

*Д.Ю. Харитонов<sup>1</sup>, Э.П. Домашевская<sup>2</sup>, Е.А. Азарова<sup>1</sup>, Д.Л. Голощанов<sup>2</sup>*  
**АНАЛИЗ МОРФОЛОГИЧЕСКОГО СТРОЕНИЯ  
 ОСТЕОПЛАСТИЧЕСКИХ МАТЕРИАЛОВ «КЛИПДЕНТ»,  
 БИОПЛАСТ-ДЕНТ» И НИЖНЕЧЕЛЮСТНОЙ КОСТИ ЧЕЛОВЕКА**

<sup>1</sup>ГБОУ ВПО им. Н.Н. Бурденко Минздрава России, каф. челюстно-лицевой хирургии;

<sup>2</sup>ФГБОУ ВПО ВГУ, каф. физики твердого тела и наноструктур

**Резюме.** Изучена морфологическая и структурная характеристика костной ткани нижней челюсти человека и остеопластических материалов «Клипдент», «Биопласт-дент». Для анализа пористости, размера агломератов и морфологии образцов использовался метод сканирующей электронной микроскопии (СЭМ). Проводилось исследование образцов материалов с увеличением в 50 раз. В результате проведения СЭМ с увеличением в х50 раз, установлены различия в структуре макропор изучаемых материалов. Размер пор нижнечелюстной кости человека в изучаемом образце составляет более 500 мкм, размер пор материала «Биопласт-дент» колеблется в интервале ~ 10-250 мкм. Материал «Клипдент» лишен пористой структуры, представляет собой однородные округлы агломераты, размерами 2-20 мкм. Сделан вывод о наличии остеокондуктивных свойств у материала «Биопласт-дент» и скорости биорезорбции близкой к скорости формирования кости человека. Прогнозируется длительная резорбция и невыраженные остеокондуктивные свойства материала «Клипдент».

**Ключевые слова:** остеопластические материалы, микропористость кости, макропористость кости, нижняя челюсть.

**Актуальность.** Идеальный остеопластический материал должен обладать остеокондуктивной, остеоиндуктивной активностью, а так же морфологической архитектурой, аналогичной костной ткани принимающего ложа. Среди всех структурных характеристик стимуляторов регенерации, особое значение имеют: микро- и макропористость материала, форма и размер его пор, соотношение удельной площади пор к площади поверхности материала [1, 2]. Система макропор является необходимой основой для прорастания сосудов микроциркуляторного русла в процессе ангиогенеза. Оптимальный размер макропор соотносим с диаметром остеона и находится в диапазоне от 100 до 500 мкм.

Наличие микропористости необходимо для проникновения и фиксации остеогенных клеток, в связи с этим микропоры так же называют «гнездами адгезии», их диаметр колеблется от 10 до 50 мкм. Также немалое значение имеет соотношение площади пор к площади поверхности материала. Значение пористости 60-70 % считается оптимальным, при меньшем соотношении будет затрудняться ангиогенез, при более высоком, материал потеряет механическую прочность [3, 5].

Следует отметить, что наличие сопряженной системы макро- и микропор материала является одним из основных факторов, влияющих на скорость его биорезорбции. Резорбции идеального остеопластического материала происходит параллельно с процессом формирования кости [1, 2, 5].

Большинство производителей остеопластических материалов утверждают, что выпускаемая ими продукция по своим морфологическим и структурным характеристикам соответствует структуре человеческой кости. Однако, использование

этих материалов на практике далеко не всегда приводит к ожидаемому положительному результату.

Цель исследования – провести исследование структурных и морфологических параметров костной ткани нижней челюсти человека и остеопластических материалов «Биопласт-дент», «Клипдент», сравнить полученные результаты.

**Материал и методы исследования.** Исследовались остеопластические материалы «Клипдент» и «Биопласт-Дент», выпускаемые компанией «ВладМиВа». «Биопласт-дент» представляет собой материал биологического происхождения, на основе ксеноколлагена и костного гидроксиапатита. «Клипдент»- синтетический материал на основе  $\beta$  – трикальций фосфата и гиалуриновой матрицы. Данный образец сопоставлялись с образцом губчатой кости нижней челюсти человека. По заявлению производителей, оба материала имеют систему макро и микропор, аналогичную таковой в кости человека [4].

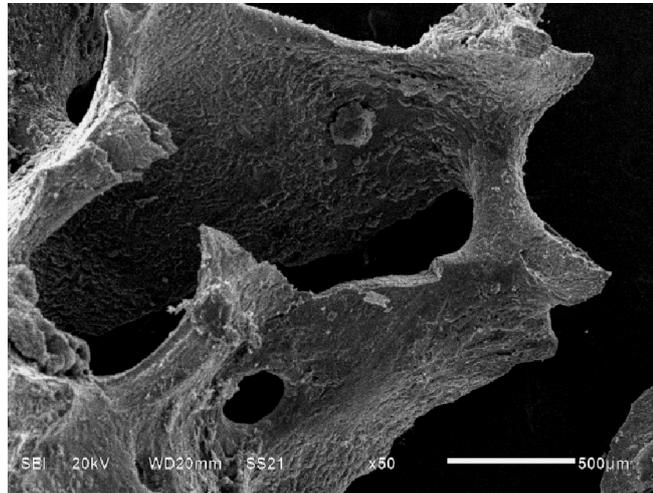
Для анализа пористости, размера агломератов и морфологии образцов был применен метод сканирующей электронной микроскопии. (СЭМ).

**Полученные результаты и их обсуждение.** Для анализа пористости, размера агломератов и морфологии образцов использовалась сканирующая электронная микроскопия (СЭМ). Было установлено, что материалы, применяющиеся на данный момент в стоматологии (КД-2, КД-3, БД) отличаются морфологическим строением от губчатой костной ткани челюсти человека. Далее на рисунках 1-5 представлены микрофотографии полученные методом СЭМ на сканирующем электронном микроскопе JEOL JSM 6610A.

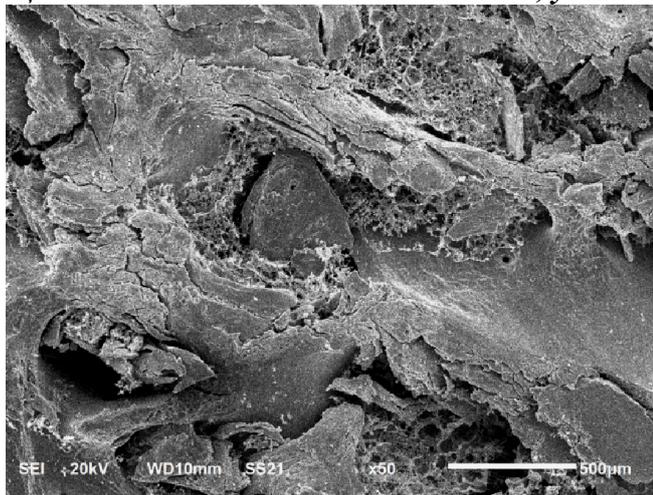
При рассмотрении образцов методом СЭМ с увеличением в  $\times 50$  раз видно, что костная ткань человека (Рис. 1) имеет развитую сопряженную систему пор, диаметр которых варьирует от 100 до 500 мкм, в отдельных случаях наблюдаются макропоры более 500мкм. Удельная площадь пор по отношению к костной структуре составляет 70-80%. Материал не изменен в ходе механической подготовки к микроскопированию, костная структура сохранна, что свидетельствует о механической прочности образца.

Образец материала Биопласт-Дент (Рис.2), также представляет собой размер пористую структуру с соотношением пор к твердому веществу около 60-70%. В отличие от костной ткани человека, в представленном образце наблюдается система пор несколько меньшего диаметра, в среднем значение колеблется в интервале  $\sim 10$ -250  $\mu\text{м}$ . По данным литературы и аналогичных исследований диаметр макропор от 100 до 300 мкм, хоть и меньше размера пор кости человека, является вполне приемлемым, соотносим с диаметром остеона и способен обеспечивать ангиогенез в должной мере. В представленном так же образце по всему исследуемому полю наблюдаются мелкие изломы костной структуры, заполняющие костные лакуны. Вероятно, это результат механической обработки материала, произведенной с целью подготовки к микроскопированию. Данный образец уступает в механической прочности кости человека, что является следствием отсутствия его органической составляющей.

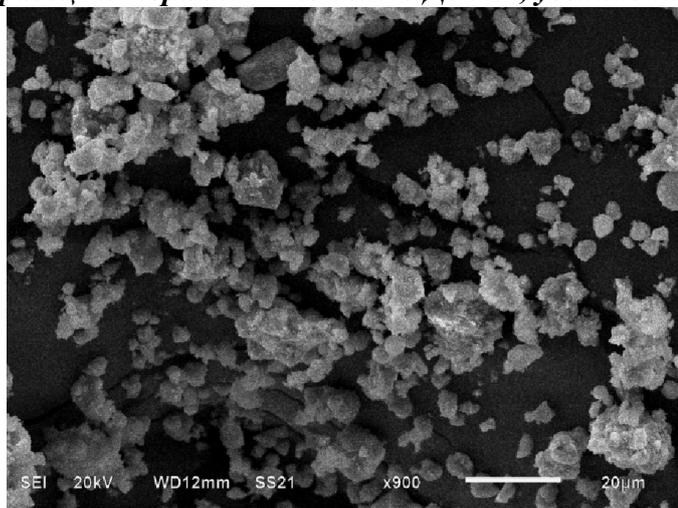
Анализ структуры материала «Клипдент» (Рис. 3) при увеличении в 50 раз показывает однородную морфологию. Материал состоит из округлых плотных агломерат, размерами в пределах 2-20 мкм. Наличие пористой структуры при исследовании не выявлено, можно говорить лишь о наличии шероховатостей на поверхности изучаемого материала.



*Рис. 1 Образец костной ткани челюсти человека, увеличение в x50 раз*



*Рис. 2 Образец материала «Биопласт-Дент», увеличение в x50 раз*



*Рис. 3 Образец материала «Клипдент», увеличение в x 50 раз*

**Заключение.** Изучение морфологии образцов показало, что остеопластический материал «Биопласт-Дент» имеет схожую с костной тканью человека морфологию и систему сопряженных пор. На микроуровне в материале Биопласт-Дент присутствуют поры, совпадающие по размерам с костной тканью ~5-10. Однако на макроуровне в губчатой костной ткани нижней челюсти человека, кроме микропор, проявляются макропоры с размерами более 500 мкм. Полученные данные позволяют сделать предположение об успешности применения данного материала с целью оптимизации процессов остеорепарации при лечении костных дефектов челюстно-лицевой области.

При изучении морфологии образца «Клипдент» не обнаружено макро и микропористости поверхности, а так же системы сопряженных пор. Можно говорить лишь, о шероховатости поверхности материалов на субмикронном уровне. Таким образом, полученная сравнительная характеристика материала «Клипдент-Гл», «Клипдент-Кл» с костной тканью человека, дает основание предполагать, что osteoconductive свойства исследуемого остеопластического материала не будут выраженными в должной мере.

#### *Литература.*

1. Волков А.В. Гистоморфометрия костной ткани в регенеративной медицине / А.В. Волков, Г.Б. Большакова // Клиническая и экспериментальная морфология. - 2013. - № 3 (7). - С. 65-72.
2. Волова, Т. Г. В68 Материалы для медицины, клеточной и тканевой инженерии [Электронный ресурс] : электрон. учеб. пособие / Т. Г. Волова, Е. И. Шишацкая, П.В. Миронов. – Электрон. дан. (6 Мб). – Красноярск : ИПК СФУ, 2009.
3. Жукова У.А. Морфометрические особенности диагностических и лечебных эндооссальных вмешательств на нижней челюсти : автореф. дис. ... канд. мед. наук / У.А. Жукова. – Москва, 2010. – 23.
4. Хирургические остеопластические материалы «Биопласт-Дент» «Клипдент», методическое руководство с. 20 ООО Торговый Дом ВладМиВа» www.vladmiva.ru.
5. Bone Remodeling, Biomaterials and Technological / C. P. Salgado, P.C. Sathler, H.C. Castro, G.G. Alves, A.M. Oliveira, R.C. Oliveira, M.D.C. Maia, C.R. Rodrigues, P.G. Coelh, A.Fuly, L.M. Cabral, J.M. Granjeiro // Journal of Biomaterials and Nanobiotechnology. – 2011. – V1. – I.1. – P. 318-328.

#### *Abstract.*

*D. Yu. Haritonov, E. P. Domashevskaya, E.A. Azarova, D.L. Goloschapov*

#### **THE COMPARISON OF MORPHOLOGICAL AND STRUCTURAL CHARACTERISTICS OF THE HUMAN MANDIBULAR BONE TISSUE AND THE OSTEOPLASTIC MATERIAL «KLIPDENT», «BIOPLAST-DENT»**

*Voronezh State Medical Academy, Department of Oral and Maxillofacial Surgery*

The main aim of current research work was to compare morphological and structural characteristics of the humans lower bone tissue and osteoplastic material "BIOPLAST-dent," «KLIPDENT», which was produced from cattle bones. The scanning electron microscopy (SAM) was used for analysis of samples' porosity, morphology and sizes of the agglomerates. During the research sample materials were studied with increasing 50 times. Some differences in the structure of the macropores of the studied materials were found with the help of SAM (increase x50). The pore size of the humans mandibular bone in the tested sample was more than 500 мкм, the pore size of the material "BIOPLAST-dent" varied in the interval from 10 to 250 мкм.

**Keywords:** osteoplastic materials, bone microporosity, bone macroporosity, lower jaw.

#### **References:**

1. Volkov A.V. Histomorphometry of bone in regenerative medicine / AV Wolves, GB Bolshakov // Clinical and experimental morphology. - 2013. - № 3 (7). - S. 65-72.

2. Volova T.G .B68 Materials for medicine, cell and tissue engineering [electronic resource]: an electron. Proc. Manual / TG Volova E.I. Shishatskaya, P.V. Mironov. - Electron. dan. (6 MB). - Krasnoyarsk: IPK SFU 2009.

3. Zhukov W.A .Morphometric features of diagnostic and therapeutic interventions on endosseous mandible: Author. dis. ... Ph.D. honey. Science / U.A. Zhukov. - Moscow, 2010. - 23.

4. Surgical osteoplastic materials "Bioplast-Dent" "Klipdent" methodological guide with. 20 Trade House VladMiVa »www.vladmiva.ru.

5. Bone Remodeling, Biomaterials and Technological / C.P. Salgado, P.C. Sathler, H.C. Castro, G.G. Alves, A.M. Oliveira, R.C. Oliveira, M.D.C. Maia, C.R. Rodrigues, P.G. Coelh, A.Fuly, L.M. Cabral, J.M. Granjeiro // Journal of Biomaterials and Nanobiotechnology. - 2011. - V1. - I.1. - P. 318-328.

**Сведения об авторах:** Харитонов Дмитрий Юрьевич, доктор медицинских наук, профессор, заведующий кафедрой челюстно-лицевой хирургии Воронежской государственной медицинской академии им. Н.Н. Бурденко Министерства здравоохранения Российской Федерации, декан стоматологического факультета ВГМА им. Н.Н. Бурденко; Домашевская Эвелина Павловна, доктор физико-математических наук, профессор, заведующая кафедрой физики твердого тела и наноструктур Воронежского Государственного Университета Министерства образования Российской Федерации; Азарова Екатерина Александровна, аспирант кафедры челюстно-лицевой хирургии Воронежской государственной медицинской академии им. Н.Н. Бурденко Министерства здравоохранения Российской Федерации; Голошапов Дмитрий Леонидович аспирант кафедры физики твердого тела и наноструктур Воронежского Государственного Университета Министерства образования Российской Федерации.