

СТОМАТОЛОГИЯ DENTISTRY

РАСПРОСТРАНЁННОСТЬ ЗУБОЧЕЛЮСТНЫХ АНОМАЛИЙ В УСЛОВИЯХ ПРОДОЛЖИТЕЛЬНОГО ПОСТУПЛЕНИЯ ВАРИАТИВНЫХ КОНЦЕНТРАЦИЙ СИСТЕМНЫХ ФТОРИДОВ: ОБЗОР ЛИТЕРАТУРЫ

Беляев В.В.,
Гаврилова О.А.,
Беляев И.В.,
Мяло О.А.,
Эль-Айди М.А.

ФГБОУ ВО «Тверской государственный
медицинский университет»
Минздрава России (170100, г. Тверь,
ул. Советская, 4, Россия)

Автор, ответственный за переписку:
Беляев Вадим Владимирович,
e-mail: Stombel69@gmail.com

РЕЗЮМЕ

Патогенез нарушений прикуса, широко распространённых среди населения всех стран, хорошо представлен в специальной литературе. Возникновение зубочелюстных аномалий связывают с генетическими и разнообразными факторами окружающей среды. Среди последних особый интерес представляют фториды, оказывающие влияние на распространённость ряда стоматологических заболеваний. Однако публикации, отражающие частоту малокклюзий среди населения в регионах с различным уровнем фторидов в питьевой воде, малочисленны. Данная проблема представляется значимой в условиях возрастающего воздействия соединений фтора на здоровье, в том числе стоматологическое, человека.

Целью исследования явился анализ литературы о частоте нарушений окклюзии у населения, проживающего в условиях вариативного содержания фторидов в питьевой воде. Выполнен ручной поиск отечественной и зарубежной литературы в поисковых базах PubMed, Medline, Google Scholar. Из первоначального списка публикаций для анализа выбраны 18 статей, отвечающих критериям включения в исследование.

Выявлена значительная вариативность результатов исследований. Одни авторы отмечают более высокую распространённость зубочелюстных аномалий среди населения в условиях повышенного поступления фторидов, другие – меньшую, третьи не выявили различий между значениями, полученными в обеих выборках. Большинство оцениваемых публикаций методологически не соответствовали современным международным стандартам, в связи с чем были малоубедительными.

Данные литературы не дают оснований для однозначной оценки соединений фтора в качестве фактора, опосредованно влияющего на процесс формирования окклюзии у человека и животных.

Обзор не позволил сделать окончательного заключения о вероятном влиянии системных фторидов на распространённость и структуру малокклюзии у человека и животных. Требуется выполнение исследований, соответствующих принципам доказательной медицины.

Ключевые слова: зубочелюстные аномалии, фториды, питьевая вода, зубы, кость, прорезывание зубов, размеры зубов

Статья поступила: 30.03.2022
Статья принята: 13.01.2023
Статья опубликована: 02.03.2023

Для цитирования: Беляев В.В., Гаврилова О.А., Беляев И.В., Мяло О.А., Эль-Айди М.А. Распространённость зубочелюстных аномалий в условиях продолжительного поступления вариативных концентраций системных фторидов: обзор литературы. *Acta biomedica scientifica*. 2023; 8(1): 158-169. doi: 10.29413/ABS.2023-8.1.18

PREVALENCE OF MALOCCLUSIONS UNDER CONDITIONS OF PROLONGED INTRODUCTION OF SYSTEMIC FLUORIDES IN VARIABLE CONCENTRATIONS: LITERATURE REVIEW

**Belyaev V.V.,
Gavrilova O.A.,
Belyaev I.V.,
Myalo O.A.,
El-Aydi M.A.**

Tver State Medical University
(Sovetskaya str. 4, Tver 170100,
Russian Federation)

Corresponding author:
Vadim V. Belyaev,
e-mail: Stombel69@gmail.com

ABSTRACT

The pathogenesis of malocclusions, which are common among the population of all countries, is well represented in the professional literature. The occurrence of malocclusions is associated with genetic and various environmental factors. Among the latter, fluorides which affect the prevalence of some dental diseases are of particular interest. However, there are few publications reflecting the frequency of malocclusion among the population in the regions with different levels of fluoride in drinking water. This problem seems to be significant in the context of the increasing impact of fluorine compounds on human health, including dental health.

The aim of the study. *To analyze the literature on the frequency of malocclusion among the population living in conditions of variable fluoride content in drinking water. A manual search of domestic and foreign literature was performed in the search databases PubMed, Medline and Google Scholar. From the initial list of publications, eighteen articles that met the inclusion criteria for the study were selected for analysis. We revealed significant variability of the research results. Some authors note a higher prevalence of malocclusions among the population under conditions of increased fluoride intake, others note a lower one, and still others did not reveal any differences between the values obtained in both samples. Most of the assessed publications did not methodologically meet modern international standards, and therefore were of little evidence.*

The literature data do not provide grounds for an unambiguous assessment of fluoride compounds as an environmental factor that indirectly affects the process of occlusion formation in humans and animals.

The review did not allow to make a definitive conclusion on the possible impact of systemic fluorides on the prevalence and pattern of malocclusion in humans and animals. It requires the implementation of studies that comply with the principles of evidence-based medicine.

Key words: *malocclusion, fluorides, drinking water, teeth, bone, teething, tooth size*

Received: 30.03.2022
Accepted: 13.01.2023
Published: 02.03.2023

For citation: Belyaev V.V., Gavrilova O.A., Belyaev I.V., Myalo O.A., El-Aydi M.A. Prevalence of malocclusions under conditions of prolonged introduction of systemic fluorides in variable concentrations: Literature review. *Acta biomedica scientifica*. 2023; 8(1): 158-169. doi: 10.29413/ABS.2023-8.1.18

АКТУАЛЬНОСТЬ

Зубочелюстные аномалии (ЗЧА), или малокклюзии, являются одной из наиболее распространённых патологий зубочелюстной системы у детского населения в мире [1–3]. Этиологии зубочелюстных аномалий исследователи уделяют особое внимание, так как без идентификации и устранения причин развития нарушений окклюзии их профилактика невозможна [4]. В большинстве случаев ЗЧА связаны с неуправляемыми (генетические предикторы) и управляемыми (факторы окружающей среды) предпосылками. Ряд авторов отмечают генетический фон, устранение которого в настоящее время не представляется возможным, как доминирующую предпосылку формирования окклюзионной патологии [5]. Вместе с тем большинство специалистов считают маловероятным развитие малокклюзии вследствие единственной причины, поскольку процесс формирования прикуса длительный, сопряжён с вероятным влиянием множества негативных факторов, обладающих потенцирующим эффектом [6]. В этой связи выявление и устранение последних приобретает особую значимость.

Несмотря на значительное количество исследований, посвящённых этиологии малокклюзии, работ о некоторых факторах, возможно, играющих роль в развитии ЗЧА, недостаточно. Фтор широко распространён в окружающей среде (вода, почва, продукты питания, стоматологическая продукция и пр.). Источники фторидов разнообразны, но большая их часть (до 70 %) поступает в организм человека с питьевой водой. Микроэлемент имеет узкий «терапевтический коридор», в связи с чем его дефицит или избыток может привести к изменениям в зубах и костях. Длительное и чрезмерное поступление соединений фтора сопровождается отклонениями в функционировании различных систем и органов организма человека и животных, особенно костной ткани. Фториды влияют на процессы ремоделирования кости, увеличивают пролиферацию остеобластов и ингибируют функцию остеокластов, являются индуктором увеличения объёма и минерализации кости [7]. Системные фториды, обладающие доказанным эффектом на органы и ткани полости рта [8, 9], могут быть потенциальной причиной формирования нарушений окклюзии у человека и животных [10]. Возможно, пролонгированное воздействие соединений фтора может выступать в качестве симбиотического фактора (предрасполагающего или препятствующего) малокклюзии.

В последние десятилетия за счёт расширения спектра источников поступления фторидов в организм человека отмечено их возрастающее воздействие на здоровье населения, проживающего в условиях не только повышенного, но и оптимального и даже пониженного уровня данного микроэлемента в питьевой воде. В настоящее время основным поставщиком факультативного фтора в организм ребёнка являются фторидсодержащие зубные пасты, систематическое применение которых в период формирования зубных тканей у детей из зон гидрофтороза приводит к развитию или утяжелению клиники флюороза зубов [11–13]. Нарастающая

распространённость малокклюзии и флюорозных поражений зубов среди детского населения большинства регионов мира наводит на мысль о возможном участии фторидов в формировании ЗЧА, что обосновывает необходимость анализа результатов ранее выполненных исследований в данном направлении.

ЦЕЛЬ ИССЛЕДОВАНИЯ

Анализ специальной литературы о частоте нарушений окклюзии у человека и животных в условиях длительного поступления системных фторидов различной концентрации.

МАТЕРИАЛ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

Выполнен ручной поиск отечественной и зарубежной литературы в поисковых базах PubMed, Medline, Google Scholar с использованием ключевых слов и их комбинаций: фториды (fluorides), питьевая вода (drinking water), зубочелюстные аномалии (malocclusion), зубы (teeth), кость (bone), прорезывание зубов (teething), размеры зубов (teeth size). Критерии включения публикации в обзор: с учётом малого количества тематических публикаций были отобраны как полнотекстовые, так и аннотированные статьи, содержащие как минимум данные об уровне поступающих фторидов и распространённости/структуре ЗЧА. Критерии исключения: публикации, представленные только метаданными (отсутствие аннотации); публикации, не имеющие информации о фторидах. Из 156 первоначально отобранных статей для рассмотрения было оставлено 18 статей, опубликованных в период 1959–2021 гг. в России (13), Европе (1), Азии (4). С учётом итогового количества и уровня публикаций мы посчитали возможным в разделе «Результаты исследования» привести развёрнутую информацию об исследованиях.

РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

Анализ научных статей подтвердил влияние фторидов на организм и здоровье, в том числе стоматологическое, человека и животных [14, 15]. Доказано влияние оптимальных и повышенных концентраций фтора на клинику-статистическую картину кариеса временных и постоянных зубов. Распространённость и интенсивность кариеса зубов у детей и подростков из районов с низкими уровнями фторидов в питьевой воде оказались значительно выше, чем среди ровесников, проживающих в зонах гидрофтороза [16, 17]. В условиях чрезмерного и продолжительного поступления, в основном из питьевой воды, фторидов в организм ребёнка в период формирования зубов повышается вероятность развития флюороза [18]. Имеются работы, отмечающие разнонаправленное, но в большинстве случаев негативное влияние повышенных доз фторидов на ткани пародонта [19, 20]. Исследования на людях и животных показа-

ли отрицательное воздействие избыточных концентраций фторидов на клетки костей и процессы их ремоделирования, приводящие к хроническому флюорозу скелета, сопровождающемуся поражениями костей в виде остеосклероза или остеопороза, дегенеративными изменениями суставов, кальцификацией связок и пр. [21].

Литература о распространённости зубочелюстных аномалий у населения в регионах с различными уровнями фторидов в питьевой воде немногочисленна и разноречива.

Первая группа авторов отмечает меньшую распространённость малокклюзии среди жителей районов с оптимальным и повышенным содержанием фторидов в питьевой воде по сравнению с населением из регионов с его низким уровнем.

Р.К. Алиева (1999) провела эпидемиологическое обследование азербайджанских детей, родившихся и постоянно проживающих в двух регионах, различающихся по уровню фторидов в воде: в г. Баку (менее 0,5 ppm) и Апшероне (более 1,5 ppm). Распространённость ЗЧА в группах детей составила 41 % и 35 % соответственно, что позволило автору рассматривать недостаток фтора в воде в качестве фактора риска развития аномалий прикуса у детей [22].

Обследование детей и подростков 3–19 лет, родившихся и постоянно проживающих в г. Караганда (Казахстан), по унифицированной методике Центрального научно-исследовательского института стоматологии и челюстно-лицевой хирургии (ЦНИИС) выявило обратную зависимость между флюорозом и аномалиями зубочелюстной системы. В выборке детей с высокой распространённостью флюороза зубов частота кариеса зубов и малокклюзий была значительно ниже [23–25].

Ю.Л. Образцов (1994) изучил частоту ЗЧА в выборках детей с большей и меньшей распространённостью флюороза зубов и показал, что окклюзионные нарушения чаще диагностировались среди школьников первой группы. Кроме того, автор указывает на то, что содержание фтора влияет не только на распространённость нарушений окклюзии, но и на тяжесть их клинических проявлений [26]. Ю.Л. Образцов и Т.Н. Юшманова (2000) при изучении тенденций частоты малокклюзий среди детей Архангельской области за последние 15–20 лет выявили значительный рост (на 24 %) их распространённости. Реже всего ЗЧА регистрировались у детей, проживающих в районе с оптимально-повышенными уровнями фторидов в питьевой воде [27].

Анализ стоматологической заболеваемости детей Краснодарского края выявил, что низкое содержание фтора в природных источниках питьевой воды способствует развитию зубочелюстных аномалий у детей [28].

S.B.R. Chandra с коллегами обследовали 15-летних индийских школьников из регионов с содержанием фторидов в питьевой воде ниже оптимального (менее 0,7 ppm), оптимальным (0,7–1,2 ppm) и выше оптимального (более 1,2 ppm) с применением дентального эстетического индекса (DAI, dental aesthetic index). Распространённость ЗЧА была значительно выше среди учеников первой группы. Средний балл DAI в группе школь-

ников первой группы был статистически значимо выше по сравнению с показателями, полученными во второй и третьей группах, т. е. снижался с увеличением концентрации фторидов в питьевой воде. Тяжёлые и очень тяжёлые аномалии прикуса встречались у учеников первой группы чаще, чем у подростков других групп [29].

Вторая группа авторов, наоборот, выявила более высокую распространённость ЗЧА среди детей и подростков, потребляющих воду с повышенным содержанием фторидов.

Масштабное исследование по оценке стоматологической заболеваемости населения различных климато-географических регионов России подтвердило, что распространённость зубочелюстных аномалий у жителей районов с повышенным содержанием фторидов в источниках водоснабжения была значительно выше по сравнению с жителями территорий, характеризующихся недостатком данного микроэлемента [30].

Согласно данным обзора, посвящённого анализу литературы по оценке факторов риска развития ЗЧА у детей, самый низкий уровень распространённости аномалий регистрируется среди населения в местностях с оптимальным содержанием фтора в питьевой воде, а наиболее высокий – в районах с его высоким содержанием [31].

При изучении стоматологического статуса детей, проживающих в зоне выбросов Таджикского алюминиевого завода, и детей из экологически чистого района отмечена более высокая распространённость зубочелюстных аномалий у детей первой группы (39,8 %) по сравнению с их ровесниками из второй группы (3,7 %) [32].

В условиях неблагоприятной геохимической ситуации Забайкалья (повышенное содержание фторидов в питьевой воде) отмечается высокая распространённость малокклюзий, флюороза и кариеса зубов. В структуре нарушений прикуса у детей в возрасте до трёх лет статистически значимо чаще, чем в районах с недостаточным и оптимальным уровнем фторидов в воде, выявлялся прогнатический прикус в сочетании с открытым прикусом, а также открытый прикус. Несогласованное и раннее прорезывание временных зубов у данных детей является фактором риска формирования ЗЧА. В районах гидрофтороза у детей вероятность развития патологических отклонений зубочелюстной системы, в том числе ЗЧА, возрастает в 2,2 раза [33–35].

Третья группа авторов не обнаружила либо неоднозначно интерпретировала связи между клинико-статистическими характеристиками малокклюзии у детей и подростков и уровнем поступающих фторидов.

В.В. Беляев с коллегами выполнили одномоментное стоматологическое обследование 361 тверского школьника 12 и 15 лет по методике Всемирной организации здравоохранения (1997), которые проживали в условиях оптимально-повышенного уровня фторидов в питьевой воде (1,5–4,5 ppm). Обнаружена высокая распространённость флюороза зубов и зубочелюстных аномалий среди осмотренных учеников. Между значениями распространённости ЗЧА, большинства компонентов DAI в выборках учеников с флюорозом зубов различной тяжести и без флюороза отсутствовали статистически зна-

чимые различия. Отмечено нарастание частоты отклонений в переднезаднем соотношении первых постоянных моляров в группах учеников с выраженным флюорозом зубов [36, 37].

Z. Kzozglu и соавт. обследовали две выборки турецких дошкольников (3–6 лет) численностью 332 человека, постоянно проживающих в регионах с повышенным (среднее значение 2,16 ppm) и низким (0,04 ppm) уровнем фторидов в питьевой воде. Социально-экономический статус детей в обеих выборках был сопоставимым. Другие возможные факторы риска были оценены с помощью анкет. Выявлена вариабельность частоты различных окклюзионных нарушений в группах. Только в половине случаев различия между полученными значениями имели статистически значимые различия. Передний перекрестный прикус статистически значимо чаще встречался у детей первой группы, передний открытый прикус и скученность резцов – у детей второй группы [38].

A. Masztalerz и соавт. обследовали 372 ребёнка 12 лет в четырёх районах с различным содержанием фторидов в питьевой воде и воздухе. Тяжесть нарушений прикуса оценивали с помощью метода Eismann – Masztalerz. Показано, что оптимальная концентрация фторидов в питьевой воде (0,7–0,9 ppm) снижает тяжесть нарушений за исключением скученности зубов, тогда как их концентрация выше оптимальной (4,0–7,0 ppm), а также загрязнённый фтором воздух являются одной из причин скученности резцов [39].

ОБСУЖДЕНИЕ

Настоящий обзор по оценке распространённости и тяжести нарушений прикуса у населения в условиях различного уровня поступления фторидов позволил выделить три основных группы исследований, характеризующихся противоречивыми итогами.

Результаты исследований первой группы о более высокой частоте малокклюзий у детского населения из регионов с низким уровнем фторидов в питьевой воде представляются логичными. В таких популяциях кариес зубов встречается чаще, а его интенсивность становится выше. Повышается вероятность развития осложнений кариеса в виде воспалений пульпы и периодонта, ранних удалений временных зубов и первых постоянных моляров. Как правило, возникающие дефекты зубных рядов не восстанавливаются съёмными частичными протезами или несъёмными фиксаторами функционального пространства, что приводит к перемещению соседних зубов и формированию ЗЧА [40, 41].

Особую значимость данный алгоритм нарушений в челюстно-лицевой области приобретает в регионах с недостаточным и низким уровнем стоматологической помощи детям. Рассматриваемая модель в долгосрочной перспективе не однозначна, но признается актуальной для возраста, в котором формируются большинство ЗЧА и деформаций [42].

При множественном кариесе, особенно в условиях гипофтороза, возрастает интенсивность кариозного

поражения не только зубов, но и их поверхностей, преимущественно контактных [43]. В условиях недостаточной доступности детской стоматологической помощи, характерной для ряда регионов мира, множественные кариозные разрушения апроксимальных поверхностей зубов у детей могут приводить к уменьшению мезиодистальных размеров коронок, сагиттальному дрейфу поражённых зубов, укорочению длины зубных дуг и в итоге – к вторичному смещению зубов и нарушению окклюзии [44–46]. Асимметричное жевание, патологическая переориентация окклюзионных контактов, нередко возникающие на фоне вторичной адентии, могут стать пусковым моментом в формировании нарушений окклюзии, особенно при наличии дополнительных факторов риска. Так, одностороннее жевание может вызвать односторонний задний перекрестный прикус, который представляет собой широкую асимметричную аномалию прикуса, характеризующуюся обратным соотношением между верхними и нижними вестибулярными зубными буграми в области моляров и премоляров на одной стороне зубной дуги. У пациентов с односторонним задним перекрестным прикусом изменены жевательные циклы, а жевательная мышца на стороне перекрестного прикуса менее активна по сравнению с контралатеральной [47].

Вышеприведённые факты демонстрируют выгоды от поступления в организм ребёнка оптимальных доз соединений фтора из природных или фторированных источников питьевой воды, связанные с контролем как кариеса зубов, так и ассоциированных с ним стоматологических заболеваний и состояний, в том числе нарушений прикуса [7]. Вместе с тем имеются основания для полемики в отношении данной точки зрения. Ряд авторов справедливо замечают, что изучение влияния фторидов на органы и ткани полости рта человека и животных без учёта всех возможных факторов риска может приводить к неверной трактовке полученных результатов [48, 49]. Недооценка такой значимой переменной, как социально-экономический статус семьи или индивидуума, способствует неверной интерпретации полученной в ходе исследования информации. Как правило, лица с низким статусом характеризуются недостаточным уровнем стоматологического комплаенса (нерегулярно посещают стоматолога с целью профилактики и лечения стоматологических заболеваний, не соблюдают общепринятые рекомендации по индивидуальной гигиене полости рта и пр.), не имеют возможности рационально питаться и пр. У таких людей даже в условиях оптимального и повышенного поступления фторидов, доступного уровня стоматологической помощи чаще выявляются нелеченый кариес зубов и его осложнения, случаи удалений зубов без последующего зубопротезирования [50, 51].

Исследования подчёркивают факт расширения спектра источников фторидов в последние десятилетия для человека и животных, что существенно меняет эпидемиологию прямо или опосредованно аффилированных с фтором стоматологических заболеваний. Данные современной литературы позволяют предположить, что сформировавшийся в прошлые десятилетия алгоритм переменных «кариес зубов – дефекты зуб-

ных рядов – зубочелюстные аномалии» сохраняет актуальность, а очерёдность «системные фториды – кариес зубов – дефекты зубных рядов – зубочелюстные аномалии» в настоящее время нуждается в дополнительном изучении и, возможно, переосмыслении.

Вторая группа проанализированных нами исследований свидетельствует о более высокой частоте ЗЧА у населения, употребляющего воду с оптимальным или повышенным уровнем фторидов, что также может быть объяснено.

Хроническая фтористая интоксикация сопровождается отклонениями в функционировании кардиореспираторной, нейроэндокринной, костно-мышечной, зубочелюстной и других систем и органов человека. Положительные и отрицательные эффекты фтора на костную ткань описаны в литературе [52]. Показано, что фторид увеличивает пролиферацию остеобластов и ингибирует функцию остеокластов, является индуктором увеличения объёма и минерализации кости [53]. Указывается на значительное количество факторов, влияющих на метаболизм костной ткани, сложность и разнообразие проявлений фтор-эффектов в костях, в том числе челюстных, которые выходят за рамки только изменений их плотности [54]. Это подтверждают результаты исследований по изучению скорости перемещения зубов под влиянием ортодонтических аппаратов у человека и животных при длительном системном поступлении разнообразных концентраций фторидов [55].

Ортодонтическое лечение связано с передвижением зубов посредством реконструкции альвеолярной кости. Давление, оказываемое на коронку зуба, передаётся через корень на связочный аппарат периодонта и альвеолярную кость. В тканях челюстной кости возникают зоны сжатия, где альвеолярная кость резорбируется, и зоны растяжения, где кость образуется. Показано, что различные концентрации эндогенных фторидов могут по-разному влиять на процессы ортодонтического перемещения зубов и в совокупности с механическими силами и сопутствующими факторами оказывать синергический, консервирующий или ингибирующий эффекты [56]. Интенсивное системное применение фторида натрия с целью профилактики кариеса во время ортодонтического лечения может замедлить скорость перемещения зубов и пролонгировать период активного лечения [57]. Исследования на животных показали, что фториды, особенно при их длительном воздействии, снижают скорость перемещения зубов в условиях имитированного ортодонтического лечения [58]. Наряду с лекарственными препаратами (бисфосфонаты, кортикостероиды, эстрогены, аспирин, диклофенак, ибупрофен, индометацин и пр.), эндогенные фториды можно отнести к факторам, замедляющим скорость движения зубов во время ортодонтического лечения [59]. Вместе с тем ряд авторов не разделяют подобного мнения. При проведении ортодонтического лечения молодых людей из городов с очень низким (0,05 ppm) и повышенным (2 ppm) уровнями фторидов в питьевой воде была выявлена более высокая скорость перемещения зубов у пациентов второй группы [60]. Y.U. Yanguang и соавт. (2016) у подростков без флюороза и с флюорозом зубов различной

тяжести показали значительно большее расстояние перемещения зубов и меньшую площадь резорбции альвеолярной кости в группе пациентов с флюорозом на всех этапах лечения. Авторы делают заключение о положительной роли фторидов в ремоделировании кости при ортодонтическом лечении [55]. Вместе с тем имитирующее ортодонтическое лечение животных подтвердило статистически значимое увеличение количества остеобластов на стороне растяжения и снижение их числа на стороне сжатия, но не отметило различий в динамике перемещения зубов в условиях недостаточного и избыточного поступления системных фторидов [61]. Вариативность итогов указанных исследований может быть связана с недостатками их дизайна, так как ремоделирование кости – процесс многогранный и сложный, подверженный влиянию ряда различных факторов, включая генетику и условия окружающей среды [62].

Прорезывание зубов – процесс генетически детерминированный, но подверженный влиянию ряда общих и местных факторов: расовых, этнических, гендерных, социально-экономических географических и прочих [63]. Исследования на животных подтвердило задержку прорезывания моляров нижней челюсти у экспериментальных крыс, постоянно употреблявших фторированную воду [64], что позволяет рассматривать фтор как потенциальный средовой фактор, не только пролонгирующий сроки появления зубов в полости рта, но и косвенно негативно влияющий на процесс формирования окклюзии.

Морфология зубов, особенно мезио-дистальные и щёчно-язычные размеры, оказывает значительное влияние на их расположение в зубном ряду и развитие окклюзии во временном и постоянном прикусах. В свою очередь, на размер зубов оказывают воздействие как генетические, так и многочисленные факторы окружающей среды [65]. Среди последних отмечены фториды, длительное и чрезмерное поступление которых, в основном с питьевой водой, в состоянии влиять на размер и морфологию зубов у людей и лабораторных животных. Данный эффект был отмечен многочисленными исследованиями и подтверждён работой турецких авторов, которые при изучении параметров зубов у детей и подростков с флюорозом выявили меньшие размеры коронок постоянных верхних резцов, вторых премоляров и первых моляров. Размеры временных зубов с флюорозом и без флюороза не различались [66]. Аналогичные данные приводят их соотечественники, согласно которым, мезио-дистальные размеры зубов у подростков без флюороза и нормальным прикусом были большими, чем у их ровесников с данной патологией. Однако в большинстве случаев между показателями, полученными в сравниваемых группах пациентов, статистически значимые различия отсутствовали [67]. На значительно меньшие диаметр и высоту бугров флюорозных постоянных зубов указывается в работе S.J.M. Ten и соавт. [68]. Y.V. Aswini с коллегами, анализируя данные литературы о влиянии фтора на морфологию зубов, указывают на менее выраженные (мелкие и широкие) фиссуры в молярах у пациентов, которые употребляли воду или продукты с повышенным содержанием фторидов [69]. Известна высокая чувствительность амелобластов

к влиянию внутренних и внешних факторов. Индонезийские исследователи продемонстрировали негативное влияние высоких доз фторидов питьевой воды на процесс развития эмали у крыс, обусловленное апоптозом амелобластов и увеличением межклеточного пространства, что в итоге приводило к формированию более тонкой эмали и меньших по размеру зубов [70].

Анализ научных исследований, выполненных в разное время в разных странах, включающих различные возрастные и социальные группы населения, а также животных, не позволил однозначно оценить характер влияния системных фторидов на костную ткань, процессы прорезывания зубов, их макроморфологию. Вместе с тем получение максимально объективной информации по данной проблеме имеет большое значение в клинической стоматологической практике. Морфологические характеристики зубов являются важнейшими факторами, влияющими на расположение зубов в зубных рядах [71], нарушение соответствия размеров которых приводит к аномалиям окклюзии в различных направлениях, изменениям функции [72].

Обзор литературы позволил отметить два основных момента. Первый: несмотря на сотни выполненных за последние десятилетия исследований по оценке влияния системных фторидов на стоматологическое здоровье человека, в соответствии с критериями отбора данного исследования к анализу было принято только восемнадцать публикаций, что свидетельствует об актуальности рассматриваемой проблемы. Второй: методологическая база основной массы работ, опубликованных более десяти лет назад, значительно варьирует и характеризуется разнообразием применяемых авторами оценочных инструментов (разные классификации, индексы), расовых и возрастных выборок обследованного населения, уровней профессиональных компетенций экспертов, что послужило одной из причин разноречивости полученных результатов. Известно, что использование единых методических подходов при выполнении аналогичных целевых исследований обеспечивает возможность сравнения полученных результатов на национальном и международном уровнях, повышает степень достоверности их результатов [73]. Даже значительные количественные показатели без надлежащего качества исследований не в состоянии повлиять на итог обзора. Так, в заключении недавнего критического обзора, оценивающего влияние системных фторидов на статистические показатели кариеса зубов, т. е. касающегося темы, очень широко и разносторонне представленной в специальной литературе, указано на недостаточность работ, отвечающих критериям включения в Кокрейновский обзор, необходимость проведения дальнейших обстоятельных исследований [74].

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Обзор литературы продемонстрировал неоднозначность данных о частоте и структуре зубочелюстных аномалий в условиях длительного вариативного поступле-

ния системных соединений фтора, т. е. его возможной роли в формировании окклюзии человека и животных. Несмотря на резюме обзора, основанного на анализе публикаций в базах данных Google, Rutgers Library, PubMed, Medline, не указавшего фториды в качестве фактора риска развития ЗЧА [75], итоги настоящего исследования обосновывают необходимость проведения дальнейших исследований в данном направлении с выполнением качественных исследований, основанных на методологиях доказательной медицины.

Конфликт интересов

Авторы данной статьи заявляют об отсутствии конфликта интересов.

ЛИТЕРАТУРА

1. Alhammadi MS, Halboub E, Fayed MS, Labib A, El-Saaidi C. Global distribution of malocclusion traits: A systematic review. *Dental Press J Orthod.* 2018; 23(6): 40e10. doi: 10.1590/2177-6709.23.6.40.e1-10.onl
2. Lombardo G, Vena F, Negri P, Pagano S, Barilotti C, Paglia L, et al. Worldwide prevalence of malocclusion in the different stages of dentition: A systematic review and meta-analysis. *Eur J Paediatr Dent.* 2020; 21(2): 115-122. doi: 10.23804/ejpd.2020.21.02.05
3. Cenzato N, Nobili A, Maspero C. Prevalence of dental malocclusions in different geographical areas: Scoping review. *Dent J (Basel).* 2021; 9(10): e117. doi: 10.3390/dj9100117
4. Ушницкий И.Д., Алексеева Т.В., Пинелис И.С., Юркевич А.В., Михальченко Д.В., Давыдов И.Е. Этиологические факторы и патогенетические механизмы формирования и развития деформаций зубочелюстной системы. *Дальневосточный медицинский журнал.* 2019; 2: 94-99.
5. Mokhtar KI, Abu Bakar N, Md Ali Tahir AH. Genetics of malocclusion: A review. *IJUM Journal of Orofacial and Health Sciences.* 2020; 1(1): 1-6. doi: 10.31436/ijohs.v1i1.2
6. Rapeepattana S, Thearmontree A, Suntornlohanakul S. Etiology of malocclusion and dominant orthodontic problems in mixed dentition: A cross-sectional study in a group of Thai children aged 8–9 years. *J Int Soc Prev Community Dent.* 2019; 9(4): 383-389. doi: 10.4103/jispcd.JISPCD_120_19
7. Максименко Л.В., Кирюшин В.А., Таджиева А.В. *Биолого-гигиеническое значение фторидов.* СПб.: Эко-Вектор; 2021.
8. Эгамназаров Х.Н., Алиев С.П., Бабаев И.И. Роль фтора в возникновении патологических процессов и наличие его в объектах внешней среды. *Вестник Авиценны.* 2020; 22(4): 635-642. doi: 10.25005/2074-0581-2020-22-4-635-64213
9. Akuno MH, Nocella G, Milia EP, Gutierrez L. Factors influencing the relationship between fluoride in drinking water and dental fluorosis: A ten-year systematic review and meta-analysis. *J Water Health.* 2019; 17(6): 845-862. doi: 10.2166/wh.2019.300
10. Иорданишвили А.К. Фториды: их значение для здоровья человека в современных условиях и перспективы использования. *Курский научно-практический вестник «Человек и его здоровье».* 2019; 2: 66-73. doi: 10.21626/vestnik/2019-2/07
11. Dong H, Yang X, Zhang S, Wang X, Guo C, Zhang X, et al. Associations of low level of fluoride exposure with dental fluorosis among U.S. children and adolescents, NHANES 2015–

2016. *Ecotoxicol Environ Saf.* 2021; 221: e112439. doi: 10.1016/j.ecoenv.2021.112439

12. Whelton HP, Spencer AJ, Do LG, Rugg-Gunn AJ. Fluoride revolution and dental caries: Evolution of policies for global use. *J Dent Res.* 2019; 98(8): 837-846. doi: 10.1177/0022034519843495

13. Strużycka I, Olszewska A, Bogusławska-Kapała A, Hryhorowicz S, Kaczmarek-Ryś M, Grabarek BO, et al. Assessing fluorosis incidence in areas with low fluoride content in the drinking water, fluorotic enamel architecture, and composition alterations. *Int J Environ Res Public Health.* 2022; 19:e7153. doi: 10.3390/ijerph19127153

14. Štepec D, Ponikvar-Svet M. Fluoride in human health and nutrition. *Acta Chim Slov.* 2019; 66(2): 255-275.

15. Kabir H, Gupta AK, Tripathy S. Fluoride and human health: Systematic appraisal of sources, exposures, metabolism, and toxicity. *Crit Rev Environ Sci Technol.* 2020; 50(11): 1116-1193. doi: 10.1080/10643389.2019.1647028

16. Pollick H. The role of fluoride in the prevention of tooth decay. *Pediatr Clin North Am.* 2018; 65(5): 923-940. doi: 10.1016/j.pcl.2018.05.014

17. Кисельникова Л.П., Тома Э.И., Кириак С.О. Основные критерии стоматологической заболеваемости у детей дошкольного возраста, проживающих в регионах с разным содержанием фторидов в питьевой воде. *Стоматология детского возраста и профилактика.* 2021; 21(4): 231-235. doi: 10.33925/1683-3031-2021-21-4-231-235

18. Lima IFP, Nóbrega DF, Cericato GO, Ziegelmann PK, Paranhos LR. Prevalence of dental fluorosis in regions supplied with non-fluoridated water in the Brazilian territory: A systematic review and meta-analysis. *Cien Saude Colet.* 2019; 24(8): 2909-2922. doi: 10.1590/1413-81232018248.19172017

19. Yadav A. Dental fluorosis and periodontal disease: An overview. *Int J Adv Res.* 2020; 8: 913-921. doi: 10.21474/IJAR01/11741

20. Vandana KL, Srishti RB, Desai R. Dental fluorosis and periodontium: An original research report of in vitro and in vivo institutional studies. *Biol Trace Elem Res.* 2021; 199(10): 3579-3592. doi: 10.1007/s12011-020-02494-0

21. Srivastava S, Flora SJS. Fluoride in drinking water and skeletal fluorosis: A review of the global impact. *Curr Environ Health Rep.* 2020; 7(2): 140-146. doi: 10.1007/s40572-020-00270-9

22. Алиева Р.К. Влияние различных концентраций фтора в питьевой воде на распространение аномалий зубочелюстной системы у дошкольников. *Новое в стоматологии.* 1999; 1: 54-57.

23. Долгоаршинных А.Я. *Разработка и реализация концепции оказания бесплатной стоматологической помощи детскому населению в условиях преимущественно негосударственного здравоохранения Казахстана:* автореф. дис. ... докт. мед. наук. М.; 2009.

24. Алимский А.В., Долгоаршинных А.Я. Взаимосвязь флюороза, кариеса зубов и аномалий зубочелюстной системы. *Вісник стоматології.* 2005; 4: 58-60.

25. Алимский А.В., Долгоаршинных А.Я. Кариес зубов, флюороз и аномалии зубочелюстной системы (взаимосвязь и факторы их определяющие). *Ортодонтия.* 2008; 2: 4-6.

26. Образцов Ю.Л. Проблемы изучения распространенности и организации профилактики зубочелюстных аномалий у детей. *Стоматология.* 1994; 4: 71-73.

27. Образцов Ю.В., Юшманова Т.Н. Тенденция распространенности зубочелюстных аномалий у детей Архангельской области. *Экология человека.* 2000; 2: 33-35.

28. Романов Д.О., Скорикова Л.А. Факторы риска в возникновении зубочелюстных аномалий в некоторых районах Краснодарского края. *Современные вопросы стоматологии: Сборник научных трудов.* Москва – Краснодар; 2010: 154-158.

29. Chandra SBR, Suma S, Kumar S, Sukhabogi JR, Manjunath BC. Prevalence of malocclusion among 15-year-old school children using dental aesthetic index in Nalgonda district, Andhra Pradesh, India: A cross-sectional study. *J Indian Assoc Public Health Dent.* 2014; 12: 173-178. doi: 10.4103/2319-5932.144788

30. Мамедов А.А., Адмакин О.И. Стоматологическая заболеваемость детского и взрослого населения в различных климатогеографических регионах России. *Профилактика стоматологических заболеваний.* 2004; 9: 14-17.

31. Чуйкин С.В., Акатьева Г.Г., Мухаметова Е.Ш., Аверьянов С.В., Снеткова Т.В., Гунаева С.А. Факторы риска возникновения зубочелюстных аномалий у детей (обзор литературы). *Проблемы стоматологии.* 2010; 4: 55-60.

32. Жуматов У.Ж. Сравнительная оценка состояния зубочелюстной системы детского населения в районе экологического неблагополучия. *Новое в стоматологии.* 1996; 4: 29-32.

33. Лазарева Н.А. *Обоснование комплексной профилактики зубочелюстных аномалий и деформаций в раннем детском возрасте в условиях Забайкалья (клинико-эпидемиологическое исследование):* автореф. дис. ... канд. мед. наук. Омск; 1992.

34. Пинелис Т.П., Лазарева Н.А. Взаимосвязь содержания фтора в питьевой воде и аномалий зубочелюстной системы у детей. *Геохимическое окружение и проблемы здоровья в зонах нового экономического освоения: Тезисы первой всесоюзной конференции.* Чита; 1988: 181-182.

35. Пинелис Т.П., Лазарева Н.А. Взаимосвязь распространенности и структуры зубочелюстных аномалий с содержанием фтора в питьевой воде. *Актуальные вопросы ортодонтического лечения: Тезисы докладов зональной научно-практической конференции.* Чита; 1990: 83-84.

36. Беляев В.В., Гаврилова О.А., Беляев И.В., Мяло О.А., Куценко А.А. Индексная оценка нарушений прикуса у детей в очаге эндемии флюороза (пилотное исследование). Часть 2. *Стоматология детского возраста и профилактика.* 2021; 21(4): 224-230. doi: 10.33925/1683-3031-2021-21-4-224-230

37. Беляев В.В., Гаврилова О.А., Беляев И.В., Эль-Айди М.А., Мяло О.А. Индексная оценка нарушений прикуса у школьников в очаге эндемии флюороза (пилотное исследование). Часть 1. *Стоматология детского возраста и профилактика.* 2020; 4: 324-328. doi: 10.33925/1683-3031-2020-20-4-324-328

38. Krzoglu Z, Saglam AMS, Simsek S. Occlusal disharmonies of primary dentition in a high and a low fluoride area of Turkey. *Fluoride.* 2005; 38(1): 57-64.

39. Masztalerz A, Masztalerzowa Z, Szymańska M, Tomelka J. Fluor und Gebiss [Fluorine and the dentition]. *Fortschr Kieferorthop.* 1990; 51(4): 234-237. doi: 10.1007/BF02167355

40. Персин Л.С. *Ортодонтия: национальное руководство; в 2 т. Т. 1. Диагностика зубочелюстных аномалий.* М.: ГЭОТАР-Медиа; 2020.

41. Медведицкова А.И., Абрамова М.Я., Исамулаева А.З., Баштовой А.А. Дефекты зубных рядов у детей с временными зубами. Обзор литературы. *Институт стоматологии.* 2021; 1(90): 94-96.

42. Gibas-Stanek M, Loster BW. The effect of premature extraction of primary molars on spatial conditions and formation

of malocclusion – A systematic review. *J Stoma*. 2018; 71(5): 412-423. doi: 10.5114/jos.2018.84765

43. Stangvaltaite-Mouhat L, Puriene A, Stankeviciene I, Aleksejuniene J. Fluoride in the drinking water and dental caries experience by tooth surface susceptibility among adults. *BMC Oral Health*. 2021; 21(1): 234. doi: 10.1186/s12903-021-01598-w

44. Zou J, Meng M, Law CS, Rao Y, Zhou X. Common dental diseases in children and malocclusion. *Int J Oral Sci*. 2018; 10(1): 7. doi: 10.1038/s41368-018-0012-3

45. Vithanaarachchi VSN. The prevention of malocclusions. *J Dental Sci*. 2017; 2(3): 000140. doi: 10.23880/oajds-16000140

46. Wright FAC, Law GG, Milledge KL, Chu SK, Hsu B, Valdez E, et al. Chewing function, general health and the dentition of older Australian men: The Concord Health and Ageing in Men Project. *Community Dent Oral Epidemiol*. 2019; 47(2): 134-141. doi: 10.1111/cdoe.12435

47. Piancino MG, Tortarolo A, Polimeni A, Bramanti E, Bramanti P. Altered mastication adversely impacts morpho-functional features of the hippocampus: A systematic review on animal studies in three different experimental conditions involving the masticatory function. *PLoS One*. 2020; 15(8): e0237872. doi: 10.1371/journal.pone.0237872

48. Goodarzi F, Mahvi AH, Hosseini M, Nedjat S, Nabizadeh Nodehi R, et al. The prevalence of dental fluorosis and exposure to fluoride in drinking water: A systematic review. *J Dent Res Dent Clin Dent Prospects*. 2016; 10(3): 127-135. doi: 10.15171/joddd.2016.021

49. Goodarzi F, Mahvi AH, Hosseini M, Nodehi RN, Kharazifard MJ, Parvizishad M. Prevalence of dental caries and fluoride concentration of drinking water: A systematic review. *Dent Res J (Isfahan)*. 2017; 14(3): 163-168. doi: 10.4103/1735-3327.208765

50. Cho HJ, Lee HS, Paik DI, Bae KH. Association of dental caries with socioeconomic status in relation to different water fluoridation levels. *Community Dent Oral Epidemiol*. 2014; 42(6): 536-542. doi: 10.1111/cdoe.12110

51. Vasireddy D, Sathiyakumar T, Mondal S. Socioeconomic factors associated with the risk and prevalence of dental caries and dental treatment trends in children: A cross-sectional analysis of National Survey of Children's Health (NSCH) data, 2016–2019. *Cureus*. 2021; 13(11): e19184. doi: 10.7759/cureus.19184

52. Liming Sh, Chengyun F, Sijian X, Yan W, Hua Zh, Danqing Zh, et al. Progressive research in the molecular mechanisms of chronic fluorosis. *Environmental Chemistry and Recent Pollution Control Approaches*. 2019; 224. doi: 10.5772/intechopen.84548

53. Liu S, Zhou H, Liu H, Ji H, Fei W, Luo E. Fluorine-contained hydroxyapatite suppresses bone resorption through inhibiting osteoclasts differentiation and function in vitro and in vivo. *Cell Prolif*. 2019; 52: e12613. doi: 10.1111/cpr.12613

54. Godebo TR, Jeuland M, Tekle-Haimanot R, Shankar A, Alemayehu B, Assefa G, et al. Bone quality in fluoride-exposed populations: A novel application of the ultrasonic method. *Bone Rep*. 2019; 2: e100235. doi: 10.1016/j.bonr.2019.100235

55. Yangyang Y, Dongrong Z, Xiaoyan L, Xiaofeng Y, Xiaoyun Y, Jie Y. The effects of dental fluorosis on the tooth movement in adolescents after tooth extraction for orthodontic treatment. *J Prac Stom*. 2016; 6: 77-80.

56. Al Shayea EI. Effects of common medications on orthodontic tooth movement: A systematic literature review. *J Res Med Dent Sci*. 2021; 9(7): 149-161.

57. Masella RS, Meister M. Current concepts in the biology of orthodontic tooth movement. *Am J Orthod Dentofacial Orthop*. 2006; 129: e458.68. doi: 10.1016/j.jajodo.2005.12.013

58. Gonzales C, Hotokezaka H, Karadeniz EI, Kobayashi E, Darendeliev MA, Yoshida N. Effects of fluoride intake on orthodontic tooth movement and orthodontically induced root resorption. *Am J Orthod Dentofacial Orthop*. 2011; 139: 196-205. doi: 10.1016/j.jajodo.2009.05.029

59. Bartzela TN, Maltha JC. Medication effects on the rate of orthodontic tooth movement. *Biology of Orthodontic Tooth Movement*. Springer; 2016: 133-159. doi: 10.1007/978-3-319-26609-1_6

60. Karadeniz EI, Gonzales C, Elekdag-Turk S, Isci D, Sahin-Saglam AM, Alkis H, et al. The effect of fluoride on orthodontic tooth movement in humans. A two- and three-dimensional evaluation. *Aust Orthod J*. 2011; 27(2): 94-101.

61. Zorlu FY, Darici H, Turkkahraman H. Histomorphometric and histopathologic evaluation of the effects of systemic fluoride intake on orthodontic tooth movement. *Eur J Dent*. 2019; 3(3): 361-369. doi: 10.1055/s-0039-1700192

62. Jamali S, Ahmadizadeh H, Shalchi M, Karimi M, Tavakoli MA. Delay factors influenced of orthodontic treatment and its consequences: A meta-analysis and systematic review. *Ann Med Health Sci Res*. 2019; 9: 453-456.

63. Инояттов А., Мухсинова Л. Физиологические и патологические аспекты прорезывания зубов и формирования прикуса у детей: литературный обзор. *Журнал проблемы биологии и медицины*. 2018; 4(104): 192-197.

64. Femi-Akinlosotu OM, Ogundoyin OO, Akintola MA. The role of fluoride on eruption of mandibular molar of albino rats. *Anatomy Journal of Africa*. 2020; 9(1): 1752-1761. doi: 10.4314/aja.v9i1.15

65. Cunha AS, Vertuan Dos Santos L, Schaffer Pugsley Baratto S, Abbasoglu Z, Gerber JT, Paza A, et al. Human permanent tooth sizes are associated with genes encoding oestrogen receptors. *J Orthod*. 2021; 48(1): 24-32. doi: 10.1177/1465312520958710

66. Kirzioğlu Z, Şentut TK, Karayılmaz H. Evaluation of the effects of dental fluorosis on crown dimensions of permanent and deciduous teeth. *Research Report Fluoride*. 2011; 44(4): 215-226.

67. Sağlam SAM, Özbaran HM, Sağlam AA. A comparison of mesio-distal crown dimensions of the permanent teeth in subjects with and without fluorosis. *Eur J Orthod*. 2004; 26(3): 279-281. doi: 10.1093/ejo/26.3.279

68. Ten CJM, Buzalaf MAR. Fluoride mode of action: Once there was an observant dentist. *J Dental Res*. 2019; 7 (98): 725-730. doi: 10.1177/0022034519831604

69. Aswini YB, Mohanty V, Rijhwani K. Fluoride and other trace elements in dental hard tissue. *Human Tooth and Developmental Dental Defects*. 2022.

70. Wahlujo S, Nuraini P, Rahayu RP, Ismiyatin K, Handayani R. The Effect of NaF on the existence of ameloblasts and the change of tooth dimension. *J Int Dental Med Res*. 2017; 1(10): 139-144.

71. Machado V, Botelho J, Mascarenhas P, Mendes JJ, Delgado A. A systematic review and meta-analysis on Bolton's ratios: Normal occlusion and malocclusion. *J Orthod*. 2020; 47(1): 7-29. doi: 10.1177/1465312519886322

72. Доменюк Д.А., Дмитриенко С.В., Ведешина Э.Г., Порфириадис М.П., Будайчиев Г.М. Аналитический подход в оценке соотношений одонтометрических показателей и линейных параметров зубных дуг у людей с различными типами лица.

Кубанский научный медицинский вестник. 2018; 1(25): 73-81. doi: 10.25207/1608-6228-2018-25-1-73-81

73. Холматова К.К., Харькова О.А., Гржибовский А.М. Классификация научных исследований в здравоохранении. *Экология человека*. 2016; 1: 57-64.

74. Rugg-Gunn AJ, Spencer AJ, Whelton HP, Jones C, Beal JF, Castle P, et al. Critique of the review of 'Water fluoridation for the prevention of dental caries' published by the Cochrane Collaboration in 2015. *Br Dent J*. 2016; 220(7): 335-340. doi: 10.1038/sj.bdj.2016.257

75. Saghiri MA, Eid J, Tang CK, Freag P. Factors influencing different types of malocclusion and arch form-A review. *J Stomatol Oral Maxillofac Surg*. 2021; 122(2): 185-191. doi: 10.1016/j.jormas.2020.07.002

REFERENCES

1. Alhammadi MS, Halboub E, Fayed MS, Labib A, El-Saaidi C. Global distribution of malocclusion traits: A systematic review. *Dental Press J Orthod*. 2018; 23(6): 40e10. doi: 10.1590/2177-6709.23.6.40.e1-10.onl

2. Lombardo G, Vena F, Negri P, Pagano S, Barilotti C, Paglia L, et al. Worldwide prevalence of malocclusion in the different stages of dentition: A systematic review and meta-analysis. *Eur J Paediatr Dent*. 2020; 21(2): 115-122. doi: 10.23804/ejpd.2020.21.02.05

3. Cenzato N, Nobili A, Maspero C. Prevalence of dental malocclusions in different geographical areas: Scoping review. *Dent J (Basel)*. 2021; 9(10): e117. doi: 10.3390/dj9100117

4. Ushnitskiy ID, Alexeeva IV, Pinelis IS, Yurkevich AV, Mikhalchenko DV, Davidov IE. Etiologic factors and pathogenic mechanisms of dentoalveolar deformities formation and development. *Far East Medical Journal*. 2019; 2: 94-99. (In Russ.).

5. Mokhtar KI, Abu Bakar N, Md Ali Tahir AH. Genetics of malocclusion: A review. *IJUM Journal of Orofacial and Health Sciences*. 2020; 1(1): 1-6. doi: 10.31436/ijohs.v1i1.2

6. Rapeepattana S, Thearmentree A, Suntornlohanakul S. Etiology of malocclusion and dominant orthodontic problems in mixed dentition: A cross-sectional study in a group of Thai children aged 8–9 years. *J Int Soc Prev Community Dent*. 2019; 9(4): 383-389. doi: 10.4103/jispcd.JISPCD_120_19

7. Maksimenko LV, Kiryushin VA, Tadzhiyeva AV. *Biological and hygienic significance of fluorides*. Saint Petersburg: Eko-Vektor; 2021. (In Russ.).

8. Egamnazarov KhN, Aliev SP, Babaev II. Role of fluorine in the occurrence of pathological processes and its presence in environmental objects. *Avicenna Bulletin*. 2020; 22(4): 635-642. (In Russ.). doi: 10.25005/2074-0581-2020-22-4-635-64213

9. Akuno MH, Nocella G, Milia EP, Gutierrez L. Factors influencing the relationship between fluoride in drinking water and dental fluorosis: A ten-year systematic review and meta-analysis. *J Water Health*. 2019; 17(6): 845-862. doi: 10.2166/wh.2019.300

10. Iordanishvili AK. Fluorides: Their value for human health in modern conditions and prospects for their use. *Kursk Scientific and Practical Bulletin "Man and His Health"*. 2019; 2: 66-73. (In Russ.). doi: 10.21626/vestnik/2019-2/07

11. Dong H, Yang X, Zhang S, Wang X, Guo C, Zhang X, et al. Associations of low level of fluoride exposure with dental fluorosis among U.S. children and adolescents, NHANES 2015–2016. *Ecotoxicol Environ Saf*. 2021; 221: e112439. doi: 10.1016/j.ecoenv.2021.112439

12. Whelton HP, Spencer AJ, Do LG, Rugg-Gunn AJ. Fluoride revolution and dental caries: Evolution of policies for global use. *J Dent Res*. 2019; 98(8): 837-846. doi: 10.1177/0022034519843495

13. Struzycka I, Olszewska A, Bogusławska-Kapala A, Hryhorowicz S, Kaczmarek-Ryś M, Grabarek BO, et al. Assessing fluorosis incidence in areas with low fluoride content in the drinking water, fluorotic enamel architecture, and composition alterations. *Int J Environ Res Public Health*. 2022; 19: e7153. doi: 10.3390/ijerph19127153

14. Štepec D, Ponikvar-Svet M. Fluoride in human health and nutrition. *Acta Chim Slov*. 2019; 66(2): 255-275.

15. Kabir H, Gupta AK, Tripathy S. Fluoride and human health: Systematic appraisal of sources, exposures, metabolism, and toxicity. *Crit Rev Environ Sci Technol*. 2020; 50(11): 1116-1193. doi: 10.1080/10643389.2019.1647028

16. Pollick H. The role of fluoride in the prevention of tooth decay. *Pediatr Clin North Am*. 2018; 65(5): 923-940. doi: 10.1016/j.pcl.2018.05.014

17. Kiselnikova LP, Toma EI, Kiriyak SO. The main criteria of dental morbidity in children under seven years of age living in regions with different fluoride content in drinking water. *Pediatric Dentistry and Dental Prophylaxis*. 2021; 21(4): 231-235. (In Russ.). doi: 10.33925/1683-3031-2021-21-4-231-235

18. Lima IFP, Nóbrega DF, Cericato GO, Ziegelmann PK, Paranhos LR. Prevalence of dental fluorosis in regions supplied with non-fluoridated water in the Brazilian territory: A systematic review and meta-analysis. *Cien Saude Colet*. 2019; 24(8): 2909-2922. doi: 10.1590/1413-81232018248.19172017

19. Yadav A. Dental fluorosis and periodontal disease: An overview. *Int J Adv Res*. 2020; 8: 913-921. doi: 10.21474/IJAR01/11741

20. Vandana KL, Srishti RB, Desai R. Dental fluorosis and periodontium: An original research report of in vitro and in vivo institutional studies. *Biol Trace Elem Res*. 2021; 199(10): 3579-3592. doi: 10.1007/s12011-020-02494-0

21. Srivastava S, Flora SJS. Fluoride in drinking water and skeletal fluorosis: A review of the global impact. *Curr Environ Health Rep*. 2020; 7(2): 140-146. doi: 10.1007/s40572-020-00270-9

22. Alieva RK. Influence of different concentrations of fluorine in drinking water on the spread of anomalies of the dentoalveolar system in preschool children. *New in Dentistry*. 1999; 1: 54-57. (In Russ.).

23. Dolgoarshinnykh AY. *Development and implementation of the concept of providing free dental care to the children in the conditions of predominantly non-state health care in Kazakhstan*: Abstract of the Dissertation of Dr. Sc. (Med.). Moscow; 2009. (In Russ.).

24. Alimsky AV, Dolgoarshinnykh AY. The relationship of fluorosis, dental caries and anomalies of the dentition. *Bulletin of Dentistry*. 2005; 4: 58-60. (In Russ.).

25. Alimsky AV, Dolgoarshinnykh AY. Dental caries, fluorosis and anomalies of the dentition (relationship and factors which are determining them). *Ortodontiya*. 2008; 2: 4-6. (In Russ.).

26. Obraztsov YuL. Problems of studying the prevalence and organizing the prevention measures for dental anomalies in children. *Stomatologiya*. 1994; 4: 71-73. (In Russ.).

27. Obraztsov YuV, Yushmanova TN. The trend in the prevalence of dentoalveolar anomalies in children of the Arkhangelsk region. *Human Ecology*. 2000; 2: 33-35. (In Russ.).

28. Romanov DO, Skorikova LA. Risk factors in the occurrence of dentoalveolar anomalies in some areas of the Krasnodar Krai. *Sovremennye voprosy stomatologii: Sbornik nauchnykh trudov*. Moscow – Krasnodar; 2010: 154-158. (In Russ.).

29. Chandra SBR, Suma S, Kumar S, Sukhabogi JR, Manjunath BC. Prevalence of malocclusion among 15-year-old school children using dental aesthetic index in Nalgonda district, Andhra Pradesh, India: A cross-sectional study. *J Indian Assoc Public Health Dent.* 2014; 12: 173-178. doi: 10.4103/2319-5932.144788
30. Mamedov AA, Admakin OI. Dental morbidity in children and adults in various climatic and geographical regions of Russia. *Profilaktika stomatologicheskikh zabolevaniy.* 2004; 9: 14-17. (In Russ.).
31. Chuikin SV, Akatyeva GG, Mukhametova ESh, Averyanov SV, Snetkova TV, Gunaeva SA. Risk factors for the occurrence of dentoalveolar anomalies in children (literature review). *Problemy stomatologii.* 2010; 4: 55-60. (In Russ.).
32. Zhumatov UZh. Comparative assessment of the state of the dentoalveolar system of the children's population in the area with ecological problems. *New in Dentistry.* 1996; 4: 29-32. (In Russ.).
33. Lazareva NA. *Rationale for the comprehensive prevention of dental anomalies and deformities in early childhood in the conditions of Transbaikalia (clinical and epidemiological study):* Abstract of the Dissertation of Cand. Sc. (Med.). Omsk; 1992. (In Russ.).
34. Pinelis TP, Lazareva NA. Relationship between fluorine content in drinking water and anomalies of the dentoalveolar system in children. *Geokhimicheskoe okruzhenie i problemy zdorovya v zonakh novogo ekonomicheskogo osvoeniya: Tezisy pervoy vsesoyuznoy konferentsii.* Chita; 1988: 181-182. (In Russ.).
35. Pinelis T.P., Lazareva N.A. The relationship between the prevalence and structure of dentoalveolar anomalies with the content of fluorine in drinking water. *Aktualnye voprosy ortodonticheskogo lecheniya: Tezisy dokladov zonalnoy nauchno-prakticheskoy konferentsii.* Chita; 1990: 83-84. (In Russ.).
36. Belyaev VV, Gavrilova OA, Belyaev IV, Myalo OA, Kutsenko AA. Index assessment of malocclusion in schoolchildren in the endemic fluorosis area (pilot study). Part 2. *Pediatric Dentistry and Dental Prophylaxis.* 2021; 21(4): 224-230. (In Russ.). doi: 10.33925/1683-3031-2021-21-4-224-230
37. Belyaev VV, Gavrilova OA, Belyaev IV, El-Aydi MA, Myalo OA. Malocclusion index assessment in schoolchildren in the endemic fluorosis area (pilot study). Part 1. *Pediatric Dentistry and Dental Prophylaxis.* 2020; 4: 324-328. (In Russ.). doi: 10.33925/1683-3031-2020-20-4-324-328
38. Krzogluz Z, Saglam AMS, Simsek S. Occlusal disharmonies of primary dentition in a high and a low fluoride area of Turkey. *Fluoride.* 2005; 38(1): 57-64.
39. Masztalerz A, Masztalerzowa Z, Szymańska M, Tomelka J. Fluor und Gebiss [Fluorine and the dentition]. *Fortschr Kieferorthop.* 1990; 51(4): 234-237. doi: 10.1007/BF02167355
40. Persin LS. *Orthodontics: National guidelines; in 2 volumes.* Volume 1. Diagnosis of dentoalveolar anomalies. Moscow: GEOTAR-Media; 2020. (In Russ.).
41. Medveditskova AI, Abramova MYa, Isamulaeva AZ, Bashtovoj AA. Defects of dentition in children with temporary teeth. A review of the literature. *The Dental Institute.* 2021; 1(90): 94-96. (In Russ.).
42. Gibas-Stanek M, Loster BW. The effect of premature extraction of primary molars on spatial conditions and formation of malocclusion – A systematic review. *J Stoma.* 2018; 71(5): 412-423. doi: 10.5114/jos.2018.84765
43. Stangvaltaite-Mouhat L, Puriene A, Stankeviciene I, Aleksejuniene J. Fluoride in the drinking water and dental caries experience by tooth surface susceptibility among adults. *BMC Oral Health.* 2021; 21(1): 234. doi: 10.1186/s12903-021-01598-w
44. Zou J, Meng M, Law CS, Rao Y, Zhou X. Common dental diseases in children and malocclusion. *Int J Oral Sci.* 2018; 10(1): 7. doi: 10.1038/s41368-018-0012-3
45. Vithanaarachchi VSN. The prevention of malocclusions. *J Dental Sci.* 2017; 2(3): 000140. doi: 10.23880/oajds-16000140
46. Wright FAC, Law GG, Milledge KL, Chu SK, Hsu B, Valdez E, et al. Chewing function, general health and the dentition of older Australian men: The Concord Health and Ageing in Men Project. *Community Dent Oral Epidemiol.* 2019; 47(2): 134-141. doi: 10.1111/cdoe.12435
47. Piancino MG, Tortarolo A, Polimeni A, Bramanti E, Bramanti P. Altered mastication adversely impacts morpho-functional features of the hippocampus: A systematic review on animal studies in three different experimental conditions involving the masticatory function. *PLoS One.* 2020; 15(8): e0237872. doi: 10.1371/journal.pone.0237872
48. Goodarzi F, Mahvi AH, Hosseini M, Nedjat S, Nabizadeh Nodehi R, et al. The prevalence of dental fluorosis and exposure to fluoride in drinking water: A systematic review. *J Dent Res Dent Clin Dent Prospects.* 2016; 10(3): 127-135. doi: 10.15171/joddd.2016.021
49. Goodarzi F, Mahvi AH, Hosseini M, Nodehi RN, Kharazifard MJ, Parvizishad M. Prevalence of dental caries and fluoride concentration of drinking water: A systematic review. *Dent Res J (Isfahan).* 2017; 14(3): 163-168. doi: 10.4103/1735-3327.208765
50. Cho HJ, Lee HS, Paik DI, Bae KH. Association of dental caries with socioeconomic status in relation to different water fluoridation levels. *Community Dent Oral Epidemiol.* 2014; 42(6): 536-542. doi: 10.1111/cdoe.12110
51. Vasireddy D, Sathiyakumar T, Mondal S. Socioeconomic factors associated with the risk and prevalence of dental caries and dental treatment trends in children: A cross-sectional analysis of National Survey of Children's Health (NSCH) data, 2016–2019. *Cureus.* 2021; 13(11): e19184. doi: 10.7759/cureus.19184
52. Liming Sh, Chengyun F, Sijian X, Yan W, Hua Zh, Danqing Zh, et al. Progressive research in the molecular mechanisms of chronic fluorosis. *Environmental Chemistry and Recent Pollution Control Approaches.* 2019; 224. doi: 10.5772/intechopen.84548
53. Liu S, Zhou H, Liu H, Ji H, Fei W, Luo E. Fluorine-contained hydroxyapatite suppresses bone resorption through inhibiting osteoclasts differentiation and function in vitro and in vivo. *Cell Prolif.* 2019; 52: e12613. doi: 10.1111/cpr.12613
54. Godebo TR, Jeuland M, Tekle-Haimanot R, Shankar A, Alemayehu B, Assefa G, et al. Bone quality in fluoride-exposed populations: A novel application of the ultrasonic method. *Bone Rep.* 2019; 2: e100235. doi: 10.1016/j.bonr.2019.100235
55. Yangyang Y, Dongrong Z, Xiaoyan L, Xiaofeng Y, Xiaoyun Y, Jie Y. The effects of dental fluorosis on the tooth movement in adolescents after tooth extraction for orthodontic treatment. *J Prac Stom.* 2016; 6: 77-80.
56. Al Shayea EI. Effects of common medications on orthodontic tooth movement: A systematic literature review. *J Res Med Dent Sci.* 2021; 9(7): 149-161.
57. Masella RS, Meister M. Current concepts in the biology of orthodontic tooth movement. *Am J Orthod Dentofacial Orthop.* 2006; 129: e458.68. doi: 10.1016/j.ajodo.2005.12.013
58. Gonzales C, Hotokezaka H, Karadeniz EI, Kobayashi E, Darendeliev MA, Yoshida N. Effects of fluoride intake on orthodontic

tooth movement and orthodontically induced root resorption. *Am J Orthod Dentofacial Orthop.* 2011; 139: 196-205. doi: 10.1016/j.jado.2009.05.029

59. Bartzela TN, Maltha JC. Medication effects on the rate of orthodontic tooth movement. *Biology of Orthodontic Tooth Movement.* Springer; 2016: 133-159. doi: 10.1007/978-3-319-26609-1_6

60. Karadeniz EI, Gonzales C, Elekdag-Turk S, Isci D, Sahin-Saglam AM, Alkis H, et al. The effect of fluoride on orthodontic tooth movement in humans. A two- and three-dimensional evaluation. *Aust Orthod J.* 2011; 27(2): 94-101.

61. Zorlu FY, Darici H, Turkkahraman H. Histomorphometric and histopathologic evaluation of the effects of systemic fluoride intake on orthodontic tooth movement. *Eur J Dent.* 2019; 3(3): 361-369. doi: 10.1055/s-0039-1700192

62. Jamali S, Ahmadzadeh H, Shalchi M, Karimi M, Tavakkoli MA. Delay factors influenced of orthodontic treatment and its consequences: A meta-analysis and systematic review. *Ann Med Health Sci Res.* 2019; 9: 453-456.

63. Inoyatov A, Mukhsinova L. Physiological and pathological aspects of tooth eruption and formation of occlusion in children: A literature review. *Journal Problems of Biology and Medicine.* 2018; 4 (104): 192-197. (In Russ.).

64. Femi-Akinlosotu OM, Ogundoyin OO, Akintola MA. The role of fluoride on eruption of mandibular molar of albino rats. *Anatomy Journal of Africa.* 2020; 9(1): 1752-1761. doi: 10.4314/aja.v9i1.15

65. Cunha AS, Vertuan Dos Santos L, Schaffer Pugsley Barato S, Abbasoglu Z, Gerber JT, Paza A, et al. Human permanent tooth sizes are associated with genes encoding oestrogen receptors. *J Orthod.* 2021; 48(1): 24-32. doi: 10.1177/1465312520958710

66. Kirzioğlu Z, Şentut TK, Karayılmaz H. Evaluation of the effects of dental fluorosis on crown dimensions of permanent and deciduous teeth. *Research Report Fluoride.* 2011; 44(4): 215-226.

67. Sağlam SAM, Özbaran HM, Sağlam AA. A comparison of mesio-distal crown dimensions of the permanent teeth in subjects with and without fluorosis. *Eur J Orthod.* 2004; 26(3): 279-281. doi: 10.1093/ejo/26.3.279

68. Ten CJM, Buzalaf MAR. Fluoride mode of action: Once there was an observant dentist. *J Dental Res.* 2019; 7 (98): 725-730. doi: 10.1177/0022034519831604

69. Aswini YB, Mohanty V, Rijhwani K. Fluoride and other trace elements in dental hard tissue. *Human Tooth and Developmental Dental Defects.* 2022.

70. Wahluyo S, Nuraini P, Rahayu RP, Ismiyatin K, Handayani R. The Effect of NaF on the existence of ameloblasts and the change of tooth dimension. *J Int Dental Med Res.* 2017; 1(10): 139-144.

71. Machado V, Botelho J, Mascarenhas P, Mendes JJ, Delgado A. A systematic review and meta-analysis on Bolton's ratios: Normal occlusion and malocclusion. *J Orthod.* 2020; 47(1): 7-29. doi: 10.1177/1465312519886322

72. Domenyuk DA, Dmitrienko SV, Vedeshina EG, Porfyriadis MP, Budaychiev GM. analytical Approach in evaluating the relations of odontometric indicators and linear parameters of dental arcs in people with various face types. *Kuban Scientific Medical Bulletin.* 2018; 1(25): 73-81. (In Russ.). doi: 10.25207/1608-6228-2018-25-1-73-81

73. Kholmatova KK, Kharkova OA, Grijbovski AM. Types of research in health sciences. *Human Ecology.* 2016; 1: 57-64. (In Russ.).

74. Rugg-Gunn AJ, Spencer AJ, Whelton HP, Jones C, Beal JF, Castle P, et al. Critique of the review of 'Water fluoridation for the prevention of dental caries' published by the Cochrane Collaboration in 2015. *Br Dent J.* 2016; 220(7): 335-340. doi: 10.1038/sj.bdj.2016.257

75. Saghiri MA, Eid J, Tang CK, Freag P. Factors influencing different types of malocclusion and arch form-A review. *J Stomatol Oral Maxillofac Surg.* 2021; 122(2): 185-191. doi: 10.1016/j.jormas.2020.07.002

Сведения об авторах

Беляев Вадим Вадимович – кандидат медицинских наук, доцент кафедры детской стоматологии и ортодонтии, ФГБОУ ВО «Тверской государственный медицинский университет» Минздрава России, e-mail: stombel69@gmail.com, <https://orcid.org/0000-0002-7971-633X>

Гаврилова Ольга Анатольевна – доктор медицинских наук, доцент, заведующая кафедрой детской стоматологии и ортодонтии, ФГБОУ ВО «Тверской государственный медицинский университет» Минздрава России, e-mail: olga.gavrilova2512@yandex.ru, <https://orcid.org/0000-0001-9227-9173>

Беляев Игорь Вадимович – ассистент кафедры детской стоматологии и ортодонтии, ФГБОУ ВО «Тверской государственный медицинский университет» Минздрава России, e-mail: igfrost69@gmail.com, <https://orcid.org/0000-0003-0437-0036>

Мяло Ольга Александровна – кандидат медицинских наук, ассистент кафедры детской стоматологии и ортодонтии, ФГБОУ ВО «Тверской государственный медицинский университет» Минздрава России, e-mail: omyalo@yandex.ru, <https://orcid.org/0000-0002-1778-6615>

Эль-Айди Мустафа Ахмед – ассистент кафедры детской стоматологии и ортодонтии, ФГБОУ ВО «Тверской государственный медицинский университет» Минздрава России, e-mail: annamustafa76@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0003-3057-5609>

Information about the authors

Vadim V. Belyaev – Cand. Sc. (Med), Associate Professor at the Department of Pediatric Dentistry and Orthodontics, Tver State Medical University, e-mail: stombel69@gmail.com, <https://orcid.org/0000-0002-7971-633X>

Olga A. Gavrilova – Dr. Sc. (Med.), Docent, Head of the Department of Pediatric Dentistry and Orthodontics, Tver State Medical University, e-mail: olga.gavrilova2512@yandex.ru, <https://orcid.org/0000-0001-9227-9173>

Igor V. Belyaev – Teaching Assistant at the Department of Pediatric Dentistry and Orthodontics, Tver State Medical University, e-mail: igfrost69@gmail.com, <https://orcid.org/0000-0003-0437-0036>

Olga A. Myalo – Cand. Sc. (Med.), Associate Professor at the Department of Pediatric Dentistry and Orthodontics, Tver State Medical University, e-mail: omyalo@yandex.ru, <https://orcid.org/0000-0002-1778-6615>

Mustafa A. El-Aydi – Teaching Assistant at the Department of Pediatric Dentistry and Orthodontics, Tver State Medical University, e-mail: annamustafa76@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0003-3057-5609>