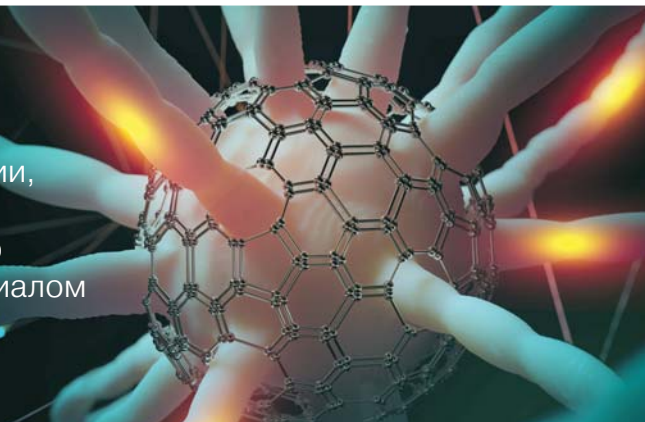


Биомиметические материалы

Молекулы, клетки, ткани и живые организмы — это результат миллиардов лет эволюции, венец кропотливого природного отбора. В наше время появились и стремительно развиваются технологии, которые могут хотя бы частично воспроизвести некоторые структуры и процессы, давно и широко используемые природой. Перспективным потенциалом обладают биомиметические материалы, которые воспроизводят и имитируют природные системы



БИОМИМЕТИКИ

Биомиметические материалы, или биомиметики (англ. biomimetic materials, biomimetics, bioinspired materials от греч. «bios» — жизнь и «mimeticos» — имитировать), создают на основе принципов, уже существующих в живой природе. Это макро-, микро- и наноразмерные синтетические структуры, которые представляют собой аналоги фрагментов тканей, органов или биологически активных продуктов метаболизма, повторяющих свойства живых систем. Знания о структуре и функциях биологических молекул дают возможность синтезировать гибридные молекулы, включающие в себя пептиды, липиды и органические полимеры, а также создавать биомиметические нановолокна, биоинорганические композиты и нанопористые покрытия для применения в тканевой инженерии. В медицине биомиметические материалы можно использовать для создания имплантов, искусственных сосудов, клапанов сердца, хрусталиков, синтетических почек, элементов эндопротезов суставов, искусственных сухожилий, мышечных связок, а также новых ЛС. Большая группа биомиметических материалов представлена наночастицами и нанокомпозитами, которые начинают внедрять в ортопедию, травматологию, иммунологию, регенеративной и других направлениях медицины.

ОБНОВЛЕНИЕ КОСТНОЙ ТКАНИ

Одними из наиболее актуальных направлений применения биомиметических материалов являются имплантология и обновление поврежденных костных тканей. Содержащие наночастицы материалы и их композиты используют при разработке имплантов костной ткани, которые должны быть высокобиосовместимыми, эластичными, прочными, малотоксичными, а также содержать остеоиндуктивные факторы роста. В тканевой инженерии применяют карбоновые нановолокна, которые

характеризуются высокой пористостью и служат прекрасной основой костной ткани подобно экстрацеллюлярному матриксу. Уже созданы полимерные нанокомпозиты на основе хитозана и карбоновых нанотрубок, а на основе хитозана и гидроксиапатита разработан полимерный нанокомпозит для регенерации костной ткани. Процесс минерализации биокомпозитных материалов осуществляется благодаря их способности имитировать химический состав натуральной костной ткани. Регенерацию костной ткани при применении данных композитов связывают с интенсификацией роста остеобластов и увеличением их плотности. Композит на основе поликогликолевой кислоты в сочетании с наночастицами кальция фосфата проявляет выраженный остеотропный эффект. Нанокомпозит, состоящий из нановолокна желатина, который покрыт двойным слоем кальция фосфата, обеспечивает капиллярный эффект и интенсифицирует построение костной ткани. Наночастицы кальция фосфата способствуют регенерации костной ткани благодаря активации остеобластов. С этой же целью используют наночастицы гидроксиапатита и титана, которые придают костному импланту шероховатость, пористость и способность абсорбировать протеины. Остеоинтеграция имплантов также повышается, если в титановые поверхности вживить наночастицы магния. С применением биомиметических материалов клетки костной ткани растут и пролиферируют после удаления опухолей, травм и при врожденных дефектах.



Разработаны кибернетические ткани на основе гибкой полимернофной сетки с прикрепленными наноэлектродами или транзисторами. Благодаря большому количеству пор сетка имитирует естественные поддерживающие структуры ткани и не отторгается организмом

КИБЕРНЕТИЧЕСКИЕ ТКАНИ

Разработаны кибернетические ткани на основе гибкой полимернофной сетки с прикрепленными наноэлектродами или транзисторами. Благодаря большому количеству пор сетка имитирует естественные поддерживающие структуры ткани и не отторгается организмом. Датчики считывают физиологические параметры среды в режиме реального времени.

**ЩОРІЧНИЙ
КОНКУРС
ПРОФЕСІОНАЛІВ
ФАРМАЦЕВТИЧНОЇ
ГАЛУЗІ УКРАЇНИ ПАНАЦЕЯ**

**ПЕРЕВЕРШУЮЧИ
ОЧІКУВАННЯ**

**КВЦ «ПАРКОВИЙ»
13 ВЕРЕСНЯ 2018**



За підтримки:



Генеральний
інформаційний
партнер:

**ФАРМАЦЕВТ
ПРАКТИК**

Партнери: **aipm** Association of International Pharmaceutical Manufacturers



ПРЕЗИДЕНТ ГОТЕЛЬ
HOTEL

Медійна
підтримка:

БізнесРевю



ЛАБОРАТОРНА
СПРАВА

Аналітична
підтримка:



MASMI
Fresh thinking. Clear advice.

nielsen

ГОЛОВНИЙ
БУХГАЛТЕР
МЕДИЧНОГО ЗАКЛАДУ

ПРАКТИКА УПРАВЛІННЯ
МЕДИЧНИМ
ЗАКЛАДОМ

ЖУРНАЛ
ЗАСТУПНИКА
ГОЛОВНОГО ЛІКАРЯ

ЖУРНАЛ ГОЛОВНОЇ
МЕДИЧНОЇ
СЕСТРИ



IMS Health & Quintiles are now
IQVIA

Ювелірний
партнер:

ЮВЕЛІРНИЙ ДІМ
ZARINA

Мистецький
партнер:



Юридичний
партнер:

GELON
SAFETY FOR YOUR CREATIVITY

Туристичний
партнер:

DINADIS
One Step Ahead

Креативний
партнер:

medInform

Організатор:

Зафар
ІНТЕРНАЦІОНАЛ
КОМ'ПАНІ

Мягкий каркас можно заселять нейронами, кардиомиоцитами, гладкомышечными клетками. Сердечный «пластырь» из живых клеток сердца с внедренной наноэлектроникой передает информацию об окружающей среде и частоте сердечных сокращений в режиме реального времени. При необходимости лечащий врач с помощью пластыря может стимулировать работу сердца или запускать выброс необходимых активных молекул. Исследователи из Гарвардского университета успешно имплантировали биомиметическую сетку в мозг крысы для изучения активности и стимуляции отдельных нейронов. Это устройство может помочь в лечении многих болезней, в частности ученые исследуют его потенциал для лечения болезни Паркинсона.

ПОЛИМЕРНЫЕ НАНОКОМПОЗИТЫ

Биомиметические материалы на основе полимерных композитов можно использовать в регенеративной медицине для замещения поврежденных тканей большинства органов. Следует отметить, что полимерные материалы (полиэтилен, полипропилен, фторопласт, силиконы, полиэтилен метакрилат и др.) сохраняют свои свойства при изменениях условий окружающей среды. Поэтому их можно применять для создания искусственных сосудов, клапанов сердца, хрусталиков, элементов эндопротезов суставов, искусственных сухожилий, мышечных связок, деталей аппаратов искусственного сердца и искусственной почки. Уже получены позитивные результаты по созданию синтетических тканей глаза и фрагментов сосудов. Композиты на основе поликоглицоловой кислоты с поликапролактоном обеспечивают термостабильность, поэтому их применяют для регенерации органов пищеварительного тракта, печени, почек, а также с целью визуализации при диагностике заболеваний в гастроэнтерологии, гепатологии и нефрологии. Существуют биомиметические нановолокна, которые способны поддерживать клеточную толерантность стволовых клеток и способствовать их приживлению. Биомиметические материалы могут выступать в роли нанороботов и как прототипы систем функциональных возможностей живых клеток.

НАНОРОБОТЫ И НАНОДВИГАТЕЛИ

При изучении устройства клеточных жгутиков и других систем микроскопического транспорта всегда возникает аналогия со схемой устройства двигателей, которые созданы и используются человеком. Комбинируя механические и биологические средства передвижения, можно заставить эти компоненты дополнять друг друга. Например, разработан спермбот для «ленивых» сперматозоидов, который представлен крошечными металлическими спиральями. Они оборачиваются вокруг сперматозоида и стимулируют продвижение клетки вперед, направляя малоподвижный сперматозоид к яйцеклетке. С помощью такого наноробота можно решить проблему мужского бесплодия, основная причина которого заключается в недостаточной подвижности сперматозоидов.

Самый маленький в мире двигатель работает на реактивной тяге, которая создается за счет реакции между ферментом уреазой и мочевиной. Это нанотрубка из кремния диоксида, диаметр отверстия которой составляет 220 нм. Стенки ее покрыты ферментом уреазой, расщепляющим мочевины на аммиак и углекислоты. Если ферментативный нанодвигатель поместить в жидкость с мочевиной, произойдет реакция, а выбрасываемые продукты задают импульс движения. Причем скорость в направлении, обратном выбрасываемому потоку, достигает 4 см/ч. Существуют аналоги таких само-

Биомиметические материалы на основе полимерных композитов можно использовать в регенеративной медицине для замещения поврежденных тканей большинства органов. Следует отметить, что полимерные материалы (полиэтилен, полипропилен, фторопласт, силиконы, полиэтилен метакрилат и др.) сохраняют свои свойства при изменениях условий окружающей среды

ходных нанороботов на ферментативном двигателе, использующие катализаторы, в которых водорода пероксид расщепляется на водород и кислород. Однако и пероксид, и пузырьки газа нежелательны для организма, а уреазы — естественный продукт человеческого метаболизма, который содержится во многих жидкостях и тканях тела, в том числе в крови. Кроме того, биомиметические материалы очень перспективны при создании синтетических структур, которые имитируют процессы самоорганизации в разных биосистемах, например, активность биомоторов АТФ и ДНК-полимераз.

САМОСБОРКА НАНОЧАСТИЦ

Принцип комплементарности, лежащий в основе сборки молекул ДНК, используют в ДНК-конструировании новых наноматериалов. Многие биомолекулы обладают

свойством самосборки в регулярные структуры, например, сократительный белок актин полимеризуется в филаменты толщиной 7 нм, а белок тубулин — в микротрубочки диаметром 25 нм. Использование принципа самосборки и самих биоструктур в качестве матриц позволяет создавать нанопроводники и нанотрубки путем осаждения на биополимеры монослоев металлов. Белок ферритин, выполняющий функцию переносчика и хранилища железа в организме, формирует нанополости, диаметр внутреннего пространства которых составляет 8 нм. В них удаётся получить магнитные наночастицы железа оксида и кобальта размером около 6 нм. Другие подходы используют «выращивание» наночастиц заданного размера в бактериях или в биомассе растений (овса, пшеницы, люцерны). К этим биообъектам добавляют соли металлов, которые восстанавливаются в процессе биокатализа до металлов и формируют наночастицы. Разработаны методы получения металлических наночастиц в живых растениях путем добавления солей металлов в воду для полива. Наночастицы образуются в стеблях и других частях растений и могут быть выделены оттуда путем экстракции. Размер формирующихся наночастиц задают белки, участвующие в восстановительных реакциях. Наночастицы можно формировать и с помощью вирусных оболочек — капсидов. Белки вирусного капсида собираются в геометрически правильные пространственные структуры с полостью внутри, куда можно упаковывать наночастицы. Причем калиброванные металлические наночастицы и нанокompозиты высокой степени упорядоченности можно собирать как внутри капсида, так и на его поверхности.

ПЕРЕНОСЧИКИ ЛЕКАРСТВЕННЫХ СРЕДСТВ

Полимерные наночастицы и наночастицы некоторых металлов могут служить переносчиками ЛС. Полисол, синтезированный на основе глицерола в сочетании с кремния диоксидом, может выступать в качестве переносчика доксорубина гидрохлорида. Полистерола сульфат, покрытый слоем аммония диоктадецилдиметилла, как и кремнезем, покрытый слоем фосфатидилхолина, можно использовать как транспортеры миконазола. Следует отметить, что развитие технологий биомиметического получения наночастиц имеет ряд преимуществ, поскольку биомиметический синтез проходит в более мягких условиях, чем получение наночастиц с помощью физико-химических методов. А в масштабах промышленного производства это значительно уменьшает негативное воздействие на окружающую среду.

Татьяна Кривомаз, д-р техн. наук, канд. биол. наук, профессор