинского университета, Архангельск, Российская Федерация

Для переписки: info@nsmu.ru

ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-0675-3647>

## INFORMATION ABOUT THE AUTHORS

**Anna A. Simakova**, DMD, Assistant Professor, Department of the Pediatric Dentistry, Northern State Medical University, Arkhangelsk, Russian Federation

For correspondence: doctororto@yandex.ru

ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-8883-9254>

**Corresponding author:**

**Anastasia V. Suhanovskaya**, DMD, Resident, Department of the Pediatric Dentistry, Northern State Medical University, Arkhangelsk, Russian Federation

For correspondence: suhanovskaya.a@mail.ru

ORCID: <https://orcid.org/0009-0006-8943-7103>

**Lubov N. Gorbatova**, DMD, PhD, DSc, Professor, Head of the Department of Pediatric Dentistry, Northern State Medical University, Arkhangelsk, Russian Federation

For correspondence: info@nsmu.ru

ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-0675-3647>

**Alexandr U. Minkin**, DDS, PhD, DSc, Professor, Head of the Department of Maxillofacial and Oral Surgery,

**Минкин Александр Узбекович**, доктор медицинских наук, заведующий кафедрой челюстно-лицевой хирургии и хирургической стоматологии Северного государственного медицинского университета, Архангельск, Российская Федерация

Для переписки: aleksandr-minkin@yandex.ru

ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-7384-6734>

**Имшенецкая Наталья Ильинична**, кандидат медицинских наук, доцент кафедры детской челюстно-лицевой хирургии Российского университета медицины, доцент кафедры стоматологии Медицинского университета Реавиз, Москва, Российская Федерация

Для переписки: iniy1128@mail.ru

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-5970-2483>

Northern State Medical University, Arkhangelsk, Russian Federation

For correspondence: aleksandr-minkin@yandex.ru

ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-7384-6734>

**Natalia I. Imshenetskaya**, DDS, PhD, Associate Professor, Department of the Pediatric Maxillofacial Surgery, Russian University of Medicine, Associate Professor, Department of Dentistry Medical University Reaviz, Moscow, Russian Federation

For correspondence: iniy1128@mail.ru

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-5970-2483>

**Поступила / Article received 24.01.2025**

**Поступила после рецензирования / Revised 25.04.2025**

**Принята к публикации / Accepted 05.05.2025**

**Вклад авторов в работу.** Все авторы подтверждают соответствие своего авторства международным критериям ICMJE, а также согласны принять на себя ответственность за все аспекты работы: Симакова А. А. – разработка концепции, административное руководство исследовательским проектом, предоставление ресурсов; Сухановская А. В. – написание черновика рукописи, визуализация; Горбатова Л. Н. – научное руководство, рецензирование и редактирование; Минкин А. У. – научное руководство, предоставление ресурсов; Имшенецкая Н. И. – научное руководство, рецензирование и редактирование.

**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. Simakova – conceptualization, project administration, resources; A. V. Suhanovskaya – writing, original draft preparation, visualization; L. N. Gorbatova – data curation, writing - review and editing; A. U. Minkin – data curation, resources; N. I. Imshenetskaya – data curation, writing, review and editing.