

УДК 612:576.6

ПРИМЕНЕНИЕ ЛАЗЕРНОЙ ИНТЕРФЕРЕНЦИОННОЙ МИКРОСКОПИИ ДЛЯ ОЦЕНКИ ФУНКЦИОНАЛЬНОГО СОСТОЯНИЯ ЭРИТРОЦИТОВ

© 2021 г. А. В. Дерюгина¹, М. Н. Иващенко², *, А. А. Белов², П. С. Игнатъев³, В. Б. Метелин⁴

¹Национальный исследовательский Нижегородский государственный университет им. Н.И. Лобачевского, Нижний Новгород, 603950 Россия

²Нижегородская государственная сельскохозяйственная академия, Нижний Новгород, 603107 Россия

³Производственное объединение “Уральский оптико-механический завод им. Э.С. Яламова”, Екатеринбург, 620100 Россия

⁴Московский областной научно-исследовательский клинический институт им. М.Ф. Владимирского, Москва, 129110 Россия

*E-mail: kafedra2577@mail.ru

Поступила в редакцию 24.07.2020 г.

После доработки 11.10.2020 г.

Принята к публикации 12.10.2020 г.

Проведена оценка потенциальных возможностей лазерной интерференционной микроскопии при неинвазивном исследовании динамики показателей морфофункционального состояния эритроцитов периферической крови, подвергнутых в условиях *in vitro* воздействию адреналина (10^{-9} г/мл), кортизола (5×10^{-7} г/мл), бета-адреноблокатора пропранолола (10^{-9} г/мл) и глутарового альдегида (0.1%). Параллельно в эритроцитах определяли концентрацию малонового диальдегида, аденозинтрифосфорной кислоты и 2,3-дифосфоглицерата. Полученные результаты продемонстрировали зависимость оптико-геометрических характеристик эритроцитов от особенностей их структурно-функциональной организации. Усиление метаболической активности клеток на фоне снижения окислительного потенциала при воздействии на эритроциты кортизола и пропранолола сопровождалось уменьшением фазовой высоты эритроцитов на 18 и 29% ($p < 0.05$) и уменьшением фазового диаметра на 3 и 5% соответственно ($p < 0.05$). Снижение метаболической активности на фоне усиления окислительного стресса при воздействии на красные клетки крови адреналина и глутарового альдегида вызывало увеличение либо фазовой высоты, либо фазового диаметра клеток. Полученные результаты демонстрируют, что лазерная интерференционная микроскопия позволяет в режиме реального времени проводить метаболическую оценку состояния живых эритроцитов, что повышает информативность и объективизирует данные о морфологических особенностях и функциональных возможностях клеток.

Ключевые слова: лазерная интерференционная микроскопия, эритроциты, фазовый диаметр, фазовая высота, функциональная активность

DOI: 10.31857/S004137712101003X

Лазерная интерференционная микроскопия считается высокоинформативным методом неинвазивного исследования состояния биологических объектов. Высокое пространственное разрешение, количественный характер получаемой информации и отсутствие необходимости применения дорогостоящих красителей позволяют использовать этот метод в качестве универсального инструмента для исследования структурно-функциональных особенностей живой клетки (Popescu, Park, 2015; Vasilenko et al., 2015).

Показано, что при измерениях с помощью лазерного интерференционного микроскопа оптически однородных, хорошо отражающих свет объектов,

достигается разрешение порядка 0.1 нм по вертикали и 15–100 нм – в плоскости объекта, что значительно превышает классический предел световых микроскопов (Tychinsky, Tikhonov, 2010). Кроме того, важное преимущество интерференционной микроскопии заключается в том, что регистрируемая величина оптической разности хода лучей в интерферометре позволяет получать количественную информацию об объемном распределении показателя преломления объекта, отражающего не только его морфологические особенности, но и функциональное состояние (Jiang, Yin, 2016; Cherkezyan et al., 2017).

Однако отсутствие эффективного и универсального подхода к интерпретации результатов измерения физических параметров света, рассеянного объектом, приводит к недопустимому сужению круга

Принятые сокращения: 2,3-ДФГ – 2,3-дифосфоглицерат; МДА – малоновый диальдегид; АТФ – аденозинтрифосфорная кислота; ТХУ – трихлоруксусная кислота.