

**Александр Постолаки,**  
Государственный медицинский и фармацевтический университет  
им. Николае Тестемицану  
(г. Кишинэу, Республика Молдова)

[dentalife@list.ru](mailto:dentalife@list.ru)

**Alexandr Postolaki**



# Биоморфологические законы и закономерности в развитии и строении зубочелюстно- лицевой системы человека

Часть I

**BIOMORPHOLOGICAL LAWS AND REGULARITIES IN THE DEVELOPMENT  
AND STRUCTURE OF THE DENTO-MAXILLOFACIAL SYSTEM OF HUMAN.  
PART I**

## Резюме

В статье синтезируются и анализируются научные факты о проявлении общих законов и закономерностей роста в природе, в развитии и строении организма и зубочелюстно-лицевой системы (ЗЧЛС) человека. Установлено, что на микро- и макроуровнях, кроме известных законов мироздания, таких как «золотая пропорция», «числовой ряд Фибоначчи», прослеживаются и механизмы формирования тканей и органов, наблюдаемые в мире растений – морфофизиологическая полярность клеток и принципы дихотомического роста на основе филлотаксиса. Правило Кренке и спиральная биосимметрия более полно раскрывают и объясняют принципы эволюционного слияния и образования многокорневых и многобугорковых зубов человека. Проведенное математическое исследование эмбрио-морфогенеза ЗЧЛС доказывает регулируемую роль биоморфологических законов.

## Ключевые слова

зубы, развитие, природа, филлотаксис, золотая пропорция, числа Фибоначчи.

## Abstract

The article synthesizes and analyzes scientific facts about the manifestation of the general laws and patterns of growth in nature, in the development and structure of the human body and the dento-maxillofacial system.

It has been established that at the micro and macro levels, in addition to the well-known laws of the universe, such as the «golden proportion» and the «Fibonacci number series», the mechanisms of tissue and organ formation observed in the plant world are also traced – the morphophysiological polarity of the cells and the principles of dichotomous growth on phyllotaxis basis.

The Krenke rule and spiral biosymmetry more fully reveal and explain the principles of evolutionary fusion and the formation of multi-root and multi-cuspid human teeth.

A mathematical study of the embryo-morphogenesis of the dento-maxillofacial system proves the regulatory role of biomorphological laws.

## Key words

teeth, development, nature, phyllotaxis, golden ratio, Fibonacci numbers.

## Морфофизиологическая полярность клеток и принципы дихотомического роста

Изучение проблемы возникновения жизни на Земле и факторов, оказавших влияние на эволюционное развитие и многообразие сложных форм, в том числе и человека, является одной из важных задач современной науки, в частности антропологии.<sup>1-6</sup> Однако остаются еще малоизученными некоторые вопросы фило- и онтогенеза зубочелюстно-лицевой системы (ЗЧЛС) человека. С 2009 года в журнале «ДентАрт» в течение ряда лет последовательно была опубликована целая серия статей автора, которые легли в основу междисциплинарной монографии (фото 1). Рассмотрим отдельные результаты исследования в данной статье.

Нами обнаружено удивительное сходство в описании особенностей механизма формирования и роста апекса растений и твердых зубных тканей – эмалевых призм (производное эпителия) и дентина (производное соединительной ткани). Полярностью называют различие между противоположными точками (полюсами) организма, органа или отдельной клетки, которое проявляется и в физиологических функциях, например, в образовании, передвижении и накоплении различных веществ. Эти особенности настолько глубоко заложены в наследственной природе организма, что не меняются даже при изменении окружающих условий.<sup>7</sup>

Так, в период эмбрионального развития зубов наряду с поступлением минеральных и других веществ в энамелобласты (адамантобласты) со стороны сосудов зубного мешочка в начале амелогенеза наблюдается изменение морфологической и физиологической полярности этих клеток. До начала амелогенеза базальные концы энамелобластов, в которых помещались ядра, были обращены к зубному сосочку, а их вершины с аппаратом Гольджи – к пульпе эмалевого органа. Как указывает Л. И. Фалин,<sup>8</sup> сущность этого интересного явления, описанного Г. И. Ясвоиным и другими авторами в конце 20-х – начале 30-х гг. XX века, заключается в том, что как только энамелобласты приступают к образованию эмали, в каждой клетке аппарат Гольджи начинает перемещаться от наружного полюса к основанию – в сторону дентина, в то время как ядро из внутреннего отдела клетки движется в противоположном направлении. Принято считать, что изменение полярности этих клеток связано с отложением на вершине зубного сосочка слоя дентина, который как бы отрезает энамелобласты от их прежнего источника питания, каковым являлись кровеносные сосуды зубного сосочка (Орбан, 1953).<sup>8,9</sup>

В природе наибольшей сложности полярность достигает у высших растений, она проявляется в строении и работе отдельных тканей и клеток, в способности к регенерации утраченных частей, но типичное разделение на основание и верхушку наблюдается уже у водорослей. Важно отметить, что синтезируемые в верхушке побега ауксины перетекают по проводящим путям в тканях к основанию, возбуждая деятельность камбия (аналог эмалево-дентинного соединения в зубах), и, накапливаясь в определенных местах, они способны вызвать образование корней.<sup>7</sup> Не исключено, что схожий механизм имеет место и в развитии корней зубов человека.



Фото 1. Александр Постолаки. Биологическое единство природы и человека: эстетико-антропологическое исследование с акцентом на особенности фило- и онтогенеза зубочелюстно-лицевой системы. /Под ред. проф. В. З. Бурлаку/. К., 2019. – 496 с.

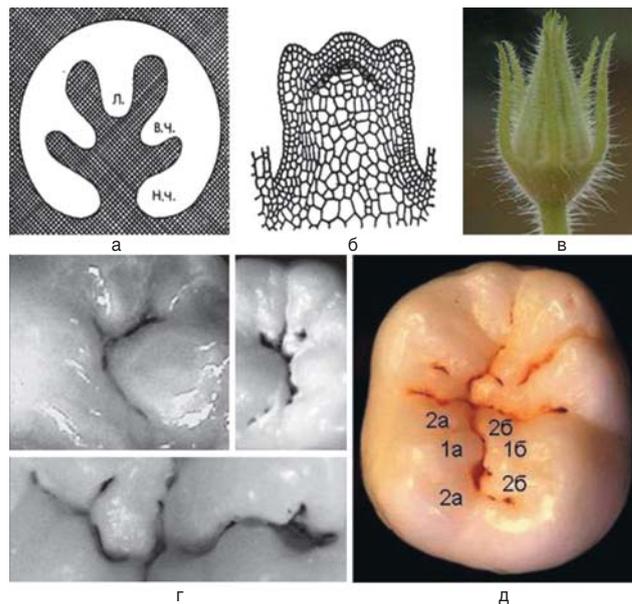


Рис. 1. Трехчленная дифференциация как универсальная модульная биотехнология. Схема формирования лицевого скелета по Ю. Ф. Исакову<sup>10</sup> – (а); апикальная меристема растения с характерными бугорками роста на вершине (схема)<sup>7</sup> – (б); формирующийся цветок тыквы обыкновенной с центральным и боковыми зубцами (фото А. И. Постолаки) – (в); характерное дихотомическое ветвление фиссур на молярах – (г); центральные (1 а, б) и боковые (2 а, б) эмалевые валики жевательных бугорков в точности повторяют форму первой висцеральной (мандибулярной) дуги и лобного отростка при формировании лицевого скелета, а также полностью совпадают по форме с апикальной меристемой растения. Фиссуры образуют дихотомический рисунок. Иллюстрация составлена А. И. Постолаки.



Рис. 2. Особенности архитектоники жевательной поверхности моляров. Первые моляры верхней и нижней челюсти с признаками физиологической стираемости с практически полным исчезновением фиссур II-го порядка в области центральной ямки – (а); моляры с упрощенной архитектоникой жевательной поверхности с глубокими и широкими фиссурами – (б); моляры со сложной архитектоникой жевательной поверхности с неглубокими и узкими фиссурами – (в). (Автор фото А. И. Постолаки).

Таким образом, более углубленное изучение общих эволюционных принципов развития и функционирования растений и зубов<sup>7-9,11</sup> способно приблизить нас к ответам на многие вопросы эмбрио-морфогенеза тканей и органов ЗЧЛС и человека в целом. Изучение механизмов формообразования и законов изменчивости строения зубов является одной из фундаментальных задач антропологической одонтологии. Установлено, что каждый класс зубов обладает своей собственной структурой, соответствующей выполняемой функции, а любой зуб представляет звено единой непрерывной морфологической цепи форм. Отличие заключено лишь в степени дифференциации зачатка в процессе роста, что генетически запрограммировано, хотя детали архи-

тектоники подвержены индивидуальной изменчивости. Приводятся доказательства существования единой стандартной схемы повторяющихся узоров, формирующих окклюзионный рельеф.<sup>12</sup> Это означает, что принципы формообразования могут быть отнесены и к общей фрактальной системе развития организма от микро- до макроуровня. Так, А. А. Молдавская и соавт. (2004) установили, что «закладки нижних конечностей у зародышей человека появляются на 3-й неделе внутриутробной жизни в виде парных лопастных выростов туловища на уровне последних поясничных склеротомов. Эта закладка соответствует дистальному отделу нижней конечности – стопе». И далее: «у зародыша 21 мм определяется закладка стопы, состоящая из 3-х хрящевых «косточек»<sup>13</sup> (рис. 1, 2).

Эволюционная редукция структурных элементов боковых зубов (центральных и боковых эмалевых валиков жевательных бугорков) приводит к упрощению рельефа, исчезновению эмалевых затеков и слиянию мелких фиссур в более глубокие и протяженные.

Принцип дихотомии усматривается как в строении тела человека, так и в развитии ЗЧЛС, в особенности лобного отростка и 1-ой (мандибулярной) висцеральной дуги на 6-8-й неделе эмбриогенеза. Тот же общий принцип строения прослеживается в развитии зубной пластинки, эмалевых призм, Томсовых волокон (отростки одонтобластов), кровеносных сосудов, нервов, рецепторов в пульпе и периодонте (рис. 3).

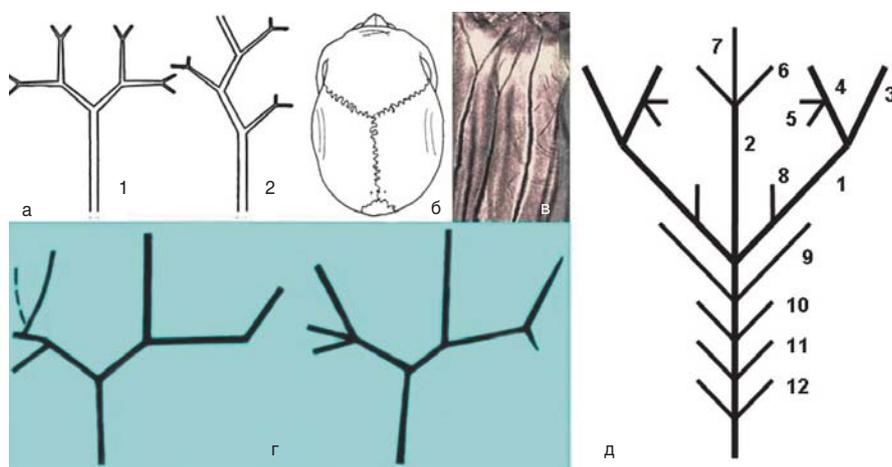


Рис. 3. Дихотомия – древнейший тип филлотаксисного роста в природе. Д. принцип (а) прослеживается в развитии зубной пластинки, эмалевых призм, черепных костей (б), Томсовых волокон (отростки одонтобластов) – (в), кровеносных сосудов, нервов, рецепторов в пульпе и периодонте, в узорах фиссур зубов (г<sup>12</sup>), в эмбриональном развитии головы и ЗЧЛС: 1) первая (мандибулярная) висцеральная дуга; 2) лобный отросток; 3) мандибулярный отросток; 4) верхнечелюстной отросток; 5) небные отростки; 6) носовой отросток; 7) носовая перегородка; 8) боковые отростки языка; 9) вторая (гиоидная) висцеральная дуга – образует подъязычную кость; <sup>10-12</sup> рудименты истинных жаберных дуг (1-ая, 2-ая, 3-ья) – источник мезинхимы для развития органов шеи – глотка, хрящи гортани, ее мышцы и др. – (д). (Схема по А. Постолаки).

## Филлотаксисная теория и биоматематический анализ эмбрио-морфогенеза зубочелюстно-лицевой системы

В 1954 году А. Фрей-Висслинг обратил внимание на некоторые интересные закономерности в строении биологических молекул, подобные филлотаксису растений. По его данным, расположение аминокислотных остатков в спиральных полипептидах (белков) определяется отношением чисел 11/3, 18/5, 29/8, 47/13 для различных молекулярных цепей. Эти отношения и задают «идеальные» углы расхождения аминокислотных остатков, подобно углам расхождения листьев растений, что создает возможность таким путем более эффективно заполнить пространство.

По мнению А. Фрей-Висслинга, указанные отношения чисел образуют закономерный ряд, в котором знаменатели образованы числами Фибоначчи, а числители – производным рядом Люка (1, 3, 4, 7, 11, 18, 29, 47, 76, 123, 199, 322,...).<sup>1,4,5</sup> Значение чисел Фибоначчи описано в соотношениях костных сегментов кисти и геометрии стопы человека.<sup>14,15</sup> Закономерности филлотаксиса обнаруживаются в строении миофибрилл.

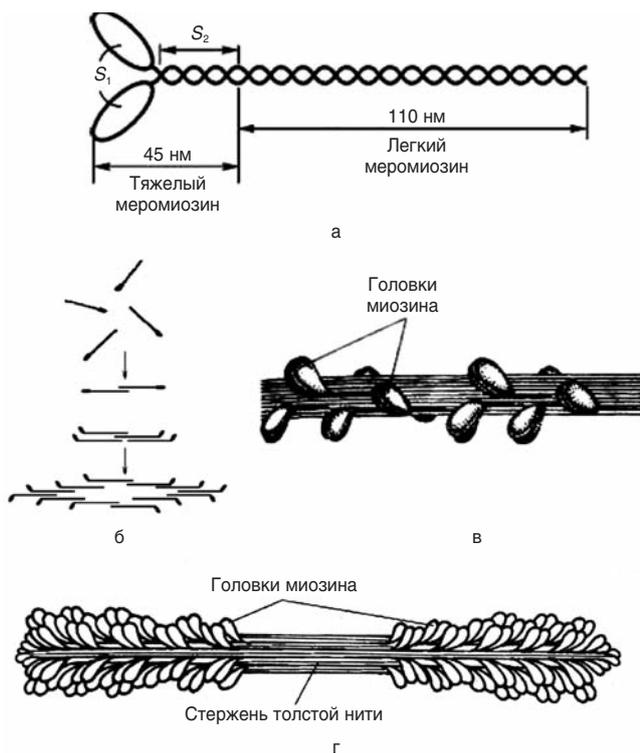


Рис. 4. Миозиновый миофиламент: а) строение молекулы миозина; б) схема агрегации молекул миозина; в) толстая миозиновая нить. Молекулы миозина способны к самосборке и формируют веретенообразный агрегат диаметром 15 нм и длиной 1,5 мкм. Фибриллярные хвосты молекул образуют стержень толстой нити, головки миозина расположены спиралью и выступают над поверхностью нити.<sup>16</sup> Расположение миозиновых филаментов в миофибрилле по формуле филлотаксиса 1/3.

Миозиновые филаменты миофибрилл состоят из стержня и глобулярной головки на его конце. Последовательные головки смещены по спирали, виток которой равен около 400 Е (40 нм), и расположены одна относительно другой на 120° (рис. 4). Из этого следует, что расположение головок миозина относительно друг друга происходит по формуле филлотаксиса 1/3, что и объясняет угол расхождения в 120°.

Системный анализ общепринятых в научном мире положений о периодах закладки и развития тканей и органов головы и лицевого черепа эмбриона человека легли в основу собственного исследования с позиции теории филлотаксиса и дихотомического ветвления как одного из древнейших механизмов роста.<sup>7-17</sup>

Считается, что церебральная и висцеральная части черепа у ранних эмбрионов человека не имеют достаточно четких границ. Висцеральная часть скелета головы формируется из редуцированных и сильно измененных остатков структур жаберных дуг. Для визуального отображения основных этапов формообразования нами был использован метод геометрического построения на плоскости и физического объемного моделирования объекта из пластической массы (пластилин).

Результаты исследования показали, что при формировании лицевого скелета и первичной ротовой полости – *передние парные выступы – первая (мандибулярная) висцеральная дуга* – условно обозначим как отростки I-го порядка, нарастая в медиальном направлении, расщепляются на краниальные и каудальные части, давая начало соответственно парным *верхнечелюстным (максиллярным)* – II-го А порядка и *нижнечелюстным (мандибулярным)* отросткам – (II-го Б порядка). На 6-8 неделе эмбриогенеза на отростках II-го А порядка образуются небные отростки (III-го порядка), направленные внутрь ротовой полости. Между отростками II-го А порядка располагается непарный *лобный отросток* I-го порядка, дающий начало медиальным и латеральным носовым отросткам (II-го порядка), одновременно являющимся стенками парных обонятельных ямок. Углубляясь, они прободают верхнюю стенку первичной ротовой полости, образуя в ней отверстия, соответствующие будущим хоанам. Так происходит закладка носовых ходов и их сообщений с носоглоткой. От крыши полости носа к небным отросткам III-го порядка сверху вниз растет носовая перегородка, разделяя полость носа на две половины.

От медиальных отростков II-го порядка продолжают расти отростки III-го порядка, образующие среднюю часть верхней челюсти, в которой сфор-

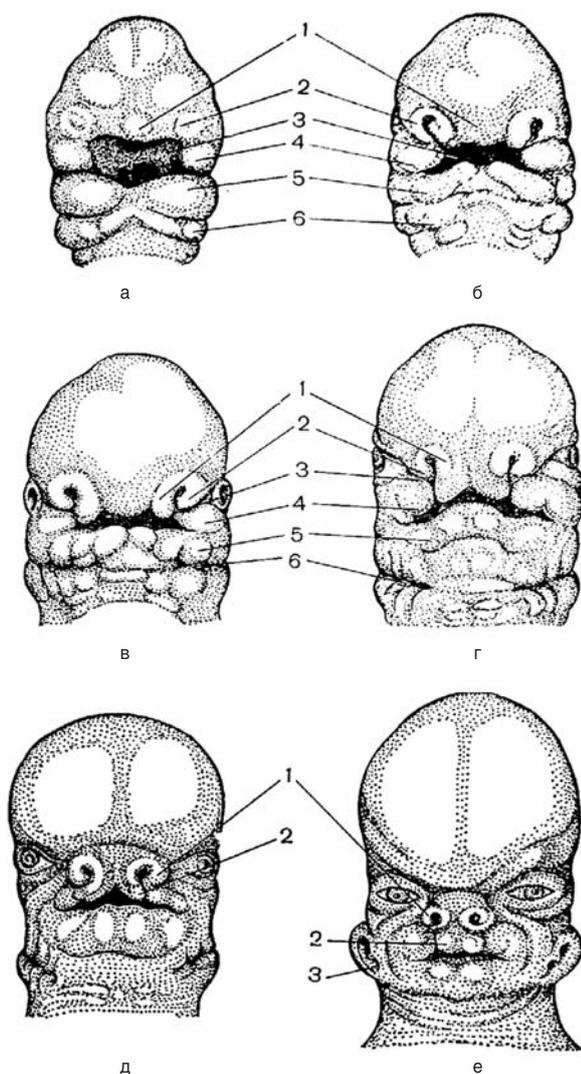


Рис. 5. Эмбриогенез лицевого черепа. Лицо развивается из семи зачатков: два рано сливающихся нижнечелюстных отростка, два верхнечелюстных отростка, два латеральных носовых отростка и медиальный носовой отросток. Верхнечелюстные и нижнечелюстные отростки происходят из первой глоточной дуги. На 4-ой неделе формируется лобный выступ, расположенный по срединной линии и покрывающий передний мозг. Лобный выступ дает начало парным медиальным и латеральным носовым отросткам. Формирующиеся обонятельные ямки отделяют медиальные носовые отростки от латеральных. На 7-й неделе медиальные носовые отростки срастаются, образуя межмаксиллярный сегмент. Из материала межмаксиллярного сегмента формируются губной (подносовой) желобок (philtrum), первичное небо и премаксиллярная часть зубной дуги. Костные структуры лица формируются в конце 2-го – начале 3-го месяца развития.<sup>19</sup>

мируются резцы. Нарастая кпереди, верхнечелюстные и носовые отростки II-го порядка сливаются между собой, образуя закладку верхней челюсти и верхней губы. На 10-й неделе происходит срастание небных отростков (III-го порядка) и частично медиальных отростков II-го порядка, приводя к формированию твердого неба.

Парные отростки II-го Б порядка не дают дополнительных отростков, в отличие от верхнечелюстных (II-го А порядка), представляющих собой древнейшие образования, включая, по-видимому,

и лобный, а срастаются, образуя закладку нижней челюсти и нижней губы.

На внутренней поверхности отростков I-го порядка – первой (мандибулярной) дуги – образуются боковые язычные бугорки, которые, сливаясь, дают начало большей части тела языка и его кончику. Вторая висцеральная дуга (гиоидная) – парные образования – растут в медиальном направлении и сливаются, формируя подъязычную кость.<sup>8-10,18,19</sup> Таким образом, первая (мандибулярная) висцеральная дуга формируется по законам филлотаксиса путем дихотомического ветвления, подтверждая положение о ней как о древнейшем образовании в период эмбриогенеза человека.

В развитии зубов различают три стадии, или периода, которые нередко отграничены друг от друга: 1) закладка и образование зубных зачатков; 2) дифференцировка зубных зачатков; 3) гистогенез зубных тканей. Известно, что первые признаки начинающегося развития зубов человека становятся заметными на 6-7-й неделе эмбриональной жизни. Многослойный плоский эпителий образует вдоль верхнего и нижнего края первичной ротовой щели утолщение, которое в результате постепенного врастания вглубь подлежащей мезенхимы образует эпителиальную пластинку, разделяющуюся затем на две: переднюю, или щечно-губную, и расположенную к ней под прямым углом зубную пластинку. Обе эти пластинки возникают самостоятельно, независимо друг от друга, в боковых отделах ротовой полости непосредственно из ее эпителия. Далее вдоль щечно-губной поверхности зубных пластинок верхней и нижней челюстей образуются разрастания эпителия в форме колбовидных выпячиваний в количестве 10, которые в дальнейшем превращаются в эмалевые органы молочных зубов.<sup>8,9</sup>

Источником образования постоянных зубов служит та же зубная пластинка, из которой развиваются зачатки молочных зубов. Начиная с 5-го месяца эмбриональной жизни, то есть примерно после 120 дня, вдоль нижнего края зубной пластинки, позади каждого зачатка молочного зуба, но уже на язычной стороне, образуются эмалевые органы постоянных передних зубов (резцов, клыков и малых коренных). Одновременно с этим зубная пластинка продолжает расти в каждой челюсти кзади, и по ее краю образуются эмалевые органы больших коренных зубов. Раньше всего, на 5-ом месяце эмбриональной жизни, появляется зачаток 1-го большого коренного зуба. Закладка остальных моляров происходит значительно позже. Так, зачаток 2-го большого коренного зуба появляется к середине первого года жизни ребенка, а зачаток 3-го моляра, зуба мудрости, – на 4-м и даже 5-м году жизни. По предположению Л. И. Фалина (1963),

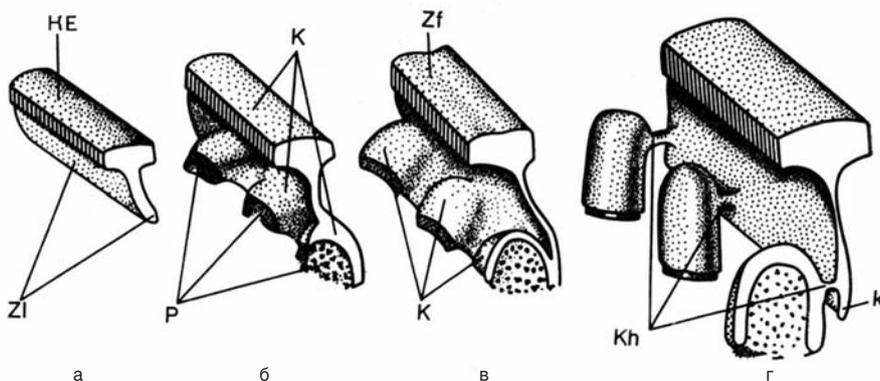


Рис. 6. Четвертая стадия развития зуба (схема по Штеру): KE – эпителий; Zf – зубная пластинка; K – эмалевые органы; P – сосочки; Kh – шейки эмалевых органов; k – край зубной пластинки; Zl – первичная закладка (из кн. Т. В. Шаровой, 1990).<sup>20</sup>

В. В. Гемонова и соавт. (2002), столь позднее их появление связано с необходимостью предварительного роста и удлинения челюстей плода, так как для них отсутствует место. Лишь после окончания образования эмалевых органов всех постоянных зубов зубная пластинка атрофируется и рассасывается.

Само развитие постоянных зубов происходит аналогично, как и молочных, разница заключается лишь во времени прохождения отдельных стадий и в большей длительности развития, в особенности больших коренных зубов. Л. И. Фалин, как и многие ученые, также утверждал, что с эмбриональной точки зрения постоянные зубы являются замещающими и не относятся ко второй генерации зубов, а к первой, то есть к молочному ряду зубов, так как они возникают непосредственно от зубной пластинки и не имеют предшественников.<sup>8,9</sup>

В подтверждение этому приводятся сведения Мейера (1951) о том, что «зубная пластинка, образовав эмалевые органы больших коренных зубов, дает начало новым эпителиальным утолщениям, которые очень похожи на зачатки эмалевых органов постоянных зубов. Правда, они носят рудиментарный характер и не развиваются дальше, однако сам факт их появления при развитии коренных зубов говорит о принадлежности последних к молочному ряду»<sup>цит. по 8</sup> (рис. 6).

Следует обратить внимание, что первые признаки становятся заметны на 6-7-й неделе, то есть начиная с 36 дня (начало 6-й недели) по 49 день (конец 7-й недели). Очевидно, что период в 6-7 недель является усредненным показателем при незначительных индивидуальных отклонениях, являющихся вариантом нормы. Этот временной промежуток полностью соответствует числовой последовательности Фибоначчи – 34-55, то есть образование зубных зачатков происходит между 34-55 днем эмбриональной жизни.<sup>8,9</sup>

В то же время мы решили изучить вопрос, который поставили перед собой: какая взаимосвязь, кроме биологической, существует между процессами образования молочных и постоянных зубов и в каком математическом соотношении?

Итак, нам уже известно, что первые признаки развития молочных зубов становятся заметны в промежутке между 36 и 49 днем, а постоянных – приблизительно со 120 дня эмбриональной жизни. Анализ

математических расчетов показал, что сроки образования молочных и первых постоянных зубов находятся в соотношении, близком к «золотой пропорции». Исходя из этого, «идеальными» соотношениями между молочными и постоянными зубами будут являться, например, 46/120 дни эмбриональной жизни или близкие к ним соотношения, где разница будет составлять 74-75 дней:

- $46 : 120 = 0,3833333$ ,  $\sqrt{0,3833333} = 0,619139 \approx 0,618$  /  $120 : 46 = 2,6086956$ ,  $\sqrt{2,6086956} = 1,6151456 \approx 1,618$ , – разница 74 дня;
- $46 : 121 = 0,3801652$ ,  $\sqrt{0,3801652} = 0,6165753 \approx 0,618$  /  $121 : 46 = 2,6304347$ ,  $\sqrt{2,6304347} = 1,6218614 \approx 1,618$ , – разница 75 дней;
- $47 : 121 = 0,3884297$ ,  $\sqrt{0,3884297} = 0,6232412 \approx 0,618$  /  $121 : 47 = 2,574468$ ,  $\sqrt{2,574468} = 1,6045148 \approx 1,618$ , – разница 74 дня;
- $48 : 122 = 0,3934426$ ,  $\sqrt{0,3934426} = 0,62725 \approx 0,618$  /  $122 : 48 = 2,5416666$ ,  $\sqrt{2,5416666} = 1,5942605 \approx 1,618$ , – разница 74 дня.

На 10-й неделе эмбриональной жизни в каждый эмалевый орган начинает вращать мезенхима, благодаря чему он становится похожим на колокол или чашу.

Начало 10-й недели выпадает на 64-й день, то есть на период числовой последовательности Фибоначчи 55-89. Если учесть, что в начале 10-й недели уже обнаруживаются первые признаки вращающей мезенхимы, то можно предположить, что началом этого процесса будет конец 8-й – начало 9-й недели, то есть 55-57 день.

Далее мезенхима, вращая в углубление эмалевых органов, дает начало зубным сосочкам, очертания которых соответствуют форме будущей коронки молочного зуба. В процессе роста эмалевый орган постепенно обособляется от зубной пластинки и концу 3-го месяца – 89-90 день (89 –

число Фибоначчи) соединяется с ней лишь при помощи тонкого эпителиального тяжа, так называемой шейки эмалевого органа. Вокруг развивающегося зачатка зуба в дальнейшем происходит уплотнение мезенхимы с образованием зубного мешочка, или фолликула. Таким образом, первый период зубообразования охватывает два временных промежутка, где приблизительно с 34 по 55 день происходит образование зубной пластинки, а в промежутке с 55 по 89 день – формирование зачатков молочных зубов.

В конце 4-го – в начале 5-го месяца (около 123 дня) эмбриональной жизни период дифференцировки зубных зачатков сменяется периодом гистогенеза, в течение которого возникают важнейшие зубные ткани – дентин и эмаль, а также пульпа зуба. При развитии коронки молочного зуба раньше всего, к концу 4-го месяца эмбриональной жизни, то есть около 123-го дня, появляется дентин, а его обызвествление начинается в конце 5-го месяца, то есть приблизительно после 140-го дня (144 – число Фибоначчи). На первый взгляд, число 123 не отвечает числам Фибоначчи, но является числом производного ряда Люка и противоречит установленной закономерности. Однако при более глубоком анализе оказалось, что никакого противоречия нет. Если взять любой отрезок между соседними числами ряда Фибоначчи и провести его деление в соответствии с «золотой пропорцией», то получим новые «дочерние» отрезки, длина которых также будет соответствовать числам Фибоначчи. Так, например, в интервале между числами 55 и 34 находится число 47, которое делит интервал между числами 55 и 34 на два отрезка длиной 13 и 8. Число 42 также делит отрезок 55-34 в «золотой пропорции», но при ином расположении «дочерних» отрезков.

В подобном числовом порядке, состоящем из значений «дочерних» отрезков, которые в свою очередь образуют максимумы второго и третьего порядка, нами также усматривается определенная

фрактаольная закономерность, образующаяся в соответствии с «золотой пропорцией».

Таким путем получаются максимумы второго порядка, отвечающие числам 42 и 47. Между ними располагается число 45, которое делит интервал 47-42 в пропорции 3:2; это будет максимум третьего порядка, и т. д. (рис. 7 а, б). Исходя из сказанного выше, число 123 делит в «золотой пропорции» интервал между числами Фибоначчи 89 и 144 на два отрезка длиной 21 и 34 (числа Фибоначчи) и является максимумом второго порядка  $21:34 = 0,617647$  (рис. 7 в).

Следовательно, «идеальными днями», соответствующими числовой последовательности Фибоначчи, будут 89-й день (конец 3-го месяца), который является днем окончания формирования зачатков молочных зубов, 123-й день – начало образования дентина, а к 144-му дню начинается его обызвествление, и т. д.

Так, например, на 10-й неделе (с 63-й по 70-й день) внутриутробного развития эмбриона происходит сращение двух нижнечелюстных отростков. Передний их отдел образует нижнюю губу, а задний – альвеолярный отросток нижней челюсти. Этот временной период развития (68 – «идеальный» день) находится между числами 55-89 по Фибоначчи и делит этот интервал в «золотой пропорции» в соотношении  $13:21 = 0,6190476$ , что является максимумом второго порядка (рис. 8).

Ни одна из предложенных к настоящему времени теорий закладки зубных зачатков в эмбриогенезе и прорезывания зубов у человека не раскрывает полностью данного механизма с точки зрения биологических законов. Основным положением в отношении прорезывания зубов принято считать, что этот процесс, как и общий рост и развитие организма, находится под регулирующим воздействием нервной и эндокринной систем, обмена веществ и др.<sup>18</sup>

Известные теории прорезывания зубов разделяют на 2 группы: 1) прорезывание происходит

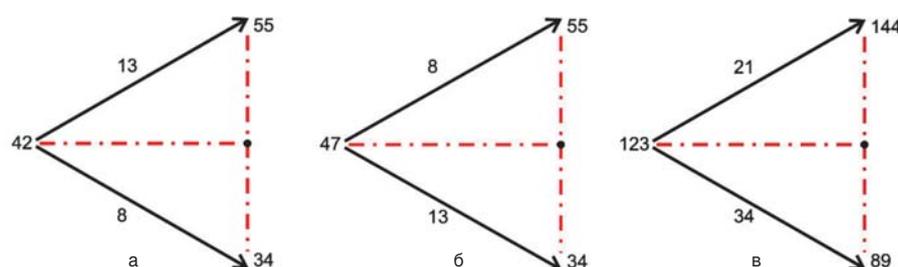


Рис. 7. Пример 1. Числа ряда Фибоначчи и их деление в соответствии с «золотой пропорцией» на неравные «дочерние» отрезки – максимумы 2-го порядка. (Схема по А. Постолаки).

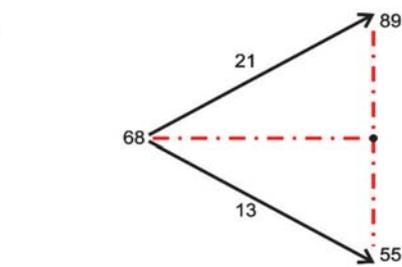


Рис. 8. Пример 2. Числа ряда Фибоначчи и их деление в соответствии с «золотой пропорцией» на «дочерние» отрезки – максимумы 2-го порядка. С 63 по 70 день внутриутробного развития эмбриона происходит сращение двух нижнечелюстных отростков. (Схема по А. Постолаки).

за счет самого зуба, например, роста своего корня или вследствие повышения внутризубного давления в результате усиленного роста и дифференцирования пульпы; 2) прорезывание происходит за счет формирования дна альвеолы и периодонта.<sup>18</sup>

Следует учесть, что зубная пластинка характеризуется ростом кпереди, когда идет формирование зачатков молочных зубов. Затем продолжает расти кзади в период развития постоянных зубов и закладки новых зачатков, что происходит вплоть до 4-5 лет жизни.<sup>8,9</sup>

В природе существуют 4 основных способа размещения боковых фитомеров: мутовчатое, супротивное, накрест супротивное и спиральное, что соответствует общебиологическому принципу развития тканей и органов.<sup>7</sup> Расположение зачатков зубов со всей очевидностью соответствует спиральному типу. Закладка зачатков и прорезывание зубов может быть объяснено в целом с позиции «теории филлотаксиса», в которой важная роль отводится влиянию генетических спиралей роста. Это подтверждает факт, что постоянные зубы, располагаясь орально, затем перемещаются под корни молочных зубов и прорезываются в полость рта.<sup>21</sup> Прорезывание зубов занимает период с 6-7 месяцев жизни ребенка и завершается, за исключением зубов мудрости, приблизительно к 13 годам, являясь объективным критерием нормального развития. К настоящему времени установлена четкая зависимость сроков прорезывания постоянных зубов от уровня физического и полового развития ребенка, а также от типа конституции тела, типов лица и формы головы у детей с физиологическим прикусом.<sup>9,20</sup>

Механизм прорезывания и смены временных зубов постоянными представляет собой в организме человека сложный генетически запрограммированный биологический процесс, который до сих пор еще недостаточно выяснен, и в научном мире до сих пор нет общепринятого взгляда по целому ряду вопросов.

Например, развитие коронки зуба интенсивно изучается в течение последних нескольких десятилетий, но механизм формирования и роста корней остается до сих пор менее понятен, несмотря на то, что корень имеет решающее значение для физиологической функции зуба.<sup>22,23</sup> И от того, насколько научная мысль продвинется в решении многих проблем, связанных с развитием ЗЧЛС, будет зависеть и общее состояние здоровья современного ребенка, его социальная адаптация в условиях экономической нестабильности в мире, повышенного стресса, ухудшающейся экологической обстановки.

Таким образом, существует тесная обоюдно зависящая биологическая связь между общим

состоянием организма и ЗЧЛС. Изучение литературных источников показало, что в большинстве предложенных к настоящему времени теорий прорезывание зубов рассматривается в основном в виде механического процесса, например, аппозиционный рост корня обуславливает прорезывание зуба, другие считают, что это происходит в связи с разрастающимся костным мозгом губчатого вещества альвеолярных отростков, но не корнем. Обсуждается также влияние специфической клеточной активности остеокластов, остеобластов, дифференцировки мезенхимной ткани сосочка зубного зачатка и нарастания внутрисосочкового давления в зависимости от степени васкуляризации, в том числе регулирующее участие определенных гормонов.<sup>20,24-27</sup>

Считается, что при этом происходит, с одной стороны, резорбция костной ткани, с другой – ее регенерация, хотя новые результаты<sup>27</sup> показали, что резорбция действительно имеет место, но она не является основным механизмом при прорезывании зуба, при переходе из альвеолярной кости в полость рта, чтобы зуб мог функционировать в полном объеме. Кроме того, имеет огромное значение эволюционное возникновение корня и его метаморфозы в историческом аспекте у млекопитающих и в пределах рода Ното для установления истинной картины диетической адаптации и формообразования в филогенезе ЗЧЛС.<sup>28</sup> Некоторые исследователи придают большое значение жевательному давлению и зубному фолликулу, его насмитовой оболочке (насмитова эмалева перепонка (кожица)), приписывая ей инкреторные функции, объясняя их влияние на рассасывание окружающей костной ткани.

Все предложенные точки зрения можно свести к тому, что в норме зубная пластинка и окружающие зачатки зубов ткани являются единой функциональной системой, находящейся под регулирующим влиянием нервной, эндокринной, сосудистой систем, и механизм своевременного прорезывания непосредственно связан с гармоническим развитием структурных элементов лицевого черепа и всего организма. Однако в представленных теориях не раскрывается общая эволюционная и биологическая связь с законами роста, изучаются лишь отдельные узкоспециализированные вопросы уникального феномена, характерного для всех позвоночных и млекопитающих, с привлечением новейших молекулярно-генетических, гистологических, гистохимических, иммуногистохимических, радиографических и томографических исследований.<sup>29-38</sup>

Были также предложены биоматематические, биофизические теории и модели прорезывания зубов, которые открыли иные стороны данного

механизма и показали тесную связь с законами природы, как например «золотая пропорция», действующая на всех уровнях мироздания.<sup>1-6</sup> Таким образом, в современной литературе выделяют четыре основные теории, объясняющие механизм прорезывания зубов (В. Л. Быков, 1998): 1) теория роста корня зуба; 2) повышение гидростатического давления в периапикальной зоне или пульпе зуба; 3) перестройка костной ткани; 4) тяга периодонта. Все известные теории прорезывания зубов можно разделить на две основные группы:

- I. Прорезывание зубов происходит за счет самого зуба, например роста своего корня, или вследствие повышения внутризубного давления в результате усиленного роста и дифференцирования пульпы.
- II. Прорезывание зубов происходит за счет формирования дна альвеолы и периодонта.<sup>18</sup>

Принято считать, что в норме процесс развития и прорезывания зубов у человека – это слаженный генетически детерминированный комплекс физико-химических факторов, который характеризуют ряд специфических свойств: последовательность, парность и симметричность. Средний возраст прорезывания зубов приблизительно одинаков в различных популяциях по всему миру. Следует отметить, что нарушение обмена веществ, в частности ожирение, является процессом стимуляции роста, о чем свидетельствует его влияние на сроки полового созревания, в том числе и на сроки прорезывания зубов.<sup>39</sup>

Как закладка зачатков зубов, так и их прорезывание в определенной степени находят логическое объяснение с позиции теории филлотаксиса. В этой связи важно отметить, что практически все животные и растения обладают симметрией, которая приводит к формированию филлотаксисных паттернов, чаще спиральных. Феномен филлотаксиса отмечается в ряде физических явлений на микро- и макроуровне не только земного, но и космического масштаба, выступая как самоорганизующаяся самоподобная система роста.<sup>1-6,40-42</sup>

С. Р. Cornelius и соавт. (1989) вместе со своими коллегами изучили по рентгенограммам особенности строения лицевого черепа у детей в возрасте 3-х лет и младше. Результаты показали, что у новорожденных зубная пластинка располагается непосредственно под полостью глазницы, так как к концу 1-го года жизни верхнечелюстной синус имеет глубину 2-3 мм. Образование альвеолярно-дентального отдела стимулирует рост верхней челюсти в вертикальном направлении и углубление синуса. Это обуславливает увеличение расстояния между дном верхнечелюстной пазухи и зачатками временных зубов и первого постоянного моляра (1,5-3 мм). В течение первых 3-х лет жизни постоян-

но происходит изменение взаимного расположения элементов верхней челюсти и зачатков временных и постоянных зубов. Так, например, к 3 годам происходит костная оппозиция в области верхнечелюстного бугра, и зачаток первого постоянного моляра переходит в горизонтальное положение,<sup>43</sup> что, вероятно, следует расценивать как поворот вокруг некоего центра или оси, в роли которой выступает зубная пластинка.

Согласно общим биологическим законам, рост стебля в длину происходит по винтовой генетической спирали с образованием по ходу боковых почек, и вероятно, зубная пластинка не является исключением. В филлотаксисе важная роль отводится влиянию генетических спиралей роста, и, по всей вероятности, как уже было сказано, восходящей – при развитии зубной пластинки кпереди и формировании молочных зубов и нисходящей – при развитии зубной пластинки кзади и формировании постоянных зубов. Это подтверждается тем фактом, что постоянные зубы, располагаясь орально, затем перемещаются под корни молочных зубов и прорезываются в полость рта. Расположение зачатков зубов очень похоже на расположение листовых зачатков и соответствует спиральному типу. По одной из гипотез, каждый листовой зачаток образует вокруг себя физиологическое поле, тормозящее заложение новых зачатков в непосредственной близости к нему, по другой – заложение каждого последующего листового зачатка не тормозится, а стимулируется предыдущим. С точки зрения А. Лима-де-Фариа (1991), все процессы в природе представляют гомологии, так как все основные структуры и функции содержат минеральный компонент, который был очевиден до того, как в общий эволюционный процесс были включены ген и хромосома. Это обусловлено спецификой физико-химических процессов, участвующих в процессе эволюции элементарных частиц, химических элементов, минералов, макромолекул и живых организмов.<sup>17</sup>

Общим направлением в изучении развития полости рта и ее органов в фило- и онтогенезе у живых организмов, начиная с беспозвоночных животных (высшие черви) и до млекопитающих, и в частности человека, являются особенности их анатомического строения и ряд теоретических обоснований эволюции коронки зубов. Исследователи Кюкенталь (1891) и Резе (1892) предложили так называемую «конкресцентную теорию», или «теорию слияния зубных зачатков». Эту теорию продолжил развивать В. С. Матвеев (1962), который выявил и охарактеризовал структурно-функциональную единицу зуба – одонтомер и обосновал формирование многобугорковых (многокорневых) зубов.<sup>44</sup> Известны также тритуберкулярная теория,

димерная теория и др. Как указывает А. А. Зубов (1974), общий «прототип» любого морфологического класса зубов млекопитающих – это простой зуб с крупным коническим бугорком с двумя боковыми стилоидными образованиями. Такой тип зуба рассматривается как исходный в тритуберкулярной теории Копа-Осборна (Osborn, 1907), или так называемой «теории дифференциации». По этой теории, коренные зубы различных млекопитающих выводятся не из протодонтного, а из триконодонтных посредством появления новых и смещения («вращения») старых бугорков. Если далее кратко проследить историю изучения данного вопроса, то в последующем выводы Батлера (Butler, 1939), поддержанные Паррингтоном (Parrington, 1947) и Паттерсоном (Patterson, 1956), привели к всеобщему признанию данной концепции.<sup>12</sup>

При изучении 100 шлифов зубов человека В. Г. Николаев и соавт. (2004) обнаружили в области центральной фиссуры премоляров присутствие общих линий Ретциуса, непрерывно проходящих с одного бугра на другой, что, по мнению авторов, предполагает возможность формирования многокорневых зубов в результате их слияния.<sup>45</sup> Г. Г. Манашев, А. В. Селифонова (2004) установили взаимосвязи в особенностях строения многокорневых зубов, что позволило им выдвинуть гипотезу о филогенетическом формировании жевательного аппарата млекопитающихся путем слияния зачатков простых конических зубов с объединением некоторых морфологических образований.<sup>46</sup>

Следует отметить, что на рубеже 20-40-х гг. XX века Н. П. Кренке провел широкие исследования на многих видах растений и установил существование основных вариантов расчленения листовой пластинки в зависимости от ее положения на побеге. Как правило, степень расчленения мала как в начальных узлах, находящихся у основания побега, так и в наиболее поздних узлах, расположенных у его верхушки, и достигает максимума в срединных узлах (правило Кренке). В последующем результаты Кренке были подтверждены в целом ряде исследований. Подобная закономерность наблюдается и в топографии и строении зубов человека (рис. 9).<sup>47</sup>

Сформулированная Т. Шванном (1838) «клеточная теория» и последующие исследования XIX-XXI вв. неоднократно доказали наличие единого принципа образования и роста клеток у растений и животных, а следовательно, структурное и генетическое единство органической природы.

Таким образом, в основе организации любой живой материи лежат принципы устойчивости, самоорганизации и саморегулирования, а в формообразовании эти принципы проявляются как самоподобность, которая порождает связанную систему объектов.

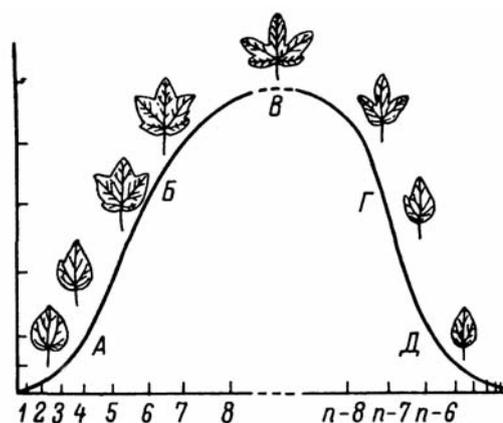


Рис. 9. Изменение формы листовой пластинки от основания побега к вершине у ипомеи (схема по Синноту, 1963). По оси абсцисс – узлы стебля (от основания к верхушке); по оси ординат – степень расчлененности листовой пластинки. А-Д – последовательные типы листьев.<sup>48</sup>

На основании вышеизложенного открываются новые горизонты для изучения процессов развития и формообразования тканей и органов ЗЧЛС с позиции общих законов природы. Это открывает широкие перспективы в дальнейшем развитии стоматологии, антропологии, междисциплинарных научных направлений, таких, например, как регенеративная медицина. Нарастающая волна интеграции научных знаний может дать в ближайшем будущем сильнейший импульс к развитию новейших поколений стоматологических материалов и нанотехнологий, направленных на раннюю диагностику и управляемую регенерацию зубных тканей или даже стимуляцию процессов их минерализации, как, например, при глубоких фиссурах. Положительные результаты применения регенеративного подхода отмечены в решении вопросов реминерализации тканей зуба с использованием, например, биоактивного лечебно-профилактического лака «Нанофлюор».<sup>48</sup> Подобные разработки будут способствовать повышению качества и долгосрочного действия профилактических мероприятий по предупреждению кариеса и его осложнений как самых распространенных стоматологических заболеваний, приводящих к различным анатомо-функциональным нарушениям местного и общего характера. И несмотря на то, что стоимость оказания стоматологической помощи в мире непрерывно возрастает, сегодня существуют реальные и доступные пути, чтобы не допускать развития тяжелых осложнений кариеса зубов. Одним из них является оказание ранней стоматологической помощи методом atraumaticного восстановительного лечения кариеса зубов, известного в мировой литературе под названием ART (Atraumatic Restorative Treatment), с использованием стеклоиономерных цементов, обладающих уникальными свойствами – высвобождением фторидов и высокой адгезивностью к тканям зуба.<sup>49</sup>

## Литература

1. Петухов С. В. Биомеханика, бионика и симметрия. – М.: Изд-во «Наука», 1981. – 240 с.
2. Цветков В. Д. Сердце, золотое сечение и симметрия. Пушино: Изд-во ПНЦ РАН, 1999. – 152 с.
3. Коробко В. И., Коробко Г. Н. Золотая пропорция и человек. М.: Изд-во Междунар. ассоц. строит. вузов, 2002. – 384 с.
4. Стахов А., Слуценкова А., Щербачев И. Код да Винчи и ряды Фибоначчи. – С.Пб.: Изд-во «Питер», 2006. – 320 с.
5. Сороко Э. М. Золотые сечения, процессы самоорганизации и эволюции систем: Введение в общую теорию гармонии систем. – М.: Изд-во «КомКнига», 2006. – 264 с.
6. Васютинский Н. А. Золотая пропорция. – С.Пб.: «ДИЛЯ», 2006. – 368 с.
7. Ботаника, морфология и анатомия растений. – М.: Изд-во «Просвещение», 1988.
8. Фалин Л. И. Гистология и эмбриология полости рта и зубов. – М.: 1963. – 219 с.
9. Гемонов В. В., Лаврова Э. Н., Фалин Л. И. Развитие и строение органов ротовой полости и зубов: Учебное пособие для студентов стом. вузов (фак-ов). – М.: ГОУ ВУНМЦ МЗ РФ, 2002. – 256 с.
10. Колесов А. А. Стоматология детского возраста. 3-е изд. – М.: Медицина, 1985. – 480 с.
11. Джан Р. В. Филлотаксис. Системное исследование морфогенеза растений. / Пер. с англ. / – М.: Изд-во: Ин-т комп. исслед., НИЦ «Регулярная и хаотиче-ская динамика». – 2006. – С. 75-76.
12. Зубова А. А., Халдеева Н. И. Одонтология в современной антропологии. М.: Изд-во «Наука», 1989. – 232 с.
13. Молдавская А. А., Демичев М. А., Григанов А. В. Морфологические критерии формирования нижней конечности в эмбриогенезе у человека. Фундаменталь-ные исследования. – 2004. – № 1 – С. 112-112. <http://fundamental-research.ru/ru/article/view?id=2518>
14. Шевц Р. Л. Числа Фибоначчи и геометрия стопы. Гений ортопедии. – 2004. – № 2. – С. 37-42.
15. Ермоленко А. С., Хайруллин Ф. Р., Хайруллин Р. М. Значение чисел Фибоначчи в соотношениях костных сегментов чело-века. Фундаментальные исследования. 2011. – № 9. – С. 241-244.
16. Гистология. Учебник /Под ред. Э. Г. Улумбекова, Ю. А. Челышева/ – М.: «ГЭОТАР-МЕД», 2001 – С. 171.
17. Лима-де-Фариа А. Эволюция без отбора: Автоэволюция формы и медицины. / Пер. с англ. / – М.: Изд-во «Мир», 1991.
18. Козлов В. И., Цехмистренко Т. А. Анатомия ротовой полости и зубов: Учеб. пособие. – М.: РУДН, 2009, 156 с.
19. Пэттен Б. М. Эмбриология человека / Пер. с англ. О. Е. Вязова и Б. В. Конюхова / Под ред. Шмидта Г. А./ Медгиз-Москва: Госуд. изд. мед. лит., 1959. – 800 с.
20. Шарова Т. В., Рогожников Г. И. Ортопедическая стоматология дет-ского возраста. – М.: «Медицина», 1991. – 288 с.
21. Кудрин И. С. Анатомия органов полости рта. – М.: «Медицина», 1968. – 212 с.
22. Huang X. F., Chai Y. Molecular regulatory mechanism of tooth root development. *Int. J. Oral Sci.* – 2012 Dec; 4(4):177-81.
23. Kjær I. Mechanism of human tooth eruption: review article including a new theory for future studies on the eruptionprocess. *Scientifica (Cairo)*. – 2014; 2014:341905. <https://pdfs.semanticscholar.org/f6f6/869139b5cf6878238a715d7909f79b13a2d8.pdf>
24. Ericson S., Bjerklin K., Falahat B. Does the canine dental follicle cause resorption of permanent incisor roots? A computed tomographic study of erupting maxillary ca-nines. *Angle Orthod.* – 2002 Apr.; 72(2):95-104.
25. Harokopakis-Hajishengallis E. Physiologic root resorption in primary teeth: molecular and histological events. *J. Oral Sci.* – 2007 Mar; 49(1):1-12.
26. Hidasi G. Mechanism of the eruption of secondary dentition. *Fogorv Sz.* – 1993 Mar; 86(3):79-87.
27. Thesleff I., Vaahtokari A., Kettunen P., Aberg T. Epithelial-mesenchy-mal signaling during tooth development. *Connect.Tissue. Res.* – 1995;32(1-4):9-15.
28. Dean M. C., Cole T. J. Human Life History Evolution Explains Dissociation between the Timing of Tooth Eruption and Peak Rates of Root Growth. *PubMed*. Published online – 2013, Jan. 14.
29. Jean R. V. Growth and entropy: phylogenism in phyllotaxis. *J. Theor. Biol.* – 1978, Apr. 20; 71(4):639-60.
30. Jernvall J., Thesleff I. Tooth shape formation and tooth renewal: evolu-ing with the same signals. *Development.* – 2012 Oct; 139(19):3487-97.
31. Bei M. Molecular genetics of tooth development. *Curr Opin Genet Dev.* – 2009 Oct;19(5):504-10.
32. Berkovitz B. K. How teeth erupt. *Dent Update.* – 1990 Jun; 17(5):206-10.
33. Boeyens J. C. A molecular-structure hypothesis. *Int. J. Mol. Sci.* – 2010 Nov. 1;11(11):4267-84.
34. Cao H., Wang J., Li X., Florez S., Huang Z., Venugopalan S. R., et al. MicroRNAs play a critical role in tooth development. *J. Dent. Res.* – 2010 Aug; 89(8):779-84.
35. Horii Z. Tooth eruption: the phase transition theory on biological for-mation of an or-derly structure. *J. Theor Biol.* – 1989 Aug 22; 139(4):449-64.
36. Huang X. F., Chai Y. Molecular regulatory mechanism of tooth root development. *Int. J. Oral Sci.* – 2012 Dec; 4(4):177-81.
37. Oikawa T., Nomura Y., Arai C., Noda K., Hanada N., Nakamura Y. Mechanism of active eruption of molars in adolescent rats. *Eur. J. Orthod.* – 2011 Jun; 33(3):221-7.
38. Oommen S., Otsuka-Tanaka Y., Imam N., Kawasaki M., Kawasaki K., Jalani-Ghazani F., et al. Distinct roles of microRNAs in epithelium and mesenchyme during tooth development. *Dev Dyn.* – 2012 Sep; 241(9):1465-72.
39. Must A., Phillips S. M., Tybor D. J., et al. The association between child-hood obesity and tooth eruption. *Obesity (Silver Spring)*. – 2012 Oct; 20(10):2070-4.
40. Douady S., Couder Y. Phyllotaxis as a physical self-organized growth process. *Phys. Rev. Lett.* – 1992 Mar 30; 68(13):2098-2101.
41. Knott R. Fibonacci Numbers and the Golden Section. – 2001. – 294 p.
42. Dunlap R. A. The Golden Ratio and Fibonacci Numbers. – World Scientific Publishing Company. – 1998. – 162 p.
43. Cornelius C. P., Ehrenfeld M., Dannenmaier B., Stern W. Topographische Anatomie von Zahnkeimen und Kieferhöhle und ihre Bedeutung bei entzündlichen Prozessen im Oberkiefer. *Dtsch. Zahnärztl. Z.*, 1988, 43, № 12, p. 1255–1258. – М.Р.Ж. – 1989. – № 10. – реф. 1079.
44. Ломиашвили Л. М., Аюпова Л. Г. Художественное моделирование и реставрация зубов. М.: Изд-во «Медицинская книга», 2004. – С. 252.
45. Николаев В. Г., Манашев Г. Г., Топал В. И. Микроструктура эмали зубов человека. *Мат. XII и XIII Всеросс. науч.-практ. конф. и Тр. IX съезда Стом. Асс. России.* М.: 2004. – С. 77-78.
46. Манашев Г. Г., Селифонова А. В. Сравнительная морфология зубов человека. *Мат. XII и XIII Всеросс. науч.-практ. конф. и Тр. IX съезда Стомат. Асс. России.* М.: 2004. – С. 69-70.
47. Касинов В. Б. Биологическая изомерия. – Л.: Изд-во «Наука», 1973. – С. 171-177.
48. Посохова В. Ф., Чуев В. В., Бузов А. А., Четверикова А. И., Гонтарев С. Н., Чуев В. П. Нанофлюор – биоактивный фторирую-щий лак нового тысячелетия. *Институт Стоматологии*, № 1 (50), 2011. – С. 52-53.
49. Леонтьев В. К., Пахомов Г. Н. Профилактика стоматологических заболеваний. – М.: 2006. – 416 с.