

**ПЕРСОНАЛИЗИРОВАННЫЕ ОРТОДОНТИЧЕСКИЕ АППАРАТЫ
ПРЯМОЙ МЕТАЛЛИЧЕСКОЙ 3D ПЕЧАТИ В ЛЕЧЕНИИ ПОПЕРЕЧНОГО
СУЖЕНИЯ ВЕРХНЕЙ ЧЕЛЮСТИ У ДЕТЕЙ.**

Хатамов Шухрат Баходирович.

Насимова Дiera Икромовна.

Самадова Мафтуна Камбаровна.

Нуралиева Фариза Гуломовна.

Самаркандский государственный медицинский университет.

Узбекистан, Самарканд.

Аннотация. В работе представлены результаты сравнительной оценки эффективности традиционных ортодонтических аппаратов и индивидуализированных конструкций, изготовленных с использованием технологий цифрового проектирования и прямой металлической 3D печати, при лечении поперечного сужения верхней челюсти у детей. Показано, что применение персонализированных цифровых аппаратов обеспечивает более выраженное расширение верхней зубной дуги, сокращает сроки изготовления ортодонтической конструкции, уменьшает количество клинических посещений и снижает уровень дискомфорта пациентов. Полученные результаты подтверждают высокую клиническую и организационную эффективность цифрового протокола лечения и обосновывают перспективность его широкого внедрения в современную детскую ортодонтию.

Ключевые слова: поперечное сужение верхней челюсти, ортодонтическое лечение, цифровая стоматология, CAD/CAM, прямая металлическая 3D печать, персонализированные ортодонтические аппараты, небное расширение, детская ортодонтия.

**PERSONALIZED DIRECT METAL 3D PRINTED ORTHODONTIC
APPLIANCES FOR THE TREATMENT OF TRANSVERSE MAXILLARY
CONSTRICTION IN CHILDREN.**

Khatamov Shukhrat Bakhodirovich, Nasimova Diera Ikromovna,

Samadova Maftuna Kambarovna, Nuralieva Fariza Gulomovna.

Samarkand State Medical University. Samarkand, Uzbekistan.

Abstract. *This study presents the results of a comparative evaluation of the effectiveness of conventional orthodontic expanders and individualized appliances manufactured using digital design and direct metal 3D printing technologies for the treatment of transverse maxillary constriction in children. The findings demonstrated that personalized digitally fabricated appliances provided greater transverse expansion of the maxillary dental arch, reduced appliance fabrication time, decreased the number of clinical visits, and improved patient comfort. The results confirm the high clinical and organizational effectiveness of the digital treatment workflow and support the broader implementation of digital technologies in contemporary pediatric orthodontics.*

Keywords: *transverse maxillary constriction, orthodontic treatment, digital dentistry, CAD/CAM, direct metal 3D printing, personalized orthodontic appliances, rapid maxillary expansion, pediatric orthodontics.*

Актуальность. Поперечное сужение верхней челюсти относится к числу наиболее распространённых аномалий зубочелюстной системы у детей и сопровождается нарушением окклюзионных взаимоотношений, формированием перекрёстного прикуса, недостаточным развитием верхнего зубного ряда и изменениями функций дыхания и жевания. Традиционная технология изготовления аппаратов для быстрого небного расширения предусматривает выполнение нескольких последовательных клинических и лабораторных этапов, что увеличивает продолжительность лечения и требует дополнительных посещений врача. Развитие цифровых технологий CAD/CAM и прямой металлической 3D печати позволяет перейти к индивидуализированному изготовлению ортодонтических конструкций, обеспечивая высокую точность их соответствия анатомическим особенностям зубочелюстной системы. Несмотря на активное внедрение цифровых методов в стоматологическую практику, данные об их клинической эффективности при лечении детей остаются ограниченными, что определяет актуальность настоящего исследования.

Цель исследования. Оценить клиническую эффективность и организационные преимущества применения индивидуальных ортодонтических аппаратов, изготовленных методом прямой металлической 3D печати, при лечении поперечного сужения верхней челюсти у детей.

Материалы и методы. Исследование проведено на базе кафедры госпитальной стоматологии Самаркандского государственного медицинского университета. В исследование были включены 30 детей в возрасте от 8 до 10 лет с диагностированным поперечным сужением верхней челюсти и односторонним либо двусторонним перекрёстным прикусом. После клинического обследования пациенты были

случайным образом распределены на две равные группы. В первой группе применяли классические несъёмные аппараты быстрого небного расширения типа Нурах, изготовленные лабораторным способом с использованием ортодонтических колец. Во второй группе использовали индивидуальные аппараты аналогичной конструкции, созданные на основании цифрового моделирования и изготовленные методом прямой металлической 3D печати из кобальт хромового сплава. Клиническую эффективность лечения оценивали по изменению межмолярного расстояния на цифровых моделях челюстей и данным конусно лучевой компьютерной томографии до и после завершения активной фазы расширения. Дополнительно анализировали сроки изготовления аппаратов, количество клинических посещений, необходимость применения разделительных колец, проведения коррекции конструкции при фиксации, а также уровень болевого синдрома по визуальной аналоговой шкале.

Результаты исследования. Лечение привело к устранению поперечного дефицита верхней челюсти у пациентов обеих групп. При этом использование индивидуальных аппаратов, изготовленных методом прямой металлической 3D печати, сопровождалось более выраженным клиническим эффектом. Прирост межмолярного расстояния оказался на 1,8 мм выше по сравнению с традиционной технологией изготовления аппаратов, различия были статистически значимыми ($p < 0,05$). По данным конусно лучевой компьютерной томографии отмечалась тенденция к большему увеличению поперечного размера носовой полости у пациентов основной группы, однако полученные различия не достигли уровня статистической значимости ($p > 0,1$). Существенные различия были выявлены при анализе организационных показателей лечения. Средняя продолжительность изготовления аппарата методом прямой 3D печати составила 7 суток, тогда как изготовление традиционной конструкции занимало около 14 суток. Использование цифровой технологии позволило полностью отказаться от применения разделительных колец и исключить необходимость дополнительной коррекции аппарата во время фиксации. Это способствовало уменьшению количества посещений врача и сокращению сроков начала ортодонтического лечения. Анализ субъективной переносимости показал более благоприятные результаты в основной группе. Средний показатель болевого синдрома составил $3,0 \pm 1,2$ балла, тогда как у пациентов, лечившихся традиционными аппаратами, данный показатель достигал $4,5 \pm 1,0$ балла ($p < 0,05$). Более низкий уровень дискомфорта, вероятно, обусловлен высокой точностью цифрового проектирования, оптимальным прилеганием конструкции к зубным рядам и отсутствием дополнительных подготовительных этапов.

Обсуждение. Полученные результаты подтверждают, что цифровое проектирование в сочетании с технологией прямой металлической 3D печати обеспечивает не только высокую точность изготовления ортодонтических аппаратов, но и позволяет оптимизировать весь лечебный процесс. Индивидуализированное моделирование конструкции способствует более равномерному распределению ортодонтических сил, что может объяснять более выраженное увеличение ширины зубной дуги при сопоставимых сроках лечения. Исключение промежуточных лабораторных процедур и высокая точность изготовления сокращают время подготовки аппарата и уменьшают необходимость дополнительных клинических манипуляций, что особенно важно в детской ортодонтической практике.

Выводы. Применение индивидуальных ортодонтических аппаратов, изготовленных методом прямой металлической 3D печати, демонстрирует высокую клиническую эффективность при лечении поперечного сужения верхней челюсти у детей. Использование цифровых технологий позволяет сократить сроки изготовления конструкций в два раза, уменьшить количество клинических посещений, исключить необходимость использования разделительных колец и дополнительной коррекции аппарата, а также снизить выраженность болевого синдрома при сохранении высокой эффективности расширения верхней челюсти. Полученные результаты свидетельствуют о перспективности широкого внедрения цифровых технологий в клиническую практику детской ортодонтии и подтверждают их значительный потенциал для повышения качества специализированной стоматологической помощи.

Список литературы.

1. Proffit W.R., Fields H.W., Larson B.E., Sarver D.M. Contemporary Orthodontics. 7th ed. St. Louis: Elsevier; 2023.
2. Graf S., Vasudavan S., Wilmes B. Clinical guidelines for direct printed metal orthodontic appliances. Seminars in Orthodontics. 2018;24(4):461–469.
3. Graf S., Vasudavan S., Wilmes B. 3D Metal Printing in Orthodontics: Current Trends, Biomaterials, Workflows and Clinical Implications. Seminars in Orthodontics. 2023;29(1):34–42.
4. Graf S., Vasudavan S., Wilmes B. Advantages and disadvantages of the three-dimensional metal printed orthodontic appliances. Journal of the World Federation of Orthodontists. 2022.

5. Quinzi V., Marchetti E., Saccomanno S., et al. A New Proposal: A Digital Flow for the Construction of a Haas-Inspired Rapid Maxillary Expander (HIRME). *Materials (Basel)*. 2020;13(13):2898.
6. Wang X., Zhang Y., Liu H., et al. A fully digital workflow for the design and manufacture of a class of metal orthodontic appliances. *Heliyon*. 2024;10(11):e32064.
7. The clinical applications and outcomes of digital MARPE in orthodontics: A scoping review. *Seminars in Orthodontics*. 2025;31(2):299–309.