## Литература

- 1. Шалыгин, А.Н. Магнитный захват одиночных биологических клеток и модельных агрегатов клеточных мембран / А. Н. Шалыгин, К. А. Кротов. // Успехи Физических Наук 1990 Т. 160, №. 7 С.83 104.
- 2. Уэстбрук, К., Ротб К. К., Тэлбот Д. Магнитно-резонансная томография / К. Уэстбрук, К. К. Ротб, Д. Тэлбот // практ. рук-во. М., 2012.
- 3. Pauling, L. The magnetic properties and structure of hemoglobin, oxyhemoglobin and carbonmonoxyhemoglobin / L. Pauling, C.D. Coryell // Proc. Natl. Acad. Sci. 1936 Vol. 22, № 4 P. 210 216.
- 4. Сахарный диабет. Доклад исследовательской группы ВОЗ.пер. с англ. Москва, 1999. 947 с.
- 5. Nathan, D.M. Translating the A1C assay into estimated average glucose values / D.M. Nathan [et al.] // Diabetes Care, 2008, 31:1473-1478.
- Kashevsky, B. Magnetophoretic trajectory tracking magnetometry a new technique of assessing magnetic properties of submagnetic microparticles and cells/ B.E Kashevsky., A.M Zholud., S.B Kashevsky// Review of scientific instruments -2012 – Vol 83 – art. No 075104 [8 pages].
- Магнитофоретический метод исследования распределения эритроцитов по степени оксигенации гемоглобина / Б.Э. Кашевский [и др.] // Доклады Национальной академии наук Беларуси – 2015 – Т.59, №1 – С. 58 – 62.

## ИСПОЛЬЗОВАНИЕ МОРФОСТРУКТУРНОГО АНАЛИЗА И ЛАЗЕРНОЙ АТОМНО-ЭМИССИОННОЙ СПЕКТРОМЕТРИИ ВЫСОХШИХ КАПЕЛЬ ПЛАЗМЫ КРОВИ ДЛЯ ДИАГНОСТИКИ РАКА ПРОСТАТЫ

## Зажогин А.П.<sup>1</sup>, <u>Савков А.В.<sup>1</sup></u>, Сергей М.А.<sup>1</sup>, Булойчик Ж.И.<sup>1</sup>, Маслова Г.Т.<sup>1</sup>, Мавричев А.С.<sup>2</sup>, Державец Л.А.<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Белорусский государственный университет, Минск, РБ <sup>2</sup> Республиканский научно-практический центр по онкологии и медицинской радиологии, Минск, РБ

Диагностика рака предстательной железы – одна из наиболее важных проблем современной онкологии. Составить представление о течении процесса развития злокачественной опухоли лишь по одному маркеру практически невозможно.

Существует настоятельная необходимость в разработке методов, которые могли бы обеспечить раннее выявление заболевания, оценить распространенность процесса, осуществить контроль эффективности проводимой терапии и позволить вести динамическое наблюдение за состоянием пациентов [1].

В последние десятилетия все большее применение в медицинской диагностике находят методы исследования структуризации биологических жидкостей (БЖ). Оценки внешнего вида фации (высушенная капля БЖ) перспективны для диагностического использования в самых разнообразных областях медицины [2-4].

Динамику структурирования высыхающих на твердой поверхности капель плазмы крови (10 мкл) онкопациентов проводили при комнатной температуре примерно с 40 минуты (начало структурирования). Изменения морфоструктуры фиксировали через каждые 10 минут до полного высыхания капли с помощью оптического микроскопа Webbers, совмещенного с цифровой камерой (отраженный свет), и микроскопа Биолам со светодиодной подсветкой (на пропускание) и веб-камерой. Оба микроскопа имеют видеонасадки, работающие с компьютером по USB-2 порту.

На рисунке 1 приведены снимки фрагментов центральной части полностью высохших (90-100 минут) капель плазмы крови (увеличение 120 раз – на пропускание) пациентов с диагнозом рак предстательной железы.



Рисунок 1 - Фрагменты центральной части высохших капель

Специфические особенности и существенные отличия характерны для морфоструктуры образца плазмы крови пациента Г. Просматривается большое количество завитков, которых практически нет у первых трех пациентов. Действительно оказалось, что диагноз только этого пациента - рак простаты типа T<sub>3</sub>, N<sub>1</sub> M<sub>0</sub>, у остальных – опухоли типа T<sub>2</sub>.

Дополнительным подтверждением поставленным диагнозам явились полученные нами результаты локального пространственного распределения кальция по диаметру высохших капель плазмы крови. Исследования проводили методом лазерной многоканальной спектрометрии с использованием лазерного многоканального атомно-эмиссионного спектрометра LSS-1. Анализировали результаты действия 5 последовательных сдвоенных лазерных импульсов (СЛИ). Энергия лазерного излучения составляла 34 мДж (первый и второй импульсы, соответственно), временной интервал между сдвоенными импульсами – 8 мкс. Абляцию осуществляли через 0,6 мм. Размер точки повреждения примерно 0,10-0,15 мм. По диаметру пробы анализ проводили в 12 точках поверхности. Диаметр высохшей капли примерно 6 мм.

На рисунке 2 представлена интенсивность линии Са II (393,239 нм) в спектрах высохших капель плазмы крови пациентов в зависимости от положения точки на поверхности капли и в слое (1-5 – номер слоя).



Рисунок 2 – Локальное распределение интенсивности линии Са

Следует отметить, что в высохших каплях плазмы крови пациента A с диагнозом рак простаты типа  $T_{2c} N_0 M_0$  максимальная интенсивность кальция найдена практически только на поверхности капли. У пациентов Б и В наибольшие концентрации его также определены в верхних слоях высохших капель.

Локальное распределение кальция в высохшей капле плазмы крови пациента  $\Gamma$  с диагнозом рак простаты типа  $T_{3B}$   $N_1$   $M_0$  принципиально отличается. Максимальное содержание кальция приходится на самый нижний, пятый, слой капли.

У пациентов Б и В наблюдаемое локальное рапределение кальция по поверхности и по слоям высохшей капли находится между этими двумя крайними случаями. У пациента Б в точке 8 обнаруживается несколько большее содержание кальция в третьем слое по сравнению с первым слоем. У пациента В присутствуют резкие всплески повышения концентрации не только на поверхности капли, но и во втором и пятом слоях. Экстраполируя эти данные на степень заболевания, можно сказать, что здоровье пациентов Б и В несколько хуже, чем у А, но лучше, чем у пациента Г.

Хотя для систематизации результатов требуется набор статистических данных, однако полученные аналитические данные убедительно демонстрируют различия в морфоструктуре высохшей капли и локальном распределении кальция как на ее поверхности, так и в слоях в зависимости от стадии заболевания.

Учитывая относительную простоту выполнения анализа, не требующего больших временных затрат и дорогостоящего оборудования, полученные результаты очень важны, могут помочь уточнению диагноза при проведении предварительных диагностических исследований, что будет способствовать правильному выбору необходимого лечения.

## Литература

- Аляев Ю.Г., Безруков Е.А., Шестиперов П.А. Молекулярная патология рака предстательной железы: диагностическая и прогностическая значимость основных маркеров. // Онкоурология. – 2006. – № 2. – С. 45–50.
- 2. Рапис Е.Г. Образование упорядоченной структуры при высыхании пленки белка. //Письма в ЖТФ. 1988. Т. 14 (17). С.1560–1564.
- 3. Шабалин В.Н., Шатохина С.Н. Морфология биологических жидкостей человека. М.: Хризостом, 2001. 303 с.
- 4. Максимов С.А. Морфология твердой фазы биологических жидкостей как метод диагностики в медицине. //Бюллетень сибирской медицины. – 2007. – № 4. – С. 80–85.