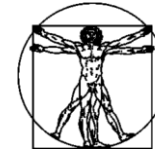


DOI: 10.15593/RZhBiomech/2017.3.05
УДК 531/534: [57+61]



**Российский
Журнал
Биомеханики**
www.biomech.ru

ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ УДАЛЕНИЯ КОМПЛЕКТНЫХ ЗУБОВ НА ЭСТЕТИКУ ЛИЦА В ПРОЦЕССЕ ОРТОДОНТИЧЕСКОГО ЛЕЧЕНИЯ ДИСТАЛЬНОЙ ОККЛЮЗИИ ЗУБНЫХ РЯДОВ

О.Б. Виноградова¹, А.Н. Еловикова¹, Ю.И. Няшин^{2,3}, А.Л. Дубинин^{2,3}

¹Городская стоматологическая поликлиника № 2, Россия, 614070, Пермь, ул. Студенческая, 32, e-mail: sp2@perm.ru

²Кафедра теоретической механики и биомеханики Пермского национального исследовательского политехнического университета, Россия, 614990, Пермь, Комсомольский проспект, 29, e-mail: aspalexey@rambler.ru

³Научно-образовательный центр «Современные проблемы медицинской биомеханики», Россия, 614990, Пермь, Комсомольский проспект, 29, e-mail: nyashin@inbox.ru

Аннотация. В специальной литературе достаточно мало данных по биомеханике зубочелюстной области. Ортодонты сталкиваются с затруднениями в управлении формированием прикуса в процессе деформации челюстей в связи со структурными особенностями их строения; также трудно поддается контролю со стороны врача изменение соотношения челюстей и прикуса в трех направлениях в процессе ортодонтического лечения, так как повышение прикуса на фоне ротации челюстей может негативно сказаться на эстетике лица. В данной работе представлена биомеханическая постановка задачи начальной стадии движения зуба (в рамках костной ткани) под действием ортодонтической нагрузки. Представлены непосредственные результаты лечения дистальной окклюзии зубных рядов с применением несъемной ортодонтической техники у 53 пациентов в возрасте 11–20,5 лет, изменения челюстных, костных и мягкотканевых параметров с целью выявления негативных последствий удаления комплектных зубов на эстетику лица. Установлено, что зубные дуги, апикальные базисы и челюсти в младшем и старшем возрасте в процессе ортодонтического лечения изменяют форму по принципу деформации упругого тела: расширяются зубные дуги в области премоляров и апикальные базисы, укорачиваются их фронтальные отделы, больше у пациентов после удаления зубов. У растущих пациентов увеличивается длина основания нижней челюсти. Уменьшается длина основания верхней челюсти, размеры углов выдвижения верхней и нижней челюстей, особенно после удаления зубов. Фронтальный отдел верхней челюсти смещается кзади. Создаются условия для снижения высоты прикуса у пациентов без удаления зубов и к повышению прикуса у пациентов после удаления двух верхних премоляров. После удаления зубов проявляется тенденция к обострению черт лица вследствие увеличения носогубного угла и угла выпуклости носа. Внешние изменения почти не заметны на фоне устранения основного симптома. Кроме того, количественные изменения углов происходят в пределах физиологического диапазона. Тенденция к повышению прикуса с удалением зубов позитивно отражается на эстетике лица: свободно смыкаются губы, вследствие увеличения подбородочно-губного и межгубного углов, становится менее глубокой надподбородочная борозда, однако одновременно ротирует нижняя челюсть по часовой стрелке, подбородок смещается кзади. При сравнении после лечения с удалением зубов более выраженные изменения наступили в челюстных параметрах: все размеры верхней челюсти статистически достоверно меньше. Подавляющее большинство костных и мягкотканевых параметров к концу лечения

© Виноградова О.Б., Еловикова А.Н., Няшин Ю.И., Дубинин А.Л., 2017
Виноградова Ольга Борисовна, врач-ортодонт, Пермь
Еловикова Александра Наумовна, д.м.н., врач-ортодонт, Пермь
Няшин Юрий Иванович, д.т.н., научный руководитель центра, Пермь
Дубинин Алексей Лаврентьевич, младший научный сотрудник, Пермь

стало близким по своим размерам, независимо от удаления зубов, без статистически достоверного различия. Отсутствие роста основания нижней челюсти у пациентов с постоянным прикусом является противопоказанием к удалению зубов при дистальной окклюзии, обусловленной недоразвитием нижней челюсти.

Ключевые слова: ортодонтическое лечение, биомеханика зубочелюстной системы, дистальная окклюзия, удаление премоляров, изменение профиля лица.

ВВЕДЕНИЕ

Процесс перемещения зубов зависит от множества факторов, таких как индивидуальные параметры пациента (пол, возраст, реакция тканей, способность к росту, физиологические особенности перестройки тканей), характеристики и особенности ортодонтического аппарата. С точки зрения биомеханики задача моделирования и управления процессом полного ортодонтического перемещения зуба (от начальной установки брекет-системы до окончательного установления зуба в новом положении) представляется достаточно сложной. Однако любую сложную задачу можно решить, разбив ее на ряд более простых.

В ранних работах авторов [6, 10, 28] исследована начальная стадия этого процесса с помощью биомеханического подхода. Для управления перемещением зуба в рамках костной лунки существует понятие «центр/область сопротивления зуба». Оно обладает удобными свойствами, аналогичными свойствам центра масс свободного тела: можно приложить такую нагрузку к коронке зуба (место приложения, направление, величина), чтобы организовать его движение в желаемом направлении (поступательное, вращательное). Если линия действия силы проходит через центр сопротивления, то зуб будет двигаться поступательно. Если к зубу приложить пару сил, то зуб совершит поворот вокруг данной точки.

Построена биомеханическая модель движения зуба под действием ортодонтической нагрузки (рис. 1). На примере однокоренного зуба рассматривается малое (мгновенное) перемещение зуба в рамках костной лунки (без учета перестройки костной ткани) под действием системы сил, создаваемой корректирующим аппаратом. Зуб принимается за абсолютно твердое тело, так как его модуль Юнга приблизительно в 30 000 раз больше, чем модуль Юнга периодонта. Сам периодонт принимается линейно-упругой средой. Кость в данную модель не входит, а учитывается лишь таким образом, что исключаются перемещения по внешней границе периодонта. Считается, что ортодонтические силы малы (около 100 грс) и действуют достаточно долго (более 10–20 секунд), чтобы процессы перераспределения периодонтальной жидкости прекратились.

\vec{R}, \vec{M} – векторы-столбцы, которые содержат компоненты главного вектора и главного момента системы внешних сил относительно полюса соответственно; $\vec{\phi}$ – вектор-столбец компонент малого поворота вокруг полюса; \vec{p} – вектор-столбец компонент перемещения полюса.

Ввиду линейной упругости рассматриваемой системы, связь между перемещениями и силами описывается следующими соотношениями:

$$\begin{pmatrix} \vec{p} \\ \vec{\phi} \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} \hat{\alpha} & \hat{\gamma} \\ \hat{\gamma}^T & \hat{\beta} \end{pmatrix} \begin{pmatrix} \vec{R} \\ \vec{M} \end{pmatrix},$$

где матрицы $\hat{\alpha}$, $\hat{\beta}$, $\hat{\gamma}$ характеризуют податливые свойства периодонта.

При постановке краевой задачи считаем, что область обозначена как V , ее граница S , их объединение: $\bar{V} = V \cup S$. Уравнения, описывающие поведение упругой среды, следующие:

$$\begin{aligned} \vec{\nabla} \cdot \vec{\sigma} &= 0, \quad \bar{x} \in V, \\ \vec{\sigma} &= \tilde{C} \cdot \tilde{\varepsilon}, \quad \bar{x} \in \bar{V}, \\ \tilde{\varepsilon} &= \frac{1}{2} (\vec{\nabla} \vec{u} + \vec{\nabla} \vec{u}^T), \quad \bar{x} \in \bar{V}. \end{aligned}$$

Граничные условия:

1. Система ортодонтических сил осуществляется благодаря корректирующей конструкции, которая может быть прикреплена к коронке зуба $\vec{R}|_{S_R} = \vec{R}$, $\vec{M}|_{S_R} = \vec{M}$.
2. Внешняя граница периодонта считается закрепленной (данное условие моделирует соединение с костью): $\vec{u}|_{S_U} = 0$ (см. рис. 1).

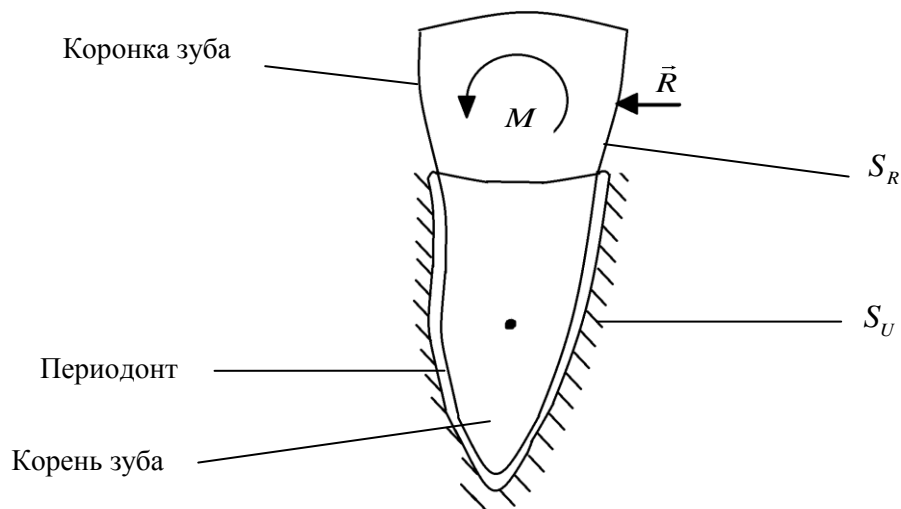


Рис. 1. Схема модели системы «зуб – периодонт»

Для определения оптимальной нагрузки вводится критерий оптимизации в соответствии со следующей формулировкой: разница между начальным перемещением зуба запланированным $\vec{u}^*(\vec{r})$ и рассчитываемым $\vec{u}(\vec{r})$ должна быть минимальна:

$$\begin{aligned} \Phi &= \int [\vec{u}^*(\vec{r}) - \vec{u}(\vec{r})]^2 dV \rightarrow \min, \quad \vec{r} \in V, \\ \vec{u}^*(\vec{r}) &= \vec{p}^* + \vec{\varphi}^* \times \vec{r}, \quad \vec{r} \in V, \end{aligned}$$

$$\vec{u}(\vec{r}) = \vec{\rho} + \vec{\varphi} \times \vec{r}, \quad \vec{r} \in V,$$

где V – область, занимаемая корнем зуба; $\vec{\rho}^*$ – вектор запланированного перемещения полюса, $\vec{\rho}^* = \{x^*, y^*, z^*\}^T$; $\vec{\varphi}^*$ – вектор запланированного малого угла поворота зуба вокруг полюса, $\vec{\varphi}^* = \{\varphi_x^*, \varphi_y^*, \varphi_z^*\}^T$; $\vec{\rho}$ – вектор рассчитываемого перемещения полюса, $\vec{\rho} = \{x, y, z\}^T$; $\vec{\varphi}$ – вектор рассчитываемого малого угла поворота зуба вокруг полюса, $\vec{\varphi} = \{\varphi_x, \varphi_y, \varphi_z\}^T$.

На величину оптимальной нагрузки накладываются такие ограничения, чтобы напряжения в периодонте σ_i , возникающие в результате действия данной системы сил, не превышали кровяного давления в капиллярах периодонта $\sigma_i^{\text{доп}}$

$$\sigma_i < \sigma_i^{\text{доп}}, \quad \forall \vec{r}.$$

Данная постановка применяется для решения проблемы дистальной окклюзии зубных рядов (рис. 2). Эта аномалия характеризуется выпиранием кпереди верхней челюсти, дистальным смещением или нормальным положением нижней челюсти. В основе патогенеза этой аномалии может быть либо смещение зубов, либо нарушение взаимоотношения челюстей вследствие чрезмерного роста верхней или недоразвития нижней, переднего положения верхней или дистального положения нижней челюсти. В процессе лечения следует уменьшить размеры, особенно фронтального отдела верхней челюсти, и создать условия для выдвижения нижней кпереди до восстановления полного контакта зубов с правильным их смыканием.

В современной ортодонтии все больше внимания уделяется эстетике лица в процессе диагностики и лечения зубочелюстных аномалий, особенно дистальной окклюзии с ярко выраженными лицевыми симптомами [3, 11–14, 19, 20, 24]. Негативные стойкие изменения лица наблюдаются при дистальной окклюзии, обусловленной недоразвитием или дистальным смещением нижней челюсти [5, 9]. На изменение лицевых признаков оказывает влияние удаление зубов, особенно у пациентов с постоянным прикусом [9, 10, 13, 14]. В отдаленные сроки наблюдений



Рис. 2. Дистальная окклюзия зубных рядов

после лечения с удалением зубов уменьшаются размеры зубных дуг и нередко наступает рецессия профиля лица [2]. Наиболее часто удаляются первые премоляры верхней челюсти, первые или вторые премоляры на нижней челюсти. В результате лечения уменьшается степень прогнатизма и смещаются кпереди нижние первые моляры, нормализуется соотношение моляров и всего прикуса, устраняются лицевые симптомы [21–23, 25, 27, 31]; изменяются длина и толщина губ [13–15], хотя мягкие ткани не всегда отражают состояние костного скелета [12, 4]. Иногда в процессе лечения нижняя челюсть ротирует [17, 29]. Лечение дистальной окклюзии зубных рядов с удалением двух премоляров верхней челюсти достаточно эффективно, и большинство пациентов удовлетворены результатами, в том числе и изменениями лица [13, 26].

Для того чтобы перейти к моделированию следующего этапа движения зуба, необходимо провести ряд клинических исследований, в ходе которых будет выявлен комплекс изменений в челюстных, костных и мягкотканевых параметрах лица после лечения дистальной окклюзии зубных рядов с помощью несъемной ортодонтической аппаратуры (без удаления и с удалением зубов) с накоплением базы данных численных показателей, отражающих данные изменения.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

Проведены обследование и ортодонтическое лечение с применением брекет-системы 53 пациентов (в том числе 13 мужского и 40 женского пола) в возрасте 11–20,5 лет. У 28 пациентов, I группа сравнения, лечение проведено без удаления зубов, у 25 человек, II группа исследования, удалены два премоляра верхней челюсти. Каждая группа разделена на 2 подгруппы: первая младшая ($n = 14$), средний возраст – $11,8 \pm 0,13$ г.; вторая младшая подгруппа ($n = 6$), средний возраст – $11,05 \pm 0,62$ г.; первая старшая ($n = 14$), средний возраст – $15,3 \pm 0,52$ г.; вторая старшая ($n = 19$), средний возраст – $19,16 \pm 0,14$ г.

Все пациенты обследованы в условиях поликлиники, проведены измерения контрольно-диагностических моделей до и после лечения. Размеры костных и мягкотканевых параметров исследованы по профильным телерентгенограммам (рис. 3), полученным с помощью аппарата *I-Max Touch* (Франция).

Количественные показатели отражены в виде средних с ошибкой средней величины ($M \pm m$) и статистически обработаны при помощи пакета описательной статистики программы *Microsoft Excel 2003* и программы Статистика-9. Количественные показатели во всех группах соответствуют критериям нормального распределения Гаусса, их оценка проведена построением гистограмм эмпирического ряда и теоретических кривых нормального распределения.

Статистический анализ выполнялся по различным методикам. Взаимодействие параметров и согласованность их изменений оценены при помощи коэффициента ранговой корреляции *Spearman* и уровня статистической значимости (p^{Sp}). Сравнение между зависимыми признаками (анализ параметров до и после лечения пациентов каждой группы) проводился с помощью критерия знаковых рангов согласованных пар Вилкоксона (p^{Wilc}). При сравнении независимых признаков (сравнение результатов между группами) использовали одно- и двухвыборочный критерий Колмогорова–Смирнова (p^{K-S}), при различном количестве пациентов в группах – *U*-критерий Манна–Уитни (p^{M-U}) [4, 9].

Введем следующие обозначения: $b-1.4-2.4$; $b-3.4-4.4$ – ширины зубных дуг в области первых премоляров (по методике Пона); $b-1.6-2.6$; $b-3.6-4.6$ – ширины зубных дуг в области первых моляров (по методике Пона); l – длина фронтального отдела

зубной дуги верхней челюсти (по методике Коркгауза), l' – длина фронтального отдела зубной дуги нижней челюсти (по методике Коркгауза), B , L – ширина и длина апикальных базисов верхней челюсти (по методике *Howes* –Снагиной), B' , L' – ширина и длина апикальных базисов нижней челюсти (по методике *Howes* –Снагиной), SNA , SNB , ANB – углы положения верхней и нижней челюстей по отношению к основанию черепа в сагиттальной плоскости, $SNL-ML$ – угол положения верхней и нижней челюстей по отношению к основанию черепа во фронтальной плоскости, $A'-PNS$ – длина основания верхней челюсти, $Gn-Go$ – длина основания нижней челюсти, $I-NL$, $I-ML$ – углы наклона резцов к основаниям челюстей, Ii – межрезцовый угол, $S-Go/N-Me$ – отношение задней высоты лица к передней, $N-S-Gn$ – угол положения подбородка, $gl-sn-pg$ – углы выпуклости лица, $nd-n-pg$ – углы выпуклости носа, $cm-sn-ls$ – носогубный угол, $li-ils-gl$ – подбородочно-губный угол, $sn-ls/ils-li$ – межгубный угол, $ls-(sn-pg)$ – расстояние верхней губы до референтной линии, $li-(sn-pg)$ – расстояние нижней губы до референтной линии, $pr-sn$ – длина основания носа, $A-sn$, $B-ils$, $Pg-pg$ – толщина мягких тканей в проекциях.

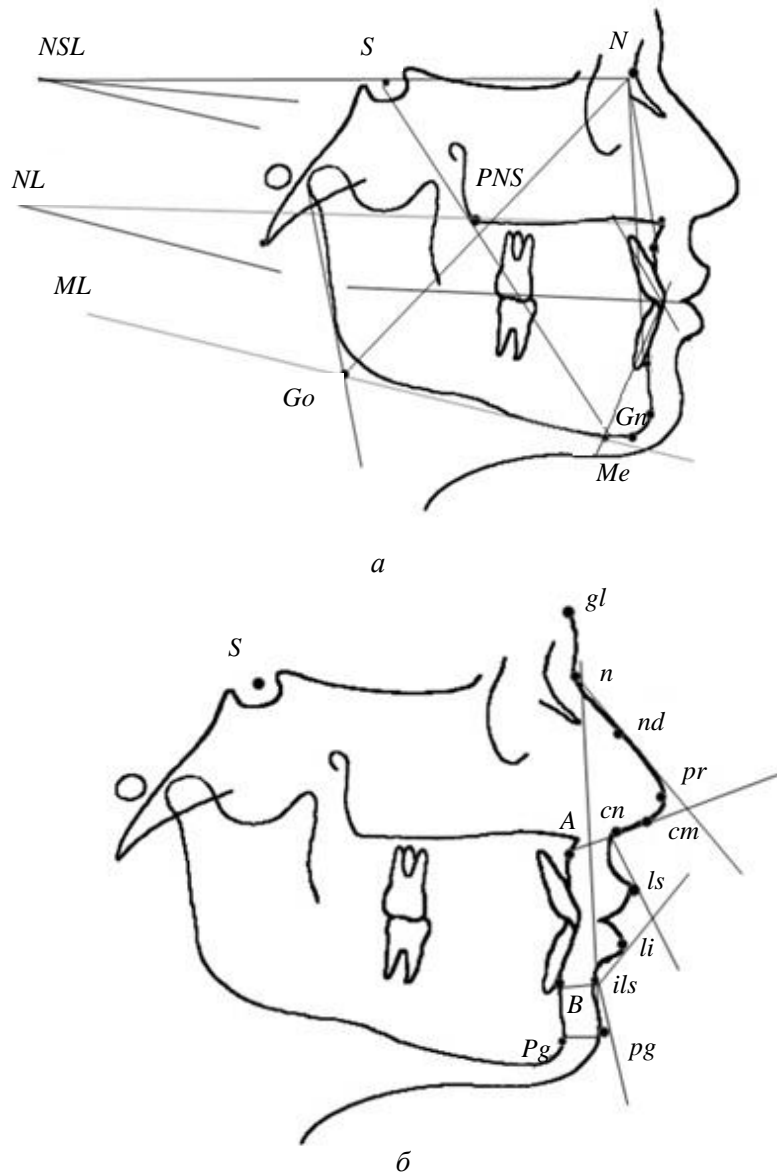


Рис. 3. Профилометрические телерентгенограммы;
 а – референтные линии; б – антропометрические точки

ПОЛУЧЕННЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ

Полученные результаты измерений контрольно-диагностических моделей до и после лечения представлены для четырех подгрупп:

1. Первая младшая группа (без удаления зубов)

- *Изменения челюстных параметров:* увеличились ширина зубных дуг в области премоляров, ширина апикального базиса (условная линия, проходящая на уровне верхушек корней зубов на верхней и нижней челюстях). Сократились длина фронтального отдела зубной дуги, длина апикального базиса верхней челюсти.
- *Изменения костных параметров:* проявилась тенденция к уменьшению выдвигания верхней и нижней челюстей, угол наклона верхних резцов к основанию верхней челюсти почти не изменился, нижних – увеличился, усилив протрузию. Длина основания челюстей сократилась, угол основания нижней челюсти к основанию черепа уменьшился.
- *Изменения мягкотканевых параметров:* проявляется тенденция к уменьшению носогубного и межгубного углов, увеличению подбородочно-губного угла, статистически достоверно удлинилось основание носа и увеличилась толщина мягких тканей в проекции надподбородочной борозды.

2. Вторая младшая группа (с удалением зубов)

- *Изменения челюстных параметров:* расширилась верхняя зубная дуга в области премоляров, в области моляров дуга сократилась, расширилась нижняя зубная дуга в области премоляров, а в области моляров стала меньше. Длина фронтального отдела верхней и нижней зубных дуг сократилась. Ширина апикального базиса челюстей увеличилась. Длина апикального базиса верхней челюсти уменьшилась.
- *Изменения костных параметров:* проявилась тенденция к уменьшению углов выдвигания верхней и нижней челюстей, особенно верхней к основанию черепа. Смещение фронтальных отделов челюстей выражено больше, чем в первой младшей подгруппе. Проявилась тенденция к укорочению основания верхней челюсти. Основание нижней челюсти почти не изменилось. Статистически достоверно уменьшилось *Wits*-число. Увеличился угол положения подбородка относительно переднего основания черепа.
- *Изменения мягкотканевых параметров:* проявляется тенденция к уменьшению угла выпуклости лица, увеличению углов выпуклости носа и носогубного угла, статистически достоверно увеличились углы подбородочно-губный и межгубный и уменьшилось расстояние от верхней губы до референтной линии, произошли изменения в направлении обострения черт лица.

3. Первая старшая группа (без удаления зубов)

- *Изменения челюстных параметров:* зубные дуги расширились в области премоляров, расширение в области моляров статистически недостоверно. Длина зубных дуг во фронтальном отделе сократилась. Произошло расширение апикальных базисов. Длина апикального базиса немного сократилась (рис. 4, а).
- *Изменения костных параметров:* проявилась тенденция к уменьшению углов *SNA*, *SNB*, углов наклона верхних и нижних резцов к основаниям челюстей, уменьшению межрезцового угла. Уменьшился размер основания верхней челюсти, основание нижней челюсти в размерах не изменилось. Уменьшилось отношение задней высоты лица к передней, угла основания нижней челюсти к основанию черепа, что свидетельствует о тенденции к снижению высоты прикуса (см. рис. 4, б).
- *Изменения мягкотканевых параметров:* проявилась тенденция к уменьшению угла выпуклости лица, увеличению угла выпуклости носа, носогубного угла,

уменьшению подбородочно-губного угла и при неизменившихся размерах межгубного угла, статистически достоверно увеличилась толщина тканей в проекции *A-sn* (см. рис. 4, *в*).

4. Вторая старшая группа (с удалением зубов)

- *Изменения челюстных параметров:* статистически достоверно расширились зубные дуги челюстей в области премоляров, в области моляров нижняя зубная дуга расширилась, а верхняя стала более узкой. Сократилась длина фронтального отдела верхней зубной дуги. Апикальные базисы верхней и нижней челюстей расширились, длина апикального базиса верхней челюсти уменьшилась, а нижней челюсти практически не изменилась (рис. 5, *а*).
- *Изменения костных параметров:* Статистически достоверно изменилась степень прогнатизма: угол *ANB* уменьшился. Размеры углов наклона верхних резцов к основанию челюсти увеличились до нормы их вращения, величина углов наклона нижних резцов к основанию челюсти уменьшилась, сократив их протрузию. Сократилось отношение задней высоты лица к передней до соответствия нейтральному типу роста. Увеличился угол основания нижней челюсти к основанию черепа (см. рис. 5, *б*).
- *Изменения мягкотканевых параметров:* Появилась тенденция к увеличению углов выпуклости носа. Статистически достоверно увеличились подбородочно-губной и межгубной углы, сократилось расстояние от верхней губы до референтной линии (см. рис. 5, *в*).

При сравнении параметров первой и второй старших подгрупп (таблица) до лечения отмечается статистически достоверное уменьшение четырех размеров, свидетельствующее так же, как и в младшей подгруппе, о более тяжелой степени недоразвития челюстей у пациентов второй подгруппы. При сравнении результатов лечения в старших подгруппах размеры верхней зубной дуги по всем параметрам и (особенно длины верхнего апикального базиса) значительно меньше во II старшей подгруппе (эти различия статистически достоверны). Подавляющее большинство костных и мягкотканевых параметров при сравнении между подгруппами близки по своему значению и не имеют статистически достоверного различия.

Далее авторы провели ранговый корреляционный анализ *Spearman* в старших подгруппах пациентов с дистальной окклюзией зубных рядов до и после ортодонтического лечения с целью выявления взаимоотношения и согласованности в изменениях параметров.

В процессе корреляции параметров и в первой, и во второй старших подгруппах все корреляционные пары разделились на три вида связи: корреляционные пары сохранили силу и значимость до и после лечения; в процессе корреляции некоторые корреляционные пары потеряли статистическую значимость и исчезли из числа анализируемых; вновь возникли статистически значимые корреляционные связи после лечения.

После лечения прикус стал правильным, вновь возникли в первой старшей подгруппе 48 статистически значимых корреляционных пар, в том числе сочетанные костных с челюстными и мягкотканевыми. Результаты корреляции рангов параметров у лиц второй старшей подгруппы отличаются от результатов обследуемых первой старшей подгруппы по количеству корреляционных связей, их составу; сохранились до и после лечения преимущественно изолированные связи, значительное количество связей вновь возникло (63), по-видимому, в результате большей продолжительности лечения и адаптации пациентов к новым условиям.

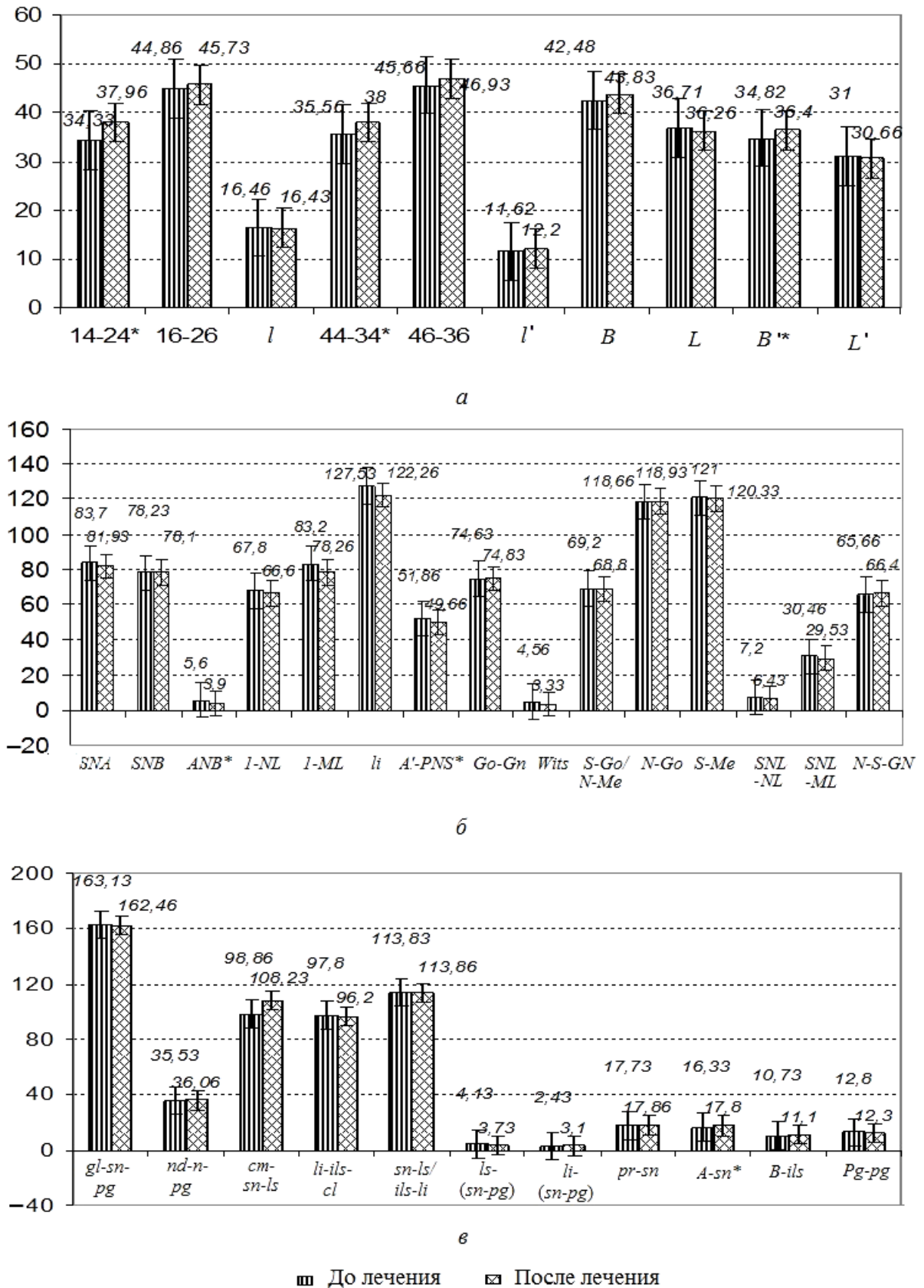
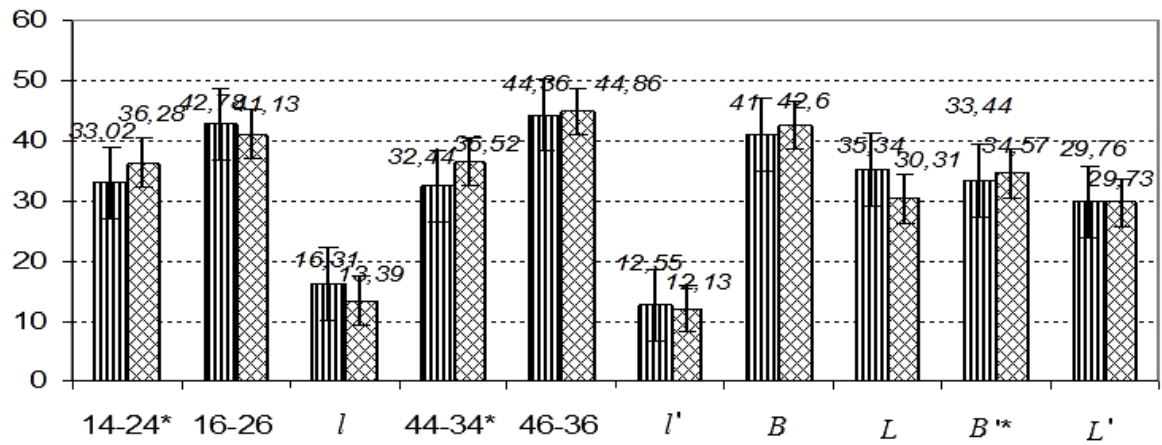
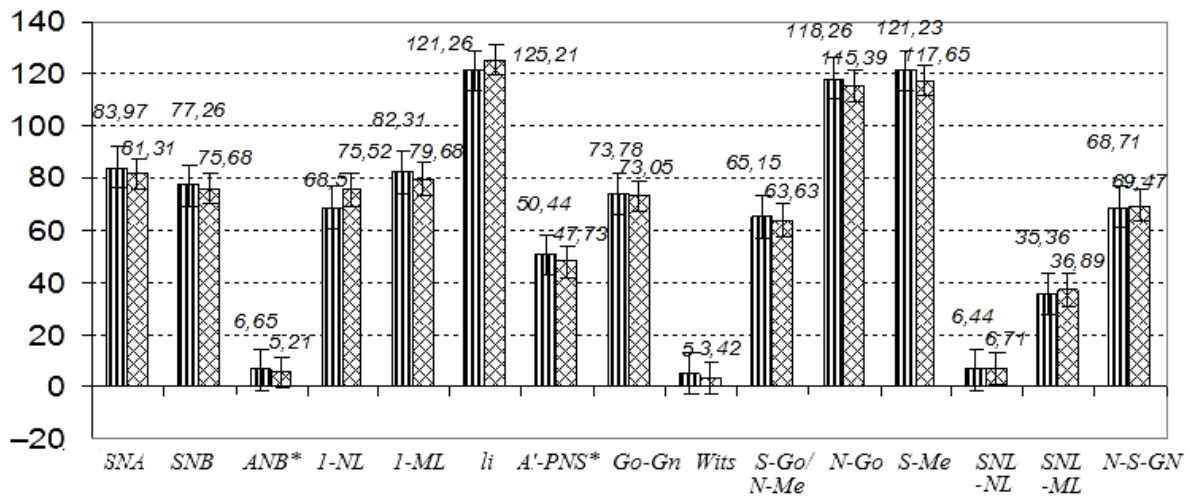


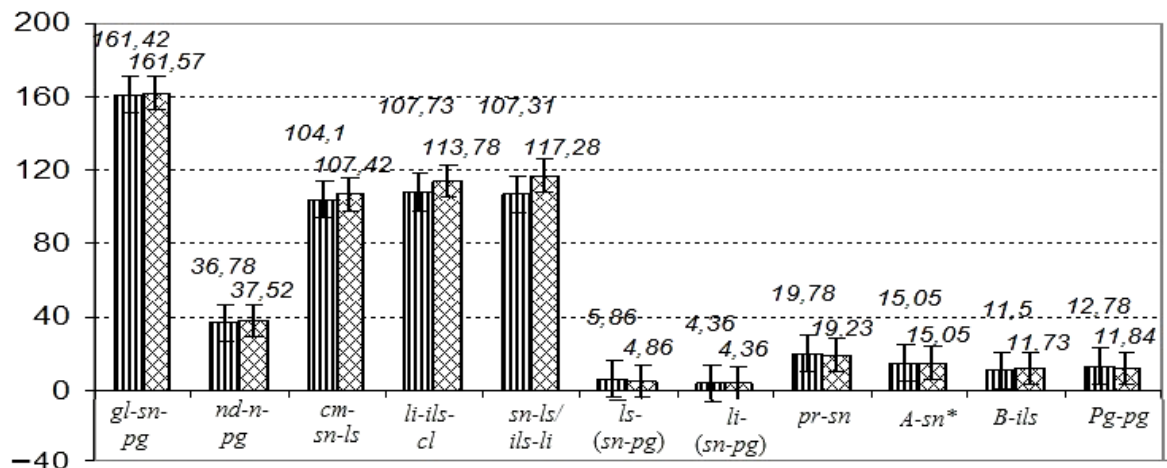
Рис. 4. Изменение челюстных (а), костных (б) и мягкотканевых (в) параметров в результате лечения дистальной окклюзии зубных рядов у пациентов первой старшей подгруппы (* достоверная вероятность при $p \leq 0,05$)



a



b



c

▨ До лечения ▩ После лечения

Рис. 5. Изменение челюстных (а), костных (б) и мягкотканевых (в) параметров в результате лечения дистальной окклюзии зубных рядов у пациентов второй старшей подгруппы (* достоверная вероятность при $p \leq 0,05$)

**Результаты сравнения челюстных, костных и мягкотканевых параметров лица
у пациентов первой и второй старших подгрупп до и после лечения
дистальной окклюзии зубных рядов**

Параметр	До лечения			После лечения		
	I подгруппа	II подгруппа	p^{M-W}	I подгруппа	II подгруппа	p^{M-W}
<i>b</i> 1.4-2.4	34,33 ± 0,58	33,02 ± 0,79	0,270689	37,96 ± 0,39	36,28 ± 0,75	0,001878*
<i>b</i> 1.6-2.6	44,86 ± 0,54	42,78 ± 0,95	0,012462*	45,73 ± 0,50	41,13 ± 0,83	0,000002*
<i>l</i>	16,46 ± 0,62	16,31 ± 0,71	0,957045	16,43 ± 0,54	13,39 ± 0,48	0,000137*
<i>b</i> 4.4-3.4	35,56 ± 0,77	32,44 ± 1,11	0,000766*	38,0 ± 0,39	36,52 ± 0,60	0,003716*
<i>b</i> 4.6-3.6	45,66 ± 0,69	44,36 ± 0,64	0,071013	46,93 ± 0,46	44,86 ± 0,95	0,013920*
<i>l'</i>	11,62 ± 1,09	12,55 ± 0,48	0,815407	12,2 ± 0,39	12,13 ± 0,60	0,705968
<i>B</i>	42,48 ± 0,83	41,0 ± 0,95	0,131978	43,83 ± 0,54	42,60 ± 0,79	0,077101
<i>L</i>	36,71 ± 0,54	35,34 ± 1,59	0,528989	36,26 ± 0,73	30,31 ± 0,48	0,000000*
<i>B'</i>	34,82 ± 0,62	33,44 ± 0,64	0,046171*	36,4 ± 0,69	34,57 ± 0,52	0,028781*
<i>L'</i>	31,0 ± 0,62	29,76 ± 1,03	0,097861	30,66 ± 0,62	29,73 ± 0,64	0,377252
<i>SNA</i>	83,7 ± 1,00	83,97 ± 1,27	0,482793	81,93 ± 1,23	81,31 ± 1,03	0,787625
<i>SNB</i>	78,23 ± 1,31	77,26 ± 1,19	0,843416	78,1 ± 1,00	75,68 ± 1,11	0,212036
<i>ANB</i>	5,6 ± 0,54	6,65 ± 0,64	0,577271	3,9 ± 0,96	5,21 ± 0,79	0,162930
<i>l-NL</i>	67,8 ± 3,85	68,5 ± 2,94	0,928469	66,6 ± 1,46	75,52 ± 2,06	0,000895*
<i>l-ML</i>	83,2 ± 2,16	82,31 ± 1,99	0,843416	78,26 ± 1,31	79,68 ± 1,91	0,679413
<i>li</i>	127,53 ± 5,01	121,26 ± 3,02	0,152073	122,26 ± 2,08	125,21 ± 1,91	0,339246
<i>A'-PNS</i>	51,86 ± 0,92	50,44 ± 0,87	0,270689	49,66 ± 1,08	47,73 ± 0,87	0,303721
<i>Go-Gn</i>	74,63 ± 1,43	73,78 ± 1,03	0,928469	74,83 ± 1,23	73,05 ± 1,03	0,198886
<i>Wits-число</i>	4,56 ± 0,96	5,0 ± 0,79	0,653240	3,33 ± 0,96	3,42 ± 0,75	0,985676
<i>S-Go/N-Me</i>	69,2 ± 1,46	65,15 ± 1,51	0,174343	68,8 ± 1,31	63,63 ± 1,59	0,038342*
<i>SNL-ML</i>	30,46 ± 1,70	35,36 ± 2,06	0,152073	29,53 ± 1,54	36,89 ± 1,75	0,007861*
<i>N-S-Gn</i>	65,66 ± 1,23	68,71 ± 1,11	0,105669	66,4 ± 0,92	69,47 ± 1,19	0,105669
<i>gl-sn-pg</i>	163,13 ± 2,00	161,42 ± 1,03	0,957045	162,46 ± 1,85	161,57 ± 1,11	0,957045
<i>nd-n-pg</i>	35,53 ± 1,08	36,78 ± 1,27	0,417700	36,06 ± 1,16	37,52 ± 1,27	0,505622
<i>cm-sn-ls</i>	98,86 ± 2,70	104,1 ± 2,78	0,195021	108,23 ± 2,62	107,42 ± 2,46	0,460521
<i>li-ils-cl</i>	97,8 ± 4,08	107,73 ± 7,39	0,113947	96,2 ± 4,47	113,78 ± 6,04	0,004232*
<i>sn-ls/ils-li</i>	113,83 ± 4,51	107,31 ± 5,00	0,339246	113,86 ± 2,93	117,28 ± 3,41	0,162930
<i>ls-(sn-pg)</i>	4,13 ± 0,46	5,86 ± 0,32	0,006173*	3,73 ± 0,39	4,86 ± 0,44	0,083594
<i>li-(sn-pg)</i>	2,43 ± 0,50	4,36 ± 0,56	0,012462*	3,1 ± 0,54	4,36 ± 0,60	0,131978
<i>pr-sn</i>	17,73 ± 0,39	19,78 ± 1,19	0,116681	17,86 ± 0,54	19,23 ± 1,11	0,448404
<i>A-sn</i>	16,33 ± 0,85	15,05 ± 0,71	0,186325	17,8 ± 0,62	15,05 ± 0,48	0,000895*
<i>B-ils</i>	10,73 ± 0,23	11,5 ± 0,40	0,162930	11,1 ± 0,39	11,73 ± 0,40	0,286893
<i>Pg-pg</i>	12,8 ± 0,58	12,78 ± 0,71	0,760104	12,3 ± 0,62	11,84 ± 0,71	0,528989

Примечание: * – достоверная вероятность при $p \leq 0,05$

ОБСУЖДЕНИЕ РЕЗУЛЬТАТОВ ИССЛЕДОВАНИЯ

В начале обсуждения представим общие результаты лечения дистальной окклюзии зубных рядов. Возраст пациентов в младших подгруппах одинаковый. Во второй старшей подгруппе пациенты статистически достоверно старше пациентов первой старшей подгруппы, что является следствием строгого соблюдения показаний к удалению зубов. В продолжительности лечения в младших первой и второй

подгруппах достоверных различий не выявлено. Во второй старшей подгруппе продолжительность лечения составила $35,2 \pm 2,85$ месяца, в первой – $28,8 \pm 2,38$ месяца.

Различия статистически достоверны, что может быть следствием более тяжелых клинических форм аномалии, преобладания пациентов более старших возрастных групп и удлинения продолжительности лечения у пациентов второй старшей подгруппы. К концу лечения количество посещений врача в группах достоверно не отличалось. Хорошие результаты преобладают в обеих подгруппах второй группы по сравнению с удовлетворительными.

Статистически достоверные различия в параметрах до лечения между пациентами первой и второй групп свидетельствуют о более тяжелых клинических формах дистальной окклюзии во второй подгруппе вследствие большего недоразвития зубных дуг и апикальных базисов, обусловивших необходимость удаления зубов.

В процессе лечения в обеих группах с удалением и без удаления зубов в младших и старших подгруппах челюсти изменяют свою форму по принципу деформации упругого тела: расширяются зубные дуги преимущественно в области премоляров и расширяются апикальные базисы, сокращая размеры по длине во фронтальном отделе. В области моляров расширение зубных дуг меньше выражено, по-видимому, из-за сдерживающего влияния костных усилений: скулового контрфорса на верхней челюсти, внутренних и наружных косых линий на нижней. В обеих подгруппах второй группы происходит большее смещение фронтальных зубов вследствие закрытия промежутков после удаления премоляров. До лечения фронтальные зубы верхней челюсти в обеих группах были в состоянии протрузии, углы наклона резцов к основаниям челюстей меньше, чем при ортогнатическом прикусе. После лечения в первой группе, независимо от возраста пациентов, фронтальные верхние и нижние резцы не изменяют угол наклона, остаются в состоянии протрузии. Во второй группе, в младшей и особенно в старшей подгруппах, верхние резцы вместе с апикальным базисом переместились дистально, нивелируя свое положение и величину угла наклона до физиологического состояния. Одновременно нивелируется положение нижних резцов, но к концу лечения они не достигают нормального, равного 90° , угла их наклона. Резцы первыми вступают в контакт с антагонистами и определяют новую высоту прикуса. Премоляры и моляры вступают в контакт с антагонистами под влиянием межчелюстной вертикальной тяги. Этот процесс проводится и строго контролируется врачом-ортодонтом.

Повышение высоты прикуса подтверждается нивелированием углов положения резцов к основаниям челюстей, увеличением размеров угла основания нижней челюсти к основанию черепа к концу лечения и нивелированием отношения задней высоты лица к передней во второй подгруппе пациентов до размеров отношения этих высот при ортогнатическом прикусе. В первой группе к концу лечения создаются условия для снижения высоты прикуса. Верхние резцы у пациентов первой группы находятся на протяжении всего периода лечения в протрузии под влиянием двух сил: функциональной нагрузки при откусывании пищи с небной стороны; силы действия ортодонтического аппарата, приложенной к вестибулярной поверхности коронки зуба. Зуб подвергается наклонно-вращательному перемещению. Этим процессом объясняется статистически достоверное увеличение толщины тканей в проекции *A-sp* у пациентов первой группы.

Изложенные результаты изменений челюстных и костных параметров однотипно наблюдаются и в младших, и в старших подгруппах. В процессе лечения уменьшаются углы выдвижения фронтальных отделов верхней и нижней челюстей в обеих группах, в большей степени выраженные во второй. Это способствует уменьшению углов *SNA*, *SNB*, *ANB* со смещением точек *A* и *B* дистально, уменьшению

прогнатизма, одновременно уменьшается основание верхней челюсти, носогубный угол, т.е. устраняется одно из главных эстетических нарушений дистальной окклюзии зубных рядов – выпирание верхней челюсти. Дистальное перемещение резцов и клыков после удаления премоляров у пациентов второй группы обеспечивает правильное смыкание губ. Повышение прикуса после удаления зубов сопровождается увеличением подбородочно-губного и межгубного углов, что положительно влияет на эстетику лица, так как менее глубокой становится надподбородочная борозда. Однако одновременно с повышением прикуса у пациентов второй группы проявляется негативная тенденция к ротации нижней челюсти по часовой стрелке со смещением ее кзади, о чем свидетельствует уменьшение угла *SNB* к концу лечения, незначительное уменьшение основания нижней челюсти и увеличение угла положения подбородка. Изменения параметров лица в младших и старших подгруппах однотипны, но в зависимости от возраста есть отличие в поведении нижней челюсти. В младших подгруппах продолжается рост основания нижней челюсти, что крайне необходимо в лечении дистальной окклюзии, обусловленной дистальным положением нижней челюсти или ее недоразвитием. В случаях дистальной окклюзии такого патогенеза удаление зубов нежелательно во избежание обострения черт лица и вследствие смещения подбородка кзади. В настоящее время уделяется много внимания лечению указанных клинических форм дистальной окклюзии в период активного роста организма с помощью функциональных аппаратов [11, 19, 20, 30]. У нерастущих пациентов изыскиваются методы лечения для выдвижения нижней челюсти с помощью функциональных несъемных телескопических аппаратов, аппарата Гербста в сочетании с системой пассивного самолигирования (способ крепления дуги, при котором она свободно расположена в пазах брекета) [1, 18].

У пациентов младших возрастных групп меньше изменяются мягкотканевые параметры. Изменения в челюстных и костных параметрах в обеих младших подгруппах очень слабо проявляются, что можно объяснить особенностями растущего лица.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Исследуется проблема исправления дистальной окклюзии зубных рядов. Представлена биомеханическая модель начальной стадии движения зуба под действием ортодонтической нагрузки. Приведены непосредственные результаты и анализ лечения дистальной окклюзии зубных рядов у 53 пациентов в возрасте 11–20,5 лет с использованием несъемной ортодонтической техники: у 28 пациентов первой группы сравнения и 25 пациентов группы исследования, которым удалены по два премоляра верхней челюсти.

Продолжительность лечения растущих пациентов достоверно не отличалась. В старшей возрастной подгруппе с удалением зубов лечение было более продолжительным. К концу лечения количество посещений врача в группах достоверно не отличалось. Хорошие результаты лечения преобладают у пациентов группы исследования и в младшем (11–12), и в старшем (13–20,5) возрасте: достигнуто устранение основного симптома дистальной окклюзии – выдвижения верхней челюсти, свободное смыкание губ, бугорково-фиссурное смыкание зубов с полным контактом их с антагонистами, естественным наклоном верхних фронтальных зубов.

На основании анализа и сравнения параметров до и после лечения и между группами следует отметить, что зубные дуги и апикальные базисы, независимо от возраста и удаления зубов, изменяются однотипно: зубные дуги, преимущественно

в области премоляров, и апикальные базисы расширяются, уменьшая размеры их длины. В костных параметрах проявляется тенденция к уменьшению фронтального отдела верхней челюсти, особенно у пациентов с удалением зубов. В старшей второй подгруппе к концу лечения статистически достоверно уменьшаются размеры углов SNA , SNB и ANB ; увеличиваются углы наклона верхних и нижних резцов к основанию челюстей. К концу лечения верхние резцы устанавливаются с естественным наклоном (угол $I-NL = 75,52 \pm 2,08^\circ$), нижние резцы сохраняют незначительную протрузию, имеющуюся до лечения. Одновременно уменьшается длина основания верхней челюсти. Длина основания нижней челюсти увеличивается у пациентов в период смены прикуса. В постоянном прикусе практически не изменяются размеры тела, ветвей и углов нижней челюсти.

Одновременно изменяются параметры в вертикальном направлении: у пациентов первой группы проявляется тенденция к снижению высоты прикуса, у пациентов группы исследования после лечения с удалением зубов проявляется тенденция к повышению прикуса и одновременно к ротации нижней челюсти по часовой стрелке.

В процессе лечения дистальной окклюзии проявляются позитивные изменения на лице в результате уменьшения выдвижения верхней челюсти. Степень выраженности изменений зависит от исходного состояния. У пациентов второй старшей подгруппы на позитивные изменения лица оказало влияние повышение высоты прикуса вследствие увеличения угла основания нижней челюсти к основанию черепа, нивелирование до нормального наклона верхних резцов к основанию челюсти и отношения высот лица, что способствовало увеличению подбородочно-губного и межгубного углов и уменьшению глубины надподбородочной складки, однако одновременно с повышением прикуса наблюдается ротация нижней челюсти по часовой стрелке с дистальным смещением подбородка кзади.

На основании непосредственных результатов установлено, что лечение дистальной окклюзии зубных рядов с удалением двух премоляров верхней челюсти негативно не отразилось на изменениях черт лица в младшем возрасте и слабо выражено у пациентов с постоянным прикусом. Это способствует устранению основного симптома – выдвижения верхней челюсти. Кроме того, все изменения параметров, в том числе и статистически достоверные, произошли в пределах физиологического диапазона. Однако остаются затруднения в лечении клинических форм дистальной окклюзии, обусловленной дистальным положением или недоразвитием нижней челюсти: во второй старшей возрастной подгруппе в результате лечения дистальной окклюзии зубных рядов получена средняя величина угла SNB , равная $75,68 \pm 1,11^\circ$, что ниже уровня физиологического диапазона. При стабильных размерах тела, ветви и угла нижней челюсти есть вероятность нежелательных изменений эстетики лица. Соответственно, очевидна необходимость биомеханического моделирования.

При анализе результатов корреляции рангов *Spearman* мы выявили большое количество вновь возникших в процессе лечения дистальной окклюзии зубных рядов статистически значимых корреляционных связей изменившихся в процессе лечения челюстных параметров с костными и мягкотканевыми в условиях вновь сформированного прикуса, которые не исключают негативные изменения лица в период возрастной инволюции тканей у пациентов, закончивших ортодонтическое лечение с удалением зубов.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Арсенина О.И., Рабухина Н.А., Татур Т.Н., Попова А.В. Анализ результатов лечения пациентов с дистальной окклюзией зубных рядов с использованием функционального несъемного телескопического аппарата и системы пассивного самолигирования Damon // Ортодонтия. – 2005. – № 2 (30). – С. 36–39.
2. Бимбас Е.А., Бимбас Е.С. Отдаленные результаты коррекции аномалии I класса по Энглу без удаления зубов. 14-й съезд ортодонтов России: тез. докл. // Ортодонтия. – 2012. – № 1 (57). – С. 52.
3. Виноградова О.Б., Еловицова А.Н. Влияние удаления комплектных зубов на изменение профиля лица в процессе лечения пациентов с дистальной окклюзией зубных рядов. 17-й съезд ортодонтов России. Тез. докл. // Ортодонтия. – 2016. – № 2 (74). – С. 46–47.
4. Герасимов А.Н. Медицинская статистика. – М.: Медицинское информационное агентство, 2007. – 475 с.
5. Данилова М.А., Пономарева М.Л., Горева О.Б. Комплексное лечение растущих пациентов с сочетанной формой дистальной окклюзии зубных рядов и вертикальной резцово-дизокклюзией // Стоматология детского возраста и профилактика. – 2013. – Т. XII, № 3 (46). – С. 38–42.
6. Дубинин А.Л. Область сопротивления зуба: экспериментальное определение // Российский журнал биомеханики. – 2015. – Т. 19, № 1. – С. 79–89.
7. Жижин К.С. Медицинская статистика. – Ростов н/Д: Феникс, 2007. – 149 с.
8. Жулев Е.Н., Долидзе А.Г. Оценка эффективности современных методов ортодонтического лечения пациентов с аномалиями зубочелюстной системы // Ортодонтия. – 2012. – № 3 (59). – С. 32–35.
9. Зеленин К.Г. Моделирование и прогнозирование изменений профиля лица в планировании лечения сагиттальных аномалий окклюзии зубных рядов: автореф. дис. ... канд. мед. наук. – Пермь, 2007. – 22 с.
10. Осипенко М.А., Няшин Ю.И., Няшин М.Ю., Дубинин А.Л. Область сопротивления зуба: определения и свойства // Российский журнал биомеханики. – 2013. – Т. 17, № 2. – С. 31–38.
11. Персин Л.С. Клинико-рентгенологическая и функциональная характеристика зубочелюстной системы у детей с дистальной окклюзией зубных рядов: автореф. дис. ... д-ра мед. наук. – М., 1988. – 48 с.
12. Персин Л.С., Попова И.В. Оценка состояния зубочелюстной системы с учетом гармоничного развития // Ортодонтия. – 2009. – № 2 (46). – С. 23–28.
13. Польша Л.В. Вероятность изменения параметров мягких тканей лица при лечении дистальной окклюзии с удалением премоляров // Ортодонтия. – 2008. – № 1 (41). – С. 11–16.
14. Польша Л.В. Диагностика эстетических нарушений и планирование комплексной реабилитации пациентов с сагиттальными аномалиями окклюзии: автореф. дис. ... д-ра мед. наук. – М., 2009. – 50 с.
15. Польша Л.В., Ломакина В.М. Влияние ортодонтического лечения на контур мягких тканей подбородочно-шейной области у пациентов с дистальной окклюзией зубных рядов // Ортодонтия. – 2008. – № 1 (41). – С. 29–34.
16. Польша Л.В., Ломакина В.М. Положение верхней губы — ключ к планированию лечения пациентов с дистальной окклюзией. 10-й съезд ортодонтов России: тез. докл. // Ортодонтия. – 2006. – № 1 (33). – С. 80.
17. Польша Л.В., Маркова М.В., Талалаев Е.В. Влияние ортодонтического лечения на направление окклюзионной плоскости при использовании несъемных гибридных аппаратов у пациентов с дистальной окклюзией. 13-й съезд ортодонтов России: тез. докл. // Ортодонтия. – 2010. – № 3 (51). – С. 64.
18. Попов С.А., Тихонов А.В. Сагиттальные изменения параметров зубных рядов и челюстей у подростков с дистальной окклюзией при лечении с применением системы пассивного самолигирования в сочетании с аппаратом Гербста // Ортодонтия. – 2011. – № 2 (54). – С. 34–39.
19. Флаггер Д. Эстетика лицевых структур и здоровье пациента // Ортодонтия. – 2011. – № 4 (56). – С. 54–61.
20. Хорошилкина Ф.Я. Диагностика и функциональное лечение зубочелюстно-лицевых аномалий. – М.: Медицина, 1987. – 302 с.
21. Al-Nimri K.S. Vertical changes in class II division 1 malocclusion after premolar extractions // Angle Orthod. – 2006. – Vol. 76, № 1. – P. 52–58.
22. Arat Z.M., Turkkahraman H., English J.D., Gallerano R.L., Boley J.C. Longitudinal growth changes of the cranial base from puberty to adulthood. A comparison of different superimposition methods // Angle Orthod. – 2010. – Vol. 80, № 4. – P. 725–732.

23. Bicakci A.A., Cankaya O.S., Mertoglu S., Yilmaz N., Altan B.K. Does proclination of maxillary incisors really affects the sagittal position of point A? // *Angle Orthod.* – 2013. – Vol. 83, № 6. – P. 943–947.
24. Bredy E., Reichel I. Zahnextraktionen in der Kieferorthopadie // *Zahnärztliche Fortbildung.* Leipzig: Heft, 1971. – P.18–191.
25. Buschang P.H., Fretty K., Campbell P.M. Can commonly used profile planes be used to evaluate changes in lower lip position? // *Angle Orthod.* – 2011. – Vol. 81, № 4. – P. 557–563.
26. Conley R.S., Jerniga C. Soft tissue changes after upper premolar extraction in class ii camouflage therapy // *Angle Orthod.* – 2006. – Vol. 76, № 1. – P. 59–65.
27. MacGilpin D.H., Araujo E.A., Behrents R.G., Rowan K.B. Spatial changes in the relationship of the mandible and maxilla with different extraction patterns and techniques // *Angle Orthod.* – 2011. – Vol. 81, № 4. – P. 584–591.
28. Osipenko M.A., Nyashin M.Y., Nyashin Y.I. Center of resistance and center of rotation of a tooth: the definitions, conditions of existence, properties // *Russian Journal of Biomechanics.* – 1999. – Vol. 3, № 1. – P. 1–11.
29. Phan X.L., Schneider B.J., Sadowsky C., BeGole E.A. Effects of orthodontic treatment on mandibular rotation and displacement in angle class ii division I malocclusions // *Angle Orthod.* – 2004. – Vol. 74, № 2. – P. 174–183.
30. Ramires-Vanez G., Sidlauskas A., Junior E. Dimensional changes in dental arches after treatment with a prefabricated functional appliance // *The J. of Pediatric Dentistry.* – 2007. – Vol. 31, № 4. – P. 279–283.
31. Seben M. P., Valarelli F.P., Salvatore de Freitas K.M., Cancado R.H., Neto A.C.B. Cephalometric changes in class II division I patients treatment with two maxillary premolars extraction // *Dental Press J. Orthod.* – 2013. – Vol. 18, № 4. – P. 61–69.

THE STUDY OF THE INFLUENCE OF REMOVING COMPLETE TEETH ON THE FACE AESTHETICS IN THE PROCESS OF ORTHODONTIC TREATMENT OF DISTAL OCCLUSION

O.B. Vinogradova, A.N. Elovikova, Yu.I. Nyashin, A.L. Dubinin (Perm, Russia)

In the special literature, there are little data on the biomechanics of the dentoalveolar region. Orthodontists meet difficulties in controlling the formation of the occlusion during deformation of the jaws, due to the structural features of their structure. It is also difficult to control the change in the ratio of the jaws and occlusion in three directions in the process of orthodontic treatment, since an increase in the occlusion at rotation of the jaws can negatively affect the aesthetics of the face. The paper presents the direct results of treatment of distal occlusion of teeth with the use of fixed orthodontic technique in 53 patients aged 11-20.5 years, changes in the jaws, bone and soft tissue parameters in order to identify the negative consequences of removing complete teeth on the aesthetics of the face. It is established that the dental arches, apical bases and jaws in the younger and older age change the shape in the process of orthodontic treatment according to the principle of deformation of the elastic body: the dental arches in the premolar and apical bases are widened, their frontal areas are shortened more in patients after tooth removing. In growing patients, the length of the base of the mandible increases. The length of the base of the maxilla, the dimensions of the distances of the jaws, especially after removing of the teeth decrease. The frontal part of the maxilla is displaced posteriorly. Conditions are created to reduce the occlusion height in patients without removing of teeth and to increase occlusion in patients after removing of the two upper premolars. After the extraction of the teeth, there is a tendency to aggravation of facial features due to an increase in nasolabial and nasal convexity. External changes are almost not noticeable at elimination of the main symptom. In addition, quantitative changes in angles occur within the physiological range. The tendency to increase the occlusion with the

removing of teeth positively affects the aesthetics of the face: the lips are closed freely, due to the increase of the chin and inter-lip angles, the sub-chin groove becomes less deep. When comparing parameters after treatment with the removing of teeth, more pronounced changes occurred in the mandible parameters: all sizes of the maxilla are statistically significantly less. The majority of bone and soft tissue parameters in the end of treatment became similar in size, irrespective of tooth extraction and did not have a statistically significant difference. The lack of growth of the base of the mandible in patients with a permanent occlusion is a contraindication to the removing of teeth in the distal occlusion caused by underdevelopment of the mandible. The listed questions need of biomechanical research.

Key words: orthodontic treatment, dentoalveolar biomechanics, distal occlusion, premolar removing, face profile change.

Получено 01 марта 2017