

Оценка результатов лечения аномалий прикуса с помощью элайнеров

О.П. Шулепова, А.П. Чегодаева

ФГБУ ДПО «Центральная государственная медицинская академия» УД Президента РФ, Москва

Evaluation of treatment results of malocclusion with aligners

O.P. Shulepova, A.P. Chegodaeva

Central State Medical Academy of Department of Presidential Affairs, Moscow, Russia

Аннотация

Для пациентов элайнеры, с эстетической точки зрения, являются более привлекательными ортодонтическими аппаратами, чем брекет-система. Благодаря внедрению в повседневную лабораторную практику 3D-технологий в нашей стране лечение с помощью элайнеров стало более доступным. Однако опыт по данному методу лечения накоплен небольшой, особенно по разработке собственных подходов без участия иностранных компаний. Это подтверждается анализом немногочисленной литературы по данной теме. Соответственно, сложно судить об эффективности лечения с помощью элайнеров и стабильности результатов, а значит, требуется тщательный анализ метода.

Цель исследования: изучить характер изменений зубных дуг в горизонтальной плоскости после выравнивания зубов на цифровых моделях челюстей пациента для повышения качества лечения с помощью элайнеров.

Изучено 60 протоколов лабораторного этапа лечения аномалий прикуса с помощью элайнеров. Группа исследованных (взрослые, м./ж.) была разделена на две подгруппы: 1-я – нейтральное соотношение зубных рядов и легкая степень скученности, 2-я – средняя степень скученности и/или незначительное несоответствие зубных рядов в сагиттальном направлении. При оценке результатов между группами учитывались частота и объем сепарации зубов, срок лечения по количеству кап. Движения зубов в горизонтальной плоскости осуществлялись в программе 3ShapeOrthoAnalyzer с 6-ю степенями свободы. В ходе исследования проведены измерения зубных рядов и расчеты по 4-10 параметрам, в том числе предложенные нами диагональные размеры моляр-премоляр справа и слева. Статистическая обработка по методу Стьюдента проведена в I группе данных начала лечения и II группе после лабораторного этапа.

Визуально во всех случаях менялась форма зубных дуг, однако достоверные различия получены только по ширине обеих зубных дуг и по диагональным размерам верхнего зубного ряда, которые не превысили 1,5 мм. В то же время анализ протоколов группы в целом выявил частоту встречаемости более 50% случаев, объем сепарации до 6 мм и срок лечения до 2 лет. Также отмечена более объемная коррекция верхнего зубного ряда, чем нижнего, а расширение зубной дуги более выраженное в области премоляров, чем моляров.

Выявленные закономерности позволяют рекомендовать диагональные размеры верхней зубной дуги как приоритетные при оценке результатов лабораторного этапа лечения аномалий прикуса. Полученные ориентиры можно использовать для дальнейших исследований и повышения качества планирования лечения.

Ключевые слова: лабораторный этап, лечение с помощью элайнеров, диагональный размер зубной дуги.

Abstract

Relevance. From the aesthetic point of view, for patients, the aligners are more attractive orthodontic appliances than the bracket system. Thanks to the introduction of 3D technologies into everyday laboratory practice, treatment in our country with the help of aligners has become more affordable. However, experience with this method of treatment has been gained little, especially in developing its own approaches without the participation of foreign companies. This is confirmed by the analysis of literature on this topic. Accordingly, it is difficult to judge the effectiveness of treatment with the help of aligners and the stability of the results, which means that the method requires careful analysis. Objective: to study the nature of changes in dental arches in the horizontal plane after alignment of the teeth on digital models of the patient's jaws to improve the quality of treatment with the help of aligners. Materials and methods. Studied 60 protocols of the laboratory stage of bite anomalies treatment with the help of aligners. The group studied (adults, m / f.) Was divided into two subgroups: 1 - neutral ratio of dentition and mild degree of crowding, 2 - moderate degree of crowding and / or slight disparity of dentition in the sagittal direction. When assessing the results between groups, the frequency and volume of tooth separation, the duration of treatment by the number of kapps were taken into account. The movements of teeth in the horizontal plane were carried out in the 3ShapeOrthoAnalyzer program with 6 degrees of freedom. In the course of the study, measurements of the dentition and calculations on 4-10 parameters were carried out, including the diagonal dimensions proposed by us for molar-premolar on the right and left. Student's statistical treatment was carried out in group I of the start of treatment data and group II after the laboratory stage. Results. Visually, in all cases, the shape of the dental arches changed, however, significant differences were obtained only in the width of both dental arches and in the diagonal dimensions of the upper dentition, which did not exceed 1.5 mm. At the same time, an analysis of the protocols of the group as a whole revealed the frequency of occurrence in more than 50% of cases, the volume of separation up to 6 mm and the duration of treatment up to 2 years. Also, a more volumetric correction of the upper

dentition than the lower one was noted, and the expansion of the dental arch was more pronounced in the area of premolars than molars. Conclusion The revealed patterns allow us to recommend the diagonal dimensions of the upper dental arch, as priorities, when evaluating the results of the laboratory stage of bite anomalies treatment. The obtained guidelines can be used for further research and improving the quality of treatment planning.

Key words: laboratory stage, treatment with the help of aligners, diagonal size of the dental arch.

За последние годы среди врачей- ортодонтосов возрос интерес к таким аппаратам, как элайнеры, потому что они более привлекательны для пациентов ортодонтического профиля. По сути это комплект капп из полимерных материалов, используемых для перемещения зубов. Как правило, ортодонтические лаборатории предоставляют услугу не только по их изготовлению, но также и по планированию лечения, так как это два взаимосвязанных процесса.

Технология подразумевает воспроизведение в компьютерной программе моделей зубов пациента в цифровом виде, проведение перемещений зубов с целью выравнивания и улучшения их взаимоотношений. На каждый дозируемый сдвиг зубов в 3D-принтере печатается шаблон зубного ряда и штампуются каппа. Лечение заключается в последовательной смене капп. Очевидно, что результат лечения на 100% зависит от качества лабораторного этапа.

В отечественной литературе встречается некоторый анализ технологии изготовления элайнеров и использования их в лечении [1], оценка практических результатов их применения [2], изучение аспекта качества лечения с помощью элайнеров [3]. С.Коваль в статье отмечает важность соблюдения границ альвеолярных отростков и тонуса околоушных мышц при перемещениях зубов. Очевидно, что данное утверждение является основополагающим принципом лечения всех стоматологов, в том числе ортодонтосов [4,5]. Чрезмерное отклонение зубов в вестибулярном направлении может привести к рецидиву, поэтому мы решили изучить характер перемещений зубов на цифровых моделях и полученных в результате этого изменений зубных дуг.

Цель исследования: изучить характер изменений зубных дуг в горизонтальной плоскости после выравнивания зубов на цифровых моделях челюстей пациента для повышения качества лечения с помощью элайнеров.

Материалы и методы

Изучены цифровые диагностические модели, составляющие - протоколы лабораторного этапа лечения 60 пациентов обоего пола в возрасте 18-35 лет с аномалиями прикуса и незначительной степенью выраженности симптомов. Виртуальные перемещения зубов проводились на цифровых моделях в программе 3ShapeOrthoAnalyzer в ортодонтической ла-

боратории «Ортодепо» (Москва). Измерения зубных рядов проводились по методу Пона в трансверсальном направлении, по методу Коргхауза и Шварца в сагиттальном [6]. Также нами предложено измерение диагонального расстояния между моляром одной стороны и премоляром другой справа и слева.

Критерии включения:

- наличие всех постоянных зубов;
- легкая степень выраженности ортодонтической патологии;
- отсутствие дефектов зубных дуг.

Критерии исключения:

- первичная адентия моляров и премоляров;
- вторичная адентия моляров и премоляров.

Диагностические модели были разделены на две подгруппы в зависимости от степени выраженности аномалии: 1-я – с легкой степенью (30 случаев); 2-я – со средней степенью (30 случаев).

В подгруппах встретились следующие сочетания симптомов: 1 – нейтральное соотношение зубных рядов, легкая степень скученности зубов; 2 – нейтральное соотношение зубных рядов и средняя степень скученности зубов и/или незначительные несоответствия смыкания зубных рядов в сагиттальном направлении, выраженные в большем сужении зубных дуг и вариабельности размеров переднего отрезка.

Во всех случаях окончанием лабораторного этапа лечения считалось выравнивание контуров зубных дуг, определяемое визуально, и достижение фиссуро-бугоркового смыкания зубных рядов (рис. 1).

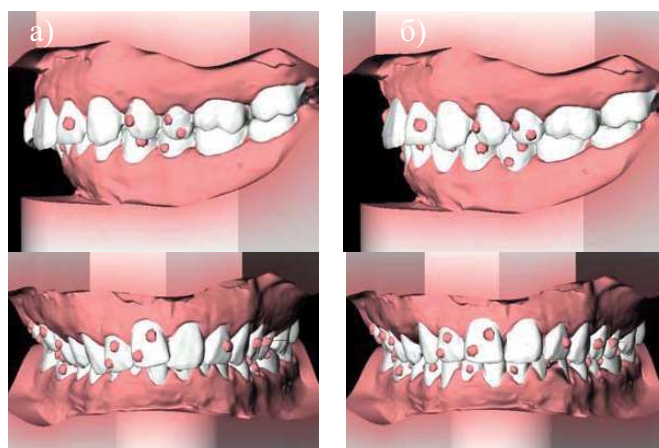


Рис. 1. Пример лабораторного этапа лечения с помощью элайнеров: а – аномалия прикуса; б – получение фиссуро-бугорковых контактов.

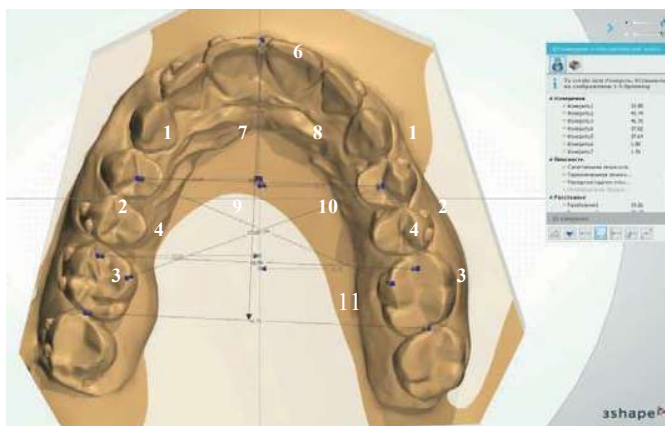


Рис. 2. Референтные точки и линии на верхней челюсти: 1 – середина фиссуры первых премоляров; 2 – середина фиссуры между передними буграми первых моляров; 3 – дистальная контактная точка первых моляров; 4 – вершина переднего небного бугра первых моляров; 5 – точка на вестибулярной поверхности резцов; 6 – линия небного шва, как срединно-сагиттальная линия; 7,8,9,10 – перпендикуляры к линии 6 из фиссурных точек на молярах и премолярах; 11 – линия, обозначающая уровень дистальных краев верхних первых моляров.



Рис. 3. Референтные точки и линии на нижней челюсти: 1 – дистальная контактная точка первых премоляров; 2 – дистальный щечный бугор первых моляров; 3 – дистальная контактная точка первых моляров; 4 – точка на вестибулярной поверхности между центральными резцами; 5 – продольная ось нижнего зубного ряда, проведенная через точку 4; 6 – линия, обозначающая уровень дистальных краев первых премоляров; 7 – линия, обозначающая уровень дистальных краев первых моляров.

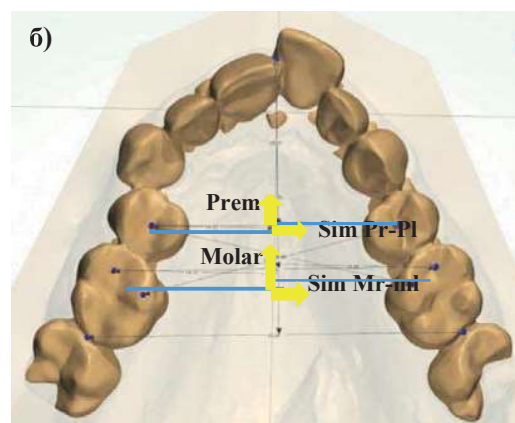
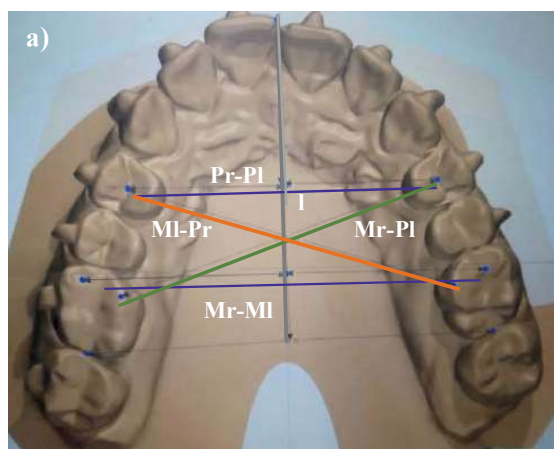


Рис. 4. Измерение параметров зубного ряда на верхней челюсти: а) Pr-Pl – ширина в области премоляров; Mr-Ml – ширина в области моляров; I – длина переднего отрезка зубного ряда; L – проекционная длина зубного ряда; б) Sim.Pr-Pl – разница между шириной зубной дуги в области премоляров справа и слева (линии 7 и 8 рис. 3); Prem – величина несовпадения линий 7 и 8 по небному шву; Sim.Mr-Ml – разница между шириной зубной дуги в области премоляров справа и слева (линии 9 и 10 рис. 3); Molar – величина несовпадения линий 9 и 10 по небному шву.

Движения зубов осуществлялись с 6-ю степенями свободы в программе 3ShapeOrthoAnalyzer, в которой синхронно отображаются любые линейные и угловые отклонения в положении каждого зуба, значения которых автоматически переносятся в таблицы. В то же время плоскостные изменения зубной дуги рассчитывались вручную, для чего использовали референтные точки и линии по Пону, Коргхаузу, а также Шварцу.

Поскольку торто-аномалии верхних моляров и сужение верхнего зубного ряда в области премоляров встречаются достаточно часто, дополнительно в исследование были включены диагональные расстояния от первого моляра одной стороны до первого премоляра с другой (справа налево и слева направо). Для получения данных размеров на первых премолярах использовали стандартно середину фиссуры зуба, а на первых молярах – вершину переднего небного бугра, через которую проходит максимальная по длине траектория движения при устранении торто-аномалии (рис. 2).

На нижней челюсти использованы только стандартные измерения, как показано на скрин-шоте (рис. 3).

Также была изучена асимметрия в положении зубов между правой и левой стороной, обусловленная нарушением порядка и сроков прорезывания постоянных зубов, которая по статистике реже встречается на нижней челюсти [5]. Поэтому интерес вызвала частота встречаемости асимметрии зубных рядов в сагиттальном и трансверсальном направлениях только на верхней челюсти, которая рассчитывалась относительно срединно-сагиттальной линии, как разница между значением ширины правой и левой стороны зубного ряда в области моляров и премоляров и как величина несовпадения этих перпенди-

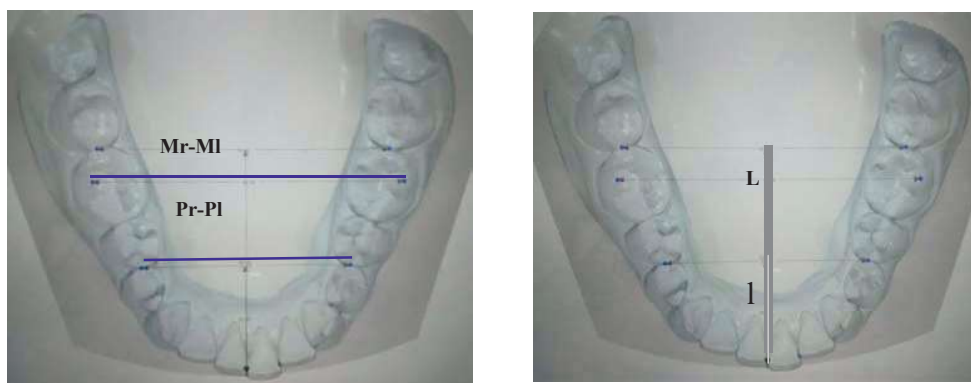


Рис. 5. Измерение параметров зубного ряда на нижней челюсти: Pr-PI – ширина в области премоляров; Mr-MI – ширина в области моляров; l – длина переднего отрезка зубного ряда; L – проекционная длина зубного ряда.

куляров, указывающая на мезиальный сдвиг боковых зубов (рис. 4, 5). При постановке референтных точек в программе автоматически выстраивались референтные линии и определялся размер полученных отрезков. Значения заносились в общую таблицу, но с учетом подгрупп. Всего измерения зубных дуг были проведены по 10 параметрам на верхней челюсти и по 4 на нижней челюсти. Сравнивались 2 группы данных: I – значения до лабораторного этапа лечения; II – значения после виртуального перемещения зубов. При этом находили разницу путем вычитания значений группы I из значений группы II.

Полученные данные обработаны статистически по методу Стьюдента для среднестатистических значений двух независимых рядов показателей с использованием *t*-критерия Стьюдента. Достоверные различия установлены при уровне значимости $p < 0,05$.

Также были проанализированы дополнительные способы устранения скученности и асимметрии зубных рядов в указанной выше лаборатории.

Результаты и обсуждение

В результате визуальной оценки во всех случаях в процессе лабораторного этапа лечения аномалий прикуса с помощью элайнеров были достигнуты следующие лечебные цели: выравнивание

контуров зубных рядов и правильный фиссуробугорковый контакт (рис. 6).

Анализ протоколов показал, что вмешательство в каждом случае проводилось на обеих челюстях, но преобладание количества капп на верхней челюсти свидетельствовало о большей коррекции верхнего зубного ряда, чем нижнего. Изменения конфигурации зубной дуги в трансверсальной плоскости косвенно подтвердили расчеты (табл. 1), по которым мы сделали предварительные выводы о более равномерном увеличении дуги на нижней челюсти, о более выраженных изменениях дуги на верхней челюсти и больших по величине изменениях в области премоляров, чем моляров, на обеих челюстях.

Тенденции в характере изменений формы и размера зубной дуги выявились в 1-й подгруппе и подтвердились расчетами во 2-й. Так, общей тенденцией для всей группы стало увеличение диаметра зубной дуги на обеих челюстях.

Разница между подгруппами определилась по следующим аспектам лечения: в 1-й сепарация апроксимальных поверхностей зубов проводилась в 54% случаев, ее объем в среднем составил 3-4 мм по зубной дуге, срок лечения – 0,6-1 год; во 2-й сепарация – в 76% случаев, объем – в среднем 5-6 мм по зубному ряду, срок лечения – 0,8-2 года. Из вышесказанного следует, что по мере увеличения ску-

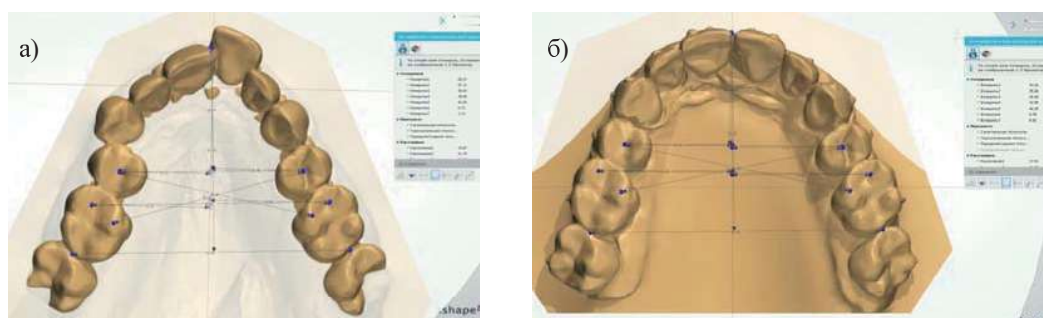


Рис. 6. Пример устранения выраженной деформации зубной дуги. Случай из 2-й подгруппы (скриншоты): а – до лечения; б – после лечения.

Таблица 1

Изменение параметров зубных дуг по величине после лабораторного этапа лечения легкой степени скученности зубов

Параметры зубных рядов		Средние значения различий показателей до и после лабораторного этапа, мм	
Верхний зубной ряд	Ширина	Pr-Pl	0,97*
		Mг-Ml	0,72*
	Длина	l	0,22
		L	0,09
	Диагональ	Mг-Pl	0,74*
		Ml-Pr	0,77*
Нижний зубной ряд	Ширина	Pr-Pl	0,34*
		Mг-Ml	0,24*
	Длина	l	0,25
		L	0,25

Примечания. * - достоверные значения при $p < 0,05$.

ченности зубов, а значит, дефицита места проблема решалась путем увеличения объема сепарации эмали.

Так как в результате вычитания значений показателей асимметрии зубных дуг до лечения из значений после лечения получался отрицательный результат, то закономерно было предположить, что выраженность асимметрии после выравнивания уменьшалась.

Чтобы представить степень изменений асимметрии сравнили их диапазоны: величина несоответствия перпендикуляров 7 и 8, 9 и 10 (см. рис. 1) в трансверсальном направлении составила 0,11-2,96 мм в области премоляров и 0,1-4,72 мм в области моляров. Величина их несоответствия в сагиттальном направлении составила 0,04-3,55 мм в области премоляров и 0,8-4,42 мм в области моляров. Действительно, после лечения диапазон значений уменьшился. Однако значения t -критерия Стьюдента для параметров Sim Pr-Pl, Sim Mг-Ml, Prem, Molar (см. рис. 4) вышли за пределы табличных данных при $p < 0,05$, поэтому среднестатистические значения показателей асимметрии зубных дуг интерпретировались как недостоверные. Случайными величинами также оказались изменения длин l и L как на верхней, так и на нижней челюсти (см. табл. 1).

Достоверность установлена в отношении следующих параметров: ширины верхней и нижней зубных дуг в области премоляров и моляров, а также диагональных размеров верхней дуги (табл. 2). По-

Таблица 2

Изменение параметров зубных дуг по величине после лабораторного этапа лечения легкой степени скученности зубов

Параметры верхней и нижней зубной дуги по ширине и верхней по диагонали		Средне-статистическое значение различий показателей до и после лечения, мм
Pr-Pl	верхний	1,22*
	нижний	0,6*
Mг-Ml	верхний	1,04*
	нижний	0,49*
Ml-Pl		0,98*
Mг-Pl		1,05*

Примечания. * - достоверные значения при $p < 0,05$.

лученные данные сопоставили с характером и степенью перемещений зубов. Выявили движения преимущественно в горизонтальной плоскости следующих направлений: изнутри кнаружи, косо-направленно и с поворотом по оси.

Так как виртуальное движение зубов носило сложный, непрямолинейный характер, а наибольшие изменения выявлены в области премоляров, то именно диагональные размеры зубной дуги моляр/премоляр рекомендованы как приоритетные.

В изученных случаях для диагностики использовались только двухмерные изображения, а в качестве ориентира для выравнивания зубных рядов — функция программы «идеальная дуга», построенная по окклюзионным контактам на цифровой модели. В то время как за рубежом для более эффективного планирования лечения давно и успешно используется сопоставление двух- и трехмерных изображений, связь между которыми возможно установить именно через окклюзиограммы [7]. Так как программа 3SharpOrthoAnalyzer позволяет работать с 3D-технологиями, для повышения качества лечения необходимо расширить и углубить диагностику на лабораторном этапе.

Беспокойство вызывает вертикальный компонент перемещения зубов, а именно вопрос урегулирования окклюзионных контактов. Известно, что даже при незначительных смещениях зубов в горизонтальной плоскости контакты между верхним и нижним зубными рядами нарушаются. И пренебречь этим фактом, значит, получить нестабильность смыкания зубов, чреватую осложнениями со стороны мышц и суставов [10].

Прежде чем оценивать результат виртуальных перемещений, необходимо обращать внимание на существующие технические трудности при

сканировании и воспроизведении зубов пациента в программе, как отмечают некоторые авторы [8]. Очевидно, что эффективность лечения с помощью капп зависит от первой стадии лабораторного этапа. Необходимо достигать высочайшей точности при отображении рельефа зубов. Спорным также является вопрос об эффективности лечения сагиттальных аномалий прикуса с помощью элайнеров. Если в изученных нами случаях дистальное перемещение проводилось редко, то по данным К.А. Брылиной со ссылкой на иностранные источники, дистализацию с помощью элайнеров компании «Invisaling» можно провести на 2.25–2.52 мм, применяя вертикальные прямоугольные аттачменты в области первых и вторых моляров [9].

На практике для изготовления термоформируемых аппаратов используются разные по толщине и качеству полимерные материалы и программы [2]. Если в лаборатории «Ортодепо» между каппами заложено перемещение зуба 0,2 мм с поворотом по оси 2°, то в других лабораториях приняты другие критерии. К сожалению, в отечественной литературе не найдены сведения о сравнительном анализе эффективности лечения разновидностями данных аппаратов. Следовательно, исследования необходимо продолжать.

Выводы

1. При лечении аномалий прикуса с легкой и средней степенью выраженности с помощью элайнеров зубоальвеолярная компенсация проводится в основном за счет верхнего зубного ряда.

2. После лабораторного этапа оба зубных ряда увеличиваются преимущественно в переднем отделе за счет увеличения диаметра дуги.

3. Для оценки изменений верхней зубной дуги рекомендовано применение диагональных параметров моляр/премоляр.

Литература

1. Макеева И.М., Геворкян Т.В., Геворкян О.В. Основные методики изготовления элайнеров. Показания и противопоказания к их применению. *Ортодонтия*. 2012; 4 (60): 36–40 [Makeeva I.M., Gevorgyan T.V., Gevorgyan O.V. The main methods of manufacturing aligners. Indications and contraindications to their use. *Orthodontics*. 2012; 4 (60): 36–40. In Russia].

2. Арсенина О.И., Ряховский А.Н., Сафарова Н.М., Шишкин К.М. Опыт использования корректирующих капп для устранения скученности положения передней группы зубов. *Ортодонтия*. 2014; 1 (65): 35–43 [Arsenina O.I., Ryakhovskiy A.N., Safarova

N.M., Shishkin K.M. Experience in the use of corrective caps to prevent crowded anterior teeth. 2014; 1(65): 35–43. In Russia].

3. Коваль С. Минимально инвазивная эстетическая ортодонтия. *Эстетическая стоматология*. 2015; 1–2: 52–56 [Koval S. Minimally invasive aesthetic orthodontics. *Aesthetic dentistry*. 2015; 1–2: 52–56. In Russia].

4. Леманн К., Хелвиг Э. Основы терапевтической и ортопедической стоматологии. Под ред. С.И.Абакарова, В.Ф.Макеева. Пер. с нем. Львов: ГалДент, 1999. 265 с. [Lehmann K., Helwig E. *Fundamentals of restorative dentistry and prosthodontics*. Edited by S.I. Abakarov, V.F. Makeyeva. Trans. From German – Lviv: GalDent; 1999. h.298 drawing.]

5. Акодус З.М., Анжеркушян Г.А., Арсенина О.И., Бычкова В.М., Верас Э.Я., Виноградова Т.Ф. И др. Руководство по ортодонтии. Под ред. проф. Ф.Я.Хорошилкиной. М.: Медицина, 1982, 464 с. [Akodes Z.M., Angekushyan G.A., Arsenina O.I., Bychkova V.M., Veras E.Ya., Vinogradova T.F. and etc. *Guide to orthodontics*. Edited by proff. F.Ya. Khoroshilkina. M. Medicine; 1982. 464 h., ill. In Russia].

6. Персин Л.С. Ортодонтия. Современные методы диагностики аномалий зубных рядов и окклюзии: учебное пособие. М.: ГЭОТАР-Медиа, 2017. 160 с.: ISBN 978-5-9704-4208-1 [Persin L.S., *Orthodontics. Modern methods of diagnostics of anomalies of dentition and occlusion: school-book*. M: GEOTAR-Media; 2017. 160 h.: ill/ ISBN 978-5-9704-4208-1].

7. Нанда Р. Биомеханика и эстетика в клинической ортодонтии. Пер. с англ. А.В.Коваленко. М.: МЕДпресс-информ, 2009. 388 с. ISBN 5-98322-529-4 [Nanda R. *Biomechanics and aesthetics in clinical orthodontics*. Trans. From English A.V. Kovalenko. M.: MEDpress-inform.: 2009. 388 h.: ill. ISBN 5-98322-529-4].

8. Антосик Р.М. Анализ эффективности ортодонтического лечения пациентов со скученностью зубов на элайнерах, изготовленных по 3-D и DPM-технологии. *Вестник науки и образования*. 2018; 2, 1 (37): 88–90 [Antosik R.M. Analysis of the effectiveness of orthodontic treatment of patients with crowding of teeth on aligners, prepared according to the 3-D and DPM-technology. *Bulletin of Science and Education*. 2018; T.2, 1(37): 88–90. In Russia].

9. Брылина К.А. Эффективное применение элайнеров INVISALING при дистальном движении моляров верхней челюсти: обзор современной иностранной научной литературы. *Главный врач Юга России*. 2017. 18–23 [Brylina K.A. Effective use of INVISALING aligners in the distal movement of molars of the upper jaw: a review of modern scientific literature. *Chief Physician of the South of Russia*. 2017: 18–23. In Russia].

10. Girardot R. Andrew, Editor Jr. *Gold-directed orthodontics*. Copyright 2013, printed in USA. ISBN: 978-1-626620-192-7.

Для корреспонденции/Corresponding author
Шулепова Ольга Петровна/Olga Shulepova
shulepova_orto@mail.ru

Конфликт интересов отсутствует