**Дифрактометрия как метод анализа деформируемости эритроцитов**

**при взаимодействии с наночастицами**

***Кормачева М. А.***

*студентка*

*Физического факультета МГУ им. М.В. Ломоносова, Москва, Россия*

*E-mail: kormacheva.marie@gmail.com*

Дифрактометрия – лазерная методика для анализа характеристик, в основном размеров, частиц. В частности, этот метод используется в эктацитометрии, для определения деформируемости эритроцитов в сдвиговом потоке. Деформируемость эритроцитов – один из важнейших параметров микрореологии крови. Он определяет способность красных клеток крови к деформации, которым они подвергаются в реальности в организме человека, преодолевая тонкие сосуды – капилляры. В настоящее время эктацитометры позволяют измерить только среднее значение по деформируемости, что помогает проследить основные тенденции в изменении жесткости эритроцитов в связи с различными болезнями, возрастом или в результате внешних воздействий, например, введения в кровь наночастиц [1]. Этот метод состоит в том, что лазерный пучок рассеивается на суспензии эритроцитов, вытянутых в одной плоскости под действием вязких сил в сдвиговом потоке. Сдвиговый поток формируется в зазоре куэттовской ячейки между двумя коаксиальными стаканчиками, один из которых может приводиться в движение с программно изменяемой скоростью. Все измерения проводятся вне организма (in vitro), для одного измерения требуется очень малый объем свежевзятой из организма крови (около 0.1 мл). Для измерений был использован лазерный агрегометр-деформометр эритроцитов «РеоАДВ-КФ» (ООО «РеоМедЛаб», Россия).

В настоящее время многими группами развивается перспективная методика направленной доставки лекарств непосредственно в очаг болезни или опухоли с использованием лекарственных коньюгатов наночастиц, вводимых в организм внутривенно. При этом возникает вопрос о возможном негативном влиянии их на микрореологические свойства крови. Наша группа занимается исследованием таких эффектов при использовании углеродных частиц, в частности, наноалмазов на деформируемость эритроцитов. Ранее проводились измерения на пробах крови как крыс, так и людей. Перед измерением образец крови инкубировался с наноалмазами размером от 5 до 200 нм в различных концентрациях от 5 до 1000 мг/мл. Эти эксперименты показали значительное ухудшение деформируемости эритроцитов при больших концентрациях наночастиц в крови [2,3]. Было показано, что функционализация поверхности наночастиц путем их карбоксилирования снижет негативные эффекты. Мною проведен цикл опытов на крысах при непосредственном введении наноалмазов в сам кровоток (режим инкубирования in vivo) и забором крови через 30 минут после инъекции. Эксперименты не показали негативного эффекта карбоксилированых наноалмазов размером 100 нм с концентрацией 5 мг/кг на деформируемость эритроцитов. Этот результат является положительным с точки зрения перспектив будущего применения наноалмазов для направленной доставки лекарств в организм человека. Однако требуются многочисленные дополнительные исследования.

В частности нами планируется поднимать концентрации вводимых частиц и уменьшать время между вводом суспензии и забором крови. Ввиду быстрого оборота крови у крыс, может оказаться, что наночастицы оседают в печени и селезенке или головном мозге.

1. О.Е. Фадюкова, А. Ю. Тюрина, А. Е. Луговцов, А. В. Приезжев, Л. А. Андреева, В. Б. Кошелев, академик Н. Ф. Мясоедов. Семакс увеличивает деформируемость эритроцитов в сдвиговом потоке интактных крыс и у крыс с ишемией головного мозга // Доклады Академии Наук, 2011, Т. 439, No 5, С. 700-703.
2. Приезжев А.В., Луговцов А.Е., Ли К., Кошелев В.Б., Фадюкова О.Е., Лин М.Д., Наумова Г.М., Переведенцева Е.В, Ченг Ч.Л. Влияние наноалмазов на микрореологические свойства крови человека и крысы // IX Международная конференция по микроциркуляции и гемореологии. Ярославль, Россия, 2013, Материалы конференции, с. 56.
3. Yu-Chung Lin, Lin-Wei Tsai, Elena Perevedentseva, Hsin-Hou Chang, Ching-Hui Lin, Der-Shan Sun, Andrei E. Lugovtsov, Alexander Priezzhev, Jani Mona, and Chia-Liang Cheng. The influence of nanodiamond on the oxygenation states and micro rheological properties of human red blood cells in vitro // Journal of Biomedical Optics, 2012, No 17(10).