

труднения в овладении грамотой. В школе такие дети часто оказываются в числе неуспевающих. Специфичность их фонематического восприятия приводит к непрочным, поверхностным, не связанным в единую систему знаниям и навыкам. Таким образом, роль фонематического восприятия для развития всей речевой функции, необходимой для овладения чтением и письмом является значимой.

Для формирования фонематического восприятия у детей с неврологической патологией раннего и дошкольного возраста нами разработаны и апробированы на практике специальные приемы работы, которые выполняются поэтапно (от простого материала к более сложному).

Коррекционно-педагогическая работа по формированию у детей раннего и дошкольного возраста фонематического восприятия проводится по двум взаимосвязанным направлениям:

– развитие слухового восприятия (внимания и памяти);

– развитие чувства ритма.

Приемы коррекционной работы по развитию слухового восприятия: действия в соответствии со звуковым сигналом, различение звучания шумов и простейших музыкальных инструментов, привлечение внимания к звучащему предмету, определение местонахождения и направленности звука, ознакомление с характером звучащих предметов, запоминание последовательности звучаний (шумов предметов), различение голосов, реагирование на громкость звучания, узнавание и различение гласных звуков, различение и запоминание цепочки звукоподражаний, выделение слов из речевого потока, развитие подражания неречевым и речевым звукам.

Приемы коррекционной работы по развитию чувства ритма: развитие речевых вокализаций, знакомство со схемой ритма, воспроизведение ритма в движениях и играх, ходьба и маршировка под музыку, двигательные упражнения с ритмичным звуковым сопровождением, ритмичные упражнения для рук и ног, воспроизведение заданного ритмического рисунка отстукиванием и отхлопыванием, развитие действий двигательной и ритмико-интонационной активности, знакомство с силой голоса и различной интенсивностью неречевых и речевых звуков, соотнесение ритма со схематическим изображением, произвольное, ритмичное произнесение гласных звуков и звуковых цепочек, отображение определенных качеств движения, ритмическое чередование объектов с опорой на зрительное восприятие, дифференциация ритмических рисунков.

Для выполнения заданий используем специально изготовленные наглядные пособия, звучащие предметы и наборы музыкальных инструментов. Быстрый и осязаемый коррекционно-развивающий эффект в работе может быть

достигнут за счет привлечения к выполнению того или иного задания максимально возможного числа анализаторов, что и отслеживается в приемах коррекционной работы. Все задания для детей предлагаются в игровой форме, что вызывает у них большой интерес к работе.

На каждом занятии часть времени отводится на отработку умения переносить приобретенные навыки в бытовые ситуации. Например, учим воспроизводить ритмический рисунок («капли дождя на окне»), развивая тем самым сенсорные компоненты чувства ритма, выполнять «дорожки» из мозаики двух цветов по схеме, отображать определенные качества движений (бегать под быструю музыку, идти – под медленную). По каждому виду работы лучше использовать различные игры с постепенным усложнением материала.

Чем раньше начата работа по формированию фонематического восприятия (до 3 лет), тем быстрее у ребенка появляется фразовая речь, расширяется словарный запас, развиваются познавательные способности.

Таким образом, выше представленные приемы коррекционной работы совершенствуют фонематическое восприятие детей с неврологической патологией, что создает необходимую базу для формирования у детей полноценных умений и навыков, а на их основе позитивных навыков чтения и письма.

МАТЕМАТИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ И ПРОГНОЗИРОВАНИЕ – КАК МЕТОДЫ НАУЧНОГО ПОЗНАНИЯ В МЕДИЦИНЕ И БИОЛОГИИ (ОБЗОР ЛИТЕРАТУРЫ)

Затолюкина М.А., Польской В.С., Зуева С.В., Ласкова А.В., Мезенцева Ю.И., Шеховцова А.С., Асеева С.А., Боева А.О., Сирдюк И.В., Сергеева В.Н., Орлова И.А., Пинжуро О.С.

Курский государственный медицинский университет, Курск, e-mail: marika1212@mail.ru

Математическое моделирование в медицине, в частности в морфологии имеет под собой давнюю историю. Еще в конце 18 века Отто Франком (1895) была создана модель системы кровообращения. В начале 70-х годов прошлого столетия различные аспекты моделирования прочно и ненавязчиво вошли в медико-биологический раздел.

На 26-м Международном конгрессе физиологических наук в Нью-Дели в 1974 году известный американский нейропсихолог С. Корсон в докладе заявил, что началу развития в нашей стране работ по математическому моделированию в биомедицине и теоретической физиологии положили идеи П.К. Анохина – теория функциональных систем и системный подход к исследованию физиологических функций (8).

В 2007 году была издана книга из серии «Фонд выдающихся открытий», авторы которой

во введении акцентировали внимание на том, что, несмотря на значительный научно-технический прогресс в медицинском приборостроении существует проблема измерений, затруднено описание биофизических процессов. Практически нет ни одной модели, отражающей основные свойства физиологического органа, которые можно было бы принять за эталон при измерениях. В связи с этим, для решения проблемы эффективности измерений необходима новая парадигма знаний в области физиологии и биологии, в основе которой должны лежать теоретические модели, абстрагированные до уровня основных функций каждой системы.

Такие модели должны обрести статус аксиом, без которых невозможно построение теоретических концепций. Решение этой проблемы лежит через теоретическое построение гипотетических моделей исследуемых биофизических процессов (2).

По словам С.В. Антоненко: «Любую модель нужно начинать с разработки теоремы, главной задачей в создании которой, является выявление в результатах эксперимента характерных признаков изучаемого явления. Этот процесс является абстрагированием общего до уровня свойств, характерных его составным частям. Выделенные свойства должны чётко вписываться в контекст описания общих свойств явления. Производя, таким образом, дифференциацию, в результате получают теоретическую конструкцию, точнее говоря, модель, отображающую основные свойства изучаемого явления (1).

Джоном Фон Нейманом в 1981 году по вопросу моделирования живых организмов, была сформулирована теорема, согласно которой, все биологические системы, в связи с их сложностью и недоступностью для понимания, следует, во-первых, разделить на морфологические единицы, которые в определенных пределах автономны. Во-вторых – установить связи между этими морфологическими единицами (4). Основные положения этой теоремы легли в основу моделирования живых организмов методом физико-технической функциональной аналогии, сущность которого заключалась в следующем:

1) Тщательно изучается (строение) морфология и взаимосвязи между морфологическими единицами моделируемого органа при его функционировании;

2) Подбираются физико-технические объекты, выполняющие функции подобные функциям выделенных морфологических единиц;

3) Из подобранных технических единиц составляется расчетная схема, отражающая связи между морфологическими единицами и функционированием моделируемого органа;

4) На основе составленной расчетной схемы, составляется система дифференциальных и алгебраических уравнений, применяемых

в технике и физике и отражающих функционирование моделируемого органа;

5) Цифровые значения коэффициентов определяются и рассчитываются из накопленных биофизических знаний о функционировании моделируемого органа;

6) Выбирается языковая среда, для составления программы численного решения составленной системы уравнений;

7) Составленная система уравнений решается пошагово, при этом, на каждом шаге подставляются новые значения параметров, используемые для решения на следующем шаге;

8) Решение сопровождается построением графиков изменения во времени всех параметров, отраженных уравнениями связывающих морфологические единицы в систему, функционирования моделируемого органа;

9) Полученные графики изменения моделируемых параметров биологического органа во времени сравниваются с параметрами, имеющимися в биологии моделируемого органа. На основе этого сравнения делается вывод о точности полученной модели;

10) Анализируются расхождения полученных результатов с физиологическими данными, и производится коррекция расчетной схемы или числовых коэффициентов уравнений;

11) После получения результатов, отражающих функционирование моделируемого органа в норме, с допустимой точностью, начинается моделирование его патологий;

12) Для моделирования патологий необходимо изменить расчетную схему, дописать уравнения, отражающие изменение расчетной схемы от модели нормального состояния путём введения новых зависимостей или изменения коэффициентов уравнений;

13) Составить новую программу решения уравнений, отражающих соответствующую патологию;

14) Построить сравнительные графики, с учетом нормы и новых параметров, отражающих моделируемую патологию;

15) Если возникает необходимость учёта функционирования, не описанную в имеющейся модели органа при наличии экспериментальных данных, то необходимо построить новую расчетную схему, учитывающую этот орган;

16) Составить соответствующее математическое описание и определить значения коэффициентов по экспериментальным данным этого органа и ввести его в существующую модель.

В этом случае, даже очень грубые модели имеют очень высокий порядок описания, но реальные объекты моделирования в своей сущности значительно (на несколько порядков) сложнее построенных моделей (2).

Анализируя современные литературные источники по проблеме математического моделирования биологических объектов, были изучены

работы таких авторов как, например, В.В. Усик и Р.Б. Слободской (2004), которые предложили модель тела позвонка с учетом его геометрии. Это позволило повысить точность диагностики изменений тел позвонков, произошедших в результате заболевания или травмы, дать возможность предсказания специалистом хода развития болезни и изучить реакцию на проводимые лечебные мероприятия.

Д.С. Алексеев (2009), который предложил модель реснитчатого аппарата мерцательных клеток в слизистой оболочке носа. При этом, автор отмечал, что предложенная модель имеет достаточную гибкость к настраиваемым параметрам и даже видов колебаний реснички, что требует дальнейших доработок и усложнения модели, которая может сколь угодно увеличиваться по мере развития вычислительных средств (3).

Б.К. Буздовым (2011) была предложена модель криодеструкции биологической ткани (в частности кожи), основанная на полном численном исследовании, независимом от размерности, двумерных задач с нелинейными источниками.

Для оценки возраста плода человека по фрагментам скелета нижней конечности, А.Е. Стрижковым (2011) была разработана система математических моделей, позволяющая с высокой точностью оценить биологический возраст плода человека по фрагментам его нижней конечности (3). Эти модели нашли широкое практическое применение в практике судебно-медицинской экспертизы. Так же, послужили основой для математического моделирования возрастной динамики роста костей нижней конечности в плодном периоде пренатального онтогенеза и разработки алгоритма определения биологического возраста плода по результатам остеометрии конечностей (6).

В изученной литературе встречается значительное количество работ по моделированию различных процессов, имеющих отношение к сердечно – сосудистой системе: одни авторы (А.Я. Буничева, М.А. Меняйлова, С.И. Мухин, Н.В. Соснин, А.П. Фаворский, 2012) занимались проблемой численного моделирования кровотока в сердечно – сосудистой системе человека с учетом гравитационных воздействий. Ими были предложены и исследованы модель функционирования сердца и уравнение состояния, рассмотрены модификации графа сердечно – сосудистой системы для моделирования возможных положений объекта в условиях многократных гравитационных перегрузок. Другие – С.Б. Пономарев и соавторы (2000) на основе формул булевой алгебры, получили круг математических моделей и разработали информационно-аналитическую систему, позволяющую с приемлемой точностью определять предполагаемую локализацию стенозов коронарного русла. В своих исследованиях они наглядно продемонстрировали возможность эффективно-

го использования высоких информационных технологий в обработке данных неинвазивного стресс-индуцирующего теста для повышения точности определения поражения венечной сети стенозирующим коронароангиосклерозом. И.Б. Бухаров в 2005 году разработал модель для исследования структурной и функциональной организации систем кровообращения и внешнего дыхания, применяя энергетический критерий оптимальности.

Еще одной группой ученых, на основе метода физико-технической функциональной аналогии, были получены гидромеханическая модель сердечно-сосудистой системы человека в норме (И.С. Лебеденко, 2009), модель дефекта межжелудочковой перегородки (Е.В. Блохина, 2009), модели стеноза, недостаточности митрального клапана (О.А. Башкатова) и пролапса митрального клапана (А.В. Томашвили, 2010), модель тетрады Фалло (В.Н. Киреева, 2011) (5).

В 2012 году А.М. Денисовым и соавторами, был предложен метод определения проекции точечного очага аритмии на поверхность сердца на основе решения обратной задачи электрокардиографии. Информация о положении этой точки является ключевой для успешного проведения хирургической операции по устранению очага аритмии. Искомая проекция вычислялась А.М. Денисовым на основе решения обратной задачи электрокардиографии, представляющей собой обобщение задачи Коши для уравнения Лапласа. Для решения обратной задачи электрокардиографии использовались граничных интегральных уравнений и метод регуляризации Тихонова.

В.А. Галкиным и Н.Р. Урманцевой (2014) было предложено математическое моделирование гидродинамических процессов крови головного мозга. Сформированная математическая модель дает возможность, не только визуализировать движение крови по сосудам, но и расширить базу знаний о кровеносной системе, которые возможно будет получать, не прибегая к трудоемким натурным экспериментам. Использование предложенной модели и программных комплексов, реализующих эту модель, в здравоохранении позволит модифицировать и улучшить методы диагностики пороков развития и заболеваний сердечно-сосудистой системы.

Во втором номере журнала «Медицина», за 2013 год опубликованы данные С.Л. Плавинского о результатах математического моделирования распространения инфекций, передающихся половым путем. Практическая значимость такой модели для медицины, в частности для эпидемиологии просто огромна. Так как, такая модель позволяет оценить размеры эпидемии, особенности ее течения и наметить стратегию профилактики с учетом особенностей развития инфекционного процесса.

Ю.С. Нагорновым (2013) была предложена модель эритроцита, позволяющая рассчитать

упругие свойства и оценить его морфологию. В перспективе, предложенная модель позволит создать расчетные методики атомно-силовой микроскопии по определению упругих напряжений внутри живых объектов.

О.Ю. Долгановой (2014) предложена математическая модель растущего биологического тела, построенная на основе механической модели роста, с учетом возможности управления деформированным состоянием исследуемой системы в процессе ее роста. Использование этой модели позволяет до хирургического этапа лечения пациентов с врожденным несращением неба, планировать продолжительность воздействия ортопедического аппарата на разобщенные небные фрагменты с целью их сближения, формулировать параметры индивидуальной настройки ортопедического устройства (размеры, конфигурация, механические свойства), визуализировать результаты лечения до его начала (4).

В работах П.С. Андреева и соавторов (2014) представлены результаты математического моделирования ротационной флексииной остеотомии, на основе которых была построена математическая модель тазобедренного сустава с учетом основной группы мышц. Полученные данные позволили улучшить результат медицинской реабилитации детей и подростков с болезнью Легга-Кальве-Пертеса с применением современных реконструктивно-восстановительных вмешательств на основе концепции трехплоскостной коррекции пространственной патологической ориентации проксимального отдела бедренной кости, с учетом стадии заболевания локализации дегенеративно-дистрофического процесса и тяжести поражения (1).

Особый интерес представляет работа В.Я. Юрчинского (2015), который используя дискриминантный анализ, построил математические модели, отражающие конструктивные особенности тимуса как на макро- так и на микроморфологическом уровнях, у всех представителей сравнительно – морфологического ряда. Определил характер взаимовлияния различных морфологических параметров тимуса и установил степень влияния каждого морфологического показателя на морфологическую структуру тимуса в целом. На основе полученных им дискриминантных моделей появляется возможность определить масштабы различий и сходств в строении тимуса у позвоночных животных, отличающихся уровнем организации, особенностями биологии, степенью специализации к различным условиям среды обитания (6).

Таким образом, в изученной литературе имеется значительное количество работ по проблеме математического моделирования различных биологических объектов, что же касается функциональной морфологии, то работы здесь единичные, данные их разрозненные, требуют уточнений и дальнейшей доработки.

В нашу эпоху – эпоху широкой компьютеризации всех областей наук, создание теоретических основ изучаемого явления или процесса означает создание соответствующей компьютерной модели. Особое значение этот процесс имеет для биомедицинских наук, где на помощь ученым-исследователям приходят новые компьютерные технологии, позволяющие заменить реальные физиологические эксперименты – вычислительными экспериментами, выполненными с помощью методов компьютерного моделирования. Их возможности очень широки и порой они могут дать исследователю больше информации, чем реальные физиологические эксперименты. Разработка теоретических основ той или иной отрасли науки означает создание совершенной математической модели, обобщающей всю совокупность разрозненных эмпирических фактов, и ее реализация в виде компьютерной модели. Эта модель позволяет с помощью вычислительных экспериментов не только воспроизводить реальный физиологический эксперимент, но также предсказывать новые факты, прогнозировать последствия различных экстремальных воздействий на организм человека и животных. Задача ученого – не только накопление экспериментальных фактов, но и их математическое обобщение в виде математических моделей. Математическое моделирование и вычислительный эксперимент – это будущее медицины (7).

В качестве заключения следует процитировать слова Н. Рашевски (1966): «Для многих ученых становится все более и более очевидным, что в наши дни со всей остротой встает вопрос о создании биологической математики, что требует самого тесного сотрудничества и полного взаимопонимания биологов и математиков. Естественно, что первым этапом в этом направлении является освоение биологами тех возможностей, которые предоставляет им уже существующий арсенал математических методов. Только после этого возможен реальный прогресс на путях дальнейшего развития математики, непосредственно нацеленной на помощь биологам в понимании сложных закономерностей жизненного процесса, начиная от субклеточного уровня и кончая отношениями между популяциями в окружающей их реальной жизненной среде».

Список литературы

1. Андреев, П.С., Коноплев Ю.Г., Саченков О.А., Хасанов Р.Ф., Яшина И.В. Математическое моделирование ротационной флексииной остеотомии // Научно-технический вестник Поволжья. Физико-математические науки. – 2014. – №5. – С. 18-21.
2. Антоненко, С.В., Белянская Е.С., Индохин А.Ф., Лебеденко И.С. Математическое моделирование биологических объектов методом физико-технической функциональной аналогии // Вестник новых медицинских технологий. – 2013. – № 1.
3. Городецкий, А.Е., Тарасова И.Л., Артеменко Ю.Н., Козлов В.В. Вычисления в системах управления. – СПб.: Изд-во Политехн. ун-та, 2006, 480 с

4. Данилов, Ю.А. Джон фон Нейман / Ю.А. Данилов.– М.: Знание, 1981.– 64 с.

5. Математическая модель сердца / И.С. Лебеденко [и др.] // Биотехносфера. – 2009. – №3. – С. 24–31.

6. Мезенцева, Л.В., Перцов С.С. Математическое моделирование в биомедицине // Вестник новых медицинских технологий. – 2013. – Т. XX, № 1. – С. 11

7. Сальманов, А.А., Стрижков А.Е // Моделирование биологических и медицинских систем.– Вып. 1.– Уфа, 2014. – С. 68 – 74.

8. Хасанов, Р.Ф., Андреев П.С., Скворцов А.П., Ахтямов И.Ф., Яшина И.В. Варианты хирургического лечения болезни Легга-Кальве-Пертеса // Современное искусство медицины.– 2013. – № 4 (12) – С. 5-9.

**ТОЛЩИНА СТенок ЛЕВОГО
ЖЕЛУДОЧКА И ВЕЛИЧИНА
СКОРОСТЕЙ ТРАНСМИТРАЛЬНОГО
ДИАСТОЛИЧЕСКОГО ПОТОКА
У БОЛЬНЫХ ХРОНИЧЕСКОЙ
СЕРДЕЧНОЙ НЕДОСТАТОЧНОСТЬЮ**

Климчук Д.О., Полунина О.С.,
Севостьянова И.В., Полунина Е.А.,
Воронина Л.П.

e-mail: irina-nurzhanova@yandex.ru

Цель исследования. Изучить толщину стенок левого желудочка и величину скоростей трансмитрального диастолического потока у больных хронической сердечной недостаточностью (ХСН) с сохранной и сниженной фракцией выброса левого желудочка (ФВ ЛЖ).

Материалы и методы. Обследовано 114 пациентов: 77 больных ХСН с сохранной ФВ ЛЖ (>50%) были включены в группу ХСН-СФВ; 37 больных ХСН со сниженной ФВ ЛЖ (<50%), сопоставимых по возрасту и полу, включены в группу ХСН-СнФВ. Группу контроля составили 30 соматически здоровых лиц. Ультразвуковое исследование сердца осуществляли на сканерах «ALOKA-5500 Prosaund» (Япония) и «G-60» фирмы «Siemens» (Германия).

Результаты исследования. Толщина межжелудочковой перегородки в диастолу в группах больных ХСН-СФВ и ХСН-СнФВ была статистически значимо ($p<0,001$) больше по сравнению с группой контроля: 12 мм и 11 мм против 8,5 мм соответственно. Толщина задней стенки в систолу в группе больных ХСН-СнФВ статистически значимо не отличалась от группы контроля (12,0 мм против 12,5 мм, $p=0,364$), при этом была статистически значимо меньше по сравнению с группой больных ХСН-СФВ (12,0 мм против 15,5 мм, $p<0,001$).

Скорость раннего диастолического наполнения (V ранн.) у больных ХСН-СнФВ статистически значимо не отличалась от группы контроля (0,8 м/с против 0,73 м/с, $p=0,078$) и от группы больных ХСН-СФВ (0,8 м/с против 0,74 м/с, $p=0,912$). Скорость позднего диастолического наполнения (V позд.) у больных ХСН-СнФВ была статистически значимо ниже по сравнению и с группой контроля (0,5 м/с против 0,64 м/с, $p=0,027$), и с группой больных ХСН-

СФВ (0,5 м/с против 0,65 м/с, $p=0,002$). Отношение скоростей V ранн./ V позд. у больных ХСН-СнФВ статистически значимо не отличалось от группы контроля (1,6 против 1,36, $p=0,369$), но статистически значимо превышало аналогичный показатель в группе больных ХСН-СФВ (1,6 против 1,23, $p<0,001$).

Выводы. При исследовании показателей трансмитрального кровотока у больных ХСН были выявлены признаки диастолической дисфункции, наиболее выраженные в группе больных ХСН со сниженной фракцией выброса левого желудочка.

**РЕАКТИВНОЕ РАЗВИТИЕ
МИКРОЦИРКУЛЯТОРНОГО РУСЛА**

Петренко В.М.

*Российская академия естествознания,
Санкт-Петербург, e-mail: deptanatomy@hotmail.com*

Результаты исследований строения сосудов и, в частности, микроциркуляторного русла (МЦР) в условиях возрастной нормы, эксперимента и при патологии (Жданов Д.А., 1940, 1952; Куприянов В.В., 1969; Куприянов В.В. и др., 1975,1983,1989; Зербино Д.Д., 1974; Бородин Ю.И. и др., 1975,1986,1990; Чернышенко Л.В. и др., 1985; Петренко В.М., 2008) показывают, что развитие МЦР: 1) носит реактивный характер, как и всего организма (Светлов П.Г., 1978); 2) зависит не только от объема крови, циркулирующей через орган (Куприянов В.В., 1969), но и от объема циркулирующей в нем тканевой жидкости, т.е. от функциональной активности кровоснабжаемого органа; 3) зависит от состояния самого МЦР, особенно его венозно-венулярного отдела (Куприянов В.В., 1969), всех дренажных звеньев МЦР с их более тонкими и пластичными стенками, что детерминирует большую реактивность дренажных микрососудов; 4) зависит также от состава крови и тканевой жидкости, компоненты которых способны изменять проницаемость и другие характеристики сосудистой стенки (например – сократимость) и влиять на состояние периваскулярной ткани. Только так (антигенная стимуляция) можно объяснить возникновение и преобразования периваскулярных лимфоидных структур. Функциональные (обратимые, ультраструктурные) и морфологические (необратимые, структурные) переходы МЦР происходят под влиянием переменных и постоянных нагрузок разного характера. Сосуды возникают в ходе развития органов при достижении определенного уровня интенсивности их роста и интенсивности их метаболизма, дифференциации эмбриона и всей системы его развития (значительных расстояний между их частями). Сосуды, в т.ч. МЦР, обслуживают органы и адекватны их состоянию. Даже в пределах одной брыжейки тонкой кишки мной обнаружен полиморфизм