

МАТЕМАТИЧЕСКАЯ МОДЕЛЬ ЭРИТРОЦИТОВ ДЛЯ РАСЧЕТА ИХ УПРУГИХ СВОЙСТВ И МОРФОЛОГИИ

Нагорнов Ю.С.¹, Гноевых В.В.², Смирнова А.Ю.², Портнова Ю.А.²

1 ФГБОУ ВПО «Тольяттинский государственный университет», Тольятти, Россия
(445667, Самарская обл., г. Тольятти, ул. Белорусская, 14), e-mail: rq-georg@rambler.ru

2 ФГБОУ ВПО «Ульяновский государственный университет», Ульяновск, Россия
(432700, г. Ульяновск, ул. Л. Толстого, 42), e-mail: valvik@inbox.ru

В работе предложена математическая модель для расчета упругих свойств и морфологии эритроцитов. Модель представляет эритроцит в виде однородного упругого тела с упругостью, зависящей от расстояния до центра симметрии эритроцита. Данные для моделирования взяты из экспериментального исследования, в котором были применены метод атомно-силовой микроскопии (в частности, измерение упругости мембраны эритроцитов и оценка их геометрии) и метод Культера. В разработанной модели упругость мембраны изменялась в зависимости от расстояния до центра в пределах 1-1,6 кПа. Расчет упругих свойств выполнен методом конечных элементов, получена зависимость морфологии эритроцита от давления на мембрану. Внешнее давление менялось в диапазоне 0,5-3 кПа, что позволило косвенно оценить факторы (в т.ч. осмотическое давление) для каждой из форм эритроцитов. Расчетные данные приведены в сравнении и согласуются с данными атомно-силовой микроскопии мазка крови больной бронхиальной астмой.

MATHEMATICAL MODELING OF RED BLOOD CELLS TO CALCULATE THEIR ELASTIC PROPERTIES AND MORPHOLOGY

Nagornov Y.S.¹, Gnoevykh V.V.², Smirnova A.Y.², Portnova Y.A.²

1 Togliatti State University, Togliatti, Russia
(445667, Togliatti, Samara region. St. Belarus, 14), e-mail: rq-georg@rambler.ru

2 Ulyanovsk State University, Ulyanovsk, Russia (432700, Ulyanovsk, str. Tolstoy, 42), e-mail: valvik@inbox.ru

In this paper we propose a mathematical model to calculate the elastic properties and the morphology of red blood cells. The model represents the erythrocyte as a homogeneous elastic body with elasticity depending on the distance to the symmetry center of the erythrocyte. The data for modeling were taken from experimental data obtained by atomic force microscopy (including the elastic properties of the membrane of erythrocytes and their geometry) and Coulter method. In the model the elasticity of the membrane varied with the distance to the center within 1-1.6 kPa. The calculation of the elastic properties are executed by the finite element method, the dependence of the morphology of the red blood cell from the pressure on the membrane are calculated. External pressure is varied in the range of 0.5-3 kPa, which allowed us to estimate the osmotic pressure for each form of the erythrocytes. The calculated data agree well with the atomic force microscopy for smear blood of a patient with bronchial asthma.

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ФЛЭШ-ТЕХНОЛОГИЙ ДЛЯ СОЗДАНИЯ ВИРТУАЛЬНОЙ ФИЗИЧЕСКОЙ ЛАБОРАТОРИИ

Нагорнов Ю.С.¹, Каюкова И.В.², Гавриловская Н.В.³, Шевцова М.С.⁴

1 ФГБОУ ВПО «Тольяттинский государственный университет», Тольятти, Россия
(445667, г. Тольятти, Самарской обл., ул. Белорусская, 14),
e-mail: rq-georg@rambler.ru

2 ФГБОУ ВПО «Саратовский государственный социально-экономический университет»,
Саратов, Россия (410003, г. Саратов, ул. Радищева, 89),
e-mail: i.v.kayukova@mail.ru

3 ФГБОУ ВПО «Алтайский государственный университет», Барнаул, Россия
(656049, г. Барнаул, пр. Ленина, 61),
e-mail: Gavrilovskayanv@gmail.com

4 Южный научный центр Российской академии наук, Ростов-на-Дону, Россия
(344006, г. Ростов-на-Дону, пр. Чехова, 41),
e-mail: mariamarcs@bk.ru

В работе обсуждаются on-line сервисы по созданию виртуальных физических экспериментов и лабораторий. Показано, что в рассмотренных литературных и интернет источниках активно используются флэш-технологии. При этом подавляющее большинство моделей является демонстрационными. В настоящей работе показана возможность создания виртуальной физической лаборатории с применением флэш-технологий. Существенным отличием разработанной лаборатории является возможность проводить опыты с изменением параметров, влияющих на ход эксперимента. Данная методика позволяет на интуитивном уровне понимать суть физического явления и помогает развивать у учащихся навыки самостоятельной работы. Виртуальная лаборатория содержит более 20 экспериментов и задач, в том числе по механике, молекулярной физике, оптике, а также по электричеству и магнетизму.