

Фрактальная организация в природе и зубочелюстной системе человека на основе спиральной симметрии

*Александр Постолаки,
Государственный университет медицины и фармации
им. Н.А. Тестемицану
(г. Кишинэу, Молдова)*



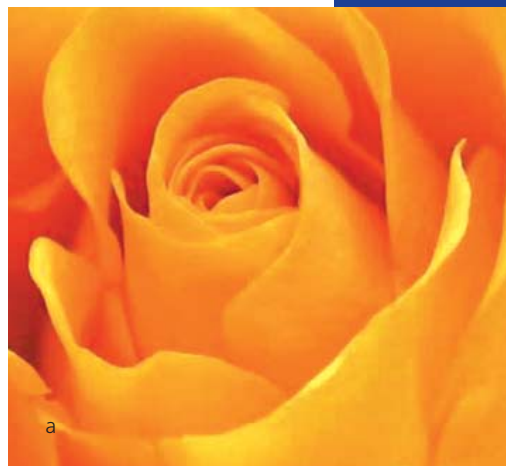
На основе анализа данных литературы и собственных исследований представлены научные факты о закономерности проявления спиральной биосимметрии как в природе, так и в организации и формообразовании структурных элементов зубочелюстной системы человека. Такая особенность строения, в частности зубов и периодонта, позволяет им оптимально выполнять свои физиологические функции с учетом их биомеханических свойств.

«Бог вначале дал материи форму твердых, массивных, непроницаемых, подвижных частиц таких размеров и фигур и с такими свойствами и пропорциями в отношении к пространству, которые более всего подходили бы к той цели, для которой он создал их».

Исаак Ньютон

«...когда наши главные ванты были сорваны свирепым шквалом в Гольфстриме, эта мачта гнула и гнулась, пока не стала похожа на букву S, но она стояла».

Вестон Мартин. «Моряк из южных морей»



Введение

Симметрия форм в живой природе на протяжении веков вызывала пристальный интерес ученых как одно из наиболее замечательных и загадочных явлений. Сам термин «симметрия» по-гречески означает «соразмерность», которую древние философы понимали как частный случай гармонии —



Фото 1. Спиральная биосимметрия в строении розы (а), шишки (б), морской раковины (в)

согласования частей в рамках целого. Немецкий математик Г. Вейль предложил определение симметрии, согласно которому симметричным называется такой предмет, который можно каким-то определенным образом изменять, получая в результате то же, с чего изменения начинаются.^{1,2}

В природе существуют различные примеры зеркальных, вращательных и спиральных симметрий, а также симметрий подобия в биологических телах, многих биологических молекулах, цветках и побегах растений, в строении простейших и высокоорганизованных организмов (фото 1 а, б, в).³

Что же такое спиральная симметрия, может выразить только язык математики. Итак, спирали (от греч. «σπειρα») — это кривые, закручивающиеся вокруг точки на плоскости или вокруг оси.⁴ Спираль — одна из наиболее распространенных фрактальных форм существования жизни в Природе и взаимодействия звездных систем во Вселенной.

Фракталы (от лат. fractus — изломанный) — это объекты, которые обладают двумя важнейшими признаками: изломанностью и свойством самоподобия (или масштабной инвариантности). Фракталы с наибольшей очевидностью можно наблюдать в формообразованиях живой природы: ракушке, ветвях деревьев, листьях и лепестках цветов, ландшафтах (морские побережья и русла рек), легких человека, очертаниях облаков. Фрактальная геометрия — это изящный и информационно-компактный способ описания сложного. Фракталы открывают простоту сложного. Н. А. Заренков (2009) дает следующее определение фракталам. Фракталами называются линии, фигуры (квадрат, треугольник и др.) и тела, обладающие следующими свойствами: 1) симметрией самоподобия — «часть подобна целому», 2) дробной размерностью, 3) другим, чем у обычных фигур, отношением периметра к площади или другой, чем у обычных тел, величиной относительной поверхности. Фракталы очень разнообразны и выполняют функции модулей.⁵

Чувство значимости спирали в жизни человека, по-видимому, люди издавна понимали.

Они изображали ее в своих украшениях, орнаментах. Известна, например, спиралевидная мечеть в Самарре (Ирак, IX в.) (фото 2). Архитектор итальянского барокко Франческо Борромини (1599-1676 гг.) впервые сделал спиралевидный купол церкви Сант Иво делла Сапиенца в Риме (1642-1667 гг.). Вспомним, что и библейская Вавилонская башня также строилась на основе пространственной спирали, посредством ее люди намеревались добраться до Бога на небесах.⁶

В трудах древних эллинов Анаксимандра, Демокрита и их последователей было изложено первое атомистическое представление о веществе и дано описание вакуума как строительного материала для атомов и среды, заполняющей собой мировое пространство. По Демокриту, крупные атомы движутся быстрее мелких, наталкиваются на них и порождают боковые движения — вихри, с помощью которых атомы объединяются в тела. Вихри лежат в основе образования объектов Вселенной и процессов возникновения элементарных частиц, то есть самоорганизации. Демокрит утверждал, что «...вихреобразное вращение есть причина происхождения вещей». Однако представление эллинов о том, что атом любого вещества есть неделимый сгусток вакуума, в последующем, в так называемый классический период развития науки, было отвергнуто.

С начала 30-х гг. XX века с развитием квантовой теории возникли представления о квантовой структуре вакуума. Эксперименты показали,

что вакуум влияет на структуру электронных орбит в атомах, на закономерности взаимодействия элементарных частиц. Более того, сами частицы оказались как бы построенными из элементов вакуума. Произошел возврат к первичным представлениям эллинов, но на более высоком уровне знаний. С возникновением (начало 60-х гг. XX в.) нелинейной квантовой теории подтвердилось, что вакуум является фундаментальным объектом микромира. Экспериментально доказана реальность вакуума как физической субстанции, возможно, со многими энергетическими уровнями. Все это означает еще один шаг вперед к построению единой

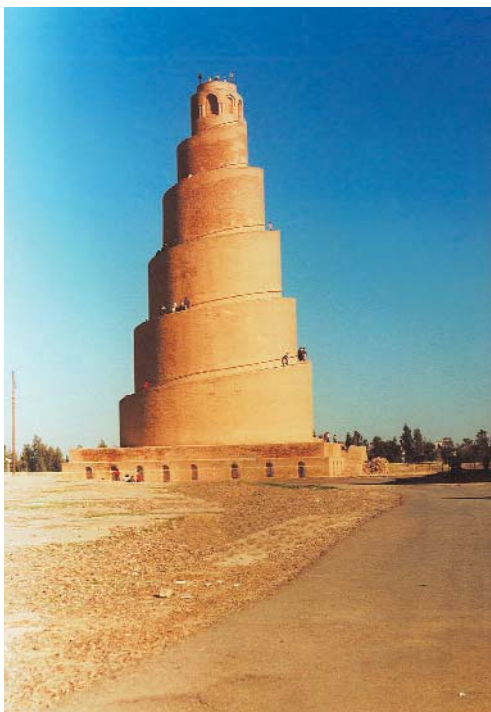


Фото 2. Спиралевидная мечеть в Самарре, Ирак, IX век



Фото 3. Рене Декарт (фр. *René Descartes*; лат. *Renatus Cartesius* – Картезий; 31 марта 1596, Лаэ (провинция Турень), ныне Декарт (департамент Эндр и Луара) – 11 февраля 1650, Стокгольм) – французский математик, философ, физик и физиолог, создатель аналитической геометрии и современной алгебраической символики, автор метода радикального сомнения в философии, механицизма в физике, предтеча рефлексологии

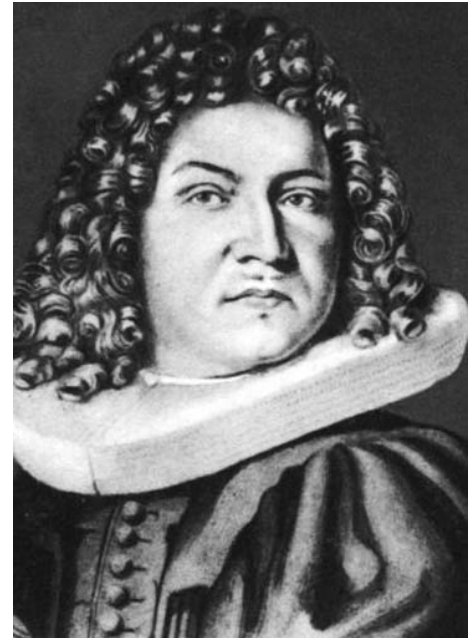


Фото 4. Якоб Бернулли (нем. *Jakob Bernoulli*, 27 декабря 1654, Базель – 16 августа 1705, там же) – швейцарский математик, профессор математики Базельского университета (с 1687 года)

теории материи. Но интересно, что проблемы первоматерии обсуждались задолго до древнегреческой науки в восточной философии, например, древнекитайским философом Лао Цзы (VI в. до н. э.).⁷

Декарт (1596-1650 гг.) (фото 3) был первым, кто исследовал свойства им же открытой в 1638 году логарифмической спирали (полярное уравнение спирали). Независимо от него Торичелли (1608-1647 гг.) нашел методы вычисления ее площади, а также спрямления дуги спирали (1640 г.).

Торичелли называл эту спираль «геометрической спиралью». В конце XVI века многие свойства «изумительной спирали» (*spira mirabilis*) были открыты Якобом Бернулли (фото 4). Название «логарифмическая спираль» (угол между полярными радиусами пропорционален логарифму их отношения) дано Вариньоном в 1704 году. Логарифмическая спираль была и остается предметом многочисленных исследований и в наше время, ведь как отмечалось уже выше, спираль является своего рода морфологическим стандартом структур различных систем природы (фото 5).

Одним из наиболее распространенных и характерных типов симметрии в природе являются спиральные биосимметрии, так как это наиболее оптимальная по экономичности форма, способная сохранять энергию и хранить информацию в результате своей гибкости и компактности.³ Например, наличие спиральных элементов жесткости в трахеях некоторых растений придает трубке устойчивость к перепадам давления. Анализ таких систем на основе механичес-

ких критериев выявил хорошую оптимизацию, обеспечивающую минимальный расход материала при максимальной жесткости.⁸

Еще Иоганн Вольфганг Гете (1749-1832 гг.) – немецкий писатель, мыслитель и естествоиспытатель – считал, что существует общее стремление биологических тел к спиральности.³ Многим Гете известен в первую очередь как немецкий писатель и поэт, создатель «Фауста», однако Гете был также первым немцем-писателем, значение и влияние которого охватили весь мир, стали общим достоянием человечества. Гете является вместе с тем в мировой литературе редким случаем одновременно великого поэта и крупного натуралиста. Исключительно редко мировые художественные деятели нераздельно со своим художественным творчеством охвачены и творчеством научным, изучением природы. По словам Вернадского, только три имени выступают в этом аспекте: Платон (427-347 гг. до н. э.), Леонардо да Винчи (1452-1519 гг.) и Гете (фото 6).

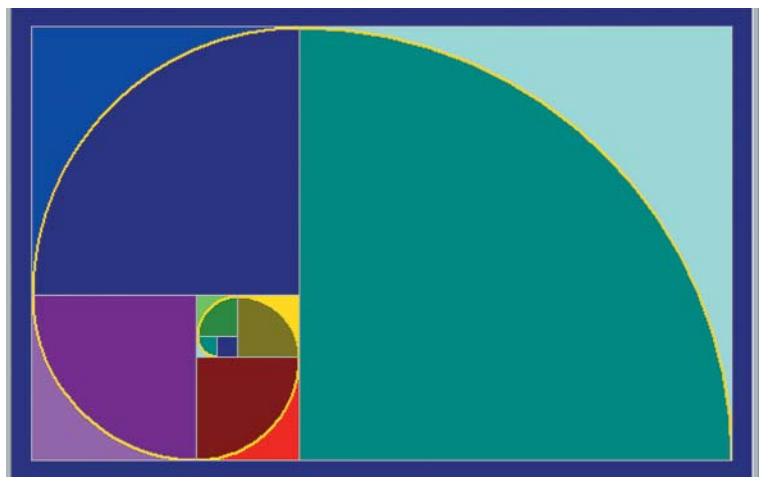


Фото 5. Схема построения логарифмической спирали



Фото 6. Иоганн Вольфганг фон Гете (28 августа 1749, Франкфурт-на-Майне – 22 марта 1832, Веймар), немецкий писатель, основоположник немецкой литературы Нового времени, мыслитель и естествоиспытатель, иностранный почетный член Петербургской академии наук (1826)

Так, сосуды, нервы, волокна, эмалевые призмы, оплетающие сферические и цилиндрические поверхности, в поисках самого короткого пути неизбежно превращаются в спираль (фото 7 а). Форму двойной спирали имеет молекула жизни ДНК, носитель генетической информации, служащий главной матрицей для синтеза белка (фото 7 б).^{9,10}

Принцип спиральности можно наблюдать на микро- и макроуровнях живой и неживой природы, так как он является наиболее эффективным и экономичным. Развитие зародыша человека, а также других позвоночных происходит со спира-

леобразной закруткой вокруг главной оси, обуславливая тем самым морфологическую асимметрию тела человека и животных (фото 8 а, б).¹¹

В 1869 году русский ученый Д. И. Менделеев впервые в мире опубликовал свою периодическую систему элементов, а в 1870 году немецкий ученый Баумгауэр представил первую геометрическую форму таблицы. Это была спираль, по поводу которой Менделеев писал: «В сущности же все распределения элементов представляют непрерывность и отвечают до некоторой степени спиральной функции». Несмотря на то, что он упоминал о спиральном расположении элементов, сам он считал его малоприменимым и довольно искусственным. Однако в его архиве были обнаружены заметки, сделанные в 1871 году. То были попытки графически построить спиральную форму периодической таблицы. В связи с тем, что эта работа не была доведена до конца,

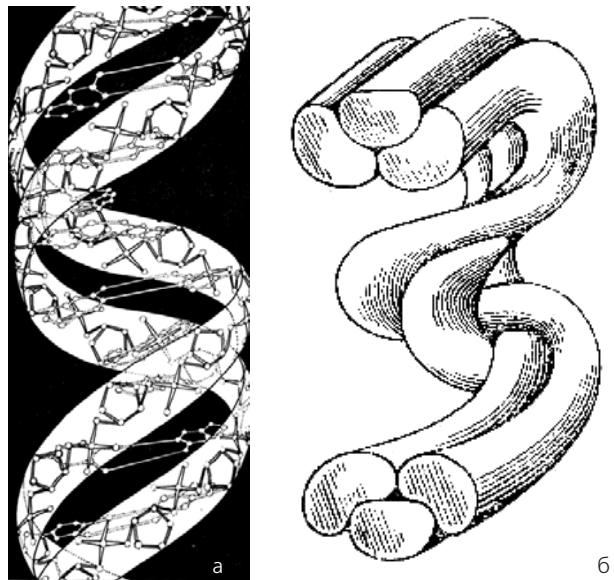


Фото 7. Спиралевидный тип структурной организации эмалевых призм (а) по И.С. Кудрину (1968) и молекулы ДНК (б)



Фото 8. Анатомические рисунки Леонардо да Винчи

он и не опубликовал графические построения.

В 1906 году шведский ученый Ю. Ридберг опубликовал статью «Электрон, первый элемент», а в 1913 он представил периодическую систему элементов в виде концентрических окружностей. Переход от одной окружности к другой осуществлялся скачком при углах поворота, близких к 360 градусам. Таким образом, периодическая система образовала своего рода спираль (фото 9).¹²

С учетом вышеперечисленных фактов можно предположить, что такая же закономерность должна во многом проявляться и в развитии различных органов и систем организма, и в частности, в строении зубочелюстной системы человека.

Как указывает русский ученый, хирург-офтальмолог, профессор Э. Р. Мулдашев в книге «От кого мы произошли?» (2007), В.Г. Гафаров провел научный анализ вертикального сочленения костей лицевого черепа в процессе эмбриогенеза. Отмечается, что эмбриональное развитие ребенка повторяет основные вехи развития человека на Земле. В результате задержки развития лицевого черепа на раннем этапе эмбриогенеза образуются анатомические дефекты, такие как «заячья губа» (расщелина верхней губы) или «волчья пасть» (расщелина твердого неба). На основании результатов научных экспедиций в 90-х годах XX века, целью которых являлось изучение проблемы происхождения человечества, Э.Р. Мулдашев пришел к выводу, что древние люди имели кости лицевого черепа, не полностью сросшиеся по центру. Автор предположил, что так как расщелина между костями лицевого черепа является одним из наиболее ранних признаков и что кости в процессе эволюции впервые появились у лемурийцев, как об этом сообщает Великая Посвященная Е. П. Блаватская в «Тайной доктрине» (1937), то вероятно, что именно лемурийцы имели расщелину верхней губы и твердого неба. И далее, цитируем: «Подтверждением этого является то, что на тибетских храмах вместе с необычными глазами изображен спиралевидный нос, разрез кото-

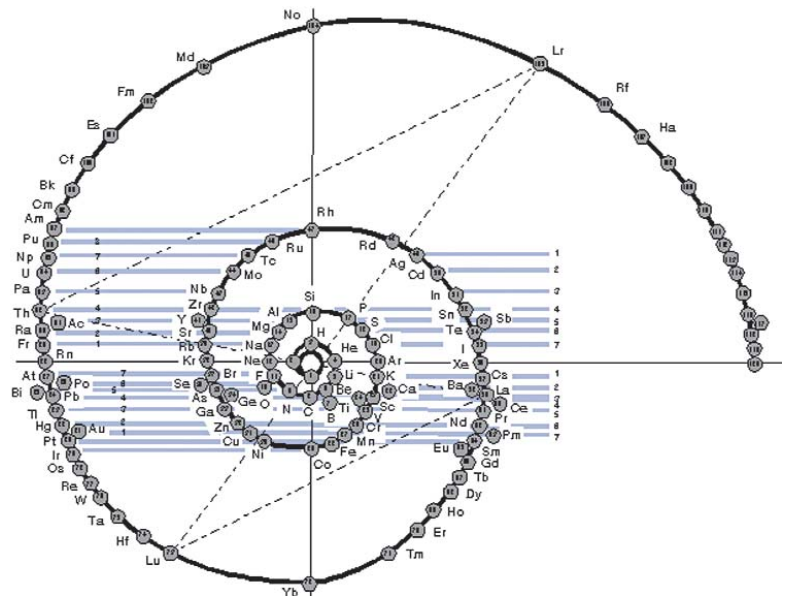


Фото 9. Схема периодических элементов в виде спирали

рого опускается вниз (почти в область верхней губы) к ротовому отверстию». По мнению Э. Р. Мулдашева, эта особенность строения связана была с полуподводным образом жизни лемурийцев. Как считает В. Г. Гафаров, гайморовы пазухи у современных людей являются рудиментами жаберных образований лемурийцев, которые располагались по бокам от вертикальной расщелины. Из этого следует, что гортань не могла выполнять роль звуковоспроизводящего аппарата. Из древних религиозных источников известно, что наиболее древние люди (видимо, лемурийцы — прим. Э.Р. Мулдашева) говорили носом, причем звуковоспроизведение происходило не только в диапазоне обычного голоса, но и в диапазоне ультразвуковых и инфракрасных волн (фото 10 а, б, в).¹³

В 2000 году Э. Р. Мулдашев впервые в мире успешно провел операцию трансплантации гла-

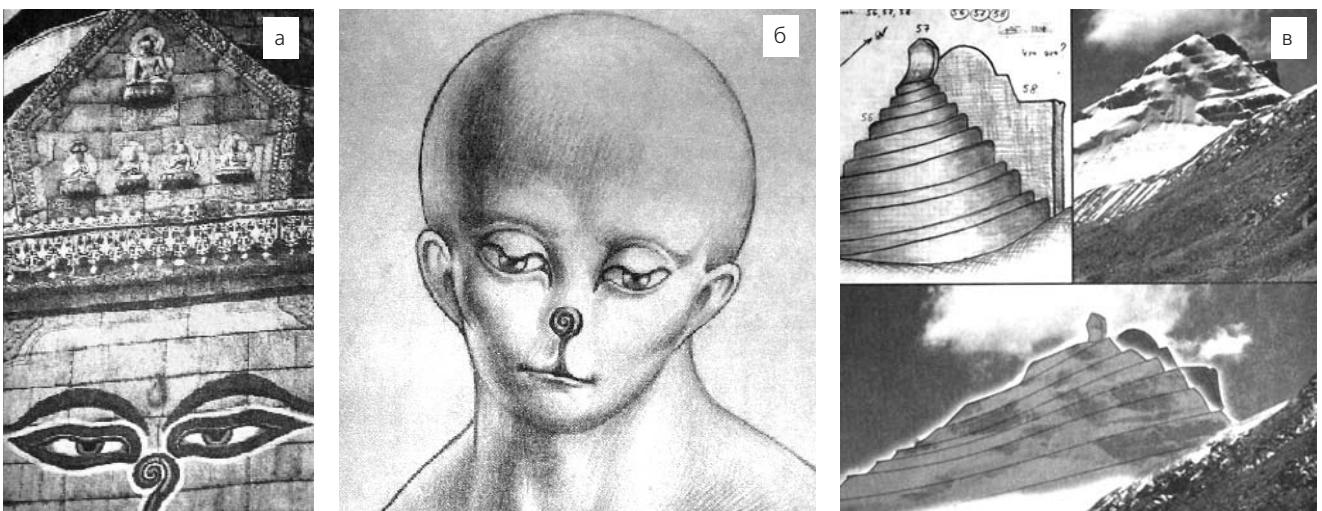


Фото 10. Изображение представителя третьей расы на Земле — позднего лемурийца (лемуро-атланта): а) глаза, изображенные на стенах всех тибетских храмов; б) уточненный облик позднего лемурийца; в) рисунки монументов в виде сужающейся спирали на Тибете (из книги Э. Р. Мулдашева, 2007)

за, в основе которой лежали результаты сложнейших научных расчетов, включающих не только медицинские знания, но и данные физики и молекулярной биологии, а также знания, полученные в гималайских и тибетских экспедициях. Как утверждает ученый, тибетские ламы и индийские свами называют эти знания переданными через века знаниями предыдущих земных цивилизаций!

Известно, что логарифмическая спираль с углом $22-25^\circ$ — типичный контур, который реализован во многих природных объектах: в строении галактик, раковин моллюсков, молекул белка, ДНК и других, в том числе и в структуре сердца. Примечательным фактом, который игнорируют традиционные анатомия и физиология, является то, что давление, создаваемое миокардом, объясняется особенностями расположения его волокон, которые при сокращении закручиваются в спираль, и энергия сердечного выброса находится в прямой зависимости от геометрии полости левого желудочка и винтообразности строения и функционирования его мышцы.¹⁴ Кроме того, оказалось, что размеры и архитектура терминальных микрососудов у различных видов млекопитающих практически одинаковы. Поэтому, как делает вывод В.Д. Цветков (2001), можно сказать, что скорость отдачи кислорода отдельным эритроцитом в «одноименных» прекапиллярах сердца одинакова во всех сосудах млекопитающих, независимо от их вида и веса.¹⁵

Наружный слуховой проход у человека представляет собой канал S-образной формы. Сначала он искривляется кпереди и кверху, затем — кзади и кверху, а в конце — кпереди и книзу. Экспериментальное исследование показало, что изменение геометрических параметров слухового прохода влияет на локализацию звука (становится трудно отличить звуки, возникающие перед головой, от звуков, возникших за ней). Одно из самых поразительных свойств уха — его способность игнорировать все звуки, кроме первого, который привлек внимание. Оно обладает особым механизмом торможения. Этим можно объяснить тот факт, что человек может определить местонахождение источника звука, даже не видя его, в комнате с голыми стенами, где отраженные звуки приходят со всех сторон.⁹

Изучая аналогичные примеры в строении зубочелюстной системы, мы обратили внимание на тот факт, что треугольник Бонвиля и окклюзионная плоскость имеют общую точку пересечения, а угол, образованный между этими плоскостями, равен $20-25^\circ$ (в среднем $22,5^\circ$).¹⁶ По

данным других авторов, этот угол составляет в среднем 22° , а его значение впервые установил в 1866 году британский зубной врач из Плимута Ф.Г. Балквиль (угол Балквиля).¹⁷

Известно, что эмаль — это единственная ткань эктодермального происхождения, подвергающаяся обызвествлению, и в ней отсутствуют клетки, сосуды и нервы. Большая часть кристаллов гидроксиапатита в эмали зубов определенным образом ориентирована и упорядочена в виде более сложных образований — эмалевых призм. В основе строения кристалла гидроксиапатита находится так называемая элементарная ячейка гидроксиапатита (структура I порядка) с молекулярной массой около 1000. В составе кристалла гидроксиапатита (структура II порядка) находится около 2500 таких ячеек, следовательно, молекулярная масса «типичного» кристалла составляет около 2 500 000. Эмалевая призма, в свою очередь, составлена из тысяч и миллионов кристаллов и является структурой III порядка, из которой формируется эмаль зуба. Эмалевые призмы начинаются у эмалево-дентинной границы и идут к поверхности эмали, многократно изгибаясь в виде спирали. Они собраны в пучки IV порядка.¹⁸

Результаты исследования А. В. Галюковой, О. И. Харченко (1983) показали наличие большего количества межпризматического вещества в эмали и большую извитость дентинных канальцев в зубах собак, чем у человека. По их мнению, это и объясняет меньшую хрупкость и более высокую эластичность твердых тканей зубов собак по сравнению с зубами человека.¹⁹

Другим примером, в котором прослеживается влияние спиральной симметрии, является образование линий Ретциуса. На продольном срезе зуба, как принято считать, линии Ретциуса располагаются под углом $15-30^\circ$ (в среднем $22,5^\circ$), а на поперечных шлифах линии расположены в виде концентрических кругов, сравниваемых некоторыми авторами с годичными кольцами роста на поперечном срезе ствола дерева. По направлению к жевательной поверхности зуба линии Ретциуса меняют свое направление, становясь более длинными, и некоторые из них, начинаясь у эмалево-дентинной границы на боковой поверхности зуба, дугообразно огибают область жевательного бугорка и заканчиваются у эмалево-дентинной границы, но уже на жевательной поверхности зуба.²¹

Как эмалевые призмы, так и коллагеновые волокна дентина в коронке зуба расположены параллельно продольной оси зуба S-образно и спиралевидно изогнуты и обеспечивают функциональную устойчивость под действием вер-

тикальной нагрузки. В желобах эмалевых призм на всем протяжении расположены рядом идущие призмы, которые по ходу извиваются, обеспечивая спиралевидные ходы в горизонтальном направлении, а на боковых поверхностях коронки они постепенно перемещаются в плоскость, перпендикулярную к длинной оси зуба, или даже несколько уклоняются от нее в сторону верхушки корня. При соединении эмалевых призм промежуточным веществом образуется чрезвычайно прочная конструкция.^{20,21}

Коллаген — основной элемент всех соединительных тканей — имеет различные структурные формы. Особенность коллагена — это формирование спирали на всех уровнях организации, от спиральной полипептидной цепи до спиральных волокон в коллагеновом пучке. Такая структура ограничивает скольжение элементов относительно друг друга при растяжении и необходима для опорной функции соединительной ткани, испытывающей большие механические нагрузки. Молекула тропоколлагена — элементарная структурная единица коллагенового волокна, которая состоит из трех полипептидных цепей, представляющих скрученные спирали, «навинченные» как бы на один общий цилиндр. Молекулы тропоколлагена формируют коллагеновые фибриллы, из которых образуются пучки волокон спиралевидной формы.²³

Известно, что пульпа зуба обладает собственными рецепторами, где одна их часть связана с иннервацией слоя одонтобластов и дентина, а другая имеет отношение к иннервации соединительной ткани и кровеносных сосудов самой пульпы. Кроме того, в пульпе существуют специальные сосудистые рецепторы, образованные нервными волокнами, концевые разветвления которых спирально оплетают стенки кровеносных сосудов пульпы.²⁴

На основании собственных исследований В. Г. Васильев (1974, 1982) выявил некоторые особенности в строении волокнистых структур периодонта, ранее не описанные в научной литературе. Им были обнаружены дополнительные группы волокон, одна из которых на разных сторонах и уровнях создает спиралевидный ход пучков, делающих два завитка вокруг корня зуба. Угол спирали от шейки зуба до верхушки корня последовательно увеличивается от 10° до 35°. Автором также установлено, что кровеносные сосуды в молочном и постоянном прикусе в периодонте располагаются в двух плоскостях — параллельно длинной оси зуба и в виде восходящей спирали вокруг корня (фото 11).²⁵

Как отмечает профессор А. И. Бетельман (1965), назначение периодонта весьма сложное.

Он служит для фиксации зуба и амортизации жевательного давления во время еды, выполняя статико-динамическую функцию, то есть фиксирующую и амортизирующую. Ему также приписывают иммунобиологическую, пластическую, питательную и другие функции. Далее полностью цитируем отрывок в редакции автора: «Предположение, что в процессе амортизации играют роль механические свойства его волокон, на которых зубы как бы подвешены, растягиваются во время давления и зубы спускаются вглубь луночки как бы на рессорах, неверно, ибо в периодонте отсутствуют эластические волокна. Для растяжения же коллагеновых периодонтальных волокон хотя бы на 1/1000 мм, как доказал Ру, необходима сила давления 100 кг. Между тем в полости рта редко развивается такая большая сила. Надо поэтому допустить, что периодонт как механическая система трансформирует жевательное давление не путем растяжения, а благодаря особому строению его волокон. Эти волокна у места врастания в альвеолу и цемент зуба имеют в покоем состоянии извитую форму. При давлении на зуб и перемещении его в сторону и по направлению к верхушке корня извитые волокна расправляются и обуславливают до некоторой степени планность погружения корня зуба в альвеолу».²⁶

Е. И. Гаврилов, А. С. Щербаков (1984) также отмечают, что на поперечных срезах волокна периодонта имеют радиальный или тангенциальный ход, то есть располагаются под определенным углом к продольной оси зуба, причем в последнем случае волокна могут быть направлены

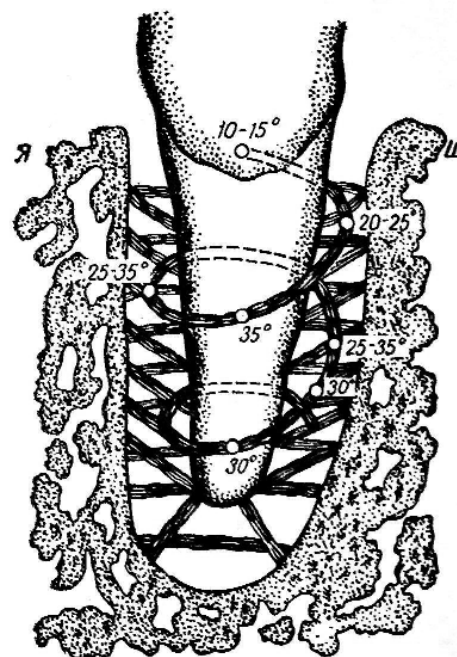


Фото 11. Спиралевидный ход пучков волокон периодонта вокруг корня зуба 21

как по ходу часовой стрелки, так и против ее хода. Косые волокна подвешивают зуб в альвеоле и воспринимают жевательное давление по вертикальной оси зуба или под углом к ней, а радиально и тангенциально направленные волокна удерживают зуб при его вращении вокруг продольной оси.¹⁶

Как указывает Л. И. Шугар и соавторы (1980), артериальные сплетения периодонта характеризуются образованием клубочков, извилистым петлеобразным ходом малых артерий. При окклюзионной нагрузке петлеобразный ход сосудов предотвращает быстрое их опорожнение, что уменьшает жевательное давление на кость.²⁷

А. Н. Еловикова (2002) в своей работе ссылается на результаты исследований М. Ю. Няшина (1999), который установил, что под влиянием горизонтальной силы, приложенной к коронке, зуб перемещается наклонно-вращательно.²⁸

Как отмечает профессор А.И. Бетельман (1956), нижняя челюсть в области угла имеет S-образный вид. Ее нижний край направлен кнаружи, а верхний — кнутри. Благодаря такому искривлению в этой области жевательные зубы нижней челюсти своими щечными буграми попадают в продольные бороздки зубов верхней челюсти.²⁹

В своей книге «Основы физиологии зуба» В. Р. Окушко (2005) раскрывает некоторые секреты биомеханики зубочелюстной системы, и в частности, касается физиологической подвижности зубов при их функционировании. Так, межзубные контактные пункты, возникающие изначально при прорезывании зубов, превращаются в контактные поверхности (плоскости стирания), которые в наиболее выраженных случаях приобретают своеобразную сложную конфигурацию. Эти плоскости, пишет автор, если их рассматривать с жевательной поверхности, представляются (в перпендикулярном сечении) в виде S-образной линии, что соответствует сложному характеру движения зуба во время его функциональной нагрузки.³⁰

Об этой особенной конфигурации контактных поверхностей упоминает и С. В. Радлинский в статье «Реставрация контактных поверхностей в нижних передних зубах» (2008): «по фронтальному профилю контактные поверхности нижних передних зубов, как и верхних, имеют S-образную форму, состоящую из выпуклой коронковой и вогнутой пришеечной частей».³¹

Из представленных научных фактов следует, что на различных уровнях морфо-гистологического строения тканей зубочелюстной системы проявляется общая тенденция организации тканей на основе спиральности.

В доступной нам научной литературе мы не обнаружили работ по исследованию спиральной симметрии применительно к гистологическому строению и эволюции зубочелюстной системы, в том числе и в структуре эмали.

Общим направлением в изучении развития полости рта и ее органов в филоонтогенезе 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», в которой рассматриваются закономерности формообразования зубов в процессе совершенствования зубочелюстной системы живых существ. Данную теорию продолжил развивать В. С. Матвеев (1962), который выявил и охарактеризовал структурно-функциональную единицу зуба — одонтомер и обосновал формирование многобугорковых (многокорневых) зубов.³² При изучении 100 шлифов зубов человека В. Г. Николаев и соавторы (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.³³ Изучение Г. Г. Манашевым, А. В. Селифоновой (2004) многокорневых зубов и установление взаимосвязи в особенностях их строения позволило им сделать предположение, что филогенетическое формирование зубочелюстной системы млекопитающих происходило путем слияния зачатков простых конических зубов с объединением некоторых морфологических образований.³⁴ Известными также являются тритуберкулярная теория, димерная теория и др.

Таким образом, ввиду вышеизложенных фактов продолжает сохранять свою актуальность проблема закономерностей в организации структурных элементов и формообразовании зубочелюстной системы человека в процессе эволюции.

Цель исследования

Изучить анатомо-морфологические особенности строения структурных элементов постоянных моляров человека с учетом закономерностей их организации с позиции спиральной биосимметрии.

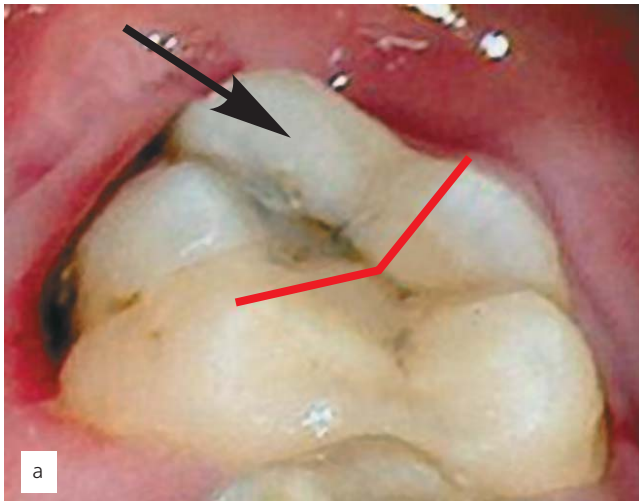


Фото 12. Сравнительная морфология окклюзионной поверхности моляров верхней и нижней челюстей: а) окклюзионный рельеф зуба 46. Линией обозначено соединение медиального вестибулярного и язычного дистального бугорков, стрелкой — дистальный бугорок; б) окклюзионный рельеф зуба 16. Линией обозначено соединение дистального вестибулярного и медиального небного бугорков, так называемый «косой гребешок», стрелкой — дополнительный дистальный бугорок

Материалы и методы

В основу исследования были положены анализ научных публикаций за последние десятилетия по вопросам анатомо-гистологического строения отдельных элементов зубочелюстной системы, о процессах ее формообразования в фило- и онтогенезе, а также результаты комплексного клинично-инструментального и параклинического обследования (биометрия диагностических моделей из супергипса, цифровые фотографии зубов) 58 пациентов в возрасте 17–38 лет.

Результаты и обсуждения

При изучении диагностических моделей и цифровых фотографий анатомической формы боковых зубов и особенностей окклюзионного рельефа мы предположили, что филогенетическое формирование зубочелюстной системы в виде слияния зачатков простых конических зубов с образованием сложных по своему строению и форме зубов происходило не случайно, а по определенным законам формообразования, которым подчиняются все живые биосистемы в природе на Земле. Как и во многих примерах формообразования в живой природе, прослеживается характерное проявление спиральности и в структурообразовании зубов человека, в частности, в форме окклюзионной поверхности премоляров и моляров. Известный русский ученый-естествоиспытатель конца XIX — начала XX века К. А. Тимирязев (1843–1920) писал в своих трудах, что «...с полным устранением гипотезы, то есть направляющей мысли, наука превратилась бы в нагромождение голых фактов», поэтому мы выдвинули предположение, что, возможно, фи-

логенетическое формирование зубочелюстной системы млекопитающих происходило путем спиралевидного слияния зачатков простых конических зубов. А это значит, что морфологические различия в анатомическом строении зубов обеих челюстей, в частности в архитектонике окклюзионной поверхности боковых зубов человека, возникли в процессе функциональной приспособляемости зубочелюстной системы к изменяющемуся характеру пищи в течение эволюционного развития. К этому выводу мы пришли после пристального изучения диагностических моделей и цифровых фотографий зубов. По нашей теории, дополнительный дистальный бугорок (фото 5) на окклюзионной поверхности первого верхнего моляра является прямым аналогом дистального бугорка (фото 12) на 5-бугорковом первом нижнем моляре, с одной лишь единственной разницей, что дополнительный дистальный бугорок менее выражен, а иногда язычный дистальный бугорок может быть достаточно крупным и «затмевать» своим размером данный бугорок. Соединение медиального вестибулярного и язычного дистального бугорков на 5-бугорковом нижнем моляре напоминает фигуру «песочных часов» или, как описывают в литературе, аналогичное слияние треугольных гребешков вестибулярного дистального и язычного медиального бугорков («косой гребешок») на первом верхнем моляре (фото 12).³⁵

Нами отмечено также, что наиболее стабильным по своей форме бугром на молярах верхней челюсти является медиальный небный бугор. Исходя из этого, если взять за точку отсчета середину окклюзионной поверхности моляра и от этой точки провести линию через верхушки всех бугров зуба (слева — по движению часовой



Фото 13. Георг Карабелли (1787-1842).
Литография Josef Kriehuber, 1826

стрелки, справа — против часовой стрелки), начиная с наиболее стабильного медиального небного бугорка, то образуется своеобразная спиральная закрутка бугров, которая заканчивается на так называемом аномальном бугорке Карабелли,

расположенном на оральной поверхности медиального небного бугра. Впервые этот бугорок был описан венгерским дантистом и профессором хирургии в Вене Георгом Карабелли в 1842 году. Он также являлся придворным дантистом австрийского императора Франца и был основателем стоматологической клиники при Венском университете (фото 13).

Выраженность бугорка Карабелли бывает различной. Так, И. К. Луцкая (2004) приводит данные, что частота встречаемости бугорка Карабелли (более 40%) отмечается у европеоидных популяций; у монголоидов — от 0 до 15,25%, и описывает 5 степеней выраженности бугорка Карабелли, которые различаются в баллах следующим образом: 0 — отсутствует; 1 — едва заметное возвышение, которое подчеркивают 1-2 бороздки; 2 — небольшое возвышение с наметившейся при помощи бороздки вершиной; 3 — бугорок приобретает очерченную вершину, борозда глубже и длиннее; 4 — выраженный бугорок с выступающей вершиной, по уровню ниже основных бугорков; 5 — крупный самостоятельный бугорок,

несколько меньше по размерам остальных бугров (фото 14).³⁷

Другие авторы описывают данное анатомическое образование как стилоидный бугорок, известный в одонтологии как бугорок Карабелли, который по величине и форме может варьировать от едва заметного эмалевого валика до значительно выраженного бугорка. В таких случаях бугорок имеет самостоятельную верхушку и по величине сравним с другими одонтомерами. Встречаются варианты, при которых у бугорка Карабелли имеется корень и собственная полость.³⁶ Мы определили три основные степени выраженности или развития данного структурного образования на поверхности коронки зуба: I — бугорок не определяется; II — бугорок слабо выражен; III — бугорок сильно выражен (фото 14).

На первых молярах верхней челюсти наиболее часто можно наблюдать I-II, реже III степень выраженности бугорка Карабелли. На вторых молярах часто бугорок Карабелли не определяется (I степень) или в некоторых случаях можно наблюдать II степень выраженности бугорка. Так, окклюзионная поверхность третьих моляров характеризуется различным количеством бугорков, что соответственно отражается и на анатомической форме коронки. По нашим наблюдениям, количество бугорков на окклюзионной поверхности варьировало от 2 до 11. Аномальный бугорок Карабелли часто не определялся как самостоятельное образование, сливаясь с бугорками, формирующими спиральную дугу на дистальной поверхности коронки зуба.

Таким образом, следует полагать, что бугорок Карабелли не является аномальным, как это традиционно описывается в научной литературе, это часть вестибулярно-дистальноязычной дуги, образованной медиальным неб-

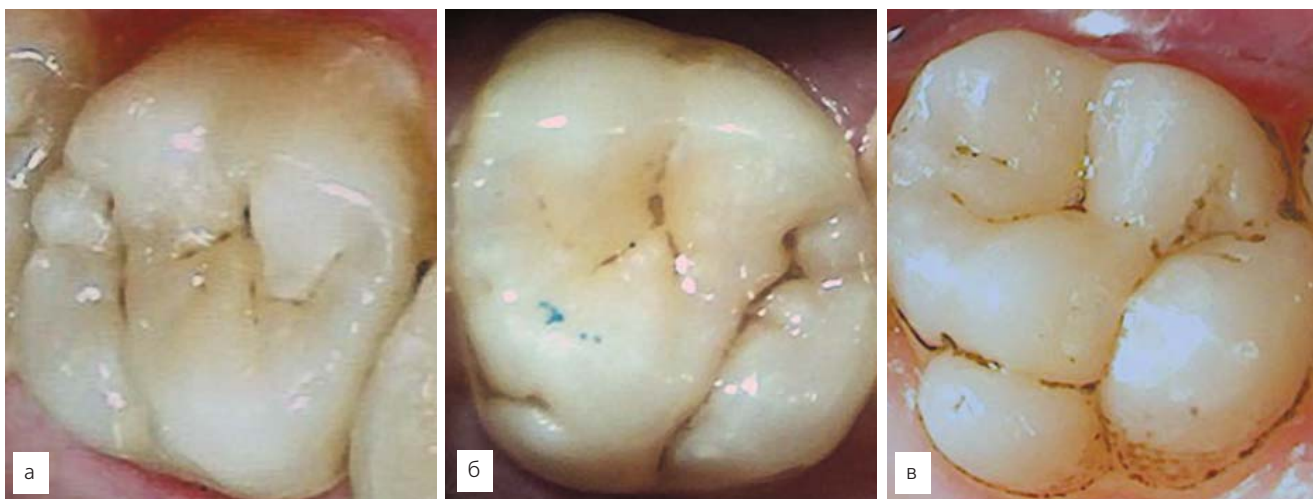


Фото 14. Степень выраженности бугорка Карабелли на первом моляре верхней челюсти: а) бугорок не определяется; б) бугорок слабо выражен; в) бугорок сильно выражен

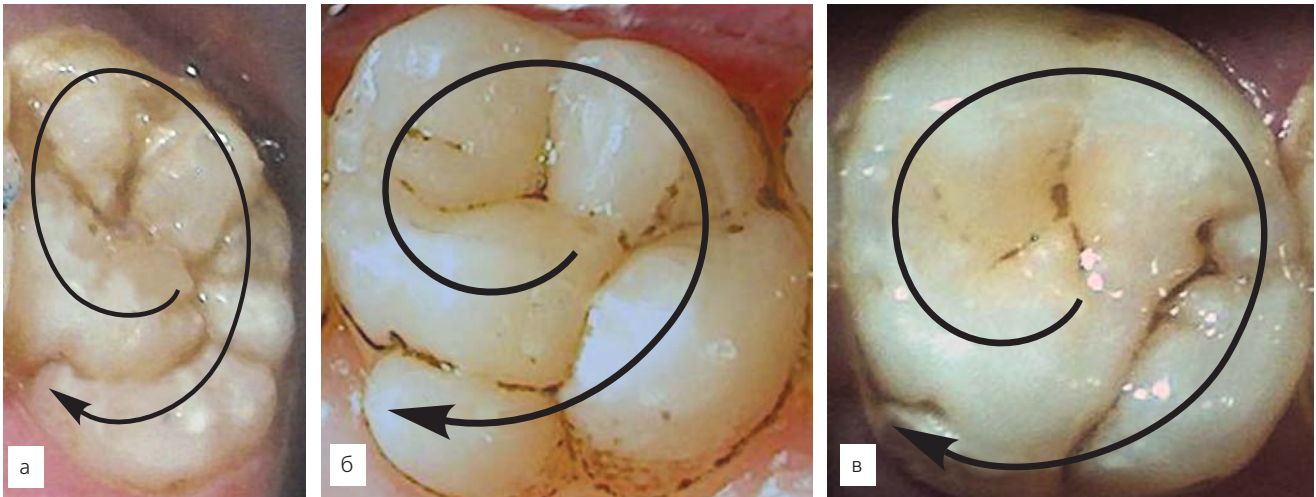


Фото 15. Моляры верхней челюсти с различной степенью выраженности спирального хода вестибулярно-дистально-небной дуги

ным, медиальным и дистальным вестибулярными буграми, дистальным промежуточным бугорком и дистальным язычным бугром. Различная степень его выраженности, по нашему мнению, является признаком редукции данного структурного образования, наряду, например, с наиболее вариабельной дистальной частью пятибугоркового первого постоянного моляра нижней челюсти (гипоконид — вестибулярный дистальный бугорок, гипоконулид — дистальный бугорок и энтоконид — язычный дистальный бугорок), в которой при отсутствии дистального бугорка в результате редукции коронка моляра приобретает четырехбугорковую форму (фото 15).

В своих исследованиях С.В. Петухов (1981) доказывает несостоятельность гипотез об устроенности органов единственно по критерию функциональной приспособленности на примере вопроса о спиральной форме улитки человеческого уха. По мнению автора, оправдано полагать, что образование функционально пригодного органа связано с построением его через использование ограниченного набора основных морфогенетических возможностей.³ В результате процесса эволюции и естественного отбора природа всегда «ищет кратчайшие пути и выбирает экономные решения». «Закон экономии» проявляется в строении биологических форм макро- и микромира, проявляя удивительное родство и повторение в одних и тех же простых формах, которые в тех или иных комбинациях повторяются в огромном многообразии сложных форм.³⁸

Необходимо также отметить, что на основании вышеизложенных представлений относительно механизма функционирования периодонтальных волокон, которые сформировались на протяжении полувека и не претерпели каких-либо значительных изменений, мы предпо-

жили следующее. Известно, что в результате эволюции человечества в течение многих тысячелетий происходила редукция зубочелюстной системы и, следовательно, эти процессы затрагивали не только челюсти и зубы, но и ткани пародонта. Тогда как объяснить, что для растяжения коллагеновых периодонтальных волокон хотя бы на 1/1000 мм необходима сила давления 100 кг, но в полости рта редко развивается такая большая сила? Или коллагеновые волокна периодонта не претерпели никаких морфофункциональных изменений? Вероятнее всего, что механизм их функционирования намного сложнее, чем это представляется многими авторами, и за многие годы эта точка зрения утвердилась как незыблемая истина и не подвергалась сомнению. Мы не опровергаем и не исключаем установленных фактов, а лишь пытаемся их дополнить. По нашим предположениям, периодонтальные коллагеновые волокна перераспределяют функциональную нагрузку путем их вибрации с определенной частотой для каждой группы волокон и, возможно, групп зубов не только во время жевательной нагрузки (1 — центральные резцы верхней челюсти; 2 — боковые резцы верхней челюсти; 3 — центральные и боковые резцы нижней челюсти; 4 — клыки; 5 — премоляры; 6 — первые моляры на обеих челюстях, как самые массивные; 7 — вторые (и третьи) моляры), но и в момент ее отсутствия при размыкании зубов.

Такое явление находит подтверждение в механизме образования голосовых звуков при вибрации голосовых связок, которую вызывает проходящая между ними струя воздуха. Звук различается по высоте, тембру и силе. Высота звука связана с частотой колебаний голосовых связок, а частота, в свою очередь, — с их длиной и напряжением.

Великий философ и геометр Древней Греции Пифагор открыл замечательную связь между числами и законами музыкальной гармонии. Он обнаружил, что высота тона колеблющейся струны, концы которой закреплены, простым образом зависит от ее длины. Из этого следует, что колеблющиеся струны производят при одинаковом натяжении гармоническое звучание в том случае, когда их длины находятся в простом рациональном соотношении. На основании подобного рода закономерностей Пифагор и его последователи детально разработали теорию музыкальной гаммы и гармонии. Успехи этой теории укрепили их веру в то, что в основе наблюдаемых небесных явлений лежат математические закономерности.³⁹

А. В. Ветчинкин в статье «Воссоздание цвета в эстетических реставрациях зубов», в частности, отмечает, что «цветовой объем коронки зуба работает по закону тепло-холодного сочетания основных и дополнительных цветов, и происходит это примерно так же, как это происходит в строении звукового аккорда. Еще в XVII веке знаменитый физик И. Ньютон выдвинул версию о соответствии структуры построения музыкальных звуков и цвета. Семь звуков и семь основных цветов цветового спектра существуют в четком соответствии».⁴⁰

Резюмируя результаты проведенного исследования, отметим, что наше предположение о принципах структурного и формообразователь-

ного процессов в зубочелюстной системе с позиции спиральной симметрии требует проведения дальнейшего изучения и получения новых достоверных фактов. Однако «теории подобны воздушным шарам, плавающим на поверхности моря, тогда как факты можно уподобить линкорам. Случается, что воздушный шар сталкивается с линкором и линкор тонет» (Артур Стэнли Эддингтон).

Выводы

1. На основе анализа литературных данных и результатов собственных исследований определены закономерности проявления спиральной биосимметрии в структурной организации и формообразовании отдельных элементов зубочелюстной системы.

2. Структурная организация на основе спиральной биосимметрии в тканях и органах живых организмов, и в частности зубов как органов зубочелюстной системы человека, позволяет им оптимально выполнять свои функции при минимально возможном расходе ресурсов внешней среды на их формирование.

3. На основании вышеизложенных фактов возможен качественно новый подход к изучению морфологии, физиологии и биомеханики зубочелюстной системы, к особенностям препарирования и прямого моделирования на современном этапе развития реставрационной стоматологии.

Литература

1. Попов В.Г. Главная симметрия природы. –СПб: «АНАТОЛИЯ». –2005. –С.66.
2. Вейль Г. Симметрия. –М: «ЛКИ». –2007. –С.107-111.
3. Петухов С.В. Биомеханика, бионика и симметрия. –М: Издательство «Наука». –1981. –240 с.
4. Советский энциклопедический словарь. –М: «Советская энциклопедия». –1982. –С.1253.
5. Заренков Н.А. Биосимметрия. –М: Книжный дом «ЛИБРОКОМ». –2009. –309 с.
6. Лебедев Ю.С. Архитектурная бионика. –М: Стройиздат. –1990. –269 с.
7. <http://domino.novsu.ac.ru/kse/pril/7.htm>.
8. Глазер Р. Очерк основ биомеханики (пер. с нем.). –М: Издательство «Мир». –1988. –129 с.
9. Бегун П.И., Шукейло Ю.А. Биомеханика. –СПб: Издательство «Политехника». –2000. –463 с.
10. Лобашев М.Е., Ватти К.В., Тихомирова М.М. Генетика с основами селекции. –М: Издательство «Просвещение». –1970. –431 с.
11. Балакшин О.Б. Коды да Винчи – новая роль в естествознании? Неожиданное о золотом сечении: Гармония ассиметричных подобий в Природе. –М: Издательство «КомКнига». –2006. –С.14.
12. Золотая спираль, таблица Менделеева и Кундалини // <http://www.geocities.com/HotSprings/4224/spiral.htm>.
13. Мулдашев Э.Р. От кого мы произошли? (2-е изд.) –СПб: Издательский Дом «Нева». –2007. –480 с.
14. Концепция спиральной структуры сердца: новый этап в лечении сердечной недостаточности // <http://www.health-ua.com>.
15. Цветков В.Д. Пропорция золотого сечения и структура сердечных циклов млекопитающих // <http://www.314159.ru/tsvetkov>. –2001.
16. Гаврилов Е.И., Щербаков А.С. Ортопедическая стоматология. –М: «Медицина». –1984. –576 с.
17. Сивовол С.И. Истоки гнатологии // Стоматолог. –2005. –№ 9.
18. Боровский Е.В., Леонтьев В.К. Биология полости рта. –М: Издательство «Медицина». –1991. –С.94.
19. Галюкова А.В., Харченко О.И. Ультраструктура эмали и дентина зубов собак // Стоматология. –1983. –Том 62. –№ 2. –С.13-16.
20. Фалин Л.И. Гистология и эмбриология полости рта и зубов. –М. –1963. –219 с.
21. Кудрин И.С. Анатомия органов полости рта. –М: Издательство «Медицина». –1968. –211 с.
22. Бушан М.Г. Патологическая стираемость зубов и ее осложнения. – Кишинев: Изд-во «Штиинца». –1979. –С.7-8.
23. Бранков Г. Основы биомеханики (пер. с болгарского). –М: Издательство «Мир». –1981. –С.232.
24. Лукиных Л.М., Шестопалова Л.В. Пульпит. Клиника, диагнос-

- тика, лечение // Н. Новгород: Издательство Нижегородской государственной медицинской академии. –1999. –С.7.
25. Васильев В.Г. Роль коллагеновых волокон периодонта в передаче жевательного давления на стенку зубной альвеолы // Стоматология. –1982. –№4. –С.19-21.
26. Бетельман А.И. Ортопедическая стоматология. –М.: Изд-во «Медицина». –1965. –С.32-33.
27. Шугар Л., Банцони Й., Рац И., Шаллаи К. Заболевания полости рта. –Будапешт: Издательство академии наук Венгрии. –1980. –385 с.
28. Еловицова А.Н., Няшин М.Ю., Симановская Е.Ю. и др. Биомеханические основы лечения зубочелюстных аномалий // Стоматология. –2002. –№ 3. –С.51-54.
29. Бетельман А.И. Зубное протезирование (Клиника и протезирование дефектов и зубных рядов). – Киев: Гос. Мед. Издательство. –1956. –С.22.
30. Окушко В.Р. Основы физиологии зуба. –Тирасполь: Издательство Приднестровского университета. –2005. –С.89.
31. Радлинский С.В. Реставрация контактных поверхностей в нижних передних зубах // ДентАрт. 2008–№ 3. –С.28.
32. Постолаки А. Вариант техники моделирования окклюзионной поверхности боковых зубов прямым методом // ДентАрт. –2007. –№ 1. –С.73-79.
33. Николаев В.Г., Манашев Г.Г., Топал В.И. Микроструктура эмали зубов человека // Материалы XII и XIII Всероссийских научных практических конференций и Труды IX съезда Стоматологической Ассоциации России. –2004. –С.77-78.
34. Манашев Г.Г., Селифонова А.В. Сравнительная морфология зубов человека // Материалы XII и XIII Всероссийских научных практических конференций и Труды IX съезда Стоматологической Ассоциации России. –2004. –С.69-70.
35. Дмитриенко С.В., Иванов Л.П., Краюшкин А.И., Пожарническая М.М. Практическое руководство по моделированию зубов. –2001. –С.105.
36. Ломиашвили Л.М., Аюпова Л.Г. Художественное моделирование и реставрация зубов. –М.: Издательство «Медицинская книга». –2004. –С.86.
37. Луцкая И.К. Практическая стоматология. –Минск: Белорусская наука. –2001. –С.127-128.
38. Сороко Э.М. Структурная гармония систем. –Минск: Издательство «Наука и техника». –1984. –264 с.
39. Лейзер Д. Создавая картину Вселенной. –М.: Изд-во «Мир». –1988. –С.10.
40. Ветчинкин А.В. Воссоздание цвета в эстетических реставрациях зубов // <http://www.stomvest.ru>

Бескомпромиссные светильники рабочего поля для стоматологов-профессионалов от

D-TEC AB

Доказанное шведское качество



Основные преимущества призматического рассеивателя CDP

Придаёт светильнику стильный и элегантный дизайн, подходящий к любому интерьеру кабинета.

Неослепляющий бестеневого свет с полным рефлекторным рассеиванием

Расстояние между рассеивателем CDP и параболическим рефлектором обеспечивает полную светопередачу, при этом не ослепляя пациента и персонал, работающий с ним.

Не излучает тепло

Рассеиватель CDP не аккумулирует тепло, излучаемое люминесцентными трубками.






Защита от загрязнения

Рассеиватель CDP предотвращает попадание пыли и грязи внутрь светильника, что дает возможность применения его в медицинских учреждениях. При необходимости светильник можно протирать мыльной водой или подходящими моющими средствами.

Компания D-TEC рада представить — новые, элегантные и стильные светильники **DENTA ELIPSE U CDP** с новым призматическим рассеивателем CDP (**Conical De-Glaring Prism**).



Официальные дистрибьюторы:

 <p>ООО «Стома-Денталь» 119868, Россия, Москва, ул. Малая Трубецкая, д.28 стр.2 тел./факс +7 (495) 7810076, 7810036 e-mail: info@dent.ru</p>	 <p>ООО ТЕХНОДЕНТ ПРОЕКТ 61023, Украина, Харьков, ул. Мироносицкая, 93-А, к. 2, тел. +38 (057) 714 0712; факс 714 0713 e-mail: dent3w@aviti.net</p>	 <p>ЧП «ГАЛИТ» 46003, Украина, Тернополь, ул. За Рудкой, 33, тел. +38 (0352) 434 738; факс 430 403 e-mail: galit@ternopol.utel.net.ua</p>
<p>T.M.E.</p> <p>T.M.E. ltd. 01000, Украина, Киев, ул. Олговская, 36, тел. +38 (039) 200 18 72, факс +38 (044) 417 03 22</p>	 <p>Компания «Корал» 191119, Россия, Санкт-Петербург, ул. Звенигородская, 244-9 тел. (812) 327-21-77, 712-43-04, (495) 737-09-33 www.coralspb.ru</p>	 <p>Стоматорг Центральный офис 117485, Россия, г. Москва, ул. Профсоюзная, 88/20 тел: 8(495) 642-64-31, 335-92-91, факс: 8(495) 330-54-58 e-mail: mail@stomatorg.ru www.stomatorg.ru</p>