

Сравнение хирургических доступов при установке дистракторов на нижнюю челюсть у подростков: обзор анатомических, хирургических и эстетических аспектов

П.И. Шаповалов*, Ф.Ф. Лосев

Центральный научно-исследовательский институт стоматологии и челюстно-лицевой хирургии, Москва, Российская Федерация

АННОТАЦИЯ

Актуальность. Недоразвитие нижней челюсти у подростков представляет собой значительную функциональную и эстетическую проблему. Дистракционный остеогенез нижней челюсти обеспечивает постепенное удлинение кости с формированием новой костной ткани, являясь эффективным методом коррекции дефицита нижней челюсти с низким риском рецидива. Однако выбор хирургического доступа для установки дистрактора – внутриротового или внеротового – остается предметом обсуждения. Каждый из этих подходов имеет свои анатомические, хирургические и эстетические особенности. Внутриротовой (интраоральный) доступ позволяет избежать наружных рубцов, что особенно важно для подростков, тогда как внеротовой (экстраоральный) технически проще при выраженных деформациях и позволяет добиться большего удлинения. **Цель.** Сравнить внутриротовую и внеротовую дистракцию нижней челюсти у подростков, проанализировав анатомические ориентиры, хирургическую технику, частоту осложнений и эстетические исходы, а также сформулировать клинические рекомендации по выбору доступа. **Материалы и методы.** Проведен обзор литературы с использованием актуальных источников, представленных в базе PubMed, а также данные из Scopus, Web of Science и Google Scholar за последние 10 лет, посвященных дистракционному остеогенезу нижней челюсти у детей и подростков. Сравнены ключевые параметры: хирургический доступ, вектор и объем дистракции, длительность лечения, частота осложнений и эстетические результаты. Представлены две сводные таблицы: сравнительная характеристика внутриротового и внеротового доступа, обзор протоколов дистракции и исходов, приведенных в различных исследованиях. **Результаты.** Внутриротовые дистрактеры устанавливаются через разрез в ретромюлярной области рта и имеют криволинейный радиус, обеспечивая одновременное вертикальное и горизонтальное удлинение без видимых внешних элементов и рубцов. Этот подход характеризуется меньшим числом послеоперационных осложнений (~10% против 30–40%) и редкими повреждениями нервов. Однако достигаемое удлинение несколько меньше (до ~10–15 мм) внеротовых систем. Внеротовые дистрактеры требуют субмандибулярного разреза и внешних не снимающихся приводов, обеспечивают большее удлинение (~15–20 мм и более) и позволяют точно контролировать вектор, но сопровождаются риском гипертрофических рубцов, инфекций в местах выхода приводов и парезов лицевого нерва. Подростки лучше переносят внутриротовые устройства благодаря большому комфорту и лучшей эстетике. Недавние исследования показывают отсутствие значимых различий в эффективности и улучшении проходимости дыхательных путей между подходами при соблюдении технических возможностей аппаратов, однако внутренние устройства демонстрируют большую надежность (меньше технических сбоев) и меньшую рубцовую нагрузку. **Заключение.** Дистракционный остеогенез нижней челюсти – надежный метод лечения недоразвития нижней челюсти у детей и подростков при незавершенном росте лицевого скелета. Внутриротовой доступ предпочтителен при умеренных деформациях благодаря лучшим эстетическим результатам и меньшему количеству осложнений. Тогда как внеротовой доступ обоснован при тяжелых дефектах, требующих максимального удлинения или сложной коррекции вектора при выраженном ограничении открывания рта. Предложены клинические рекомендации по индивидуализации выбора хирургического доступа с учетом степени деформации, анатомических ограничений и эстетических факторов.

Ключевые слова: дистракционный остеогенез нижней челюсти, дети и подростки, внутриротовой и внеротовой доступ, криволинейный дистрактор, осложнения, эстетика, рубцы на лице

Для цитирования: Шаповалов ПИ, Лосев ФФ. Сравнение хирургических доступов при установке дистракторов на нижнюю челюсть у подростков: обзор анатомических, хирургических и эстетических аспектов. *Стоматология детского возраста и профилактика*. 2025;25(3):292–304. <https://doi.org/10.33925/1683-3031-2025-924>

***Автор, ответственный за связь с редакцией:** Шаповалов Павел Игоревич, отделение хирургического лечения аномалий черепно-челюстно-лицевой области Центрального научно-исследовательского института стоматологии и челюстно-лицевой хирургии, 119021, ул. Тимура Фрунзе, д. 16, г. Москва, Российская Федерация. Для переписки: shapovalov_pi@cniis.ru

Конфликт интересов: Авторы декларируют отсутствие конфликта интересов.

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

Comparison of intraoral and extraoral approaches for placement of mandibular distractors in adolescents: anatomical, surgical, and aesthetic considerations

P.I. Shapovalov*, F.F. Losev

Central Research Institute of Dentistry and Maxillofacial Surgery, Moscow, Russian Federation

ABSTRACT

Relevance. Mandibular hypoplasia in adolescents poses significant functional and aesthetic challenges. Mandibular distraction osteogenesis (DO) enables gradual bone lengthening with new bone formation and remains an effective treatment modality with low relapse rates. However, the choice of surgical approach for distractor placement—intraoral versus extraoral—remains a subject of debate. Each approach entails distinct anatomical, surgical, and aesthetic considerations. The intraoral approach avoids visible scarring, which is especially important for adolescents, whereas the extraoral approach is technically straightforward in severe deformities and permits greater distraction length. **Objective.** To compare intraoral and extraoral mandibular distraction in adolescents by analyzing anatomical landmarks, surgical techniques, complication rates, and aesthetic outcomes, and to develop clinical recommendations for selecting the optimal approach. **Materials and methods.** A literature review was conducted using relevant sources from the PubMed, Scopus, Web of Science, and Google Scholar databases published within the past 10 years, focusing on mandibular distraction osteogenesis in children and adolescents. The following key parameters were compared: surgical approach, distraction vector and magnitude, treatment duration, complication rates, and aesthetic outcomes. Two summary tables are presented: (1) a comparative analysis of intraoral and extraoral approaches, and (2) an overview of distraction protocols and outcomes reported in various studies. **Results.** Intraoral distractors are placed through an intraoral incision and typically feature curvilinear activation, allowing simultaneous vertical and horizontal mandibular lengthening with concealed hardware and no visible external scars. This approach is associated with fewer postoperative complications (~10% vs. 30–40%) and infrequent neurosensory disturbances, although it generally achieves a slightly smaller mean elongation (approximately 10–15 mm) compared to extraoral systems. Extraoral distractors require a submandibular incision and external activation units, enabling greater distraction length (~15–20 mm or more) and precise vector control. However, they are associated with higher risks of hypertrophic scarring, pin-site infections, and transient facial nerve paresis. Adolescent patients tend to tolerate intraoral distractors better due to improved comfort and aesthetics. Recent studies have shown no significant differences in treatment success or airway improvement between approaches when distraction parameters remain within device capabilities; however, intraoral systems demonstrate higher reliability (fewer mechanical failures) and a lower overall scar burden. **Conclusion.** Mandibular distraction osteogenesis is a reliable treatment modality for mandibular hypoplasia in children and adolescents with incomplete facial skeletal growth. The intraoral approach is preferable for moderate deformities, providing superior aesthetic outcomes and fewer complications. The extraoral approach remains justified for severe deficiencies requiring maximal elongation or complex vector adjustment, particularly in cases with limited mouth opening. Clinical recommendations are proposed to individualize surgical access selection based on deformity severity, anatomical constraints, and aesthetic considerations.

Keywords: mandibular distraction osteogenesis, adolescents, intraoral distractor, extraoral distractor, complication rates, aesthetic outcomes, facial scarring

For citation: P.I. Shapovalov, F.F. Losev. Comparison of intraoral and extraoral approaches for placement of mandibular distractors in adolescents: anatomical, surgical, and aesthetic considerations. *Pediatric dentistry and dental prophylaxis*. 2025;25(3):292–304. (In Russ.). <https://doi.org/10.33925/1683-3031-2025-924>

Corresponding author: P. I. Shapovalov, Department of the Surgical Treatment of Cranio-Maxillofacial Anomalies, Central Research Institute of Dentistry and Maxillofacial Surgery, 16 Timura Frunze Str., Moscow, Russian Federation, 119021. For correspondence: shapovalov_pi@cniis.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

Недоразвитие нижней челюсти у детей и подростков приводит к выраженным функциональным нарушениям (проблемы с дыханием, кормлением, речью) и эстетическим недостаткам, требующим своевременной хирургической коррекции. Дистракционный остеогенез (ДО) нижней челюсти зарекомендовал себя как эффективный метод постепенного удлинения кости за счет образования нового костного регенерата, позволяющий исправить недостаток длины челюсти при минимальных осложнениях и значительно улучшить качество жизни пациентов. В настоящее время выбор оптимального хирургического доступа при проведении ДО остается предметом дискуссии. Эстетические результаты имеют ключевое значение для подростков: внутриротовой (интраоральный) доступ позволяет избежать видимых наружных рубцов, что чрезвычайно важно, поскольку в этом возрасте внешность существенно влияет на психологический комфорт и социальную адаптацию. Внеротовой (экстраоральный) доступ, напротив, технически более прост для хирурга при тяжелых деформациях и позволяет добиться большего удлинения кости, однако сопровождается образованием рубцов на коже.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

Настоящая работа представляет собой обобщающий обзор современных данных по дистракционному остеогенезу нижней челюсти у пациентов

детского и подросткового возраста с акцентом на сравнении интраорального и экстраорального подходов. Поиск литературы осуществлялся в базах данных PubMed, Scopus, Web of Science, Google Scholar. Критерии отбора включали публикации за последние 10 лет (зарубежные) и 5 лет (отечественные), посвященные ДО нижней челюсти у детей и подростков. Из первоначально выявленных ~310 источников после удаления дубликатов и анализа аннотаций отобраны 50 статей для углубленного изучения. На этапе чтения полного текста исключено 20 статей (по причинам несоответствия тематике обзора или отсутствия необходимых данных). В итоге в обзор включено 30 публикаций, полностью удовлетворяющих критериям.

Для извлеченной информации выполнена качественная сравнительная оценка. Анализировались следующие параметры: хирургический доступ (внутриротовой vs внеротовой), размер выборки и возраст пациентов, тип примененных дистракторов, параметры лечения (величина и направление удлинения, темп активации, длительность фиксации аппарата), частота отмеченных осложнений и достигнутые исходы. Данные сгруппированы по тематическим категориям: анатомические аспекты, технические нюансы, осложнения, эстетические и функциональные результаты (включая влияние на профиль лица, окклюзию, дыхательную функцию и др.). Результаты обзора представлены в описательном (нарративном) формате с указанием ключевых источников литературы для каждого тезиса.

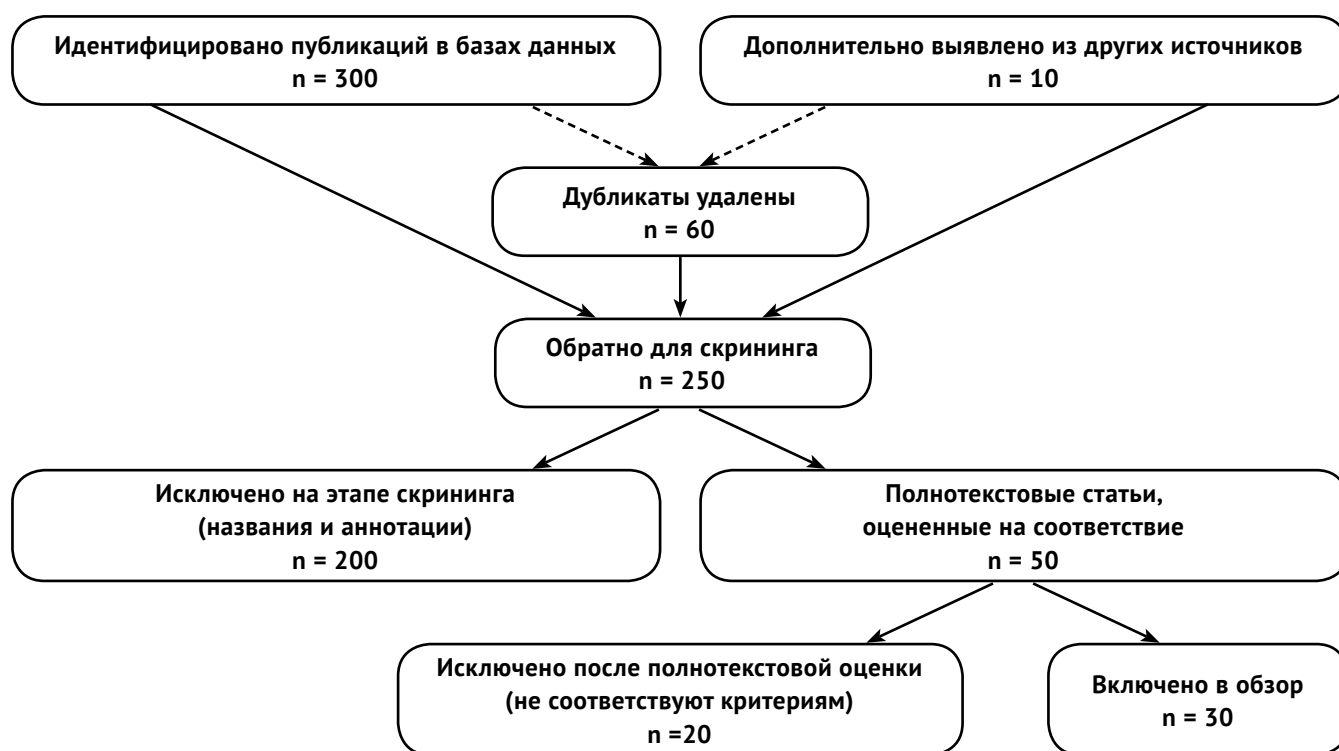


Рис. 1. PRISMA-диаграмма процесса поиска и отбора публикаций для обзора (источник: составлено авторами)
Fig. 1. PRISMA flow diagram illustrating the process of identification, screening, and selection of studies for inclusion in the review (sources: compiled by the author)

РЕЗУЛЬТАТЫ

Характеристика включенных исследований

В обзор вошли 30 публикаций, посвященных ДО нижней челюсти у пациентов детского возраста. Среди них как обсервационные клинические исследования (в том числе ретроспективные анализы осложнений и результатов), так и обзоры литературы и отдельные описания клинических случаев, отражающие накопленный опыт. География работ преимущественно международная (США, Канада, Европа, Израиль, Австралия и др.); учтены также отдельные российские источники. Значительная часть данных касается лечения пациентов с синдромом Пьера Робена (врожденное недоразвитие нижней челюсти, сопровождающееся обструктивным апноэ сна), а также с гемифациальной микросомией и другими краниофациальными аномалиями, приводящими к дефициту нижней челюсти. Возраст пациентов в разных работах варьировал от новорожденных (неонатальный период) до позднего пубертата (~16–18 лет). Применялись различные модели дистракторов – как прямолинейные, так и криволинейные компрессионно-дистракционные аппараты. В ряде случаев сообщается об успешном использовании рассасывающихся (биodeградируемых) дистракторов у младенцев [8]. Стандартные режимы активации: латентный период 5–7 дней, затем удлинение со скоростью 1 мм в сутки (реже – 2 мм в сутки, главным образом у детей младше 1 года). Средняя величина достигнутого удлинения нижней челюсти, по данным разных авторов, составляет около 10–20 мм и зависит от тяжести исходной деформации и типа аппарата [2]. По суммарным данным литературы, в более чем 90% случаев удается достигнуть запланированной коррекции (т. е. необходимой длины челюсти), что свидетельствует о высокой эффективности метода ДО в целом. Так, у младенцев с синдромом Робена после проведенной ДО окклюзия изменяется с класса II до класса I (с небольшим целенаправленным «перебором» до класса III для компенсации возможного рецидива) [20].

Анатомические аспекты и хирургический доступ

При внеротовом (наружном) подходе кожный разрез обычно выполняется в поднижнечелюстной области по нижнему краю тела челюсти. Это обеспечивает прямой доступ к ветви и телу нижней челюсти для проведения остеотомии и наложения аппарата. Важнейшими анатомическими ориентирами служат проекция ветви и угол нижней челюсти; необходимо учитывать прохождение ветвей лицевого нерва (краевая ветвь нижнечелюстного нерва, *n. facialis*) в зоне разреза. Нередкое осложнение при внешнем доступе – временный парез этой ветви нерва вследствие прямой травмы или натяжения тканей во время операции [9, 15]. По некоторым данным, потеря чувствительности в области нижней губы (поражение *n. marginalis mandibulae*) наблюдается до 15% даже при использовании

внутренних устройств у младенцев; при наружном доступе риск еще выше [9]. Для профилактики неврологических осложнений хирурги тщательно размечают линию кожного разреза с учетом так называемых «опасных зон» прохождения лицевого нерва.

Аппараты, устанавливаемые внеротовым доступом, фиксируются своими базовыми пластинами к кости – обычно двумя мини-винтами на дистальном фрагменте (ветви) и двумя на проксимальном (теле челюсти) – с каждой стороны линии остеотомии. Активирующие стержни проводятся через кожу наружу; места вывода спиц или штанг требуют тщательного ухода, так как представляют собой входные ворота для инфекции.

При внутриротовом (внутреннем) способе операционный разрез выполняется по переходной складке слизистой – чаще всего в ретромолярной области, позади последнего моляра. Отсюда открывается доступ к ветви нижней челюсти изнутри. Анатомические ориентиры при внутреннем доступе – область отверстия нижнечелюстного нерва (*foramen mandibulae*) и ход нижнеальвеолярного канала – критически важны, поскольку необходимо **выполнить остеотомию и зафиксировать аппарат** так, чтобы не повредить нижний альвеолярный нерв. В детском возрасте дополнительно нужно учитывать **расположение зачатков постоянных зубов** в ветви и теле челюсти [9]. Правильное позиционирование линии остеотомии обычно планируется выше канала нижнего альвеолярного нерва – на уровне корней третьих моляров (если они сформированы) или второго моляра. При внутриротовой установке дистрактора опорные пластины аппарата прикручиваются к наружной кортикальной пластинке нижней челюсти из внутриорального доступа. Поскольку доступ к этой зоне из полости рта ограничен, нередко приходится делать дополнительное небольшое отверстие или прокол кожи с внешней стороны для установки отдельных винтов. Таким образом, внутренний метод накладывает больше технических ограничений из-за стесненного операционного поля и близости крупного нервно-сосудистого пучка. Тем не менее, современные технологии трехмерного планирования и изготовления индивидуальных шаблонов позволяют точно выполнить остеотомию и установить внутренний дистрактор даже при сложной анатомии [16]. Рекомендуется перед операцией изготавливать стереолитографические 3D-модели челюсти и проводить виртуальное планирование остеотомии и траектории дистракции, это повышает точность и снижает риск неправильного позиционирования аппарата [3].

Технические особенности дистракции

Основное различие между внутренними и внешними аппаратами заключается в направлении и форме создаваемой силы вытяжения. Внутренние дистракторы обычно имеют изогнутую (криволинейную) штангу, которая в процессе активации перемещает фрагменты кости одновременно вперед и вверх (по дугообразной

траектории). Благодаря этому достигается комбинированное увеличение горизонтальной длины тела и вертикального размера ветви нижней челюсти. Например, устройство с криволинейной лентой при активации «ротирует» ветвь назад и вверх, увеличивая одновременно горизонтальную проекцию подбородка и вертикальный размер ветви. Подобный многоплоскостной эффект особенно ценен при симметричной микрогнатии (синдром Пьера Робена), когда необходимо улучшить проходимость верхних дыхательных путей за счет выдвижения челюсти не только вперед, но и несколько вверх [2]. Наружные аппараты, напротив, чаще обеспечивают линейное (одноплоскостное) вытяжение – как правило, строго горизонтально. Теоретически возможно установить два внешних дистрактора под разными углами для одновременной коррекции в нескольких плоскостях, однако это значительно усложняет лечение и увеличивает травматичность. Преимущество внешнего аппарата – более простая конструкция с инженерной точки зрения, которую легче изготовить и модифицировать. В условиях тяжелой деформации наружный дистрактор легче устанавливать, так как хирургу не требуется размещать элементы устройства в ограниченном пространстве – весь механизм фиксируется на наружной поверхности кости. Это расширяет применимость внешних аппаратов при крайне малых размерах ветви (например, у грудных детей <6 месяцев), когда внутренний аппарат по габаритам просто не помещается [2]. Кроме того, внешний привод позволяет точно регулировать вектор тракции уже во время лечения: изменение направления тяги возможно путем перестановки тяг снаружи, тогда как внутренняя конструкция фиксирует заданный вектор раз и навсегда при установке [2]. С другой стороны, современные внутренние системы характеризуются большей надежностью: риск поломки или технического сбоя у них ниже, чем у внешних. По данным систематического обзора, отказ или поломка аппарата достоверно чаще происходят при наружных устройствах ($p = 0,012$) [7]. В частности, внешние конструкции нередко требуют замены на более длинный аппарат по мере достижения предела хода, тогда как внутренняя пластина изначально рассчитана на весь планируемый объем перемещения [5]. Также при внутреннем методе полностью отсутствует риск расфиксации наружной рамы или случайного смещения устройства самим ребенком. В одном обзоре отмечено, что технические неудачи (преждевременная консолидация, поломка аппарата или остановка дистракции) достоверно чаще наблюдаются при наружных аппаратах, чем при внутренних ($p < 0,05$) [5, 7].

Резюме отличий техники

Таблица 1 обобщает ключевые различия двух подходов. Внутренний (интраоральный) доступ характеризуется отсутствием наружного кожного разреза и скрытым расположением дистрактора, что обеспечивает больший комфорт для пациента и луч-

ший косметический результат, но требует большего опыта хирурга из-за ограниченной визуализации и меньшего пространства для манипуляций. Наружный (экстраоральный) доступ обеспечивает широкий обзор операционного поля и удобство установки аппарата при тяжелых деформациях, однако связан с формированием видимых рубцов на коже и необходимостью носить внешние конструкции в течение минимум 6 месяцев. Вектор перемещения при внутриротовом методе может быть сложной кривой, позволяющей трехмерную коррекцию, тогда как наружные аппараты обычно действуют прямолинейно в одной плоскости. Оба метода обеспечивают схожие сроки лечения (активная дистракция ~2–3 недели и последующая консолидация до ~6–8 месяцев); однако при внутриротовом подходе этап консолидации проходит без наружных конструкций, что снижает риск инфекции мягких тканей.

Послеоперационные осложнения и безопасность

В целом ДО нижней челюсти у детей считается относительно безопасным вмешательством. Однако, как и любая хирургическая процедура, оно сопряжено с рядом возможных осложнений. Наиболее часто упоминаются инфекционно-воспалительные процессы в области операции, нарушения заживления кости (несращение, замедленная консолидация или, напротив, преждевременное сращение регенерата), повреждения зубных зачатков и нервов, рубцовые изменения мягких тканей лица. Частота осложнений значительно зависит от типа примененного аппарата и способа доступа. Инфекции и воспалительные осложнения существенно чаще возникают при наружном методе – это связывают с наличием несъемных наружных приводов, которые трудно поддерживать стерильными на протяжении всего лечения. По данным литературы, локальные инфекции наблюдаются примерно в 30% случаев при использовании наружных дистракторов против ~10–12% при внутренних [17]. Инфекция обычно проявляется воспалением кожи вокруг выводимых штифтов и успешно лечится консервативно (местные антисептики, антибиотики); крайне редко из-за тяжелого остеомиелита приходится преждевременно снимать аппарат. При внутреннем способе также возможна инфекция области остеотомии или нагноение вокруг мини-пластин, но такие случаи единичны.

Нейропатии при ДО встречаются редко. Повреждение нижнего альвеолярного нерва возможно непосредственно во время остеотомии или сверления отверстий под винты, однако при тщательном планировании это практически исключено. В серии наблюдений за детьми после внутриротовой дистракции через 5–10 лет постоянное нарушение чувствительности в зоне *n. Alveolaris inferior* выявлено лишь у 2,5% пациентов [9]. Поражение лицевого нерва регистрируется несколько чаще при наружной установке аппарата (во время разреза или вследствие отека/компрессии тка-

Таблица 1. Сравнительная характеристика внутриротового и внеротового подходов при дистракции нижней челюсти у подростков (источник: составлено авторами)

Table 1. Comparative characteristics of intraoral and extraoral surgical approaches for mandibular distraction osteogenesis in adolescents (sources: compiled by the author)

Критерий Parameter	Внутриротовой доступ (криволинейный дистрактор) Intraoral approach (curvilinear distractor)	Внеротовой доступ (прямой дистрактор) Extraoral approach (linear distractor)
Хирургический доступ Surgical approach	В полости рта (разрез по переходной складке, ретромолярная область); отсутствуют кожные разрезы Vestibular-fold/retromolar incision; no cutaneous incision	Наружный разрез на коже (подчелюстной или около угла нижней челюсти) Cutaneous incision – submandibular or near the mandibular angle
Обзор операционного поля Surgical field visibility	Ограничен: работа в стесненных условиях, сложность манипуляций выше Limited field (confined workspace; technically challenging)	Широкая экспозиция: удобный доступ к месту остеотомии, более простая установка Wide field (convenient access to the osteotomy; easier distractor placement)
Фиксация аппарата Device fixation	Мини-винты на костных фрагментах; внешние приводы отсоединяются и удаляются после окончания активации Mini-screw fixation; external rods detachable, removed post-activation	Мини-винты на костных фрагментах; приводы несъемные, выходят через кожу на весь период активации и консолидации Mini-screw fixation; rods non-removable, percutaneous for activation and consolidation
Дистракционный вектор Distraction vector	Криволинейный (одновременное удлинение тела и ветви челюсти в нескольких направлениях) Curvilinear activation – simultaneous multidirectional elongation of the mandibular body and ramus	Прямолинейный (как правило, удлинение либо тела, либо ветви за один этап активации) Linear activation – typically elongation of either the body or the ramus per activation stage
Максимальное удлинение Maximum elongation	До ~2-30 мм за один этап (на практике применяется для умеренных удлинений 15-20 мм) ≤~25-30 mm per stage; routinely applied for 15-20 mm lengthening	До ~25-30 мм за этап (может применяться и для больших удлинений >20 мм) ≤~25-30 mm per stage; can be used for >20 mm lengthening
Период консолидации Consolidation period	6-8 месяцев; аппарат остается под мягкими тканями (незаметен внешне) 6-8 months; device under soft tissues, not visible	6-8 месяцев; несъемные приводы остаются наружу (в поднижнечелюстной области) на весь период консолидации 6-8 months; non-removable activation rods remain external (submandibular).
Послеоперационные осложнения Postoperative complications	Редки: локальные воспалительные реакции ~5-10%, отсутствует наружный рубец; поражение нижнеальвеолярного нерва маловероятно; изредка – расфиксация привода или поломка аппарата, требующая повторной фиксации Rare – local inflammatory reactions (~5-10%); no external scarring; inferior alveolar nerve injury uncommon; occasional loosening or device breakage requiring refixation	Часты: воспаления в местах выхода привода до 30-40%, образование пиогенных гранул около штифтов, формирование грубого келоидного рубца; риск повреждения ветвей лицевого нерва (особенно краевой ветви) при разрезе или натяжении Common – pin-site inflammation (≤30-40%) and pyogenic granulomas; hypertrophic/keloid scarring; facial nerve branch injury risk (esp. marginal mandibular)
Психологический комфорт Patient comfort	Выше: аппарат скрыт, внешний вид не изменен на период лечения. Отмечается улучшение эстетики лица сразу после завершения активации Higher – concealed device; unchanged appearance during treatment; early aesthetic improvement post-activation	Ниже: наличие наружных металлических конструкций причиняет неудобства, привлекает нежелательное внимание; возможна эстетическая неудовлетворенность в период лечения (аппарат виден окружающим). Хотя после дистракции внешность также улучшается, рубцы на лице могут сохраняться Lower – visible external hardware (draws unwanted attention); treatment-period dissatisfaction (device visible); potential residual facial scarring
Оптимальные показания Indications	Умеренное недоразвитие нижней челюсти; сочетанное укорочение тела и ветви; отсутствие резкого ограничения открытия рта Moderate hypoplasia; combined body/ramus shortening; mouth opening within normal limits	Тяжелое недоразвитие нижней челюсти, преимущественно одноплоскостное (дефицит либо тела, либо ветви); выраженное ограничение открытия рта; необходимость максимально возможного удлинения за один этап Severe hypoplasia; uniplanar deformity (body or ramus); severely limited mouth opening; single-stage maximum lengthening required

ней). В некоторых исследованиях упоминается транзиторный парез *n. facialis* примерно у 9–15% маленьких детей после ДО; как правило, он полностью проходит в течение нескольких месяцев [9, 15].

Повреждение зубных зачатков – специфическое осложнение, преимущественно связанное с использованием внутренних аппаратов, поскольку винты фиксируются на кости около развивающихся зубов. Так, при наблюдении детей после ДО в младенчестве обнаружено повреждение зачатков первых постоянных моляров различной степени почти в половине случаев (~48%), хотя впоследствии большинство этих зубов прорезались с минимальными дефектами [9]. У 14% пациентов отмечен анкилоз одного из молочных моляров, а у ~20% – отсутствие зачатка второго премоляра на стороне distraction [9]. Таким образом, внутриротовая distraction в раннем возрасте может приводить к частичной гибели зачатков зубов в зоне остеотомии. Это требует длительного диспансерного наблюдения у детского стоматолога и, при необходимости, раннего протезирования или ортодонтической коррекции в будущем.

Рубцы и косметические дефекты однозначно ассоциированы только с наружным методом – после извлечения внешней рамки остаются рубцы на коже. У части пациентов (по разным данным, 2–15%) рубцы становятся гипертрофическими или чрезмерно заметными, требуя впоследствии коррекции (лазерной шлифовкой, хирургическим иссечением) [1]. Внутриротовой способ позволяет этого избежать: на лице не остается никаких следов вмешательства, что является большим преимуществом для подростков с точки зрения эстетики и психологии. Кроме того, комплаентность (сотрудничество) пациента обычно выше при внутреннем аппарате. Отмечено, что подростки гораздо легче переносят внутренние устройства по сравнению с наружными, в основном из-за отсутствия необходимости носить внешние металлические конструкции в течение всего периода лечения [16]. Неснимаемый наружный привод может вызывать у ребенка стеснение, привлекать нежелательное внимание окружающих, затруднять гигиену. Напротив, аппарат, установленный внутриротово, незаметен со стороны и менее травматичен в быту. Его конструктивная особенность – использование отсоединяемых приводов, которые удаляются сразу после окончания активации при выписке пациента из стационара. Таким образом, профиль безопасности и переносимости в целом лучше у внутриротового подхода. Это подтверждается как клиническими наблюдениями, так и обобщенными обзорами: в одном обзоре литературы суммарный уровень осложнений при внутреннем методе составил ~15%, при наружном – ~29%, при отсутствии различий в общей эффективности по устранению обструкции дыхательных путей [5]. Также показано, что ДО безопасна и эффективна даже у новорожденных с массой тела <3 кг, что расширяет показания к вмешательству в самых ранних возрастах [22].

Эстетические и функциональные исходы

Оценка результатов distraction в детском возрасте включает не только непосредственное удлинение кости, но и влияние на профиль лица, прикус, дыхательную функцию и качество жизни.

Профиль лица и прикус: по данным долгосрочных наблюдений, у большинства пациентов после лечения достигается заметное улучшение внешнего вида лица – подбородок выдвигается вперед, уменьшается лицевая асимметрия (в случаях одностороннего недоразвития) [2]. Ортодонтические показатели также улучшаются: после удлинения нижняя челюсть лучше соотносится с верхней, что облегчает последующую ортодонтическую коррекцию прикуса. Причем через несколько лет после операции рост нижней челюсти продолжается уже в соответствии с возрастной нормой – у пациентов, прошедших ДО в детстве, отмечается дальнейший рост челюсти пропорционально возрастным стандартам. Рецидива выраженного ретрогнатического профиля обычно не наблюдается, если достигнута достаточная длина челюсти и обеспечена полноценная фиксация до завершения консолидации регенерата.

Дыхательная функция: для детей с синдромом Робена главным критерием успешности лечения является снятие обструкции верхних дыхательных путей. Многочисленные работы подтверждают, что ДО эффективно устраняет или существенно снижает обструктивное апноэ сна у подавляющего большинства таких пациентов, часто позволяя избежать трахеостомии [5]. В обзоре Chocron и соавторов (2022) показано, что применение ДО как метода коррекции критической микрогнатии у новорожденных позволяет в ~90% случаев избежать наложения трахеостомы и добиться успешной последующей экстубации у уже интубированных пациентов [5]. Существенных различий в улучшении дыхательных показателей между внутренними и наружными подходами не выявлено – при условии, что достигнутая длина удлинения достаточна: оба метода улучшают проходимость верхних дыхательных путей примерно одинаково. При сочетании микрогнатии с другими причинами обструкции (например, ларингомаляцией) distraction также приносит улучшение дыхания, хотя может потребоваться комплексное ведение с участием лор-специалистов [28]. Интересно, что метод ДО нашел применение даже у детей с тяжелой глоссоптозной обструкцией дыхания без собственно микрогнатии – в таких случаях distraction нижней челюсти позволяет выдвинуть основание языка вперед и устранить угрожающую обструкцию [29].

Речевые и пищевые навыки: косвенно удлинение нижней челюсти способствует нормализации акта глотания и артикуляции. После устранения микрогнатии у младенцев значительно улучшается процесс кормления и уменьшается гастроэзофагеальный рефлюкс [18]. Объективные исследования подтверждают, что у большинства пациентов после ДО отмечается улучшение показателей кормления и глотания, снижение необходимости зондового питания [23]. Речевая функция при тяжелых врожденных аномалиях (например, рас-

щелинах) все же требует длительной логопедической работы, но выдвижение челюсти устраняет анатомические преграды для формирования звуков.

Психологический аспект: подростки, перенесшие distraction внутриротовым способом, как правило, очень довольны отсутствием видимых рубцов и улучшением внешности. При наружных аппаратах в период лечения возможно негативное психоэмоциональное состояние из-за внимания окружающих к внешним металлическим деталям; в таких случаях требуется психологическая поддержка детей. В долгосрочной перспективе и при внутреннем, и при наружном методе пациенты отмечают повышение уверенности в себе благодаря улучшенному профилю лица и внешнему облику после завершения роста. Согласно долгосрочным наблюдениям, подавляющее большинство рубцов после ДО имеют минимальную выраженность и высокое качество (по данным шкалы оценки рубцов, >80% рубцов относятся к наиболее благоприятной категории). Современные исследования также указывают, что раннее применение ДО позволяет избежать необходимости вспомогательных вмешательств: например, при своевременной distraction новорожденных с синдромом Робена удается существенно снизить частоту наложения гастростом для обеспечения питания [24]. В целом улучшение качества жизни пациентов и их семей после проведенной distraction научно подтверждено, хотя требуется индивидуальный подход: некоторые обзоры не выявляют однозначного превосходства ДО над альтернативными методами (например, глоссопексией) и подчеркивают необходимость выбора тактики с учетом особенностей каждого случая [29].

ОБСУЖДЕНИЕ

Distractionный остеогенез коренным образом изменил подход к лечению врожденных и приобретенных деформаций нижней челюсти у детей, позволив добиться постепенного естественного роста новой кости там, где раньше требовались этапные остеотомии и костная пластика. Результаты настоящего обзора подтверждают, что оба метода – внутриротовой и внеротовой – при правильном применении способны успешно исправить недостаточность нижней челюсти у растущих пациентов. Однако отличия между этими подходами делают каждый из них более предпочтительным в определенных клинических ситуациях. Наши выводы согласуются с данными Rachmiel и соавторов о том, что внутриротовой доступ следует рассматривать как метод выбора при коррекции умеренного недоразвития, тогда как наружный оправдан при тяжелых случаях, требующих максимального удлинения или сложной пространственной коррекции [2]. Внутриротовой доступ обеспечивает лучший косметический результат, что исключительно важно в подростковом возрасте, а также сопровождается меньшим числом осложнений по сравнению с наружным (меньше инфекций, рубцов, технических сбоев) [7, 17]. Это подтверждается и современными обобщенными исследованиями:

например, в работе Breik и соавторов (2016) показано, что при лечении детей с микрогнатией внутренняя distraction имела более высокий процент успеха и реже приводила к серьезным осложнениям, чем наружная ($p < 0,05$) [7]. Систематический обзор Breik и коллег (2016) также продемонстрировал высокую эффективность ДО в устранении обструкции дыхательных путей у детей с микрогнатией (~91% случаев успешного избегания трахеостомии) [27]. Авторы этих работ рекомендуют по возможности отдавать предпочтение внутреннему доступу у детей, что отражено и в современных руководствах [16]. Наш обзор подтверждает, что внутриротовые методики лучше переносятся пациентами и их семьями, что немаловажно для комплаентности и психологического благополучия ребенка. Параллельно сообщается, что ДО безопасно проводить даже у новорожденных с крайне малой массой тела (<3 кг) без увеличения риска осложнений [22].

С другой стороны, нельзя полностью отказаться от наружных разрезов, поскольку в ряде ситуаций только они могут обеспечить требуемый результат. Тяжелое двустороннее недоразвитие нижней челюсти у новорожденного, угрожающее жизни (неонатальная критическая обструкция дыхания), – пример, когда наружный доступ часто незаменим из-за простоты и быстроты установки аппарата сразу после рождения, а также возможности экстремального удлинения >20 мм за один этап [2]. При одностороннем недоразвитии (гемифациальная микросомия) с выраженной асимметрией иногда требуется многоплоскостное воздействие: сначала вытяжение ветви по вертикали, затем по горизонтали – сочетание методов (внутренний + наружный) описано как эффективный вариант в сложных случаях. Таким образом, индивидуализация подхода является ключевым принципом. Необходимо учитывать степень и плоскостную характеристику деформации, возраст ребенка, наличие сопутствующих синдромов, состояние дыхательных путей и опыт хирурга. В сомнительных ситуациях предпочтение следует отдавать менее инвазивному внутриротовому способу, оставляя наружную distraction как резерв для самых тяжелых случаев. Отметим, что даже при сочетанных патологиях (например, ларингомаляции) distraction нижней челюсти приносит значимое улучшение дыхания [28], хотя может потребовать расширенного междисциплинарного ведения. В отдельных ситуациях distraction применяется и при аномалиях без явной микрогнатии – например, при тяжелой обструкции дыхательных путей, обусловленной смещением языка назад (*glossoptosis*), distraction способствует выдвижению основания языка вперед и устранению обструкции [30].

Накопленный опыт также показывает, что ДО не решает автоматически всех сопутствующих проблем, и потому иногда сравниваются различные виды хирургической помощи. В частности при синдроме Робена альтернативой ДО может быть глоссопексия (фиксация языка к нижней губе). Согласно систематическому обзору Almajed и соавторов (2017), оба подхода (ДО и глос-

сопексия) эффективно улучшают дыхание и питание, и выбор метода должен основываться на индивидуальных показаниях и возможностях центра [30]. Тем не менее, в долгосрочной перспективе ДО имеет то преиму-

щество, что она способствует прямому росту нижней челюсти, устраняя сам первопричинный дефект. Более того, некоторые данные свидетельствуют о феномене «усиленного роста» челюсти после ДО в раннем возрас-

Таблица 2. Краткий обзор отдельных исследований по ДО нижней челюсти у детей (источник: составлено авторами)
Table 2. Selected studies on pediatric mandibular distraction osteogenesis (sources: compiled by the author)

Источник (год) Study (year)	Контингент (патология) Cohort	Метод / устройство Approach / Type of distractor	Основные результаты Results
Rachmiel et al., 2000 [2]	8 пациентов, гемифациальная микросомия (сравнение внутриротового и внеротового ДО) 8 patients, hemifacial microsomy (comparison of intraoral and extraoral distractive osteogenesis)	Внеротовой аппарат vs внутриротовой аппарат Extraoral apparatus vs intraoral apparatus	Оба подхода эффективны. Наружный аппарат обеспечил большее удлинение, но сопровождался заметными рубцами; внутренний – без рубцов, но с ограниченным контролем вектора. Рекомендовано: тяжелые случаи – наружный доступ, умеренные – внутренний Both approaches are effective. The external device provided greater elongation, but was accompanied by noticeable scars; the internal one was without scars, but with limited vector control. Recommended: severe cases – external access, moderate – internal
Breik et al., 2016 [7]	17 детей, микрогнатия (анализ влияния типа дистрактора и темпа активации) 17 children, micro- gnathia (analysis of the effect of the type of distractor and the rate of activation)	Разные устройства (внутренние vs внешние; скорость 1 мм/сут. vs 2 мм/сут.) Different devices (internal vs external; speed 1 mm/day vs 2 mm/day)	Тип аппарата и скорость дистракции значимо не влияли на итоговую коррекцию прикуса. Однако при наружных аппаратах отмечена тенденция к более высокой частоте осложнений и технических сбоев The type of device and the distraction rate did not significantly affect the final bite correction. However, with external devices, there is a tendency to a higher incidence of complications and technical failures
Paes et al., 2016 [8]	11 младенцев, синдром Робена (внутренние рассасывающиеся дистракторы) 11 infants, Robin's syndrome (internal absorbable distractors)	Внутриротовой рассасывающийся аппарат (PLLA/PGA) Intraoral Resorption Apparatus (PLLA/PGA)	У всех пациентов устранена обструкция дыхательных путей; достигнуто удлинение ~15 мм. Отмечены небольшие задержки прорезывания отдельных зубов, но критических дефектов развития не выявлено. Дальнейший рост нижней челюсти соответствовал возрастной норме Airway obstruction was eliminated in all patients; elongation of ~15 mm was achieved. Minor delays in the eruption of individual teeth were noted, but no critical developmental defects were detected. Further growth of the mandible corresponded to the age norm
Steinberg et al., 2016 [9]	16 пациентов, ДО в младенческом возрасте (5-10 лет наблюдения) 16 patients, UP to in infancy (5-10 years of follow-up)	Внутриротовой металлический дистрактор Intraoral metal distractor	Постоянная гипостезия <i>n. alveolaris inf.</i> только у 2,5% пациентов. Повреждение зачатков первых моляров – в 48% случаев (большинство зубов впоследствии прорезались нормально); анкилоз молочного моляра – у 14%, отсутствие зачатка 2-го премоляра – у 20%. Стойкого рецидива ретрогнатии не наблюдалось Permanent hyposthesia <i>n. alveolaris inf.</i> only 2.5% of patients. Damage to the rudiments of the first molars occurred in 48% of cases (most teeth subsequently erupted normally); ankylosis of the mammary molar in 14%, absence of the rudiment of the 2nd premolar in 20%. No persistent recurrence of retrognathia was observed

Продолжение / Continuation



Источник (год) Study (year)	Контингент (патология) Cohort	Метод / устройство Approach / Type of distractor	Основные результаты Results
Hammoudeh et al., 2018 [26]	82 новорожденных, микрогнатия/ синдром Робена (ретроспективный анализ 200-2015 гг.) 82 newborns, micrognathia/ Robin syndrome (retrospective analysis of 2008-2015)	Разные аппараты (преимущественно внутриротовые) Different devices (mostly intraoral)	Успех (избежание трахеостомии) достигнут в 91,5% случаев; неудачи (5 трахеостомий, 2 летальных исхода) ассоциированы с тяжелой сопутствующей патологией (ЦНС-аномалии, ларингомалация, необходимость длительной интубации). ДО подтверждена как надежный метод, позволяющий избежать трахеостомии у большинства пациентов Success (avoiding tracheostomy) was achieved in 91.5% of cases; failures (5 tracheostomies, 2 deaths) are associated with severe concomitant pathology (CNS abnormalities, laryngomalacia, the need for prolonged intubation). It has been confirmed as a reliable method to avoid tracheostomy in most patients
Kosyk et al., 2025 [21]	46 пациентов, различные синдромы (микрогнатия; на- блюдение ≥4 лет после ДО) 46 patients, various syndromes (micrognathia; follow-up ≥4 years after Distractive Osteogenesis	Разные аппараты (в основном внутриротовые) Different devices (mostly intraoral)	Ни один несиндромальный пациент не потребовал дополнительных дыхательных вмешательств; 0% – трахеостомия, 0% – СИПАП в отдаленном периоде, 95% – полностью оральное питание. Среди синдромальных пациентов 27% впоследствии нуждались в СИПАП, 31% – сохраняли необходимость питательного зонда. У 67% пациентов выявлены изменения зубов (деформации или отсутствие некоторых моляров, чаще при проведении ДО <2 лет), однако жизнеспособность зубов сохранена. >80% рубцов после операции – тонкие и малозаметные (наиболее благоприятная категория по шкале Vancouver) None of the non-syndromic patients required additional respiratory interventions; 0% required tracheostomy, 0% required CPAP in the long term, and 95% required complete oral nutrition. Among the syndromic patients, 27% subsequently needed CPAP, and 31% retained the need for a nutrient probe. In 67% of patients, dental changes were detected (deformities or absence of certain molars, more often when aged UP to <2 years), but the viability of the teeth was preserved. >80% of postoperative scars are thin and inconspicuous (the most favorable category on the Vancouver scale)

те: в работе Govaerts и соавторов (2024) показано, что у детей с синдромом Робена, прошедших наружную distraction, последующий рост нижней челюсти шел более активно, чем у пациентов без операции, приближаясь к нормальным показателям [25]. Этот эффект требует дальнейшего изучения, но он обнадеживает в контексте долгосрочной стабилизации результатов лечения.

Кроме коррекции дыхания и прикуса, важным исходом является качество жизни пациентов. Здесь ДО также демонстрирует преимущество: родители отмечают значительное облегчение ухода за ребенком после устранения обструкции, снижение стресса и улучшение сна у всей семьи. По данным McGhee и соавторов (2024), у большинства младенцев с синдромом Робена после проведенной ДО значительно улучшились показатели кормления и исчезла необходимость в зондовом питании [23]. В другом исследовании (Масе и соавт., 2024) установлено, что своевременная distraction новорожденных с тяжелой микрогнатией позволила избежать

наложения гастростомы у значительной части пациентов, что существенно повышает комфорт и снижает риск осложнений, связанных с долговременным зондовым кормлением [24]. Конечно, успех лечения во многом зависит от междисциплинарного подхода: ребенок с челюстно-лицевой аномалией должен наблюдаться командой специалистов – челюстно-лицевой хирург, анестезиолог-реаниматолог, пульмонолог, ортодонт, лор, логопед, психолог. Это обеспечивает оптимальное планирование (ортодонтическая подготовка до и после операции), полноценную реабилитацию речи и питания, а также психологическую поддержку на этапах лечения аппаратом, особенно при наружном методе.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Дистракционный остеогенез нижней челюсти – эффективный и относительно безопасный метод лечения недоразвития нижней челюсти у детей и подрост-

ков, позволяющий добиться стабильного удлинения челюсти с улучшением функции дыхания и жевания без необходимости тяжелых открытых операций.

Внутриротовой подход обладает важными преимуществами: отсутствуют наружные разрезы и рубцы, выше комфорт для пациента, ниже риск инфекций и технических осложнений. Он показан при умеренных дефицитах нижней челюсти (ориентировочно до 20 мм) и у пациентов, где эстетический фактор особенно значим (подростки). Современные дистракторы (особенно с криволинейной траекторией) обеспечивают одновременную коррекцию по горизонтали и вертикали, что позволяет исправлять профиль лица без внешних устройств.

Внеротовой метод целесообразен при тяжелой форме недоразвития нижней челюсти, требующей максимально возможного удлинения (более 20 мм) или сложной многоплоскостной коррекции, а также когда анатомические условия препятствуют установке аппарата внутриротовым доступом (крайне малая ветвь, выраженное ограничение открытия рта, рубцы на слизистой). Наружные доступы позволяют точно контролировать направление дистракции и достижение большой длины, однако ценой внешних рубцов и менее удобного послеоперационного периода.

Частота осложнений зависит от выбора метода: при внутриротовой установке аппарата их суммарно меньше. Наружный доступ сопряжен с риском инфицирования приводов, образованием заметных рубцов и потенциальным повреждением лицевого нерва. Внутриротовой доступ может приводить к повреждению зубных зачатков, но серьезные нервные нарушения редки. В целом при надлежащем планировании оба метода дают схожие функциональные результаты без рецидива деформации.

Рекомендуется индивидуализированный подход к выбору метода ДО. Необходимо учитывать степень недоразвития нижней челюсти, возраст пациента, цели коррекции и опыт хирурга. В сомнительных ситуациях предпочтение следует отдавать внутриротовому способу как менее инвазивному. Внешние дистракционные аппараты – резервный вариант для наиболее тяжелых случаев. Во всех ситуациях крайне важно тщательно планировать остеотомию и вектор смещения (с привлечением КТ, 3D-моделирования) и проводить мультидисциплинарное ведение пациента с участием ортодонта, пульмонолога и других специалистов по показаниям.

Клинические рекомендации

На основании проведенного обзора можно предложить следующие практические рекомендации по выбору метода ДО нижней челюсти у детей и подростков:

- *Предпочтение внутриротовому доступу* следует отдавать при умеренном недоразвитии нижней челюсти (дефицит длины до ~20 мм), особенно если одновременно укорочены и тело, и ветвь. В таких случаях внутренний криволинейный дистрактор способен решить проблему за один этап, обеспечивая отличный эстетический результат без наружных рубцов.

- *Внеротовой аппарат* показан при тяжелом недоразвитии (дефицит >25 мм, выраженный «птичий» профиль лица), когда требуется максимальное удлинение и жесткий интраоперационный контроль вектора. Также наружный доступ обоснован, если анатомические условия не позволяют установить внутренний дистрактор (например, крайне малая ветвь челюсти у пациента с синдромом Робена, где внутренняя конструкция физически не помещается).

- *Комбинированное применение методов* возможно последовательным образом: сначала внутриротовая дистракция для коррекции одной компоненты деформации, затем (при необходимости) наружная – для усиления эффекта в другой плоскости. Однако по возможности рекомендуется ограничиться одним этапом с внутренним аппаратом, чтобы снизить травматичность лечения.

- *Предоперационная подготовка* должна включать детальное 3D-планирование остеотомии и дистракции. Изготовление стереолитографических моделей и индивидуальных шаблонов облегчает установку внутриротового дистрактора и предотвращает ошибки позиционирования. При наружном методе важно тщательно разметить линию кожного разреза с учетом зон прохождения лицевого нерва.

- *Ведение пациента в процессе дистракции* требует регулярного мониторинга: осмотры каждые 3–5 дней, рентген-контроль положения костных фрагментов, ультразвуковой контроль состояния регенерата, тщательный гигиенический уход за послеоперационной областью (особенно при наружном доступе – обработка мест выхода стержней). При малейших признаках инфекции нужно немедленно начинать лечение (антисептики, антибиотики), не дожидаясь развития тяжелых осложнений.

- *Мультидисциплинарный подход*: ребенок с челюстно-лицевой аномалией должен наблюдаться командой специалистов (челюстно-лицевой хирург, ортодонт, отоларинголог, пульмонолог, неонатолог, анестезиолог-реаниматолог, логопед, психолог). Это обеспечивает оптимальное планирование (ортодонтические мероприятия до и после операции), полноценную реабилитацию речи и питания, а также психологическую поддержку, особенно при необходимости длительного ношения наружного аппарата.

- *Информированное согласие*: при планировании лечения хирург подробно обсуждает с родителями пациента ожидаемые результаты и возможные риски. Семье показывают фотографии типичного внешнего дистрактора, поясняют сроки и правила ухода при наружном методе либо разъясняют преимущества внутреннего аппарата. Совместное взвешенное решение повышает удовлетворенность лечением и приверженность пациента к рекомендациям.

Внедрение вышеперечисленных рекомендаций позволит индивидуализировать подход к лечению подростков с недоразвитием нижней челюсти и повысить эффективность и безопасность дистракционного остеогенеза в клинической практике.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ / REFERENCES

1. Master DL, Hanson PR, Gosain AK. Complications of mandibular distraction osteogenesis. *J Craniofac Surg.* 2010;21(5):1565-70.
<https://doi.org/10.1097/scs.0b013e3181ecc6e5>
2. Rachmiel A, Aizenbud D, Eleftheriou S, Peled M, Laufer D. Extraoral vs. intraoral distraction osteogenesis in the treatment of hemifacial microsomia. *Ann Plast Surg.* 45(4):386-94.
<https://doi.org/10.1097/00000637-200045040-00006>
3. Федотов РН, Топольницкий ОЗ, Шуба МИ, Яковлев СВ, Зангиева ОТ, Епифанов СА. Ортогнатическая хирургия, дистрационный остеогенез и цифровое планирование у пациентов с двусторонней расщелиной губы и неба. *Вестник Национального медико-хирургического Центра им. Н.И. Пирогова.* 2021;16(4):88-93.
https://doi.org/10.25881/20728255_2021_16_4_88
- Fedotov R.N., Topolnitskiy O.Z., Shuba M.I., Yakovlev S.V., Zangieva O.T., Epifanov S.A. Orthognathic surgery, distraction osteogenesis and digital planning in patients with bilateral cleft lip and palate. *Bulletin of Pirogov National Medical & Surgical Center.* 2021;16(4):88-93 (In Russ.).
https://doi.org/10.25881/20728255_2021_16_4_88
4. Cope JB, Samchukov ML, Cherkashin AM. Mandibular distraction osteogenesis: a historic perspective and future directions. *Am J Orthod Dentofacial Orthop.* 1999;115(4):448-460.
[https://doi.org/10.1016/S0889-5406\(99\)70266-0](https://doi.org/10.1016/S0889-5406(99)70266-0)
5. Chocron Y, Barone N, Zammit D, Gilardino MS. Efficacy and Complications of Mandibular Distraction Osteogenesis for Airway Obstruction in the Robin Sequence Population: A Comprehensive Literature Review. *J Craniofac Surg.* 2022;33(6):1739-1744.
<https://doi.org/10.1097/scs.00000000000008611>
6. Disler ER, Hassanzadeh T, Vecchiotti MA, Marston AP, Scott AR. Complications of Pediatric Mandibular Distraction Osteogenesis: A Comparison of Internal and External Devices. *Facial Plast Surg Aesthet Med.* 2025;27(1):44-46.
<https://doi.org/10.1089/fpsam.2024.0128>
7. Breik O, Tivey D, Umapathysivam K, Anderson P. Does the Rate of Distraction or Type of Distractor Affect the Outcome of Mandibular Distraction in Children With Micrognathia? *J Oral Maxillofac Surg.* 2016;74(7):1441-53.
<https://doi.org/10.1016/j.joms.2016.01.049>
8. Paes EC, Bittermann GKP, Bittermann D, Muradin MM, van Hogeand R, Etty E, et al. Long-Term Results of Mandibular Distraction Osteogenesis with a Resorbable Device in Infants with Robin Sequence: Effects on Developing Molars and Mandibular Growth. *Plast Reconstr Surg.* 2016 Feb;137(2):375e-385e.
<https://doi.org/10.1097/01.prs.0000475769.06773.86>
9. Steinberg JP, Brady CM, Waters BR, Soldanska M, Burstein FD, Thomas JE, Williams JK. Mid-Term Dental and Nerve-Related Complications of Infant Distraction for Robin Sequence. *Plast Reconstr Surg.* 2016;138(1):82e-90e.
<https://doi.org/10.1097/prs.00000000000002271>
10. Ramirez-Garcia R, Humphries LS, Reid RR. Alternative Factors Associated With Failure of Mandibular Distraction Osteogenesis. *FACE.* 2020;1(1):51-57.
<https://doi.org/10.1177/2732501620949197>
11. Mao Z, Zhang N, Shu L, Cui Y. Imaging characteristics of the mandible and upper airway in children with Robin sequence and relationship to the treatment strategy. *Int J Oral Maxillofac Surg.* 2020;49(9):1122-1127.
<https://doi.org/10.1016/j.ijom.2020.02.005>
12. Tahiri Y, Greathouse ST, Tholpady SS, Havlik R, Sood R, Flores RL. Mandibular Distraction Osteogenesis in Low-Weight Neonates with Robin Sequence: Is It Safe? *Plast Reconstr Surg.* 2015;136(5):1037-1044.
<https://doi.org/10.1097/prs.0000000000001710>
13. Rachmiel A, D Aizenbud, S Eleftheriou, M Peled, D Laufer. Extraoral vs. intraoral distraction osteogenesis in the treatment of hemifacial microsomia. *Ann Plast Surg.* 2000;45(4):386-94.
<https://doi.org/10.1097/00000637-200045040-00006>
14. Rachmiel A, Manor R, Peled M, Laufer D. Intraoral distraction osteogenesis of the mandible in hemifacial microsomia. *J Oral Maxillofac Surg.* 2001;59(7):728-733.
<https://doi.org/10.1053/joms.2001.24280>
15. Lin SJ, Roy S, Patel PK. Distraction osteogenesis in the pediatric population. *Otolaryngol Head Neck Surg.* 2007;137(2):233-238.
<https://doi.org/10.1016/j.otohns.2007.03.035>
16. Rachmiel A, Shilo D, Hija A, Capucha T, Zeineh N, Emodi O, Krasovsky A. Using in-house 3D technology for optimal spatial positioning of elongation devices for distraction osteogenesis-a cost-effective alternative. *Front Oral Health.* 2025;6:1514050
<https://doi.org/10.3389/froh.2025.1514050>
17. Verlinden CR, van de Vijfeijken SE, Jansma EP, Becking AG, Swennen GR. Complications of mandibular distraction osteogenesis for congenital deformities: a systematic review of the literature and proposal of a new classification for complications. *Int J Oral Maxillofac Surg.* 2015;44(1):37-43.
<https://doi.org/10.1016/j.ijom.2014.07.009>
18. Breik O, Umapathysivam K, Tivey D, Anderson P. Feeding and reflux in children after mandibular distraction osteogenesis for micrognathia: A systematic review. *Int J Pediatr Otorhinolaryngol.* 2016;85:128-35.
<https://doi.org/10.1016/j.ijporl.2016.03.033>
19. Kosyk MS, Salinero LK, Morales CZ, Shakir S, Cielo CM, Scott M, et al. Comprehensive Long-Term Outcomes Following Mandibular Distraction Osteogenesis. *Cleft Palate Craniofac J.* 2025;Jan;62(1):108-116.
<https://doi.org/10.1177/10556656231206884>
20. Thom DH, Lam VN, Son TT. The Outcome of Mandibular Distraction Osteogenesis in Infants with Severe Pierre Robin Sequence in Vietnam. *Kobe J Med Sci.* 2023;69(3):E115-E121.
<https://doi.org/10.24546/0100485260>
21. Kosyk MS, Carlson AR, Zapatero ZD, Kalmar CL, Cielo CM, Liou J, et al. Mandibular Distraction Osteogenesis for Tongue-Based Airway Obstruction Without Micrognathia. *Ann Plast Surg.* 2022 ;88(1):54-58.
<https://doi.org/10.1097/sap.00000000000002891>

22. Taufique Z, Ebert B, Smith EC, Zavala H, Scott AR, Roby BB. The Safety and Efficacy of Mandibular Distraction Osteogenesis Among Infants Less Than 3 kg. *Laryngoscope*. 2022;132(6):1295-1299.
<https://doi.org/10.1002/lary.29877>
23. McGhee H, Gehle D, Shope C, Wen CC, Marston AP, Discolo C, Pecha PP. Feeding Performance and Outcomes in Infants With Robin Sequence Undergoing Mandibular Distraction Osteogenesis. *Cleft Palate Craniofac J*. 2024;61(2):295-301.
<https://doi.org/10.1177/10556656221127542>
24. Mace EL, Krishnapura SG, Golinko M, Phillips JD, Belcher RH. Pre-Operative Characteristics Helping to Avoid Gastrostomy Tube After Mandibular Distraction in Neonates With Pierre-Robin Sequence: A Institutional Case-Series and Review of the Literature. *Ann Otol Rhinol Laryngol*. 2024;133(7):679-685.
<https://doi.org/10.1177/00034894241249547>
25. Govaerts D, Kalantary S, Van de Castele E, Nadjmi N. Mandibular distraction osteogenesis in children with Pierre Robin sequence: long-term analysis of teeth and jaw growth. *Br J Oral Maxillofac Surg*. 2024;62(6):551-558.
<https://doi.org/10.1016/j.bjoms.2024.04.008>
26. Hammoudeh JA, Fahradyan A, Brady C, Tsuha M, Azadgoli B, Ward S, Urata MM. Predictors of Failure in Infant Mandibular Distraction Osteogenesis. *J Oral Maxillofac Surg*. 2018;76(9):1955-1965.
<https://doi.org/10.1016/j.joms.2018.03.008>
27. Breik O, Tivey D, Umapathysivam K, Anderson P. Mandibular distraction osteogenesis for the management of upper airway obstruction in children with micrognathia: a systematic review. *Int J Oral Maxillofac Surg*. 2016;45(6):769-782.
<https://doi.org/10.1016/j.ijom.2016.01.009>
28. Tholpady SS, Costa M, Hadad I, Havlik RJ, Socas J, Matt BH, Flores RL. Mandibular distraction for Robin sequence associated with laryngomalacia. *J Craniofac Surg*. 2015;26(3):826-830.
<https://doi.org/10.1097/scs.0000000000001546>
29. Almajed A, Viesel-Mathieu A, Gilardino MS, Flores RL, Tholpady SS, Côté A. Outcome Following Surgical Interventions for Micrognathia in Infants With Pierre Robin Sequence: A Systematic Review of the Literature. *Cleft Palate Craniofac J*. 2017;54(1):32-42.
<https://doi.org/10.1597/15-282>
30. Hong P, Graham E, Belyea J, Taylor S, Kearns D, Bezuhly M. The Long-Term Effects of Mandibular Distraction Osteogenesis on Developing Deciduous Molar Teeth. *Plastic Surgery International*. 2012:1-5.
<https://doi.org/10.1155/2012/913807>

СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ

Автор, ответственный за связь с редакцией:

Шаповалов Павел Игоревич, челюстно-лицевой хирург отделения хирургического лечения аномалий черепно-челюстно-лицевой области Центрального научно-исследовательского института стоматологии и челюстно-лицевой хирургии, Москва, Российская Федерация

Для переписки: shapovalov_pi@cniis.ru

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-1929-717X>

Лосев Федор Федорович, доктор медицинских наук, профессор, член-корреспондент РАН, заслуженный деятель науки РФ, директор Центрального научно-исследовательского института стоматологии и челюстно-лицевой хирургии, Москва, Российская Федерация

Для переписки: cniis@cniis.ru

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-9448-9614>

INFORMATION ABOUT THE AUTHORS

Corresponding author:

Pavel I. Shapovalov, DDS, Department of the Surgical Treatment of Cranio-Maxillofacial Anomalies, Central Research Institute of Dentistry and Maxillofacial Surgery, Moscow, Russian Federation

For correspondence: shapovalov_pi@cniis.ru

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-1929-717X>

Fedor F. Losev, DMD, PhD, DSc, Professor, Corresponding Member of the Russian Academy of Sciences,

Honored Scientist of the Russian Federation, Head of the Central Research Institute of Dentistry and Maxillofacial Surgery, Moscow, Russian Federation

For correspondence: cniis@cniis.ru

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-9448-9614>

Поступила / Article received 18.06.2025

Поступила после рецензирования / Revised 06.07.2025

Принята к публикации / Accepted 18.08.2025

Вклад авторов в работу. Все авторы подтверждают соответствие своего авторства международным критериям ICMJE, а также согласны принять на себя ответственность за все аспекты работы: Шаповалов П.И. – разработка методологии, проведение исследования, формальный анализ, визуализация, написание черновика рукописи; Лосев Ф.Ф. – разработка концепции, научное руководство, курирование данных, рецензирование и редактирование рукописи, административное руководство исследовательским проектом.

Authors' contribution. All authors confirm that their contributions comply with the international ICMJE criteria and agree to take responsibility for all aspects of the work: Shapovalov P.I. – methodology, investigation, formal analysis, visualization, writing – original draft preparation; Losev F.F. – conceptualization, supervision, data curation, writing-review and editing, project administration.