

Разработка собственного программного обеспечения для анализа необходимой статистической информации привела к повышению качества труда менеджеров и маркетологов предприятия, ускорила процесс анализа информации, позволила полностью учесть все необходимые нюансы при анализе и иметь некоторые специфические функции расчёта для конкретного предприятия.

Список цитируемых источников

1. Багиев, Г. Л. Маркетинг-статистика / Г. Л. Багиев, Е. Л. Богданова. — М. : Наука, 2012. — 326 с.
2. Веб-аналитика корпоративного уровня [Электронный ресурс] // Официальный сайт Google Analytics. — Режим доступа: <http://www.google.com/analytics>. — Дата доступа: 20.08.2014. — Загл. с экрана.
3. Ключевые метрики и их подсчёт в обыкновенном стартапе [Электронный ресурс] // Всё о работе в IT. — Режим доступа: <http://dev.by/blogs/main/klyuchevye-metriki-i-ih-podschet-v-obyknovennom-startape-s-platnymi-podpiskami-i-ofis-v-san-frantsisko>. — Дата доступа: 05.09.2014. — Загл. с экрана.

Материал поступил в редакцию 08.09.2014 г.

УДК 004.421.6

С. А. Дремук

Учреждение образования «Барановичский государственный университет», Барановичи

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ КОМПЬЮТЕРНОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ ДЛЯ ИЗУЧЕНИЯ ПРОЦЕССОВ, ПРОТЕКАЮЩИХ В БИОЛОГИЧЕСКИХ ОБЪЕКТАХ

Описаны процессы, протекающие в костной ткани. Рассмотрена перспектива применения компьютерного моделирования для описания процессов роста костной ткани.

Ключевые слова: компьютерное моделирование, костная ткань, имплантат, рост ткани, биокерамика.

The processes occurring in the bone tissue is described. The prospect of applying computer modeling to describe the processes of bone growth is considered.

Key words: computer simulation, bone tissue, implant, tissue growth, bioceramics.

Введение. В настоящее время компьютерное моделирование процессов, происходящих в организме, находит все более широкое применение в медицине [1; 2]. Данная область знаний является в основном экспериментальной наукой. Однако решение многих проблем путём экспериментального исследования зачастую неприемлемо. Для их исследования в последнее время используется аппарат математического моделирования.

Целью исследования является изучение перспективы математического моделирования биофизических процессов в костной ткани.

Основная часть. В настоящее время рынок биокерамики для замены костной ткани имеет ёмкость порядка 2,3 млрд дол. США, прогнозируемый годовой прирост составляет 7,0—12,0%, объёмы требуемых материалов оцениваются на уровне десятков тонн. Количество больных, нуждающихся в операциях по восстановлению целостности кости, довольно велико. Динамика продвижения идеи на рынок биоматериалов имеет ряд особенностей, связанных с прохождением длительных тестов и сертификаций, в силу этого обстоятельства лишь немногие из рассматриваемых материалов могут считаться рекомендованными к применению.

Разработка математического описания развития тканей ведётся многими учёными на протяжении нескольких десятилетий. Одним из этапов развития организма является процесс роста, который характеризуется непрерывным увеличением массы организма и сопровождается изменением числа клеток или их размеров. С позиции механики рост — это одновременно протекающие необратимая деформация и приток массы.

До настоящего времени значительная часть медицинских проблем сводилась к моделированию биологического состояния объекта. Однако более ценными являются формулировки и методы решения задач по определению оптимальных параметров для развития биологических тканей. В области тканевой инженерии наиболее ценным исследованием является поиск оптимальных конструкций протезов любых частей тела, наилучший способ установки искусственных заменителей (имплантатов) и свойства материалов, из которых они изготовлены.

Кость имеет сложное строение и разнообразный тканевый состав. Составляют кость три основные группы веществ: collagen (25 мас. % — органическая составляющая костной ткани, или костный матрикс), фосфаты кальция (65 мас. % — неорганическая составляющая) и вода (10 мас. %). Кроме указанных веществ, в костной ткани присутствуют в малых количествах другие органические соединения [3; 4].

Коллаген придаёт тканям организма необходимую механическую прочность при деформациях типа растяжения и изгиба. Фосфат кальция представлен в виде закристаллизованного или частично закристаллизованного гидроксиапатита (ГА) или аморфного фосфата кальция (АФК) и обеспечивает жёсткость кости. Соотношение между аморфной и кристаллической структурой в костной ткани — величина переменная и определяющаяся многими факторами, в том числе возрастными. Процесс формирования кристаллических структур из аморфных требует времени, и одновременно с этим изменяется соотношение химических элементов, входящих в состав минерала, в том числе кальция и фосфора. Минеральный матрикс в частности, как и костная ткань в целом, находится в состоянии постоянной перестройки. Этот процесс получил название ремоделирования или «костного оборота». Цикл ремоделирования состоит из трёх фаз: резорбции, реверсии и формирования. Процесс резорбции кости осуществляется остеокластами и мононуклеарными клетками, процесс формирования кости — остеобластами [5; 6]. Биологический смысл феномена ремоделирования кости состоит в приспособлении механических свойств кости к постоянно меняющимся условиям окружающей среды [5]. Органический костный матрикс и неорганическая составляющая образуют композиционный материал. Однако воспроизвести досконально морфологию костной ткани *in vitro* и достичь такого же, как у кости, сочетания биологических и механических свойств в настоящее время не представляется возможным. Биокерамика должна обладать определёнными химическими свойствами (отсутствие нежелательных химических реакций с тканями и межтканевыми жидкостями, отсутствие коррозии), механическими характеристиками (прочность, трещиностойкость, сопротивление замедленному разрушению, износостойкость), биологическими свойствами (отсутствие реакций со стороны иммунной системы, срастание с костной тканью, стимулирование остеосинтеза).

В качестве заменителей костной ткани и создания имплантатов используются следующие основные биоматериалы: керамика на основе гидроксиапатита, керамические материалы на основе фосфата кальция, кальций-фосфатные костные цементы; керамика с включениями титана, оксида циркония, оксида алюминия; композиционные материалы (фосфат-кальция-биополимер); биостёкла.

Исследования, связанные с ростом тканей, до настоящего времени проводились экспериментальными методами. В каждом эксперименте варьируемыми параметрами могут быть состав имплантата, его пористость, показатели pH среды и температуры, наличие биоактивных включений в биореактор. Кроме того, ремоделирование ткани происходит в течение значительного промежутка времени. Таким образом, проводимые исследования сопряжены с рядом трудностей и затратами времени. Известно также, что механические нагрузки влияют на рост биологических тканей [7]. На этой особенности роста функционирует аппарат Илизарова.

В связи с этим в последнее время началось широкое использование математических методов компьютерного моделирования для описания процессов, происходящих в биоматериалах. Компьютерное моделирование позволяет существенно ускорить изучение процессов роста и влияние различных параметров на протекание процессов в ткани.

Для наиболее детального учёта механических свойств костной ткани и описания происходящих в ней процессов необходимо учитывать следующие факторы: 1) ткань должна рассматриваться как многофазная, статистически однородная среда (твёрдый скелет, включающий органические, неорганические компоненты и костные клетки; внеклеточная жидкость, заполняющая поры; кровь); 2) химический состав и содержание всех составляющих скелета могут меняться со временем; 3) деформации костной ткани синхронны; 4) химические реакции между компонентами могут сопровождаться возникновением напряжений; 5) между фазами происходит тепло- и массообмен; 6) через твёрдый скелет происходит фильтрация внеклеточной жидкости; 7) на поведение ткани влияют внешние воздействия — температура, pH, механические нагрузки и т. д.

Данный перечень не является полным. В качестве дополнительных факторов необходимо учитывать пьезоэлектрические эффекты, возникающие в процессе роста ткани, наличие биоактивных компонентов, включённых в жидкие и твёрдые фазы и влияющих на скорость роста.

Учитывая данные факторы, для описания процессов в ткани, можно составить систему векторных и тензорных уравнений [8], состоящую из уравнений сохранения массы, уравнения сохранения импульса, феноменологических соотношений для скоростей химических реакций в фазах твёрдого скелета, феноменологических законов для определения удельных потоков массы из внеклеточной жидкости в твёрдые фазы, обобщенного закона фильтрации Дарси, уравнения состояния, связывающего тензоры вязких напряжений для трёхфазного материала и полных деформаций, и соотношения между тензором полных деформаций и вектором скорости.

Из приведённой модели видно, что экспериментально исследовать различные влияющие факторы практически невозможно. Кроме того, в последнее время появляются новые композитные материалы, претендующие на роль имплантатов.

Заключение. Компьютерное моделирование биофизических процессов позволит решить многие задачи современной медицины, например, прогнозирование протекания постлечебного периода, совершенствование методов лечения, создание биосовместимых материалов с наименьшими затратами.

Список цитируемых источников

1. Кизилова, Н. Н. Математическое моделирование транспортно-ростовых процессов в многофазных биологических сплошных средах / Н. Н. Кизилова, С. А. Логвенков, А. А. Штейн // Механика жидкости и газа. — 2012. — № 1. — С. 3—13.
2. Логвенков, С. А. Управление биологическим ростом как задача механики / С. А. Логвенков, А. А. Штейн // Рос. журн. биомеханики. — 2006. — Т. 10. — № 2. — С. 9—19.
3. Сурменев, Р. А. Формирование биосовместимых кальций-фосфатных покрытий методом высокочастотного магнетронного распыления : дис. ... канд. физ.-мат. наук / Р. А. Сурменев. — Томск : [б. и.], 2007. — 164 л.
4. Эппле, М. Биоматериалы и биоминерализация / М. Эппле ; под ред. В. Ф. Пичугина, Ю. П. Шаркеева, И. А. Хлусова. — Томск : Ветер, 2007. — 137 с. : ил.
5. Кульков, С. Н. Негуковское поведение пористого диоксида циркония при активной деформации сжатием / С. Н. Кульков, В. И. Масловский, С. П. Буякова // Журн. техн. физики. — 2002. — Т. 72. — Вып. 3. — С. 38—42.
6. Hench, L. L. Bioceramics / L. L. Hench // J. Am. Ceram. Soc. — 1998. — № 81(7). — P. 1 705—1 728.
7. Cowin, S. C. Tissue growth and remodeling / S. C. Cowin // Annu. Rev. Biomed. Eng. — 2004. — V. 6. — P. 77—107.
8. Дроздова, И. В. Исследование напряжённо-деформированного состояния растущего материала : дис. ... канд. физ.-мат. наук / И. В. Дроздова. — М. : [б. и.], 1984. — 179 л.

Материал поступил в редакцию 08.09.2014 г.

УДК 316.6

Н. В. Иванова

Государственное учреждение образования «Средняя школа № 34 г. Минска», Минск

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ЭЛЕКТРОННЫХ СРЕДСТВ ОБУЧЕНИЯ КАК УСЛОВИЕ ПОВЫШЕНИЯ КАЧЕСТВА ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА НА УРОКАХ БЕЛОРУССКОГО ЯЗЫКА И ЛИТЕРАТУРЫ: ДОСТОИНСТВА И НЕДОСТАТКИ

Применение информационно-коммуникационных технологий (далее — ИКТ) на учебных занятиях сегодня оправдано, так как позволяет активизировать деятельность учащихся, даёт возможность улучшить качество образования детям из малообеспеченных семей, повысить профессиональный уровень педагога, разнообразить формы межличностного общения всех участников образовательного процесса. Но необходимо ограничивать доступ к информационным ресурсам, создать условия для творческой и исследовательской деятельности учащихся с различным уровнем развития.

Ключевые слова: информационно-коммуникационные технологии, педагогические технологии.

The use of ICT in the classroom today is justified, as it allows to intensify the activities of students, makes it possible to improve the quality of education for children from low-income families, improve the professional level of the teacher, to diversify the forms of interpersonal communication for all participants in the educational process. But it is necessary to restrict access to information resources, to create the conditions for creative and research activities of students with different levels of development.

Key words: information and communication technology, educational technology.

Введение. В век новых информационных технологий значительно расширилась степень влияния окружающего мира на подрастающее поколение. Без процесса информатизации образования уже невозможно представить современную школу. Тем не менее, некоторые педагоги сомневаются в целесообразности применения информационных технологий. Мы полагаем, что такой подход необоснован. При удачном и правильном сочетании технологий и форм проведения урока такие уроки оказываются очень интересными и для ученика, и для учителя.

Основная часть. Задачи, стоящие перед учителем-словесником при применении ИКТ, во многом отличаются от целей и задач других учителей-предметников. Задачи эти предполагают работу с текстом, художественным словом, книгой. Учителю белорусского языка необходимо сформировать прочные орфографические и пунктуационные умения и навыки, обогатить словарный запас учащихся, научить их нормам литературного языка, дать детям знание лингвистических и литературных терминов. Бесспорными помощниками в решении этих задач являются ИКТ.

Подлинные знания и навыки приобретаются в процессе активного овладения учебным материалом. Для этого автор использует на уроках белорусского языка и литературы возможности новейших ИКТ (рисунок 1).

Создание проектов, презентаций, работа с программным продуктом Microsoft Office требуют от учителя творческого подхода, применения исследовательских методов, владения компьютерными технологиями.

Работа на уроке строится по следующим направлениям: применение готовых продуктов, а также работа с программами Microsoft Office (Word, Power Point, Publisher) и использование ресурсов Интернета.