

# ЭРИТРОЦИТЫ В СДВИГОВОМ ПОТОКЕ: МЕХАНИЗМЫ ДЕФОРМИРУЕМОСТИ, МЕТОДЫ ИЗМЕРЕНИЙ, МЕДИЦИНСКИЕ ПРИМЕНЕНИЯ

Свербиль В.П., Захаров С.Д.<sup>1</sup>

МГУ им. М.В. Ломоносова, Физический факультет, Россия, 119992,  
Москва, Ленинские горы, д. 1, тел. (499) 135-82-09, E-mail: fiz7@mail.ru

<sup>1</sup>Физический институт им. П.Н. Лебедева РАН, Россия, 119991, Москва, Ленинский  
проспект, д.53, тел. (499)135-8209, E-mail: stzakhar@sci.lebedev.ru

Сообщается о разработке лазерного метода экспресс-мониторинга динамического параметра эритроцитов – степени их эластичности или деформируемости. Для выполнения анализа в клинических условиях достаточно всего капли крови.

Почти половину объема крови человека занимают клетки, и на 98% это эритроциты. Показатели, получаемые распространенными в современной медицине методами (биохимический анализ и т.н. «формула крови»), проявляют значительную инерционность, поэтому при отравлениях, ожогах, и других острых ситуациях не успевают изменяться. Эритроцитарная мембрана реагирует на такие события почти мгновенно: прежде всего, увеличивается ее жесткость, что приводит к возникновению гипоксии у больного. Отсюда огромное клиническое значение измерения деформируемости как для правильной оценки состояния организма, так и для контроля за ходом лечения. Механизм деформируемости, т.е. способность эритроцитов к большим обратимым деформациям, обусловлен особой структурой их подмембранного цитоскелета. Это замкнутая сетка с размером ячеек порядка 100 нм. Ребра ячейки образованы одномерным биополимером – длинными молекулами белка спектрина. Спектриновая нить в покое сворачивается в клубки. Под действием сдвиговых напряжений потока в узких кровеносных сосудах клубки разворачиваются. При этом эритроцит растягивается и проходит сквозь артериальные капилляры с диаметром, меньшим диаметра собственного диска. Здесь происходит выгрузка запасенного гемоглобином кислорода. Как только напряжение снимается, нити снова сворачиваются (энтропийная пружина), и форма эритроцитов восстанавливается. Механизм деформируемости впервые описан в работе [1]. В докладе проводится количественное сравнение параметров мембранной сети, предсказанных в [1], с экспериментальными данными, полученными при изучении мембраны эритроцитов методами атомно-силовой микроскопии в разных лабораториях.

## Литература

1. Захаров С.Д. Энтропийный характер упругости живой клетки (эритроцита) // *Краткие сообщения по физике ФИАН*, номер 2, год 1986. Стр. 3-5.