

485

ПРИМЕНЕНИЕ ТЕРАГЕРЦОВЫХ ВОЛН НА ЧАСТОТЕ  
АТМОСФЕРНОГО КИСЛОРОДА ДЛЯ НОРМАЛИЗАЦИИ  
НАРУШЕННЫХ РЕОЛОГИЧЕСКИХ СВОЙСТВ КРОВИ У БЕЛЫХ  
КРЫС-САМОК

О.П. Антипова, В.Ф. Киричук, Е.В. Андронов  
ГОУ ВПО Саратовский ГМУ им. В.И. Разумовского Росздрав.  
Саратов, Россия

Важным методом немедикаментозной коррекции стрессорных повреждений организма является применение ЭМИ терагерцового диапазона частот. Целью настоящего исследования являлось изучение влияния непрерывного электромагнитного излучения на частоте МСИП атмосферного кислорода 129 ГГц на белых крыс-самок в стадии Dioestrus эстрального цикла на фоне острого 3-х часового иммобилизационного стресса, моделирующего нарушения в системе микроциркуляции. Для достижения поставленной цели проводили изучение образцов цельной крови 60 белых нелинейных крыс-самок массой 180 – 220 г. Облучение животных ТГЧ-волнами на частоте МСИП 129 ГГц проводилось генератором «КВЧ NO, O<sub>2</sub>». Для изучения реологических свойств крови применялся ротационный вискозиметр АКР-2. Определяли вязкость цельной крови при скоростях сдвига от 300 до 5 с<sup>-1</sup> с расчётом индексов агрегации и деформируемости эритроцитов.

Обнаружено, что у животных, находящихся в состоянии острого иммобилизационного стресса, отмечается увеличение вязкости цельной крови на всех исследуемых скоростях сдвига, увеличение агрегации и деформируемости эритроцитов. ТГЧ-облучение на частоте атмосферного кислорода 129 ГГц животных на фоне острого стресса в течение 15 и 30 минут нормализует вязкость крови, функциональную активность эритроцитов – способность их к агрегации и деформируемости. Таким образом, данный вид излучения возможно рекомендовать для коррекции нарушений реологических свойств крови, что может быть использовано в лечении ряда заболеваний, в основе которых лежат стрессопосредованные нарушения гемореологии, в том числе патологии со стороны сердечно-сосудистой системы – ишемической болезни сердца, артериальной гипертензии и других.

486

ИССЛЕДОВАНИЕ ВОЗДЕЙСТВИЯ ИМПУЛЬСА ТОКА  
ПРЯМОУГОЛЬНОЙ ФОРМЫ НА МОДЕЛЬ МЕМБРАНЫ КЛЕТКИ  
МИОКАРДА

Горбунов Б.Б.

Национальный исследовательский университет «МИЭТ», Зеленоград, Россия

**Цель работы:** Исследование воздействия дефибриллирующего импульса на мембрану клетки миокарда с использованием моделирования

**Материал и методы:** Для моделирования была использована свободно распространяемая среда моделирования Cell Electrophysiology Simulation Environment (CESE) OSS 1.4.7 ([www.simulogic.com/products/platforms/](http://www.simulogic.com/products/platforms/)). В состав программного обеспечения среды входят 5 базовых моделей, среди которых и использованная модель мембраны миокарда морской свинки Luo-Rudy Mammalian Ventricular Model II (dynamic), 1994-2000. Для построения зависимости пороговой энергии возбуждения клетки от длительности прямоугольного импульса тока вычислялся энергетический коэффициент:  $K_E = I_{пор}^2 \cdot t_{имп} [мкА^2 \cdot мс/см^2]$ , где  $I_{пор}$  — плотность порогового тока,  $t_{имп}$  — длительность импульса.

**Результаты:** Длительность прямоугольного импульса с минимальной энергией, обеспечивающего возбуждение клетки, составило 11 мс, что соответствует постоянной времени  $\tau_m = 8,8$  мс (у человека 2...5 мс). Для модели относительная пороговая энергия возбуждения клетки не превышает значения 1,1 от минимального значения в диапазоне длительностей воздействующего прямоугольного импульса от 6,1 до 19,7 мс. Постоянная времени модели мембраны клетки миокарда изменяется в широких пределах в зависимости от трансмембранного потенциала — от 2,5 мс при -85 мВ до 12,5 мс при -75 мВ. При этом удельное статическое сопротивление мембраны клетки миокарда изменяется от 2650 Ом·см<sup>2</sup> при -85 мВ до 4280 Ом·см<sup>2</sup> при -75 мВ, а удельная статическая ёмкость — от 0,9 мкФ/см<sup>2</sup> при -85 мВ до 2,9 мкФ/см<sup>2</sup> при -75 мВ.

**Заключение (выводы):** Удельное статическое сопротивление, удельная статическая ёмкость и постоянная времени модели мембраны клетки миокарда зависят от величины трансмембранного потенциала. Построенная зависимость относительного порогового коэффициента энергии возбуждения клетки от длительности прямоугольного импульса тока сравнялась с зависимостями, полученными с использованием моделей Вейса-Лапика и Блэра. Установлено, что эмпирическая модель Вейса-Лапика наиболее точно описывает реакцию модели мембраны клетки миокарда на воздействие прямоугольных импульсов тока.

## Электроника в медицине

487

МОДЕЛИРОВАНИЕ И ИССЛЕДОВАНИЕ СОСТОЯНИЯ СТРУКТУР ЧЕЛОВЕЧЕСКОГО  
ОРГАНИЗМА ПРИ РАЗЛИЧНЫХ ВНЕШНИХ ВОЗДЕЙСТВИЯХ

П.И. Бегун<sup>1</sup>, В.А. Назаров<sup>2</sup>, Д.А. Рубашова<sup>1</sup>, О.В. Щепелина<sup>1</sup>,  
О.В. Кривохижина<sup>3</sup>

1. Санкт – Петербургский Государственный Электротехнический Университет «ЛЭТИ», Россия
2. Российский научно-исследовательский институт травматологии и ортопедии имени Р.Р.Вредена<sup>3</sup> Минздравсоцразвития России
3. Санкт-Петербургский государственный университет аэрокосмического приборостроения, Россия

**Цель работы.** Исследование влияния мышечных усилий на напряженно деформированное состояние (НДС) структур человеческого организма в норме, патологии и при коррекции.

**Материалы и методы.** Симбиоз биомеханического моделирования с использованием пакетов прикладных программ и анализ биологических структур по данным клинических исследований позволил учитывать сложные геометрические форм исследуемых биологических объектов. Математические модели построены в рамках механики трехмерного тела, а параметрические модели - в конечно-элементном пакете Solid Works. Программный пакет Mimics, позволяет строить трехмерные объекты по томографическим срезам. Геометрические модели глаза и протезов построены методом линейного измерения в Solid Works, а геометрические модели бедренной кости импортом из Mimics в Solid Works.

**Результаты.** Разработаны модели и проведены исследования НДС структур глаза и тазобедренного сустава с эндопротезом без и с учетом мышечных усилий. Геометрическая модель бедренной кости, учитывающая индивидуальное анатомическое строение, построена в среде Mimics по томографическим срезам, выполненных с шагом 1 мм. Проведены исследования двух вариантов нагружения системы “кость - эндопротез”: 1) с учетом только веса тела пациента (in vitro), 2) с дополнительным учетом действия 14 мышц в зависимости от положения ноги человека во время ходьбы (in vivo): 1. Опора на пятку, осуществляемая через 0,1 t (t - время двойного шага); 2. Опора на всю стопу - через 0,3 t; 3. Опора на переднюю часть стопы - через 0,45 t; 4. Перенос ноги - более 0,5 t

**Заключение.** Учет мышечных усилий существенно сказывается на НДС в структурах рассмотренных биологических объектов.

488

БИСПЕКТРАЛЬНЫЙ АНАЛИЗ СОДЕРЖАНИЯ МОЧЕВОЙ  
КИСЛОТЫ В БИОСРЕДАХ

Лопатенко О.С.

Санкт-Петербургский государственный электротехнический университет «ЛЭТИ», Санкт-Петербургский, Россия

**Цель работы.** Разработка методики определения концентрации мочевой кислоты на базе дискретной абсорбционной ультрафиолетовой спектроскопии.

**Материал и методы.** В интервале длин волн 190...350 нм исследованы спектры поглощения растворов мочевой кислоты различной концентрации (0,05...0,2 ммоль/л). Предложена математическая модель кривой спектрального поглощения мочевой кислоты в виде комбинации контуров Лоренца и Гаусса. Рекомендовано применение предложенной модели для количественного определения мочевой кислоты в низкомолекулярных биосредах, таких как сыворотка крови, гемодиализат и моча.

В ходе исследований были измерены спектры пропускания проб мочи и гемодиализата для группы больных. Следует отметить, что пробы мочи имели очень высокую концентрацию и подвергались разбавлению в 100-200 раз. Анализируя форму спектральной кривой поглощения растворов проб мочи и гемодиализата в области 255...295 нм и спектральные характеристики контуров математической модели поглощения мочевой кислоты, было предложено выделить для анализа две области: 285...295 нм (область максимума спектра мочевой кислоты) и область 255...265 нм (область вне явных подос поглощения). Задавая две длины волны в указанных областях, реализуется возможность определять концентрацию мочевой кислоты по соотношению значений коэффициентов пропускания на двух длинах волн.

**Результаты.** Оценка экспериментальных результатов биспектральной модели в сравнении с данными энзиматического метода исследования показала, что для проб мочи и диализата относительная погрешность не превышает 15%.

**Заключение.** Простота и производительность биспектральной методики, реализованной в виде двухканального фотозлектроколориметра, позволит осуществлять мониторинг концентрации мочевой кислоты в диализате выходящей магистральной аппарата «Искусственная почка», что решает проблему оценки адекватности процедуры гемодиализа в режиме реального времени.