

# ФРАКТАЛЬНАЯ ЗАКОНОМЕРНОСТЬ В МОРФОГЕНЕЗЕ ЗУБО–ЧЕЛЮСТНО– ЛИЦЕВОЙ СИСТЕМЫ ЧЕЛОВЕКА

**А. И. Постолаки**

*Доктор медицинских наук, доцент  
Кафедра Ортопедической стоматологии  
«Илларион Постолаки»  
Государственный медицинский и  
фармацевтический университет  
«Николае Тестемитану», г. Кишинев,  
Республика Молдова*

## Резюме

В статье обсуждаются фундаментальные вопросы филогенеза и онтогенеза тканей и органов зубочелюстно-лицевой системы человека с позиции единства универсальных законов мироздания. В связи с появлением новейших биотехнологий, направленных на разработку методов репаративной регенерации, в науке возникла необходимость развития междисциплинарного направления для решения многих проблем в современном морфогенезе. Автором определены ряд общих эволюционных закономерностей в формировании и развитии ряда биологических тканей на основе теории фрактальности материального мира.

**Ключевые слова:** зубочелюстно-лицевая система человека, морфогенез, фрактальная теория.

Вопросы индивидуального развития и формирования тканей и органов зубочелюстно-лицевой системы человека остаются одними из самых сложных и фундаментальных проблем в научном мире и антропологии. Современное мировоззрение во многих вопросах, по-прежнему, опирается на классические труды, как, например, в области естествознания на достижения основоположника морфологии — И. В. Гёте, первым предположившим о существовании на заре эволюции прарастения — доисторического предка всего сущего на Земле, на объединяющую все биологические формы единую «клеточную теорию» (1838) Т. Шванна и, конечно, «теорию естественного отбора» Ч. Дарвина (1859), который также признавал, «что общность происхождения, единственная известная причина близкого сходства организмов» [1,2].

Следует отметить, что при изучении морфологии растений, как наиболее древних представителей биологических форм на Земле, к концу XX века в научном мире прочно сформировались представления о важности позиционной инфор-

# FRACTAL REGULARITY IN THE MORPHOGENESIS OF HUMAN DENTO- MAXILLO-FACIAL SYSTEM

**Alexandr Postolaki**

*Department of prosthetic dentistry 'Iarion  
Postolachi'  
USMF «Nicolae Testemitanu», Chisinau, Republic  
of Moldova*

## Abstract

The article discusses fundamental issues of phylogenesis and ontogenesis of tissues and organs of the oro-maxillo-facial system from the point of view of universal laws unity. Due to the emergence of the latest biotechnologies aimed at developing of reparative regeneration methods, has appeared a necessity in scientific development in order to solve many problems in modern morphogenesis. The author defined a number of general evolutionary patterns in the formation and development of biological tissues sequence of human oro-maxillo-facial system, based on the fractal theory of the material world.

**Keywords:** human oro-maxillo-facial system, morphogenesis, fractal theory.

The issues of individual development and formation of tissues and organs of the oro-maxillo-facial system remain among the most difficult and fundamental problems in the scientific world and anthropology. Modern world understanding in many domains still relies on classical works, as, for example, in the field of natural science it is based on the achievements of the founder of morphology I. Goethe. He was the first to suggest the existence at the dawn of the evolution of special initial plant, the prehistoric ancestor of everything substantial on Earth. His position is well combined with T. Schwann's "cellular theory" (1838) and, of course, C. Darwin's "theory of natural selection" (1859), who also recognized "that commonality of origin is the only known cause of close similarity of organisms" [1,2].

It should be noted that in the study of plant morphology, as the most ancient members of biological forms on Earth, by the end of the 20th century the scientific world had firmly developed ideas about the importance of positional information, which in many cases determines the ways of differentiation and the position of certain structures in the process of embryogenesis. As Chub W. (2009) points

мации, которая во многих случаях определяет пути дифференцировки и позицию тех или иных структур в процессе закладки. Как указывает В. В. Чуб (2009), «в эту область из эмбриологии животных (Wolpert, 1971; Вольперт, 1982) проникли представления о разметке (spatial pattern formation, Musterbildung) как о процессе, в ходе которого определяется точное взаимное положение определенных клеток в составе ткани, расположение тканей относительно друг друга, распределение митотической активности и формирование в пространстве «образа» (pattern) растительного организма в целом». Одной из очень хороших иллюстраций филлотаксиса является паттерн в соцветиях, например, маргаритки, подсолнуха, хризантемы [2, с. 251]. Одной из удивительных загадок в развитии паттерна является универсальное соответствие числовому ряду Фибоначчи, который неразрывно связан с понятием «золотой пропорции», и описывающий расположение листьев в спиралях. «На базе этих воззрений строится современная теория спирального филлотаксиса, апофеозом которой стала фундаментальная теорема филлотаксиса, доказанная канадским математиком Р. В. Же (Jean, 1986; Jean, 1994)» [2,3].

Как при изучении белков, так и при исследовании филлотаксиса, как правило, затрагивается проблема упаковки. Такая аналогия между структурой белков и паттернами высших растений может оказаться более фундаментальной, чем это представлено [2, с. 259]. Например, на микроуровне кристалл представляет собой результат периодического повторения в трехмерном пространстве атома или группы атомов. Подобное самоподобие или фрактал один из универсальных физических феноменов направленный на повышение эффективности упаковки. Фрактальная структура (англ. fractal structure; от лат. fractus — дробный, ломанный) — это структура, которая обладает свойством самоподобия, т. е. состоит из таких фрагментов, структурный мотив которых повторяется при изменении масштаба. Природными примерами объектов со структурой, напоминающей фракталы, являются кучевые облака, кроны деревьев, молнии. Например, у кроны дерева каждая из больших ветвей разделяется как минимум на две более мелкие ветви, после чего деление повторяется вновь и вновь. В результате каждую из ветвей можно рассматривать как отдельный повторяющийся мотив фрактальной структуры.

Концепция фрактальности мироздания и отдельных его элементов возникла во второй половине XX века в рамках новой научной парадигмы, объединяющей синергетику, кибернетику, информатику и другие теории, имеющие универсальное значение для любых явлений бытия [3]. Из вышесказанного становится очевидным, что без дальнейшего междисциплинарного

out, “to this field from animal embryology (Wolpert, 1971; Volpert, 1982) penetrated perceptions of marking (spatial pattern formation, Musterbildung). It is known as a process in which the exact mutual position of cells in the composition of tissue is determined, the location of tissues relative to each other is established, the distribution of mitotic activity and the formation in space of the “image” (pattern) of the growing plant organism is set.” One of the very good illustrations of phyllotaxis is the pattern in flowers, for example, margarites, sunflowers, chrysanthemums [2, p. 251]. One of the most surprising mysteries in the development of the pattern is the complete conformity of the Fibonacci numerical series, which is indissolubly related to the concept of “golden proportion,” and describes arrangement of leaves in spirals. On the basis of these views, a modern theory of spiral phyllotaxis is built, the apotheosis of which was the fundamental theorem of phyllotaxis, proved by Canadian mathematician Jean R. (1986, 1994) [2,3].

Both in the study of proteins and in the study of phyllotaxis, the problem of packaging tends to be met. Such an analogy between protein structure and plant patterns may be more fundamental than it is presented [2, p. 259]. On the microlevel, for example, a crystal is the result of a periodic repetition in three-dimensional space of an atom or group of atoms. Such self-similarity or fractal is one of the universal physical phenomena aimed at improving of packaging efficiency. Fractal structure (latin fractus — fractional, broken) is a structure that has the property of self-similarity, consists of repeatable fragments, the structural motif of which repeats when the review scale changes. Natural examples of objects with a structure resembling fractals are cough clouds, tree crowns, lightning. For example, at the crown of a tree, each of the large branches is divided into at least two smaller branches, after that the division is repeated over and over again. As a result, each of the branches can be considered as a separate motif of fractal structure.

The concept of fractality of the universe and of its separate elements arose in the second half of the XX century within the new scientific paradigm uniting the synergetics, cybernetics, informatics and other theories having universal value for any phenomena of life [3]. It becomes obvious that without further cross-disciplinary generalization and the analysis of the collected facts by the beginning of the XXI century it is impossible to deepen and expand our ideas about the most difficult anatomic-histologic mechanisms and physiological processes occurring in phylogenesis and ontogenesis. These processes provide growth and differentiation of tissues and organs of the head and neck [4,5]. Nowadays the relevance of a subject is caused as well by the fact that in the last decade ideas of restorative therapy opportunities in stomatology have changed. Regulation of mechanisms of reparative regeneration has grown to

обобщения и анализа накопившихся фактов к началу XXI века невозможно углубить и расширить наши представления о происходящих сложнейших анатомо-гистологических механизмах и физиологических процессов в фило- и онтогенезе, обеспечивающие рост и формирование комплекса тканей и органов головы и шеи [4,5].

В настоящее время актуальность темы обусловлена также и тем, что в последнее десятилетие изменились представления о возможностях реставративной терапии в стоматологии, в регулировании механизмов репаративной регенерации на уровне генной инженерии, и многообещающих перспективах нанотехнологий, а также искусственного выращивания органов при помощи стволовых клеток [6,7–10].

**Цель исследования:** Изучить процессы фило- и онтогенеза тканей и органов зубо-челюстно-лицевой системы человека с позиции теории фрактальности материального мира.

#### **Материалы и методы:**

Клинически и параклинически (гипсовые модели челюстей, фотосъемка зубов в полости рта) были исследованы 30 студентов-добровольцев стоматологического факультета в возрасте 22–25 лет (18 ж., 12 м.) с физиологическим типом прикуса и здоровым пародонтом. Методом одонтоскопии и макрофотосъемки были изучены 68 постоянных зубов (11 верхних центральных резцов, 12 премоляров, 45 моляров верхней и нижней челюстей с полностью или частично сохраненной коронковой частью, удаленные по медицинским показаниям).

По теме статьи были применены следующие научные методы: 1) Метод историзма, позволивший соблюсти три важных условия: а) рассмотрение природных явлений в эволюционном развитии; б) изучение связи данных явлений с другими; в) исследование явления в свете опыта современных концепций естествознания; 2) Метод структурализма, который дает возможность рассмотреть явления как систему взаимосвязанных и взаимообусловленных процессов на основе синтеза и анализа собранных фактов и установления общей связи между ними, тем самым, являясь дополнительным по отношению к исторической методологии; 3) Метод индукции и дедукции; 4) Методом сравнительной аналогии (гомологии по Ч. Дарвину, Л.-де Фария) [1,11].определить общие характерные особенности между структурной организацией твердых тканей зубов и природными объектами, опираясь на литературные источники и собственные наблюдения.

#### **Результаты и обсуждения:**

В природе наблюдается достаточное разнообразие объектов, внешний вид которых варьирует от скромных до высококодифференцирован-

the level of genetic engineering, and promising prospects of nanotechnologies and also artificial cultivation of organs by means of stem cells have appeared [6.7-10].

**The aim of the study:** To study the processes of phylogenesis and ontogenesis of tissues and organs of the human oro-maxillo-facial system from the point of view of the fractal theory.

#### **Materials and methods:**

Clinically and paraclinically (plaster models of jaws, photographing of teeth in oral cavity) were investigated 30 students-volunteers at the age of 22–25 years (18 women, 12 men) with physiological type of a bite and a healthy marginal periodontium. Were studied 68 permanent teeth by the method of odontology and macrophotography (11 upper central incisors, 12 premolars, 45 molars of the upper and lower jaws with completely or partially integral coronal part extracted on medical indications).

On a subject of article the following scientific methods were applied: 1) The historicism method which allowed to meet three important conditions: a) consideration of the natural phenomena in evolutionary development; b) studying of relation of these phenomena with others; c) a phenomenon research from the point of view of experience of modern concepts of natural sciences; 2) A method of structuralism which gives the chance to consider the phenomena as the system of the interconnected and interdependent processes on the basis of synthesis and the analysis of the collected facts and establishment of the general relationship between them; 3) Method of induction and deduction; 4) Method of comparative analogy (a homology according to Ch. Darwin, L. de-Faria) [1.11] allowed to establish general common characteristics between the structural organization of solid tooth tissues and natural objects, being guided by references and own observations.

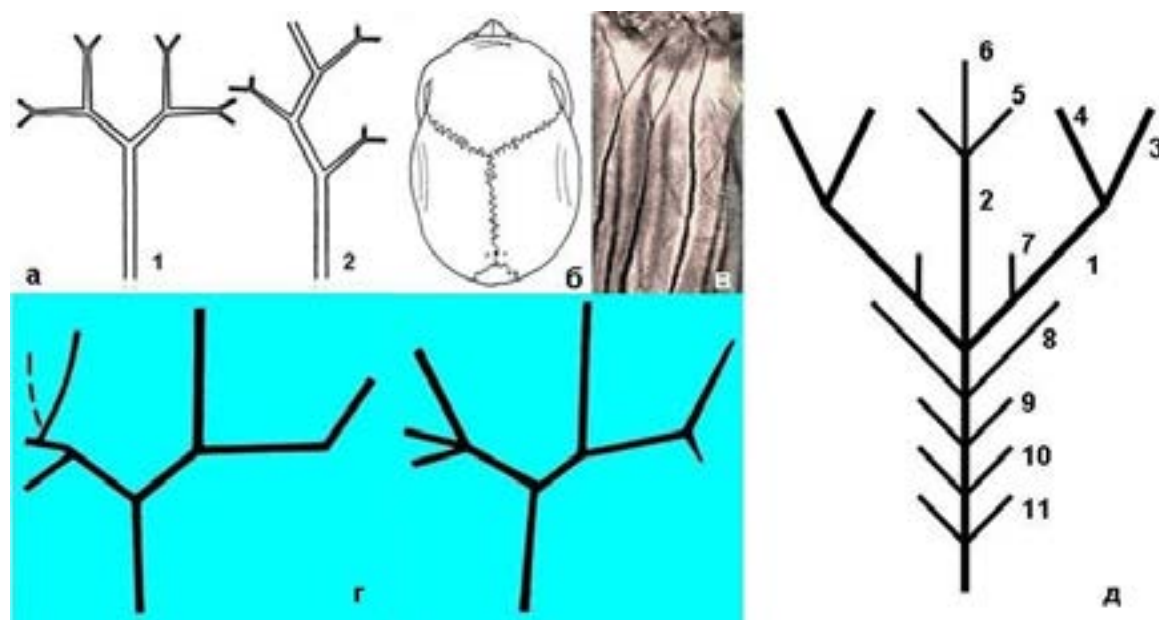
#### **Results and discussions:**

There is a sufficient variety of objects in nature, the appearance of which ranges from modest to highly differentiated forms. However, despite the fantastic variety of objects found in nature, there are common regularities involved in their formation, construction, functioning. According to A. Lima-de-Faria (1991) a well-known evolutionary scientist [11, p. 41-61] all basic structures and functions of bio-objects have their evolutionary precursor in the world of minerals, chemical elements and elementary particles, even before the emergence of genetic system. Therefore, all non-biological and biological phenomena are homologous, have a common origin, varies only the degree of homology, due to the fact that a new level of evolution arises by combining the original physical-chemical processes and mineral components. This explains the fact that despite

ных форм. Однако, несмотря на фантастическое множество встречающихся объектов в природе, существуют общие закономерности, участвующие в их образовании, построении, функционировании. По мнению А. Лима-де-Фариа (1991) известного ученого-эволюциониста [11, с. 41–61] все основные структуры и функции биообъектов имеют своего эволюционного предшественника в мире минералов, химических элементов и элементарных частиц, еще до возникновения генетического аппарата. Поэтому все небιологические и биологические явления гомологичны, то есть имеют общее происхождение, варьирует только степень гомологии, в связи с тем, что новый уровень эволюции возникает путем комбинирования исходных физико-химических процессов и минеральных компонентов. Это объясняет тот факт, что, несмотря на природу происхождения, большая часть геометрических форм, узоров и фигур имеют общие внешние черты. Для них характерны типы симметрии, которые существовали в мире молекул и минералов еще до появления генов. «Подобие может зависеть не только от атомной или электронной структуры веществ; столь же существенное

the origin, most of the geometric shapes, patterns and figures share common external traits. They are characterized by the types of symmetry that existed in the world of molecules and minerals even before the phenomenon of genes. “Similarity may depend not only on the atomic or electronic structure of the substances; huge influence have pressure, temperature, properties of the gas-like or liquid medium in which the substances spread” [cit. 11, p. 132]. For example, *Meandrina cerebriformis* (Brain Coral) has been given a name due to similarity with the human brain.

The human sutures connecting the skull are very similar to the suture patterns in the sinks of fossil cephalopods, in plant cells and in the crystals of sulfur zinc. Branching structures (dichotomy) in nature are characteristic for plants, in the structure of a bird pen, in pattern of snowflakes, skeletons of protozoa, in DNA replication, in anatomy of vascular branches and human bronchial tree. We have established that dichotomy is obvious for patterns of tooth fissures, for the structure of teeth roots and for the actual location of tooth tubercles, enamel prisms, odontoblasts (Toms fibers), for embryonic development of the oro-maxillo-facial system (Fig. 1).



**Рис. 1.** Дихотомия — древнейший тип филлотаксисного роста в природе. Дихотомический 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, в эмбриональном развитии головы и челюстно-лицевой системы (схема по А. И. Постолаки, 2014): 1) первая (мандибулярная) висцеральная дуга; 2) лобный отросток; 3) мандибулярный отросток; 4) верхнечелюстной отросток; 5) носовой отросток; 6) носовая перегородка; 7) боковой отросток языка; 8) вторая (гиоидная) висцеральная дуга — образует подъязычную кость; 9–11) рудименты истинных жаберных дуг (1-ая, 2-ая, 3-ья) — источник мезинхимы для развития органов шеи — глотка, хрящи гортани, ее мышцы и др. — (д). (Иллюстрация составлена А. Постолаки).

**Fig. 1.** Dichotomy – the most ancient type of phyllotaxis growth in the nature. The dichotomizing principle (a) is traced in development of a tooth plate, enamel columns, cranial bones (b), Toms fibers (odontoblasts shoots) – (c), blood vessels, nerves, receptors in pulp and in periodontium, in patterns of fissures of teeth, in embryonic development of the head and a maxillofacial system (the scheme according to A. Postolachi, 2014): 1) the first (mandibular) visceral arch; 2) frontal shoot; 3) mandibular shoot; 4) maxillary shoot; 5) nasal shoot; 6) nasal partition; 7) side shoot of tongue; 8) the second (hyoid) visceral arch - forms a hypoglossal bone; 9-11) rudiments of true branchiate arches (1st, 2nd, 3rd) – a mesenchymal source for development of neck organs (throat, cartilages, muscles, etc). – (e). (The illustration is made by A. Postolachi).

давление могут иметь давление, температура, свойства газообразной или жидкой среды, в которой вещества распространяются» [цит. по 11, с. 132]. Например, коралл *Meandrina cerebriformis* (Мозговой коралл) получил такое название из-за сходства с мозгом человека.

Швы, соединяющие кости черепа у человека, очень похожи на узоры швов у раковин ископаемых головоногих, у растительных клеток и в кристаллах сернистого цинка. Ветвящиеся структуры (дихотомия) в природе характерны для растений, в строении птичьего пера, узора снежинок, кремнеземных скелетов простейших — радиолярий, при репликации ДНК, анатомии сосудистых ветвей и бронхиального дерева человека, а также по нашим наблюдениям — для узоров фиссур, в строении корней зубов и собственно в расположении жевательных бугорков, в том числе и для эмалевых призм, отростков одонтобластов (волокна Томса), для эмбрионального развития зубо-челюстно-лицевой системы (рис. 1).

Путем сравнительного анализа и систематизации общих морфологических черт у объектов органической и неорганической природы автору удалось подойти к более глубокому пониманию эволюционного единства «формообразующего плана» и физических процессов его обуславливающего. Подтверждение этому мы находим в работе Ч. Дарвина «Происхождение видов путем естественного отбора или сохранение благоприятных рас в борьбе за жизнь. Перев. с 6-го изд. (Лондон, 1872)», где одна из глав (Гл. XIV. Взаимное родство организмов; морфология; эмбриология; рудиментарные органы) посвящена вопросам морфологии. «Каждое изменение в строении и функции, совершающееся постепенно, находится во власти естественного отбора; таким образом, орган, сделавшийся вследствие перемен в образе жизни бесполезным или вредным для одной цели, может быть модифицирован и использован для другого назначения. Орган может также сохраниться лишь для одной из его прежних функций. Органы, первоначально сформировавшиеся с помощью естественного отбора, сделавшись бесполезными, могут стать весьма изменчивыми, так как их вариации не встречают более препятствий со стороны естественного отбора «...» Количество признаков, даже несущественных, обнаруживает скрытую связь общности происхождения. Пусть у двух форм нет ни одного общего признака, но если эти крайние формы связаны друг с другом цепью промежуточных групп, мы можем смело признать общность их происхождения «...» Чем сильнее уклоняется какая-либо форма, тем больше должно быть количество форм, связывающих ее с другими, вымерших и совершенно утратившихся «...» Натуралисты часто говорят, что череп состоит из метаморфизированных позвонков, челюсти краба представляют собой метаморфизированные

By comparing and systematizing the general morphological features of organic and inorganic objects, the author was able to approach a deeper understanding of the evolutionary unity of the “differentiation plan” and the physical processes underlying it. We find evidence of this in C. Darwin’s work “The origin of species by natural selection or the preservation of favorable races in the struggle for life. 6th ed. (London, 1872)”, where one of the chapters (XIV. Mutual kinship of organisms; morphology; embryology; Rudimentary organs) dealt with questions of morphology. “Every change in structure and function made gradually is in the grip of natural selection; Thus, an organ rendered useless or harmful for one purpose by changes in life can be modified and used for another purpose. Organ can also be retained only for one of its functions. Organs originally formed by natural selection, rendered useless, can become highly variable, as their variations do not have more obstacles from the point of view of natural selection ‘...’ The number of signs, even non-essential, reveals a hidden community of origin. Let the two forms have no common feature, but if these extreme forms are connected to each other by a chain of intermediate groups, we can firmly recognize the commonality of their origin ‘...’ The more any form evades, the greater the number of forms that link it to others that are extinct and completely lost should exist ‘...’ Naturalists often say that the skull consists of metamorphosed vertebrae, crab jaws are metamorphosed limbs, tinctets and flower pests — metamorphosed leaves; But, according to the professor. Hackett, in most cases it would be more accurate to talk about the skull and vertebrae, about the jaws and limbs as having occurred not by converting into each other, what they are now, but from a simpler common conception ‘...’ And as pointed out by C. Darwin, Mr. E. Ray Lankester proposed to call similar parts in different animals *homogenized*, due to the origin of a common ancestor, and *homoplastic* — similarities that cannot be explained in this way [1].

Over the past few decades, improved techniques of DNA analysis had shown that there was no fundamental difference between microevolution (within a species) and macroevolution, which implied the emergence of larger changes. Their common nature is also indicated by the fundamental similarity of intra- and inter-species variability, which confirmed the conclusions of the authors of classical evolutionary ideas about the unity and indissoluble connection of biological forms of life on Earth [11, p. 108-109]. It should be emphasized that the rapid development of mineralogy has made it possible to look differently at the close evolutionary relationship between the inorganic and organic nature of the world, which makes the principles of formation common, with their distinct and perfect reproduction in the structural organization of the tissues and organs of living beings. According to L.-de-Faria (1991), the existing atomic-molecular and physical-

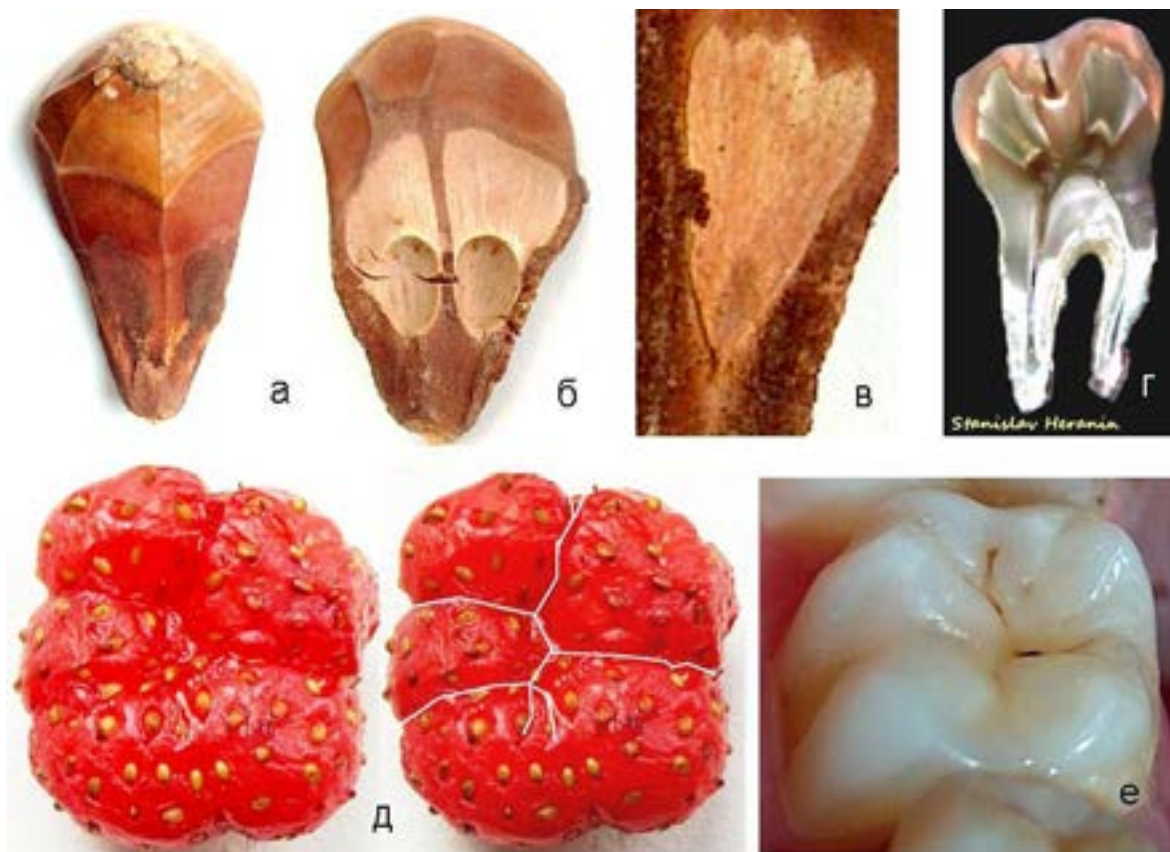
конечности, тычинки и пестики цветков — метаморфизированные листья; но, по замечанию проф. Хаксли, в большинстве случаев было бы точнее говорить о черепе и позвонках, о челюстях и конечностях как происшедших не путем преобразования друг в друга, каковы они теперь, но из более простого общего зачатка «...» И как указывает Ч. Дарвин, — м-р Э. Рей Ланкестер (E. Ray Lankester) предлагал назвать *гомогеничными* части, сходные у разных животных, вследствие происхождения последних от общего предка, и *гомопластичными* — сходства, которые нельзя объяснить таким образом [1].

За последние несколько десятилетий усовершенствованные методы изучения ДНК показали, что между микроэволюцией (в пределах вида) и макроэволюцией, что подразумевает появление более крупных изменений, нет принципиальной разности. На их единую природу также указывает фундаментальное сходство внутри- и межвидовой изменчивости, что подтвердило выводы авторов классических эволюционных идей об единстве и неразрывной связи биологических форм жизни на Земле [11, с. 108–109]. Следует особо отметить, что бурное развитие минералогии дало возможность иначе взглянуть на тесную и неразрывную эволюционную связь неорганической и органической природы мира, что обуславливает и общность принципов формообразования, с их отчетливым и совершенным воспроизводством в структурной организации тканей и органов живых существ. Как указывает Л.-де-Фария (1991), существующий атомно-молекулярный и физико-химический изоморфизм на микро- и макроуровне у растений и животных обусловлен не столько химическим составом, сколько структурой, характерной для минералов, как, например, в определенном способе укладки молекул в стопки. Так, каменная соль образует слои чешуек из кристаллов хлорита, сходные по принципу укладки в многослойном эпителии ряда млекопитающих, но та же закономерность наблюдается и в форме некоторых раковин моллюсков и рогов барана. Но это не значит, что такую форму определяет именно хлористый натрий содержащийся в клетках; наоборот — в этих случаях одинаковый эффект дают разные минеральные вещества. Эти сравнения можно продолжить на примере гексагональной структуры, которая характерна в равной мере и для кальцита, шестиугольного рисунка глаза насекомых, чешуи рыб, эмали зубов. И если уже говорить об организмах в целом, то растение может походить на животное, также как и животное может напоминать растение. Таким образом, приходит к заключению Л.-де-Фария, многие свойства минералов повлияли на создание условий для жесткой канализации биологического развития. Более того, многие свойства минералов еще детально не проанализированы наукой, механизм такого важного процесса как

chemical isomorphism at the micro- and macro-level in plants and animals is established due to the structure characteristic of minerals, as in a certain method of stacking molecules, and not so much due to chemical composition. Thus, the stone salt forms layers of chlorite crystal flakes similar in the principle of laying to the multilayer epithelium of mammals, but also the same pattern is observed in the form of some shells and ram horns. But this does not mean that sodium chloride contained in the cells determines this form; on the contrary — in these cases different mineral substances have the same effect. These comparisons can be continued with the example of hexagonal structure, which is characteristic for calcite, hexagonal pattern of insect eye, fish scales, tooth enamel. And if we talk about organisms in general, the plant can look like an animal, as well as an animal can resemble a plant. Thus, L.-de-Faria concludes that many properties of minerals have influenced the creation of conditions for strict selection in evolutionary development. Moreover, many properties of minerals have not yet been analyzed, the mechanism of such an important process as crystallization is far from revealed, and regeneration of crystals began to study only in the near past [11].

Therefore, we consider that the accruing wave of integration of scientific knowledge can give the strongest impulse to development of the latest generations of the dental materials and nanotechnologies directed to early diagnostics and the controlled regeneration of tooth tissues or even stimulation of processes of their mineralization in the near future as for example, at deep fissures. Positive results of regenerative approach are noted in the remineralization of tooth tissues with use, for example, of the bioactive treatment-and-prophylactic Nanoflyuor varnish [12]. It offers broader prospects for improvement of quality and long-term action of prophylaxis in relation to caries and its complications as one of the leading dental diseases, leading to various anatomic-functional disturbances of local and general character. It is necessary to mention that in spite of the fact that the cost of dental treatment in the world continuously increases, today exist real and available ways to prevent heavy complications of tooth caries. One of them is dental help by method of atraumatic recovery treatment of caries of teeth known in the world literature under the name ART (Atraumatic Restorative Treatment), with use the glass ionomer cements having unique properties – release of fluorides and high adhesiveness to tissues of tooth [13.14].

At present, based on the generally accepted positions on the periods of formation and development of tissues and organs of the head and facial skull of the human embryo and mathematical calculations of A. Postolachi in a number of publications, a new theoretical concept was justified, proving the direct influence of universal laws of nature on the processes of structural organization and formation of the oro-



**Рис. 2.** Природные аналогии (гомологии по Ч. Дарвину; Л.-де-Фария). Чешуйка сосновой шишки. Вид снаружи (а), изнутри (б), крыло семени (в); Шлиф моляра нижней челюсти — (г). (Фото С. Геранин); д — Ягода клубники; е — Моляр 46. (Иллюстрация составлена А. Постолаки).

**Fig. 2.** Natural analogy (homology to C. Darwin; L.- de-Faria). Pinecone scales. View from outside (a), from inside (b), seed wing (c); section of the lower jaw molar (g). (Photo by S. Geranin); D — Strawberry; E — molar 46. (Illustration compiled by A. Postolachi).

кристаллизация далеко не раскрыт, а регенерацию кристаллов начали изучать лишь в недалеком прошлом [11].

Поэтому, мы считаем, что 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» [12]. Это открывает более широкие перспективы для повышения качества и долгосрочного действия профилактических мероприятий по отношению к кариесу и его осложнениям, как одних из ведущих стоматологических заболеваний, приводящие к различным анатомо-функциональным нарушениям местного и общего характера. Следует добавить, что несмотря на то, что стоимость оказания стоматологической помощи в мире непрерывно возрастает, сегодня

maxillo-facial system of man from the position of spiral symmetry, Fibonacci number series, “golden proportion,” as well as the theory of phyllotaxis, in which dichotomic branching is considered as a manifestation of one of the oldest growth mechanisms (Fig. 2) [4.5].

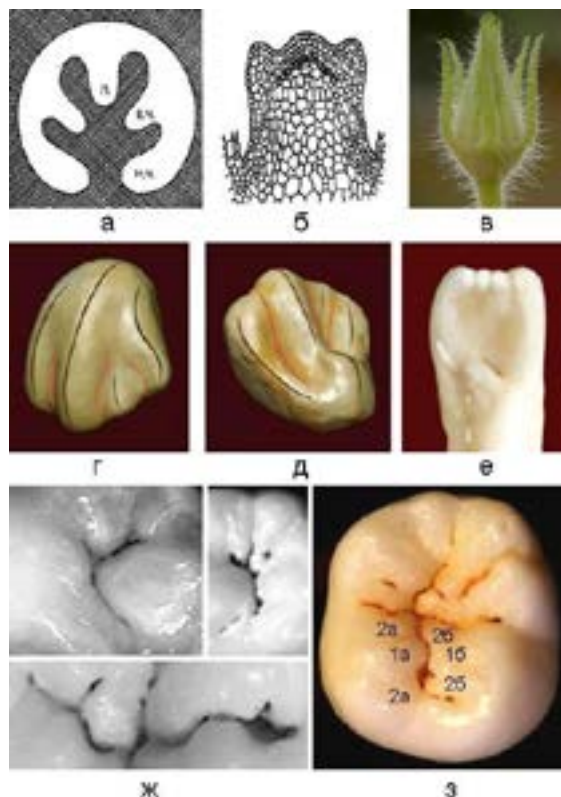
From paleoanthropology, it is known that the precursor to the heterodontal type of mammals teeth, characterized by the separation of teeth into morphological classes according to function, was the primitive haplodontic type without separation into strictly established functional classes, such as lizard and crocodile teeth. Heterodontism is thought to have originated in the middle of the Mesozoic era, which lasted from  $252.17 \pm 0.06$  million years ago to 66.0 million years ago (about 186 million years in total) and was characteristic to several groups of theromorphic reptiles, among which were the ancestors of mammals, particularly primates. The general ‘prototype’ of any morphological class of mammalian teeth is a simple tooth with a large conical tubercle having a pointed top and sharp cutting side ribs.

According to the uniform law of tripartite differentiation of an odontomer (A.A. Zubov, 1974) the main conic tubercle (eoconus) has two lateral styloid formations (on the mesial part it is called mesostylid,

существуют реальные и доступные пути, чтобы не допускать развития тяжелых осложнений кариеса зубов. Одним из них является оказание ранней стоматологической помощи методом атравматичного восстановительного лечения кариеса зубов, известного в мировой литературе под названием ART (Atraumatic Restorative Treatment), с использованием стеклиномерных цемента, обладающих уникальными свойствами — высвобождением фторидов и высокой адгезивностью к тканям зуба [13,14].

В настоящее время, опираясь на общепринятые положения о периодах закладки и развития тканей и органов головы и лицевого черепа эмбриона человека и математических расчетах А. Постолаки (2009—2014) в ряде публикаций была обоснована новая теоретическая концепция, доказывающая прямое влияние всеобщих законов природы на процессы структурной организации и формообразования зубо-челюстно-лицевой системы человека с позиции спиральной симметрии, числового ряда Фибоначчи, «золотой пропорции», а также теории филлотаксиса, в которой дихотомическое ветвление рассматривается как проявление одного из древнейших механизмов роста [4,5].

Из палеоантропологии известно, что предшественником гетеродонтного типа зубов млекопитающих, характеризующейся разделением зубов на морфологические классы в соответствии с функцией, являлся примитивный гаплодонтный (простой однобугорковый) тип без разделения на строго



**Рис. 3.** Трехчленная фрактальная дифференциация как универсальная модульная биотехнология. Схема формирования лицевого скелета по Ю. Ф. Исакову (с. 18) — (а); Апикальная меристема растения с характерными бугорками роста на вершине (схема) — (б); Формирующийся цветок тыквы обыкновенной с центральным и боковыми зубцами. (Фото А. И. Постолаки, 2014) — (в); Пластическая объемная модель клыка (г, д) и фото коронковой части бокового резца верхней челюсти, которая напоминает зачаток листа или строение кисти человека (из кн: Л. М. Ломиашвили, 2004). — (е); 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. Постолаки).

**Fig. 3.** Three-member fractal differentiation as universal modular biotechnology. Scheme of facial skeleton formation according to Y. Isakov (p. 18) — (a); Apical meristem of a plant with characteristic growth beads on the top (diagram) — (b); The emerging pumpkin flower with central and lateral teeth. (Photo by A. Postolachi) — (in); Plastic volume model of canines (d, e) and a photo of the crown part of the lateral incisor of the upper jaw, which resembles the germ of the leaf or the structure of the human hand (L. M. Lomiashvili, 2004). — (e); Central (1 a, b) and lateral (2 a, b) enamel rolls of chewing tubercles exactly follow the shape of the first visceral (mandibular) arc and frontal process at formation of facial skeleton, and also fully coincide in shape with apical meristema of plant. The fissures form a dichotomy pattern. (Illustration compiled by A. Postolachi).

and on the distal part it is called distostylid respectively) uniting in sharp cutting crest (eocrystid). As Zubov specifies further, this type of tooth is considered as initial in the tricuspid theory of the Cop-Osborne (Osborn, 1907) or, so called, “theory of differentiation”. According to this theory, molars of various mammals are formed from tricuspidal teeth by means of emergence of new tubercles and shifts (“rotation”) of old cusps. Tracking further history of this matter, Butler’s conclusions (Butler, 1939) supported by Parrington (Parrington, 1947) and Patterson (Patterson, 1956), led to universal acceptance of this concept [15].

The results of the study suggest that all these biological principles of shaping can be attributed to the general fractal system from micro- to macrolevel of the organism growth. In terms of fractal concept, L. M. Lomiashvili (2004-2014), and subsequently A. I. Postolachi (2007; 2012) developed two different versions of the modular (fractal) technique of direct tooth modeling, which use canine shape as a basis for restoration (Fig. 3).

The evolutionary reduction of structural elements of lateral teeth (the central and lateral enamel rollers of chewing cusps) leads to simplification of relief, disappearance of enamel formations and merge of small fissures in deeper and extended ones. Such type of surface reminds a state similar

in the nature to “ice thawing” when its structure becomes more porous and brittle. It is well known that the regular functional load promotes increase in hardness of enamel due to consolidation of its micro-



закрепленные функциональные классы, например, зубы ящериц и крокодилов. Считается, что гетеродонтизм возник в середине мезозойской эры, которая продолжалась от 252,17 ± 0,06 млн. лет назад до 66,0 млн. лет назад (всего около 186 млн лет) и был свойственен нескольким группам терморфных рептилий, среди которых и были предки млекопитающих, в частности приматов. «Общий «прототип» любого морфологического класса зубов млекопитающих — это простой зуб с крупным коническим бугорком, имеющим заостренную вершину и острые режущие боковые ребра».

Согласно единому закону трехчленной дифференциации одонтомера (А.А. Зубов, 1974) главный конический бугорок (эоконус, эоконид) несет два боковых стилоидных образования (с мезиальной стороны — мезостиль / мезостилид на нижней челюсти, с дистальной — дистостиль / дистостилид на нижней челюсти) соединяясь с последними острым режущим гребнем (эокриста, эокристин). Как указывают далее Зубов, именно этот тип зуба рассматривается как исходный в тригуберкулярной 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 [15]

Результаты проведенного исследования позволяют заключить, что все эти биологические принципы формообразования могут быть отнесены к общей фрактальной системе развития организма от микро– до макроуровня, в частности и зубов. С точки зрения фрактальной концепции, Л. М. Ломиашвили (2004–2014), а в последующем А. И. Постолаки [2007; 2012] были разработаны два различных варианта модульной (фрактальной) техники прямого моделирования зубов, в которой заложен принцип использования клыковой формы в качестве основы для реставрации.

Эволюционная редукция структурных элементов боковых зубов (центральных и боковых эмалевых валиков жевательных бугорков) приводит к упрощению рельефа, исчезновению эмалевых за-



**Рис. 4.** 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). (Фото А. Постолаки).

**Fig. 4.** Features of architectonics of masticatory surface of molars. The first molars of the upper and lower jaws with signs of physiological abrasion with almost complete disappearance of the II-order fissures in the area of the central pit — (a); Molars with simplified architecture of masticatory surface with deep and wide fissures — (b); Molars with complex architectonics on masticatory surface with shallow and narrow fissures — (c). (Photo by A. Postolachi).

layers that reduces risk of developing of caries (Fig. 4).

It should be noted that the elongated leaf-like form of the canines is one of the most ancient and evolutionally stable in the human dental system. Taking as a basis the fundamental works on evolutionary development of life, and in particular “Metamorphosis of plants” by I. Goethe, as well as the results of our own research, we considered it possible to put forward a hypothesis on the general formative principle, between Goethe’s ‘primary plant’ and the canine, which survived despite millions of years of amazing transformations. This fact confirms one of the ideas described by L.-de-Faria (1991). In particular, he pointed out that in “the genome of insects, as well as other animals, there are genes inherited from the ancestors of plants even before the separation of plants

теков и слиянию мелких фиссур в более глубокие и протяженные. Такой вид поверхности напоминает состояние похуже в природе на «таяние льда», когда его структура становится более пористой и хрупкой. Хорошо известно, что регулярная функциональная нагрузка способствует повышению твердости эмали за счет уплотнения ее микрослоев, что снижает риск возникновения кариеса.

Необходимо отметить, что удлинённая листовидно-подобная форма клыка является одной из наиболее древних и эволюционно стабильных в зубочелюстной системе человека. Взяв за основу основополагающие труды по эволюционному развитию жизни, и в особенности «Метаморфозы растений» И. В. Гете, а также результаты собственных исследований мы посчитали возможным выдвинуть гипотезу об общем формообразовательном принципе, между «прарастением Гете» и клыком, который сохранился, несмотря на миллионы лет удивительных преобразований. Это положение косвенно подтверждает один из фактов описанный Л.-де-Фария (1991). Им в частности, указывается, что в «геноме насекомых, как и других животных, имеются гены, унаследованные от предков растений еще до разделения растений и животных многие миллионы лет назад» [11, с.144]. Часть из них со временем была подавлена в геноме животных, но, например, молекулярное строение синтезируемых в организме насекомых, животных, в том числе, конечно, и человека, зеленых пигментов таких как каротиноиды, порфирины аналогично продуктам растительного происхождения. Так, зеленый пигмент печени — биливердин обнаружен у рыб (щука), беспозвоночных (черви, ракообразные, насекомые), травоядных животных, что еще лишней раз подтверждает большое сходство между молекулами у многообразных представителей флоры и фауны нашей планеты.

#### **Выводы:**

1. Установлено, что общие эволюционные законы формообразования сохраняют свою специфичность на микро- и макроуровне у объектов органической и неорганической природы.
2. Определены отдельные универсальные законы роста и формообразования (фрактальность, филлотаксис, дихотомия и др.) в строении тканей и органов организма человека и, в частности, зубо-челюстно-лицевой системы.
3. Одной из главных задач современной морфологии, как многоуровневой и многоплановой науки, является нахождение способов управления структурной организацией, овладение процессами морфогенеза, протекающими на всех уровнях и, в частности, в зубо-челюстно-лицевой системе человека.

and animals many millions of years ago” [11, с.144]. Some of them have been suppressed over time in the genotype of animals, but, for example, the molecular structure of green pigments such as carotenoids, porphyrins, synthesized in the body of mammals, including, of course, humans, are similar to products of plant origin. Thus, the green pigment of the liver biliverdin is found in fish (pike), invertebrates (worms, crustaceans, insects), herbivores, fact that confirms a great similarity between molecules in various members of the flora and fauna of our planet.

#### **Conclusions:**

1. It has been found that general evolutionary laws of formation retain their specificity at the micro- and macro-level in objects of organic and inorganic nature.
2. Separate universal laws of growth and formation (fractality, phyllotaxis, dichotomy, etc.) in the structure of tissues and organs of the human body and, in particular, oro-maxillo-facial system are defined.
3. One of the main tasks of modern morphology, as a multilevel and multidimensional science, is to find ways to manage structural organization, to master morphogenesis processes that take place at all levels and, in particular, in the human oro-maxillo-facial system.

*Translated by D. Cravenco  
Resident of the I year  
of Stomatology faculty  
USMF “Nicolae Testemitanu”*

## Библиография / Bibliography

1. Дарвин Ч. Происхождение видов путем естественного отбора или сохранение благоприятных рас в борьбе за жизнь. Перев. с 6-го изд. (Лондон, 1872). Отв. ред. акад. А. Л. Тахтаджян. С.-Пб.: «Наука». — 1991
2. Джан Р. В. Филлотаксис. Системное исследование морфогенеза растений. / Пер. с англ. / — М.: Изд-во: Институт компьютерных исследований, НИЦ «Регулярная и хаотическая динамика». — 2006. — 464 с.
3. Чуб В. В. Роль позиционной информации в регуляции развития органов цветка и листовых серий побегов: Дисс. ... д-ра биол. наук. — Москва, 2009.
4. Постолаки А. О проявлении «золотого сечения», «чисел Фибоначчи» и «закона филлотаксиса» в природе, в строении организма и зубочелюстной системы человека. «Академия Тринитаризма», М., Эл № 77-6567, публ. 15452, 05.08.2009.
5. Постолаки А. Фрактальная организация в природе и зубочелюстной системе человека на основе спиральной симметрии. ДентАрт. — 2009. — №. 4. — с. 51-63.
6. Молдавская А. А. Перспективы развития научных исследований по морфологии. Фундаментальные исследования. — 2004. — № 1 — с. 96-97
7. Ломиашвили Л.М. Искусство моделирования и реставрации зубов / Л.М. Ломиашвили, Л.Г. Аюпова. — Омск: Полиграф, 2014. — 436 с.
8. Ломиашвили Л. М., Седелников В. В., Рахметов В. Р. Искусство моделирования зубов через призму «Золотого сечения». Институт Стоматологии №2 (31), 2006. — с. 81-83.
9. Ломиашвили Л. М., Погадаев Д. В., Вайц С. В., Черкашин Д. С. Клиническое применение модульных технологий в эстетической реставрации зубов. Институт Стоматологии. — №4 (37), 2007. — с. 56-59
10. Ломиашвили Л.М., Недосеко В.Б., Демин В.В., Погадаев Д.В., Михайловский С.Г. Интеграция знаний и умений в реконструктивной терапии зубов. Междисциплинарный подход. Институт Стоматологии. 2013. — №3 (60). — 2013.
11. Лима-де-Фариа А. Эволюция без отбора: Автоэволюция формы и медицины. М.: Изд-во «Мир», /Пер с англ./, 1991.
12. Посохова В. Ф., Чуев В. В., Бузов А. А., Четверикова А. И., Гонтарев С. Н., Чуев В. П. Институт Стоматологии, № 1 (50), 2011. — 52-53.
13. Леонтьев В. К., Пахомов Г. Н. Профилактика стоматологических заболеваний. — М.: 2006. — 416 с.
14. Пахомов Г. Н., Леонтьев В. К. Агрессивное восстановительное лечение кариеса зубов. Москва — Женева, 112 с.
15. Зубова А. А., Халдеева Н. И. Одонтология в современной антропологии. — М.: Изд-во «Наука». — 1989. — 232 с.