

Дрозд Д.Д.

Основы применения математических моделей в кардиологии

ГБОУ ВПО Саратовский ГМУ им. В.И. Разумовского Минздрава России

Резюме

Математическое моделирование – важнейшая составляющая процесса обучения будущих медиков. Знание основ построения и применения математических моделей – залог успешного овладения врачебной специальностью. В данной публикации рассматривается ряд основных аспектов применения математических моделей в кардиологии.

Ключевые слова: медицина, математическое моделирование, кардиология, модель сердца

Под моделированием понимается процесс построения, изучения и применения моделей. Главная особенность моделирования заключается в том, что это метод опосредованного познания с помощью объектов-заместителей. Модель выступает как своеобразный инструмент познания, который исследователь ставит между собой и объектом и с помощью которого изучает интересующий его объект.

Необходимость использования метода моделирования определяется тем, что многие объекты (или проблемы, относящиеся к этим объектам) непосредственно исследовать или вовсе невозможно, или же это исследование требует много времени и средств. В модели аккумулируются лишь те свойства объекта, которые являются наиболее важными с точки зрения проводимого исследования [1].

Процесс моделирования включает три элемента:

1. субъект (исследователь),
2. объект исследования,
3. модель, опосредствующую отношения познающего субъекта и познаваемого объекта.

Любая модель замещает оригинал лишь в строго ограниченном смысле. В процессе моделирования модель выступает как самостоятельный объект исследования. Затем осуществляется перенос знаний с модели на оригинал – формирование множества знаний об объекте [2].

На практике с помощью моделей проверяются полученные знания, которые используют для построения обобщающей теории объекта, его преобразования или управления им. При этом знания об исследуемом объекте расширяются и уточняются, а исходная модель постепенно совершенствуется. Для студентов медвузов знание основ математического моделирования важно в плане выбора врачебной специализации [3].

В медицинской практике наибольшую популярность получили геометрические и физические модели. Одной из простейших математических моделей сердца является кинетическая модель [4]. Основным параметром моделирования в ней является сердечный ритм (рис. 1).

Главным элементом компьютерных моделей в кардиологии является трехмерная модель сердца, отражающая основные изменения его функционирования в динамическом режиме. В основе моделирования – двухкамерная модель сердца, основанная на квазипериодическом характере работы сердца и сердечных циклов. Четырехкамерная модель может быть представлена как объединение двухкамерных [5]. Существует также точечная модель двухкамерного сердца, учитывающая гемодинамику сердечно-сосудистой системы (рис. 2).

В связи с этим широкое распространение получили следующие компьютерные программы для математического моделирования: MathCAD, MathLAB, Maple, SMathStudio, FreeMat, Mathematica, характерной особенностью которых является наличие мощного математического аппарата, содержащего множество функций как для аналитических преобразований, так и для численных расчётов. Указанные системы позволяют строить двух- и трехмерные графики функций, существенно облегчая процесс математического моделирования.

Для изучения электрической активности сердца применяют программы SimBioSys ECG, Adapt R Lite, предназначенные для оценки качества работы регуляторно-адаптационных систем организма на основании показателей состояния сердечно-сосудистой системы.



Рисунок 1. Модели в медицинской практике

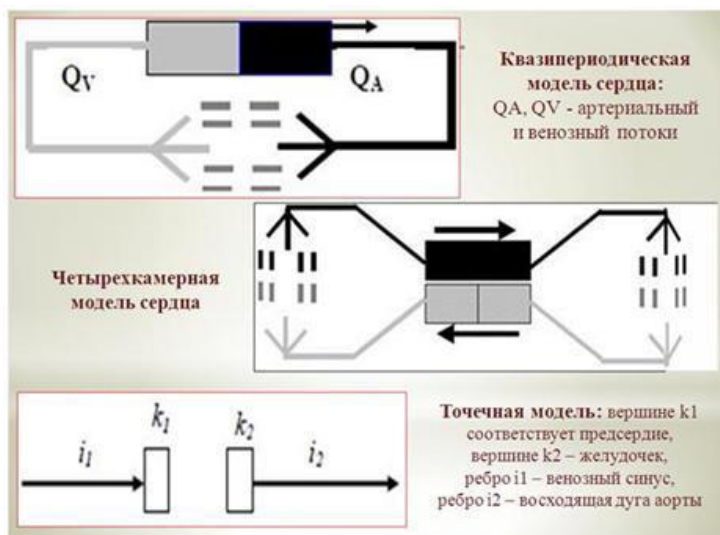


Рисунок 2. Модели сердца

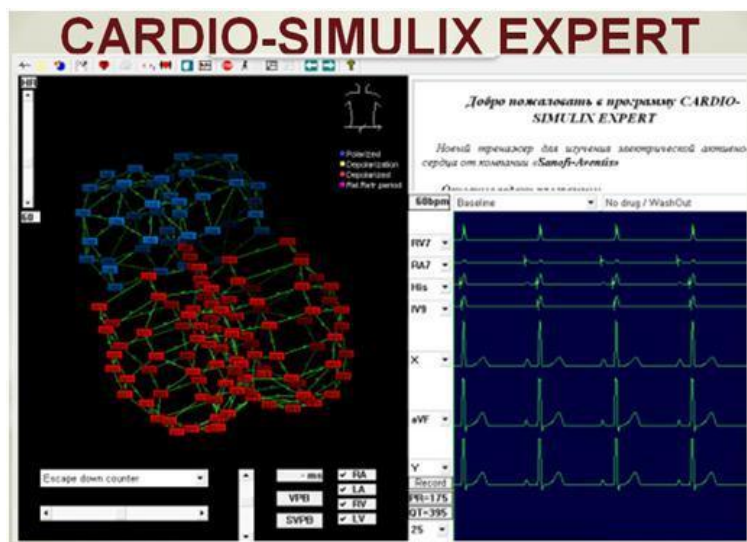


Рисунок 3. Тренажер для изучения электрической активности сердца

Одной из широко используемых для моделирования электрической активности сердца компьютерных программ является интерактивная программа ECGSIM, которая позволяет исследовать связь между электрической активностью миокарда и результатом действия электрических потенциалов на грудную клетку; распределение волновых форм PQRST, а также составлять карты распределения потенциалов по поверхности тела человека [6].

Новейшая разработка компании «Sanofi-Aventis» – тренажер для изучения электрической активности сердца CARDIO-SIMULIX EXPERT, который позволяет моделировать электрическую активность сердца в норме и патологии, создавать учебные ситуации для обучения электрокардиографии и электрофизиологии, позволяет понять взаимосвязь между деполяризацией клеток сердца и формированием элементов ЭКГ в режимах реального времени, при остановленной ЭКГ или при поэтапном наблюдении движения импульса (рис. 3) [7].

На основе электрических моделей сердца разработаны автоматизированные кардиологические диагностические комплексы CardioLab2000, Биоток-3D, Кардиовизор-06С, ЭФКР-4 и др. [5]. Практическое применение математических методов моделирования в этих комплексах позволяет повысить качество проведения диагностических исследований в кардиологии, улучшить диагностику патологических состояний, автоматизировать ряд важных функций исследования сердца, значительно расширить функциональные возможности ранее существовавших аппаратных комплексов.

Таким образом, на современном этапе существует целый арсенал математических моделей и компьютерных программ, позволяющих моделировать деятельность сердца и сердечно-сосудистой системы. Задача кардиолога – знать о наличии различных методов, разбираться в их достоинствах и недостатках, уметь выбирать от или иной метод для улучшения диагностики и прогнозирования кардиологических заболеваний.

Литература

1. Щербакова И.В. Основные принципы обучения математическому моделированию студентов-первокурсников медицинского вуза // Методы компьютерной диагностики в биологии и медицине – 2010: Материалы ежегод. Всерос. науч. школы-семинара / Год ред. проф. Д.А. Усанова. Саратов: Изд-во Саратов. ун-та, 2010. С.153-155.

2. Лищук В.А., Бокерия Л.А. Математические модели и методы в интенсивной терапии: сорокалетний опыт. К 50-летию НЦССХ им. А.Н. Бакулева // Клиническая физиология кровообращения. М., 2006. Ч. 1; Баум О.В., Волошин В.И., Попов Л.А. Биофизические модели электрической активности сердца // Биофизика. 2006. Т. 51, № 6. С.1069-1086.
3. Щербакова И.В. Методологические аспекты мотивации студентов-первокурсников медицинского вуза к изучению физики // Новые задачи медицины и пути их решения: сб. ст. Междунар. науч.-практ. конф. / Отв. ред. А.А. Сукиасян. Уфа: Науч.-издат. центр «Аэтерна», 2014. С.62-65.
4. Математические модели квази-одномерной гемодинамики / В.Б. Кошелев и др.. М.: МАКС Пресс, 2010. 114 с.
5. Петрова О.С., Гришина Н.Ю. Компьютерное моделирование сердечной деятельности // Образование и наука [Электронный ресурс] URL: <http://pandia.ru/text/79/027/9026.php> (дата обращения к ресурсу: 30.04.2015).
6. ECGSIM: introduction // ECGSIM: Официальный сайт [Электронный ресурс] URL: <http://www.ecgsim.org/manual/> (дата обращения к ресурсу: 11.05.2015).
7. Тренажер для изучения электрической активности сердца CARDIO-SIMULIX EXPERT // Сайт для педиатров [Электронный ресурс] URL: <http://pediatricsinfo.ucoz.ru/load/2-1-0-3> (дата обращения к ресурсу: 11.05.2015).