

УДК 616-074.-076(470.53-25)

## ПОВЕДЕНИЕ БИОЛОГИЧЕСКИХ ЖИДКОСТЕЙ В ФИЗИЧЕСКИХ ПОЛЯХ. ДИАГНОСТИЧЕСКИЕ ВОЗМОЖНОСТИ

Кирко Г.Е., Аверьянова Н.И., Кустова Я.Р., Балуева Л.Г., Иванова Н.В., Коломеец Н.Ю.

*ГБОУ ВПО «Пермский государственный медицинский университет им. академика Е.А. Вагнера Минздрава России», Пермь, Россия (614990, Пермь, ул. Петропавловская, 26), e-mail:pdb-averyanova@rambler.ru*

В статье приведен обзор работ, выполненных в Пермском государственном медицинском университете, по изучению возможностей использования физических полей для исследования поведения биологических жидкостей. Отмечается необходимость комплексного подхода к исследованию биологических жидкостей с использованием рентгеноструктурного анализа и поляризационной микроскопии. Приведены результаты исследования возможностей кристаллооптического метода с целью диагностики нарушений липидного обмена, камнеобразования мочевыводящих и желчных путей, заболеваний полости рта, диагностики эктозависимой патологии почек. Описана новая методика наблюдения структурирования биологических жидкостей в магнитном поле. Получены интересные результаты при изучении влияния магнитного поля на эритроцитарную взвесь. Проведенные исследования открывают новые возможности математического описания наблюдаемых явлений.

Ключевые слова: поляризационная микроскопия, биологические жидкости, магнитные и электрические поля, экспресс-диагностика

## THE BEHAVIOR OF BIOLOGICAL FLUIDS IN PHYSICAL FIELDS. DIAGNOSTIC CAPABILITIES

Kirko G.E., Averyanova N.I., Kustova Ya.R., Balueva L.G., Ivanova, N.V., Kolomeets N.J.

*State budgetary educational establishment of higher professional education "Perm State Medical University named after E.A. Wagner" of Ministry of Public Health of Russian Federation (SBEE HPE PSMU of Minzdrav of Russia) 26, Petropavlovskaya st., Perm, 614990, e-mail:pdb-averyanova@rambler.ru*

The article provides an overview of work performed in the Perm State Medical University, to study the possibilities of using physical fields to study the behavior of biological fluids. The necessity of a comprehensive approach to the study of biological fluids using X-ray diffraction and polarization microscopy. The results of the feasibility studies kristallopticheskogo method to diagnose disorders of lipid metabolism, urinary stone formation and biliary tract, diseases of the oral cavity, diagnostic ekozavisimoy renal disease. We describe a new method of monitoring the structuring of biological fluids in a magnetic field. Interesting results in the study of the influence of magnetic field on the suspension of packed red blood cells. The research opens up new possibilities of the mathematical description of the observed phenomena.

Keywords: polarizing microscopy, biological fluid, magnetic and electric fields, express diagnostics.

Изучение поведения биологических жидкостей в физических полях уже давно привлекает внимание исследователей.

Анализируя историю развития наблюдений биологических жидкостей в различного рода физических полях, можно предположить, что все начиналось с изучения структуры образца сыворотки крови способами «открытая» и «закрытая» капля в поле оптического и поляризационного микроскопов [7]. Капля часто рассматривается как удобная модель самоорганизующейся системы с широким набором физико-химических процессов, свойства которых зависят от состава капли, материала подложки и внешних условий.

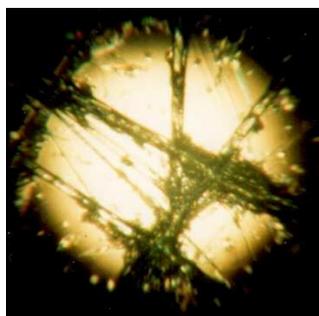
Простота приготовления препарата, быстрота получения результата, высокая чувствительность и информативность, а также отсутствие необходимости использования

сложной аппаратуры обуславливают широкое распространение этого метода. Кроме того, наблюдение в поляризованном свете позволяет выделять в наблюдаемых образцах оптически активные вещества.

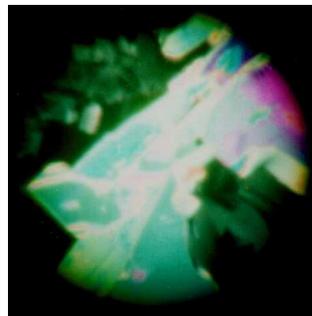
Методы кристаллооптического исследования сыворотки крови [4] без добавления кристаллообразующих веществ позволяют выделять специфические типовые структуры, присущие целому ряду метаболических нарушений. По количеству и размерам сферолитов можно судить об интенсивности процессов перекисного окисления липидов. Метод кристаллооптического исследования сухой сыворотки крови у детей позволяет рано диагностировать нарушения липидного обмена и проводить его своевременную терапевтическую коррекцию.

Целью данной публикации явилось обобщение результатов, полученных при изучении поведения биологических жидкостей в физических полях.

Кристаллооптические исследования не ограничиваются исследованием только сыворотки крови. Довольно долго и весьма плодотворно нами исследовались образцы желчи и желчных конкрементов. Выявлены морфологические особенности фаций желчи, соответствующие различной степени активности камнеобразования при желчекаменной болезни [2]. Образцы препаратов желчи в естественном и поляризованном свете приведены на рис.1.



а)



б)

*Рис. 1. Образцы препаратов желчи в естественном (а) и поляризованном свете (б)*

Одной из задач исследования было сопоставление состава желчи и желчного конкремента, зародившегося в ней. Решение ее позволило бы понять механизм образования камня. Желчь – сложная биологическая жидкость. При помощи рентгеноструктурного анализа, который проводился совместно со специалистами пермского классического университета, исследовались высушенные образцы желчи и желчные камни. Получены рентгенограммы, расшифровка в полном объеме которых столкнулась с отсутствием в литературе соответствующих данных по отдельным составляющим желчи. Однако

полученные первые результаты вселяют уверенность в правильности выбранного направления.

Кристаллографический метод исследования мочи позволяет выявлять особенности ее кристаллизации в зависимости от региона проживания детей и нагрузки ксенобиотоками и может использоваться в комплексе диагностики экозависимой патологии почек. Экспресс-диагностика по структуризации мочи при дегидратации, позволяет изучать степень активности камнеобразования, определять вид камнеобразующих солей, контролировать лечение, а также диагностировать кристаллурию до стадии формирования конкрементов, изучать степень активности камнеобразования, определять вид камнеобразующих солей, контролировать лечение [1].

На кафедре детской стоматологии и ортодонтии проводится цикл работ связанных с изучением дегидратации ротовой жидкости в динамике проведения ортодонтического лечения [5] и с особенностью микрокристаллизации слюны и течения кариеса у детей со спастическими формами детского церебрального паралича [3]. Методом кристаллооптических исследований слюны до полоскания и после, а также по расчету количества патогенных микроорганизмов в слюне, вызывающих кариес, оценивается результат использования озонированной воды, полученной в озонаторах, разработанных и изготовленных на кафедре медицинской и биологической физики нашего медицинского университета [6].

Несмотря на большое количество выполненных исследований, оценка их результатов на сегодня по большей части осуществляется методом феноменологического описания. Существуют трудности количественного анализа получаемых образцов.

Однако необходимо отметить, что и феноменологическое описание еще не исчерпано полностью. Большое количество новой информации можно получить, используя для наблюдения интерференцию поляризованного света, теория которой хорошо разработана. При определенных условиях она может быть применима для количественных оценок содержания тех или иных включений в биологические жидкости. Интерференционная окраска зависит от толщины зерна, которая может быть неодинаковой по площади наблюдаемого конкремента. Разница эта невелика и выражается в тысячных долях миллиметра, но она уже достаточна для того, чтобы оказать заметное влияние на разность хода волн. Поэтому под микроскопом часто можно видеть, что интерференционная окраска неодинакова в различных участках зерна (рис. 2). Зная площадь зерна и его толщину, можно производить уже количественные оценки.



*Рис.2. Особенности кристаллизации мочи, выявленные в поляризованном свете.*

Цвет очень четко отражает разную толщину образцов. Самая толстая часть будет иметь наиболее высокую интерференционную окраску (цвет может доходить до красного), а к краям окраска понижается и в самой тонкой части будет наиболее низкая (чаще всего желтая).

Необходимо обратить внимание еще на одну возможность кристаллооптического исследования биологических жидкостей: сравнение структур, полученных способами «открытая» и «закрытая» капля при их высыхании без наложения внешнего магнитного или электрического полей и с наложением упомянутых полей. Кристаллизация образцов биологических жидкостей будет происходить по-разному, так как жидких кристаллов в них много и все они обладают способностью определенным образом реагировать на внешние поля.

Очень чувствительны к внешнему магнитному полю эритроциты. Качественное состояние эритроцитов позволяет проводить экспресс диагностику, в частности, различного рода анемий, при которых могут изменяться величина, форма эритроцитов, их окраска, в них могут появляться патологические включения. При разных заболеваниях взвесь эритроцитов в магнитном поле ведет себя по-разному.

Нами проводились эксперименты [8] с взвесью эритроцитов в физиологическом растворе (0,9% раствор NaCl). Использовалась свежая кровь, только что взятая из подушечки пальца, которую затем отмывали двойным центрифугированием (3000 об/мин) в физиологическом растворе в течение 5 минут. Для предохранения крови от свертывания в пробирку добавляли несколько кристаллов гепарина. Готовили взвесь эритроцитов, смешивая их в определенной пропорции с физиологическим раствором. Смешивание производилось в чашке Петри (диаметр 9,5 см, высота 1,5 см). После приготовления исследуемого раствора чашку Петри помещали в однородное магнитное поле, созданное кольцами Гельмгольца. Все процессы, которые наблюдались, фиксировались при помощи видеокамеры. Эксперименты с взвесью эритроцитов проводились в полях различной напряженности и направленности. На рисунке 3 приведены несколько кадров из фильма, которые демонстрируют изменения в структуре исследуемой взвеси в динамике.



*Рис. 3. Изменение лабиринтной структуры взвеси эритроцитов в магнитном поле.*

Магнитное поле влияло на поведение эритроцитарной взвеси, причем поле, направленное вдоль поверхности взвеси в большей мере, чем поле, направленное поперек.

Выявлено, что лабиринтные структуры при наложении магнитного поля образуются быстрее. При увеличении поля растет скорость изменений лабиринтной структуры в отдельном эксперименте. С ростом магнитного поля в начальный момент наблюдения размеры лабиринтных структур уменьшаются; к концу эксперимента границы лабиринтов выпрямляются и при полях с индукцией около 100 Гаусс вытягиваются по полю, уменьшаясь в численности. При наложении магнитного поля увеличивается число сквозных светлых каналов, которые вначале возникают как точечные ("колодцы"), а затем сливаются в линии вдоль границ лабиринтов; эти светлые линии, как правило, не всегда замкнуты. Все перечисленные особенности ярко проявляются в полях, направленных параллельно дну чашечки Петри.

Таким образом, приведенный обзор убедительно доказывает, что феноменологические оптические исследования себя еще не исчерпали и нуждаются в дальнейшем изучении. Исследования, связанные с использованием магнитных и электрических полей, а также с интерференцией поляризованного света, позволят получить новые результаты и создавать новые методы экспресс – диагностики. Здесь мы вплотную подходим к необходимости объединения усилий разных специалистов: физиков, врачей-клиницистов, биохимиков с целью более подробного и тщательного исследования физических свойств отдельных компонентов биологических жидкостей и составления подробных атласов.

### **Список литературы**

1. Аверьянова Н.И. Использование кристаллооптических исследований биологических жидкостей в естественном и поляризованном свете для диагностики патологии органов мочевыделительной системы детей // Современные проблемы науки и образования. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.science-education.ru/128-22057> (дата обращения: 08.10.2015).

2. Владимиров А.А. Роль физико-химических исследований желчи и желчных конкрементов при ледохолиазае / А.А. Владимирский, М.Ф. Заривчацкий, Г.Е. Кирко и др. // *Анналы хирургической гепатологии*. – 1998. – Т. 3, № 3. – С. 46.
3. Данилова М.А. Особенности микрокристаллизации слюны и течение кариеса у детей со спастическими формами детского церебрального паралича / М.А. Данилова, Е.А. Залазаева, Г.Е. Кирко // *Стоматология детского возраста и профилактика*. 2012. – Т. XI, № 3 (42) . – С. 52-57.
4. Кирко Г.Е. Кристаллоскопия сыворотки крови при гипотиреозе у детей / Г.Е. Кирко, Н.Я. Сотникова, А.И. Егорова и др. // *Материалы второй международной научной конференции Пермь-Халкидики «Проблемы здоровья семьи-2000»*, Пермь-Халкидики. – 1998. – С. 110.
5. Кирко Г.Е. Оценка состояния ротовой жидкости в динамике проведения ортодонтического лечения. Профилактика стоматологических заболеваний и гигиена полости рта. / Г.Е. Кирко, О.Р. Децык, А.П. Сидорова // *Материалы II-й Российской научно-практической конференции*. Казань. – 2009. – С. 31-34.
6. Кирко Г.Е. Новые возможности феноменологических исследований биологических жидкостей в естественном и поляризованном свете / Г.Е. Кирко., Л.Г. Балуева, Н.И. Аверьянова и др. // *Материалы XVIII Международной научной конференции «Здоровье семьи – XXI век»*. Нетания (Израиль). – 2014. – С. 73-75.
7. Шабалин В.Н. Морфология биологических жидкостей человека / В.Н. Шатохин, С.Н. Шатохин // *Москва*. – 2001. – С. 303.
8. Bozko A. Screening diagnostics of erythrocytes solutions based on dissipative patterns behavior in the presence of a magnetic field / A. Bozko, G. Kirko // *Proceedings of the 7th World Conference on Experimental Heat Transfer, Fluid Mechanics and Thermodynamics*. – 2009. – P. 253-255.

**Рецензенты:**

Акатова А.А., д.м.н., Профессор кафедры адаптивной и лечебной физкультуры ГБОУ ВПО Пермского государственного гуманитарно-педагогического университета, г. Пермь;

Санакоева Л.П., д.м.н., доцент кафедры педиатрии факультета дополнительного последиplomного образования ГБОУ ВПО Пермского государственного гуманитарно-педагогического университета, г. Пермь.