

эндотелия капилляров легочной ткани для H_2O , глюкозы и $NaCl$, используя ведение растворов, рутинно используемых в реанимации.

2. Дан анализ возможных ошибок, связанных с применением данного метода разведения.

Литература

1. Meier P., Zierler K.L. «On the theory of the indicator-dilution method for measurement of blood flow and volume» // J Appl Physiol. – 1954. – Vol. 6, № 12. – P. 731–744.

2. Кривицкий Н.М. Оценка состояния гемодинамики у больных в операционном и после операционном периоде электроимпедансным методом // Диссертация докт. биол. наук – Киев. 1989.

3. Maseri A. et al. Determinants of pulmonary vascular volume. Recruitment vs dispensability // Circ. Res. – 1972. – Vol. 31. – P. 218–228.

4. Тугаринов С.А. Клиническая оценка определения объема внесосудистой жидкости легких в раннем послеоперационном периоде // Диссертация канд. мед. наук 1991 г.

5. Kislukhin V.V. The passage of a diffusible indicator through a microvascular system // Theor Biol Med Model. – 2013. – P. 10.

6. Krivitski N.M., Kislukhin V.V., Dobson A. et al Volume of Extravascular Lung Fluid Determined by Blood Ultrasound Velocity and Electrical Impedance Dilution //ASAIO J. – 1998. – Vol. 44, № 5. – P. 535–540.

РАЗРАБОТКА ПРАКТИКО-ОРИЕНТИРОВАННЫХ ЗАДАЧ ДЛЯ КУРСА МЕДИЦИНСКОЙ И БИОЛОГИЧЕСКОЙ ФИЗИКИ

Клинецвич С. И., Лукашик Е. Я., Завадская В. М.

Гродненский государственный медицинский университет, Гродно, Беларусь

Введение. Медицинская и биологическая физика (МБФ) – учебная дисциплина, которая традиционно изучается на всех массовых факультетах медицинских университетов Республики Беларусь [1, 2]. Цели дисциплины заключаются, с одной стороны, в формировании у студентов научных знаний о физических свойствах биологических тканей, о физических и физико-химических процессах, протекающих в живых организмах. С другой стороны, в рамках данного курса студенты изучают физические основы функционирования современной медицинской аппаратуры, физические поля и методы их воздействия на живые организмы с профилактическими, диагностическими и терапевтическими целями. Роль и значимость диагностики в лечении заболеваний за последние десятилетия многократно возросла.

Во многих публикациях отмечается, что сегодняшняя медицина становится все более доказательной и аппаратно-насыщенной. В основе функционирования современной медицинской техники лежат, как правило, физические законы и физические принципы. Учебные программы по МБФ отвечают новейшим достижениям физики в области медицинских приложений. Так, например, уже на первом курсе предусмотрено изучение применения в медицине ультразвуковых методов, методов рентгеновской компьютерной, ядерно-магнитной и позитронно-эмиссионной томографии. Изучаются физические основы применения оптической и зондовой микроскопии, поляризационные, радиационные, спектрофотометрические, термографические методы и т. д. Для сознательного и глубокого усвоения учебной дисциплины требуется подкрепление теоретических знаний практическими навыками, Практические навыки на занятиях по МБФ вырабатываются при выполнении лабораторных работ. Лабораторное оборудование по многим современным медицинским технологиям – дорогостоящее, а в некоторых случаях, из-за соображений безопасности не может быть использовано на занятиях (например, рентгеновские аппараты, источники ионизирующих излучений и т. д.). В этой ситуации нам представляется правильным подход с использованием решения специально разработанных биомедицинских задач, в которых производятся численные расчеты параметров и характеристик реальных медицинских приборов и аппаратов.

Цель – разработать методику использования практико-ориентированных задач медицинского содержания на занятиях по медицинской и биологической физике. Для достижения данной цели необходимо решить следующие задачи: а) сформулировать на основе новейших данных по медицинской технике и методиках профилактики, диагностики и лечения заболеваний современные многовариантные задачи, которые будут использованы в учебном курсе МБФ; б) создать базу индивидуальных исходных данных для решения задач; в) отработать методики решения практико-ориентированных задач; г) проанализировать результаты применения данной методики на результаты усвоения учебного материала.

Методы исследования. Нами использовался анализ содержания существующих типовых и учебных программ по медицинской и биологической физике, анализ учебно-методических пособий на доступных интернет-ресурсах по данной дисциплине. Кроме того, осуществлялся мониторинг интернет-страниц кафедр медициной и биологической физики на сайтах медицинских вузов. Существенное внимание в исследовании уделялось изучению коммерческой информации, связанной с рекламой и продажей медицинской аппаратуры и рекламой медицинских услуг.

Результаты и их обсуждение. Справедливости ради, следует отметить, что задачи по медицинской и биологической физике традиционно

использовались при изучении данного курса давно. Анализ существующих сборников задач по данной дисциплине [3, 4] показал, что: а) сборники задач по МБФ изданы/переизданы относительно давно, возраст учебных пособий превышает 20 и более лет; б) соответственно, содержание многих задач морально устарело, ссылки в задачах на медицинскую аппаратуру выглядят несовременно и архаично.

Поэтому на первом этапе нашего исследования ставилась задача на основе имеющегося в открытом доступе материала подобрать и сформулировать физические задачи с медицинским уклоном, которые: а) требуют численных расчётов и анализа полученных результатов; б) качественные задачи, решение которых требует аргументированных с точки зрения физики, физиологии и анатомии ответов. В качестве примера приведем одну из таких задач.

Пример. Для лечения и профилактики многих заболеваний используется современный метод физиотерапии, получивший название надвенозного магнитолазерного облучения крови (НМЛОК) [5]. Данный метод является неинвазивным и представляет собой сочетание лазерного излучения с воздействием магнитного поля на кровеносный сосуд (например, вену в области локтевого сустава). Дополнительное воздействие магнитного поля увеличивает проникающую способность лазерного излучения, уменьшает его отражение на границе раздела тканей и улучшает поглощение, что приводит к повышению терапевтической эффективности лазеротерапии. НМЛОК-метод оказывает многосторонне терапевтическое действие. Инфракрасное лазерное излучение благоприятно сказывается на структуре и свойствах крови, стабилизирует и улучшает обменные процессы в тканях.

Формулировка задачи. Для НМЛОК используется аппарат ВТЛ-5000, который настроен на следующие параметры воздействия: а) лазерное облучение с длиной волны 685 нм; б) режим импульсный с частотой 1,14 Гц; в) коэффициент заполнения импульсов 80%; г) мощность лазера 50 мВт; д) облучаемая площадь 4,85 см²; е) длительность лазерной процедуры – 5 минут.

Требуется вычислить: 1) частоту лазерного излучения; 2) энергию одного кванта лазерного излучения; 3) период лазерного импульса; 4) длительность лазерного излучения; 5) число фотонов в одном импульсе лазерного излучения; 6) энергию лазерного излучения в одном импульсе; 7) энергию, переданную лазерным излучением крови, за одну процедуру.

Ответить на вопросы: 1) на какую глубину проникает лазерное излучение с длиной волны 685 нм в ткани человека (найти в литературе); 2) почему для НМЛОК-терапии применяется лазерное излучение в 685 нм? 3) почему лазерное излучение дополняется воздействием на биологические

ткани магнитного поля? 4) при каких заболеваниях противопоказана терапия методом НМЛОК (найти ответ на вопрос с помощью интернет-источников)? 5) Что такое скважность и коэффициент заполнения импульсных процессов?

Решение такого рода специально разработанных физических задач с медицинским содержанием позволяет влиять на формирование у студентов дополнительных практических навыков анализа технических параметров медицинской аппаратуры, умений осуществлять адаптацию режимов работы медицинской аппаратуры к конкретным диагностическим, терапевтическим и профилактическим задачам. Численные расчёты в таких задачах позволят выпускнику медицинского вуза ориентироваться в потоке медицинской информации, в том числе и рекламной.

Выводы. На данном этапе нами осуществляется формирование базы практико-ориентированных задач для курса медицинской и биологической физики. Данный процесс – достаточно трудоёмкий и энергозатратный. Однако, когда проект будет реализован в полном объёме с использованием не только локальных, но и сетевых ресурсов, он покажет себя оправданным. Применение в учебном процессе проблемно-ориентированных задач показывает их положительное влияние на качественное и глубокое изучение учебного материала.

Литература

1. Лещенко В.Г., Ильич Г.К. Медицинская и биологическая физика: учеб. пособие: допущ. М-вом образования Респ. Беларусь для студ. учреждений высш. образования по мед. спец. – 2-е изд. – Минск: Новое знание, 2014. – 551 с.
2. Ремизов, А.Н. Медицинская и биологическая физика: учебник [для студентов медицинских специальностей высших учебных заведений: рекомендовано Министерством общего и профессионального образования Российской Федерации] / А. Н. Ремизов и др. – 4-е изд., испр. и перераб. – Москва: ГЭОТАР-Медиа, 2022. – 647 с.
3. Баранов, А.И. Сборник задач и вопросов по медицинской физике: для мед ин-тов, 2-е изд. перераб. и доп. / А.И. Баранов, Г.М. Рогачёв. – Мн.: Выш. школа, 1982. – 190 с., ил.
4. Ремизов, А.И. Сборник задач по медицинской и биологической физике: уч. пособие для вузов, 2-е изд. перераб. и доп. / А.И. Ремизов, А.Г. Максина. – М.: Дрофа, 2001. 192 с., ил.
5. Надвенное лазерное облучение крови [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://www.fdoctor.ru/nlok-nadvennoe-lazernoe-obluchenie-krovi>. – Дата доступа: 28.01.2024.