УДК 616.314.17-089.844:615.462:611.716.1-018.4

DOI: 10.34215/1609-1175-2020-3-88-89

Дисперсный биокомпозит на основе волластонита/гидроксиапатита: остеопластический потенциал с точки зрения рентгенологии

В.И. Апанасевич¹, Е.К. Папынов², И.С. Афонин¹, И.О. Евдокимов³, О.О. Шичалин²,
А.С. Степанюгина¹, Н.Р. Панкратов¹, О.В. Коршунова¹, И.Г. Агафонова⁴, С.В. Зиновьев¹,
Б.И. Гельцер³

¹ Тихоокеанский государственный медицинский университет, Владивосток, Россия; ² Институт химии ДВО РАН, Владивосток, Россия; ³ Дальневосточный федеральный университет, Владивосток, Россия; ⁴ Тихоокеанский институт биоорганической химии им. Г.Б. Елякова ДВО РАН, Владивосток, Россия

Цель: оценка регенерации костной ткани альвеолярного отростка при имплантации биокомпозита на основе волластонита/гидроксиапатита (ГАП) в эксперименте. **Материал и методы.** Четырем кроликам-самкам под общим наркозом и местной анестезией выполнена экстракция нижних левых резцов с последующей аугментацией биокомпозитом. Результаты оценивались посредством конусно-лучевой компьютерной томографии. **Результаты.** В первые сутки средняя плотность костной структуры альвеолярной лунки равнялась 37 HU, на 60-е она достигала 1090 HU. Контур альвеолярной лунки не прослеживался уже на 35-е сутки. Признаков остеолитической не наблюдались. **Заключение.** Результат эксперимента подтверждает участие биокомпозита на основе $\text{CaSiO}_3/\text{ГАП}$ в регенерации костной ткани, о чем свидетельствует динамика увеличения объема кости в области альвеол удаленных зубов нижней челюсти подопытных животных.

Ключевые слова: силикат кальция, гидроксиапатит, регенерация кости, эксперимент

Поступила в редакцию 03.03.2020 г. Принята к печати 02.07.2020 г.

Для цитирования: Апанасевич В.И., Папынов Е.К., Афонин И.С., Евдокимов И.О., Шичалин О.О., Степанюгина А.С., Панкратов Н.Р., Коршунова О.В., Агафонова И.Г., Зиновьев С.В., Гельцер Б.И. Дисперсный биокомпозит на основе волластонита/гидроксиапатита: остеопластический потенциал с точки зрения рентгенологии. *Тихоокеанский медицинский журнал*. 2020;3:88–9. doi: 10.34215/1609-1175-2020-3-88-89

Для корреспонденции: Афонин Игорь Сергеевич – аспирант Института хирургии ТГМУ (690002, г. Владивосток, пр-т Острякова, 2), ORCID: 0000-0002-5564-7579; e-mail: igor23-45@mail.ru

Dispersed biocomposite based on wollastonite/hydroxyapatite: Osteoplastic potential in terms of radiology

V.I. Apanasevich¹, E.K. Papynov², I.S. Afonin¹, I.O. Evdokimov², O.O. Shichalin², A.K. Stepanyugina¹,
N.R. Pankratov¹, O.V. Korshunova¹, I.G. Agafonova⁴, S.V. Zinoviev¹, B.I. Geltser³

¹ Pacific State Medical University, Vladivostok, Russia; ² Institute of Chemistry, Far Eastern Branch of Russian Academy of Sciences, Vladivostok, Russia; ³ Far Eastern Federal University, Vladivostok, Russia; ⁴ G.B. Elyakov Pacific Institute of Bioorganic Chemistry, Russian Academy of Sciences, Vladivostok, Russia

Objective: assessment of the bone tissue regeneration of alveolar ridge during implantation of biocomposite based on wollastonite/hydroxyapatite (HA) in the experiment. **Methods:** Four female rabbits were performed the extraction of lower left incisors under the general and local anesthesia followed by the augmentation with biocomposite. The results were assessed with cone beam computed tomography. **Results:** On the first day, the average density of bone structure of the alveolar socket was 37 HU; on the 60th day, it reached 1090 HU. The contour of the alveolar socket was not already visible on the 35th day. There were no signs of the osteolysis. **Conclusions:** The experiment result confirms the the participation of a CaSiO_3/HA biocomposite in bone tissue regeneration, as evidenced by the dynamics of the increase in bone volume in the alveoli of the removed teeth of the lower jaw of experimental animals.

Keywords: calcium silicate, hydroxyapatite, bone regeneration, experiment

Received: 3 March 2020; Accepted: 2 July 2020

For citations: Apanasevich VI, Papynov EK, Afonin IS, Evdokimov IO, Shichalin OO, Stepanyugina AK, Pankratov NR, Korshunova OV, Agafonova IG, Zinoviev SV, Geltser BI. Dispersed biocomposite based on wollastonite/hydroxyapatite: Osteoplastic potential in terms of radiology. *Pacific Medical Journal*. 2020;3:88–9. doi: 10.34215/1609-1175-2020-3-88-89

Corresponding author: Igor S. Afonin, MD, postgraduate student, Institute of Surgery, Pacific State Medical University (2 Ostryakova Ave., Vladivostok, 690002, Russian Federation); ORCID: 0000-0002-5564-7579; e-mail: igor23-45@mail.ru

Вопрос о закономерностях регенерации костной ткани и рациональном использовании остеопластических материалов до сих пор сохраняет высокую актуальность. Особенно остро он стоит в области стоматологической

практики, где по ряду причин очень часто встречается атрофия альвеолярных отростков и используются синтетические остеопластические материалы с выраженными биоактивными свойствами [1–4]. С целью

Рис. Динамика рентгенологической картины нижней челюсти кроликов после имплантации биокомпозита в альвеолы: а – после экстракции резца, б – 1-е сутки, в – 30-е сутки, г – 60-е сутки; конусно-лучевая компьютерная томография (пояснения в тексте).

восстановления объема утраченной костной ткани широко применяются методики с использованием остеопластических материалов. К последним относятся и биокомпозит на основе волластонита (CaSiO_3), который допируется синтетическим гидроксиапатитом (ГАП). ГАП при взаимодействии с окружающими костными тканями способен активно выделять ионы Ca^{2+} и SiO_3^{2-} , что делает его материалом выбора для замещения дефектов костной ткани нижней челюсти [3–5].

Цель исследования: оценка регенерации костной ткани альвеолярного отростка при имплантации биокомпозита на основе волластонита/ГАП в эксперименте.

Материал и методы

Четырем кроликам-самкам породы Новозеландский белый массой около 4 кг под общим наркозом и местной анестезией выполнена экстракция нижних левых резцов с последующей аугментацией биокомпозитом «волластонит/ГАП» и ушиванием нерассасывающимся материалом. Операционные раны в течение десяти дней обрабатывались 0,05 % раствором хлоргексидина, после чего швы снимали. Рентгенографическое исследование (конусно-лучевая компьютерная томография) выполнялось на 1-е, 30-е и 60-е сутки эксперимента. Все манипуляции с подопытными животными были проведены в соответствии с Международными принципами Хельсинкской декларации о гуманном отношении к животным [6].

Результаты исследования

При заполнении альвеол удаленных зубов биокомпозитом наблюдалась рентгенологическая картина его интеграции в альвеолярный матрикс в ходе костной регенерации. Данный процесс развивался без каких-либо признаков истончения и рассасывания костной ткани альвеолярного отростка. В первые сутки средняя плотность костной структуры альвеолярной лунки равнялась 37 HU (Hounsfield units – единиц Хаунсфильда), на 60-е она достигала 1090 HU. Контур альвеолярной лунки не прослеживался уже на

35-е сутки. Признаков остеолита не определялось. Четкая и ровная кортикальная пластинка альвеолярного гребня нижней челюсти фиксировалась на всем протяжении (рис.).

Обсуждение полученных данных

Таким образом, установлено, что после экстракции зубов введение биокомпозита способствует восстановлению кортикальной пластинки альвеолярного гребня нижней челюсти. Результат эксперимента подтверждает участие биокомпозита на основе CaSiO_3 /ГАП в регенерации костной ткани, о чем свидетельствует динамика увеличения объема кости в области альвеол удаленных зубов нижней челюсти подопытных животных.

Конфликт интересов: авторы декларируют отсутствие явных и потенциальных конфликтов интересов, связанных с публикацией настоящей статьи.

Источник финансирования: исследование выполнено при финансовой поддержке Российского научного фонда (грант № 18-73-10107).

Участие авторов:

Концепция и дизайн исследования – ВИА, ИСА
Анализ и интерпретация данных – ВИА, ИСА, ИОЕ, ООШ, НРП, ОВК, ИГА

Проверка критически важного интеллектуального содержания – ЕКП, ОВК, СВЗ, ИГА, БИГ

Утверждение для публикации – ВИА, СВЗ, БИГ

Литература / References

- Juhasz JA, Best SM. Bioactive ceramics: Processing, structures and properties. *J Mater Sci.* 2012;47:610–24.
- Fini M, Giavaresi G, Torricelli P, Borsari V, Giardino R, Nicolini A, Carpi A. Osteoporosis and biomaterial osteointegration. *Biomed Pharmacother.* 2004;58(9):487–93.
- Stevens MM. Biomaterials for bone tissue engineering. *Mater Today.* 2008;11(5):18–25.
- Dubok VA. Bioceramics – yesterday, today, tomorrow, powder metall. *Met Ceram.* 2001;39:381–94.
- Papynov EK, Shichalin OO, Medkov MA, Grishchenko DN, Portnyagin AS, Merkulov EB, et al. ZrO₂-phosphates porous ceramic obtained via sps-rs “in situ” technique: Bacteria test assessment. *Ceram Int.* 2019;45(11):13838–46.
- World Medical Association Declaration of Helsinki. *JAMA.* 2013;310(20):2191–4. doi:10.1001/jama.2013.281053