

3D печать биоинженерных аналогов костных структур из биоразлагаемых полимеров.

Научный руководитель – Шишацкая Екатерина Игоревна

Кистерский Константин Александрович

Студент (бакалавр)

Сибирский федеральный университет, Институт фундаментальной биологии и биотехнологии, Красноярск, Россия

E-mail: kic-koc@mail.ru

Персонафицированная медицина подразумевает использование высокоиндивидуальных изделий и методов для повышения качества жизни человека. Изготовление «под заказ» элементов и органов человеческого тела является одной из главнейших задач регенеративной медицины будущего. Такими изделиями могут быть «биоинженерные кости», состоящие из полностью биосовместимых и биодеградируемых материалов, использование которых в травматологии и ортопедии позволит значительным образом расширить показания к оперативному лечению, создать новые реконструктивные технологии и повысить качество лечения. Для создания биоинженерных костей необходимы: данные компьютерной томографии, наибольшая точность которых у современных томографов до 0,625мм, построение модели фрагмента или целого костного органа с использованием специализированных 3D редакторов, так же можно повысить детализацию будущей модели, которая будет в дальнейшем использована в работе 3D принтера [6].

Основой предлагаемого подхода выбран принцип технологии 3D-печати методом послойного наложения (Fused deposition modeling - FDM). Известно, что для FDM подходят практически любые термопласты. Важно учитывать, у полимеров с высокой температурой плавления следует ожидать высоких показателей твердости и хрупкости и низкую упругость, а также, часто существует зависимость между температурой плавления и скоростью биодеградации полимерного материала и, соответственно, изделий из него. С учетом анатомо-физиологических особенностей костной ткани и малой скоростью ее новообразования из-за необходимости высокой минерализации, требования к материалу, который может быть использован в качестве «картриджа» для 3D-принтера в печати костей, очень высоки. Сверхпопулярность идеи печати костей в последние годы во многом обусловлена свойствами костной ткани, имеющей жестко-упругие характеристики, которые легко могут быть воспроизведены при 3D-печати термопластов, однако, для истинной тканевой инженерии, сопровождающейся замещением имплантированной конструкции на биологические структуры, необходим материал, сочетающий в себе требуемые физико-механические свойства, биосовместимость и биодеградируемость. Сегодня широко используют материалы на основе полимеров молочной кислоты (PLA: L-лактид, L,D-лактид), гликолевой кислоты, триметилен карбонат (TMC), гидроксиапатит в сочетании с PLA и PLGA (поликапролактоном) [2,4,5,8]. Отличительной чертой полигидроксиалканоев (ПГА) является возможность контроля полимеризации в биологических условиях, соответственно, возможности получения образцов материалов с заданными физическими свойствами [1], подтверждена высокая биосовместимость ПГА и возможность управления скоростью биоразрушения изделий. [7]

Освоены начальные этапы технологии индивидуального изготовления костных элементов из биосовместимого и биоразрушаемого природного полимерного материала «Биопластотан». Проведено выделение фрагментов костных органов и целых костей и преобразование DICOM снимков пациента в 3D модель первого уровня, при этом разрешение модели

составило 8,128 векселей на дюйм. Проведена компьютерная обработка модели для печати на 3Д-принтере Hercules Strong производства Imprinta г. Красноярск. Отработаны основные технические параметры печати изолированных моделей костей из неразрушаемых и биоразрушаемых полимерных материалов - ABS, PLA, "Биопластотан".

Технологические особенности материала «Биопластотан», в сочетании с методом изготовления имплантатов, позволяют расширить показания к реконструктивным вмешательствам в ортопедии и травматологии.

Источники и литература

- 1) Goreva A.V., Shishatskaya E.I., Volova T.G., Sinsky A.J. Characterization of polymeric microparticles based on resorbable polyesters of oxyalkanoic acids as a platform for deposition and delivery of drugs // Polymer Science Series A 54, 94-105 (2012).
- 2) Shishatskaya, E.I., Goreva, A.V., Kalacheva, G.S., Volova, T.G. Biocompatibility and resorption of intravenously administered polymer microparticles in tissues of internal organs of laboratory animals // Journal of biomaterials science. Polymer edition 22, 2185-203 (2011).
- 3) Slabko, V.V., Volova, T.G., Krasnov, P.O., Kuzubov, a. a. & Shishatskaya, E.I. Surface modification of bioresorbable polymer scaffolds by laser treatment // Biophysics 55, 234-238 (2010).
- 4) Шишацкая, Е.И. Биопластотан совместим с жизнью // Наука из первых рук 1, 18-23 (2010).
- 5) Brigham CJ, Sinsky AJ Применение Полиоксиданонаты в медицинской промышленности . 2012. № 1. С. Рисунок 53-60.
- 6) Кистерский КА Получение биоинженерных аналогов костных структур из полигидроксипропаната с использованием аддитивного прототипирования // Biotecnology of new materials - environment - quality of life (2016) 61-62
- 7) Shunilova AA Potential of biodegradable polyhydroxyalkanoates for reconstructive surgest of bone tissue// Biotecnology of new materials - environment - quality of life (2016) 60-61
- 8) Wang X, Wu X, Xing H, Zhang G, Shi Q, E L, Liu N, Yang T, Wang D, Qi F, Wang L, Liu H. Porous nano-hydroxyapatite/collagen scaffolds loading insulin PLGA particles for restoration of critical size bone defect. // ACS Appl Mater Interfaces. (2017)