В.Н. КИДАЛОВ, А.А. ХАДАРЦЕВ

ТЕЗИОГРАФИЯ КРОВИ И БИОЛОГИЧЕСКИХ ЖИДКОСТЕЙ

Под редакцией
Заслуженного деятеля науки РФ,
доктора медицинских наук, профессора
А.А. Хадарцева

Тула – 2009

80-летию
Тульского
государственного
университета
посвящается

В.Н. КИДАЛОВ, А.А. ХАДАРЦЕВ

ТЕЗИОГРАФИЯ КРОВИ И БИОЛОГИЧЕСКИХ ЖИДКОСТЕЙ

Монография

Под редакцией
Заслуженного деятеля науки РФ,
доктора медицинских наук, профессора
А.А. Хадарцева

Тула – 2009

УДК 548.5; 616.1/.9; 612.1; 612.461.1

Кидалов В.Н., Хадарцев А.А. Тезиография крови и биологических жидкостей / Под ред. А.А. Хадарцева.– Тула: Тульский полиграфист, 2009.– 244 с.

В монографии изложены теоретические основы тезиографии крови и биологических жидкостей и впервые обобщены наиболее часто используемые в исследовательской практике технологии тезиографии. Впервые представлен иллюстративный материал по оценке кристаллов и кристаллоидов крови, изложены перспективные методики исследования кристаллизации биологических жидкостей в динамике и варианты управления процессом формирования тезиограмм. Отдельная глава посвящена ближайшим перспективам использования тезиографии, как природной нанотехнологии, при регистрации системных изменений организма человека под влиянием воздействия окружающей среды и антропогенных факторов.

Монография ориентирована на исследователей, работающих в области биологии и медицины, врачей разных специальностей, физиологов, патофизиологов, лаборантов.

Рецензенты:
академик РАМН, профессор В.Г. Зилов
чл.-корр. РАМН, профессор Н.А. Фудин

© Кидалов В.Н., Хадарцев А.А., 2009
© Тульский полиграфист, 2009

ПРЕДИСЛОВИЕ

Современная медицина характеризуется активным внедрением новых технологий диагностики, лечения и профилактики заболеваний. Ведутся исследования в области смежных наук, пытающиеся объяснить сущность ранее известных, но, из-за отсутствия научного обоснования, мало распространенных способов исследования систем организма и воздействия на них. К потребностям клиники адаптируются теория хаоса, синергетика, используются гармонические соотношения в морфогенезе, изучаются явления, вытекающие из фрактальной геометрии природы, находят свое место в трактовке жизнедеятельности организма природные нанотехнологии и др.

В настоящей монографии предложена аналитико-синтетическая трактовка процесса кристаллизации крови и биологических жидкостей, основанной на принципах самоорганизации. Показана перспектива использования тезиографии в решении актуальных научно-теоретических и клинических задач. Некоторые положения монографии – дискуссионные и направлены на побуждение исследователей к дальнейшему развитию теории и практики медицины и биологии, к формированию новой парадигмы – управляющей медицины.

В I главе изложена история тезиографии, во II – показана значимость воды в процессах кристаллизации и формировании тезиограмм. В III главе – дана характеристика кристаллогенеза в растворах и биологических жидкостях, в IV – описаны методы постановки тезиографических тестов и определена их информационная значимость. В V главе детально описаны особенности формирования специфических тезиографических структур при воздействии химических, физических и биологических факторов (неионизирующего и ультрафиолетового излучения, холода, этилового спирта, и др.), в том числе их комбинированного воздействия. Дана характеристика изменения тезиограмм в живых организмах (отражение индивидуальных, видовых, половых и др. различий). В VI главе охарактеризованы практические аспекты тезиографии и перспективы развития этого метода. Приведены данные о значимости фракталов и солитонов в тезиографии, определена самоорганизация тезиограмм, как поиска минимума затрат свободной энергии.

Монография ориентирована на постановку задач разработки новых технологий оздоровления, восстановления, диагностики и лечения для практического использования.

Заслуженный деятель науки РФ,
Лауреат премии Правительства в области образования 2007 г.,
академик РАЕН, д.м.н., профессор
А.А. ХАДАРЦЕВ

ВВЕДЕНИЕ

Анализ современного состояния медицины и биологии выявляет отсутствие глубокого изучения кристаллообразования и его значения в обеспечении здоровья. Это порождает эмпирический подход к лечению и профилактике заболеваний, в патогенезе которых существенное значение имеет появление в жидких и жидкокристаллических средах организма кристаллических и кристаллоидных образований. Для выявления влияния на здоровье человека активности взаимосвязанных процессов кристаллизации и растворения кристаллов до сих пор недостаточно используется метод оценки специфических кристаллизационных картин крови и других жидкостей – *тезиограмм* (ТЗГ). Недостаточно проработаны также вопросы о роли кристаллизации в функционировании организма на клеточном, субклеточном и нанометровом уровнях в обычных условиях жизнедеятельности людей и при воздействии на организм неблагоприятных факторов внешней среды. Поиск новых подходов к выявлению закономерностей кристаллизации составных частей *биологических жидкостей* (БЖ) может иметь важное значение для адекватного обеспечения функционирования клеточных элементов и органов всего организма. Это также справедливо по отношению к плазме и сыворотке крови – высокоспециализированных систем сложного состава, обеспечивающих наилучшие условия функционирования клеточных пулов [10, 20].

Недостаточность сведений о процессах кристаллизации и растворения составных частей крови и других БЖ, а также отсутствие общепризнанных подходов к изучению этих процессов, определило преобладание опыта в решении вопросов о значении этих процессов для сохранении здоровья и диагностики изменений реактивности организма, его эндоэкологии. До сих пор не полностью выяснены физиологическое и информационное значение кристаллизационных (тезиографических) картин крови и других БЖ, характер взаимодействия кристаллизующихся веществ с электромагнитными полями. Вместе с тем, многочисленными исследованиями уже доказано, что живой организм, как открытая система, информационно взаимодействует с внешними электромагнитными полями и излучениями. Эти воздействия извне фиксируются в инфраструктуре и входят

в круговорот «информационного метаболизма» [38]. Подобные рассуждения вполне логичны и непротиворечивы по отношению к составным частям организма, включая основные БЖ, молекулы биологически активных веществ крови, ее плазмы. Можно считать установленным фактом, что БЖ являются динамичными и самоорганизующимися системами, которые в процессе формирования проходят этапы концентрирования, кристаллизации и старения кристаллов и кристаллоидов, вплоть до распада первичной тезиографической картины [19]. Первые этапы формирования ТЗГ БЖ поражают «симметрией в хаосе» ее морфологических элементов, возникающих в динамике кристаллизации из раствора. При этом истоки возникновения активности и самодвижения при формировании таких препаратов следует искать в феномене отражения воздействий среды, т.е. в открытых системах [32]. Понятно, что взаимодействие внешних факторов с живым веществом происходит на нанометровом, субклеточном и на клеточном уровнях. Под влиянием этих воздействий оказываются многие обменные биохимические реакции [27]. Подсчитано даже, что минимальный объем информации, необходимый для выполнения всех присущих клетке функций, должен быть не меньше 10^{23}–10^{25} бит. Однако это не соответствует информационным возможностям ядра клетки, которые не превышают 10^{10} бит, что создает парадокс невозможности размещения огромного объема информации в ядре клетки. В то же время «глобальная информированность» каждой клетки обо всем происходящем в организме заставляет предположить существование и других информационных комплексов ее биологических компартментов, включая жидкостные (жидкокристаллические). Использование информации в биообъекте идет, как минимум, по двум каналам: по быстрому физическому и по медленному биохимическому. Все информационные процессы в биообъекте с нанометрового и молекулярного уровней начинаются с изменения величины электрических зарядов ионов и макромолекул. Последние являются полупроводниками или диэлектриками, многие из которых являются диполями, способными образовывать домены. Структуры макромолекул обладают свойствами жидких кристаллов и (или) электретов [28]. Считают, что эти физические свойства при изменении электрического статуса макромолекул обусловливают возможность генерации ими электромагнитных и акустических полей и волн, ко-

торые, в свою очередь, могут играть информационную роль в физиологических процессах в организме и в процессах *самоорганизации* составных частей организма, а также и его жидких биосред вне организма. Возникающие изменения электрических характеристик приводят к открытию ионных каналов мембранных структур в клетках и к возникновению электрического тока. Это порождает движение упорядоченной цепочки ионов в условиях механических колебаний макромолекул. В результате энергия накапливается в виде энергии механических колебаний. Нелинейность механических колебаний при росте амплитуды, в свою очередь, может привести к возбуждению экситонов, которым отвечает имеющийся уровень энергии. Распад энергии с этого уровня происходит путем излучения электромагнитных волн. Г. Фрелих в 1977–1988 гг. обосновал теоретически и получил экспериментальные доказательства факта продуцирования живыми клетками переменных электромагнитных полей. Основной вывод из его работ сводится к тому, что отдельные участки плазматической мембраны живой клетки когерентно колеблются в диапазоне частот 10^{11}–10^{12} Гц, что по современной классификации соответствует *крайне высокочастотному* (КВЧ) диапазону. В 1986 г. А.С. Давыдов описал возбуждение, делокализацию и движение электронов вдоль пептидных цепей белковых молекул в форме уединенной волны – *солитона*, что дополнило модель Фрелиха. Благодаря их исследованиям стала ясной идея кодовой иерархии биосистем, согласно которой эндогенные поля организма фрелиховско-давыдовского типа автоматически модулируются структурой биосистемы и несут соответствующую информационную нагрузку. Все последующие изменения в живом организме и его БЖ являются структурными изменениями подчиненных разноуровневых биосистем, в которых среди биополимеров в клетках информационную нагрузку несут, в основном рибосомы, молекулы ДНК и РНК, молекулы коллагена и других белков. Предполагается, что между этими молекулами в эпигенетическом режиме происходит постоянный обмен информацией по физическим каналам нелинейных электромагнитных колебаний. Генераторами и акцепторами информационных сигналов (волн) в жидких средах биообъектов являются жидкокристаллические структуры, внутриклеточная вода со способностью к *самоорганизации* и образованию *фрактальных структур*. Во внутреннем информационном мире живого

биообъекта, и, очевидно, его БЖ, физические (электромагнитные и акустические поля) и химические факторы субординационно разделены: ведущая роль отводится физическим факторам из-за большой точности, глобальности, колоссальной скорости установления взаимосвязи между биоструктурами в процессе воздействия для их возбуждения и синтеза информации, для обеспечения различных ритмических процессов [28, 29].

Настоящая книга призвана дать обзор проведенных исследований, современного видения тезиографии крови, ее препаратов и других БЖ, механизмов, лежащих в основе *самоорганизации* и кристаллизации крови, ее плазмы, препаратов используемых в трансфузиологии, других жидких сред организма, методов исследования и перспектив развития этого направления в научном и практическом плане.

Для лучшего понимания представленного материала читателю представляется наша трактовка используемых в работе широко не распространенных терминов:

Динамическая дегидратация – понятие, используемое современными авторами вместо термина Т.Е. Ловица «выветривание», означает динамичный процесс кристаллизации БЖ, начинающийся с момента нанесения этой жидкости на подложку и заканчивающийся формированием структурно оформленной ТЗГ;

Кристалл – от *krystallos*; *kryos* – лед (греч.);

Кристаллоид [59, 60] – термин, введенный в науку Graham, устанавливающий различие между растворимыми в воде телами в отношении их способности просачиваться в жидком виде через некоторые перепонки. Большинство солей и кислот способны кристаллизоваться и быстро диффундируют – это и есть *кристаллоиды*, другие не кристаллизуются (желатина, белок, танин), и если бывают в твердом виде (обыкновенный столярный клей), то в изломе представляют раковистый, как у стекла, а не кристаллический вид – *коллоиды*). В растительных и животных клетках часть белковых веществ, например, растворенных в вакуолях, принадлежит к числу кристаллизующихся белков и при дегидратации дает *кристаллоид.* Другая часть белковых веществ в соединении с минеральными веществами (фосфорная кислота, кальций, магний) формирует шарики – *глобоиды.* Большое количество белковых веществ образует массу, в которой имеются как *глобоиды*, так и *кристаллоиды*. Обнаружено,

что некоторые нерастворимые в воде вещества, будучи очень тонко распыленными (усиленным дроблением или же под влиянием других причин при их выделении), образуют смеси с такими же свойствами, как и коллоидные растворы. *Кристаллоиды* при подборе подходящего растворителя – также дают коллоидные растворы. Поэтому сейчас говорят о коллоидном состоянии вещества, а не о коллоидных веществах.

Кристаллиты – мелкие кристаллы, не имеющие ясно выраженной огранённой формы. *Кристаллитами* являются кристаллические зёрна в различных поликристаллических образованиях [61].

Кристаллизация – фазовый переход вещества из состояния пересыщенной (переохлажденной) маточной среды в кристаллическое соединение с меньшей энергией, это *процесс образования кристаллов из растворов* при достижении некоторого предельного условия, например, переохлаждения жидкости, когда возникают (или привносятся в среду) мелкие кристаллики – *центры кристаллизации,* способные расти, присоединяя атомы или молекулы из жидкости.

Рост кристаллов – процесс послойного образования граней кристаллов с движением краев незавершенных атомных слоев (ступеней) вдоль грани. При росте *кристаллов* сначала кристаллизующееся вещество (на наноуровне) адсорбируется на поверхности сформировавшегося *кристалла*, а затем встраивается в его кристаллическую решетку: при сильном переохлаждении равновероятно на любом участке поверхности (нормальный рост), при слабом – слоями тангенциально на ступенях, образованных винтовыми дислокациями или двухмерными зародышами (послойный рост). Количественно рост кристаллов характеризуют линейной скоростью.

Морфологические формы кристаллов – многогранные, пластинчатые, игольчатые, скелетные, дендритные, карандашные структуры и другие итоговые формы, формирующиеся в зависимости от скорости их роста, от условий кристаллизации и внешних воздействий на этот процесс. Если переохлаждение ниже некоторого значения – *предела морфологической устойчивости*, нормально растущий *кристалл* повторяет форму (обычно округлую) теплового либо концентрационного поля вокруг него, а послойно растущий *кристалл* имеет форму многогранника.

При превышении указанного предела растут древовидные кристаллы (*дендриты*) [62].

Облик (габитус) кристаллов – ступенчатая структура поверхности *кристалла*, зависящая от условий роста (температуры, пересыщения, состава среды). Влияет на совершенство формы *кристалла*, захват капелек маточного раствора и процесс растрескивания кристаллов.

Рекристаллизация, или *вторичная кристаллизация* – переход вещества из одного кристаллического состояния в другое; фазовый переход первого рода с выделением, либо поглощением теплоты.

Эвтектика (от греч. eutektos – легко плавящийся) – жидкая фаза, находящаяся в равновесии с двумя или более твердыми фазами. Температура кристаллизации *эвтектики* называется эвтектической точкой. Продукт кристаллизации жидкой *эвтектики* – твердая *эвтектика*, высокодисперсная смесь нескольких твердых фаз того же состава, что и у жидкой [63]. Чаще *эвтектикой* называется механическая смесь двух или более видов *кристаллов*, одновременно закристаллизовавшихся из жидкости. Существует разновидность несплошных *эвтектик*, когда отдельные фазы растут, прерываясь, и для их роста требуется повторное образование новых зародышей. Общая причина этого заключается в том, что рост, по крайней мере, одной из фаз обладает ярко выраженной анизотропией [11].

Распространенный механизм образования эвтектик: растворы начинают замерзать при более низкой температуре, чем чистый растворитель (следствие из закона Рауля). Одновременно с понижением температуры жидкость обедняется компонентом *A*. В эвтектической точке происходит образование мелкокристаллической смеси *A* и *B* – *эвтектики*, которая состоит из двух кристаллических фаз. В точке *E,* при этом возникает избыток *кристаллов A* и *эвтектика*. Точно так же, если взять раствор (или расплав), в котором содержание *B* больше, чем в эвтектической смеси, то при охлаждении до некоторой температуры начнется кристаллизация чистого компонента *B*, жидкость будет обедняться этим компонентом и в точке *E* мы получим эвтектическую смесь и избыток компонента *B* [64]. В ТЗГ *эвтектика* регистрируется в виде мелкокристаллических смесей (например, в виде песковидных мелких кристаллитов).

Фазы роста кристаллов:

– *период индукции* с увеличением скорости кристаллизации в системе с преобладанием зарождения и роста кристаллов,

– *период уменьшения скорости роста* с замедлением роста, агрегацией и раскалыванием кристаллов,

– *освальдово* созревание и *структурная перекристаллизация* – отражает старение тезиографического *препарата в результате* процесса *структурной перекристаллизации* и распада элементов ТЗГ при длительном хранении препарата. Приводит к формированию конечных кристаллов, выкрашиванию ТЗГ и к исчезновению ранней тезиографической структуры [21, 26, 33].

ТЗГ – первичная кристаллическая картина, получаемая на поверхности подложки, после «выветривания» нанесенной на нее жидкости (воды) с растворенными в ней веществами [24, 37]. В нашем представлении ТЗГ представляет собой результат формирования препаратов жидких биологических сред в процессе их дегидратации (высыхания) в соответствии с естественными паттернами. При построении тезиографического паттерна весь объем информации о присутствующих в препарате составных частях жидкости подвергается воздействию естественных внешних информационных сигналов, которые находят свое место в самоорганизующихся структурах (*кристаллах* и *кристаллитах*). «Прилипание» внешней информации происходит по принципу сходства, а переживающая система кристаллизующейся БЖ строит свои элементы, осуществляя поиск минимума энергии (ее экстремума) в соответствии с алгоритмами фибоначчиева ряда цифр и «золотой пропорции», по аналогии с поиском экстремума в изменении конфигурации частиц (например, эритроцитов), обладающих в жидкой среде поступательным и вращательным движением [4].

Тезиография – способ оценки ТЗГ [14].

Тест Болена – ТЗГ микрообъема цельной крови, полученная из ограниченного ее объема методом выветривания или дегидратации на воздухе [31].

БЖ организма – жидкие среды и жидкие ткани организма человека или животного: кровь, лимфа, ликвор, пот, слеза, моча, слюна, семенная жидкость, экскреты различных желез и т.п.

Тезиограмма БЖ – тезиографический препарат конкретной биологической жидкости, полученный из ограниченного объема методом «выветривания» (или дегидратации на воздухе).

Макроструктура тезиограммы – наблюдаемая невооруженным глазом или при малом увеличении сложившаяся картина кристаллизации препарата БЖ.

Ультраструктура тезиограммы – структура основных элементов ТЗГ, наблюдаемая при помощи максимального увеличения, получаемого с помощью современных микроскопов или иных физических устройств, структура основных элементов ТЗГ. Кристаллоподобный элемент *(кристаллит, кристаллоид)* – выпавший в осадок из раствора микроскопический элемент какой-либо составной части или нескольких составных частей биологической жидкости, не имеющий четких признаков дендритного или обычного (сформировавшегося) кристалла. При микроскопии может напоминать протяженные структуры, песчаный налет или бесформенные глыбки и микрокапли.

Специфические тезиографические структуры (СТС) – кристаллоидные и кристаллические структуры ТЗГ, свойственные лишь конкретной ТЗГ либо определенной группе тезиограмм, сформировавшихся из уникальных жидких сред или из известной жидкой среды под уникальным воздействием каких-либо факторов.

В исследованиях ТЗГ БЖ до сих пор не сложилось не только устоявшегося употребления терминов в отношении ТЗГ, но и не существует общих подходов к оценке внутренней структуры *кристаллов*, к оценке реального пространственного расположения его атомов и молекул, многократной повторяемости этого расположения и условий существенно влияющих на изменение формирующихся пространственных решеток О. Браве (1848). Примером неразвитости теории формирования ТЗГ крови и других БЖ является фактически полное игнорирование рядом авторов отражения тезиографическими структурами совокупности воздействий и влияния динамических процессов в организме и во внешней среде, из которых в период реального формирования ТЗГ складывается такое комплексное явление как тезиографическая картина исследуемой БЖ.

Глава 1

ИСТОРИЯ ТЕЗИОГРАФИИ БИОЛОГИЧЕСКИХ ЖИДКОСТЕЙ. РОЛЬ РОССИЙСКИХ ИССЛЕДОВАТЕЛЕЙ

Тезиография (описание кристаллизации) БЖ выросла из общей кристаллографии. Первые попытки научного анализа *кристаллов* можно усмотреть ещё в античном мире. Так древние греки, рассматривая формы *кристаллов* на основе геометрии вывели пять платоновых тел, сконструировали ряд многогранников, позволяющих характеризовать форму *кристаллов*. Однако с древних времен люди долго не могли ответить на вопрос о причинах их правильной формы. Только во времена эпохи Возрождения (XVI в.) встречаются близкие к истине первые догадки о возможном внутреннем их устройстве.

Так итальянский математик, философ и врач Джироламо Кардано (1501–1576) попытался объяснить часто встречающиеся в природе шестигранные призматические формы *кристаллов* горного хрусталя тем, что они построены плотнейшими упаковками шарообразных частиц. Подобную мысль отразил немецкий математик и астроном Иоганн Кеплер (1571–1630) в трактате «О шестиугольных снежинках» (1611), где, стараясь понять причины постоянства форм снежинок в виде шестиугольных звездочек, он закладывает основы геометрии плотнейших шаровых упаковок [51]. Позже в Англии Р. Гук (1665), в Голландии Хр. Гюйгенс (1690), а в России М. В. Ломоносов в сочинении «О рождении и природе селитры» (1749) – многократно высказывали гипотезы о строении *кристаллов* из плотно упакованных шаровых или эллипсоидальных частиц. М. В. Ломоносов еще до момента развития атомистической теории указывал, что шестиугольная форма *кристаллов* калиевой селитры вызвана плотнейшим расположением шаровых корпускул, из которых они состоят. Исаак Ньютон (1643–1727) писал о строении *кристаллов* в сочинении «Оптика» (1704): «...нельзя ли предположить, что при образовании... *кристалла* частицы не только установились в строй и ряды, застывая в правильных фигурах, но также посредством некоторой полярной способности повернули свои

одинаковые стороны в одинаковом направлении». Далее он заключил: «из сцепления частиц *кристалла* о том, что они притягивают одна другую некоторой силой, которая очень велика при непосредственном соприкосновении и производит на малых расстояниях химические действия, но не простирается со значительным действием на большие расстояния». Французский физик Пьер Гассенди (1592–1655) впервые предположил, что в *кристаллах* отражается форма атомов твердого вещества, и они растут послойным наложением этих атомов. Шотландский врач и химик В. Дависсон в 1630 г. подчеркнул зависимость наружной формы выделяющихся многогранников от химического состава, а также постоянство определенной формы *кристаллов* для одного и того же соединения. По мнению иальянца Доменико Гуглиельмиви (1655–1710) *кристаллы* квасцов, часто образующие октаэдрические формы, состоят из маленьких октаэдров, расположенных параллельно друг другу и образующих жесткий каркас с пустыми промежутками между ними. Шведский химик и минералог Торберн Боргман (1735–1784) считал, что все *кристаллы* построены из одинаковых исходных форм [5, 22] .

Французские ученые Жан Ромэ-де-Лиль (1736–1790) и Рене Жюст Гаюи (1743–1822) подтвердили закон постоянства гранных углов Н. Стенона (1669), рациональных отношений параметров. Они же ввели в науку о *кристаллах* идеи симметрии, ставшими основой современной кристаллографии [41]. Наблюдая за спайностью *кристаллов* (т.е., за сложением каждого *кристалла*, из совокупности мельчайших параллелепипедов, равных между собой и смежных по граням), Гаюи сделал вывод близкий к возникшей позже и теории решетчатого строения *кристаллов*. Такие параллелепипеды Гаюи считал «ядрами», или «интегрирующими молекулами» *кристалла* (рис. 1). В науку вошел закон Гаюи, согласно которому каждому химически однородному веществу соответствует группа кристаллических форм, характерная именно для данного вещества, так что одинаковость и неодинаковость двух веществ можно установить уже по форме *кристаллов*. Из этого закона вытекает положение о том, что кристаллическое строение вещества зависит от химического состава и что изменение химического состава влечет за собой изменение строения *кристалла* [5].

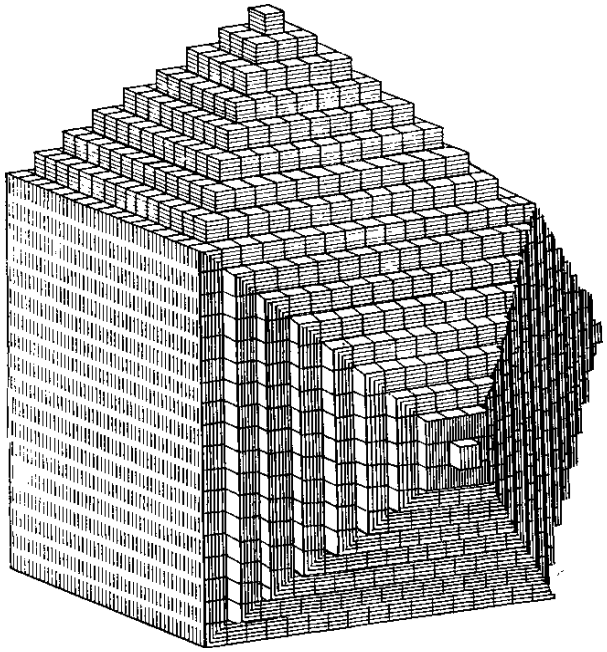


Рис. 1. Построение ромбододекаэдра из кубических интегрирующих молекул, по Р.Ж. Гаюи, 1783 (цит. по 36)

Немецкий химик и кристаллограф Эйльгард Митчерлих (1794–1863) в 1819 г. открыл явление изоморфизма, а в 1821 г. – полиморфизма. «Кристаллизуя из водного раствора кислые соли фосфорной и мышьяковой кислот (KH_2P0_4, KH_2As0_4, $NH_4H_2P0_4$), он обнаружил, что различные по составу вещества, построенные, правда, из одинакового числа атомов, дают *кристаллы* почти одинаковой формы. Он назвал это свойство «изоморфизмом» (равноформенностью)». Минералог И.Н. Фукс (1774–1856) в 1815 г. ввел представление о «замещающем элементе», считая, например, железо заместителем кальция в составе геленита. Э. Митчерлих впервые ввел также понятие о группах изоморфных элементов, что в последствии привело к разработке изоморфных рядов [36]. В 1821 г. Э. Митчерлих доказал экспериментальным путем (на примере фосфорнокислого натрия) явление полимор-

физма – существование различных кристаллических форм одного и того же вещества, а в 1823 г. получил моноклинную серу кристаллизацией из расплава, а затем и ромбическую серу путем ее перекристаллизации в органических растворителях. Он же установил несколько кристаллических разновидностей фосфора и пришел к убеждению о существовании нового явления, которое Гайдингер назвал «диморфизмом», «триморфизмом», «тетраморфизмом» В пятидесятых годах девятнадцатого века по предложению Я. Берцелиуса был введен термин «полиморфизм» (многоформенность), а полиморфизм химических элементов он предложил называть аллотропией [46]. Согласно закону Э. Митчерлиха образование смешанных *кристаллов* (изоморфных смесей) двумя соединениями возможно лишь тогда, когда они имеют аналогичный состав, и, наоборот, из существования изоморфизма можно заключить, что откристаллизовавшиеся вещества аналогичны по составу.

В 1849 г. Т. Шерер вводит понятие сложного «полимерного» изоморфизма, имея в виду случаи замещения одного атома в кристаллической структуре несколькими другими, что много позже будет объяснено необходимостью электростатической компенсации валентности. Позже (1865, 1871) австрийский минералог Г. Чермак сформулировал понятие о гетеровалентном изоморфизме [40, 41, 42].

Это направление было развито в студенческой диссертации Дмитрия Ивановича Менделеева (1834–1907) «Изоморфизм в связи с другими отношениями кристаллической формы к составу» (1855–1856). В ней подчеркнуто, что «Труды Митчерлиха привели в одно стройное целое всю общность сведений о согласии кристаллической формы и химического состава». По Д. И. Менделееву, «изоморфизм стал сходством форм по причине одинаковости объема атомных сфер», кроме того «многие изоморфные тела имеют близкие удельные объемы только потому, что они сходственны между собой (по составу и свойствам)» (положение 18 магистерской диссертации «Об удельных объемах»). Важным его наблюдением явилось и то, что «при изоморфном, или ему подобном, замещении удельный объем изменяется очень мало» (положение 29).

Луи Пастер (1822–1893) провел ряд исследований в области диморфизма и изоморфизма. В 1847 г. он экспериментально получил полиморфные разновидности окислов мышьяка и сурьмы и доказал их изоморфизм. В 1848 г. Пастер опубликовал свою работу «Об отношении, которое может существовать между кристаллической формой и химическим составом, а также о причине вращения плоскости поляризации». В них изложено крупнейшее открытие Пастера о молекулярной дисимметрии, которое он сделал, изучая правые и левые *кристаллы* винной кислоты [47]. Он объяснил структурную природу изомерии молекул, а также обнаружил принципиальное различие в дисимметрии *кристаллов* неорганического и органического происхождения: первые всегда имеют равное количество правых и левых форм, вторые – преимущественно одну из форм (обычно – левую).

Эти открытия существенно изменили современные взгляды на законы Гаюи о том, что каждому химическому веществу соответствует характерная только для него кристаллическая форма.

В 1836 г. было описано явление *эпитаксии* – нарастание кубических *кристаллов* йодистого калия на плоскости спайности слюды. М.Л. Франкенгейм (1835) четко сформулировал два положения: 1) твердое тело состоит из частиц, отделенных друг от друга промежутками; 2) в кристаллических телах частицы расположены полностью симметрично друг относительно друга. Французский минералог и кристаллограф Габриэль Делафос (1796–1878) ввел представление о кристаллических решетках. В 1850 г. французский кристаллограф Огюст Браве (1811–1863) с узлами этих решеток связал центры молекул кристаллических тел. Он ввел представление о ретикулярной плотности грани как о числе узлов, содержащихся в единице ее поверхности, а также сформулировал закон, носящий его имя: грани, наиболее часто образующиеся на *кристалле* в процессе кристаллизации, обладают наиболее значительными ретикулярными плотностями. Благодаря работам этого ученого развилось направление исследований *сингоний*. *Сингóния* (от греч. σύν, «согласно, вместе», и γωνία, «угол» – дословно «сходноугольность») – одно из подразделений *кристаллов* по признаку симметрии их элементарной ячейки при одинаковых системах координатных осей. Существует 6 различных *сингоний*, которые разделены на

три (низшую, среднюю и высшую) категории, в которых рассматривается 230 групп *кристаллов* [49].

В 1890 г. великий русский кристаллограф Евграф Степанович Федоров (1853–1919) и почти одновременно и независимо от него немецкий математик Артур Шенфлис (1853–1928) вывели 230 пространственных групп – 230 геометрических законов, которым должно подчиняться расположение частиц в кристаллических структурах [8]. Через два десятилетия с появлением рентгеноструктурного анализа были подтверждены основные положения федоровской теории структуры *кристаллов*. В 1893 г. выходит «Физическая химия кристаллов» Андрея Еремеевича Арцруни (1847–1898), где Арцруни установил изоморфные ряды химических элементов, следуя по пути, намеченному ранее Э. Митчерлихом и Д.И. Менделеевым [52]. По мнению В.И. Вернадского, «эта работа является монументальным памятником совершенно исключительного владения печатным материалом». В период своей работы в Московском университете, с 1890 по 1911 г., В.И. Вернадский (1863–1945) при вступлении в 1890 г. в должность приват-доцента произнес речь «О полиморфизме как всеобщем свойстве материи». В работах 1908–1910 гг. он вслед за П. Кюри обращает внимание на роль поверхностной энергии *кристалла* [2]. В 1910 г. В.И. Вернадский выступает со знаменитой речью «О парагенезисе химических элементов», в которой дает свои ряды изоморфных элементов, обращая особое внимание на их зависимость от температуры и давления [36].

Новую эпоху в изучении строения кристаллического вещества открыло обнаружение в 1912 г. немецким физиком Максом Лауэ (1879–1960) и учениками А. Зоммерфельда П. Книппингом и В. Фридрихом дифракции рентгеновских лучей кристаллической «решёткой». В 1912 г. Вильям Лоуренс Брэгг (1890–1972) в Англии установил, что симметрия рентгеновского снимка соответствует симметрии *кристалла*. Был опубликован закон отражения рентгеновских лучей атомными плоскостями, известный теперь как формула Брэгга–Вульфа [42]. Создатель первого рентгеновского спектрометра, отец и соавтор В.Л. Брэгга, Вильям Генри Брэгг (1862–1942), смог сказать, что теперь «стала доступной рассмотрению архитектура *кристаллов*. В.Л. Брэгг предложил первую систему эффективных радиусов атомов и

возродил электрохимическую теорию Я. Берцелиуса (1818), предложив модель, согласно которой электронные оболочки атомов приобретают в *кристаллах* конфигурацию соседнего инертного газа и при этом электроположительные атомы отдают свои валентные электроны, заряжаясь положительно, а электроотрицательные атомы принимают их, заряжаясь отрицательно. Поэтому можно было ожидать, что анионы должны быть крупнее катионов. В 1927 г. американский химик и кристаллохимик Лайнус Полинг вывел систему радиусов ионов теоретически на основе квантовой механики атома и рентгеноструктурных данных [30]. Эффективные ионные радиусы описывают ионы как жесткие недеформируемые сферы, силовое поле вокруг которых имеет центральную симметрию. Если ион находится в позиции, не обладающей центром симметрии, или подвергается односторонним внешним воздействиям, то должна происходить деформация электронных оболочек иона. К. Фаянс в 1927 г. указал на укорочение межатомных расстояний при сильной поляризуемости ионов; а Ф. Гунд объяснил образование молекулярных и слоистых структур у соединений с сильно поляризующимся анионом понижением энергии решетки за счет энергии поляризации аниона, находящегося в таких структурах в низкосимметричном окружении [53].

В.М. Гольдшмидт в своих работах (1925–1932) на основе концепции ионных радиусов установил правила распределения химических элементов в процессах кристаллизации, а также дал формулировку основного закона кристаллохимии: структура *кристалла* определяется числом его структурных единиц, соотношением их размеров и их поляризационными свойствами. В 1928 г. Л. Полинг вводит принцип максимального перекрывания валентных орбиталей, представление о валентном состоянии атома и гибридизации его валентных орбиталей. Теоретические построения В.М. Гольдшмидта и Л. Полинга базировались на энергетическом фундаменте, на принципе минимума потенциальной энергии сцепления частиц в *кристалле* [5, 30]. Энергетический подход к структуре и свойствам *кристалла* получил развитие в кристаллохимических трудах геохимика и минералога А.Е. Ферсмана (1883–1945). Он разделил энергию решетки на аддитивные характеристики ионов – энергетические коэффици-

енты. Ферсман указал на особое значение диагональных направлений в таблице Менделеева, вдоль которых относительно мало изменяются эффективные размеры атомов и ионов. Это положение известно сейчас под названием «закона диагоналей Гольдшмидта–Ферсмана». А.Е. Ферсман заключил, что «представление о сферических полях действия атомов и ионов есть лишь первое приближение к истине; по всей вероятности, эти поля частично полярны и анизотропны, подобно самой кристаллической постройке, и, вероятно, в будущем придется говорить о стереохимии не только соединений, но и самих атомов» [49, 55].

Метод кристаллизации как способ исследования стал бурно развиваться с начала 19 века, когда Т.Е. Ловиц (1757–1804) предложил способ «выветренных налетов солей». Свыше 200 лет назад член Российской академии наук Т.Е. Ловиц, впервые приготовивший ледяную уксусную кислоту, показал, что она, будучи охлаждена значительно ниже температуры плавления (16,7^{o}C), остается жидкой неопределенно долго, но стоит внести затравку (*кристаллы* той же уксусной кислоты), как происходит затвердевание массы вследствие быстрой массовой кристаллизации. В 1798 г., занимаясь изучением кристаллизации растворов солей, Ловиц применил микроскоп и пришел к выводу, что микроскопическое исследование формы *кристаллов* может быть использовано для быстрого анализа солей. Тем самым он положил начало весьма ценному микрохимическому анализу, получившему широкое распространение лишь через 100 лет после его вывода. Открытия Ловица в области процессов кристаллизации, которые до сих пор являются предметом внимательного изучения, изложенные им еще в 1794 г. в статье «Заметки о кристаллизации солей и сообщение о надежном средстве получения правильных кристаллов», впоследствии приписывались различным иностранным ученым [58].

Кристаллография определила своим предметом – *кристаллы*, а специфическим методом – оценку симметрии. Эта наука опиралась на математику, физику и химию, в 20 веке накопила данные об общности ряда законов кристаллизации, свойственных для органического и неорганического мира. Начались широкие исследования неорганических кристаллических и жид-

кокристаллических материалов, являющихся упрощенными моделями органического мира [13,57].

В 1888 г. О. Леманом были открыты структуры *жидких кристаллов* (ЖК) некоторых органических веществ, молекулы в которых расположены не хаотично, а частично упорядочены. ЖК стали интенсивно исследоваться и уже накоплен существенный запас знаний в понимание законов строения этих важных для современной технологии, биологии и физиологии веществ. БЖ человеческого организма, как и любого другого животного организма обладают основными свойствами ЖК, что проявляется при их исследовании различными способами, включая тезиографические. Очевидно, что сегодня прогресс и развитие ряда отраслей науки и техники, биологии, физиологии и медицины немыслимы без развития исследований в области ЖК. Функционирование клеток крови, клеточных мембран и ДНК, передача нервных импульсов, работа мышц, формирование различных патологических процессов – далеко не полный перечень процессов, протекающих в жидкокристаллической самоорганизующейся фазе, обладающей высокой молекулярной подвижностью. Основные представления о текстурах ЖК ныне получают из исследований при помощи поляризационного микроскопа. Но в эру высоких технологий возникают вопросы, связанные со структурными особенностями ЖК на более глубоком уровне, то есть на уровне наноразмеров. Методом исследования на этом уровне становится сканирующая зондовая микроскопия. Проведенные исследования с использованием этого вида микроскопии и современного математического анализа (1D вейвлет-преобразования и др.) позволили изучить кластерные структуры различных ЖК, имеющих различную конфигурацию.

Свойства ЖК обусловили формирование специфичной по строению фации крови и других БЖ – своеобразной стеклообразной структуры. Оказалось, что структура биомолекул в стеклообразном состоянии не всегда является адекватной структуре исходного ЖК. Это зависит от условий фазового перехода, в результате которого кристаллизация может сопровождаться появлением дефектных структур, что определяет стеклообразное состояние как неравновесное [23]. Получило подтверждение предсказание Л.Д. Ландау и Е.М. Лифшица, что в таких, прак-

тически двумерных слоях, образуется множество разнообразных нанокластеров, имеющих правильную геометрию близкую к геометрии твердых *кристаллов*: хат-структуры, пирамиды и рафт-структуры, конусы и пулы, причем в пулах и рафт-структурах могут спонтанно возникать модулированные страйп-структуры и точечные топологические дефекты (рис. 2).

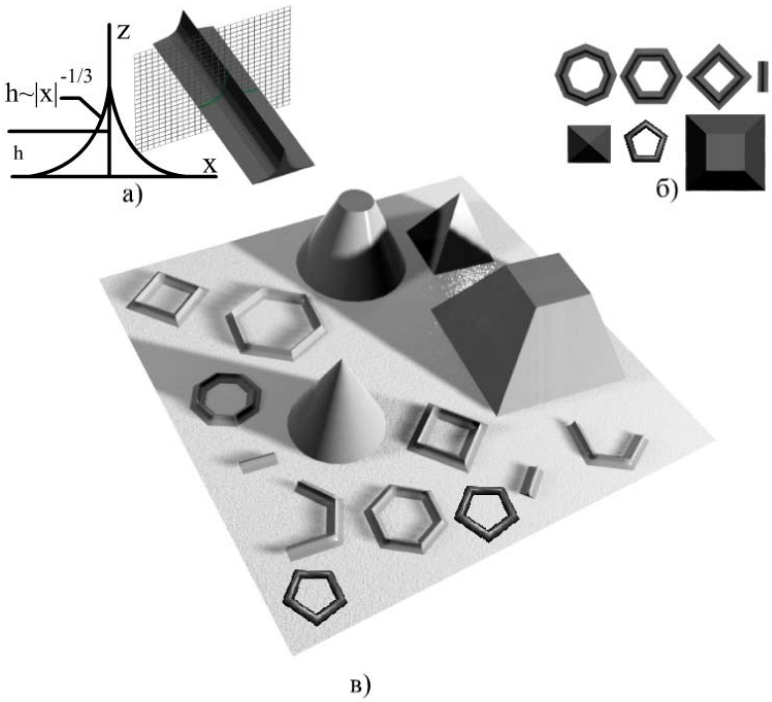


Рис. 2. Примеры нанокластеров, наблюдаемых в нанослоях ЖК: а) хат-кластер и его разрез (слева); б) двухмерное изображение рафт-, хат- и конусообразных кластеров и нанопирамид; в) реальная ориентация различных кластеров на подложке (фото Гирфановой Ф.М., 2007) [6].

ТЗГ БЖ представляет собой комплексную структуру – *биокристаллоиды* (или *кристаллиты,* по определению Финеана). Многочисленными отечественными исследованиями установлено, что это химеры из *кристаллов* и околокристаллической среды, а также собственно *кристаллы* солей биологических сред, сформировавшихся после дегидратации БЖ вследствие испарения воды [1]. В начале 21 века было показано, что многокомпонентные БЖ, как и растворы солей в процессе дегидратации претерпевают ряд закономерных изменений по типу информационных паттернов *самоорганизации* и структурирования.

Начиная с сороковых годов прошлого столетия появились попытки использовать тезиографию крови для диагностики заболеваний. Болен впервые установил различия в ТЗГ крови здоровых людей и больных раком. Такое исследование получило название теста Болена [31].

A. Selawri-Lippold в 1952 г. были проведены тезиографические исследования цельной крови 500 больных раком разной локализации. В 85 % случаев был установлен ряд однотипных канцероматозных изменений в картине *кристаллов* в виде характерных поперечных форм и наслоений одних кристаллических форм на другие. Автор полагал, что с помощью данного метода возможны не только определение канцероматозного процесса, но и диагностика органной локализации рака [12]. Дальнейшие исследования кристаллизация БЖ, показали, что тезиография является неким ключом изменчивых связей между самими биологическими средами, органами и системами организма. Однако глубокое изучение механизмов кристаллизации БЖ до сих пор сдерживается отсутствием систематизации и одних и тех же элементов, формирующихся в ТЗГ-препаратах. В медицинской и биологической практике при изучении сыворотки крови людей до сих пор можно встретить описания основных и дополнительных структур кристаллизации в виде морщин, бляшек, языков, ядер, спиралей и т.д. Во многих публикациях медицинские и биологические описания кристаллизации БЖ нередко страдают аллегоричностью, тогда как физики и кристаллографы давно пользуются в отношении кристаллизации из раствора установившимися терминами и научными дефинициями [20]. Тезиографический метод обладает значительной чувст-

вительностью и поэтому нашел широкое применение сначала в практике судебно-химического анализа, а затем и в медицине.

В начале XIX века выдающимся немецким ученым-философом Р.Штейнером впервые было предложено использовать способность некоторых водных растворов к образованию *кристаллов* для оценки энергоинформационной субстанции биологических объектов, в частности, «эфирного тела» растений. Данная методика была детально разработана E. Pfeifer. Опытный наблюдатель при визуальной оценке образованных *кристаллов* мог сказать, к какому типу вещества принадлежит исследуемая субстанция, добавленная к раствору соли, и даже сказать, из какой части растения она взята [12]. Визуальное исследование и описание свойств *кристаллов* БЖ – тезиографические исследования – в последующие годы привлекли внимание большого числа биологов и медиков как перспективное направление для выявления и идентификации заболеваний человека, животных и растений [10]. Начиная с 1972 г. в течение почти 30 лет в нашей группе врачей и научных работников проводились экспериментальные исследования специфических тезиографических структур различных биологических жидкостей [43].

Были установлены типичные ТЗГ для БЖ различных видов животных и человека [15, 17]. Показана высокая чувствительность СТС плазмы и сыворотки крови биообъектов к воздействию ряда физических и химических факторов [15, 16].

В настоящее время интерес к тезиографическим исследованиям БЖ проявляют не только биологи, но и представители точных и фундаментальных наук, что обусловлено широкими перспективами разработки новых способов диагностики заболеваний человека и животных, получения новых материалов, необходимых промышленности, новыми перспективами исследования закономерностей наномира. Стало понятно, что при кристаллизации самых разных БЖ реализуются сложные процессы, в числе которых – высокоселективный химический процесс, являющийся проявлением одной из эффективных природных нанотехнологий (кристаллизации–растворения). Появление и развитие микроскопии, а, в последние десятилетия, электронно-оптических аналитических систем открыло новые возможности оценки кристаллизации БЖ в препаратах-подложках.

Характерной чертой ТЗГ являются *дендриты – кристаллы*, напоминающие ветки деревьев или папортника. Процесс дендритной кристаллизации солей изучали А.В. Шубников (1947), Д.Д. Саратовкин (1953), Д.К. Чернов (1954), Ю.А. Тильман (1964). Большое внимание отечественные и зарубежные ученые уделяют кристаллооптическому анализу фармацевтических препаратов: алкалоидов, антибиотиков, барбитуратов, антигистаминных средств и др. [66]. С конца прошлого века стали исследоваться механизмы образования *дендритов* [34, 44] с привлечением для моделирования их роста стохастических (не детерминированных) «случайных» процессов, по типу «броуновских фракталов». Оказалось, что в природных и «рукотворных» нанотехнологиях *фракталы* играют важную роль, поскольку из-за своей иерархической *самоорганизации* многие наносистемы обладают нецелочисленной размерностью, то есть являются по своей геометрической, физико-химической или функциональной природе *фракталами*. Получив примеры химических фрактальных систем ученые научились синтезировать искусственные молекулы регулярных и жидкокристаллических дендримеров (от *dendritic* – ветвящийся), которые обладают строго определённой молекулярной массой, состоят из суперразветвлённых молекул, имеют особые гидродинамические, электрические и информационные свойства. Выяснено, что универсальный принцип фрактальности (самоподобной, скейлинговой структуры) является отражением иерархичности построения многочисленных наносистем из водных и других растворов. Это уже в конце двадцатого века дало возможность не только получать дендритные *фракталы* различных неметаллов и металлов, но и использовать запечатленную в них информацию на практике (пример – энерго-информационные матрицы на основе *кристаллов* меди (рис. 3).

А Б

Рис. 3. Примеры дендритных кристаллов (фракталов) А Б
А – дендритный фрактал, полученный электроосаждением меди из раствора сульфата меди (фото из http://www.nanometer.ru/)
Б – энергоинформационная матрица (гармонизатор В.А. Муромцева) на основе дендритыхкристаллов меди

В это же время обнаружено, что флуктуационный характер процесса кристаллизации и механизма роста граней не позволяет быть абсолютно гладкой границе *кристаллов* с переохлажденным раствором. Она, наоборот, характеризуется наличием некоторых выступов. Кристаллизация сопровождается выделением тепла, а у кончика этого выступа температура ниже, а степень пересыщения выше, чем у основания дендрита. Поэтому выступ удлиняется и становится заостренным. Рост плоскости у его основания в это время тормозится из-за выделения скрытой теплоты таким эллипсоидом. Поэтому другие остроконечные выступы формируются на расстояниях, определяемых радиусом зоны действия первого отростка. Эта закономерность много раз повторяется, и в результате вырастают ряды остроконечных отростков. Так как их боковой рост задерживается благодаря выделению скрытой теплоты плавления в соседних отростках, они распространяются преимущественно перпендикулярно поверхности раздела. Подобным образом объяснялось ветвление *денд-*

ритов и образование его фрактальной структуры. Первично образовавшийся выступ находится в зоне температурной инверсии, поэтому создается неустойчивость и неравномерность радиального роста приблизительно цилиндрического (а на большом увеличении – конического) первичного выступа. Благодаря этому через промежутки, длина которых определяется количеством выделяющейся в ответвлениях скрытой теплоты, возникают ряды новых отростков. Процесс расчленения продолжается до тех пор, пока переохлаждение не станет недостаточным для развития неровностей на поверхности раздела в ответвляющие отростки.

Изучение процесса образования кристаллизационных структур стало использоваться в клинической медицине для объективной оценки эффективности применяемого лечения и для уточнения патогенетической сущности заболевания. Вначале внимание врачей было приковано к процессу кристаллизации простым кристаллообразующим веществам (хлорид меди, сернокислый и солянокислый аммоний). Данные вещества выполняют функцию центров, вокруг которых происходит кристаллизация. Ее характер определяется химическим составом, физическими свойствами БЖ, которые могут изменяться в весьма широких пределах при разнообразных физиологических сдвигах и особенно патологических состояниях организма [66]. В настоящее время учеными разных специальностей рассматриваются и другие механизмы образования *дендритов* в растворах и БЖ, включая субатомарный и атомарный уровень организации материи.

В медико-биологических исследованиях российских ученых тезиографические исследования крови и других БЖ тесно переплетаются с кристаллохимическими и кристаллофизическими исследованиями сложнокомпонентных структур. Физики, химики, биологи, специалисты в области микроскопии, спектрофотометрии и других видов анализа материалов решают проблемы самоорганизации ТЗГ, вихреобразования в них, формирования дендритных и истинных *кристаллов*, кристаллоидных образований, оценивают пределы морфологической устойчивости СТС, формирующихся из сложных растворов. Большой интерес проявляется к влиянию внешних факторов среды на характер фрактализации и самоорганизации ТЗГ, на их изменения при различных заболеваниях чело-

века, животных и растений [39, 54, 59]. Большое внимание уделяется механизмам влияния воды на морфологию ТЗГ, учитывая ее участие в процессах растворения, кристаллизации и передачи специфической информации о внешних воздействиях в биологических жидкостях и тканях [7, 17, 25], включая электромагнитные поля и другие факторы внешней среды [18, 48].

Литература к главе 1

1. Белевитин А.Б., Кидалов В.Н., Макеев Б.Л., Чечеткин А.В. и др. Возможности тезиографии препаратов крови и других биологических жидкостей // Вестник Международной академии.– № 12 (30).– СПб, 2008.– С. 33–47.

2. Вернадский В.И. Андрей Еремеевич Арцруни // Вернадский В.И. Очерки и речи. – П., 1922.

3. Вернадский В.И. Основы кристаллографии. – М., 1903.– 345 с.

4. Гаврильчак И.Н., Игнатьев В.В., Кидалов В.Н, Рымкевич П.П, Соловьев В.Н., Хадарцев А.А. О формообразовании эритроцитов в потоке крови // ВНМТ.– 2006.– Т. 13, № 1.– С. 6–9.

5. Гольдшмидт В.М. Кристаллохимия.– Л., 1937.– 60 с.

6. Гирфанова Ф.М. Исследование термодинамически стабильных состояний в тонких пленках нематического жидкого кристалла методом атомно-силовой микроскопии: Автореф. дис. … к.ф-м.н.– Уфа, 2007.– 24 с.

7. Гирфанова Ф.М., Мальцев И.С., Чувыров А.Н. Топологические дефекты в нанопулах НЖК // Сб. тез. Студенческой научной конференции.– Уфа: РИО БашГУ, 2007.– С. 43.

8. Евграф Степанович Федоров. Переписка. Неизданные и малоизвестные работы.– М.: Наука, 1991.– 319 с.

9. Егоров-Тисменко Е.К. Кристаллография и кристаллохимия.– М.: МО РФ, КД Университ, 2006.– 592 с.

10. Жданова О.Б., Мартусевич А.К. Кристаллографические методы исследования биожидкостей в подборе гомеопатических препаратов при лечении гельминтозов мелких животных: Методические указания.– Киров: Вятская ГСХА, 2006.– 43 с.

11. Иванов В.Н. Словарь-справочник по литейному производству.– М.: Машиностроение, 1990.– 384 с.

12. Карачунский А.И. Острый лимфобластный лейкоз у детей. Лекции по актуальным проблемам педиатрии / Под редакцией В.Ф. Демина, С.О. Ключникова.– Москва, РГМУ, 2000.– С. 245.

13. Кафаров В.В. Системный анализ процессов химической технологии. Процессы массовой кристаллизации из растворов и газовой фазы.– М., 1983.– 369 с.

14. Калликштейн Д.Б., Мороз Л.А., Черняков В.Л. Значение тезиографического метода исследования мочи // Лабораторное дело.– 1981.– Т. 32.– С. 79–81.

15. Кидалов В.Н., Лысак В.Ф., Бубнов В.А. Видовые особенности тезиограммы сыворотки крови человека и лабораторных животных // Проблемы донозологической гигиенической диагностики: Матер. Науч. конф. (23–25 мая 1989).– Л.: АН СССР: Наука, 1989.– С. 76–78.

16. Кидалов В.Н., Лысак В.Ф. Способ оценки тяжести интоксикации этанолом по тезиограмме белков сыворотки крови // Изобретательство и рационализация в медицине и медицинской промышленности: Тез. докл. конф.– Л.: Лен.обл. совет ВОИР и др., 1989.– С. 54–57.

17. Кидалов В.Н., Лысак В.Ф. Новый способ оценки тезиограммы биологических жидкостей в эксперименте // Усовершенствование методов, аппаратуры, применяемых в учебном процессе. Медико-биологических исследованиях и клинической практике: Сборник изобретений и рац. предложений.– Л.: ВМедА, 1989.– Вып. 20.– С. 66.

18. Кидалов В.Н., Макеев Б.Л. Способ определения индивидуальной магниточувствительности человека // Усовершенствование методов, аппаратуры, применяемых в учебном процессе. Медико-биологических исследованиях и клинической практике: Сборник изобретений и рац. предложений.– Л.: ВМедА, 1995.– Вып. 26.– С. 42.

19. Кидалов В.Н., Муромцев В.А., Куликов В.Е.Информационное значение тезиографических исследований биологических жидкостей // Международный информационный бюллетень: «Международная академия».– 1999.– № 10–12.– С. 104–107.

20. Кидалов В.Н., Хадарцев А.А., Багаутдинов Ш.М., Чечеткин А.В. Постоянство непостоянного в тезиограммах препаратов крови и стандартизация исследований кристаллизации биологических жидкостей) // Вестник новых медицинских технологий.– 2008.– Т. XV, № 4.– С. 9–15.

21. Кидяров Б.И. Кинетика образования кристаллов из жидкой фазы.– Новосибирск, 1979.– 187 с.

22. Китайгородский А.И. Органическая кристаллохимия.– М.: Изд-во АН СССР, 1955.– 588 с.

23. Куватов З.Х., Гирфанова Ф.М. АСМ – исследования холестерического жидкого кристалла в стеклообразном состоянии // Вестник БашГУ.– Уфа, 2005.– № 2.– С. 27–29.

24. Ловиц Т.Е. Показание нового способа испытывать соли // Технологический журнал.– 1804.– Т. 1.– часть III.– С. 23–41.

25. Лосев К.С. Вода.– Л.: Гидрометеоиздат, 1989.– 272 с.

26. Мелихов И.В., Меркулова М.С. Сокристаллизация.– М., 1975.– 212 с.

27. Мецлер Д. Биохимия. Химические реакции в живой клетке.– М.: Мир, 1980.– Том 1.– 318 с.

28. Несмеянов Н.А., Несмеянов И.А., Несмеянов А.А. Свойство клеточных структур перемещать растворы окружающей среды // Диплом на открытие № 316.– М., РАЕН, 2006.

29. Нефедов Е.И., Протопопов А.А., Хадарцев А.А. и др. Биофизика полей и излучений и биоинформатика. Ч. 1. Физико-биологические основы информационных процессов в живом веществе. Под ред. А.А. Яшина. Тула: Изд-во Тульск. гос. ун-та, 1998. – 333 с.

30. Полинг Л. Общая химия.– М., 1974.– 845 с.

31. Сергель О.С., Адамян А.А., Качков А.П. О значении капли Болена в диагностике рака легкого // Экспериментальная хирургия и анестезиология.– 1970.– № 3.– С. 12–13.

32. Тарусинов Г.А. Кристаллографическое исследование мочи в диагностике идифференциальной диагностике диффузных заболеваний соединительной ткани // Педиатрия.– 1994.– № 1.– С. 55–58.

33. Тодес О.М., Себалло В.А., Гольцикер А.Д. Массовая кристаллизация из растворов.– Л., 1984.– 192 с.

34. Третьяков Ю.Д. Дендриты, фракталы и материалы // СОЖ.– 1998.– № 11.– С. 96–102.

35. Урусов В.С. Теоретическая кристаллохимия.– М.: Изд-во МГУ, 1987.– 275 с.

36. Урусов В.С. Современный взгляд на значение ранних работ В.И. Вернадского по кристаллографии и кристаллохимии // Геохимия.– 1983.– № 3.– С. 323–333.

37. Флинт Е.Е. Начала кристаллографии.– М., 1952.– 224 с.

38. Хадарцев А.А., Купеев В.Г., Зилов В.Г., Морозов В.Н., Тутаева Е.С. Диагностические и лечебно-восстановительные технологии при сочетанной патологии внутренних органов и систем: Монография / Под ред. А.А. Хадарцева.– Тула: Тульский полиграфист, 2003.– 172 с.

39. Шабалин В.Н., Шатохина С.Н., Шумский В.М. К истории кристаллографических исследований в медицине // Кристаллографические методы исследования в медицине: Сборник научных трудов 1 Всерос. науч.-практ. конференции.– М.: МОНИКИ, 1997.– С. 7–11.

40. Шафрановский И.И. История кристаллографии с древнейших времен до начала XIX столетия.– Л.: Наука, Ленингр. отд-ние, 1978.– 295 с.

41. Шафрановский И.И. История кристаллографии, XIX век.– Л., 1980.– 320 с.

42. Шубников А.В. У истоков кристаллографии.– М., 1973.– 51 с.
43. Якименко Б.И., Кидалов В.Н., Борисов В.А., Гончар В.И. и др. О возможности регистрации иммунологических процессов с помощью тезиографии // Актуальные вопросы иммунодиагностики и иммунорегуляции.– Таллин, 1982.– С. 102–103.
44. Tomalia D.A. Dendrimer Molecules // Sci. Amer. 1995. May. P. 42 – 46.
45. http://cryst.geol.msu.ru/entrant/
46. http://arrt.ru/page.php?id=19527&i=3
47. http://www.gamaleya.ru/content/lib/achievement_history/short_history/
48. http://him.1september.ru/articlef.php?ID=200701401
49. http://ru.wikipedia.org/
50. http://arrt.ru/page.php?id=19527&i=3
51. http://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%9A%D1%80%D0%B8%D1.
52. http://encbook.ru/content104480/
53. http://www.niistali.ru/article/system.pdf
54. http://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%98%D0%B7%D0%BE%D0
55. http://dic.academic.ru/dic.nsf/enc_biography/28943
56. http://cryst.geol.msu.ru/entrant/
57. http://www.scenar.com.ru/science/sborniki/pdf/shac_8.pdf.
58. http://him.1september.ru/articlef.php?ID=200701401
59. http://www.wikiznanie.ru/ru-wz/index.php
60. http://www.vehi.net/brokgauz/all/001/1903.shtml
61. http://www.001.help-rus-student.ru/text/155.htm
62. http://ru.wikipedia.org/wiki
63. http://www.edudic.ru/bes/72324/
64. http://felixfelix.mylivepage.ru/forum/40/76
65. http://zahav.elementy.ru/trefil/21105?context=2044
66. http://www.icompas.ru/compas/kristallografia/#mod_2

Глава 2

РОЛЬ ВОДЫ В ОРГАНИЗМЕ, ПРОЦЕССАХ КРИСТАЛЛИЗАЦИИ И ФОРМИРОВАНИИ ТЕЗИОГРАММ БИОЛОГИЧЕСКИХ ЖИДКОСТЕЙ

На планете Земля большая часть воды находится в виде паров в земной атмосфере. Жидкая вода занимает 70 % земной поверхности в виде огромных масс снега и льда на вершинах гор и в полярных странах, в виде жидкости в океанах, озерах морях и реках. В недрах Земли вода пропитывает почву и горные породы. Гидросфера нашей планеты служит аккумулятором неорганического и органического вещества, привносимого в океан и другие водоемы реками, атмосферными потоками и образующего в самих водоемах. Круговорот воды в природе делает гидросферу планетарной транспортной системой в отношении катионов, анионов, разнообразных веществ и элементов [12].

Вода имеет большое значение в происхождении и жизни растений, животных и человека. Люди в течение всей жизни пользуются различными источниками питьевой воды. Каждый минеральный источник имеет свой собственный состав воды, отличается по запаху и кислотно-щелочному балансу. Вода ряда источников полезна при заболеваниях желудочно-кишечного тракта, суставов, сосудистой, мочевыделительной и других систем. С позиций пользы для здоровья природная вода с повышенным содержанием минеральных компонентов классифицируется на четыре группы: *минеральная лечебная* с общей минерализацией более 8 г/л; *минеральные лечебно-столовые воды* с общей минерализацией 2–8 г/л; *минеральные столовые воды* с минерализацией 1–2 г/л и *столовые воды* с минерализацией менее 1 г/л [22].

Вода составляет примерно 3/4 биомассы Земли, являясь самым простым химическим соединением, входящим в состав живых организмов. Около 2000 лет тому назад Авиценна пришёл к выводу о том, что многие болезни связаны с состоянием воды, которую потребляет человек. По данным ВОЗ, около 80 % всех

заболеваний имеют связь с употреблением некачественной питьевой воды. В развивающемся кризисе взаимоотношения человеческого сообщества и природной среды все большее значение приобретает истощение и загрязнение пресной воды, являющейся основой жизни на Земле. Миллионы людей страдают от недостатка качественной питьевой воды и от ее загрязнения. Земля становится «планетой оскверненных вод». Загрязняя реки, человек загрязняет и моря. В океанах концентрируется все, что извлекает из недр Земли и от чего потом стремится избавиться современное общество. Накапливаются негативные изменения Мирового океана – сложной сбалансированной системы, во многих отношениях определяющей единство геофизической среды нашей планеты. В океан стекают отходы жизнедеятельности современных производств. Стихийное водопользование в настоящее время тесно переплетено с проблемами экологии, экономики, социологии и культуры и становится ключевой проблемой современности [4, 10, 12].

Для настоящей книги определенный интерес представляет распределение в организме и функции воды, включая функцию растворения и кристаллизации. Вода составляет большую часть массы человека, а эмбрион состоит из воды на 95 %. Ткани теряют воду с возрастом. Содержание воды в различных тканях распределяется следующим образом: легкие, сердце и почки (80 %), скелетная мускулатура и мозг (75 %), кожа и печень (70 %), кости (20 %), жировая ткань (10 %). Отсюда следует, что у людей с преобладанием мышечной ткани над жировой, в организме содержится больше воды. В целом, у худых людей меньше жира и больше воды. У мужчин на воду приходится 60 %, у женщин – 50 % от массы тела. У пожилых людей больше жира и меньше мышц. В среднем в организме мужчин и женщин старше 60 лет содержится соответственно 50 % и 45 % воды.

Общее содержание воды в организме включает воду, находящуюся внутри и вне клеток. Общее содержание воды составляет 60 % массы тела, а клеточной и внутриклеточной жидкости – соответственно 40 % и 20 % массы тела. Внутриклеточная жидкость состоит как из интерстициальной (15 %), так и из внутрисосудистой (5 %) воды. Таким образом, у мужчины весом 70 кг общий объем воды – 42 л, клеточной жидкости – 28 л и

внутриклеточной жидкости – 14 л. Интерстициальная вода составляет 10,5 л и внутрисосудистая (плазма крови) – 3,5 л. Следовательно, две трети общего объема воды составляет клеточная жидкость и одна треть – внутриклеточная жидкость. В норме плазма крови состоит на 93 % из воды и на 7 % – из белков и липидов [23]. Бедны водой кости (20–30 %) и особенно жировая ткань (10–12 %). Для клеток организма вода представляет собой среду существования, поскольку в БЖ протекают все основные химические и биохимические процессы. В этих процессах велика роль воды как растворителя. У наземных животных не выражена способность запасать воду, хотя запас её все же существует в форме жиров, которые при окислении распадаются до воды и диоксида углерода с выделением энергии. Эта метаболическая вода способна поддерживать водный обмен некоторых обитателей пустыни, верблюдов, коз, овец в течение нескольких дней [18]. Ежесуточный обмен воды, потребляемой человеком 2,5–3,0 л. Для здоровья опасен избыток и недостаток воды. Так при потере воды на 5–8 % больше нормы, возникает мышечная слабость, головокружение, головная боль и др. явления. Потеря 10 % жидкости приводит к патологии обезвоживания, а потеря 15–20 % воды смертельно опасна. Локальный недостаток воды может вызывать в соответствующей анатомической структуре боль, сопровождается болевыми ощущениями от местного избытка воды (отёк). У животных и человека общий объем потребления жидкости регулируется сложными системами нейрогуморального контроля и особыми осмотическими рецепторами, расположенными в гипоталамусе, печени, сосудах мозга и других органах. К появлению жажды приводит повышение осмотического давления крови. Жажда нарастает по мере роста в ней концентрации ионов. Важный элемент водного обмена – секреция слюны. Высыхание ротовой полости – четкий сигнал дефицита воды. Животные часто пьют холодную воду природных водоемов, но ее всасывание в кровь происходит только после того, как температура воды в желудке и в кишечнике сравняется с температурой крови, на что уходит 5–10 минут. Рефлекторная деятельность нервной и эндокринной систем защищает организм от недостатка и избытка воды [4, 12].

Организм здорового человека поддерживает стабильный водно-солевой гомеостаз. Условия поддержания водно-солевого гомеостаза: 1) постоянство внутриклеточных и внеклеточных объемов, которое поддерживается водой и электролитами (*Na K Cl P* и белков); 2) постоянство *pH*. Постоянство внутренней среды включает понятия: *изоволемия* – постоянство объема внеклеточной жидкости, *изоосмия* – постоянство осмотического давления и *изогидрия* – активной реакции среды (*pH*). Поддержание *pH* обеспечивается буферными системами: внеклеточными (гемоглобиновая и бикарбонатная), внутриклеточными (фосфатная и белковая), физиологическими (дыхательная, выделительная и др.). В организме вода распределяется неравномерно: 1,27 % приходится на внеклеточное пространство: экстравазальная жидкость составляет 9–21 %, жидкость соединительной ткани – 4–5 %, костной – 4–5 %, интерстициальная – 10–12 %); интравазальная жидкость – 5–7 %, (жидкость кровеносных сосудов – 4–5 %, лимфатических сосудов – 1–2 %). На трансцеллюлярную жидкость приходится 1–2 % (жидкость плевральной, брюшной полости, суставов, ликвор, секреты желез). Вся внутриклеточная вода в масштабе организма составляет 33 % [32].

Клеточное вещество является сложным полифазным коллоидом, то есть представляет собой систему из двух несмешивающихся фаз. Одна из этих фаз структурно является цитоплазматическим матриксом и выполняет роль водной фазы с переходами от жидкого до твердого состояния, тогда как другая является мембранной системой и выполняет роль относительно жидкой фазы. Цитоплазма практически бесцветна, имеет характер раствора. В клетках обнаружено от 70 до 90 из 110 элементов, составляющих периодическую систему Д.И. Менделеева [24]. Приблизительно 40 биогенных элементов принимают участие в процессах обмена веществ и обладают выраженной биологической активностью. От избыточной воды защищают рефлексы на объем и осмотическое давление. Если осмотическое давление в крови падает ниже нормы, то это включает мочегонные стимулы. Водно-минеральный обмен во многом обеспечивается почками. Их активная деятельность обеспечивает также реабсорбцию ионов и необходимых организму органических веществ, аминокислот, глюкозы, пептидов, гормонов. За одну

минуту в почках человека образуется около 125 мл фильтрата плазмы крови, а в мочу из него выделяется лишь 1 мл жидкости. Остальная вода реабсорбируется и возвращается в кровоток. То же самое происходит и с другими полезными компонентами фильтрата. Вредные компоненты – аммоний, мочевина, мочевая кислота, нитраты и токсины и др., напротив, концентрируются. Введение избытка воды независимо от чувства жажды приводит к увеличению выделения воды в почечные канальца. В таких ситуациях вода становится не растворителем вредных веществ, а сама выделяется через почки. Обычно это результат блокады синтеза антидиуретического гормона гипофиза – вазопрессина. При этом происходит не очистка организма от токсинов, а избавление от токсической воды, и из организма выводится слабо концентрированная моча. Одновременно затрудняется реабсорбция полезных компонентов фильтрата крови, повышается артериальное давление.

По степени связанности вода организма делится на следующие виды:

– гидратационная (химически связанная вода);
– мобильная (свободная вода);
– иммобильная (полусвязанная вода).

Таблица 1

Содержание и распределение воды в организме человека в зависимости от возраста (в % от массы тела)

Возраст	Общая вода	Внутриклеточная вода	Вода вне клеток	
			межклеточная	в плазме
Новорожденный	75	35	35	5
До 1 года	70	35	30	5
1–10 лет	60-65	35-40	20-25	5
10–50 лет	55-60	40-45	15	5
> 50 лет	50-55	35-40	10	5

В связанном с молекулами белка состоянии находится 4–5 % воды. Это так называемая сольватная вода, которая образует гидратные оболочки вокруг белковых молекул, изолируя их друг от друга, и препятствуя их агрегации, а также связывается с некото-

рыми ионами, например $[Na(H_2O)_x]^+$ $[Cl(H_2O)_y]$-. Сольватная вода по своим химическим и физическим свойствам отличается от свободной воды. Так, например, она не растворяет солей, а замерзает при температуре, близкой к -40°С, 95 % воды находится в свободном состоянии и выполняет следующие функции:

– играет роль растворителя химических веществ, обволакивая их гидратной (водной) оболочкой, которая постепенно переходит в водную среду, происходит растворение вещества, скорость химической реакции при этом увеличивается;

– является средой протекания жизненно важных физико-химических процессов;

– включается в качестве активного компонента в некоторые ферментативные реакции (гидролиз, гидратация, дегидратация и др.);

– выполняет транспортные функции, благодаря низкой вязкости, подвижности, способности растворять органические и неорганические соединения обеспечивает приток веществ в клетку, удаление продуктов жизнедеятельности из неё;

– определяет тургорное давление клетки;

– благодаря высокой теплоёмкости и теплопроводности обеспечивает незначительные колебания температуры внутри клетки и равномерное распределение тепла по клетке и во всём организме, предохраняет его от перегревания;

– служит основой жидкостей, которые смачивают (смазывают) покровы там, где происходит трение одного органа о поверхность другого, например, в суставах;

– участвует в формировании клеточных структур.

Полусвязанная вода содержится в порах клеточных органоидов, между волокнистыми белковыми молекулами, между молекулами гликогена. При измельчении тканей она не вытекает, т.к. является растворителем и замерзает. Ведется широкая дискуссия об информационных свойствах воды [26, 31].

Основными водно-дисперсными системами организма человека являются кровь, слюна, лимфа, моча. Поступающая вода в организме распределяется между жидкостными средами следующим образом: около 60 % внутри клеток, ~15 % – в межклеточной жидкости, ~8 % содержится в составе крови и лимфы [28].

О норме потребления воды людьми разного возраста продолжаются дискуссии. Появление в 1990 г. рекомендаций об увеличении потребления воды потребовало экспериментальной проверки. Известно, что у детей к 5 годам кровоснабжение почек снижается почти на 50 %. При наличии болезней печени, почек и сердца излишняя вода становится опасной. Если уменьшается объем легких, то, соответственно, выделение воды при дыхании снижается [23]. С возрастом уменьшается общее число потовых желез, примерно с 2 млн. у молодых до 1 млн. у стариков. Все эти изменения могут вести к задержке воды в организме. Взрослому здоровому человеку требуется, по заключению ВОЗ, 30 мл жидкости на каждый килограмм веса тела сутки. Для тех, у кого сниженный вес или худоба, эксперты предлагают другую формулу: 100 мл на кг для первых 10 кг веса, 50 мл для следующих 10 кг и 15 мл на кг – для остального веса. Особенности физиологии водообмена в разном возрасте могут сказываться на способности БЖ к кристаллизации [13].

Свойства воды определяются ее структурой и химической формулой. Устоявшееся до сих пор представление следующим образом трактует строение молекулы *легкой воды*. По одним расчетам она имеет угловое строение; т.е. ее составные части образуют равнобедренный треугольник с основанием из двух протонов и с вершиной из ядра атома кислорода. Межъядерные расстояния *O–H* около 0,1 нм, расстояние между ядрами атомов водорода равно 0,15 нм. Из восьми электронов, составляющих внешний электронный слой атома кислород в молекуле воды две электронные пары образуют ковалентные связи *O–H*, а остальные четыре электрона представляют собой две неподеленные электронные пары. Атом кислорода в этой молекуле находится в состоянии *sp*2-гибридизации. Поэтому валентный угол *HOH* (104,3°) близок к тетраэдрическому (109,5°). Электроны, образующие связи *O–H*, смещены к более электроотрицательному атому кислорода. Атомы водорода приобретают эффективные положительные заряды, поскольку они создают два положительных полюса. Центры отрицательных зарядов неподеленных электронных пар атома кислорода, находящиеся на гибридных орбиталях, смещены относительно ядра атома и в свою очередь создают два отрицательных полюса. Молекулярная

масса парообразной воды равна 18 ед. Жидкая вода имеет более высокую молекулярную массу, что определено путем исследования растворов воды в других растворителях. Это следствие ассоциации отдельных молекул воды в сложные агрегаты (кластеры). Считается, что ассоциация молекул воды вызвана образованием между ними водородных связей. Однако недавние исследования Синхротронной лаборатории Стэнфордского университета значительно изменяют существующие представления о структуре воды. Химико-физики Андрес Нилссон и его коллеги исследовали воду на рентгеновской установке и обнаружили, что молекулы воды, вопреки представлениям, не имеют форму тетраэдров – маленьких пирамид с основаниями в форме треугольников. Вода по структуре скорее напоминает океан, состоящий из колец и цепочек, где большинство молекул прочно связаны друг с другом. Отказ от представления о воде как о химическом соединении, имеющем пирамидальную структуру, является, по их мнению, «чрезвычайно важным событием» ибо такая вода может вести себя по иному, что может перевернуть ключевые понятия в науке [25].

Вместе с тем обсуждаются необычные физико-химические свойства воды. Ее плотность при переходе из твердого состояния в жидкое не уменьшается, как у других веществ, а возрастает. При повышении температуры воды от 0 до 4°С плотность ее также возрастает, до максимальной при 4°С, а при дальнейшем нагревании ее плотность уменьшается. Если бы при понижении температуры и при переходе из жидкого состояния в твердое плотность воды изменялась, как это происходит у подавляющего большинства веществ, то при приближении зимы поверхностные слои природных вод охлаждались бы до 0°С и опускались на дно, освобождая место более теплым слоям, и так продолжалось бы до тех пор, пока вся масса водоема не приобрела бы температуру 0°С. Тогда бы вода замёрзла, образующиеся льдины погружались бы на дно, и водоем промерзал бы на всю его глубину. Многие формы жизни при этом были бы невозможны. Но так как наибольшая плотность воды формируется при 4°С, то перемещение ее слоев, вызываемое охлаждением, заканчивается при достижении этой температуры. При дальнейшем понижении температуры охлажденный слой, обладающий меньшей плотностью, остается на поверхности, замерзает и тем самым защищает

лежащие ниже слои от дальнейшего охлаждения и замерзания. Легкая вода обладает также аномально высокой теплоемкостью (4,18 Дж/(г К). Благодаря этому свойству ночью, а также при переходе от лета к зиме вода остывает медленно, а днем, или при переходе от зимы к лету, так же медленно нагревается. Благодаря этим свойствам вода выполняет роль регулятора температуры на Земле.

Кроме *легкой воды*, в природе существует *тяжелая вода* [29]. Так, еще в 1931 г. было обнаружено, что при испарении жидкого водорода его последние фракции оказываются тяжелее обычного водорода вследствие содержания в них в два раза более тяжелого изотопа. Этот изотоп называется дейтерием и обозначается символом *D*. Он имеет молекулярный вес 2, в ядре атома содержатся один протон и один нейтрон. Формула *тяжелой воды* D_2O и молекулярный вес 20, а не 18, как у *легкой воды*. *Тяжёлая вода* на 10 % плотнее, её вязкость выше на 25 %, по сравнению с обычной водой, кипит она при температуре 101,42°С, а замерзает при +3,8°С. В природных водоемах одна молекула *тяжелой воды* приходится на 6000 молекул H_2O. Это составляет около 0,015 %. Один кубический метр пресной воды содержит ее около 150 г, а в одной тонне морской воды присутствует 165 г *тяжёлой воды*. Замечено, что ее содержание в природе зависит от климата и глобального потепления. В периоды глобального потепления количество *тяжёлой воды* увеличивается. По своим свойствам она существенно отличается от обычной воды и используется в качестве метки при исследовании физиологических процессов. Установлено, что в моче человека соотношение между водородом и дейтерием равно 5000:1. Если дать пациенту выпить воду с большим содержанием D_2O, то, последовательно измеряя долю этой воды в моче, можно определить скорость выведения воды из организма. Оказалось, что около половины выпитой воды остается в организме даже спустя 15 суток. Третий изотоп водорода – тритий, обозначается символом Т. В отличие от первых двух, он радиоактивен и обнаружен в природе лишь в малых количествах. В пресноводных озерах соотношение между ним и обычным водородом равно $1:10^{18}$, в поверхностных водах – $1:10^{19}$, в глубинных водах он отсутствует. Полученную электролизом *тяжелую воду* стали применять в ядерной

физике, в конструкции реакторов для поглощения нейтронов, а также при создании нейтронной бомбы, основанное на том, что при распаде 1 г дейтерия выделяется в 10 млн. раз больше энергии, чем при сгорании 1 г угля. *Тяжелая вода* из-за своего более тяжелого веса медленнее поднимается вверх при испарении с поверхности водоемов, поэтому в закрытых водоёмах ее содержится больше, т.к. она испаряется не так эффективно, как обычная вода. Но *тяжёлая вода* конденсируется быстрее, чем обычная вода [6, 16]. Российскими исследователями установлено, что такая вода тормозит рост бактерий, водорослей, грибов, высших растений и культуры тканей животных. Предполагают, что *тяжелая вода* ингибирует рост и развитие организма, нарушает ряд физиологических процессов, ускоряя старение. Однако эксперименты с растениями и животными показали, что *тяжелая вода* токсична лишь в очень больших концентрациях. Мыши погибали, если содержание дейтерия в воде превышало 20 %. Клетки растений выдерживали 30–50 %-ные ее концентрации, а одноклеточные водоросли могли жить в 75–80 %-ной *тяжелой воде*. Но простейшие круглые черви – нематоды благополучно существовали в ней, при этом продолжительность их жизни удлинялась на насколько недель. С возрастом у млекопитающих животных содержание *тяжелой воды* уменьшается, так как дейтерий хуже, чем обычный водород, ассимилируется клеткой для биохимических процессов. Химические реакции с участием дейтерия, в отличие от протия, протекают с меньшей скоростью из-за большей энергии активизации. Скорость ферментных реакций с участием протия в 4–5 раз выше, чем с дейтерием. Так, по теории абсолютных скоростей разрыв *CD*-связей может происходить быстрее, чем *CH*-связей, подвижность тяжелого иона меньше, чем подвижность *H*+, а константа ионизации *тяжёлой воды* несколько меньше константы ионизации обычной воды. При действии на организм различают первичные и вторичные изотопные эффекты дейтерия в зависимости от того, какое положение занимает атом дейтерия в молекуле [29]. Природная вода – всегда смесь молекул легкой и тяжелой воды. Так называемая «бездейтериевая» вода со сниженной до 50 % концентрацией дейтерия способна ускорять развитие половых органов, стимулировать сперматогенез, оказывать антимутагенное дейст-

вие, способствовать увеличению биомассы и количества семян. В эксперименте такую воду, полученную по электролизной технологии Института космической биологии и медицины, использовали в качестве питья в группах животных с перевитыми опухолями. Вода с пониженным содержанием дейтерия задерживала появление первых узелков на месте перевивки рака шейки матки, тормозила развитие всех исследованных опухолей, однако жизнь экспериментальным мышам она не продлевала. Пониженное содержание дейтерия наблюдается в реликтовой воде. Талая реликтовая ледниковая вода с пониженным содержанием дейтерия по данным Г. Бердышева [3] оказывала геропротекторные, радиозащитные и антимутагенные эффекты у дрозофил в процессе их развития. Реликтовая вода с низким содержанием дейтерия стимулировала иммунную систему.

Ряд присущих смешанной воде свойств имеют существенное значение в процессах кристаллизации в естественных живых системах на суше и в море [9]. Одним из уникальных свойств воды является способность создавать *кластеры*. В молекуле воды возникают короткоживущие водородные связи между соседними атомами водорода и кислорода. Это создает возможности для образования структур-ассоциатов, называемых *кластерами*. Вода, состоящая из множества *кластеров* различных типов, образует иерархическую пространственную жидкокристаллическую структуру, которая может воспринимать и хранить огромные объемы информации [30].

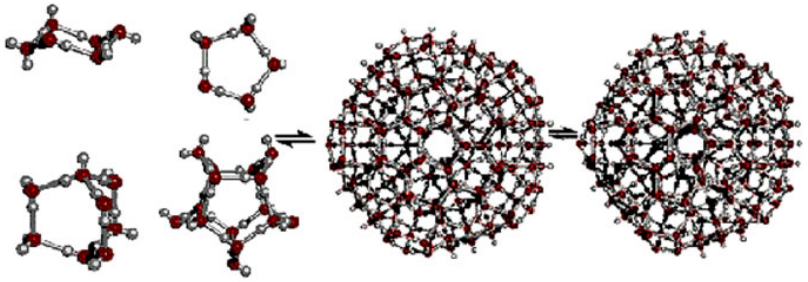


Рис. 4. Некоторые возможные структуры кластеров воды по В.Л. Воейкову [27]

В отличие от металлических *кластеров*, структура которых фиксирована, водные *кластеры*, состоящие из нескольких единиц, десятков и большего числа молекул, остаются жидкими даже при низких температурах, причем *кластеры* формируются в виде множества равноправных форм, способных к превращению одной формы в другую. Эта их особенность сопряжена с электрическими свойствами – поскольку положительные и отрицательные заряды в молекуле воды несколько смещены друг относительно друга, в результате создается дипольный момент и вокруг молекулы формируется электрическое поле. В большом объеме воды дипольные моменты отдельных молекул компенсируются, и суммарное электрическое поле исчезает. Ранее исследователи водных *кластеров* изучали их «в толще воды», а изолировать и рассмотреть электрические свойства отдельного кластера не удавалось. Однако в 2006 г. исследователи Университета Южной Калифорнии под руководством R. Moro [31] провели эксперимент и доказали, что *кластеры*, содержащие от 3 до 18 молекул воды, тоже обладают большим дипольным моментом. Этот результат получен следующим образом: герметичный сосуд с водой помещался в вакуумную камеру и из него через очень узкое отверстие в форме реактивного сопла вода испарялась наружу, в вакуум. Выходя через сопло, струйка пара разгонялась до сверхзвуковой скорости. Так получали пар, состоящий не только из отдельных молекул воды, но и из разнообразных водных *кластеров*. Струйку пара пропускали через камеру метровой длины с неоднородным электрическим полем. Пар слегка отклонялся в электрическом поле, а затем попадал в масс-спектрограф, который расщеплял основную струйку на несколько отдельных пучков в соответствии с количеством молекул в *кластере*. По отклонению струйки в электрическом поле измерялся дипольный момент кластеров. Когда же они «складывались» в сплошную среду, то взаимодействовали друг с другом не только через непосредственный контакт, но и через электрическое взаимодействие диполей. В эксперименте получены свидетельства, что крупные *кластеры* (содержащие больше восьми молекул) электрически более упорядочены, чем маленькие. Экспериментаторам удалось провести опыты в двух разных температурных режимах: когда температура внутри *кластеров*

была около 200°К (-70°С) и около 120°К (-150°С). Некоторые теоретические расчеты предсказывали, что при таких температурах водные *кластеры* должны уже замерзнуть, что сильно изменило бы зависимость дипольного момента от количества молекул. В эксперименте подобное изменение свойств не обнаружилось, из-за чего приходится делать вывод, что и при таких температурах *кластеры* могут оставаться жидкими.

Образование *кластеров* воды является свидетельством ее структурирования. Именно кластерным формированиям приписывается свойство воды отвечать на внешние воздействия по типу резонанса, а при растворении в воде солей во многом обусловливать термодинамические свойства растворов [19, 21]. Кластерно-структурированная вода становится источником сверхслабого и слабого переменного электромагнитного излучения. Предполагается возможность влияния этого электромагнитного поля, на структурно-информационные характеристики биологических объектов. Следовательно, вода может принимать участие в переносе информации, если за понятие «информация» принять меру организованности движения, взаимодействия и перемещения частиц в системе [17]. Экспериментально установлена возможность дистанционного информационного взаимодействия жидкокристаллической структуры воды с объектами различной природы при помощи электромагнитных, акустических и других полей. Воздействующим объектом может быть и человек. Структурной единицей структурированной воды можно считать *кластер*, состоящий из *клатратов*, природа которых обусловлена дальними кулоновскими силами. Любые изменения воды под действием на водные растворы электрических, магнитных, электромагнитных, полей, ультразвука, электрохимических процессов объясняются на основе изменения энергетичности виртуальной пары элементарных частиц электрон-позитрон.

В настоящее время различают первичную память воды и «долговременный след». Первичную память представляют в виде преобразованной матрицы структурных элементов в ячейке с выводом на поверхность ячейки граней, отображающих рисунок заряда воздействующего соединения. «Долговременный след» определяют как след последействия вещества на структурированное состояние воды, когда после многократного согласова-

ния информационной передачи между веществом и водой устанавливается окончательно преобразованная матрица структурных элементов водной ячейки. Многочисленные эксперименты показали, что чувствительность информационной системы воды настолько высока, что она может ощущать влияние различных полевых воздействий, формы окружающих предметов, и, даже, воздействия человеческих эмоций и мыслей [7].

Поражает высокая реакционная способность воды. Некоторые соли образуют с ней кристаллогидраты, оксиды многих металлов и неметаллов соединяются с водой, образуя основания и кислоты; наиболее активные металлы взаимодействуют с водой с выделением водорода. Известна каталитическая способность воды. Некоторые обычные реакции протекают лишь в присутствии следов влаги. Так, если таких следов нет, хлор не взаимодействует с металлами, фтороводород не разъедает стекло, натрий не окисляется в воздушной атмосфере. С перечисленными свойствами воды тесно связана физиологическая роль воды, входящей в состав БЖ организма.

Вода в виде жидкости присутствует в организме в крови, лимфе, секретах слезных, слюнных, пищеварительных потовых желез, а также в секретах и экскретах желез внутренней секреции, моче. В составе клеток и тканей вода является составной частью *коллоидов* и *кристаллоидов*. Более плотные внеклеточные образования, такие как коллагеновые волокна хрящей и сосудов, белки глаз и нервных волокон, это также обычно *кристаллоиды*, содержащие больше воды у молодых людей и меньше – у пожилых. Роль воды, входящей в состав крови, лимфы, ликвора и др. БЖ – ещё недостаточно освещена в современных научных источниках. К.М. Резников предложил модель *многоканальной рецепторно-информационной системы,* включающей 3 уровня [17]:

1-й уровень – перескок протонов вдоль спирали структурированной воды. Он характерен вероятнее всего для терминалей, заканчивающихся в области *биологически активных точек* (БАТ), с одной стороны, и тканей отдельных органов с другой;

2-й уровень – образование протонных сгущений и разряжений вдоль тяжей (коллатералей), состоящих из отдельных спи-

ралей и реализующих передачу информации от нескольких БАТ или от внутренних органов и обратно;

3-й уровень – межкластерный обмен молекулами воды, в *кластерах*, входящих в структуру параллельных тяжей, образующих основу каналов – меридианов. Это центральное звено передачи информации между биологически активными точками и внутренними органами в обе стороны.

Отдельные *кластеры* и *клатраты*, которые существуют в жидких средах организма недолго, могут быть, с одной стороны, субстратом для построения более сложных структур системы, а с другой передатчиками информации между отдельными клетками. Если под влиянием какого-либо внешнего фактора (микроорганизм, токсин, электромагнитное излучение и т.д.) меняются информационные свойства воды БЖ, то изменяются и структурно-функциональные компоненты клеток, тканей и органов, из-за перестройки всей *рецепторно-информационной системы* организма по К.М. Резникову Перестройка захватывает несколько ступеней этой системы:

– *Первая ступень* характеризуется обезличенной информацией на уровне «да–нет», «+ или –», «много-мало» и т.п. и характеризуется вовлечением в информационный процесс всех клеток организма посредством структуризации воды.

– *Вторая ступень* – оперирует с более обобщённой информацией, с участием ионов, пептидов, аминокислот на уровне клеточных мембран определённых клеток организма.

– *Третья ступень* – это адресная передача конкретной информации адресованной определённой ткани с вовлечением в процесс системы «медиатор–рецептор» (нервная система), «гормон–рецептор» (гормональная система).

Передача этой информации вызывает изменения на уровне органов, которые регистрируются распространенными методами лабораторной и функциональной диагностики. Благодаря этому формируется всеобщая (генерализованная) *рецепторно-информационная система* взаимодействия всех структурных образований организма (от органелл клеток до органов и функциональных систем). Она обеспечивает функционирование различных систем по типу «всё знает обо всём», а также обеспечивает двустороннюю связь организма с внешней средой. Центральная

нервная система, как специализированный орган восприятия, обработки, создания и передачи информации функционирует с привлечением всех этих 3-х компонентов. Любая система, уровень порядка которой выше минимально приемлемых 60 % (или больше числа Фидия – *Примеч. авторов*), начинает саморегуляторное поддержание упорядоченных взаимодействий. Чем выше в воде содержание *кластеров*, чем более упорядоченная её структура, тем более она способна сама себя воспроизводить, что и наблюдается в живых системах. Это свидетельствует о том, что вода организма человека может выполнять системообразующую роль, с одной стороны, и регуляторную роль – с другой. Двухкомпонентные структурированные водные системы могут участвовать в восстановлении повреждённых тканей [17].

Информационная и реакционная способность воды взаимосвязаны с клатратообразованием. Под *клатратом* (от лат. clathratus – защищенный решеткой) понимают включения молекул, называемых «гостями», в полости кристаллического каркаса, состоящего из молекул другого сорта, называемых «хозяевами» (*решетчатые клатраты*), или в полость одной большой молекулы–хозяина (*молекулярные клатраты*). Среди *решетчатых клатратов* в зависимости от формы полости различают: клеточные – *криптатоклатраты*, канальные – *тубулатоклатраты*, слоистые – *интерклатраты*. *Молекулярные клатраты* подразделяются на *кавитаты*, *клатраты-кавитаты*, с полостями, напоминающими корзину, что встречается у некоторых молекул ферментов, например амилазы. *Белковые клатраты* называют *клатринами*. Между молекулами гостя и хозяина может не быть никаких взаимодействий, кроме ван-дер-ваальсовых (в газовых гидратах), но часто между гостями и хозяином, кроме ван-дер-ваальсова взаимодействия, имеются слабые связи типа водородных (молекула гексагидрата уротропина). Нередко наблюдаются также соединения с координационной связью между гостем и хозяином (*клатратокомплексы*) и др. Соотношение между количествами молекул гостей и хозяев в общем случае нецелочисленное [28] .

Между молекулами гостя и хозяина образуются лишь слабые межмолекулярные связи; включенная молекула не может покинуть своего места в полости кристалла преимущественно

из-за пространственных затруднений. Поэтому *клатраты* – неустойчивые соединения, которые могут существовать лишь при сравнительно низких температурах. Воде свойственна способность соединяться с рядом газов при температурах от 0 до 24°С. Молекулы газа – (гостя) заполняют межмолекулярные полости имеющиеся в структуре воды. Образование *клатратов* используется для обессоливания воды. Нагнетая в соленую воду при повышенном давлении соответствующий газ, получают льдоподобные кристаллы *клатратов*, при этом соли остаются в растворе. Похожую на снег массу кристаллов отделяют от маточного раствора и промывают, Затем при некотором повышении температуры или уменьшении давления *клатраты* разлагаются, образуя пресную воду и исходный газ, который вновь используется для получения *клатрата*. Подобная технология в домашних условиях используется для получения чистой воды посредством ее замораживания в объеме. В этом случае снегоподобная масса кристаллов просто удаляется из льда (*Прим. авторов*).

В 1973 г. Т. Грифиц рассчитал, что водородные связи, от которых зависит конфигурация белковых молекул и ДНК, становятся прочнее, если водород в аминокислотах или нуклеотидах заменен дейтерием. Так происходит из-за того, что дейтерий намного крупнее и массивнее водорода и частота колебания его намного меньше, чем водорода. Это стабилизирует связь дейтерия с другими атомами, например с углеродом, кислородом, делая её более прочной. Поэтому, если даже одна молекула ДНК на десять тысяч других имеет более прочную структуру, обусловленную *тяжелой водой*, то это может приводить к мутации из-за изменения процесса репликации генома в делящихся клетках. По такому же пути может идти появление измененных белков. Дефектность хотя бы одной такой молекулы на тысячи правильных конфигураций может создавать «шумовые помехи» в обмене веществ [8].

В живом организме вода выполняет роль основного растворителя. Это связано с тем, что вода представляет в своей массе кооперативную систему, в которой образуются своеобразные цепи водородных связей. Многие исследователи считают, что водная среда представляет собой *иерархически организованный жидкий кристалл*. Изменение положения одного структурного

элемента в нем под действием любого внешнего фактора или изменение ориентации окружающих элементов под влиянием добавляемых веществ, обеспечивает изменение жидкокристаллических свойств и обусловливает высокую чувствительность воды, как информационной системы. Поэтому всякое воздействие на воду распространяется эстафетным путем на тысячи межатомных расстояний. Наличие водородных связей придает ей специфическую, лабильную структуру в виде «мерцающих» *кластеров*, состоящих из соединенных водородными связями молекул, плавающих в более или менее «свободной» воде. Такие *кластеры* постоянно существуют в текучей жидкости, непрерывно образуясь и разрушаясь в соответствии со случайными тепловыми изменениями в микроучастках жидкости. Изменение структуры воды возможно за счет разрыва водородных связей (для этого необходимо затратить энергию порядка 16,7–25,1 кДж/моль), а также за счет их изгиба (затрачиваемая энергия неизмеримо меньше энергии разрыва) путем изменения угла между линией, соединяющей центры ближайших молекул воды, и направлением связи *O–H* одной из этих молекул. Поскольку в воде растворяются молекулы инертных газов, это ведет к образованию различных структур, искажение которых обусловлено изгибами водородных связей, присутствием кристаллов и т.д. Выраженную деформацию каркаса структуры воды вызывают молекулы кислорода, аргона и азота. Вода может содержать различные примеси, например электролиты в виде ионов, неэлектролиты в молекулярной форме, тонкодисперсные частицы, газовые пузырьки. Все это позволяет считать, что даже слабые воздействия на абсолютно чистую воду, а тем более на ее растворы могут иметь значимые последствия. Воздействия физических факторов обуславливают изменение свойств воды, примером использования такого воздействия – магнитная и электрохимическая активация воды [14]. В таком процессе происходит диссоциация воды с образованием активных частиц, свободных атомов водорода и свободных радикалов *OH*, а также ионов H^+ и OH^-. Часть воды может переходить в кристаллизационную, другая часть в цеолитную форму, а еще одна доля остается в свободном объемном и пленочном состоянии.

В настоящее время широко исследуется воздействие на воду самых разных внешних факторов и их влияние на процессы кристаллообразования. Так В.А. Булановым в публикации «Влияние звука на кинетику кавитации и кристаллизации гетерогенных жидкостей [30] проанализировано влияние акустического поля на фазовые превращения в метастабильных (гетерогенных) жидкостях. Показано, что акустическое поле оказывает сильное воздействие, как на пороги их метастабильности, так и на кинетику фазового перехода. Влияние звука выражается в модификации потока зародышей новой фазы через вершину барьера, отделяющего метастабильную жидкость и новую фазу. Наиболее сильно влияние звука проявляется при гетерогенной нуклеации, когда кинетика фазового превращения на стадиях роста кристалла после критического размера во многом определяется комбинацией статического пересыщения (растяжения или переохлаждения), амплитудой и частотой акустического поля.

При пропускании потока воды через магнитное поле его действие на движущуюся воду сводится к действию сил Лоренца на заряженные частицы и непосредственному действию магнитного поля на магнитный момент молекул. Поскольку молекула воды обладает достаточно большим электрическим дипольным моментом, действие силы Лоренца изменяет валентный угол молекулы воды, уменьшая его более чем на 2°. В воде присутствуют *клатраты*, играющие основную роль в образовании газовых пузырьков, существуют клатратные пустоты и возможность их «заполнения». Примесным заполнителем клатратных пустот могут быть различные ионы, например, ионы кальция. При взаимодействии ионов кальция с молекулами воды образуется гексааквакомплекс кальция, диаметр которого равен 0,516 нм, что соответствует диаметру одной из полостей клатратной структуры размерами 0,52 нм Частыми примесными «заполнителями» клатратных пустот являются молекулы хлора. Для возникновения подобных аквакомплексов необходимо преодолеть определенный активационный барьер, что происходит при кратковременном воздействии электромагнитного поля. Методом ИК-спектроскопии подтверждено влияние на структуру воды воздействия не только магнитного поля, но и электрического тока, а также их совместного действия. Такая обработка

способствует изменениям структуры воды, которые относятся в основном к OH^- валентным колебаниям. Кристаллооптики при увеличении в 300–600 раз установили, что магнитная и электрическая обработка воды способствует значительному уменьшению размеров кристаллов [14].

Пропускание через воду электрического тока существенно изменяет ее свойства. Так, изобретатель Кратов проводя электролиз обычной воды разделил ее на анодную (кислую, «*мертвую*») и катодную (щелочную, «*живую*»). «*Живая*» вода – *католит* (мягкая, светлая, с щелочным привкусом, иногда – с белым осадком; ее *pH* = 8–10–11 ед.). «*Мертвая*» вода – *анолит* (коричневатая, кисловатая, с характерным запахом и *pH* = 4–5–6 ед.). Эта вода по параметрам острой токсичности при введении в желудок и нанесении на кожу относится к 4 классу малоопасных веществ по ГОСТ 12.1.007-76 и обладает в данном классе минимальной токсичностью. По данным В.М. Бахира и соавт. (2001), при нагревании до 40°С биоцидная активность «*мёртвой воды*» увеличивается на 30–100 %. *Католит* оказывает диффренцированное действие: бактерицидный эффект на энтеробактерии, устойчивыми к нему являются энтерококки и стрептококки группы В. Его бактериостатическое действие описано в отношении грамотрицательных микроорганизмов. *Католит* – раствор с усиленными электронодонорными свойствами, попадая в кровь человека, усиливает её электронодонорный фон на несколько десятков милливольт, что стабилизирует проницаемость мембран клеток; изменяет их энергетический потенциал. При этом может повыситься энергообеспечение клеток за счет стимуляции и максимального сопряжения дыхания и процессов окислительного фосфорилирования. Электроактивированные растворы (анолиты, католиты) находят достаточно широкое применение для дезинфекции и стерилизации инструментов, помещений, аппаратуры, предметов ухода, кожи и слизистых и т.д., а также для лечения гнойных ран [11, 20, 15].

С учетом особых свойств воды, ее способности реагировать на различные раздражители, и то, что вода – основа живого вещества в клетках, крови и других биожидкостях, особый интерес для исследователя представляет ее «поведение» в период формирования ТЗГ.

Литература к главе 2

1. Алехин О.С., Бобров А.П., Герасимов В.И., Зарембо В.И., Некрасов К.В., Саргаев П.М., Суворов К.А. Способ управления процессом кристаллизации // Патент РФ № 2137572 (12.29. 1998).

2. Батлер Дж. Ионные равновесия / Пер. с англ.– Л.: Химия, 1973.– 448 с.

3. Бердышев Г. Эколого-генетические факторы старания и долголетия.– Л., 1968.– 255 с.

4. Вода для людей, вода для жизни: обзор // Доклад ООН.– М., 2003.

5. Гельперии Н.И. Основные процессы и аппараты химической технологии. Кн. 2.– М., 1981.– С. 678–726 .

6. Дерпгольц В.Ф. Вода во вселенной.– Л.: «Недра», 1971.– 311 с.

7. Зенин С.В. Структурированное состояние воды как основа управления поведением и безопасностью живых систем: Дис… д.б.н.– М., 1999.– 56 с.

8. Кульский Л.А., Даль В.В., Ленчина Л.А. Вода знакомая и загадочная.– К.: Радянська школа, 1982.

9. Кусто Ж.-И., Диоле Ф. Жизнь и смерть кораллов.– Л.: Гидрометеоиздат, 1975.– 175 с.

10. Лалаянц Ю.В. Вода как социокультурный феномен и объект познания (философско-методологический анализ): Автореф. дис. … канд. философских наук.– М., 2007.– 24 с.

11. Латышева Ю.Н. Эффективность электроактивированных водных растворов в комплексной терапии хронического генерализованного пародонтита лёгкой степени: Автореф. дис... к.м.н.– Воронеж, 2008.– 24 с.

12. Лосев К.С. Вода.– Л.: Гидрометеоиздат, 1989.– 272 с.

13. Львович М.И. Вода и жизнь.– М.: Наука, 1986.– 254 с.

14. Матвиевский А.А. Композиционные строительные материалы на основе активированной воды затворения: Автореф. дис. … к.т.н.– Пенза, 2008.– 25 с.

15. Методические указания по применению электрохимически активированных растворов хлорида натрия (нейтральный анолит), вырабатываемого в установке «СТЭЛ-МГ-1», для целей дезинфекции, предстерилизационной очистки и стерилизации. Утв. Госкомитетом санитарно-эпидемиологического надзора Российской Федерации 10 августа 1993г. М.,1993.

16. Петрянов И.В. Самое необыкновенное вещество в мире.– М., 1975.– 112 с.

17. Резников К.М. Вода жизни // Прикладные информационные аспекты медицины.– 2001.– Т. 4, № 2.– С. 3–10.

18. Садчикова Е.В., Селезнева И.С. Химический состав клетки: Учебн. электронное текстовое издание кафедры «Технология органического синтеза» ГОУ ВПО УГТУ – УПИ / Под ред. М.А. Безматерных.– 2005.

19. Широносов В.Г. Резонанс в физике, химии и биологии.– Ижевск: Изд. дом «Удмуртский университет», 2001.– С. 1–92.

20. http://aqua-jet.narod.ru

21. http://www.007.help-rus-student.ru/text/026.htm

22. http://terms.monomed.ru/info.php?id=53132

23. http://goldenlib.ru/health-water-waterraspredelenie.html

24. http://medfind.ru/modules/sections/index.php?op=viewarticle&artid=219

25. http://news.rufox.ru/texts/news10587.htm

26. http://www.rambler.ru/lite?oe=1251&words

27. http://www.sciteclibrary.ru/rus/catalog/pages/9224.html

28. http://www.xumuk.ru/encyklopedia/2009.html

29. http://zdorovja.com.ua/content/view/508/59/м

30. http://www.rambler.ru/lite?oe=1251&words=

31. http://bioparadigma.narod.ru/mentre/mentre.htm

32. http://medfind.ru/modules/sections/index.php?op=viewarticle&artid=219

Глава 3

МЕХАНИЗМЫ КРИСТАЛЛОГЕНЕЗА ИЗ РАСТВОРА И ОСОБЕННОСТИ КРИСТАЛЛИЗАЦИИ БИОЛОГИЧЕСКИХ ЖИДКОСТЕЙ

Тезиография биологических жидких сред чаще относится к процессу наблюдения за результатом самоорганизации сложнокомпонентных систем из раствора на плоскости в «нормальных» условиях (обычных, сложившихся на Земле), хотя имеется и ряд экспериментов, проведенных в космосе. В этом процессе проявляются основные закономерности кристаллизации, которые обсуждаются ниже.

В препаратах, приготовленных из БЖ на стекле по мере возрастания концентрации растворенных веществ, вызванной испарением растворителя, наблюдается последовательность событий от изменения температуры в зоне кристаллизации, образования гелевой матрицы до самой кристаллизации. В широко доступных информационных источниках преобладает качественная оценка ТЗГ БЖ, а механизмы их формирования и количественная сторона процесса практически не разработаны. Это связано с тем, на образовании кристаллов и СТС сказываются самые разнообразные условия кристаллообразования, а морфология ТЗГ весьма разнопланова [1, 10, 19].

Для начала кристаллизации из раствора важен ряд условий. Известно, что в 100 г воды при комнатной температуре удастся растворить только 36 г соли. Это предел ее растворимости, поскольку в растворе будет содержаться максимально возможное при данных условиях количество растворенного вещества. Подобные растворы называют насыщенными. Раствор, содержащий меньшие количества растворенного вещества, называется ненасыщенным, поскольку предел растворимости в нем не достигнут [51].

Однако если изменить внешние условия, то в 100 г воды можно растворить больше, чем 36 г поваренной соли. Так при повышении температуры воды до кипения в ней можно растворить 39,8 г поваренной соли и получить пересыщенный раствор. Подобные пересыщенные растворы неустойчивы, их готовят

медленным и осторожным охлаждением насыщенных при высокой температуре растворов. Наличие шероховатости стекла или попадание пылинки в такой раствор может инициировать процесс спонтанной кристаллизации. Таким образом, можно различать три типа растворов: *насыщенные*, *ненасыщенные* и *пересыщенные*. Они легко распознаются помещением кристаллика растворенного вещества в каждый из них. При этом в *ненасыщенном* растворе кристаллик начнет уменьшаться в размерах за счет растворения, в *насыщенном* растворе он не изменится, а в *пересыщенном* – начнет расти за счет быстрой кристаллизации. *Насыщенный* раствор, как равновесная систем ($\Delta G = 0$) будет сохраняться неизменным так долго, как долго сохраняются неизменными внешние условия, при которых он образовался. Направление смещения равновесия при изменении внешних условий определяется по принципу Ле Шателье. Так как растворимость является характеристикой равновесной системы, зависимости растворимости от внешних факторов (температуры, давления и др.) решаются применением общих закономерностей, характеризующих химическое равновесие. При этом растворимость веществ с экзотермическим эффектом растворения уменьшается при повышении температуры, а растворимость веществ с эндотермическим эффектом растворения с ростом температуры, напротив, возрастает [4].

При растворении в жидкости газообразных веществ на их растворимость будет оказывать существенное влияние давление. Растворение газа в воде связано с уменьшением объема, поэтому с повышением давления растворимость газов увеличивается. В соответствии с законом Генри при постоянной температуре растворимость газа прямо пропорциональна его парциальному давлению. По этой причине водолазы избегают быстрого подъема с глубины (повышенное давление) на поверхность с нормальным атмосферным давлением. В противном случае возможно возникновение «кессонной болезни», связанной с тем, что при подъеме из глубин и соответственном уменьшении давления одновременно происходит уменьшение растворимости азота в крови и появление в кровеносной системе пузырьков, резко ухудшающих состояние человека. Во избежание кессонной болезни водолазам предписывается постепенный подъем с глубины на поверхность и

использование при погружении вместо обычного воздуха газовой смеси, содержащей 20 % кислорода и 80 % гелия. Последний не вызывает кессонной болезни, поскольку его растворимость в плазме крови существенно меньше, чем у азота.

Важнейшим параметром состояния раствора является содержание растворенного в нем вещества. Характеристика разбавленного или концентрированного раствора зависит от конкретной ситуации. Например, концентрированный раствор серной кислоты содержит около 98 % этого вещества, а концентрированный раствор хлороводородной кислоты всего 38 % *HCl*. Следовательно, конкретный смысл определений «разбавленный» или «концентрированный» связан с растворимостью конкретного вещества. Иногда насыщенный раствор может иметь очень малую концентрацию растворенного вещества.

Характеристика растворов для таких сложных смесей, как кровь и другие БЖ, оказывается довольно трудной. Они характеризуются количественными выражениями содержания растворенного вещества в растворе, такие как *массовая доля* (ω – отношение массы растворенного вещества к массе раствора), *молярная (мольная) доля* (отношение количества растворенного вещества к общему количеству вещества в растворе).

Главными характеристиками раствора часто оказываются количество растворенного в растворителе вещества и *молярная концентрация* (СМ). СМ – это количество растворенного вещества в единице объема раствора, то есть, *молярность* есть количество растворенного вещества в 1 $м^3$ раствора (выражается в моль/$м^3$ в системе единиц СИ, моль/$дм^3$ и моль/л – часто в практике). Так как объем раствора зависит от температуры, *молярность* отличается температурной зависимостью. Другая не менее важная характеристика – *моляльность* (*Cm*). *Cm* определяется количеством растворенного вещества, приходящимся на 1 кг растворителя. Поскольку ни количество вещества, ни его масса не зависят от температуры, то и *моляльность* (в отличие от *молярности*) температурной зависимостью не обладает. Массовую, объемную и мольную доли растворенного вещества можно выразить в процентах. Объемные проценты обычно используют для характеристики газовых растворов, массовые и *молярные* проценты – при работе с любыми растворами. В случае, если объектом исследования является механизм сложного химиче-

ского взаимодействия между ионами в растворе, необходимо знать точное соотношение количеств ионов – в этом случае целесообразно использовать *молярную* концентрацию. Если же при этом необходим еще и учет сольватационных процессов с участием растворителя, то наиболее удобной оказывается концентрация, выраженная в мольных долях.

Не все физические свойства растворов зависят от химической природы растворенного веществ. Некоторые из них определяются только числом частиц, находящихся в растворе. Подобные свойства обусловлены лишь коллективным влиянием частиц, поэтому их называют *коллигативными* – (от лат. «*colligatus*») [51]. Основные *коллигативные* свойства растворов это давление пара над раствором, повышение температуры кипения и понижение температуры замерзания растворов по сравнению с чистым растворителем, осмотическое давление (т.е. свойства идеальных растворов).

Характер кристаллизации зависит от значений давления насыщенного пара над системой. В результате обратимого перехода молекул из жидкого состояния в газообразное над любой жидкостью устанавливается определенное давление ее пара. Обратимость любого процесса создает предпосылки для стремления системы к состоянию химического равновесия, которое характеризуется равенством скоростей прямого и обратного процессов. В системе жидкость – пар в момент равновесия выполняется равенство между числом молекул, переходящих в единицу времени из жидкого состояния в газообразное (процесс испарения), и числом молекул, возвращающихся в единицу времени из газообразной фазы в жидкую (процесс конденсации). Давление пара, характеризующее такую равновесную систему, называется давлением насыщенного пара. При изменении внешних условий величина давления насыщенного пара изменяется. При повышении температуры среды ускоряется эндотермический процесс испарения жидкости, и давление пара повышается, при охлаждении ускоряется протекание экзотермического процесса конденсации и давление пара – понижается. Однако в обоих случаях состояние равновесия тесно связано с концентрацией, т.е. числом частиц в единице объема. Если давление пара жидкости становится равным внешнему давлению, жидкость закипает. Поскольку давление пара над раствором ниже давления пара над чистым растворителем, то для достижения точки

кипения раствору требуется более высокая температура, чем чистому растворителю. Обнаружены температурные отличия в температуре кристаллизации (замерзания) жидкости в растворе и в чистом растворителе [18].

Для процесса кристаллизации из раствора характерен стадийный характер, наиболее часто рассматриваются две стадии: *первой стадией* является образование кристаллических зародышей, а *второй* – фаза их роста [19]. Зародышами обычно называют комплексы из минимального количества новообразований, способные самостоятельно существовать и служащие центрами кристаллизации новой фазы. Роль зародыша может играть частица определенной минимальной (критической) величины, так как при меньшем размере она распадается на составные элементы. Существует мнение, что зародыш – мельчайший кристалл. С другой стороны есть расчеты, что зародыш может не иметь кристаллической структуры, что это устойчивый *нанокомплекс* ионов или молекул, способных к дальнейшему росту. Вместе с тем зародышем может быть не только мельчайшая частица кристаллизующегося вещества, но и любая другая твердая частица, обладающая свойством адсорбировать на своей поверхности ионы или кристаллизующиеся молекулы [53]. Условиями, обеспечивающими кристаллизацию, являются пересыщение или переохлаждение раствора. При этом под *пересыщением* (П) понимается избыточная концентрация растворенного вещества, по отношению к растворимости этого вещества в растворе, что можно выразить следующей формулой: $П = C - C_0$, где С – концентрация вещества в пересыщенном растворе, C_0, – его растворимость при контролируемых температуре и давлении.

Но даже для *пересыщенных* растворов характерны интервалы времени, в течение которого видимые кристаллические зародыши не образуются. Такой индукционный (латентный) период для разных растворов может составлять от нескольких секунд до десятка и сотен часов, что определяется пороговой величиной насыщения, а также природой растворителя и растворенного вещества. Достижение *порогового пересыщения* раствора является толчком начала спонтанной кристаллизации. Порог П с целью вызвать самопроизвольную кристаллизацию можно преодолеть различными способами, например внесением в раствор «затрав-

ки» – кристаллика растворенного вещества, так как новая кристаллическая фаза возникает лишь при некотором П раствора.

Собственные первичные кристаллы-зародыши образуются на наноуровне комбинацией небольшого числа молекул или атомов, некоторое время эти зародыши имеют очень малые размеры при большей удельной поверхности и, поэтому, могут остаться в равновесии с раствором с более высокой концентрацией вещества, чем равновесное насыщение над крупными кристаллами. Установлено также, что чем меньше размер (*r)* образующегося устойчивого зародыша, тем большее П требуется для его существования. Если начинается рост кристалла, то при соответствующем изменении поверхности совершается работа A сил поверхности натяжения. Для обоснования этого положения М. Фольмер [54, 76] приводит пример с обратным изотермическим переносом вещества от частички размером r_2 к частичке размером r_1, путем перехода через другое агрегатное состояние – через растворение и кристаллизацию. Он пишет: «Допустим, что равновесная концентрация раствора с частичкой r_1 равна C_1, а с частичкой r_2 – C_2. Растворение объема dV частички r_2 в растворе с концентрацией C_2 и кристаллизация объема dV из раствора концентрации C_1 на частичке r_1 не изменяют свободной энергии системы, поскольку в каждом из этих переходов термодинамические потенциалы кристалла и раствора равны между собой (находятся в равновесии). Изменение же концентрации C_2 и концентрации C_1 требует совершение работы A^1:

$$A^1 = dV\,\rho/M\,RT\,lnC_1/C_2,$$

где ρ – плотность вещества; M – масса 1 моля; T – температура; R – газовая постоянная.

После такого кругового процесса система возвратилась в исходное состояние, поэтому ее свободная энергия не изменилась, следовательно, и $A = A^1$, т.е.

$$2\sigma\,dV(1/r_1 - 1/r_2) = dV\,\rho/M\,RT\,lnC_1/C_2,$$

или

$$ln\ C1/C2 = 2\sigma M/\rho\,RT\,(1/r_1 - 1/r_2).$$

Для кристаллов макроскопических размеров порядок величины r_1 и r_2 одинаков. Поэтому разность в скобках правой части этого уравнения невелика и различие в C_1 и C_2 неощутимо, так как величина поверхностного натяжения σ незначительна. Если r_1 соизмеримо с размерами частиц, состоящих из нескольких молекул или ионов (т.е. размер частиц много меньше, чем «обычные» макроскопические размеры r_2), величиной $1/r_2$ можно пренебречь. Тогда имеем $ln\ C/C_0 = 2\sigma\ M/\rho\ rRT$, устанавливающую связь между размером частички (зародыша) r и требуемой степенью пересыщения C/C_0 для возможного ее равновесного существования (C и C_0 – концентрации пересыщенного и насыщенного растворов)».

Рассматривая возникновение устойчивых кристаллических зародышей как флуктационное явление, М. Фольмер (1986) «получил следующее выражение для определения скорости их образования:

$$J = K\ e^{-A/kT},$$

где J – число равновесных зародышей, возникающих в единицу времени в единице объема раствора; A – работа образования зародыша; k – постоянная Больцмана; K – коэффициент пропорциональности.

Так как работа образования равновесного зародыша равна одной трети его свободной поверхностной энергии, то для процесса кристаллизации

$$A = 1/3\Sigma F_i\sigma_i,$$

где F_i и σ_i – соответственно площадь i-той грани и удельная поверхностная энергия».

Путем несложных преобразований предыдущих уравнений он вывел развернутое уравнение, из которого видно, что вероятность образования зародышей неуклонно возрастает с повышением П раствора, и что способность образования зародышей должна резко возрастать с повышением температуры. Такая теоретическая зависимость была подтверждена опытами. Обнаружено, что с повышением температуры резко уменьшается индукционный период кристаллизации или же уменьшается П, не-

обходимое для кристаллизации. При этом примеси, присутствующие в растворе, могут оказывать различное действие на скорость образования центров кристаллизации: одни из них резко повышают ее, другие, наоборот, способствуют ее уменьшению.

После появления в условиях пресыщения устойчивых зародышей кристаллов, начинается рост их поверхностей за счет отложения растворенного вещества. Увеличение массы кристалла со временем – основной процесс *условной второй стадии* процесса кристаллизации. При этом как в первой, так и во второй стадиях кристаллизации продолжают возникать центры кристаллизации, а в условиях быстрой (массовой) кристаллизации обе стадии протекают одновременно в рамках сложного для понимания гетерогенного процесса.

По мнению Фольмера (1986), вначале частицы кристаллизующегося вещества адсорбируются на поверхности растущих *кристаллов*, образуя некий слой. При этом частицы теряют лишь часть своей энергии и, подобно двухмерному газу, сохраняют заметную свободу передвижения по поверхности кристалла. Между отдельными частицами в адсорбционном слое происходят неупругие соударения, что ведет к образованию двухмерных *кристаллов* за счет присоединения других частиц к кристаллической решетке в виде нового слоя. «Равновесие между адсорбционным слоем и раствором устанавливается очень быстро, поэтому при переходе частиц в кристаллическую решетку адсорбционный слой тотчас же восстанавливается за счет поступления в него новых частиц из окружающего раствора. Процесс наслоения не является непрерывным, а сопровождается паузами. Поэтому появление нового слоя на растущем кристалле напоминает процесс возникновения новой фазы: для образования слоя требуется определенное конечное пересыщение раствора, при котором возникает устойчивый двухмерный зародыш, разрастающийся уже по всей грани».

Соотношение между величиной равновесного двухмерного зародыша r_1 и концентрацией пересыщенного раствора C имеет следующий вид:

$$RT \ln C/C_0 = \chi M/r^2 \rho \delta,$$

где χ – удельная периферийная энергия; r^2 – радиус окружности, вписанной в двухмерный зародыш; δ – толщина двухмерного зародыша.

Предположив, что линейная скорость грани пропорциональна вероятности образования двухмерных зародышей, Бандес, применяя *теорию флуктуаций*, получил уравнение для скорости роста *кристалла* и сделал важное наблюдение о зависимости скорости роста кристалла от его величины и формы [20, 59]. Косселем и Странским показано, что вероятность присоединения ионов (или молекул) к разным участкам грани одинакова. Еще в 1931 г. эти авторы высказали предположение, что «рост кристалла происходит главным образом на недостроенных частях кристаллической решетки, так как осаждение металла на этих участках сопряжено с минимальным увеличением поверхности *кристалла* и, следовательно, его поверхностной энергии. Вершины углов и ребер *кристаллов* являются местами, на которых начинается выделение металла, образующее начало нового слоя на грани *кристалла*. На углах и гранях ступеней, образованных этим слоем, идет дальнейшее осаждение, ведущее к распространению слоя на всю поверхность грани. Наблюдение под микроскопом показывает, как у вершин или ребер *кристалла* образуются ступеньки новых слоев, продолжающих свой рост по граням *кристалла*. Только путем наложения таких слоев друг на друга и происходит рост *кристалла*» (цит. по В.Л. Хайцев [57]). Идеальный рост *кристаллов* также часто рассчитывается на основе молекулярно-кинетической теории Косселя-Странского. Однако, по мнению В.Л. Хайцева, она исходит из ряда упрощающих предпосылок: «не учитывается влияние среды, предполагается, что рост кристалла происходит при очень небольшом пересыщении, кристалл обладает идеальной структурой». Поэтому кристаллизация из раствора продолжает исследоваться современными учеными. Термодинамические условия существования пересыщенных фаз установлены еще Гиббсом. Он показал, что зародыш новой фазы, возникший из исходной фазы, становится устойчивым лишь по достижении определенных размеров. Рост зародышей до этих размеров сопровождается увеличением свободной энергии системы, что связано с ее затратой на создание

поверхности раздела. Фольмер отметил, что величина критического зародыша новой фазы пропорциональна межфазной энергии на границе раздела фаз, а работа образования затрачивается на создание новой поверхности раздела. Отсюда вытекает, что процессы образования и роста *кристаллов*, в значительной мере, определяются поверхностными явлениями на различных границах раздела [29, 41].

В соответствии с термодинамической теорией гомогенного зародышеобразования, возникновение новой фазы рассматривается как флуктуационный процесс, а котором величина критического зародыша новой фазы пропорциональна межфазной энергии на границе раздела фаз, а работа образования затрачивается на создание новой поверхности раздела. Вместе с тем в теоретическом построении даже современных гипотез кристаллизации имеются недочеты и заблуждения. Так в работе Н.А. Денисовой (2000), под названием «В чём заблуждаются физики?» была высказана и обоснована идея о том, что *кристалл*, Земля и живая клетка – все это различные формы существования электромагнитного поля. Считаем необходимым изложить основные нестандартные рассуждения этого исследователя, касающиеся процессов кристаллизации.

При испарении растворов и в других случаях создаются условия конденсированной среды, в которой уже в момент образования простейшей молекулы благодаря действию двух пар противоположностей: вещество – поле и структура – функция включаются процессы *самоорганизации*. Эти процессы начинаются с атомарного *(нано) уровня* и сопровождаются появлением своеобразных «зародышей» электромагнитного поля в момент образования *кристалла* вместе с зародышем твердой фазы. При этом магнитная составляющая поля заполняет и «оформляет» объем *кристалла*, а электрическая влияет на оформление поверхности. Таким образом, при образовании зародыша *кристалла* возникает не только еще одна пара противоположностей (объем – поверхность), но и совершенно новый физический объект – постоянное электромагнитное поле с его источниками. Это утверждение обосновывается следующими посылками:

1) на атомарном уровне на электроны действуют только две силы – кулоновского отталкивания и электрического поля. Од-

ним из фундаментальных свойств вещества считается электрическая поляризация, когда на валентный электрон какого-либо атома действует внешнее для него электрическое поле. Но, чтобы произошла электрическая поляризация, необходимо электрическое поле. И оно действительно появляется в результате другого фундаментального типа поляризации, а именно, в результате контактной поляризации или поляризации давлением, когда при сближении атомов на электроны действуют кулоновские силы отталкивания;

2) можно считать, что каждый валентный электрон связан со своим атомом, как бы далеко он от него не отошел, а, чтобы удалить электрон от атома, нужно затратить энергию, совершить работу;

3) два упомянутых типа поляризации, контактная и электрическая, имеют значение при образовании молекул. Ныне считается, что одинарная ковалентная связь образуется двумя атомами одного и того же элемента, если каждый из них предоставляет для обобществления один неспаренный электрон своих валентных орбит. В результате обобществления возникает связывающая электронная пара. Ее плотность имеет сгущение, которое располагается строго симметрично относительно связанных атомов. Это сгущение стягивает положительно заряженные остовы атомов, энергия системы из двух атомов уменьшается, возникает связь. Единственными силами, стягивающими атомы в молекулы, являются электростатические силы притяжения ядер и электронов между ними. Ионная связь образуется противоположно заряженными ионами, притягиваемыми друг к другу тоже электростатическими силами. Но такие представления неверны, потому что они противоречат известным законам электричества [см. *Тамм И.Е.* Основы теории электричества. – М.: Наука, 1984.].

Согласно теореме Ирншоу, чисто электростатические системы не могут быть устойчивыми. Но молекулы химических элементов представляют собой устойчивые динамические системы. Очевидно, что для поддержания устойчивости молекулы необходимо, чтобы в известных участках молекулы действовала *электродвижущая сила* (ЭДС) – неэлектростатического происхождения. Работой этой сторонней ЭДС и будет компенсиро-

ваться затрата электрической энергии на сохранение устойчивости молекулы.

По мнению Н.А. Денисовой из теории конденсированного состояния вытекает природа неэлектростатического источника ЭДС, действующего в молекуле. Сближение атомов, их столкновение в конденсированной среде превращается в принципиальную особенность этого состояния: при сближении атомов, их столкновении начинают проявляться близкодействующие, но чрезвычайно мощные кулоновские силы отталкивания. Эти силы действуют на валентные электроны, орбиты которых деформируются и образуются диполи. Из-за деформации орбиты увеличивается расстояние, на которое электрон удаляется от атома. При этом происходит важнейший процесс – разделение зарядов, *поляризация давлением или контактная поляризация*, когда источник неэлектростатической природы – сближающиеся атомы – вызывает появление электрического поля. Если при столкновении двух одинаковых атомов такой первичной контактной поляризации подвергается только один из них, появится первичное электрическое поле, второй атом попадет в зону его действия и благодаря электрической индукции произойдет уже электрическая поляризация второго атома, возникнет малый диполь. На него будет действовать сторонняя сила со стороны первичного электрического поля первого атома, и второй атом будет придавливаться, прижиматься к нему с некоторой силой. Сила F, действующая в электрическом поле на весь диполь, зависит от быстроты изменения этого поля в направлении диполя. Сила направлена в сторону абсолютной величины вектора E независимо от его направления, т.е. в электрическом поле диэлектрик – поляризованный атом – увлекается в область наибольшей напряженности поля, в сторону первого атома.

Таким образом, при образовании молекулы, например, простейшей молекулы водорода, каждый атом по очереди будет выступать вначале как источник первичного электрического поля, захватывающий в зону своего действия второй атом, а затем как пассивный атом, подвергающийся электрической индукции, т.е. они равноправно по очереди выполняют эти функции. При образовании ионной связи эти функции распределяются между атомами. Если в среде имеется металлический атом, то он будет

служить источником первичного электрического поля, его электрон удаляется на достаточное расстояние, в зоне которого поляризуется и удерживается металлоид.

Очевидно появление в молекуле ряда сил. Считается, что электростатических сил притяжения здесь нет. А между валентными электронами сближающихся атомов действуют кулоновские силы отталкивания, рождающие первичное электрическое поле, в котором происходит электрическая поляризация атомов; действуют также сторонние силы, поскольку в молекулах проявляются хорошо известные законы электродинамики. Понимание этих процессов упрощается при отказе от модели свободных обезличенных обобществляющихся электронов, с учетом действующих в молекулах источников сторонней ЭДС и сторонних сил при частоте процесса более 10^{11} Гц. Следует считать, что валентные электроны различимы, их нельзя обезличивать и обобществлять, каждый электрон принадлежит своему атому. В молекулах нет электростатических сил притяжения, а в момент образования молекулы происходит переход количественных изменений в качественные: из двух одинаковых атомов возникает качественно новое образование – устойчивая единица вещества со своими особыми свойствами.

В этих новых представлениях молекула отвечает всем требованиям такого понятия, как *система.* Даже в простейшей молекуле четыре элемента – два ядра и два электрона – с определенными отношениями между ними образуют не только пространственно устойчивую структуру, но и определенную функциональную устойчивость. Вместе с тем, устойчивая молекула – сложная колебательная система, в которой ее механическая составляющая – колеблющиеся атомы – взаимодействует с генерируемой ею электрической составляющей – колеблющимися электронами с образованием прямых и обратных связей. Здесь действуют энергия, которая превращается из кинетической в электрическую и обратно; а также источники сторонней ЭДС и сторонних сил, способы накопления энергии и виды совершаемой работы.

Строение структурной единицы конденсированного состояния, которая строит конденсированную среду из множества атомов, молекул, ионов и электронов, объяснить невозможно, ибо их

число огромно. Никакой теории, объясняющей строение конденсированной среды, по мнению Н.А. Денисовой, создать невозможно, даже прибегая к целому ряду приближений. Но в этой среде происходит вырождение некоторых свойств отдельных частиц вещества, они в значительной степени утрачивают свои индивидуальные свойства и появляются новые коллективные свойства, в числе которых *флуктуации плотности* вещества.

При *флуктуациях плотности* в момент сжатия происходит разделение зарядов – идет контактная поляризация. Лишние в этом микрообъеме электроны выходят из него, и происходит превращение кинетической энергии атомов в электрическую энергию. Следовательно, во *флуктуации* в момент сжатия действует источник сторонней ЭДС и генерируется первичное электрическое поле этой флуктуации, при этом один или несколько валентных электронов удаляются из объема флуктуации на какую-то длину. Но вышедшие из *флуктуации* электроны могут вновь вернуться в нее под влиянием кулоновских сил отталкивания, действующих в соседних *флуктуациях*. При этом пойдет обратный процесс – электрическая энергия превратится в кинетическую энергию атомов и *флуктуация* плотности перейдет в состояние максимального расширения. Таким образом, *атомы создают механическую колебательную систему, в которой в результате их периодических столкновений и контактной поляризации возникает и действует электрическая колебательная система*. Эти две системы взаимосвязаны и колеблются с взаимным превращением энергии.

Флуктуация плотности – это своеобразная колебательная система. Для нее характерны поляризация давлением, превращение энергии, резонансные и другие процессы. *Флуктуацию* можно описать такими параметрами, как плотность, масса, количество выделяющегося из нее заряда, кинетическая и потенциальная энергия, частота собственных колебаний и др. Вместе с тем, в момент сжатия ее можно рассматривать и как большую молекулу, которая приобретает значение структурной единицы и локального источника сторонней ЭДС.

При *флуктуациях* идут своеобразные процессы превращения энергии: на вышедший из *флуктуации* плотности электрон (на длину его свободного пробега) будет действовать сила электрон-

ного давления $F_{давл.}$, под действием которой он вышел из микрообъема, и сила электрического поля – $F_{эл.}$ Эти две силы равны и противоположно направлены, т.е. $F_{давл.} = -F_{эл.}$ При таком равенстве сил электрон находится в равновесии, но оно неустойчиво, так как электрон обладает определенной кинетической энергией, заставляющей его двигаться и покидать положение равновесия. При этом на электрон будет действовать возмущающая сила, равная $\Delta F = |F_{давл.} - F_{эл.}|$. Вследствие этого создаются необходимые и достаточные условия для того, чтобы электрон совершал колебательное – вращательное – движение вокруг положения равновесия с частотой примерно $f = 10^{11}$ Гц. Движущийся по замкнутому контуру электрон будет порождать магнитное поле. При этом происходит последовательное превращение кинетической энергии атомов в электрическую, а затем – в магнитную. Флуктуацию плотности в момент сжатия можно также рассматривать как источник локального магнитного заряда, который появляется с частотой появления сжатий около 10^{11} Гц. При развитии конденсированной среды плотность вещества будет источником магнитных зарядов, замкнутых контуров с радиусом $R = 10^{-8}$ / -10^{-6} М и частотой вращения $f = 10^{11}$ Гц. В таком контуре возникает индукция $_{инд}$. Следовательно, плотность вещества может играть роль стороннего источника ЭДС индукции.

Этот результат можно считать принципиально новым, потому что единственными источниками магнитных зарядов до сих пор считаются только молекулярные токи. Очевидно, упомянутые контуры вместе со своими источниками определяют очень многие свойства конденсированной среды, включая межмолекулярное взаимодействие в ней. В основе этого взаимодействия лежит появление с помощью этих контуров связи между соседними участками среды. Поэтому воздействие на один из участков среды приведет к распространению этого влияния на соседние участки. Поскольку в БЖ велика неоднородность по плотности – связи вблизи отдельных флуктуаций могут быстро затухать и прерываться, а в образовавшемся кристалле такие связи между соседними участками не прерываются, а наоборот, как бы сетью заполняют весь объем.

Как уже упоминалось, одним из главных параметров конденсированной среды следует считать ее плотность. При этом плотности свойственно особое очень важное для рассматривае-

мой ситуации свойство: плотность вещества генерирует энергию. В молекуле генерируется электрическая, а в плотной среде – магнитная энергия.

Становится понятным, почему некоторые ученые считают, что теория кристаллизации зашла в тупик. Она рассматривает кристаллизацию как самостоятельный процесс, имеющий свой собственный механизм и свои закономерности. Однако кристаллизация – всего лишь *первый этап* в развитии конденсированной среды от газообразного неупорядоченного состояния до твердой идеальной кристаллической решетки. Поэтому кристаллизацию в значительной мере определяют те особенные свойства (этапы развития) конденсированной среды, которые формируются в ней при ее возникновении и развитии – задолго до фазового перехода «жидкое в твердое». При этом, в момент образования молекулы, совершается первый качественный скачок: наблюдается превращение кинетической энергии атомов в электрическую, появляются первичное электрическое поле, сторонние ЭДС и сторонние силы.

Второй этап наступает при появлении *флуктуаций* плотности вещества – источников магнитных зарядов, контуров и целых «катушек индуктивностей», которые, в свою очередь, являются источниками сторонних сил. Этот этап также является качественным скачком в развитии неорганической среды. При понижении температуры жидкости происходит дальнейшее накопление количественных изменений в среде: увеличивается плотность вещества, количество генерируемой энергии, число взаимодействующих между собой *флуктуаций* и т.д. При достижении температуры кристаллизации энергия без потерь переходит из механической части колебательной системы в электрическую и обратно, а колебания становятся незатухающими.

Третий этап развивается, если вышеупомянутое равновесие нарушится. Так, некоторый микрообъем, содержащий несколько взаимодействующих между собой *флуктуаций* плотности вещества в момент дополнительного сжатия и наложения упругой волны от внешнего источника, претерпевает следующее: часть электронов будет выжиматься из объема и выйдет за пределы этой большой *флуктуации*, т.е. часть магнитной энергии превратится в электрическую. Все *флуктуации* плотности

окажутся в зоне действия внешнего для них электрического поля, произойдет взаимодействие двух полей: оставшегося в объеме магнитного и вновь появившегося на поверхности микрофлуктуации электрического поля. В результате всех этих процессов возникает постоянное электромагнитное поле в данном микрообъеме. Магнитная составляющая поля заполнит и оформит объем кристалла, а электрическая – поверхность. Вместе с зародышем твердой фазы образуется и зародыш постоянного электромагнитного поля в этом веществе. Происходит новый качественный скачок в развитии конденсированной среды.

Из развиваемой Н.А. Денисовой (1997) теории вытекает, что механизм кристаллизации будет определяться процессами возникновения и функционирования этого поля, а сам *кристалл становится формой существования постоянного электромагнитного поля в данном веществе. В* этой теории рассмотрен важный для данной публикации вопрос о том, что же является главным источником ЭДС в процессе роста кристалла?

Вещество внутри кристалла и на его поверхности имеет различные термоэлектрические свойства, поэтому объем кристалла и его поверхность вместе составляют сложную термоэлектрическую пару, генератор. При изменении температуры, а, следовательно, плотности кристалла в нем происходит дополнительное макроскопическое перераспределение электрических зарядов. Именно часть этой электрической энергии и будет затрачиваться в процессе роста кристалла, а источником ЭДС будет возбужденное неоднородными условиями его постоянное электромагнитное поле.

Итак, при развитии неорганической среды (и, соответственно, при изменении плотности) конденсированная среда претерпевает качественные изменения, тем более, что плотность вещества способна генерировать энергию. Энергия является главным параметром развивающейся конденсированной среды.

Процитируем анализ действия сил в период формирования *кристалла* с позиций обсуждаемой теории, из которой вытекает, что «… в молекулах возникает первичная электрическая, в жидкой среде – первичная магнитная составляющая, а в кристалле – постоянное электромагнитное поле. Сторонние источники развиваются от простого к сложному. В молекуле – это отдельные

сближающиеся атомы, во флуктуации – это уже группа атомов. В процессе кристаллизации образуется не только зародыш новой фазы, но и новый источник энергии – постоянное электромагнитное поле или генератор объем-поверхность. В возбужденном состоянии он генерирует макроскопические электрические поля. В результате в системе появляются сторонние источники силы. В молекуле эту роль выполняют локальные микроскопические электрические поля, в жидкой среде – локальные магнитные поля, а в кристалле – те и другие, а также макроскопические электрические поля. В конденсированной среде, начиная с молекулы, действуют две колебательные системы. Атомы создают механическую колебательную систему, в которой в результате их периодических столкновений и контактной поляризации возникает и действует электрическая колебательная система. Эти две системы взаимосвязаны и колеблются с взаимным превращением энергии. Колебания механической составляющей описываются уравнением вынужденных механических колебаний (1), колебания электрической составляющей – уравнением вынужденных электрических колебаний (2):

$$m\frac{d^2y}{dt^2} + 2\lambda m\frac{dy}{dt} + m\omega_0^2 y = F^{стор}\cos\omega t \qquad (1)$$

где m – масса флуктуации; ω_o – частота собственных и вынужденных колебаний; y – отклонение; $F^{стор.}$ – вынуждающая сила.

$$L\frac{d^2q}{dt^2} + R\frac{dq}{dt} + \frac{q}{c} = E^{стор}\cos\omega t \qquad (2)$$

где L – индуктивность; C – емкость; R – электросопротивление; q – заряд; $E^{стор.}$ – сторонняя ЭДС.

В данном случае их нужно решать совместно, потому что энергия из одной колебательной системы перетекает в другую и обратно. Электродвижущая сила $E^{стор.}$, являющаяся для электрической колебательной системы вынуждающей, порождается ме-

ханической колебательной системой, у нее есть конкретный источник – флуктуация плотности вещества. Сила $F^{стор.}$ – сторонняя для механической системы и возникает она – в электрической. Все параметры такой сложной колебательной системы одновременно являются и параметрами развивающейся конденсированной среды. В ней существуют все необходимые и достаточные условия для проявления всемирного закона сохранения и превращения энергии: кинетическая энергия сближающихся атомов превращается в электрическую или магнитную, запасается или снова превращается в кинетическую».

Касаясь неточностей физики при оценках кристаллизации, автор отмечает: «Взаимодействие двух тел, не подвергающихся воздействию каких-либо других тел, – фундаментальное явление, лежащее в основе множества других. Для объяснения межмолекулярного взаимодействия между нейтральными системами, не обладающими электрическими моментами, используется подход, называемый адиабатическим приближением. Он основывается на большой разнице в массах электронов и ядер, что позволяет рассматривать движение электронов при покоящихся ядрах. В уравнении Шредингера пренебрегают оператором кинетической энергии ядер, а координаты ядер фиксируют как параметры. Таким образом, кинетическая энергия сближающихся атомов отбрасывается только для того, чтобы упростить постановку задачи. При этом из рассмотрения исключается и магнитная энергия. Из квантовой теории атома известно, что структура его оболочки определяется электрическими и магнитными силами. Оценивается порядок их величин, для этого сравниваются энергии электрического и магнитного взаимодействия двух элементарных зарядов и двух элементарных магнетиков – магнетонов Бора, находящихся на атомных расстояниях. Оказалось, что энергия электрического взаимодействия на четыре порядка больше энергии магнитного взаимодействия. Эти же величины сравнили со средней атомной энергией связи в кристаллах. Из сравнения этих трех величин следует, что наблюдаемые энергии связи реальных кристаллов обусловлены в основном электрическими силами. Делается вывод, что более слабые магнитные силы играют менее существенную роль в кристаллической связи и

могут не учитываться. Это неверно, т.к. не учитывается всемирный закон сохранения и превращения энергии».

Кроме того, следует учесть, что «физика во всех своих теоретических построениях исходит из того, что неорганическая среда не развивается. Но, как оказалось, неорганическая среда развивается от молекулы до кристалла при изменении плотности вещества, главные параметры развития – энергия и ее источники, а главный процесс – превращение энергии. В процессе этого развития появляются новые типы связей в молекулах и между молекулами, микроскопические магнитные заряды, постоянное электромагнитное поле и др., обнаруживаются совершенно новое явление и свойство».

При кристаллизации из жидкой фазы реализуется образование постоянного электромагнитного поля в равновесном зародыше новой фазы в момент его появления. Магнитная составляющая поля заполняет объем, а электрическая составляющая формирует поверхность кристалла. Это означает, что вместе с зародышем твердой фазы возникает и зародыш постоянного электромагнитного поля [11].

Можно сделать вывод, что механизм кристаллизации вещества определяется процессами возникновения и функционирования этого поля, а сам кристалл является формой существования постоянного электромагнитного поля в данном веществе. Кроме того, непротиворечивой по сути гипотезой является то, что в основе образования и развития неорганической конденсированной среды лежит *свойство* плотности вещества генерировать электрическую энергию в процессе образования молекулы при сближении атомов. В жидкой среде плотность вещества и ее *флуктуация* становятся источниками магнитной энергии в виде локальных магнитных зарядов. При кристаллизации в момент образования равновесного зародыша кристалла в нем возникает и зародыш постоянного электромагнитного поля.

Эти рассуждения открывают новые подходы к исследованию механизма формирования СТС БЖ. Они расширяют также имеющееся представление о механизмах образования в наблюдаемых в жидких средах и ТЗГ вихревых потоков, спиральных

волн. Это основывается на физических закономерностях о том, что парамагнитные моменты ведущих центров кристаллизации могут создавать стоячую волну со спиральной конфигурацией, которая перпендикулярна вектору парамагнитного момента. Парамагнитные ассоциаты, попавшие в преимущественную сферу влияния данного застабилизировавшегося центра кристаллизации, стремятся покинуть области энергетических максимумов и «падают» в ближайший энергетический минимум.

С учетом новых современных научных гипотез и экспериментальных наблюдений начинают создаваться компъютерные программы, позволяющие моделировать рост кристаллов с первого момента появления в двухкомпонентной среде той или иной примеси [69].

Сегодня очевидно, что процессы кристаллообразования из раствора связаны с *самоорганизацией кристаллов* [45]. При этом поразителен тот факт, что минеральное, неорганическое образование, подобно живому организму, способно самопроизвольно увеличивать свои размеры за счет элементов среды. Рост кристаллического объекта – это процесс перехода разрозненно существующих атомных, ионных или молекулярных частиц в состояние закономерно упорядоченных и согласованно функционирующих элементов целостной системы. Но это не просто увеличение числа связанных атомов. Рост кристалла в качестве необходимого момента включает в себя также условие постоянной репродукции заданного типа структурной постройки. Сохранение внутренней организации растущим кристаллом означает, что данная система в ходе взаимодействия со средой стремится сохранить неизменными свои структурно-функциональные параметры. Процесс *самоорганизации* выражается в явлении селекции, за счет которой обеспечивается неизменность структурной решетки *кристалла*. В такой системе действии вероятностных законов минимизировано, а отношение кристаллической системы к физико-химическому содержанию среды носит, несомненно, активный характер. Это отношение выражается в поведении среды, обусловленном внутренней структурной механикой регулирования [24].

Характер отношения минерально-кристаллических систем к среде и, прежде всего, к ее химическому составу зависит также

от типа структурной решетки, т.е. от внутренней конструкции данного минерального индивида. Здесь в общем случае тип структурной постройки *кристалла* отвечает первому закону Гольдшмидта: *строение кристалла определяется количественным соотношением его структурных единиц, их размерами и поляризационными свойствами*. Из него вытекает, что тип структуры всякого минерала определяется, *во-первых*, свойством координации – числом единичных связей, на которые способен распределяться заряд атома, *во-вторых*, размером частиц – величиной радиуса силового поля. *В-третьих*, пространственное расположение элементов зависит от величин поляризационных моментов взаимодействующих микросистем. Продуктом проявления этих свойств является формирование кристаллической решетки в форме куба, пирамиды, ромбоэдра и т. п. Для всех этих природных кристаллических образований характерен один общий момент: они возникают как стабильные материальные структуры, так как в возникшей кристаллической постройке складывается устойчивая функциональная зависимость по трем упомянутым параметрам.

Решение вопроса о физической сущности этого механизма *самоорганизации* в процессе кристаллообразования разделяет исследователей на два лагеря. Первая группа считает, что механизм регуляции воплощается материально как определенный регулирующий орган системы. Вторая группа рассматривают этот механизм как некий закон, которому следует система. Если первая точка зрения основана на исследовании процессов управления в живой природе и обществе, где органы управления обособлены, то вторая развивает работы Эшби, полагавшего, что и неорганическим образованиям свойственна информационная корреляция со средовыми факторами. Кроме того, он считал, что механизму управления неорганической системы соответствует закон или логика функционирования, в качестве устойчивого следствия вытекающий из той особой формы отношения элементов, при которой всякий из них выступает в роли коррелятора поведения другого. Закон селекции и является подобным механизмом управления. Естественно, в минерально-

кристаллических образованиях нет структурно-локализованного регулятора, как, впрочем, нет его и во многих живых системах. И, тем не менее, кристаллам присуще активно-избирательное отношение к своей среде. Это означает, что в процессе кристаллизации действует регулятор рассеянного типа, поэтому кристаллические образования можно отнести к разряду систем сложного динамизма [44, 45].

По мнению А.Н. Денисовой в развитии *кристалла* воплощен *прообраз информационного управления*, свойственного живой природе; рост *кристалла* – это процесс сложного динамического функционирования этой системы, причем общие проблемы кристаллообразования не могут быть отделены от активной, нелинейной динамики *кристаллов*. Кроме того, в кристаллизации воплощается свойство *самоорганизации*, поскольку здесь имеют место информационные процессы более высокой ступени развития, чем это кажется на первый взгляд.

Соглашаясь с позицией автора об информационной функции кристаллизации, вновь цитируем ее работу: «Информация кристалла, а упорядоченность связи элементов в его структуре есть связанная информация, не остается бесполезно замкнутой в нем. Связанность информации не делает из кристаллической системы «системы в себе». Напротив, она выполняет определенные функции – конкретным образом детерминирует отношение кристаллического образования к кристаллизующейся среде. Информация кристалла, таким образом, выступает не только в значении формы упорядоченности связи элементов в системе, но также в качестве особой – не силовой, а организационной формы связи системы со средой. Организационные потенции доорганических форм материи составляют определенную группу звеньев эволюционной цепи, продолжающейся на биологическом уровне организации материи, причем одни звенья этой цепи весьма далеки от форм самоорганизации в живой природе, а другие, напротив, находятся в непосредственной близости от них и поэтому выступают как предпосылки этого свойства в живой природе. Основным содержанием организационной динамики кристалла и его среды выступает тенденция сохранения системой своей структурной организации, своего исходного качественного состояния. Природные кристаллические системы способны при изменении термодина-

мического режима преобразовывать либо элементный состав, либо тип структуры, либо то и другое одновременно и тем самым приравнивать свою термодинамическую константу к новым условиям, сохраняя целостность системы. Минералы обладают столь развитой способностью организации своих отношений со средой, что претендуют на определенную близость к системам управления, т.е. к живой природе. Некоторые классы минералов способны не только стягивать свободные органические молекулы, но и активно синтезировать их» [11].

Самоорганизующиеся в процессе кристаллизации системы оперируют проявлениями изоморфизма и полиморфизма кристаллов. *Изозоморфизм* – способ достижения минеральной системой динамического равновесия со средой – состоит в замещении в кристаллической структуре минералов атомов одних элементов атомами и ионами других элементов, не сопровождающемся изменением строения кристаллической решетки. *Изоморфизм* не просто случайная замена одних элементов другими на основании их объема и закона масс, а один из способов достижения более устойчивых энергетических комплексов. При *изоморфизме* в большинстве случаев замещающий элемент имеет более высокую валентность, чем замещаемый. Смысл этой полярности замещения – в увеличении энергии кристаллической решетки, которая получается от вхождения элемента с более высокой валентностью, чем замещаемый элемент [10]. Минерал в ходе *изоморфизма* не уменьшает, а увеличивает количество внутренней энергии. Его структура стремится к выигрышу энергии.

Процесс роста – достаточно простая форма динамики взаимодействия кристаллической системы и среды, так же проста и форма *самоорганизации* системы. Минеральный кристалл в этом случае ассимилирует лишь свои элементы и отбраковывает все другие. Посредством механизма селекции он сохраняет исходную структурную организацию, целостность и качественную определенность. Но тот же самый минерал, оказываясь в силу изменения внешнего термодинамического режима в неравновесном состоянии, изменяет свое отношение к элементно-химическому содержанию среды. При такой ситуации кристаллическая система меняет критерии контроля своего строительного материала. Теперь минерал игнорирует свои атомы и включает в решетку опреде-

ленный сорт частиц, отсеивавшихся ранее. Путем применения новой программы выбора элементов система минерала изменяет свою термодинамическую константу, достигая требуемого уровня энергетической устойчивости. Внутренне реорганизуясь, система как бы малыми усилиями нейтрализует мощное энергетическое воздействие. Она сопротивляется дезорганизующим воздействиям внешней среды и даже устраняет их посредством изменения своего состояния и состояния составляющих ее элементов. Процессы *полиморфизма являются более высокой по сравнению с процессом роста, формой самоорганизации*. В этом случае функционирование системы не сводится к тенденции удерживать свои параметры около какой-то исходной величины. Здесь речь идет уже не о простой самостабилизации, а о сохранении относительной устойчивости целого посредством последовательных изменений определенных состояний системы. Такой способ сохранения целостности характерен для сложных динамических систем, снабженных пропорциональным регуляторным механизмом. Отсюда можно заключить, что возможности самоопределения кристаллических образований не исчерпываются понятиями автостабилизации или квазиуправления. Характер их функционирования позволяет считать, что данный класс систем обладает достаточно развитой способностью регулировать свои отношения с внешней средой. Учитывая это, *самоорганизацию* кристаллических минералов следует считать определенным аналогом *информационной самоорганизации живых систем*, которой она предшествует в историческом и генетическом отношениях. [7, 10].

В кристаллогенезе ТЗГ жидких биологических субстратов наряду с возможным значением обозначенных выше механизмов большое место занимают вопросы симметрии и асимметрии СТС. Обычный *кристалл* представляет собой периодическую структуру из атомов или молекул и любой кристаллической структуре присуща определенная симметрия. *Кристаллы* обладают дальним порядком двух типов, *ориентационным* и *трансляционным*. *Трансляционный* порядок означает возможность построить кристаллическую структуру путем трансляций элементарного строительного блока структуры с определенным расположением атомов на некоторый вектор элементарной ячейки *кристалла*. В таком случае говорят о существовании дальнего

порядка в *кристалле*. Ориентационный порядок означает, что поворот *кристалла* вокруг определенной оси совмещает атомные позиции с самими собой. Кристаллы могут иметь вращательную симметрию третьего, четвертого или шестого порядка. Например, если *кристалл* имеет ось симметрии третьего порядка, то его кристаллическая решетка не изменится после поворота на одну треть окружности. Структура элементарной ячейки большинства кристаллов основана на таких простых геометрических телах, как куб, тетраэдр и октаэдр. Правда, известны и *квазикристаллы*, в основе которых лежит другое геометрическое тело – икосаэдр (многогранник, имеющий 20 граней, каждая из которых представляет собой равносторонний треугольник и имеет 12 вершин и 30 ребер). Икосаэдр имеет симметрию пятого порядка: в каждой его вершине соединены пять граней. Геометрия икосаэдра занимает важное место во многих областях математического анализа, таких, как проблема решения уравнений пятой степени, теория групп, теория хаоса. Их невозможно упаковать так, чтобы они плотно, без зазоров, заполняли все пространство, поэтому икосаэдры не могут служить элементарными ячейками кристаллов [64].

Приведенные выше наблюдения и рассуждения подтверждают гипотезу, высказанную нами совместно с В.В. Игнатьевым, что *в процессе самоорганизации любая система, и особенно многокомпонентная БЖ, осуществляет поиск энергетического экстремума, а кристаллизующиеся системы при этом пользуются паттернами «золотой» пропорции* [14]. В БЖ, как в подобных системах кристаллическое образование следует рассматривать не просто как однородную интеграцию частиц, а как сложную, многоуровневую информационно-обусловленную их организацию, в которой до сих пор недостаточно раскрыты физическая природа СТС, первопричины симметрии и природа *самоорганизации* кристаллизующейся среды.

В период формирования ТЗГ БЖ с необходимостью проявляются основные наиболее энергетически выгодные законы кристаллизации из раствора. Важнейшими составными компонентами рассматриваемых многочисленных тезиографических препаратов БЖ являются вода и белки – важные участники процесса кристаллизации. Белки при формировании ТЗГ конденси-

руются, теряют воду. Из современных работ биофизиков вытекает, что при изменении кинетики этого процесса возникают различные виды диссипации энергии. Это ведет к образованию твердообразной формы аллотропной его модификации (кристаллической), равновесной и полипленочной – неравновесной. Последняя называется «протос», имеет нелинейную турбулентную динамику конденсации и фрактальную геометрию. Обе формы обладают различным ближним и дальним порядком в расположении атомов, а, следовательно, разными видами и масштабами симметрии и диаметрально противоположными свойствами. По мнению Е.Г. Рапис, только в открытой системе «белок–вода» появляются все перечисленные выше свойства, Основные наиболее энергетически выгодные законы кристаллизации из раствора присущи любым возбужденным *самоорганизующимся* системам в материалах различного вида. Они исчезают в закрытой системе. Сделан вывод, что изучать *самоорганизацию* белка можно только в условиях, которые постулирует теория диссипативных структур. Кристаллизация белка с хорошей повторяемостью позволяет получать неравновесную форму его *самоорганизации* (модификацию «протос») *in vitro* в одном субстрате без АТФ, ДНК, РНК и других ферментативных и энергетических ингредиентов живого. Ряд авторов предполагает, что симметрия белка (ее виды и масштабы), при самосборке тезиографических пленок соответствует симметрии и морфогенезу живых систем в плотной фазе конденсации, а эта самосборка инициируется автоволновым процессом [15, 37]. Такое поведение биологической системы «белок–вода» можно гипотетически приравнивать к способности воды геометрически кодировать информацию белка, создавая самокомплементарные и комплементарные соединительные зоны между его блоками (от автоволновых процессов в жидкой фазе до геометрии – «ключ к замку» в твердообразном состоянии). Вместе с тем при *самоорганизации* неравновесной модификации белка образуются многослойные, наслаивающиеся друг на друга тонкие пленки в форме «кип». В целом, явление образования СТС оказалось чрезвычайно сложным, включающим целый ряд взаимосвязанных процессов различной природы, вплоть до радиального растрескивания образцов сыворотки крови. Отмечено, что регуляр-

ное растрескование характерно для здоровых людей, тогда как у больных наблюдают хаотическое растрескивание [9].

Проведенный Ю.Ю. Тарасевичем, Т.А. Яхно и соавт. [39, 47] анализ публикаций о роли белков в формировании ТЗГ позволил заключить, что основные эффекты, наблюдаемые при высыхании БЖ, типичны для коллоидных растворов вообще и могут быть описаны в рамках стандартных физических подходов. Прежде всего, БЖ являются сложными коллоидными, содержащими белки, системами. По мере возрастания концентрации растворенных веществ, вызванной испарением растворителя, в препаратах этих жидкостей наблюдается определенная последовательная *самоорганизация* от образования гелевой матрицы (пленки, фации) до кристаллизации. Характер *самоорганизации* зависит от таких параметров жидкости как концентрация ее компонентов, дисперсность, вязкость, смачиваемость, теплопроводность, поверхностное натяжение, ионная сила, содержание гелеобразующих молекул. Даже незначительное изменение состава жидкости может существенно изменить динамику фазовых переходов при высыхании «сидячей» на подложке капли. Высыхание капли многокомпонентной жидкости происходит при неизменной площади ее основания из-за *пиннинга* линии раздела фаз. Под *пиннингом* здесь понимается *самопроизвольное закрепление или зацепление сухого остатка на первичной площади подложки*. *Пиннинг* в тезиографических препаратах связан с процессом испарения молекул воды с поверхности капли, которое приводит к уменьшению ее краевого угла. Это обусловливает возникновение внутри капли молекулярных течений, направленных от ее вершины к линии раздела фаз (рис. 5). В приповерхностном слое капли возникают также термо-капиллярные и концентрационно-капиллярные течения.

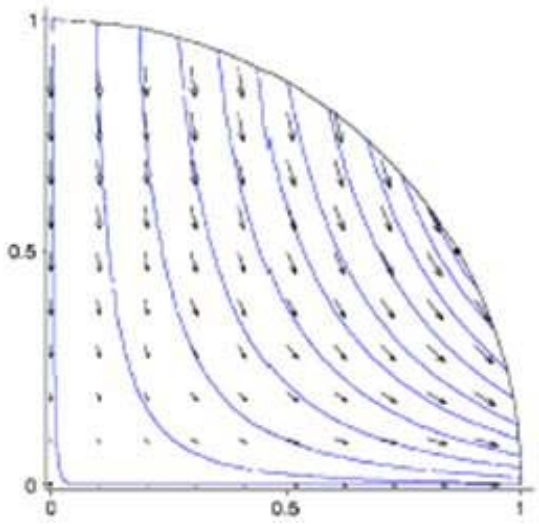


Рис. 5. Капиллярное течение в высыхающей сидячей капле идеальной жидкости в условиях пиннинга границы раздела фаз (Расчет проведен Tarasevich Yu.Yu. at all. [74])

В приближении теории смазки (*lubrication approximation*) постулируется, что эти течения сдвигают к краям капли растворенные вещества и дисперсные частицы. Сделаны расчеты поля скоростей и линий тока внутри испаряющейся капли жидкости в случае *пиннинга* линии трехфазного контакта и различных режимов испарения. При игнорировании термо- и концентрационно-капиллярных течений в одной из работ Ю.Ю. Тарасевича (Capillary flow in an evaporating sessile drop//e-print: physics/0408121) показано, что при проведении подобных расчетов второй проблемой становится определение плотности потока пара, испаряющегося с поверхности капли. Если допустить, что поток пара однороден, то плотность потока определяется из электростатической аналогии. Однако это дает расходимость плотности потока вблизи линии трехфазного контакта. Такая расходимость устраняется, если предположить, что выпадение дисперсных частиц и растворенных веществ блокирует испарение вблизи контактной линии. Условность имеющихся расчетов показывает практиче-

ский опыт. Так расчеты в рамках упомянутых моделей не демонстрируют возникновения течения, направленного к центру капли, хотя такое течение наблюдается экспериментально. Кроме того, капиллярные течения инициируют возникновение градиента концентраций растворенных в капле веществ, что вызывает появление диффузионных потоков. Утверждается, что при использовании в качестве образца капли сыворотки крови, после полного высыхания белок образует на периферии аморфный валик, в то время как центральная плоская часть образована преимущественно кристаллическими структурами. Однако это наблюдается не во всех случаях. Поэтому предложения называть *центральную зону* зоной кристаллической, а *периферийную* – аморфной мы не считаем возможным. Нельзя дать однозначного определения и *переходной зоне*, так как она бывает выражена только при использовании в качестве БЖ сыворотки крови, а при использовании иных БЖ (например, спинномозговой жидкости) *переходная зона* может отсутствовать. Предложения определять содержание белка в ТЗГ по отношению ширины белковой зоны к диаметру всего образца также требует детальной проверки. Следует уточнить роль диффузионных процессов в формировании ТЗГ. Эти процессы могут сглаживать изменение концентрации, вызванное испарением растворителя, в случае растворенных веществ с большими коэффициентами диффузии, но не вносят заметного вклада в пространственное перераспределение белка и других дисперсных частиц. По данным Ю.Ю. Тарасевича [38], на сегодняшний день возможный механизм возникновения радиального течения, направленного к центру капли, связывается с возникновением неустойчивости Марангони, зависимостью коэффициента поверхностного натяжения от координаты. Обычно возникновение неустойчивости Марангони связывают с температурной зависимостью коэффициента поверхностного натяжения. С физической точки зрения эта неустойчивость в совместной задаче о конвекции с учетом плавучести (Бенар) и термокапиллярности (Марангони) в вязком слое слабосжимаемой жидкости, ограниченном снизу нагретой твердой поверхностью, а сверху свободной поверхностью с действующими на ней зависящими от температуры силами поверхностного натяжения, обусловлена двумя основными механиз-

мами. *Первый* – это неравномерность распределения плотности по объему жидкости вследствие ее теплового расширения. *Второй* механизм неустойчивости – наличие градиентов поверхностного натяжения вследствие *флуктуаций* температуры вдоль верхней свободной поверхности [68]. Поскольку температура нижней части капли тезиографического препарата больше, чем верхней, коэффициент поверхностного натяжения меняется от точки к точке. Однако в случае капли БЖ представляется, что более значимым эффектом может являться зависимость величины коэффициента поверхностного натяжения от концентрации растворенных веществ. Расчеты для простейшей однокомпонентной капли с учетом испарения показывают, что в капле возникают также циркулярные течения, сходные с теми, которые наблюдаются экспериментально. Предполагается, что перенос вещества на край капли приводит к изменению коэффициента поверхностного натяжения вдоль поверхности, что приводит к возникновению концентрационно-капиллярного течения, направленного вблизи поверхности к краю капли. Это означает, что термо- и концентрационно-капиллярное течение направлены в противоположные стороны.

Исследование механизмов, инициирующих дендритный рост *кристаллов* при кристаллизации из солевых растворов в присутствии белка показало, что формирование узора «трещин» высохшей капли определяется соотношением между двумя характерными временами: временем высыхания и временем гелеобразования. Исследования узора «трещин» в водно-солевом растворе альбумина (модельная жидкость простого состава) при дегидратации капли, выявили СТС характерные для нативных БЖ, полученных от практически здоровых доноров. Это легло в основу гипотез о том, что процессы дегидратационной *самоорганизации* БЖ могут быть объяснены на основе анализа изменений физических и физико-химических свойств этих жидкостей. Для описания процессов гелеобразования используется теория *перколяции* (от лат. *percolatio* – процеживание, фильтрация, протекание), описывающая возникновение бесконечных связных структур (кластеров), состоящих из отдельных элементов, а также свойства материалов, состав которых меняется в зависимости от изменения каких-либо технологических параметров [72]. Особен-

ность обсуждаемой модели состоит в том, что молекула альбумина представляет собой эллипсоид и не может рассматриваться в качестве точечного объекта, как это принято в теории *перколяции*. Поэтому сделаны попытки применить к описанию процесса формирования ТЗГ задачи о *перколяции* на решетке неточечных объектов. Например, рассмотрена *перколяция* т.н. *иголок* – непересекающихся анизотропных объектов на двумерной решетке. Использован также подход, примененный в задаче Накамуры [70], в которой на квадратной решетке размещаются квадратные блоки со стороной, кратной длине связей [75].

Широко распространенной гипотезой, определяющей тип наблюдаемых паттернов ТЗГ является, на наш взгляд, умозрительная гипотеза «клиновидной дегидратации». Ее суть состоит в том, что загрязнение поверхности белка продуктами метаболизма меняет способность молекул образовывать агрегаты, изменяет некие физико-химические свойства БЖ, что в свою очередь влияет на характер формирования «спиральных трещин» в тезиографических препаратах и имеет ту же самую природу, что и в случае коллоидов с малым временем гелеобразования. По характеру упомянутых СТС пытаются получить информацию о состоянии организма. Известным примером является оценка ТЗГ мочи, которые использовались для диагностики и обоснования патогенеза мочекаменной болезни. Исходя из теории *защитного коллоида*, считают, что в основе формирования мочевых конкрементов лежит появление в моче гидрофобных коллоидов, провоцирующих кристаллизацию солей. С позиций концепции C.A. Charlton, один из возможных механизмов камнеобразования связывают с нарушением *местного фибринолиза.* При снижении уровня урокиназы в моче нарушается расщепление уромукоида и он становится матрицей, на которой происходит отложение солей. По Ю.Г. Едину, автору *протеолизно-ионной теории*, изменение протеолитических свойств мочи в результате изменения pH приводит к нарушению коллоидного равновесия: белки из мелкодисперсного золя переходят в гель, наиболее крупные частицы которого служат матрицей последующего кристаллообразования и формирования камня. Гипотеза C.H. Van Aswegen и D.J.D. Plessis уточняет роль уромукоида в образовании мочевых камней: изменение структуры уромукоида

и включение его в матрикс мочевых камней происходит из-за потери сиаловых кислот. Но в настоящее время преобладает *теория дефицита и изменения структуры ингибиторов камнеобразования* (гликозаминогликанов, белка Тамма–Хорсфалла, нефрокальцина, уропонтина и т. д.). Недостаток или изменение этих веществ приводит к потере их способности поддерживать соли мочи в растворенном состоянии, что делает их промоторами кристаллообразования и формирования мочевых камней [22].

Обнаружено, что форма высыхающей БЖ (в данном случае, мочи) позволяет наблюдать процесс системной ее *самоорганизации* в процессе фазового перехода ее из жидкого состояния в твердое (рис. 6).

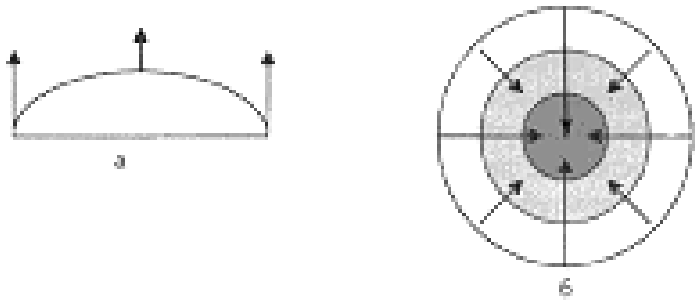


Рис. 6. Схема дегидратации тест-капли мочи:
а – вертикальный разрез: неравномерное распределение слоя жидкости; б – вид сверху: образование зон кристаллизации в процессе осмофереза (Лисовая Н.А. и соавт., 2003)

По мнению авторов гипотезы «клиновидной дегидратации», поскольку капля мочи имеет разную толщину слоя в центре и с краю, при испарении воды концентрация в периферических отделах возрастает быстрее, чем в центральной (толстой) части. Так как мощность осмотических сил выше онкотических, соли перемещаются к центру капли, вытесняя органические вещества на периферию. В моче (при протеинурии) молекулярные взаимодействия между белками и солями непрочные, и при дегидратации они легко разделяются и формируют две зоны – краевую белко-

вую и центральную солевую. В результате, после высыхания капли БЖ, в ее твердой фазе количественное содержание солей повышается от периферии к центру, а количественное распределение органических веществ имеет обратный порядок. При исследовании мочи здоровых людей этим способом показано, что поверхность всей тест-капли покрыта кристаллами солей. При протеинурии, в тест-капле мочи формируются две зоны – центральная в виде кристаллов солей и краевая белковая в виде стекловидного прозрачного ободка. Эти наблюдения были положены в основу создания диагностической тест-системы «Литос» [23].

Существенную роль в формировании ТЗГ сложнокомпонентных систем играет вода. Вода сама способна кристаллизоваться с образованием снега или льда. Это качество обусловлено структурой молекул воды. Установлено, что водородная связь между молекулами во льду имеет примерно на 10 % ковалентный характер, что способствует объединению 10 % молекул воды в достаточно долгоживущие полимеры. По широко распространенным представлениям, вода представляет собой иерархию правильных объемных структур – кристаллоподобных образований (кластеров), состоящих из 57 молекул и взаимодействующих друг с другом за счет свободных водородных связей. На основе этих структур создаются структуры второго порядка в форме шестигранников, состоящих из 912 молекул воды. Конфигурация этих элементов считается чувствительной к любому внешнему воздействию, к любой примеси. Этот механизм может отчасти объяснить чрезвычайно высокую чувствительность тезиографии к воздействию внешних факторов. Как можно заметить, в обычной воде совокупность отдельных молекул и случайных ассоциатов близко к «золотой» пропорции: 60 % составляет деструктурированная вода, а 40 % – кластерная (структурированная) вода. В твердой фазе воды (во льду) атом кислорода каждой молекулы образует две водородные связи с соседними молекулами. Это способствует соприкосновению молекул воды друг с другом своими разноименными полюсами. Большое число молекул образует слои, причем каждая из отдельных молекул связана с тремя молекулами, принадлежащими к тому же слою, и с одной – из соседнего слоя. Такая структура льда принадлежит к наименее плотным структурам с пустотами, размеры

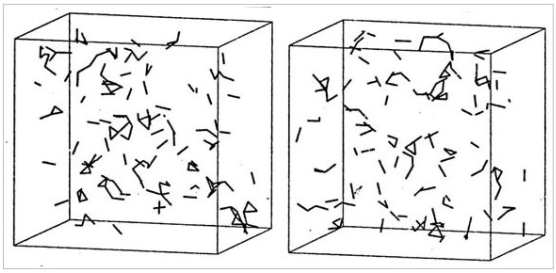
которых могут превышать размеры молекулы, например, в реликтовом льде. При плавлении льда его структура разрушается. Но и в жидкой воде сохраняются водородные связи между молекулами и образуются ассоциаты из обломков структур льда, состоящие из большего или меньшего числа молекул воды. Каждый ассоциат существует лишь короткое время, поскольку в жидкости постоянно происходит разрушение одних и образование других агрегатов. В пустотах таких «ледяных» агрегатов могут размещаться одиночные молекулы воды, и при этом упаковка молекул воды становится более плотной. Поэтому при плавлении льда объем, занимаемый водой, уменьшается, а ее плотность возрастает. По мере нагревания воды, обломков структуры льда в ней становится все меньше, что приводит к дальнейшему повышению плотности воды. В интервале температур от 0 до 4°С этот эффект преобладает над тепловым расширением и плотность воды продолжает возрастать. При нагревании выше 4°С, преобладает влияние усиления теплового движения молекул и плотность воды уменьшается. При дальнейшем нагревании воды часть теплоты затрачивается на разрыв водородных связей (энергия разрыва водородной связи примерно – 25 кДж/моль). Этим объясняется высокая теплоемкость воды. Водородные связи между молекулами воды полностью разрываются только при переходе воды в пар [58].

Для процесса кристаллизации различных веществ из раствора важна структура водных молекул. Считается, что в схеме молекулы H_2O (по волноводной модели) расстояние протона от его электрона, который пополнил октет электронной оболочки атома кислорода, равняется около 0,28 А, что согласуется с аналогичными значениями для линейных молекул. Уменьшение угла HOH в молекуле H_2O (с 109,28 до 105 градусов) объясняется взаимодействием ионов O^{6+} и обоих протонов (принято в первом приближении, что электронная оболочка не изменяется). Здесь имеет место передвижение иона кислорода в отношении его электронной оболочки и уменьшение тетраэдрического валентного угла. При рассмотрении структуры хлорида натрия по этой модели становится ясным, что он имеет кубическую гранецентрированную структуру, в которой каждый большой ион хлора окружен шестью ионами натрия и наоборот. При этом ма-

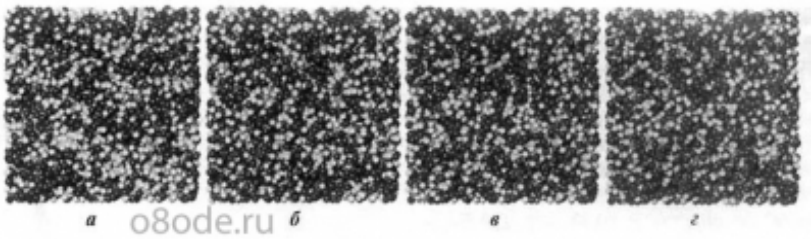
лые ионы натрия полностью скрыты в пустотах между большими ионами хлора, а вся модель *кристалла* имеет очень прочную и симметричную структуру. Следовательно, модель *NaCl* может служить иллюстрацией основных черт ионных *кристаллов* [31]. Вышеупомятные модели представленные З. Огжевальским позволяют разрешить трудности с точечным зарядом и бесконечной массой точечного электрона, заменить применяемую в настоящее время модель атома, составленного из многих свободных частиц, на модель атома с частицами почти плотно связанными между собой, что раскрывает новый подход в исследовании кристаллизации из раствора.

Показана высокая чувствительность воды к энергетически слабым воздействиям. В экспериментах Масару Эмото, результаты которых были должны 16 марта 2004 года в Институте геологии в Варшаве, вода из различных источников заливалась в пятьдесят чашек Петри и помещалась в холодильник с температурой – 25 градусов Цельсия. Затем, *кристаллы* фотографировались под микроскопом в комнате, где поддерживалась температура – 5°С Цельсия. Такие *кристаллы* существовали не более двух минут. Совершенно одинаковых кристаллов на полученных пятидесяти снимках не обнаруживалось, но были определены чаще всего встречающиеся формы. Если вода подвергалась воздействиям музыки, электромагнитному облучению различными источниками ЭМИ, мысли одного человека или групп людей и т. п., то простая форма шестиугольных снежинок кристаллов воды существенно изменялась [26].

Начало кристаллизации воды связано с появлением особых групп молекул, образующих бифуркатные связи и удаленных друг от друга на не более чем 33 нм. Эти неустойчивые группы играют роль ячеек памяти, способных изменяться под влиянием внешних воздействий и определять пути развития структур кристаллического строения воды (рис. 7).



А



Б

Рис. 7. Бифуркатные связи в молекулах воды:
А – молекулы участвующие в бифукартных связях в
жидкой воде); Б – так выглядит структура воды по результатам
компьютерного моделирования (по данным д.х.н. Г.Г. Маленкова.
Успехи физической химии, 2001*)*.

Группы молекул с бифуркатными связями напоминают голографические структуры, им гипотетически предписывается роль приемных антенн, преобразующих поступающую информацию в структуру жидких и твердых кристаллов воды. Поскольку любому объекту природы вещи свойственны вибрационная частота и волны резонанса, определённые волнами колебаний электронов атомного ядра, постольку становится понятным кристаллизационный отклик воды даже на малоэнергетичные воздействия [40]. Разнообразие откликов БЖ в виде формирования СТС можно получить не только в связи с обсужденными выше закономерностями кристаллизации из раствора, но и в связи я с тем, что в них могут существовать (образовываться) самые различные по струк-

туре и форме клатраты [32, 63]. Испарение воды с поверхности жидкости инициирует образование водных клатратов и процесс кристаллизации находящихся в растворах солей. К настоящему времени накоплены факты, свидетельствующие о том, что атомно-молекулярная структура, оставаясь основой структуры кристалла, дополняется еще одной ступенью организации кристаллической материи – *вторичной структурой кристалла* (ВСК). Это основа вторичной структуры конденсированной материи, куда включается аморфное твердое тело и жидкость [24, 31].

Основу концепции ВСК составляет понятие элементарной единицы – «кванта кристалла». Это понятие аналогично понятию «молекула» в химии. Элементарная единица *кристалла* является индивидуальным образованием – гигантской молекулой твердого тела, дающей направление возникновения ВСК [8, 59].

Образующиеся монокристаллы состоят из элементарных единиц – *минимальных кристаллов* (МИК). Для неорганических кристаллов радиус МИКа около 300 нм, в 1 МИКе может содержаться 10^6–10^8 атомов (молекул). МИКи объединяются в группы (блоки), образующие при слиянии монокристалл. Промежутки между МИКами образуют взаимосвязанную связанную систему – *Т-пространство кристалла*. Оно характеризуется пониженной электронной плотностью, а также измененными межатомными расстояниями. Основным параметром Т-пространства является расстояние между смежными гранями МИКов. Для большинства неорганических *кристаллов* – это промежуток размером в (1–2–5 атомных слоев). Его можно определить как межплоскостное расстояние для наиболее интенсивного дифракционного отражения. В Т-пространстве постоянно находятся атомы примесей, собственные атомы *кристалла*, а также свободные электроны. Все эти атомы образуют особый тип твердых растворов – *твердые растворы размещения с максимальной атомной (молекулярной) долей 2–3%.* Такой субкристалл является центром сил притяжения для атомов и молекул окружающей среды, т. е. центром неспецифической адсорбции («активным центром»). Создание «активных центров» становится способом управления реакционной способностью твердого тела. Большое количество субкристаллов – «активных центров» – причина высокой энергонасыщенности нанофазных материалов

и их особых свойств. Субкристаллы на поверхности твердого тела определяют его адсорбционные и каталитические свойства. Благодаря возрастанию взаимной потенциальной энергии U своих атомов (молекул), субкристалл является для окружающей среды центром дополнительных центростремительных сил F, так как $dU/dx = F$, где x – расстояние от кристалла. За счет этих сил он притягивает и удерживает молекулы окружающей среды, образуя вокруг себя «активную сферу» с повышенным локальным давлением (концентрацией) окружающей среды. Эти молекулы реагируют между собой, образуя продукты реакции (гетерогенный катализ). Таким образом, при гетерогенном катализе взаимодействие происходит между молекулами, модифицированными в силовом поле «активного центра» субкристалла – при повышенном локальном давлении (концентрации) компонентов окружающей среды.

При малых концентрациях изоморфной примеси в процессе роста *кристалла*, при увеличении концентрации примеси более 2–3 %, может произойти смена механизма вхождения в него примеси в виде *K*-скачка. Теория ВСК объясняет смены механизма вхождения примеси в *кристалл*, поясняя, что распределение примеси при кристаллизации водных растворов существенно зависит от влияния растворителя [8]. При росте *кристалла*, в точке его полиморфного превращения, наблюдается эффект значительного увеличения его реакционной способности (эффект Хедвалла). С позиций теории ВСК механизм эффекта Хедвалла состоит в трансформации вторичной структуры в таких точках полиморфного превращения [27].

Кристаллизация из раствора может протекать с различной скоростью. Рост *кристаллов* можно наблюдать в динамике, используя, например, оптические интерференционные методы. Для того чтобы увеличить скорость его роста, необходимо увеличить *пересыщение* раствора. При высокой концентрации солей в растворе может начаться массовая кристаллизация с образованием трехмерных зародышей, каждый из которых растет быстро. Если задачей кристаллизации ставится выращивание монокристалла, то об этой ситуации говорят, что раствор «запаразичивается», и растет не один, а несколько *кристаллов*. Если, например, 1 литр раствора при данной концентрации соли может стоять 1 год и

лишь через это время в нем появится 1 зародыш, то в объеме 365 литров зародыш появится через сутки. При «запаразичивании» раствора велика роль посторонних частиц (возможных центров кристаллизации). Для уменьшения их роли осуществляют фильтрацию раствора через фильтры с размером пор меньше 0,1 мкм, перегрев раствора для растворения посторонних частиц, используют полированные детали, соприкасающиеся с раствором [34, 35]. Многочисленные *кристаллы* могут возникать и как следствие вторичной кристаллизации. В них может замуровываться небольшая часть объема среды. На различных плоских подложках кристаллизация может начинаться в микроскопических ямках. Если в микроямке начинается кристаллизация, то слои роста, двигаясь в разных направлениях, сталкиваются и могут отщеплять, обламывать кусочки вещества, которые, попадая в раствор, снова становятся зародышами, вызывающими массовую кристаллизацию. Увеличивает скорость роста и ухудшает качество *кристалла* увеличение объема раствора. Это приводит к увеличению в кристаллической решетке числа так называемых точечных дефектов – образованию вакансий и атомов, находящихся не на своих местах. Однако захват коллоидных включений и примесей с ростом объема раствора может уменьшаться, так как уменьшается время экспозиции террас между ступенями до их закрытия следующим слоем, то есть время, необходимое для адсорбции этих частиц поверхностью. В целом захват *кристаллом* включений раствора вообще определяется не скоростью роста, а устойчивостью эшелона ступеней, которая связана с наличием примесей и постоянством *пересыщения* на поверхности. Эти соображения подтверждены опытом: рассеяние и поглощение света в быстро выросших *кристаллах* и их оптическая прочность в мощном лазерном излучении не хуже, а иногда и лучше, чем при выращивании традиционным способом [36, 43].

В отличие от простых растворов солей тезиографические препараты БЖ являются полидисперсными и полимерными системами, с молекулами, имеющими свойства *жидких кристаллов*. Кинетика кристаллизации полимеров (возникновение координационного и ориентационного дальнего порядка) *на первом этапе* включает две стадии: образование зародышей (зарождение новой фазы внутри исходной) и собственно рост кристалли-

ческой фазы. В тезиографии кинетика изотермической кристаллизации полимеров может быть приблизительно описана уравнением Колмогорова–Аврами, выведенным для низкомолекулярных веществ с учетом двухстадийности процесса кристаллизации [25]. Монокристаллы полимеров, полученные из растворов, неоднородны по строению. Сам процесс кристаллизации неустойчив (сопровождаются бифуркациями Ландау-Хопфа стационарных режимов кристаллизации) и принимает форму слабонелинейных автоколебаний, амплитуда которых увеличивается с ростом надкритичности при одновременном уменьшении частоты [46]. Замечена связь автоколебаний переохлаждения с осцилляциями таких характеристик кристаллизации, как полное число, средний размер, поверхность и массовый выход *кристаллов* [50].

Отмечено, что непрерывная кристаллизация зависит от флуктуаций скорости роста [21, 28].

В существующей волноводной модели атомов и молекул для кристаллохимии показана возможность введения точно определенной теоретически формы атома или иона, вместо применяемого сейчас усредненного шара, а также принципа образования химической связи нового типа и возможности расчета ван-дер-ваальсовских сил [60]. Разработана идея о тороидальной форме электронов и приемлемая схема расчета потенциальной энергии электронного тороида в поле ядра, а так же в поле другого, соосного с ним, тороида. По расчетам потенциальной энергии электронных тороидов между стыками тороидов возникают силы связи. Если подставить в уравнение Шредингера вместо одного радиуса комбинации из двух радиусов электронного тороида, то могут быть построены геометрические модели многоэлектронных атомов, обладающих кубической симметрией. Подобные модели позволяют находить формы молекул, образующихся при соединении атомов между собою, построить формы электронных оболочек атомов в кристаллических структурах ряда веществ. На основе этой теории найдены удобные разъяснения происхождение многих «странных» постулатов квантовой механики, таких как принцип неопределенности Гейзенберга, разные виды химической связи. Эти расчеты могут быть в недалеком будущем использованы для расчета формы СТС в ТЗГ биологических сред.

В.Г. Байдаковым [5] представлен анализ причин, изменяющих скорость роста ядер кристаллов. Упоминая метод Kramers-Zeldovich, описывающий образование ядра как процесс броуновского движения ядра в области термодинамических сил, показано, что целый спектр возможных факторов способен ограничить рост ядра. В их числе: изменчивость вязкости, инерции движения жидкости, термальные эффекты проводимости в границах фазы, определенное значение играют изменения капиллярности, растворимости веществ, температуры, давления, и состава жидкостей.

ТЗГ многих БЖ часто характеризуются возникновением *дендритных кристаллов*, чему предшествует процесс нуклеации. Шур В.Я. в книге: Schmelzer Jürn W. P. (Ed.) Nucleation Theory and Applications. WILEY-VCH Verlag GmbH & Co.KGaA. P. (1978), при исследовании *самоорганизации* сегнетоэлектриков в тонких пленках, сделал заключение: если среда предполагаемой кристаллизации была равновесной (гомогенной), то процессы *самоорганизации* не идут или надолго затормаживаются. Однако, проводя опыты с *MgO:Ln*, он отметил, что оптическое наблюдение за областями кристаллизации приводит вначале к образованию дендритной структуры, которая постепенно развивается в шестиугольную кристаллическую форму (рис. 8).

То же самое наблюдается в тезиографических исследованиях плазмы крови и других БЖ. При этом образование *кристаллов* солей также тесно связано с интенсивностью нуклеации, которая, как и рост кристаллической фазы, идет в начале процесса кристаллизации в тонких нанопленках. Области роста в начале процесса кристаллизации ориентируются чаще вдоль оси Y и X, и позже вдоль оси Z. Эксперименты показали, что при быстрой самосборке кристаллической структуры растущие *кристаллы* покрывают большие (макроскопические) площади. Увеличивая площадь, области переключения или препятствуя процессам экранирования можно ускорить коррелированный процесс образования ядра *кристалла*. Существует и альтернативная возможность изменения искусственного поверхностного диэлектрического слоя. Это увеличивает остаточную область деполяризации и удлиняет период квазирегулярной структуры. Скорость такого процесса резко возрастает, и он характеризуется как «сверхбыстрый рост области» [69, 73].

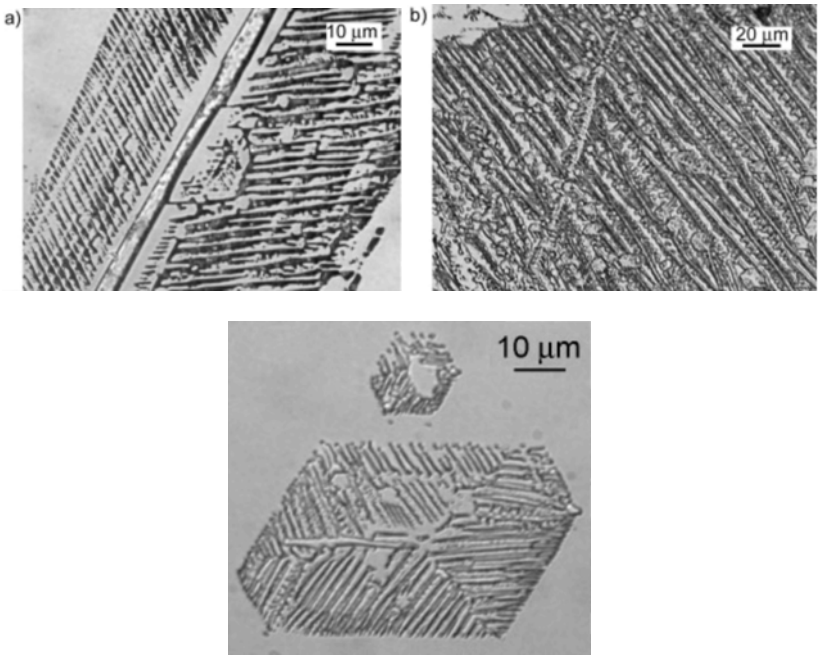


Рис. 8. Превращение дендритных форм кристалла в шестиугольную (фото V.Ya. Shur [75])

Если газовая фаза не может обладать доменной структурой, то в растворе гидродинамическая сила приводит к гетерогенному разложению первичной доменной фазы в две (заключительные) фазы с различными составами. Это связано с тем, что в процессе кристаллизации идут изменения термодинамических характеристик среды, кинетики образования ядра в изменяющихся градиентах концентрации. При этом создаются условия временного подавления определенных фаз процесса, в том числе колебательных режимов образования ядра. Включение различных механизмов начальной стадии кристаллизации придают ей в самом начале характер взрывоподобного истинного нанопроцесса. Рост новых островов фазы сопровождается конкуренцией за материал и место в пространстве. Это соревнование идет вплоть до формирования слоев фазы с более или менее плоской

геометрией. Двуфазные слои могут формироваться и в случаях троичных и многокомпонентных систем, которыми могут быть и БЖ. Если атомная подвижность в новой фазе намного ниже, чем это в родительской, что и бывает при формировании ТЗГ, то полного смешивания не происходит. В противоположном случае с высокой подвижностью внутри новой фазы, образование ядра будет протекать быстро через полное смешивание, по правилу «простое – всегда первое» («*fast is the first*»). Однако, легко сформированные ядра, не слишком быстро растущие по сравнению с уменьшением градиента концентрации, после некоторого промежутка времени могут оставаться подвижными и подвергнутся разрушению (растворению) [62].

Из теории гетерогенной нуклеации M.Volmer [49] вытекает объяснение, почему на инородной по отношению к кристаллизующемуся веществу поверхности твердой примеси кристаллический зародыш образуется гораздо легче, чем при случайном столкновении молекул кристаллизующегося вещества в объеме *пересыщенного* раствора. Дело в том, что центром зародышеобразования может быть любая энергетическая неоднородность, электрически заряженная частица, свободный радикал; кристаллическая поверхность как объект, обладающий свободной поверхностной энергией; дефекты структуры кристаллической поверхности. Однако не всякая энергетическая неоднородность, не всякая поверхность способна инициировать зародышеобразование в равной степени. Здесь действует принцип структурно-геометрического подобия. Некоторые гетерогенные поверхности могут служить матрицей, формирующей кристалл кристаллизующейся соли. Это происходит тогда, когда совпадают *сингонии* (конфигурация элементарной ячейки) *кристалла* материала поверхности и кристаллизующегося на ней вещества, а параметры их кристаллических решеток не отличаются более чем на 20%. При этом главным фактором остается *пересыщение*. Чем меньше кристаллографическое несоответствие, тем с большей интенсивностью поверхность инициирует образование зародышей кристаллизующегося вещества, тем меньше *пересыщение*, при котором это происходит. Скорость нуклеации и кристаллизации в целом может изменяться при воздействии различных физических полей. Еще в 1936 году бельгиец Т. Вермейрен об-

наружил, что при нагревании воды, пересекшей силовые линии магнитного поля, на теплообменной поверхности не образуется накипь. Инженеры всего мира начали конструировать аппараты магнитной обработки воды. Вскоре появились и объяснения наблюдаемых фактов, например теория *магнито-гидродинамического* (МГД) резонанса, высказанная V.A. Prisyazhniuk (Power Plant Chemistry. 2003, 5–5, 281.11). Согласно этой теории сила Лоренца, создаваемая при пересечении жидкостью магнитных силовых линий, способна вызвать структурную перестройку (изменить *энтропию*), если она попадет в резонанс с собственными колебаниями электрически заряженных частиц (молекул, твердых пылинок, ионов, свободных радикалов), входящих в состав жидкости. Изменение *энтропии* влияет не только на скорость зародышеобразования солей, находящихся в пересыщенном состоянии, но и способно вызвать их кристаллизацию в форме одной из присущих данной соли кристаллографических модификаций. Пример: МГД резонанс при нагреве воды до температуры +130°С дает такой же результат по интенсивности накипеобразования на поверхности, что и очистка воды до содержания карбоната кальция 1,1–1,4 мг×экв/л. Если же в исходной питательной воде содержится более 5 мг×экв/л карбоната кальция, то ее следует очистить до содержания 1,5 мг×экв/л. В этом случае МГД резонатор обеспечит при нагреве такой воды до +140°С такую же интенсивность накипеобразования на поверхности, какая наблюдается при температурах +30–38°С.

В пересыщенных растворах, находящихся в динамическом равновесии между микрокристаллами, и еще не кристаллизующимся пересыщенным раствором непрерывно идут процессы образования новых и растворения ранее образовавшихся кристаллов. Преобладающее направление результирующего процесса определяется *пересыщением*, температурой, размером кристаллов и концентрацией дефектов структуры. Чем мельче и дефектнее *кристалл*, тем более он способен к росту, но одновременно и к растворению. Чем крупнее и совершеннее *кристалл*, тем медленнее он растет, но и медленнее растворяется [71]. В растворах, текущих по циркуляционным системам процесс кристаллизации зависит от скорости движения жидкости, так в цилиндрических трубопроводных системах с ростом ско-

рости протекания жидкости снижается скорость образования и осаждения кристаллов [76].

Процесс кристаллизации из раствора может изменяться при активации жидкости. Так открыт эффект *бесконтактной активации жидкостей* (БАЖ) при электролизе без диафрагмы, имеющий обоснование на нанотехнологической основе [21]. Использование этого эффекта позволяет разрабатывать новые технологии для получения веществ с заданным составом и свойствами, например с резонансной кластерной структурой. Этот эффект обусловлен электромагнитным сверхкогерентным излучением от резонансных микрокластеров. Он достигается воздействием излучения вещества, находящегося в неравновесном термодинамическом состоянии с резонансной микрокластерной структурой на кристаллизуемую систему. Такое вещество должно контактировать с кристаллизуемым веществом непосредственно, либо через промежуточную среду. В качестве излучающего вещества может быть использована контактно активированная жидкость, полученная посредством электролиза. В качестве промежуточной среды, может использоваться тонкая стенка из диэлектрика. На рис. 9 В.Г. Широносова показано, что при кристаллизации растворов $KMnO_4$ и $NaCl$ под действием излучения от контактно активированных жидкостей при электролизе наблюдаются существенные изменения тезиографических элементов.

Процессы первичной кристаллизации идут по сходным программам в растворах и расплавах. В обоих случаях при этом образуются первичные зерна кристаллизации в отдельных тонких слоях. Позже начинается кристаллизация в следующих слоях, что может вести к возникновению столбчатых или *дендритных кристаллов*. Такие кристаллические структуры можно наблюдать при дегидратации всех БЖ – слезной, спинномозговой, слюны, мочи, крови и др. В начале этого процесса в жидком препарате мы наблюдали развитие ряда волновых процессов по типу реакции Жаботинского, после чего, по краю препарата, возникают зерна кристаллизации.

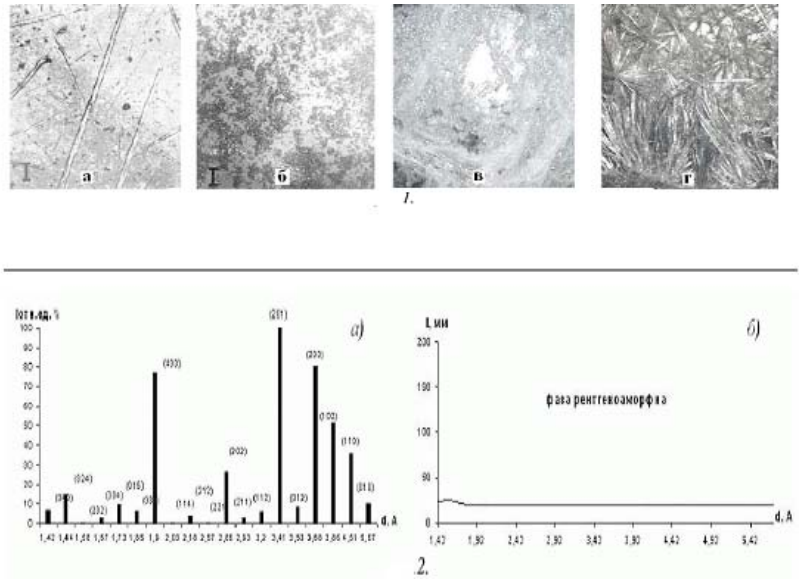


Рис. 9. Микрофотографии $KMnO_4$ (а, б), ув. х 500 и Na_2CO_3 (в, г), полученные при выпаривании контрольных (а, в) и бесконтактно активированных (б, г) растворов. Вверху – тезиограммы солей, внизу – дифрактограммы $KMnO_4$, а) – полученные при выпаривании контрольного, б) – бесконтактно активированного растворов (по В.Г. Широносову)

Еще одним механизмом, влияющим на структуру кристаллов и специфику ТЗГ БЖ считается информационный механизм. Ранние тезиографические исследования крови проводились в виде модификаций теста Болена, возникших при исследованиях в области медицины, биотехнологий пищевой, фармацевтической промышленности, контроля качества и чистоты производимых препаратов, получения исходных данных для оптимизации технологии их производства. Подобные исследования проводятся и ныне для выяснения причин ряда болезней на клеточном и молекулярном уровнях. Жидкая часть крови – плазма (сыворотка), а также структуры клеточных элементов обладают основными свойствами *жидких кристаллов*. Плазма и сыворотка крови, при направленной дегидратации претерпевают ряд фазо-

вых переходов, которые и приводят к формированию сначала специфических нанометровых, а затем и более крупных тезиографических структур, удобных для разного рода исследований с помощью телевизионной микроскопии с использованием специальной или персональной электронно-вычислительной техники [17]. При нарушении внутренней экологии организма, то есть при нарушении иммунного гомеостаза, которое может быть следствием микроэлементной, химической или биологической агрессии внешней среды, изменяется целая цепь энерго-информационных реакций в жидких средах организма, что регистрируется с помощью тезиографических тестов [3, 13].

Начальные зерна ТЗГ БЖ – *кристаллиты* – могут давать начало роста новой группе элементарных линейных и дендритных структур, которые при окончании первой фазы процесса кристаллизации организуют на плоскости характерную ТЗГ [16].

Если дендриты растут навстречу друг другу, то при слиянии они могут образовывать в стыках полости с газами или жидкостью, в которой протекал процесс кристаллизации. При кристаллизации жидких биосубстратов в смеси с солями металлов, сахарами нередко образуются игольчатые (видманштеттовые) структуры. При кристаллизации биосубстратов тезиографическая картина может также зависеть от конформаций белковых молекул, которые, в свою очередь, обуславливаются многими обменными биохимическими реакциями, а также «памятью» биомолекул о предшествующих воздействиях различных физических факторов [42, 44].

Различные изменения в составе кристаллизующейся взвеси могут отражаться на СТС препаратов. Известно, например, что тезиографические характеристики белков и их смесей могут существенно отличаться при внесении в кристаллизующуюся смесь различных альдегидов и спиртов. Тезиографическим препаратам БЖ присуще свойство формировать кольцевидные структуры, подобные кольцевидно-волновым структурам на студне желатина («кольца Лизеганга»), описанным А.П. Писаренко и др. [33]. В основе образования этих структур лежат не нашедшие пока достаточной физической расшифровки волновые процессы.

По завершении наиболее динамичной фазы кристаллизации плазмы крови или других биосубстратов, то есть, после того как

они лишаются большей части несвязанной воды, их кристаллографическая индивидуальная структура во многом обусловлена конформацией имеющихся белковых и других сложных молекул. В свою очередь, конформационные особенности этих молекул обусловлены обменными биохимическими реакциями, а также предшествующими воздействиями различных физических факторов. Как следует из рассмотренных выше механизмов кристаллообразования, существенный вклад в формирование тезиографической картины биосубстратов может вносить кластеризация молекул воды. В зависимости от своей кластерной структуры вода способна изменять свойства растворенных в ней солей, а также свойства белковых и углеводных компонентов биосубстратов, таких, как производные макроэргов, аденозинтрифосфата и многих молекул веществ, обладающих ферментной активностью. Высока роль воды в обеспечении обмена веществ в живом организме, поскольку процессы кристаллизации и растворения часто развиваются локально в клетках и жидкостях самого организма. Даже в случае обратимости этого процесса его следствием становятся изменения положения в пространстве, площади и объема активных химических групп биомолекул, что отражается на интенсивности и времени протекания ряда ферментативных реакций [12, 16].

В организме человека воде около 17 % воды структурировано, такой воде присуща кластерная структура «мерцающих кластеров», которые включаются в информационные процессы за счет установления ближних связей. Именно такие связи, а не только элементный состав становятся одним из важных условий структурообразования БЖ, как в их жидкокристаллической фазе, так и при формировании ТЗГ. Дегидратация существенно изменяющая характер подобных связей должна и практически влияет на расположение в пространстве молекул воды и на форму СТС [13, 15, 16]. Очевидно также, что испарение молекул воды с поверхности «куполообразного» жидкого препарата при постановке ТЗГ-тестов ведет к возникновению градиента концентраций растворенных в препарате веществ. Под действием гравитации и сил сцепления между молекулами кристаллизующейся пробы, а также между молекулами биопробы и препарата-подложки в объеме капли возникают неустойчивости Бернара

для концентрирующихся при испарении микрочастиц. Это является одной из причин появления в еще жидком препарате видимых даже при небольшом увеличении волн Жаботинского–Белоусова. Такие волны считают концентрационными самоорганизующимися структурами с развитой системой дальних связей (или связей дальнего порядка).

Тезиографические препараты имеют свойства жидкокристаллических белковых и липидных молекул, которым принадлежит существенная роль в формировании СТС. В период формирования тезиографического препарата изменения жидкокристаллической текстуры присутствующих в нем молекул будут отражаться в регистрируемых спектрах их аутофлуоресценции, а также в поляризационной картине. Это обусловлено тем, что биомолекулы могут обладать молекулярной упорядоченностью в одном направлении (нематики) или в двух направлениях (смектики). Они оптически анизотропны и пропускают свет в разных направлениях с разной скоростью. При этом ориентировка молекул, а, следовательно, и цвет холестериков заметно меняется с изменением температуры. Липотропные кристаллы живого организма (системы липид–вода, липид–вода–белок) обладают высокой молекулярной подвижностью и способностью реагировать на разнообразные внешние воздействия – свет, звук, механическое давление, изменения температуры, электрические и магнитные поля, а также на химические изменения в окружающей среде. Это идеальная среда для каталитического действия. Изменяя структуру *жидкого кристалла*, слабые воздействия, такие как изменения температуры в участке освещения всего на 0,001^{o}С, могут заметно изменить интенсивность отраженного света. В основе слабых воздействий, изменяющих при этом поляризационную картину лежит эффект вращения плоскости поляризации слоем *жидких кристаллов*, исчезающий под действием электрического поля (твист-эффект) [2]. При формировании ТЗГ биосубстратов несомненный интерес представляют поляризационные процессы. Наиболее способны активно изменять плоскость поляризации света холестерические *жидкие кристаллы* с закрученными молекулами. При освещении видимым светом эти кристаллы ведут себя как дифракционная решетка. Энергия для деформации *жидкого кристалла*

чрезвычайно мала, и даже неоднородности поверхности с которой соприкасается *жидкий кристалл*, способна его деформировать [16, 61]. Поперечный изгиб и разворот молекул относительно друг друга, обеспечивает перенос ионов и молекул в жидкокристаллической структуре, изменения химического состава среды и поступление химических добавок в *жидкий кристалл* – все это способно изменить шаг спирали и оптические свойства жидкого кристалла. Главная ось кристаллов – холестериков (директор) имеет вид винта. Если шаг винта будет совпадать с длиной волны падающего света – возможно возникновение сильного брегговского отражения и, если при этом длина волны лежит в видимой части спектра, то жидкий кристалл будет ярко окрашенным. Однако шаг винтовой молекулярной упаковки чувствителен к малейшим изменениям температуры, и, следовательно, при усилении каталитических процессов под влиянием облучения происходит изменение спектра не только излучаемого, но и отражаемого молекулой света. Когда шаг спирали растягивается, волна, падающая на поверхность холестерика нормально (вдоль его оси), разлагается на две линейно поляризованные составляющие (с поляризацией вдоль директора и перпендикулярно ему). При этом возникает селективное отражение – одна из поляризованных по кругу волн отражается, другая проходит через холестерик. По данным S. Chandrasekhar [48] это приводит к появлению цвета у холестерического *жидкого кристалла*, что обусловлено периодичностью его упаковки. При освещении холестерика в видимой области отражение происходит в соответствии с законом Брэгга. При нормальном падении света наблюдаются отражения только первого порядка, при падении же света под углом возможно появление отражения более высоких порядков. Все это в ТЗГ-препаратах может быть визуально зарегистрировано с помощью современной микроскопической техники, например, конфокальных микроскопов.

Для ТЗГ БЖ характерна самоорганизация, зависящая от наличия и свойств различных *самоорганизующихся* молекул. Так, *самоупорядочивающимися и самовоспроизводящимися жидкокристаллическими системами* организма являются *порфирины*, которые в водной среде также обладают свойствами *жидких кристаллов*. Среди молекул живого организма – это прекрасные

переносчики электронов и катализаторы ряда химических и фотохимических реакций. Они могут участвовать в известных биологам феноменах Гина и Янга, состоящих в том, что внутренняя мембрана митохондрий клеток, претерпевая фазовые превращения и переходя из ламеллярной конформации в закрученную, изменяет свое энергетическое состояние (становится более высоко энергетичной). Подобное наблюдается в растительных тканях. В них содержание жидкокристаллической α-линоленовой кислоты обеспечивает фотосинтетическую активность фторопласта, который прекрасно флуоресцирует (максимум основной полосы поглощения хлорофилла – 675 нм). В животных тканях это же касается гемоглобина. В жидкой среде он располагается так, что его дисковидные молекулы упаковываются в слои. В живых тканях жидкокристаллические структуры образуют другие и гемы, многие белки, нуклеиновые кислоты, липиды и полисахариды. Вероятно, в тезиографических препаратах при обезвоживании они начинают играть роль матрицы, участвуя в организации появления автоволн Жаботинского, а затем, по мере дигидратации, и упорядоченных структур, соответствующих феномену Лизеганга.

Многие молекулы, клеточные структуры и среды организма являются своеобразными фильтрами для электромагнитных волн. Это свойство молекул также во многом связано с явлением жидкокристалличности. Естественным фильтром для УФ-лучей в организме человека является хрусталик, который резко обрезает дальний край УФ-области спектра примерно при 360 нм. Зрительные клетки многих животных имеют молекулы со структурой холестерических *жидких кристаллов*. Отдельные молекулы белков и ферментов также имеют четко выраженные максимумы поглощения и испускания электромагнитных волн. Так, максимум поглощения родопсина – 500 нм, а ретиналя – 377 нм. Жидкокристаллическую структуру имеет соединительная ткань, ее основная структура – коллаген и производная – кровь. Некоторые экскреты организма также проходят в цикле существования жидкокристаллическую фазу, так обнаружена коротко-живущая жидкокристаллическая фаза желчи. Жидкокристаллическими образованиями являются такие клетки, как целые эритроциты, при их нахождении в жидкой среде. Г. Браун, Дж. Уолкен [6], предполо-

жили, что некоторое возмущения жидко-кристаллического состояния нормальных клеток различными физическими факторами способно модифицировать их функции.

Если в кровь или другую БЖ привносят соли, например натрия хлорида и др., то при расположении такой капли на стекле наиболее высокие концентрации солей, прежде всего, будут возникать в самой тонкой периферической части капли, так как там относительное испарение будет значительно быстрее, чем на поверхности капли. Немаловажна в описываемых процессах и роль солей и различных метаболитов. В такой специфической БЖ, как желчь, кристаллообразование наблюдается практически сразу после приготовления препарата, но у части проб оно замедлено или отсутствует. При кристаллизации образцов желчи в осадке, в первую очередь, обнаруживается *NaCl* и, *Ca*-*Mg*-карбонат, незначительное количество органических фаз, предположительно, Са-пальмитата и/или α-пальмитиновой кислоты, а также аморфного вещества. С этими веществами связывают полногранную, скелетную и сферолитовую формы образующихся кристаллов. Вместе с тем, морфология кристаллов и скорость их зарождения в существенной мере зависят от степени гомогенности среды кристаллизации, состава раствора и *пересыщения*. Существенно, что со временем в препаратах происходит преобразование кристаллов, образуются новые кристаллы сферолитоподобной формы, возможно с участием остаточной жидкости [65].

Изменения ТЗГ-картин можно добиться, влияя на поцесс кристаллизации различными физическими факторами. Так известен способ кристаллизации растворов и расплавов, включающий воздействие на участок образования кристаллов электромагнитным излучением в диапазоне частот, соответствующем спектру поглощения кластеров жидкой фазы [1, 15].

Итак, в научно-экспериментальных и других целях проводятся исследования многочисленных механизмов кристаллизации из раствора, лежащих в основе тезиографических тестов. Особое внимание ученые уделяют механизмам фазовых переходов в биополимерах со свойствами жидких кристаллов в кооперативных системах фосфолипидных мембран, в субклеточных биологических структурах, а также конформационным изменениям биомолекул, целому ряду биофизических и информацион-

ных процессов. Часть из этих механизмов уже исследована. Среди выясненных и устоявшихся сведений о механизмах *самоорганизации* БЖ при их дегидратации можно считать следующие явления:

– дегидратация БЖ сопровождается ее охлаждением до некой температуры, инициирующей кристаллизацию;

– кристаллизация в БЖ начинается с формирования первых (аутозатравочных) нано- и микрокристаллических структур;

– по мере развития процесса кристаллизации концентрация раствора в препарате возрастает;

– проявляется зависимость характера кристаллизации жидких сред от парциального давления насыщенного пара растворителя (воды) над раствором;

– в тезиографических «скульптурных портретах» крови и других БЖ отражаются изменения, происходящие на уровне целостного организма;

– появление (введение) в БЖ *in vivo* или *in vitro* сторонних частиц или появление молекул, или частиц аутологичного происхождения – вызывает изменение тезиографической картины в связи с формированием новых паттернов пространственного порядка химических связей;

– изменения конфигурации отдельных тезиографических структур могут носить как неспецифический, так и специфический характер, но имеют определенные количественные и временные пределы;

– любые качественные изменения СТС ТЗГ биологического субстрата, связанные с изменениями физико-химического состояния внутренней среды организма, либо с изменениями этих жидкостей в процессе дегидратации определенного ее объема in vitro, сопряжено с изменениями информационного характера, а в необычных изменениях формы элементов ТЗГ в той или иной мере зашифрованы отклонения от нормы тех или иных физиологических систем.

Вместе с тем очень многие механизмы пока обсуждаются на умозрительной основе специалистами в области биофизики, биохимии, биологии, информатики. Остаются неразработанными методы измерения температуры в препаратах при изменении текстуры жидкокристаллических компонентов [16, 77], остаются ма-

ло исследованными существующие в природе разнообразные простые и многокомпонентные по составу *кристаллы* и *кристаллиты*. Для части из них – для кристаллических структур, содержащих «органический» углерод, т.е. органических, металлоорганических и координационных соединений с органическими лигандами специально создана Кембриджская структурная база данных – Cambridge Structural Database, (CSD). Это источник информации о строении кристаллических веществ по данным дифракционных методов исследования, в основном рентгеноструктурного анализа и нейтронографии. Подавляющее большинство CSD-структур составляют молекулярные кристаллы, которые подразделяются на гомомолекулярные и гетеромолекулярные; последние в свою очередь делятся на молекулярные комплексы, соли, кристаллосольваты и кристаллогидраты и редкую подгруппу полимерных (немолекулярных) кристаллов [67].

Очевидно, что и в нашей стране назревает необходимость создать структурную базу данных тезиографических исследований крови и других БЖ, а также базу способов исследования ТЗГ.

Литература к главе 3

1. Алехин О.С., Бобров А.П., Герасимов В.И., Зарембо В.И., Некрасов К.В., Саргаев П.М., Суворов К.А. Способ управления процессом кристаллизации // Патент РФ № 2137572. (12.29. 1998).

2. Алимов Н.О. Диэлектрическая поляризация термотропных жидких кристаллов с различными фрагментами молекул: Автореф. дис. ... к.ф-мат.н.– Душанбе, 1998.– 28 с.

3. Аюпова А.К., Рыжкова О.А, Стрельцова Е.Н. Воздействие сероодержащего газа на структурно-оптические параметры сыворотки крови больных туберкулезом легких" (in vitro) // Вестник новых медицинских технологий.– 2005.– Т. XII, № 3–4.– С. 64–66.

4. Барыбин А.А., Шаповалов В.И. Управление структурными превращениями в материалах; кинетические и диффузионные процессы. – Л.: ЛЭТИ, 1991.– 92 с.

5. Байдаков В.Г. Межфазная граница простых классических и квантовых жидкостей.– Екатеринбург: УИФ «Наука», 1994. – 274с.

6. Браун Г., Уолкен Дж. Жидкие кристаллы, и биологические структуры.– 1982.– 200 с.

7. Верма А., Кришна П. Полиморфизм и политипизм в кристаллах.– М: Мир, 1969.– 275 с.

8. Веснин Ю.И. Вторичная структура и свойства кристаллов.– Новосибирск: Изд-во СО РАН, 1997.– 102 с.

9. Гольбрайх Е., Рапис Е.Г, Моисеев С.С. О формировании узора трещин в свободно высыхающей пленке водного раствора белка // Журнал технической физики.– 2003.– Т. 73(10).– С. 116–121.

10. Гольдшмидт В.М. Кристаллохимия.– Л., 1937.– 60 с.

11. Денисова Н.А. От молекулы до живой клетки.– Бишкек: Илим, 1997.

12. Егоров-Тисменко Е.К. Кристаллография и кристаллохимия.– М.: МО РФ, КД Университет, 2006.– 592 с.

13. Жданова О.Б., Мартусевич А.К. Тезиокристаллоскопический «паттерн» биологических жидкостей у людей и животных в норме и при паразитозах // Тез. докл. V научн. конф. Института физиологии Коми НЦ УрО РАН «Физиология человека и животных: от эксперимента к клинической практике».– Сыктывкар, 2006.– С. 148–151.

14. Кидалов В.Н. Функциональный паттерн золотого сечения в гемоиммунной системе // Труды междунар. науч. конф.: Измерительные и информационные технологии в охране здоровья. Метромед – 2007.– Спб.: Изд-во Политехн. ун-та, 2007.– С. 94–95.

15. Кидалов В.Н., Лысак В.Ф. Новый способ оценки тезиограммы биологических жидкостей в эксперименте // Усовершенствование методов, аппаратуры, применяемых в учебном процессе, медико-биологических исследованиях и клинической практике: Сборник изобретений и рац. предложений.– Л.: ВМедА, 1989.– Вып. 20.– С. 66–67.

16. Кидалов В.Н., Хадарцев А.А., Багаутдинов Ш.М., Чечеткин А.В. Постоянство непостоянного в тезиограммах препаратов крови и стандартизация исследований кристаллизации биологических жидкостей // Вестник новых медицинских технологий.– 2008.– Т. XV, № 4.– С. 9–15.

17. Кидалов В.Н. , Хадарцев А.А., Якушина Г.Н. Тезиографические исследования крови и их практические возможности // Вестник новых медицинских технологий.– 2004.– Т. XI, № 1–2.– С. 23.

18. Козлова О.Г. Рост кристаллов.– М.: Изд-во МГУ, 1967.– С. 201–225.

19. Кузнецов В.Д. Кристаллы и кристаллизация.– М.: Госуд. Изд-во техн.-теорет. литературы., 1954.– 411 с.

20. Леонтьева А.И., Орехов В.С., Воякина Н.В., Марков А.В. Исследование кинетики процесса кристаллизации водорастворимых солей из многокомпонентных растворов и суспензий полупродуктов органических красителей // Вестник ТГТУ.– 2006.– Т. 12.– С. 675.

21. Леонтьева Е.В., Широносов В.Г. Получение нового класса веществ на основе бесконтактной активации жидкостей // Сб. тезисов ВНКСФ-13: "МИС-РТ"–2007. Сборник № 40-3.– Ростов-на-Дону – Таганрог, 2007.– С. 109–110.

22. Лисовая Н.А., Эммануэль В.Л., Данилова Е.В., Чеджемова З.М. Особенности процесса камнеобразования у детей с кристаллуриями и мочекаменной болезнью // III Конгресс педиатров-нефрологов России.– СПб., 2003.– С. 127.

23. Лисовая Н.А. Клинические проявления дисметаболической нефропатии у детей, связь кристаллурии и суточной экскреции кальция, оксалатов и мочевой кислоты с активностью камнеобразования по системе ЛИТОС // Тез. докл. юб. конф., посв. 100-летию клинической больницы СПбГПМА и 80-летию СПбГПМА.– СПб., 2005.– С. 64.

24. Лопаткин А.А. Теоретические основы физической адсорбции.– М.: Изд-во Моск. ун-та, 1983.– 344 с.

25. Мандельберн Л. Кристаллизация полимеров.– Л.: «Химия», 1967.– 336 с.

26. Масару Эмото. Послания воды: Тайные коды кристаллов льда / Пер. с англ.– М.: ООО Издательский дом «София», 2005.– 112 с.

27. Мейер К. Физико-химическая кристаллография / Пер. с нем.– М.: Металлургия, 1972.– 480 с.

28. Мошинский А.И. Оптимизация процесса непрерывной массовой кристаллизации солей из растворов // Инженерно-физический журнал АНК «Институт тепло- и массообмена им. А.В. Лыкова НАН Беларуси».– Т. 70, № 5.– С. 707.

29. Найдич Ю.В., В.М. Перевертайло В.М., Григоренко Н.Ф. Капиллярные явления в процессах роста и плавления кристалла.– Киев: Наукова думка, 1983.– 100 с.

30. Нельсон Д.Р. Квазикристаллы // В мире науки (Sci. Amer.).– 1986.– № 10.– С. 19–28.

31. Огжевальский Збигнев И. Пространственные модели атомов, молекул и кристаллов // Московское общество испытателей природы. Рукопись. Секция физики.– 1972.– 116 с.

32. Пауэлл Г.М. // В кн.: Нестехиометрические соединения / Пер. с англ.– М., 1971.– С. 398–450.

33. Писаренко А.П. Курс коллоидной химии.– М.: Высшая школа, 1969. – 248 с.

34. Рашкович Л.Н. Как растут кристаллы в растворе // Соросовский образовательный журнал.– 1996.– № 3.– С. 95–103.

35. Рашкович Л.Н., Шустин О.А. Новые оптические интерференционные методы исследования кинетики кристаллизации в растворе // Успехи физических наук.– 1987.– Том 151, вып. 3.– С. 532–535.

36. Рашкович Л.Н. Скоростное выращивание из раствора крупных кристаллов для нелинейной оптики // Вестник АН СССР.– 1984.– № 9.– С. 15–19.

37. Рапис Е.Г. Самосборка кластерных пленок белка в процессе конденсации (аллотропная неравновесная некристаллическая форма) // Журнал технической физики.– 2000.– Том 70, вып. 1.– С. 122–133.

38. Тарасевич Ю.Ю., Константинов В.О., Аюпова А.К. Моделирование дендритного роста кристаллов соли в биологических жидкостях // Известия вузов. Северо-Кавказский регион. Естественные науки. 2001. Спецвыпуск. Математическое моделирование. – С. 147–149.

39. Тарасевич Ю.Ю., Аюпова А.К. Влияние диффузии на разделение компонентов биологической жидкости при клиновидной дегидратации // Журнал технической физики.– 2003.– Том 73, вып. 5.– С. 13–18.

40. Татаринов Ю.П., Мякин С.В., Казакова Н.К.. Спектрофотометрическое исследование бесконтактного энергоинформационного воздействия на жидкости // Сознание и физическая реальность.– 1998.– № 3.– С. 57–61.

41. Фольмер М. Кинетика образования новой фазы.– М.: Наука, 1986.– 206 с.

42. Чашечкин Ю.Д. Природа формирования структур в неоднородных жидкостях // Морфология биологических жидкостей в диагностике и контроле эффективности лечения: Сб. науч. тр.– М., 2001.– С. 5–7.

43. Чернов А.А. Процессы кристаллизации // В кн.: Современная кристаллография.– М.: Наука, 1980.– Т. 3.– С. 5–232.

44. Шабалин В.Н., Шатохина С.Н. Аутогенные ритмы и самоорганизация биологических жидкостей // Бюллетень экспериментальной биологии и медицины.– 1996.– № 10.– С. 364–371.

45. Щербаков А.С. Самоорганизация материи в неживой природе.– М.: МГУ, 1990.– С.10–11.

46. Янукян Э.Г., Наталуха И.А. Низкочастотные автоколебания характеристик дисперсной фазы при кристаллизации переохлажденных расплавов // Тез. докл. 3 Всеросс. симп. Математическое моделирование и компьютерные технологии.– Кисловодск, 1999.– Т. 3.– С. 64–65.

47. Яхно Т.А., Яхно В.Г., Санин А.Г., Санина О.А., Пелюшенко А.С. Белок и соль: пространственно-временные события в высыхающей капле // Журнал технической физики.– 2004.– Том 74, вып. 8.– С. 100–108.

48. Chandrasekhar S., Kitzerow H.-S., Bahr C. Chirality in Liquid Crystal.– New York: Springer-Verlag, 2001.– Sections 1, 2, 6.

49. Volmer M. Kinetik der Phasenbildung. –1939. Steinkopf, Dresden, Germany. – 320 p.

50. Garside J. Industrial crystallization from solution // Chem. Engng Sci.– 1985.– Vol. 40, № 1.– P. 3–26.

51. http://window.edu.ru/window_catalog/pdf2txt?p_id=17860&p_page=9

52. http://newphysics.h1.ru/Denisova/Denisova-contents.htm

53. http://www.sibpatent.ru/default.asp?khid=20952&cod

54. http://users.kpi.kharkov.ua/fmp/swork/fks

55. http://window.edu.ru/window_catalog/pdf2txt?p_id=17860&p_page=9

56. http://users.kpi.kharkov.ua/fmp/swork/fks/

57. http://chemtd.ru/book_view.jsp?idn=013815&page=120&format=html

58. http://www.rambler.ru/lite?oe=1251&words

59. http://kristall.lan.krasu.ru/Education/Metod/Mater...
60. http://www.nanoworld.org.ru/data/20061011/20070415/index.htm
61. http://www.gisi.ru:8080/SiberiaPath/library/nauchnye-dostizheniya-sibirskogo-otdeleniya-ran/Vesnin/Vesnin3.doc/at_download/fil
62. http://c-o-k.ru/showtext/?id=448
63. http://www.xumuk.ru/encyklopedia/2009.html
64. http://www.pereplet.ru/obrazovanie/stsoros/246.htm
65. http://www.crys.ras.ru/nccg/REPORT6/fvd1_1.html
66. http://ufn.ru/ru/articles/1998/3/b/
67. http://www.chem.msu.su/rus/cryst/orgcryst/papers/zool2.htm).
68. Linde H., Schwarz P., Wilke H. Dissipative structures and nonlinear kinetics of Marangoni-instability // Lecture Notes in Physics. N 105, Springer-Verlag, 1979. P. 75–120.
69. .Miller.G.D., Batchko R.G., Fejer M.M., Byer R.L. Visible quasi-phasematched harmonic generation by electric-field-poled lithium niobate // SPIE Proc. on Solid State Lasers and Non-linear Crystals. 1996. Vol. 2700. – P. 34 –36.
70. Nakamura M. Random sequential packing in square cellular structures. // J. Phys. A: Math. Gen. (1986) 19, P. 2345–2351.
71. Randolph A.D., Larson M.A. Theory and particulate processes. Analysis and techniques of continuous crystallization. 1988: Academic Press Inc., San Diego, CA. – 328 p.
72. Stauffer D. Introduction to Percolation Theory / D. Stauffer, A. Aharony. London : Taylor & Francis, 2003. – 182 c.
73. Shur V.Ya., Rumyantsev E., Nikolaeva E., Shishkin E., Batchko R.G., Miller G.D., Fejer M.M., and Byer R.L. Micro- and nanoscale domain engineering in lithium niobate andlithium tantalite // SPIE Proc. on Smart Structures and Materials. 2000, V. 3992. – P. 143.
74. Shur V.Ya. в кн: Schmelzer Jürn W.P. (Ed.) Nucleation Theory and Applications. J.W.P. Schmelzer. WILEY-VCH, Weinheim/ 2005. P. 178.
75. Tarasevich Yu.Yu, Manzhosova E.N. //On Site Percolation On The Correlated Simple Cubic Lattice // International Journal of Modern Physics C, 2003, vol. 14 (10). – P. 1405–1412.
76. Volmer M. Kinetik der Phasenbildung. 1939: Steinkopf, Dresden, Germany. – 320 s.
77. Zhou G-L., Tan Z-C., Di Y-Y., Lan X-Z., Sun L-X., Zhang T. Calorimetric study on two biphenyl liquid crystals //Thermochimica Acta 423. (2004). – 83–88.

Глава 4

МЕТОДЫ ПОСТАНОВКИ ТЕЗИОГРАФИЧЕСКИХ ТЕСТОВ С ПРЕПАРАТАМИ КРОВИ И БИОЛОГИЧЕСКИМИ ЖИДКОСТЯМИ И ИХ ИНФОРМАЦИОННОЕ ЗНАЧЕНИЕ

Как следует из материалов предыдущей главы, кристаллообразованию из раствора присуща организующая роль в кодировании ряда физиологических процессов на уровне молекул, генов, клеток и систем организма. Известные кристаллографам *жидкие кристаллы*, спиральные и суперионные кристаллы по-видимому играют в жизнедеятельности организма роль, о которой «порой еще не достает информации» [1, 3, 21].

Предшественником современных тезиографических методов был метод «выветренных налетов солей на стеклянных пластинах», при котором на стеклянную пластину наносили раствор соли и затем испаряли растворитель, при этом на стекле оставался соляной налет. Данные налеты образовывали разнообразные кристаллические узоры, нередко весьма причудливого рисунка. Они оказывались характерными для каждой испытанной соли и, по мнению Т.Е. Ловитца (1804), давали «более неизменные признаки вещества». Им изготовлено 85 таких налетов солей, акварельные рисунки некоторых из них до сих пор хранятся в Академии наук, и предложил метод микрохимического анализа. В этом случае на стеклянной пластинке, в каплю раствора испытываемой соли добавлялся другой реактив, а образовавшиеся *кристаллы* нового соединения рассматривались с помощью микроскопа. Оба его метода были рассчитаны на работу с малыми количествами исследуемого вещества, порядка 0,06–0,006 г. Первый метод (метод кристаллических налетов) позволял идентифицировать вещества без применения реактивов. Чувствительные микрокристаллические реакции нашли свое применение для идентификации лекарственных препаратов и в практике судебно-химического анализа. В дальнейшем в судебной химии получила применение идентификация веществ по форме *кристаллов* из возгона и из раствора.

«Соляные налеты», как их называл Т.Е. Ловитц, представляют собой макроскопические картины, образующиеся в результате кристаллизации из тонкого слоя раствора на стекле. Существуют специальные названия таких кристаллических картин, например «скелетные формы кристаллов». Они очень часто встречаются в природе. Самым характерным примером является ледяной узор на стеклах. Во всех наблюдавшихся случаях кристаллические картины налета на стекле были характерны для каждой соли и вообще для каждого кристаллизирующегося вещества. В двадцатом веке в качестве реактива, добавляемого в кристаллизующиеся жидкие среды, стали использоваться соли меди и других металлов и неметаллов, чаще – хлорид меди, сульфат и хлорид аммония. Данным веществам предназначалось выполнять функцию центров, вокруг которых происходила кристаллизация. Наиболее показательно реагировал с жидкими биологическими субстратами – *хлорид меди* ($CuCl_2$). В 1963 г. Деймс использовал кристаллизацию $CuCl_2$ крови для выявления здоровых людей и лиц с гипертрофией или аденомой простаты. В Интернете описана также модификация кристаллографического метода исследования сыворотки крови с кристаллобразующим веществом соли меди, молекулы которого не содержат воды, что позволяет приготовить растворы с более точной концентрацией. Для анализа этих препаратов создан процессорный вариант аналитического комплекса с авторским программным обеспечением, позволяющим заполнять сведения из истории болезни обследуемого пациента, графы статистической карты, вести анализ измерения кристаллографического рисунка по количественным критериям и накапливать базу соответствующих данных [22]. По сравнению с цельной кровью, с добавлением и без добавления солей меди, не менее наглядным оказалось формирование специфических тезиографических картин ликвора и сыворотки крови. Однако, кристаллизация крови осложняется многофакторностью составляющих ее компонентов, особенно, наличием форменных элементов. Присутствие клеток существенно влияет на процесс кристаллизации и вызывает повышение светооптической плотности препаратов, вследствие чего кристаллографическая картина нередко представляется темной массой.

Плазма и сыворотка крови – это коллоидно-полимерный раствор, в котором растворитель – вода, соли и органические вещества, растворенные вещества, белки и их комплексы – коллоидный компонент. Основные биохимически значимые составные части плазмы и сыворотки крови – это органические вещества (белки, липиды, липопротеиды, ферменты, углеводы, органические кислоты, гормоны, билирубин, низкомолекулярные азотистые и безазотистые вещества), минеральные компоненты и микроэлементы, в случае заболевания – микробы и вирусы. Все они, как и кислотно-основное состояние плазмы и сыворотки крови существенно влияют на характер кристаллизации.

Наряду с упомянутыми методами, в настоящее время в биологических и медицинских исследованиях получил распространение целый ряд других способов исследования кристаллизации БЖ:

– проба Лизеганга и ее аналоги с различными изменениями в прописи составных частей;

– аутотезиография (или собственно тезиография) чистых БЖ, вытяжек и субстратов без каких либо добавок. В настоящее время ТЗГ исследуют преимущественно визуально, с помощью лупы, световой, лазерной микроскопии, ряда биохимических и физических методик при соблюдении стандартных условий приготовления препаратов и проведении дегидратации. Наиболее часто регистрируемыми параметрами являются формы кристаллов и кристаллитов, их оптическая плотность, способность к люминесценции, поляризации;

– разновидностью тезиографии является постановка теста Болена с цельной кровью. Следует отметить, что в некоторых работах встречается термин «тезиокристаллографический тест». Однако его употребление нецелесообразно, так как «тезио» в переводе на русский язык также означает «кристалл»;

– тезиография БЖ при нормировании условий испарения. – в эксикаторах («ксерогелеграмма» по Л.В. Савиной) [14];

– исследование ТЗГ в условиях воздействия внешних физических факторов [7,11].

– тезиография БЖ в смеси со специально вводимыми в систему солями, ферментами, иммунологически активными веществами. Сюда можно отнести методику дифференциальной тезиографии с использованием инициаторного ряда по 4 базисным

соединениям: 0,9 % раствор хлорида натрия, 4 % раствор хлорида калия, 0,25 % раствор новокаина, 5 % раствор ε-аминокапроновой кислоты, основанная на совместном и параллельном исследовании особенностей протекания свободной, и инициирующей протекание, дегидратации базисного вещества при кристаллизации биосред. Для оценки этих микропрепаратов А.К. Мартусевичем предложены *таблицы кристаллических и аморфных структур* с учетом дополнительных параметров свободного кристаллогенеза, а также системы основных и дополнительных критериев инициированного кристаллообразования. Введено понятие *потенциала модуляции* – интегрирующего в себе весь набор изменений, вносимых биологическим субстратом в кристаллизацию базисного вещества. Эта оценка включает в себя также понятие *инициаторного профиля* – конкретной совокупности значений оцениваемых параметров по всем использованным базисным веществам, а также выражение *инициаторного потенциала* по конкретному инициируемому ряду. Методика опробована на модели заболевания трихинеллезом, когда наблюдается стойкое однотипное преобразование инициированного кристаллогенеза биосубстратов, что способствует формированию специфичного для трихинеллеза тезиграфического паттерна («матрицы» модуляции) [23].

– исследование ТЗГ тканевых экстрактов. Примером является способ получения БЖ для морфологического исследования из полипной ткани верхних дыхательных путей. Он включает следующие этапы: получение жидкого субстрата путем гомогенизации, центрифугирования гомогената в течение 15 минут при 900 g, забор надосадочной жидкости, нанесение ее в объеме 2,0–2,5 мкл на поверхность стекла в виде капли, испарение до получения структуры твердой фазы [4];

– модифицированный метод формирования ТЗГ БЖ в потоке теплого воздуха сверху с расстояния 30 см при температуре 40–50°С и влажности 38–40 %, с дублированием препаратов на одних и тех же тщательно обезжиренных, расположенных горизонтально предметных стеклах [3];

– исследование изменений в ТЗГ под воздействием внешних физических, химических и сочетания внешних факторов.

При использовании поляризационного микроскопа и препаратов по типу ячеек «сэндвич», твердотельной подложки, регистрируются изменения маркеров кристаллизации молекул сложных биологических систем плазмы крови под действием *свободнорадикального перекисного окисления липидов* (СПОЛ), инициированного ионизирующим излучением, озонированием, введением металлов переменной валентности. Регистрируются биофизические параметры плоского слоя биоколлоида, положения точек Крафта на оси температур для установления эффекта инициализации СПОЛ от внешних воздействий [13].

В ряде исследований оценивали ТЗГ крови, ее плазмы, сыворотки и других БЖ в дневном (контроль) и УФ-свете (опыт): на тщательно обезжиреннное, промытое и просушенное предметное стекло с выверкой горизонтальности основной плоскости препарата по осям *x* и *y* по отношению к сторонам света, наносили полученные образцы биологического материала в стандартных объемах – 0,05–0,02–0,01 мл. Препарат подвергался дегидратации при 18–20°С, влажности 60–80 % вплоть до появления фации (начальная ТЗГ), как правило, не позже, чем через 30 мин после формирования специфических тезиографических структур. Для их визуализации использовались электронно-оптические системы отечественного производства и импортные системы (конфокальные микроскопы) структурного светового и люминесцентного анализа исследуемых объектов, позволяющие формировать базу электронных файлов ТЗГ препаратов крови и других БЖ (рис. 10).

Исследование СТС в препаратах крови и других БЖ, спектров их люминесценции в когерентном свете современных конфокальных микроскопов, дают возможность не только оценивать процесс формирования структурных элементов белковых и смешанных кристаллов в жидких препратах, но и в живых клетках (*внутриклеточная тезиография*), а также контролировать изменение энергозависимых процессов в период кристаллизации по спектрам аутофлуоресценции.

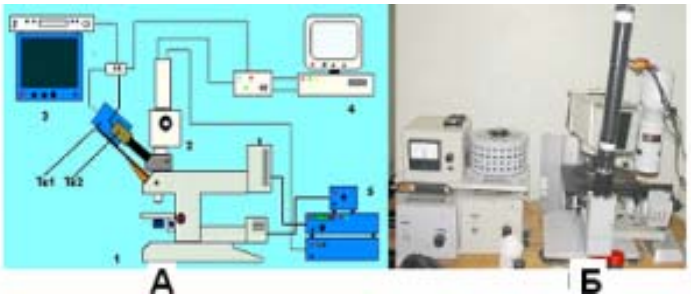


Рис. 10. Электронно-оптические системы, используемые для структурного анализа тезиограмм биологических жидкостей на основе инвертированного и обычного люминесцентных и конфокальных микроскопов.

Отечественная система:

А – бинокулярный микроскоп ЛЮМАМ-Р1 (1) с контактным эпиобъективом 10 х 0,30 ДТ 190, освещаемым ртутной лампой ДРШ-250-3 с блоком питания производства ЛОМО. В комплексе установлены: две ПЗС телекамеры ТК-1 – черно-белая и ТК-2 – Panasonic NV-R 100 (цветная), видеомагнитофон и телемонитор (3), компьютер (4) с видеоплатой (framegrabber), а также блоки питания и управления (5). Для определения спектрально-энергетических характеристик световых потоков использовалась спектро-фотометрическая насадка (2) с фотоэлектронным умножителем (ФЭУ).

Б – блок системы для исследования тезиограмм в УФ- лучах и проходящем свете с встроенной видеокамерой для регистрации изображений на основе инвертированного люминесцентного микроскопа.

Разновидностям отдельных способов тезиографии разные авторы дают собственные названия и классификации. Так Н.Ф. Камакин и А.К Мартусевич дают следующую классификацию упомянутых способов (рис. 11).

С учетом перспектив развития информатизации и автоматизации научных исследований крупными научными коллективами ведутся разработки методов, применимых для тезиографии с использованием аппаратно-программных комплексов. Так, в Научно-иследовательском и испытательном институте биометрической техники Московского государственного технического университета имени Н.Э. Баумана разработан комплекс «Гранат» для исследования морфологических параметров медико-биологических препаратов, позволяющий проводить автоматическое сканирование препарата по выбранной траектории с регистрацией изображений [24].

Рис. 11. Разновидности тезиографического исследования (хромокристаллографии) по Н.Ф. Камакину и А.К Мартусевичу [5].

Поскольку в своих исследованиях особое внимание мы уделяли тезиографии чистых БЖ, ниже приведем детальное описание этого процесса с вариантами оценки контролируемых характеристик СТС, формирующихся в препаратах крови.

Цельная кровь, ее плазма или сыворотка образуют ТЗГ, существенно отличающиеся от преимущественно дендритных ТЗГ солей. Кристаллизация цельной крови дает характерную картину ТЗГ, впервые описанную Боленом в середине 21 века (рис. 12а). ТЗГ цельной крови здоровых животных и людей характеризуются появлением в процессе дегидратации темного препарата, покрытого сетью белковых *кристаллитов*, фрактально ветвящихся, укороченных с большим числом остроконечных выпячиваний в наружные стороны, имеющих большую оптическую плотность. Между ними, глыбками, или по отдельности, заключены деформированные в процессе высыхания клетки крови (рис. 12б и 12г). Периферическая зона препаратов характеризуется светлой полоской высохшей плазмы, образовавшейся в результате сдвига клеток крови к центру препарата в самом

начале его формирования. Эритроциты, располагающиеся по периферическому краю общей клеточной зоны, образуют краевую защитную (от высыхания) линию (рис. 12в) и деформируются, прижимаясь плотно друг к другу, приобретая форму близкую к форме параллепипеда или трапеции (*феномен выстраивания краевой линии*), описанный в конце прошлого века [8, 10].

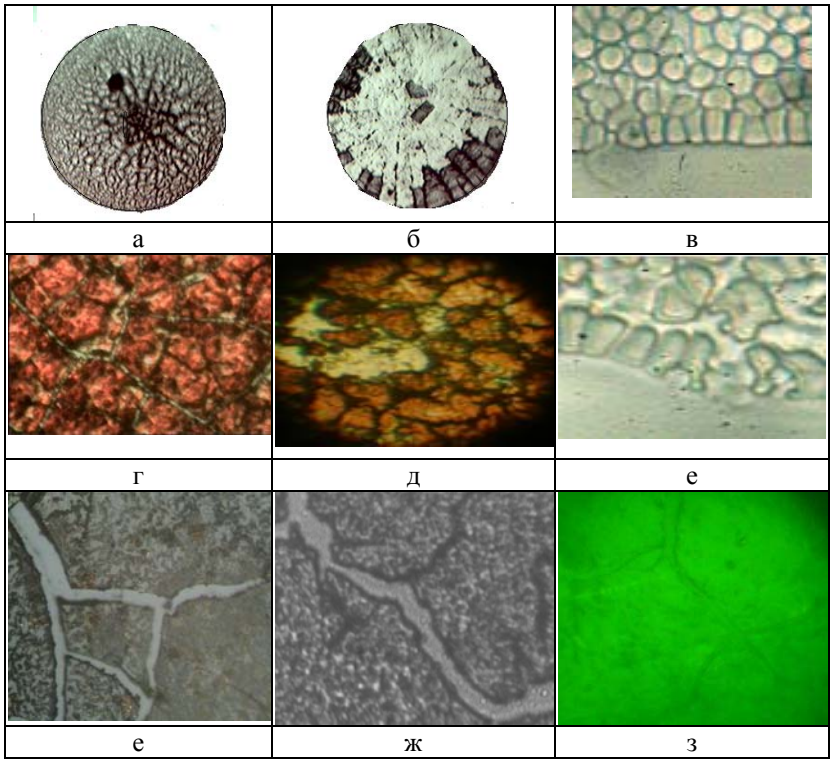
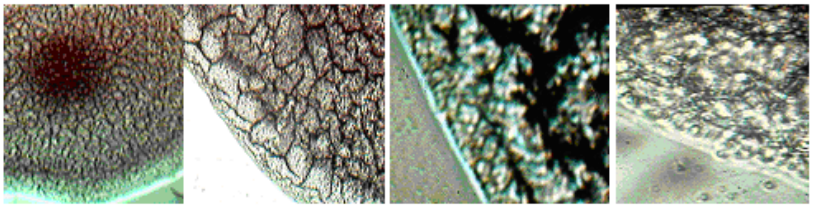


Рис. 12. Специфические структуры, наблюдаемые в тесте Болена. Световая и УФ- микроскопия, ув. х15 – х300

Как в цельной крови, так и в сыворотке крови или в ее плазме, линейные *кристаллиты* образованы кристаллизующимся фибрином и другими белками, имеющими длинные линейные размеры. В препаратах больных людей, например, у больных злокачественными опухолями с признаками анемии, наблюдается уменьшение частоты дихотомического деления *кристаллитов*, более быстрое старение препаратов, что ведет к быстрому растрескиванию кристаллитов и выкрашиванию части *фации* (рис. 12б и 12д). При этом наблюдается формирование неровной краевой линии, а часть клеток при этом принимает причудливые формы (рис. 12е). При старении препаратов боковые поверхности крупных линейных *кристаллитов* растягиваются в противоположных направлениях, что ведет к их растрескиванию и формированию каналовидных структур или «трещин». Исследования теста Болена в ультрафиолетовом свете у здоровых людей малоинформативно, вследствие гашения аутофлуоресценции эритроцитами и вышедшим из клеток гемоглобином. У больных с признаками анемизации при микроскопии на среднем увеличении может регистрироваться слабая аутофлуоресценция *кристаллитов* и скоплений некоторых клеток рис. 12з).

Установлена зависимость возможности получения информации о характере фрактализации *кристаллитов* ТЗГ крови от степени увеличения при микроскопии препаратов (рис. 13).

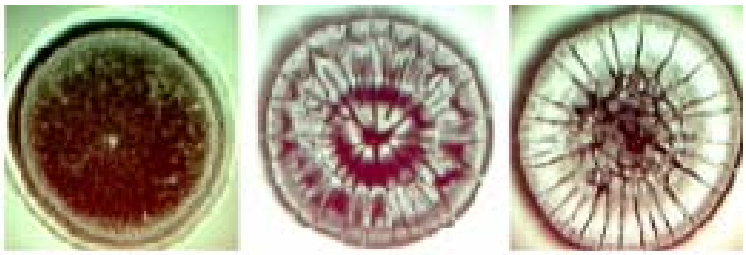


а б в г

Рис. 13. Сеть кристаллитов в тесте Болена у здорового мужчины при разных увеличениях: а – увеличение с объективом ×2; б – то же с объективом ×8; в – тоже с объективом ×25; г – то же с объективом ×70

С начала формирования ТЗГ цельной крови, как и в препаратах сыворотки и плазмы крови, а также растворов белков и некоторых липидов и углеводов легко визуализируется формирование циркулярных волн по типу реакции Жаботинского–Белоусова. Позже, в результате *пиннинга*, эти волны (в виде микроосадков разной плотности) как бы застывают на подложке и располагаются по краям препаратов концентрическими полосами, что напоминает структуру препарата Лизеганга. При этом концентрическая структурность цельной крови в тесте Болена заметна несколько хуже, чем в чистой сыворотке или в растворах очищенных биологически важных веществ, однако при световой или люминесцентной микроскопии она также определяется и напоминает «круговые волны от брошенного в воду камня».

При работе с другими БЖ следует учитывать, что ТЗГ аспирата костного мозга, эритромассы и эритроцитарной взвеси, несмотря на наличие клеточной компоненты, имеют существенные морфологические отличия от ТЗГ цельной крови (рис. 14).



а б с

Рис. 14. Характерные тезиограммы препаратов аспирата костного мозга (а), эритромассы (б) и эритровзвеси (с).
Световая микроскопия, ув. х25.

В сыворотке или плазме крови практически нет искажающих кристаллизацию влияний клеток, вышедшего из эритроцитов гемоглобина и другого клеточного содержимого, и поэтому в горизонтальной плоскости формируется более типичная радиально-кольцевая структура ТЗГ.

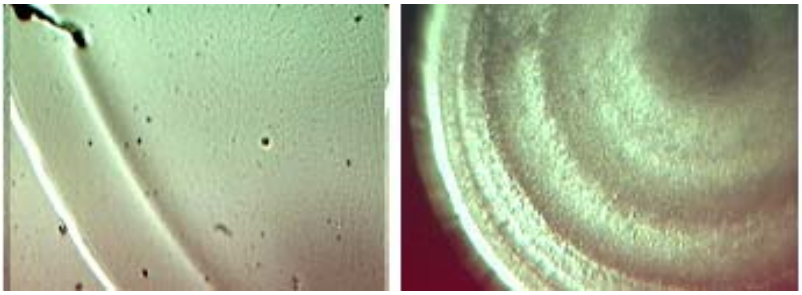
В период дегидратации плазмы, сыворотки крови и других БЖ в препаратах на подложках реализуются сложные процессы, в числе которых – высокоселективный химический процесс, являющийся проявлением одной из эффективных природных *нанотехнологий*. Структурные элементы ТЗГ БЖ формируются в виде комплексной структуры, содержащей биокристаллоиды (или *кристаллиты*), по определению Финеана [16]). Это химеры из *кристаллов* и околокристаллической среды, а также собственно *кристаллы* в препаратах жидких биологических сред, сформировавшихся, например, после дегидратации БЖ вследствие испарения воды. Многокомпонентные препараты крови, как и растворы солей в процессе дегидратации претерпевают ряд закономерных изменений по типу информационных паттернов *самоорганизации* и структурирования, отражающих изменчивые связи между самими биологическими средами, органами и системами организма.

В медицинской и биологической практике при изучении ТЗГ сыворотки крови людей можно встретить описания основных и дополнительных структур кристаллизации в виде морщин, бляшек, языков, ядер, спиралей и т.д. Во многих публикациях медицинские и биологические описания кристаллизации БЖ нередко страдают аллегоричностью. Не всегда учитывается, что способ кристаллизации плазмы, сыворотки и других препаратов крови является способом системной кристаллографии, т.к. в капле крови и других БЖ имеются сложные солевые и органические компоненты [9].

В тезиографических исследованиях важна *роль стандартизации приготовления препаратов*. В наших исследованиях плазму, сыворотку и другие препараты крови исследовали следующим образом: на тщательно обезжиренное, промытое и просушенное предметное стекло наносили полученные образцы биологического материала в стандартных объемах – 0,05–0,02–0,01 мл. При 18–20°С, влажности 60–80 % производили дегидратацию препаратов до появления начальной ТЗГ, как правило, не позже, чем через 30 мин после формирования первичной тезиографической структуры. В ряде экспериментов использован упомянутый модифицированный метод кристаллизации в потоке теплого воздуха сверху с расстояния 30 см при температуре 40–50°С и влажности 38–40 %. В обоих случаях готовились дубль-препараты. Контролировалась горизонтальность распо-

ложения предметных стекол или иных подложек с выверкой горизонтальности основной плоскости препарата по осям *x* и *y* по отношению к сторонам света.

Анализ препаратов проводился с учетом того, что в начале дегидратации БЖ испарение молекул воды с поверхности «куполообразного» жидкого препарата приводило к возникновению градиента концентраций растворенных в препарате веществ. Под действием гравитации и сил сцепления между молекулами кристаллизующейся пробы, а также между молекулами биопробы и препарата-подложки в объеме капли возникают неустойчивости Бенара для концентрирующихся при испарении микрочастиц. В результате, в еще жидких препаратах появлялись видимые даже при небольшом увеличении волны Жаботинского-Белоусова. Такие волны ныне считают *концентрационными самоорганизующимися структурами* с развитой системой дальних связей (или связей дальнего порядка). Этот волновой процесс связан с испарением, которое с краю капли идет неравномерно, то ускоряясь, то замедляясь. При этом наблюдатель видит на периферии капли волнообразное формирование кольцевидной периферической светлой зоны с выпадающими в виде концентрических колец осадками (явление *пиннинга*). Подобные волны наблюдаются при формировании ТЗГ цельной крови и эритромассы (рис. 15).



а б

Рис. 15. Кольцевидные волны в виде концентрических колец («Застывшие» волны Жаботинского-Белоусова) на периферии ТЗГ-препаратов плазмы крови (а) и эритромассы (б). Световая микроскопия, ув. Х70.

Несколько позже здесь же начинают кристаллизоваться и выпадать в осадок некоторые длинноцепочечные молекулы белков в смеси с липидами и сахарами, формируя *кристаллиты 1-го порядка* – $К_1$. Поскольку процесс изменения концентраций стремительно нарастает сложные и длинные белковые молекулы меняют свое концентрическое направление на центростремительное, то есть рост *кристаллитов* (их можно назвать *кристаллитами 2-го порядка* – $К_2$) принимает радиальный центростремительный характер. В результате фрактализации по типу дихотомии между $К_2$ нередко возникают *перемычки* – $К_3$. Ветвление последних приводит к формированию *кристаллитов 4-го* и последующих порядков. Так происходит потому, что линейные и нелинейные «каналы» формируются с неравномерными скоростями в зонах с разными градиентами концентраций. Это и вынуждает их ветвиться или образовывать фрактальные структуры. Подобные процессы могут наблюдаться и в самих ответвлениях. При быстром росте линейных кристаллитов второго и третьего порядка часть влаги не успевает испариться и остается между ними как жидкость в желобах. В итоге препарат, как и в тесте Болена с цельной кровью, покрывается сеткой фрактальной структуры, в «петлях» которой располагаются *полигональные пластины* (ПП) оставшейся компоненты плазмы (*фации*), обедненной белками. Во всех трех зонах препаратов ПП оказываются замкнутыми между $К_1$, $К_2$, $К_3$ Подобные образования различной формы Савиной Л.В. и соавт. [14, 15], обозначены менее точным синонимом «полигональные камеры».

При испарении концентрационные градиенты в зонах формирования ПП образуют микроскопические «вихри» и заставляют различные по химической структуре вещества занимать специфические зоны в препарате. В препаратах плазмы и сыворотки наличествуют соли, которые чаще занимают центральную часть препарата, а преимущественно органические молекулы – более периферическую его часть.

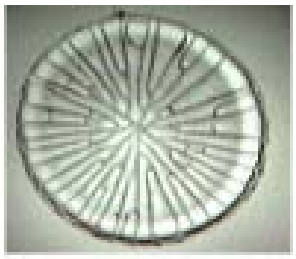
Описанные выше *кристаллиты* $К_1$–$К_4$ называют *простыми трещинами*, потому что эти линейные СТС со временем могут растрескиваться. Обезвоживание органических составных частей идет медленнее, и после испарения основной части свободной воды начинает активизироваться процесс «борьбы субстратов» за связанную воду. В результате линейные отложения белков раскалываются в продольном направлении, а процесс их

ретракции ведет к приобретению кристаллитами вида «каналов» или «трещин». При дальнейшем старении препаратов эти участки фации выкрашиваются.

Крупные радиальные *кристаллиты* (содержащие фибриллярные белки) в средних и крупных по объему препаратах крови здорового человека или животного растут в центростремительном направлении, пока не сходятся в центре капли. Сформировавшаяся инфраструктура представляет собой единый комплекс распределения различных СТС или элементов по площади и по объему препарата. Этот процесс хорошо выражен в относительно однородных средах – сыворотке крови, плазме, и значительно хуже – в слюне, моче и др. БЖ. Во многих препаратах БЖ отчетливо выделяются 3 зоны: *краевая*, *промежуточная* и *центральная* с сетью радиально-кольцевой сетью кристаллитов и признаками фрактальности (рис. 16).

Рис. 16. Кристаллооптическая картина сыворотки крови в средних по объему и крупных препаратах напоминает «голову медузы Горгоны». $К_1$ – кристаллиты первого порядка, $К_2$ – кристаллиты второго порядка $К_3$– кристаллиты третьего порядка. ПП – полигональные пластины фации, заключенной между кристаллитамти, ПН – мелкие вторичные кристаллы и кристаллиты в виде песковидного налета

Вместе с тем в малых по объему препаратах такая структура ТЗГ препарата может не возникать. Процесс может остановиться на стадии образования $К_1$, либо *кристаллиты* второго порядка не доходят до срединной зоны ТЗГ (рис. 17).



а

б

Рис. 17. Характерные варианты тезиограм плазмы крови:
а – в препаратах большого и среднего объема
а – в препаратах малого объема. Ув. х 25.

Первый этап формирования ТЗГ заканчивается образованием указанных трехзональных структур. Каждая из этих зон *различается по характеру кристаллизации.* В препаратах плазмы и сыворотки крови первая зона занимает обычно 1/4–1/5 общей площади. В это время сформировавшиеся линейные *кристаллиты* еще содержат связанную воду и не растрескиваются. При увеличении в 20–60 раз они представляют собой вначале темные полосы с едва заметными остроконечными выростами по краям. В зависимости от условий эксперимента и вида БЖ кристаллиты $К_1$–$К_4$ могут иметь самую разнообразную форму, характер фрактализации и особенности поляризации (рис. 18).

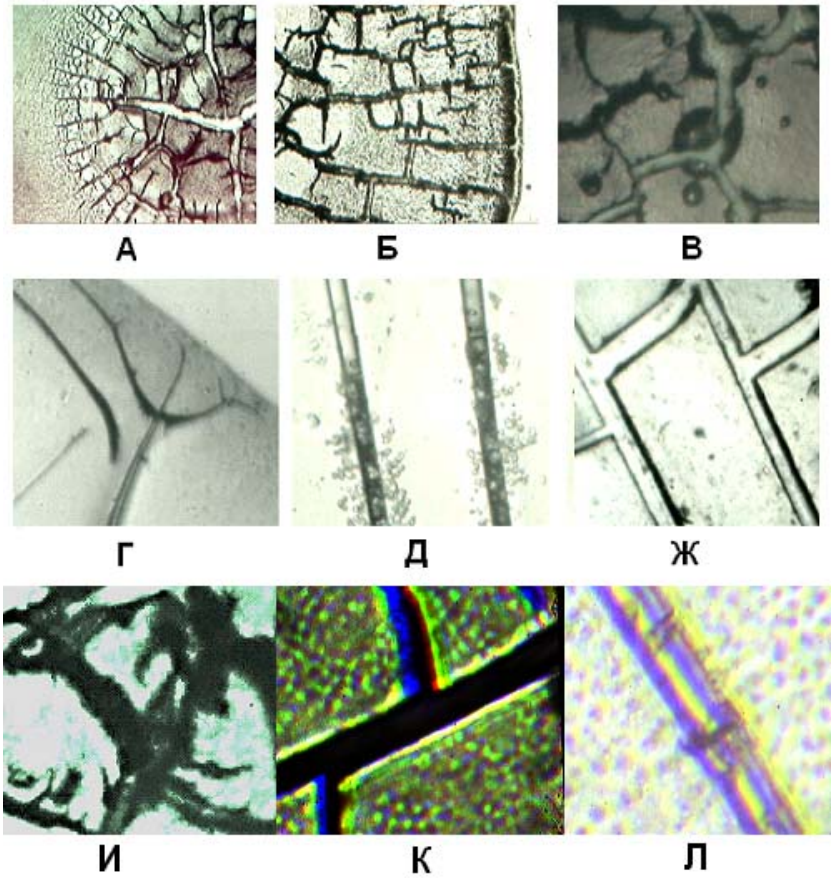


Рис. 18. Различные варианты кристаллитов в препаратах крови. Световая микроскопия, ув. х40 – х60:
А – кристаллиты $К_1$ – $К_4$ гемолизата крови; Б – кристаллиты $К_1$ – $К_4$ плазмы крови; В – кристаллиты $К_2$ – $К_4$ плазмы крови;
Г – кристаллиты $К_1$ и $К_2$ тромбоконцетрата в краевой зоне тезиограммы; Д и Ж – кристаллиты $К_2$ и $К_3$ тромбоконцетрата в средней зоне тезиограмм; И, К, Л – варианты формы и поляризационной картины кристаллитов $К_2$ и $К_3$ тромбоконцетрата.

В свежих препаратах в просветленной средней зоне *кристаллитов*, напоминающих каналы, нередко обнаруживается желеобразное содержимое или капельки жидкости. Позже, при старении препарата, жидкость исчезает, а *кристаллиты* принимают вид желобов (каналов) и раскалываются надвое вдоль своих продольных осей. Нами отмечена схожесть этих образований по строению и форме с аналогичными структурами цельной крови, в т.н. отрицательной пробе Болена. Это позволяет предположить, что в цельной крови и в ее сыворотке или плазме – стенки каналов-кристаллитов образованы белками, имеющими, при изменении их третичной структуры в процессе дегидратации, длинные линейные размеры. Обнаруживается сходство некоторых белковых фрактальных структур-кристаллитов крови и ее препаратов с биоморфными структурами неживого керита (рис. 19).

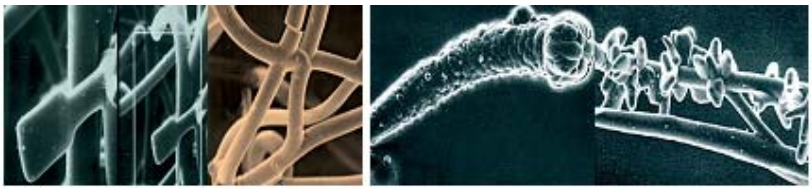


Рис. 19. Структуры керита по Н. Юшкину [25].

Такое подобие упомянутых структур указывает на условность и размытость грани между живым и неживым. Н. Юшкин [21, 27] приводит подтверждающую это мысль: «растущий углеводородный кристалл, это минеральная жизнь. Это процесс извлечения вещества и энергии системой из окружающей среды. А что необходимо, чтобы началась «живая», биологическая жизнь? Система должна становиться всё более автономной, для чего она и создаёт подходящую структуру. Принципиальной разницы между процессами кристаллизации и полимеризации, лежащей в основе функционирования живых существ, практически нет».

В ТЗГ препаратов крови, приготовленных с добавлением солей, например изотонического раствора хлорида натрия, ан-

тикоагулянтов, или при внесении в кристаллизующуюся смесь сахаров (например, маннита), нередко на первой стадии формирования ТЗГ образуются редкие формы *кристаллов* (крестообразные, розетчатые и др.), а также дендритные *кристаллы* соли, которые в течение нескольких суток превращаются в настоящий кристалл, формирующийся «на перекрещивании» дендритных структур (рис. 20).

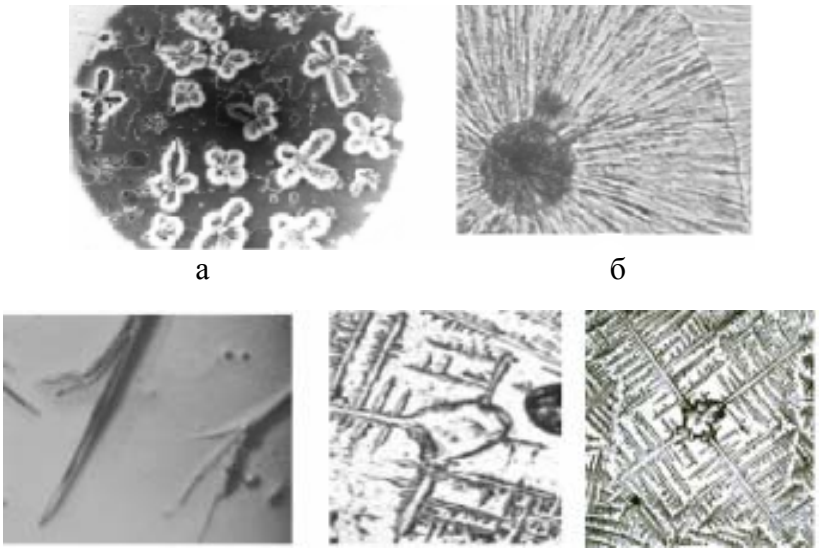


Рис. 20. Разные стадии упаковки кристаллов солей в плазме крови: А – кристаллы в виде мальтийских крестов, Б – розетчатые кристаллы маннита, В – начало роста дендритных кристаллов *NaCl*, Г и Д – дендритные кристаллы начинают трансформироваться в монокристалл

Кристаллиты ТЗГ плазмы (сыворотки) крови характеризуются способностью к дихотомическому делению (фрактализации) с последовательным образованием из жидкокристалличе-

ских пулов специфических для организма молекул белков, холестерина и липидов, гидрокарбонатов, ферментов, гормонов. Особенности ТЗГ плазмы могут определяться различиями в концентрациях растворенных в ней минеральных и других веществ. Добавление в кровь, сыворотку крови, ликвор, мочу, вагинальную слизь и другие БЖ различных солей уже используется в качестве скриннинговых методов лабораторной диагностики отдельными исследователями. При этом исходят из закономерности кристаллографии об отражении внешней формой кристаллов их внутренней структуры, а также из тесной сопряженности способности к кристаллообразованию с изменением биохимического состава биосубстратов.

При постановке тезиографических тестов следует учитывать выраженную нестабильность химического состава мочи, желчи, секретов желудочно-кишечного тракта, пота и крови, а также зависимость их от характера питания, характера обмена веществ у конкретного индивида, что затрудняет получение повторяющихся (воспроизводящихся) тезиографических картин. С другой стороны, очевидно, что наиболее физиологически стандартизировано фрактализующейся и стандартно реагирующей на внутренние и внешние изменения, оказывается кровь, а также ее плазма или сыворотка в чистом виде, либо с различными добавлениями и разведениями [7, 9]. При одинаковых условиях постановки ТЗГ-тестов кровь и ее препараты в процессе *самоорганизации* дают хорошо воспроизводимые картины, закономерно структурно меняющиеся при самых различных воздействиях, следовательно, «откликающиеся» на многочисленные разновидности привносимой информации. С учетом данных [17] о том, что информация является главным движущим фактором в самоорганизующихся системах любой природы, в отношении оценки и описания изменений ТЗГ БЖ фундаментальным подходом научного познания можно считать информационный подход. Его суть заключается в том, что при изучении любого объекта, природой, в первую очередь, выявляются и анализируются наиболее характерные для него информационные аспекты, энергетически наименее затратные, определяющие состояние этого объекта и позволяющие прогнозировать его поведение или развитие.

При оценке информационных паттернов *самоорганизации* и структурирования с оценкой «кристаллографического портрета»

в процессе кристаллизации БЖ на стекле – сферический сегмент формы капли долго сохраняется в процессе дегидратации. Этот сегмент энергетически наиболее выгоден в отсутствие *пиннинга* (центровой кристаллизации и осаждения твердых фракций). При проявлениях *пиннинга* становится актуальным анализ СТС в краевой (периферийной), средней и центральной зонах препарата, отличающихся по условиям формирования этих структур.

В каждой из этих зон для последующего анализа удобно выделять *лабильные и относительно стабильные элементы* (рис. 21). Среди них к наиболее устойчиво встречающимся – *условно стабильным элементам* отнесены: концентрический круговой поясок (полоса) по краю препарата, в краевой зоне препарата – *кристалллиты* 1–2 порядка в краевой зоне, *кристаллиты* 2–4 порядка в средней и центральной зонах. Во всех трех зонах можно оценивать форму и площадь участков *фации* БЖ заключенных между этими структурами в форме полигональных пластин, появление в локальных участках *фации* вторичных *кристаллов* и биокристаллоидов и их расположение.

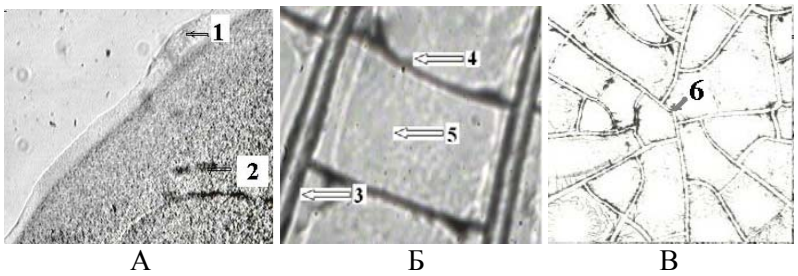


Рис. 21. Устойчивые элементы тезиограмм препаратов крови (световая микроскопия, ув. х. 15 – х 25): **А** – краевая зона кольцевой ТЗГ: 1 – светлая краевая полоса ТЗГ плазмы крови, 2 – формирующиеся ранние биокристаллоиды краевой зоны – $К_1$; **Б**: 3 – центростремительные биокристаллоиды второго порядка – $К_2$, 4 – биокристаллоиды третьего порядка – $К_3$; 5 – участок фации, заключенный между $К_1$ и $К_2$ – полигональная пластина (ПП), **В**: 6 – центральная зона тезиографического препарата – схождение кристаллитов в одну точку

Остальные, редко встречающиеся элементы ТЗГ относятся к *лабильным* элементам. Более часто такими элементами являются:

– кольцевидные структуры, возникновение которых обусловлено скоростью дегидратации отдельных составных частей крови,

другими характеристиками плазмы крови как биоколлоида;

– коэффициент поясности (количество циркулярных компонентов в ТЗГ, фиксирующий характер распространения волн автоволн в период кристаллизации);

– выраженность (наличие, ширина, число уплотнений просветлений, т.н. зон «дилатона» и «компрессона» (характеристика «застывших волн», наиболее заметных в области наружного светлого ободка, краевой и средней зоны ТЗГ);

– выраженность (ширина, радиус, оптическая плотность и др.) краевой, промежуточной и центральной зон тезиограмм;

– денситометрическая плотность *фации* в этих же 3-х зонах препарата;

– ячеистость ТЗГ, характеризующая число ПП на протяжении $К_2$. Этот показатель подсчитывают от периферии к центру не менее чем по четырем центростремительным $К_2$ с последующим вычислением средней величины на препарат. Предположительно ячеистость характеризует наличие белков со слабой способностью к удержанию гидратной оболочки (связанной воды), т.е. отражает различие препаратов по степени гидрофильности их белков. Число ПП может также отражать присутствие липофильных компонентов либо других субстанций в водном растворе биосреды;

– число линейных биокристаллоидов в какой-либо зоне или в выбранном секторе препарата, характер их фрактализации (дихотомии), толщина и длина этих структур-химер, способных к продольному растрескиванию;

– порядок распространения (направление роста) K_2 *и* K_3, способ их соединения в центре препарата (в точку, в линию и др.),

– вид поздних *кристаллов* солей и пескообразных включений, величина занимаемых ими площадей в препарате либо в выбранном числе ПП.

При анализе цельной крови, эритроцитарных, лейкоцитарных или тромбоцитарных гемокомпонентов оценивают также характер скопления клеточных элементов.

При оценке последующего (второго, позднего) постдегидратационного периода ТЗГ, то есть при ее «старении» и потере связанной с биомолекулами воды, оценивают степень деструкции *фации* за определенный промежуток времени, при этом,

подсчитывалось число выкрошившихся ПП, косвенно отражающая скорость *самоорганизации* и дегидратации препарата. Это показатель является результирующей влияния внешних и внутренних условий, важных для кристаллогенеза БЖ. Отмечают характер (форму, количество) и скорость деструкции дендритных *кристаллов*, скорость образования и структуризации *кристаллов* солей. Исходя из факта широкой представленности паттернов «золотой» пропорции и чисел ряда Фибоначчи в естественных неживых и живых системах, включая организм человека, и его систему крови, мы считаем целесообразным проводить анализ сходства измеряемых показателей в препаратах с числами ряда Фибоначчи [6].

Характер формирования ТЗГ препаратов крови зависит от вида подложки. Так, при формировании ТЗГ на пластиковой подложке малые по объему и площади препараты с коротким временем высыхания формируют практически однородные дисковидные гомогенные препараты. При увеличении объема капли и времени дегидратации в 5–10 раз формируются препараты «лепесткового» типа с хорошо выраженными *кристаллитами* первого – второго порядка. В очень большом препарате с увеличением объема капли в 20 раз и более – значительно увеличивается время дегидратации. При этом в ТЗГ существенно увеличивается количество кристаллитов второго порядка и появляются кристаллиты третьего и более высокого порядка [11].

В процессе структурирования капель БЖ при обезвоживании, растворенные молекулы и молекулярные комплексы, претерпевая пространственные перемещения, формируют соответствующую волну (зону концентрации), локализуемую в соответствующем месте *фации*. В начале формирования тезиографического препарата соотношение фракций белков и жидкой части БЖ (например, плазмы крови) не меняется, затем начинают кристаллизоваться и осаждаться альбумины, а позже – другие белки. Большая часть сухого вещества *фации* локализуется в среднем по объему препарате в виде валика, обычно на границах краевой и средней его зоны. Свойством образовывать такие же структуры при высыхании капли обладают и другие коллоиды – крахмал, гуммиарабик, желатин, растворенные отдельные белки плазмы.

В процессе дегидратации крови и БЖ в капле определенного объема, наблюдается ряд сложных процессов. Так, в самом начале

формирования ТЗГ имеет место возникновение и развитие различных турбулентных течений. Их исследование является одной из наиболее актуальных проблем современной гидродинамики. Типичной временной структурой турбулентного течения является вихревое кольцо, которое представляет собой тороид (бублик).

Обнаружение в ТЗГ вихревых структур позволяет исследователям ставить соответствующие задачи по оценке механизмов их возникновения и решать их теоретически и при помощи экспериментов. Но уже сегодня ясно, что видимые вихри могут состоять из более мелких вихрей, даже молекулярных, если молекулы находятся не в броуновском движении (имеют не 3, а меньше степеней свободы). При кристаллизации в растворах включаются механизмы, которые сортируют молекулы по скоростям и направлениям (вероятно, по принципу так называемого «Демона Максвелла»). В сформировавшемся вихре единичная молекула воздуха теряет 2 степени свободы. Вихрь не дает ей отклоняться в сторону – возможны только вертикальные колебания! В «хоботе» вихря идут процессы аналогичные закручиванию воронок в ванной, связанные с сохранением момента инерции. При высокой тепловой составляющей момента импульса молекулы будут двигаться хотя бы вверх-вниз, но уже с увеличенной амплитудой. Подсчитано, что «плененная вихрем» молекула теоретически имеет в 6 раз большую вероятность движения в одну сторону [26].

В ходе формирования округлых тезиографических препаратов крови и ее плазмы при небольших увеличениях можно наблюдать динамично изменяющиеся процессы появления вихревых колец. Вихревые структуры сохраняются в высохшем препарате в результате *пиннинга*. Исследователям предстоит оценивать различные характеристики этих колец и вихрей, включая значения скорости их формирования и развития.

При кристаллизации жидких биосубстратов в смеси с солями металлов, сахарами нередко наблюдают игольчатые (видманштеттовые) структуры. По завершении наиболее динамичной фазы кристаллизации плазмы крови или других биосубстратов конкретного организма, то есть, после того как они лишаются большей части несвязанной воды, их индивидуальная ТЗГ во многом обусловлена конформацией имеющихся белковых и др. сложных

молекул. Конформационные особенности этих молекул, в свою очередь, обусловлены обменными биохимическими реакциями, а также «памятью» сложных молекул о предшествующих воздействиях различных физических факторов. Очевидно, немалый вклад в формирование тезиографической картины биосубстратов может вносить кластеризация молекул воды, поскольку, в зависимости от своей кластерной структуры, вода способна изменять свойства растворенных в ней солей, а также белковых и углеводных компонентов биосубстратов, таких, как производные макроэргов: аденозинтрифосфата и многих молекул веществ, обладающих ферментной активностью. Известно [12], что часто процесс кристаллизации развивается локально в клетках и жидкостях самого организма. Даже в случае обратимости этого процесса его следствием является изменение положения в пространстве, площади и объема активных химических групп биомолекул, что может отражаться на интенсивности и времени протекания ряда ферментативных реакций.

При исследовании влияния внешних факторов на процесс кристаллизации во время анализа опытного и контрольного образца, чтобы не допустить оценочных ошибок в измерениях, следует добиваться фиксации результатов на одной и той же глубине фокусирования микроскопа. При этом аксиомой является необходимость использования разовых прецизионных пипеток и подложек (стекол). В случае смешения следов сывороток или тромбоконцентратов разных проб, ТЗГ может резко измениться вследствие создания химер или иммунного взаимодействия. Обязательно также должна производиться выверка горизонтальности расположения основной плоскости препарата по осям x и y по отношению к сторонам света.

При съемке процесса кристаллизации должно быть учтено, что выделение твердой фазы и снижение концентрации веществ в формирующейся ТЗГ в процессе кристаллизации может идти двумя путями: образованием новых кристаллических зародышей, либо отложением твердой фазы на поверхности уже имеющихся *кристаллов* с взаимным проникновением одних растущих дендритных *кристаллов* в другие *дендриты*. Начавшийся процесс кристаллизации на возникших зародышах идет неравномерно по времени (волнообразно), то, замедляясь, то, через некоторое время, ускоряясь до лавинообразной кристаллизации. При этом быстро растущая верхушечная часть зародыша

растет в зоне наибольшей локальной концентрации растворенных ионов и присутствующих в среде биологических молекул. Одновременно наблюдается отток вещества из толщи растворителя к периферии. Это обстоятельство также предъявляет требование тщательной обработки подложки, предназначенной для тезиографических тестов.

ТЗГ донорской плазмы здоровых лиц, полученные в одинаковых условиях, могут характеризоваться заметными отличиями в структуре $К_2$, $К_3$ и ПП. Следовательно при их оценке важен учет индивидуальных различий (особенностей фрактализации протяженных *кристаллитов* $К_2$, $К_3$, формирование полигональных пластин фаций и т.п.).

В зависимости от задач исследования необходимо тщательно подбирать время регистрации результатов тезиографии, поскольку ТЗГ БЖ изменяются с течением времени с разной скоростью. В воздушной среде капля жидкости, помещенная на стекло, особенно кровь и ее плазма, сразу превращается в особую динамичную систему, ритмично и быстро меняющуюся в течение короткого времени. Это наиболее *быстрая – первая фаза* формирования ячеисто-сетчатой, описанной выше структуры. Формирование концентрической трехзональной ТЗГ не означает полного прекращения процесса кристаллизации. Это лишь окончание первой *быстрой фазы динамичного процесса самоорганизации,* для которой характерно исчезновение из препарата большей части жидкости. Испарение воды стимулирует процесс *самоорганизации* содержимого БЖ в условиях нарастания дефицита жидкости. Именно эта фаза оказалась наиболее чувствительной к различным факторам среды и наиболее часто анализируется в медико-биологических исследованиях.

После испарения большей части воды и формирования первичной ТЗГ, наступает *вторая*, более *длительная фаза* замедленных изменений препарата. В их основе лежат процессы окончательного обезвоживания, формирования и старения *кристаллов*. Вследствие этого фактор времени при оценке ТЗГ следует считать принципиально значимым.

Существуют различные варианты оценки ТЗГ и измерений их специфических структур [7]. Можно воспользоваться, например, балльной схемой оценки изменений ТЗГ крови, ее плазмы и сыворотки с расчетом *коэффициента изменчивости* (КИ). Под КИ ТЗГ крови понимается *отношение суммы баллов*

для ТЗГ после какого-либо воздействия к сумме баллов при фоновом обследовании объекта. Использование этого коэффициента позволяет проводить количественную оценку изменений единичных или нескольких элементов кристаллизующейся БЖ при изменении условий формирования препаратов, а также при воздействие *in vivo* (на организм), и *in vitro* (на БЖ) различных факторов внешней среды (табл. 2).

Таблица 2

Схема расчёта коэффициента изменчивости (КИ) плазмы (сыворотки) крови для округлых препаратов, расположенных в горизонтальной плоскости

Основные признаки	Оценка ТЗГ биообъекта	Норма	Опыт (патология, эксперимент)	Баллы контроль	Баллы контроля (+ дополнительные)
1	2	3	4	5	6
Макроскопические признаки					
Периферическая кольцевая полоса	Узкая Средней ширины Широкая	Контролируемый размер выбирается опытным путем	Резко сужена Резко расширена Иное	1	1 1
Цвет кольцевидной полосы	Прозрачная Серая Желтая Розовая Другой	Прозрачная Серая Желтая Розовая	Иной цвет	1	1 1
Сеть кристаллитов	Отсутствует Слабо выражена Выражена Отсутствует	Слабо выражена	Отсутствует Резко выражена Деформирована Иное	1	1
Дополнительный признак	Выбирается исследователем				
Микроскопия световая					
Кольцевые полосы (КП)	Видимые максимумы кольцевидных волн: 3, 5, 8, иное число	3 - 5	Изменение числа КП на 50% и более Иное	1	1
1	2	3	4	5	6
Отношения радиусов (краевая/средняя/центральная зона)	От 1:1:1, До 1:10:1, 1:2:8 или иное	1:3:1, 1:2:1	Изменение радиуса каждой зоны на 50% Иное	1	1 1

Кристаллиты 1 порядка ($К_1$)	Число Длина Ширина Направление Иное	Направлены концентрически Дугообразные С ровными стенками	Расширены Угловатые Неровные Иное	1	
Кристаллиты 2 порядка ($К_2$)	Число Длина Ширина Направление Иное	Направлены центростреми-тельно Не изогнуты Ровные Неширокие	Оборваны Расширены, Изогнуты Распались на единичные осколки Иное	1	1
Кристаллиты 3 порядка ($К_3$)	Число Протяжен-ность Ширина Направление иное	Направлены перпендику-лярно $К_2$ не изогнуты ровные неширокие	Направлены под острыми углами к $К_2$, Закруглены с неровными стенками сильно ветвятся иное	1	1 1
Кристаллиты 4 порядка ($К_4$)	Число Протяжен-ность Ширина, Направление Иное	Единичные Ровные Заостренные	Множественные С неровными стенками Иное		
Кристаллиза-ция централь-ной зоны ТЗГ	$К_2$ сходятся в одну точку, линию Не доходят до центра Мелкосетчатая Иное	$К_2$ сходятся в одну точку, линию	Появление нескольких точек схождения $К_2$ в центральной зоне (ЦЗ) $К_2$ не доходят до ЦЗ $К_2$ обрываются в ЦЗ $К_2$ и $К_3$ образуют крупноячеистую сетку Иное	1	1
Аморфные кристаллиты образуют «песчаный налет (ПН)»	На площади меньшей 1/3 общей площа-ди препарата Отсутствуют Иное	На площади меньшей 1/3 общей площади препарата В отдельных полигональных пластинах	Изменение площа-ди ПН на 30 и бо-лее процентов Иное	1	1 1
Полиморфные пластины фации (ПП)	Квадратной, прямоуголь-ной формы, Не полностью сформированы Выкрошились Иное	Квадратной и прямоуголь-ной формы	Изменение площади ПП на 30 и более процентов Деструктуризация ПП вследствие обрывов $К_3$ Выкрашивание нескольких ПП Иное	1	1
Сумма баллов					

Методика расчета:

– производится выбор подлежащих контролю признаков: наличие признака обозначают 1 баллом (делают отметку в 5 столбце схемы). Рекомендуется учет постоянных характеристик ТЗГ на макро- и микроуровне. Однако в зависимости от целей

исследования расчет может быть ограничен только непостоянными признаками, характерными для определенного воздействия внешнего (экстремального) фактора, либо для определенного патологического процесса;

– в опыте (эксперименте) признак может не измениться и, если он присутствует, его отмечают в 6 столбце схемы (обычно в столбец 6 переносятся результаты 5 столбца). Далее, в случае если контролируемый признак претерпел существенные изменения (см. 4 столбец), то каждое изменение регистрируется дополнительным баллом в 6 столбце. Также одним баллом в 6 столбце регистрируется полное исчезновение контролируемого в контроле признака;

– подсчитывают сумму баллов контроля по 5 столбцу и сумму баллов опыта по 6 столбцу;

– КИ рассчитывают в относительных единицах (баллах) либо в виде простого или процентного отношения (опыт/контроль).

Анализ центров и зон кристаллизации нецелесообразно проводить с помощью описательных терминов, таких как «бахрома», «ожерелье», «листья» и указания их размеров только по длиннику. Существует огромное число «листьев», «бахромы», и т.п., что размывает диагностическую значимость этих понятий. Важно оценить число и характер вихреподобных структур фрактального характера (звезды, восьмерки, свастики и др.), наблюдаемых во всей *фации* препарата или в определенном числе ПП. Необходим учет числа и размеров часто встречающиеся оформившихся *кристаллов* солей и неоформленных глыбчатых формирований, наблюдаемых в ТЗГ при интоксикациях организма чужеродными веществами.

Перспективна динамическая оценка тезиографии, идущей последовательно от образования гелевой матрицы до кристаллизации с последующими медленными изменениями, деструкцией препарата вплоть до его распада. Однако количественная оценка этого процесса требует разработки соответствующих пакетов программного обеспечения.

Установленный в настоящих и других исследованиях ряд технологических требований к проведению тезиографического теста в зависимости от целей исследования может расширяться и ужесточаться, особенно, если речь будет идти об исследовании

или трансформации *природных нанотехнологий самоорганизации* кристаллов БЖ. Чтобы научиться управлять этими процессами, необходимо решить вопрос об автоматизации микродозирования рабочих объемов БЖ, создании автоматически задаваемых и поддерживаемых режимов температуры и скорости движения воздуха в камерах, где формируется препарат или на предметном столе микроскопа. На очереди разрешение и уточнение вопросов химических характеристик анализируемых жидкостей, как в исходном состоянии, так и в динамике кристаллизации. Необходим контроль за изменениями pH кристаллизующихся БЖ. Это связано с тем, что основная среда (повышение концентрации щелочи) стимулирует формирование ажурных дендритных образований, при этом кристаллизация (например, тиомочевины) происходит при меньших скоростях роста *кристалла* [18, 19]. В отличие от традиционного механизма диффузионно ограниченной агрегации (собирание *кластера* около выделенного центра), в этом случае зародыши образуются на окружности с непрерывно уменьшающимся радиусом, а дендритная структура возникает в точках подложки, через которые эти окружности проходят по мере уменьшения радиуса.

Оценка характера роста и морфологии дендритных *кристаллов* может быть отдельной задачей исследования. Формирование *дендритов* зависит от составных частей кристаллизующейся жидкости. При формировании *кристалла* захват «менее активных» или медленнее кристаллизующихся примесей зависит от скорости роста. Разные грани *кристалла* захватывают в процессе роста не одинаковые количества примесей. Поэтому *кристалл* оказывается как бы сложенным из пирамид, имеющих своими основаниями грани и сходящимися своими вершинами к его центру. Если *кристалл* плохо захватывает примесь, то избыток её скапливается перед фронтом роста. В этих условиях может изменяться морфология всего препарата. Обогащенный молекулами и частицами примеси пограничный слой, из которого идёт кристаллизация, не успевает перестраиваться, в результате чего возникает зонарная структура ТЗГ. Аналогичная картина возникает, если *кристалл* обогащается примесью, а пограничный слой обедняется.

В испаряющихся растворах слой жидкости вблизи скоро растущих граней обедняется веществом, его плотность уменьшается. Это приводит к перемещению вещества вверх и возникновению концентрационных потоков. По-разному омывая различные грани, концентрационные потоки, оказывающиеся чувствительными к различным воздействиям внешних факторов, изменяют скорости роста граней и облик *кристалла*. Но, несмотря на причудливую древовидную форму, кристаллографическая ориентация дендритного *кристалла* остается одинаковой для всех его ветвей.

Наличие в жидкости посторонних газов, также небезразлично для ТЗГ [2]. Посторонние газы, хорошо растворимые в маточной среде, но плохо захватываемые растущим *кристаллом*, образуют на фронте роста пузырьки, которые им все же захватываются, если скорость роста превосходит некоторую критическую. Так же захватываются и посторонние твёрдые частицы из маточной среды, становящиеся затем в *кристалле* источниками внутренних напряжений и изменений составных частей тезиографического препарата [18, 19].

При проведении исследовательских работ важными могут быть оценки изменений структуры ТЗГ БЖ при смене ритмов дня и ночи, изменениях ритмики выполнения работы индивидом, характера питания, при воздействии на организм холода и высоких температур, различных излучений и т.д.). Необходим учет внутренних (по отношению к организму) факторов: особенностей водного и газообмена, обмена других веществ, наличия или отсутствия патологических изменений в регулирующих системах организма и др. Такие исследования особенно актуальны в отношении крови, каждая функция которой обеспечивается естественными *природными бионанотехнологиями*, в числе которых кристаллизационной принадлежит немаловажная роль. Изучение естественной *природной нанотехнологии самоорганизации* крови и других БЖ в процессе кристаллообразования позволит уточнить информационное значения специфических картин существенно обезвоженных препаратов плазмы и сыворотки крови. Это может иметь значение для оценки качества длительно хранящихся препаратов крови, жизнеспособности ее клеточных элементов и сохранности структуры функционально значи-

мых белковых и других молекул. Такие исследования в перспективе позволят уточнить причины ряда патологий на клеточном, молекулярном, а также на нанометровом уровнях.

Литература к главе 4

1. Андреева Л.В., Новоселов А.С., Лебедев-Степанов П.В., Иванов Д.А и др. Закономерности кристаллизации растворенных веществ из микрокапли // Журнал технической физики.– 2007.– Том 77, вып. 203.– С. 5–12.

2. Аюпова А.К., Рыжкова О.А, Стрельцова Е.Н. Воздействие серосодержащего газа на структурно-оптические параметры сыворотки крови больных туберкулезом легких" (in vitro) // Вестник новых медицинских технологий.– 2005.– Т. XII, № 3–4.– С. 64–66.

3. Белевитин А.Б., Кидалов В.Н., Лобзин Ю.В., Макеев Б.Л., Несмеянов А.А., Никитин А.Э., Панов П.Б., Хадарцев А.А., Цыган В.Н., Чечеткин А.В Возможности тезиографии препаратов крови и других биологических жидкостей // Международная академия МАИСУ.– 2008.– № 12.– С. 32–45.

4. Захарова Г.П., Шабалин В.В., Янов Ю.К.; Тырнова Е.В. и др. Способ получения биологической жидкости для морфологического исследования // Патент Российской Федерации RU2293324.

5. Камакин Н.Ф., Мартусевич А.К. Биотехнология кристаллогенеза жидкостей организма (экспериментальная кристаллоскопия // Вятский медицинский вестник.– 2005.– № 3–4.– С. 44–51.

6. Кидалов В.Н. Функциональный паттерн золотого сечения в гемоиммунной системе // Труды междунар. науч. конф.: Измерительные и информационные технологии в охране здоровья. Метромед – 2007.– Спб.: Изд-во Политехн. ун-та, 2007.– С. 94–95.

7. Кидалов В.Н., Лысак В.Ф. Новый способ оценки тезиограммы биологических жидкостей в эксперименте // Усовершенствование методов, аппаратуры, применяемых в учебном процессе. Медико-биологических исследованиях и клинической практике: Сборник изобретений и рац. предложений.– Л.: ВМедА, 1989.– Вып. 20.– С. 66.

8. Кидалов В.Н., Муромцев В.А., Якушина Г.Н., Куликов В.Е. Изменение конфигурации и свечения эритроцитов, выстраивающих краевую линию (ВКЛ) при воздействии энерго-информационных приборов и КВЧ-излучения на акупунктурные точки (АТ) у больных хронической обструктивной болезнью легких // Международная академия. Межакадемический бюллетень.– СПб., 2001.– № 16.– С. 82–84.

9. Кидалов В.Н., Хадарцев А.А., Багаутдинов Ш.М., Чечеткин А.В. Постоянство непостоянного в тезиограммах препаратов крови (к

стандартизации исследований кристаллизации биологических жидкостей) // Вестник новых медицинских технологий.– 2008.– Т. XV, № 4.– С. 7–9.

10. Кидалов В.Н., Якушина Г.Н. Нарушение информационной функции эритрона при неблагоприятных эколого-зависимых воздействиях среды // Здоровье в 21 веке: Сб. материалов Всеросс. науч.-практ. конф.: секция «Медицина» / Под ред. Ю.И. Григорьева.– Тула, 2000.– С. 123–124.

11. Кидалов В.Н., Хадарцев А.,А., Якушина Г.Н. Тезиографические исследования крови и их практические возможности // Вестник новых медицинских технологий.– 2004.– Т. XI, № 1–2.– С. 23–25.

12. Козлова О.Г. Рост кристаллов.– М.: Изд-во МГУ, 1967.– С. 201–225.

13. Ручьева О.А. Исследование кристаллизации биологических молекулярных систем плазмы крови под действием специальной твердотельной подложки в качестве скрининга ионизирующего излучения: Автореф дис. … к.м.н.– ГОУВПО МФТИ, 2005.– 25 с.

14. Савина Л.В. Структурообразование сыворотки крови в условиях вакуума // Клинич. Лаб. Диагностика.– 1999.– № 11.– С. 48–51.

15. Савина Л.В., Чирвинский Н.П. Морфотипы кристаллограмм сыворотки крови при инсулинозависимом сахарном диабете // Сов. медицина.– 1988.– № 5.– С. 11–13.

16. Финеан Дж. Биологические ультраструктуры / Пер. с англ.– М.: Мир, 1970.– 325 с.

17. Хадарцев А.А. Новые медицинские технологии на основе взаимодействия физических полей и излучений с биологическими объектами // Вестник новых медицинских технологий.– 1999.– № 1.– С. 7–15.

18. Чернов А.А. Рост цепей сополимеров и смешанных кристаллов - статистика проб и ошибок // Успехи физических наук.– 1970.– Т. 100, вып. 2.– С. 277–279.

19. Шубников А. В. Образование кристаллов.– М. – Л., 1947.– 277 с.

20. Юшкин Н.П. Наноминералогия. Ультра- и мелкодисперсное состояние минерального вещества.– СПб.: Наука, 2005.– 623 с.

21. http://www.ioffe.spb.ru/journals/ftt/1999/10/p1766.

22. http://www.i-compas.ru/compas/kristallografia

23. http://www.ysrp.ru/archive/ysrp-2006/ysrp-2006-theses/

24. http://www.biometric.bmstu.ru/category/granat

25. http://wsyachina.narod.ru/earth-sciences/life-genesis-9.html

26. http://www.smerch.org.ua/page-2.html

Глава 5

НАБЛЮДЕНИЯ ЗА ФОРМИРОВАНИЕМ ТЕЗИОГРАФИЧЕСКИХ ПРЕПАРАТОВ БИОЛОГИЧЕСКИХ ЖИДКОСТЕЙ: ОСОБЕННОСТИ ФОРМИРОВАНИЯ СПЕЦИФИЧЕСКИХ ТЕЗИОГРАФИЧЕСКИХ СТРУКТУР ПРИ ВОЗДЕЙСТВИИ ФИЗИЧЕСКИХ, ХИМИЧЕСКИХ И БИОЛОГИЧЕСКИХ ФАКТОРОВ

Наблюдения за ходом формирования тезиографических препаратов крови и других биологических жидкостей проводилось при воздействии физических, химических и биологических факторов на приготовленный препарат в период дегидратации, либо на живой организм.

1. Наблюдения за изменениями тезиограмм *in vitro*

Общепризнано, что кровь быстро и тонко реагирует на любые физические и химические воздействия со стороны внешней и внутренней сред организма. Выраженное влияние на формирующиеся структурные элементы теряющих воду крови и ее плазмы может оказывать также введение в организм лекарственных и нелекарственных биологически активно действующих веществ. Исследования ТЗГ крови, мочи, слюны, синовиальной жидкости, ликвора, спермы, сока простаты, конденсата выдыхаемого из легких воздуха и т.д. пытаются использовать для решения общебиологических задач сохранения здоровья человека, профилактики актуальных заболеваний и их лечения [9, 14]. До сих пор, однако, нет точного понимания возможного влияния изменения клеток и выхода экстрацеллюлярно клеточного содержимого на тезиографические картины цельной крови и ее препаратов. Очевидным является лишь частичный гемолиз эритроцитов в процессе дегидратации. При этом в плазму крови из клеток выходит гемоглобин, который может кристаллизоваться в виде тонких остроконечных игл, способных повреждать мембраны еще не разрушенных клеток, из которых в жидкую среду в последующем будет поступать гелеобразное клеточное содержимое.

На результаты исследований большое влияние может оказать время просмотра препарата и объем кристаллизующейся жидкости Наблюдения в одни и те же временные интервалы за динамикой изменения ТЗГ *тромбоконцентратов* показали следующее. При росте разницы в объемах препаратов уменьшается скорость формирования ТЗГ (*первая фаза*). При этом может сохраняться схожесть ТЗГ в крупных элементах, при одновременном появлении отличий в мелких деталях. При выдаче заключений тезиографического исследования нередко возникает вопрос о повторяемости результатов. Чтобы результаты тестов были воспроизводимы, следует при их оценке не выбирать изменчивые показатели, а делать упор на более стабильные и регулярно проявляющиеся признаки и показатели. Это иллюстрирует наблюдение воспроизводимости результатов тезиографии *тромбоконцентратов* (рис. 22) в препаратах среднего объема (0,01 мл).

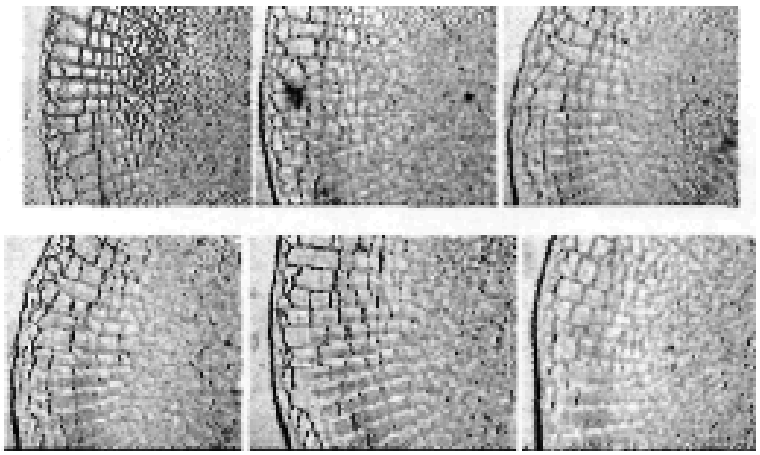


Рис. 22. Воспроизводимость тезиограмм в параллельно поставленных препаратах одного и того же тромбоконцентрата здорового донора (представлены краевые, средние и частично центральные зоны препаратов). Световая микроскопия, ув. х60.

При исследовании 20 однотипных препаратов установлено, что для каждого из них характерно наличие узкой краевой полосы, арочный характер К1, центростремительный характер К2, а также и широкая центральная зона сетчатого типа со скоплением большого количества тромбоцитов. В такой выражено структурированной тезиограмме наиболее легким для подсчета показателем оказалось число *полигональных пластин фации* плазмы между двумя соседними центростремительными $К_2$ различия в этом числе также были небольшими.

В плазме той же крови, полученной методом центрифугирования, клеток остается немного, не велико также содержание свободного гемоглобина. Практическое отсутствие клеточных элементов и гемоглобина являются существенными отличиями плазмы от цельной крови и эритроцитарных взвесей и концентратов.

Представленный рисунок (рис. 23) иллюстрирует наличие структурных отличий ТЗГ, т.е. отличий по конфигурации и размерам их основных структурных элементов, в зависимости от содержания клеток в препаратах крови. Так в эритроцитарной взвеси число эритроцитов превышает 5 млн. в 1 мкл, в эритроцитарном реактиве для калибровки гемоцитометра их около 4 млн. в 1 мкл, в плазме крови – единичные клетки.

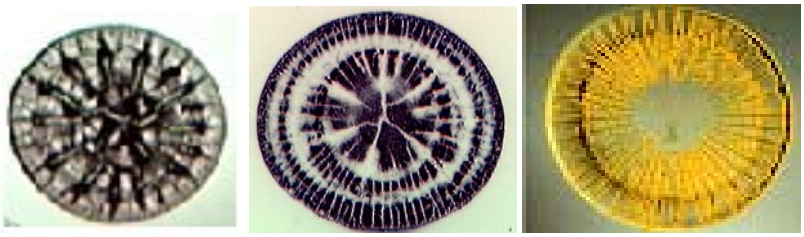


Рис. 23. Типичные тезиограммы эритроцитарной взвеси, эритроцитарного реактива для калибровки гемоцитометра и плазмы крови (собственные наблюдения). Световая микроскопия, ув. х60.

Проведенные прежде исследования оставляют до сих пор не уточненными вопросы чувствительности *самоорганизующихся* биологических жидких сред к воздействиям различных факторов физической, химической и биологической природы по тезиографическим тестам. В отношении тезиографии также не получили должного развития идеи А.Л. Чижевского (1897–1964) о влиянии энергетических воздействий космической природы, а также гравитации, на систему крови и другие БЖ. Недостаточно исследован процесс образования *кристаллов* и смешанных (кристаллоидных) структур или *кристаллитов*, из сложных растворов, какими являются БЖ при их дегидратации.

При динамическом наблюдении за формированием ТЗГ внимание исследователя нередко привлекает появление в потоках препарата вихрей.

Очень часто тезиографический процесс сопровождается появлением плоскостей и пластинок кристаллического вещества. Как известно [7], если наблюдается возбуждение пластин малых размеров, соизмеримых с длиной волны изгибами и колебаниями (это имеет место в процессе кристаллизации БЖ), то при благоприятном соотношении параметров возбуждения (длина волны, частота возбуждения, размер пластины, модуль упругости) на поверхности пластины (формирующегося *кристаллита*, *кристалла*) в местах пересечения узловых линий образуются вращающиеся акустические зоны, обусловленные взаимодействием поверхностных и объемных волн. Именно эти вращающиеся акустические зоны в жидкой среде формирующихся ТЗГ способны захватывать микрообъемы веществ и формировать микровихри. В процессе более полной дегидратации препарата, позже, в результате *пиннинга*, отложения этих структур как бы «застывают», формируя вихреподобные образования осаждающихся и кристаллизующихся веществ (рис. 24).

Механизм вихреобразования в ТЗГ препаратов крови очевидно связан с электрическими и электромагнитными явлениями. Есть сведения, что при помощи своего мозга (который является *жидким кристаллом* в его классической форме) создается пространственный тоннельный эффект завихрения магнитного поля и передается кинетическая энергия различным предметам. Во всех этих случаях возле испытуемых наблюдалось усиление напряженности биополя и магнитные вихри [29] **.**

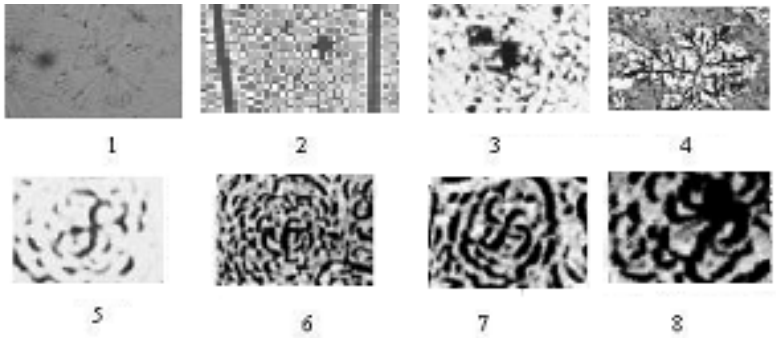


Рис. 24. Вихреподобные и свастикоподобные структуры ТЗГ сыворотки крови человека. Световая микроскопия, ув. х360:
1 – элементы напоминающие звезды и розетки, 2 – крестообразный элемент, 3 – элементы в форме «чернильных капель», 4 – фрактальная структура дендрита, 5 – элемент в форме восьмерки, 6 – элемент в форме вихря, закручивающегося слева направо, 7 – элемент, напоминающий свастику, вихревая структура, напоминающая паука

Важный для тезиографических исследований *пиннинг* электромагнитных вихрей может быть как прямым (ион-кристаллический ассоциат принимает когерентный поток электронов бозе-конденсата), так и обратным – ион-кристаллический ассоциат отдает поток электронов или (что то же самое) квант магнитной энергии. Обменные процессы данного класса относятся к недиссипативным, так как в энергонасыщенной среде протекают не с уменьшением, а с увеличением своей внутренней энергии и определяют не только энергетический, но и информационный процесс [25]. Считается, что для увеличения сверхпроводящего тока в наблюдаемых системах необходимо закрепление вихревых линий (т.н. *пиннинг магнитного потока*) на дефектах или элементах структуры. При этом, такие дефекты (*центры пиннинга*) должны быть размером порядка длины когерентности в несколько нанометров (в отличие от низкотемпературных сверхпроводников, где они на 1–2 порядка величины больше [34].

Важной причиной вихреобразования может быть наличие неровностей на подложке. Мелкие каверны (которые естественно имеются на подложках, где происходит формирование ТЗГ)

способны быть причиной образования вихрей. К этим ситуациям применимы следующие выкладки С.В. Калининой [28]: при обтекании каверн обнаруживаются неожиданные физические свойства, которые можно связывать с квантовой физикой. Найдено удивительное сходство явлений, относящихся к таким далеким друг от друга областям физики, как механика жидкости и газа и квантовая механика.

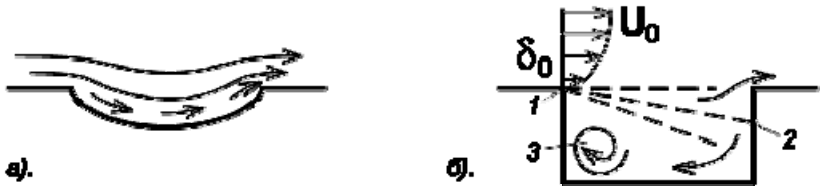


Рис. 25. Безотрывное (а) и отрывное (б) обтекание каверн:
1 – точка отрыва потока; 2 – область обратного присоединения на нижней по потоку стенке; 3 – внутренний вихрь (по С.В. Калининой)

Экспериментально в гидродинамике обнаруживается структурность течений, даже в турбулентном течении, которое ранее считалось хаотическим. Здесь наблюдатели выявляют квазиустойчивые образования. Структурные образования наблюдала и группа Калининой, когда занялась проблемой интенсификации теплообмена с помощью сферических каверн (лунок) [19]. Было известно, что с помощью неровностей на поверхности можно интенсифицировать теплообмен. Такие неровности могли быть использованы как очень эффективные интенсификаторы теплообмена, позволяли увеличивать теплоотвод от охлаждаемой поверхности в несколько раз без увеличения энергетических затрат на прокачивание охлаждающей жидкости [12]. Визуально наблюдалось, что при натекании на лунку исходно стационарный поток – становится нестационарным, поэтому в области лунки формируется сложная вихревая картина, которая сопровождается колебаниями (автоколебаниями) давления и скорости. При малой скорости потока картина обтекания представляла собой цепочку срывающихся, небольших по размеру, припо-

верхностных (имеется в виду поверхность, разделяющая внутреннюю и внешнюю часть углубления) вихрей, аналогичных тем, что наблюдают при обтекании цилиндрических тел. В этом случае колебания давления были периодическими и достаточно высокочастотными. При увеличении скорости потока к «указанным мелкомасштабным вихрям добавляется крупномасштабный, сопоставимый с диаметром каверны, напоминающий смерч, да к тому же непериодически скачущий по поверхности (относительно продольной плоскости симметрии лунки) вихрь» (рис. 26).

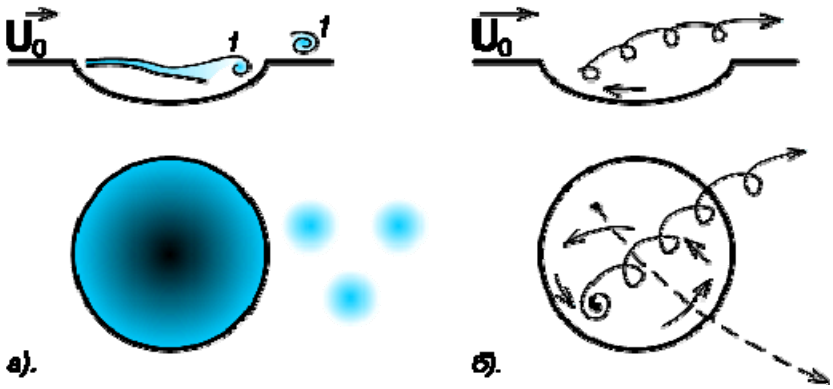


Рис. 26. Картина обтекания лунки при небольших (а, U_0<0,2 м/с) и больших (б, U_0>0,2 м/с) скоростях: а) – слой смешения (1) периодически сворачивается в вихрь и уносится потоком; б) – на дне лунки формируется смерчеобразный вихрь (по С.В. Калининой).

Ранее считалось, что наблюдаемая в лунках интенсификация теплоотдачи связывалась с образованием смерчеобразного вихря, его непериодическими колебаниями. В самом деле, крупномасштабные движения и структуры, как правило, сильнее всего влияли на теплообмен. Однако в этой области знаний остается не решенным большое число вопросов. С учетом сказанного

С.В. Калинина [28] рассмотрела «приповерхностную область лунки» или, точнее, слой смешения, когда он находится в режиме с автоколебаниями скорости и давления и вихреобразованием. По ее мнению картину течения в режиме автоколебаний можно представить «как непрерывно сносимые внешним потоком стоячие волны Толмина-Шлихтинга». Пограничный, как правило, – тонкий слой у обтекаемой поверхности, где в результате процессов смешения скорость течения изменяется от нуля на стенке (прилипание) до своего полного значения во внешнем потоке. Подчеркивается значение термина – «*слой смешения*». Это понятие, также как и введенное Прандтлем понятие «*пограничного слоя*», играет в гидродинамике очень большую роль. Развитие в *слое смешения* возмущений (автоколебаний), есть проявление его гидродинамической неустойчивости. *Слой смешения* – это фактически пограничный слой, возникающий в результате процессов смешения (выравнивания скоростей) на границе раздела двух потоков, движущихся с разными скоростями. Для рассматриваемого отрывного обтекания каверны *слой смешения* формируется, начиная с точки отрыва, при этом одна скорость равна ее значению во внешнем течении, вторая – нулю. *Слой смешения* над каверной в режиме автоколебаний как бы наполнен ограниченным набором стоячих волн Толмина-Шлихтинга. Уточним это понятие: на исходное гладкое, без пульсаций течение накладывается возмущение – или точнее – пакет невзаимодействующих между собой волн пульсаций скорости (предполагая, что в потоках жидкости всегда наличествует возмущение).

Следует отметить, что вихреобразование и автоколебания в *слое смешения* – это разные стороны одного процесса и, изучая одно, мы изучаем другое. К сожалению, специалисты, занимающиеся луночными кавернами, автоколебаниям и вихрям в *слое смешения* уделяют мало внимания. Вместе с тем, анализ показывает, что можно подобрать такие параметры потока и каверны, что размеры вихрей в *слое смешения* и смерчеобразного вихря станут близкими и, следовательно, можно ожидать, что станет близким их влияние на теплообмен. Оказалось, что наблюдаемые в них структуры имеют много общего с тем, что видят в лунках, а механизм формирования автоколебаний в *слоях смешения* зави-

сит от довольно большого числа параметров, даже в дозвуковом течении с ламинарным режимом течения в пограничном слое в точке отрыва. Это справедливо и в том случае, когда каверна не слишком мелкая по сравнению с толщиной пограничного слоя перед каверной. Для этих условий получены картины обтекания, спектры пульсаций (колебаний) скорости потока и др. Установлено, что «пульсации продольной скорости в автоколебательном режиме в каждый зафиксированный момент времени распределены вдоль слоя смешения волнообразно, причем так, что от точки отрыва потока до точки его повторного присоединения, на нижней по потоку стенке каверны, укладывается целое число длин волн. Спектр пульсаций скорости в слое смешения в режиме автоколебаний дискретный и хотя в нем находят волны разной частоты, но одна доминирует, имеет максимальную амплитуду, причем при изменении условий обтекания она скачкообразно изменяется, формируя несколько уровней допустимых частот».

При прохождении жидкости в объеме каверны в пакете формирующихся волн волны одной частоты из этого пакета растут (имеют положительный инкремент роста), другие остаются без изменения, а третьи вообще затухают. «Чтобы автоколебания в слое смешения сформировались, нужно, чтобы он был неустойчивым (а он, как отмечалось выше, всегда неустойчив к волновому возмущению). Кроме того, необходимо, чтобы существовала положительная обратная связь. Для слоя смешения, падающего на нижнюю стенку каверны, такая связь существует. Она реализуется через волну давления, возникающую и распространяющуюся назад по потоку от области столкновения слоя со стенкой». В результате действия обратной связи из всего достаточно ограниченного набора неустойчивых волн в слое смешения развиваются только те, длина которых кратна длине каверны. Поэтому этому спектр частот из непрерывного становится дискретным, что подтверждается всплесками интенсивности пульсаций только на отдельных частотах. Картину течения в режиме автоколебаний, свойственной кристаллизации биожидкостей, очевидно можно представить как непрерывно сносимые внешним потоком стоячие волны Толмина-Шлихтинга. *Слой смешения* над каверной в режиме автоколебаний (автоколебания – самопроизвольно, без вынуждающей силы, возникающие ко-

лебания) как бы наполнен ограниченным набором таких стоячих волн Толмина-Шлихтинга.

Если обратиться к квантовой физике и понятию «*черное тело*», то из него вытекает, что для классических колебаний в общем случае никакой связи между энергией и частотой не существует, (могут существовать как слабые волны с высокой частотой, так и сильные волны с низкой частотой). Для электромагнитных волн такая связь может существовать. Найдено следующее объяснение, почему диапазон излучаемых волн достаточно узкий и почему в нем отсутствуют короткие стоячие волны. Дело в том, что рассматриваемые объекты – *слой смешения* в режиме автоколебаний и абсолютно *черное тело* – очень похожи: и в том и в другом случае фигурирует ограниченный *пакет стоячих волн*. Кроме того, внешне похожи огибающие дискретные спектры зависимости (промежуток между частотами излучения абсолютно черного тела очень мал и плохо поддается изображению). И для гидродинамической волны: чем больше амплитуда волны возмущения, тем больше ее интенсивность.

До сих пор рассматривался свободный (не взаимодействующий с вихрями в каверне, с ее дном) *слой смешения*, наличие каверны проявлялось только в области присоединения на нижней стенке каверны. Такая ситуация реализуется, если каверна очень глубокая. Если же каверна мелкая, то вихри, которые, которые всегда присутствуют внутри каверны, влияют на спектральный состав автоколебаний в *слое смешения*, приводят к расщеплению (вместо одного уровня возникает несколько) допустимых уровней частот. Это расщепление можно предсказать, используя аналогию в квантовой физике, но оно имеет и более простое объяснение с позиций классической гидродинамики. «За счет вихревого движения в каверне реализуется второй канал обратной связи, который и определяет новые уровни частот. Если каверна глубокая – роль этого канала связи невелика, если мелкая – может стать существенной. Глубина каверны – это геометрический параметр, и, как видим, он может существенно повлиять на картину автоколебаний в слое смешения». Здесь рассмотрена только одна составляющая сложной картины, которая наблюдается при обтекании лунок. Вопрос о смерчеобразных вихрях над каверной, о том, как он формируется, почему

ось вихря скачет по поверхности каверны, можно ли этим процессом управлять – требует дальнейших исследований [19].

Для понимания основ вихреобразования в тезиографических препаратах в динамике дегидратации важны наблюдения за изменениями скоростей потоков жидкости внутри препарата. Следует учитывать, что микрокаверны могут появляться и в формирующихся *кристаллах* и *кристаллитах*, что формы микрокаверн могут быть и прямоугольными и луночными, для которых, описан выше механизм формирования автоколебаний в слое смешения. Вместе с тем, процесс вихреобразования в дегидратирующихся БЖ, очевидно, более сложен и связан со многими физико-химическими характеристиками самой жидкости и условиями эксперимента. Следует отметить, что вихреобразование в ТЗГ начинается на нанометровом, субмолекулярном и молекулярном уровнях [9].

При испарении жидкости концентрационные градиенты в зонах формирования ПП образуют микроскопические «вихри» и заставляют различные по химической структуре вещества занимать специфические зоны в препарате, где они и выпадают в осадок при пересыщении раствора.

Установлено, что ритмы функционирования структурных элементов живого вещества находятся в высокочастотном диапазоне 10^8–10^{15} Гц. Вероятно, это связано с эволюционирующей и организующей ролью солнечной радиации для всего живого на Земле, точнее с той частью солнечной радиации, которая достигает земной поверхности через соответствующие «окна» для электромагнитного спектра волн. Для биообъектов существенны воздействия радиации через «окно», пропускающее часть ультрафиолетовых лучей (λ = 290-390 нм), окно лучей видимого диапазона (λ = 390-760 нм), инфракрасного (λ = 760–1500 нм) и радиоволновое «окно», через которое проходят электромагнитные излучения с длинами волн от 1 см до 50 м. Эти излучения способны вызывать резонансные отклики микроструктур живого организма на частотах $2{,}39*10^{12}$ Гц (соматические клетки); $9{,}55*10^{12}$ Гц (ядра соматических клеток), $3{,}18*10^{13}$ Гц (митохондрии клеток печени); $2{,}5*10^{13}$ Гц (геном клетки человека); $7{,}5*10^{11}$ Гц (хромосома интерфазная) $1{,}5*10^{13}$ Гц (хромосома метафазная). Выяснены приблизительные резонансные частоты других структур живой клетки: ДНК – 2–$9*10^9$ Гц; нуклеосома – $4{,}5*10^{15}$ Гц; рибосома –$2{,}65*10^{15}$ Гц; клеточные мембраны – 5–10^{10} Гц, цитоскелет –

10^{11}Гц. Все эти взаимодействия происходят в жидких средах различных структур организма. Судя по доступным источникам влияние на ТЗГ БЖ электромагнитных излучений, достигающих поверхности Земли, практически не изучено, хотя имеются отдельные наблюдения за влиянием на морфологию ТЗГ биологических жидкостей различных физических факторов, включая факторы электромагнитной природы [30].

1.1. Чувствительность ТЗГ плазмы крови к ультрафиолетовому излучению

Эксперимент состоял в следующем: из плазмы крови 8 здоровых мужчин готовились аналогичные ТЗГ-препараты. Первые (опытные) препараты в течение 5 минут подвергались облучению *ультрафиолетовыми* (УФ)-лучами (длина волны 390–400 нм), вторые препараты подвергались имитации облучения (контроль). Воздействие *ультрафиолетового излучения* (УФИ) приводило к изменению числа K_1 и K_2, и к появлению более крупных вторичных отложений в фации ПП (рис. 27).

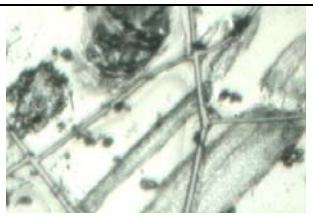
	Контроль	Воздействие УФИ
Донор 1		
Донор 8		

Рис. 27. Кристаллизация плазмы крови доноров при воздействии на препарат УФИ. Световая микроскопия, ув. х420

Кристаллизация плазмы крови человека под влиянием УФИ также сопровождалась существенным изменением характера

формирования $К_1$, $К_2$ и полигональных пластин. При динамическом наблюдении за препаратами во вторую фазу их *самоорганизации* на протяжении 7 суток установлено существенное ускорение старения опытных препаратов, по сравнению с контролем (рис. 28).

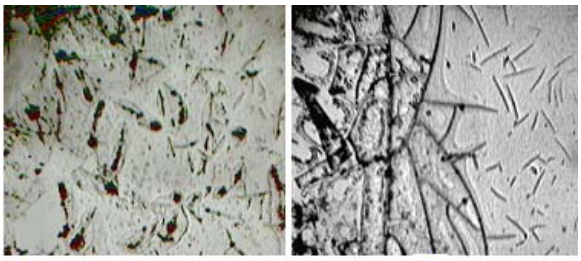


Рис. 28. Ускорение старения тезиограмм плазмы крови под влиянием УФ-излучения. Световая микроскопия, ув. х360: а – старение сыворотки без воздействия УФИ (контроль); б – старение сыворотки под воздействием УФИ (опыт)

При обработке 8 аналогичных препаратов КИ ТЗГ плазмы составил 1,11 ($R_{оп}$: 1,20–1,6). Плазма крови широко используется в трансфузиологии. Перед закладкой на хранение, по существующим стандартам, она должна пройти антивирусную обработку. Такая обработка проводится на автоматических аппаратах, в которых в плазму крови вводится небольшое количество метиленовой сини, а затем плазма подвергается кратковременному инактивирующему вирусы воздействию УФИ.

Проведено наблюдение влияния УФ-обработки плазмы на характер ТЗГ. Готовились фоновые препараты и препараты из плазмы, подвергшейся антивирусной обработке. Препараты помещались на стеклянные и пластиковые подложки. Наблюдение за состоянием ТЗГ проводилось в течение 3 суток. Установлено существенное изменение тезиографической картины препаратов под влиянием УФ-облучения (рис. 29).

	1 сутки			3 сутки	
№ препарата	Фон:	Метиленовая синька +	Препарат	Фон:	Метиленовая синька +

плазмы донора		УФ-облучение	Плазмы донора		УФ-облучение
014977			Тот же через 3 сут		
014978	014978-1	2	Тот же через 3 сут		
014987			Тот же через 3 сут		
014982			Тот же через 3 сут		

Рис. 29. Характер изменения тезиограмм донорской плазмы, подвергшейся инактивации вирусов. Световая микроскопия, ув. 360

В период формирования ТЗГ на пластиковой подложке после антивирусной обработки плазмы в препаратах наблюдалось либо уменьшение числа $К_2$ и увеличение площадей ПП (препараты 014977, 014978, 014987), либо увеличение числа $К_2$, уменьшение числа ПП и увеличение их количества (препарат 014982). В ультрафиолетовом свете в центре «каналов» с осевой симметрией выявлялась вода, а после ее испарения, в этом месте *кристаллиты* растрескивались надвое вдоль основной оси. Боковые стороны («стенки каналов») флуоресцировали желтым, красноватым, белым и зеленым цветом.

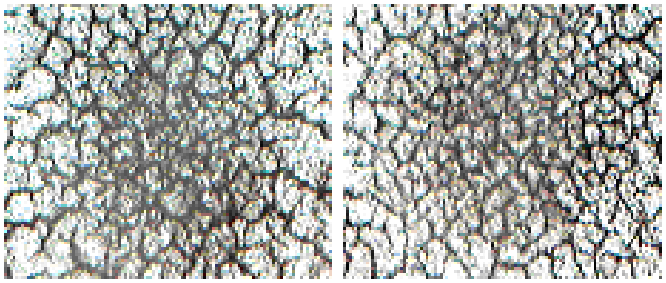
Срок существования неизмененной тезиографической картины оказался небольшим: уже на третьи сутки происходила ретракция *фации* ТЗГ, увеличение диаметра и растрескивание $К_1$ и $К_2$, наступала вторая фаза – фаза деградации ТЗГ с выкраши-

ванием частиц *фации*, нередко одной или нескольких полигональных пластин.

1.2. Изменение ТЗГ сыворотки крови под влиянием неионизирующего излучения

Из 11 проб гепаринизированной крови (0,5 мл гепарина 5000 ед. смешивали с 5 мл крови) здоровых доноров готовили опытные и контрольные препараты. Первые препараты в течение 5 минут при нахождении их в бакпечатках в безэховых камерах подвергались облучению *электромагнитного излучения* (ЭМИ) *высокочастотного* (ВЧ) диапазона (длина волны 40 см, физиотерапевтический аппарат «Волна», ППМ менее 5 мВт /см^2), контрольные препараты подвергались имитации облучения в течение того же времени.

При оценке ТЗГ установлено существенное изменение некоторых их элементов в опытных препаратах, по сравнению с контролем. После воздействия ЭМИ в краевых зонах препаратов происходило изменение цвета краевой полосы с бледно-желтого на насыщенно желтый цвет, увеличивалось число, но уменьшались поперечные размеры K_1. Различия в формировании центральной зоны этих препаратов были аналогичными, а именно, увеличивалось число, но уменьшались поперечные размеры *кристаллитов* (рис. 30).



а б

Рис. 30. Изменение характера кристаллизации центральной зоны препаратов крови до облучения ЭМИ (а) и после (б)
Фото В.А. Бубнова, В.Н. Кидалова [3]

Чувствительность живых систем к слабым ЭМП может быть обусловлена изменением устойчивой, существующей во-

круг кристаллов плазмы, реагирующей на СВЧ-поля. ЭМП способны поддерживать или демпфировать колебания плазмы вокруг кристаллических биоструктур и, тем самым, стимулировать или угнетать биологические функции [33].

Функциональную оптимальность клеток и субклеточных структур в определенном диапазоне частот обеспечивают следующие особые свойства клеток и тканей: динамика удельной электропроводности, емкостного сопротивления тканей, импеданс плазмолеммы. Их величины, зависящие от внутриклеточной и внеклеточной жидких сред, позволяют организму практически полностью «экранировать» ЭМИ низких частот (до 10^3 Гц), которое не проникает внутрь клеток, не вызывает перемещения внутриклеточного содержимого и обеспечивает предсказуемый ход метаболических реакций. В сформировавшейся электромагнитной среде в процессе кристаллизации БЖ внутри организма могут сохраняться основные специфические функции метаболизма: извлечение энергии из окружающей среды в форме химической энергии органических веществ; превращение экзогенных веществ в «строительные блоки», т.е., в предшественников микромолекулярных компонентов клетки; сборка белков, нуклеиновых кислот, жиров и других клеточных компонентов из этих строительных блоков; синтез и разрушение тех биомолекул, которые необходимы для выполнения различных специфических функций данной клетки. Воздействие на подобный биообъект любого внешнего физического фактора вызывает изменение электрического статуса биомолекул и клеток в области воздействия за счет пироэлектрического, фотоэлектрического, пьезоэлектрического эффектов и реструктурирования доменов поляризации. Это является важным звеном пускового механизма всех последующих реакций биообъекта. Воздействие этих же ЭМИ на выведенные из организма кровь и другие БЖ на первых порах также играет роль пускового механизма изменений этих жидкостей в процессе их *самоорганизации*. Это обусловлено тем, что составные части БЖ, еще живые в начале процесса кристаллизации, способны реагировать на эти ЭМИ. С позиции резонанса частот колебаний ЭМИ и субклеточных биологических структур установлено, что резонансы чаще вызывают *сверхвысоко-* и *крайневысокочастотные* (СВЧ и КВЧ) радиоволны, ин-

фракрасное излучение, видимый свет. Так фиксируемые по резонансному принципу частоты для эритроцитов оцениваются в области (3,5–4)$*10^{11}$ Гц, для клеточных мембран – $5*10^{10}$ Гц, для цитоскелета – 10^{8} Гц, для белков – 10^{12-13} Гц, для ДНК– (2–9)–10^{9} Гц. Умозрительно можно заключить что, при воздействии сложно модулированных частот ЭМИ резонансные явления возникают с учетом законов симметрии, «золотой пропорции», «золотого вурфа», закономерностей чисел ряда Фибоначчи. Это заключение вытекает из наблюдений ученых в разных отраслях современного знания о высокой частоте встречаемости «золотого сечения» и его производных в объектах живой и неживой природы, включая *кристаллы*. Кроме того, при рассмотрении трех основных зон ТЗГ плазмы или сыворотки крови, можно заметить, что в сформировавшиеся в средней зоне препаратов среднего объема *кристаллиты*, растущие в радиальном центростремительном направлении, сходятся в одну точку в центре препарата. При этом закономерности формирования ТЗГ имеют связь с числом «π», на что указывают следующие признаки:

– при начале формирования ТЗГ наблюдается появление на поверхности капель волн (автоволны). Зоны плотной упаковки *кристаллитов* чередуются с зонами менее плотной упаковки. Такие циркулярные зоны с плотной упаковкой *кристаллиты* первого порядка $К_1$ располагаются друг от друга на препарате на расстояниях, постоянно увеличивающихся на величину близкую к «золотому вурфу»;

– в средней зоне ТЗГ сыворотки между двумя радиальными соседними *кристаллитами* $К_2$ формируются участки с плотным, менее плотным и едва заметным выпадением мелких песковидных *кристаллов*. Эти участки в средней зоне ТЗГ соотносятся по длине как 2:3:5, то есть, как числа ряда Фибоначчи. Если же сыворотку или плазму крови насытить различными солями, то выявляется более сложная симметрия. В этих случаях также имеет место круговая симметричная зональность ТЗГ, однако периферическая и средняя зоны препарата при этом формируются уже за счет «деревоподобных» или *дендритных* водосолевых – сывороточных *кристаллитов*, с гармоничной симметрией филотаксиса или «ветки дерева». Впервые подобное отметил в расположении ветвей на стволах деревьев и листьев на ветке зна-

менитый ученый Средневековья Иоганн Кепплер. Измерения *дендритов* при тезиографии различных БЖ, включая кровь, могут быть более информационно значимы, чем математический расчет и применимы в диагностических целях [23].

Проверена возможность изменения структуры ТЗГ под влиянием обычного и лазерного (когерентного) света. Пятимитнутное воздействие на донорский препарат низкоинтенсивного излучения гелий-неонового лазера вызывало заметное усиление фрактализации линейных *кристаллитов* первого, второго и третьего порядка, уменьшение диаметра K_2, повышение оптической плотности вторичных *кристаллитов* в виде песковидного налета и темных глыбок (рис. 31).

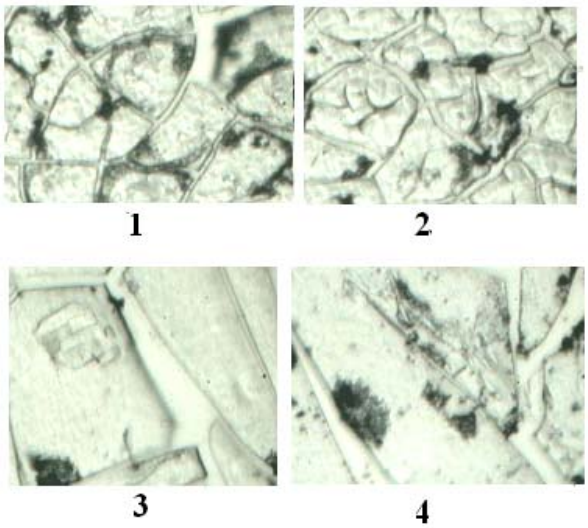


Рис. 31. Изменение специфических тезиографических структур плазмы крови под влиянием кратковременного воздействия гелий-неонового лазера. Световая микроскопия, ув. х360: 1 – фоновый препарат, средняя зона тезиограммы; 2 – препарат после воздействия когерентного света; 3 – широкие K_2 фонового препарата; 4 – сужение и изменение характера дихотомии K_2 после воздействия лазерного света

Постановку тезиографических тестов БЖ, включая кровь, плазму, как правило, проводят на предметных стеклах, распо-

ложенных в горизонтальной плоскости. Из-за неодинаковой толщины слоя жидкости и изменения ее концентрационных характеристик в процессе дегидратации в разных частях препарата складываются заметно отличающиеся условия для кристаллизации растворенных веществ. Поэтому зоны препаратов, где условия кристаллизации оптимальны для появления одинаковых или близких по конфигурации кристаллов не велики. Когда же препараты, после нанесения на предметное стекло необходимого объема БЖ сразу же наклоняются по отношению к горизонтали или переводятся в строго вертикальное положение происходит опускание капли жидкости под влиянием гравитации и оставление ею следовой полосы. По нашим наблюдениям это позволяет достичь хорошо воспроизводимых и повторяющихся элементов ТЗГ в верхней и центральной (срединной) части следовой полосы жидкости. В подобной гравитационной ТЗГ хорошо воспроизводятся дендритные вихреобразные и различные фрактальные структуры (рис. 32).

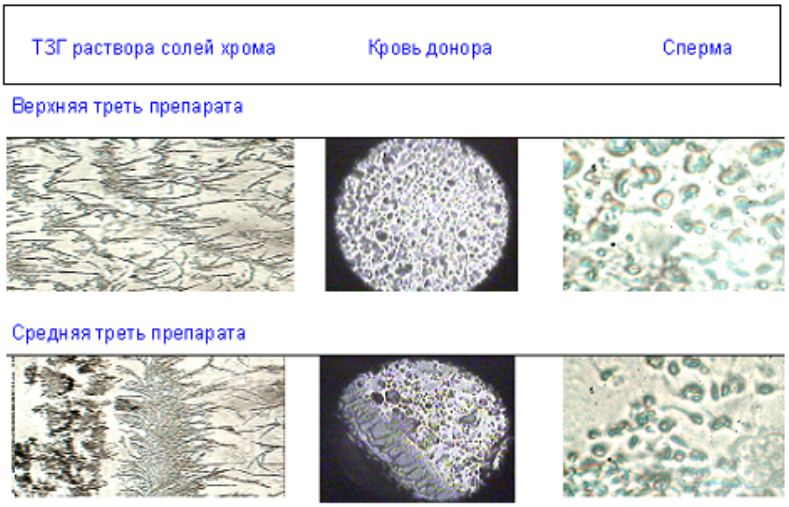


Рис. 32. Гравитационная тезиография биологических жидкостей. Световая микроскопия, ув. х60 (объяснения в тексте)

Наглядная выраженность наблюдавшихся в упомянутых опытах изменений позволяла предположить, что малоэнергоемкие или «информационные» воздействия на макроорганизм мо-

гут осуществляться посредством процессов, связанных с состоянием жидких кристаллов-биосред, либо непосредственно с процессами кристаллизации различных веществ. В связи с таким предположением была проведена оценка изменений ТЗГ крови под воздействием *постоянного*, *переменного магнитного поля* (ПеМП) и *гипотетических биологических полей* (ГБП) ладони человека.

В эксперименте оценивались реакции биосубстратов на кратковременное (от одной до 60 минут) малоинтенсивное воздействие синусоидального ПеМП частотой 50 Гц (генератор – физиотерапевтический аппарат МАГ–30–4) и комплекс полей излучаемых ладонной поверхностью кисти оператора. Проверено воздействие также меднокристаллического гармонизатора – энергоинформационной матрицы, на которую по методике В.А. Муромцева записывался некий информационный код. Воздействию подвергались цельная кровь, ее сыворотка или плазма, а также смеси крови с растворами полиэтиленгликоля, некоторых сахаров и солей.

Основной эксперимент был составлен из трех одновременно проводимых частей. Из одной и той же пробы крови или другого субстрата готовили препараты, которые подвергались кратковременному воздействию малоинтенсивного ПеМП (опыт 1: препарат с биосубстратами помещался в поле электрической катушки около 0,0002Тл, с частотой 50 Гц), ГБП, генерируемых ладонной поверхностью кисти человека-оператора (опыт 2: препарат находился на расстоянии 5 см от центра ладони). Третьи (контрольные) препараты – никаким дополнительным воздействиям в ходе экспериментов не подвергались и были удалены на 2 м от препаратов 1 и 2.

В качестве операторов (генераторов ГБП) выступали люди с обычными психофизиологическими характеристиками. Проведено исследование 150 проб. Установлены следующие факты:

– воздействие изучаемых полей вызывает существенно различающиеся изменения ТЗГ исследовавшихся сред на уровне комплексов кристаллизовавшихся молекул биосубстратов – СТС;

– ПеМП и ГБП кисти человека вызывали сходные реакции в отношении жидких сред: сокращение по сравнению с контролем

времени формирования СТС крови, слюны и растворов других биосубстратов, изменение ультраструктуры всей ТЗГ либо отдельных ее зон – периферической, средней, центральной;

– при сочетанном одновременном воздействии ПеМП и ГБП человека в динамическую фазу формирования СТС наблюдались искажения в полупрозрачных (автоволновых) структурах в краевых и средних зонах препаратов, фрактальных специфических ультраструктурах ТЗГ, по сравнению с СТС, формирующихся лишь под влиянием «неживого» излучения генератора ПеМП (50 Гц).

Кроме того, отмечены:

– изменение микроскопических линейных характеристик СТС K_1 и K_2 сыворотки и крови, величины, углов наклона, линейных размеров «фрактальных узлов» и ветвлений кристаллитов, превращение отдельных звездчатых и крестовидных СТС в бесформенные рыхлые, линейные либо снопообразные,

– замена темных пиков автоволновых структур внутри розеток на светлые (свидетельство изменения светопропускания на светопоглощение);

– превращение под влиянием ГБП розетчатых СТС в линейные, прямолинейных дендритных СТС – в извитые или закругляющиеся (рис. 33).

На более низких уровнях организации материи, в другом эксперименте установлен феномен «запоминания» биосредами предшествующего электромагнитного воздействия. При этом раствор для исследования интенсивности хемолюминесценции плазмы с клетками и с трипептидом (1 мл среды Хэнкса, 50 мкл сыворотки, 50 мкг люминола – до $C = 10^{-6}$, формилметионин-лейцин-фенилаланин – до 10^{7}) подвергался воздействию ПеМП 50 Гц до 1,5 часов.

Рис. 33. Изменение характера кристаллизации плазмы крови под влиянием 5 мин. Воздействия КБП: аутоэксперимент (цит. по Муромцев В.А., Кидалов В.Н., 1998):
1 – фоновый препарат, К1 и К2 краевой зоны;
2 – то же после 5 минутного воздействия ГБП, краевая зона

Просмотр контрольного (без воздействия ПеМП) и опытного препарата (облученного через час после оценки пробы на хемилюминометре, где было зарегистрировано существенное повышение интенсивности хемилюминесценции), показал, что тезиографические отличия проявились во всех контролируемых зонах: так микроскопические картины краевых зон контрольных препаратов были представлены последовательными «волнами» зерноподобных, розетчатых и дендритных СТС с мелкими буллами на верхушках. В средней зоне определялись розетки с мелкими зерноподобными буллами. В центральных зонах выявлялись крестообразные и ромбовидные структуры. В облученных препаратах краевая зона окаймлялась «травянистыми» СТС, от которых в среднюю зону устремлялись дендриты с крупными ромбовидными «булавами». В центральной зоне преобладали бесфороменные округлые «глыбчатые» СТС.

Еще через час уже прежняя опытная проба делилась на 2 части и эти части подверглись воздействию ГБП ладони оператора. Препараты помещались на экран из оргстекла (контроль), под второй препарат подводилась на расстояние 1 см ладонь в зоне проекции точки Лао-гун на 5 минут. Установлено, что сенсибилизированная воздействием ПеМП проба из смеси биосубстрата в среде Хэнкса с тетрапептидом и люминолом оказалась

повышенно чувствительной к воздействию ГБП: морфология СТС в пробе, не подвергавшейся воздействию КБП была близкой к описанной выше как опытная проба. СТС пробы, подвергшейся воздействию ГБП, характеризовалась увеличением «шага» (уменьшением частоты) между концентрическими автоволновыми структурами, увеличением в 2–2,5 раза размеров дендритных СТС промежуточной зоны, появлением между этими структурными элементами крупных ромбовидных СТС. Если учесть, что первый препарат сформировался за 10 минут, а второй за 5,5 минут, то можно заключить, что под влиянием ГБП заметно ускоряется процесс формирования СТС биосубстрата, предварительно подвергшегося воздействию ПеМП.

Дополнительное исследование СТС в трех зонах ТЗГ методом *люминесцентной спектрофотометрии* в УФ-свете показало повышение интенсивности флуоресценции от центра препарата к его краю.

ТЗГ плазмы крови оказались чувствительными к другим слабым слабым (информационным) воздействиям. В эксперименте с кровью людей и животных из одной пробы плазмы крови готовили два одинаковых препарата. Над первым (опытным) препаратом на расстоянии 1 см помещался дендритный медный кристаллический энергоинформационный преобразователь – матрицу В.А. Муромцева, обладающую свойством микроизлучения при старении дендритных кристаллов меди, над вторым препаратом (контроль) располагалась аналогичная по размерам медная монета. После того как первичная структура ТЗГ сформировалась, проводили ее исследование с помощью световой и аутофлуоресцентной микроскопии. Максимумы интенсивности свечения отмечены на длинах волн 450–470 нм, то есть в промежутке длин волн, в которых интенсивно флуоресцируют некоторые аминокислоты, фолиевая кислота, витамин А и отдельные ферменты дыхательной цепи. Обнаружено сходство свечения K_1 и K_2 в ультрафиолетовых лучах, при этом зафиксировано усиление красной флуоресценции стенок этих *кристаллитов* в опытных препаратах по сравнению с контролем.

Подобный опыт проведен с другой БЖ – мочой. Были приготовлены два однотипных препарата мочи. Оба поместили в пластиковые чашки с неплотно закрытыми крышками. Один

препарат был контрольным – в чашке находилось лишь предметное стекло. Второй препарат был опытным – в нем на предметное стекло на расстоянии 1 см сбоку от препарата мочи помещался дендритный *кристалл* меди, размерами 10 х 7мм, выращенный как энергоинформационная матрица. *Кристалл* находился в этой чашке Петри в течение всего времени формирования ТЗГ, а затем удалялся. Препараты подвергались микроскопированию и спектрофотометрическому исследованию.

В результате анализа отмечено большое подобие между собой *кристаллов* в средней и центральной зонах опытного препарата (в нем выявлялись преимущественно однотипные крестообразные кристаллики). Одновременно отмечено *снижение интенсивности аутофлуоресценции* центральной области опытного препарата, по сравнению с контролем на 15%. Если в проведенном опыте *кристалл* меди отделялся от препарата в процессе постановки тезиографического теста лишь небольшой прослойкой воздуха, то в следующем эксперименте он помещался под препарат под три стеклянные пластины. Под контрольный препарат на то же расстояние помещалась пластинка из плавленой меди, не являющаяся энергоинформационным прибором. Оценивали особенности ТЗГ смеси равных частей мочи здорового человека и раствора Рингера для холоднокровных. Существенные изменения в интенсивности свечения выявлялись в краевых зонах ТЗГ (рис. 34).

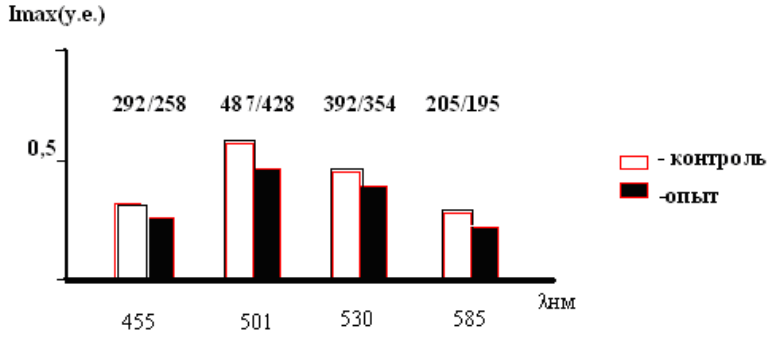


Рис. 34. Различия в спектрах флюоресценции краевых зон тезиографических препаратов мочи в растворе Рингера

При этом микроскопические изменения заключались в следующем: в центральной зоне контрольных препаратов располагались крестообразные кристаллы размерами 60–100 мкм. Группы из них занимали различные по конфигурации площади. В опытных препаратах отмечалось параллельное расположение более крупных *кристаллов*, состоящих из длинной осевой «иглы» (длиной до 300 нм) и двух – трех коротких поперечных «игл–перекладин» (длиной до 30 нм). В краевой зоне контрольных препаратов наблюдались отдельные глыбчатые образования. По краю препарата «укладка» *кристаллитов* напоминала уложенную в ряд черепицу. В опытном препарате в аналогичной зоне определялось большое количество мелких (до 30 мкм) крестообразных *кристаллов* правильной конфигурации. Подобные *кристаллы* образовывали и краевую линию препарата.

Таким образом, удалось зарегистрировать сходные реакции жидких биосубстратов на воздействия ПеМП с частотой 50 Гц и ГБП. Вместе с тем при общей направленности изменений динамической фазы формирования СТС в тезиографическом тесте, воздействие комплекса излучений живого биообъекта имело существенные особенности. Вероятно, это обусловлено различиями физической природы активно действующих факторов этих двух излучателей. В результате этих и проведенных ранее работ был предложен тезиографический метод оценки чувствительности человека к воздействию магнитных полей. Подтверждено, что минеральные вещества могут быть промоторами кристаллизации белков [31]. Аргументом в пользу справедливости этого положения могут быть материалы нашего с соавторами изобретения [15]. Его суть состоит в том, что при смешении сыворотки крови с раствором Лизеганга [18] время формирования кольцевидных зон такого комбинированного тезиографического препарата сокращается после воздействия магнитным полем определенной напряженности. Впервые рассмотрена в отношении ТЗГ биосубстратов активность энергоинформационных матриц на основе *дендритных кристаллов* меди. Полученные в рассмотренных экспериментах результаты указывают на перспективность исследования тезиографических исследований при анализе слабых и информационных воздействий.

Тезиографические исследования имеют перспективу для оценки компонентов и препаратов крови, костного мозга, заготавливаемых для длительного хранения. В циклы подготовки этих препаратов входят различные температурные режимы. По-

этому изменения тезиограмм крови и ее препаратов под влиянием низких и высоких температур представляют определенный научный и практический интерес.

1.3. Оценка влияния охлаждения и замораживания плазмы на структуру тезиограммы

На рис. 35 представлено сравнение изменений препаратов плазмы после цикла замораживание-размораживание на пластиковой подложке**.**

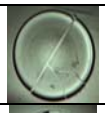
	1 сутки			3 сутки	
№ препарата плазмы донора	Фон:	Замораживание	Препарат плазмы донора	Фон:	Замораживание
№ 014977, - 40°С, сразу			Тот же через 3 сут		
№ 014978, - 40°С	014978-1		Тот же через 3 сут		
№ 014987, -80 °С.			Тот же через 3 сут		
№ 014982, - 80°С			Тот же через 3 сут		

Рис. 35. Сравнение изменений тезиограмм донорской плазмы после цикла термообработки на первые и третьи сутки кристаллизации. Световая микроскопия, ув. х60

На подложке из прозрачного пластика сразу после однократного замораживания и оттаивания плазмы крови в препаратах, замороженных при – 40°С и при – 80°С наблюдалось увеличение числа *кристаллитов* $К_1$ и $К_2$ (014978–1, 014987, 014982). Имела место также потеря равномерности распределения $К_2$ по площади препарата (014977). Цикл однократного замораживания и оттаива-

ния вызывал также существенное изменение оптической плотности препаратов. Через трое суток в препаратах наблюдалась выраженная ретракция *фации* плазмы, более выраженная, чем при УФ-обработке плазмы, также имело место увеличение диаметра и растрескивание $К_1$ и $К_2$, четко проявились признаки второй фазы – фазы деградации ТЗГ с выкрашиванием ПП.

Чувствительность СТС к нагреву наблюдали при исследовании препаратов донорских *тромбоконцентратов*, полученных по стандартной методике, а также стабилизированного для длительного хранения контрольного препарата крови (США) для калибровки автоматического гемоцитометра «Адвиа».

Препараты с каплями разной площади и объема помещали на подложку, подогреваемую в течение 2 минут до 42°С. Обнаружено следующее (рис. 36).

	Препарат диаметром 3 мм	Препарат диаметром 5 мм	Препарат диаметром 8 мм
Донорский тромбоконцентрат			
Контроль (без нагревания) Объектив х2.			
Нагрев до 42° С в течение 2 мин. Объектив х2.			
То же, краевая зона. Объектив х8			
Контрольный препарат крови для калибровки гемоцитометра «Адвиа»			
Контроль (без нагревания) Объектив х2.			
Нагрев до 42° С в течение 2 мин. Объектив х2.			
То же, краевая зона. Объектив х8			

Рис. 36. Тезиограммы разной площади и объема донорского тромбоконцентра и препарата крови для калибровки гемоцитометра «Адвиа»

Кристаллиты центральной зоны ТЗГ препаратов крови для калибровки гемоцитометра «Адвиа» до и после нагрева (рис. 37) при средних увеличениях (объектив х15) выглядели следующим образом.

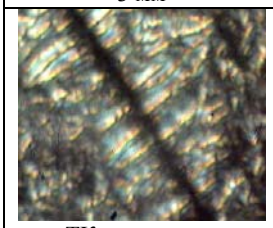
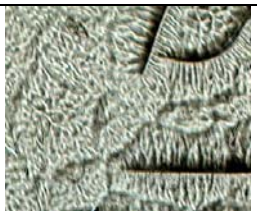
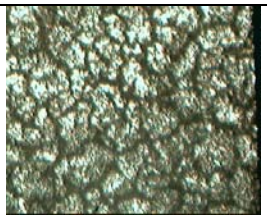
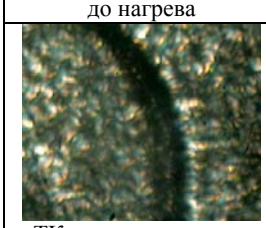
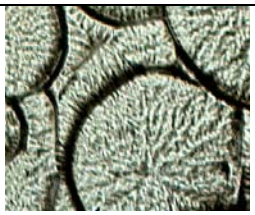
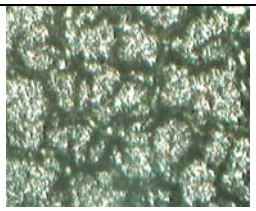
Препарат диаметром 3 мм	Препарат диаметром 5 мм	Препарат диаметром 8 мм
 ТК, центр зона до нагрева	 ТК, центр зона до нагрева	 ТК, центр зона до нагрева
 ТК, центр зона после нагрева	 ТК, центр зона после нагрева	 ТК, центр зона без нагрева

Рис. 37. Изменение тезиограмм тромбоконцентрата и препаратов крови для калибровки гемоцитометра «Адвиа» в результате нагрева. Световая микроскопия, ув. х360

Нагрев препаратов *тромбоконцентрата* до 42°С приводил к формированию *кольцевидно-радиальной структуры*, тогда как в контрольных препаратах *кристаллиты* $К_1$ и $К_2$ не формировались. При большом увеличении после нагревания в препаратах наблюдалось изменение числа концентрических колец («застывшие в результате *пиннинга* волны Жаботинского-Белоусова). В препарате предназначенном для калибровки гемоцитометра нагрев до 42°С приводил к заметной деструктуризации СТС: имело место изменение числа и величины $К_2$ и $К_3$, в центре препарата наблюдалась полная деструкция этих *кристаллитов*, появление в

центральной зоне темных пятен, вероятно связанных с гемолизом части эритроцитов. Наиболее выраженными деструктивные изменения СТС оказывались в ТЗГ большого объема и площади.

Наши наблюдения показали, что после замораживания и оттаивания контрольного препарата крови для тестирования гемоцитометров *Para*12 *Extend* (фирмы *Streck*, *USA*) появление игольчатых *кристаллов* в ТЗГ оказалось менее характерным, чем появление полиморфных каплевидных структур (рис. 38).

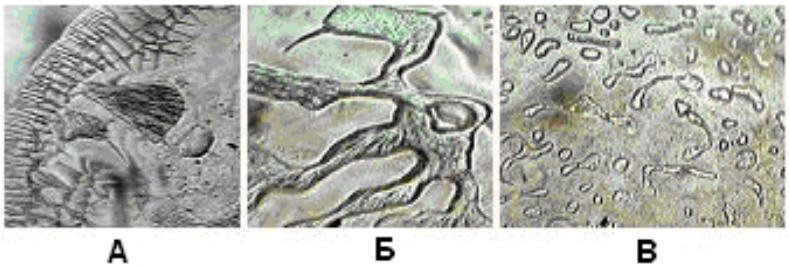


Рис. 38. Тезиограмма контрольного препарата крови *Para*12 *Extend* - фирмы *Streck USA* после замораживания и оттаивания при – 4°С. Световая микроскопия, ув. х120: тезиографические структуры краевой зоны (**А**) препарата, средней (**Б**) и центральной зоны (**В**)

1.4. Влияние механических факторов фильтрации препаратов крови (эритровзвесей, тромбоконцентратов) на структуру тезиограмм

Препараты крови, полученные от здоровых доноров-мужчин исследовались дважды, сразу после приготовления (контроль) и сразу после стандартной процедуры фильтрации через микрофильтры. Наблюдения формирующихся ТЗГ проводились на малых (объектив х 2) и средних увеличениях (объектив на оптико-электронной установке на основе микроскопа БИОЛАМ – П11 для оценки качества длительно хранящихся клеток крови и тканей).

При оценке ТЗГ эритровзвеси при малых увеличениях установлено, что после фильтрации в краевой и средней зонах ТЗГ

отмечалось формирование более широких *кристаллитов* второго порядка (в 1,5–2 раза превышавших по поперечным размерам ширину $К_2$ контроля (рис. 39а и 39б). При среднем увеличении отмечалось аналогичное увеличении площадей ПП и изменение характера дихотомии *кристаллитов* третьего порядка (рис. 39в и 39г).

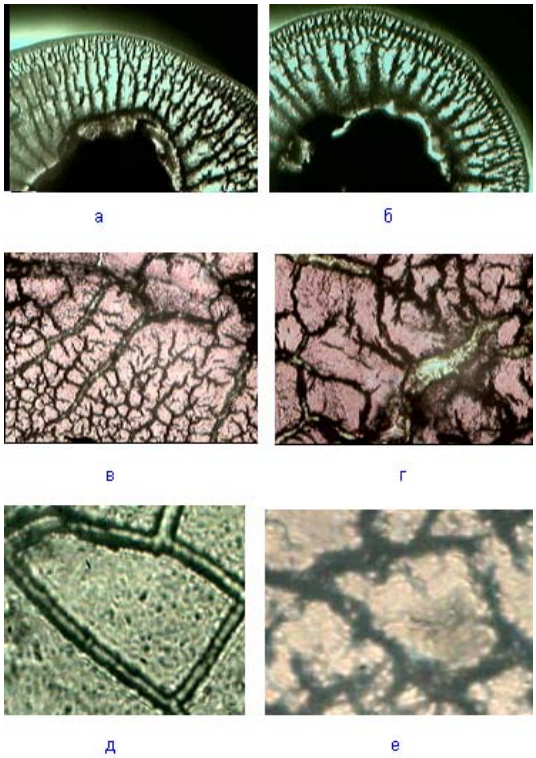


Рис. 39. Изменение тезиограмм (ТЗГ) донорской эритровзвеси после фильтрации. Световая микроскопия, ув. х90 – х360: а – фоновая ТЗГ донора №13197 (до фильтрации); б – то же, после фильтрации; в – фоновая ТЗГ донора № 023330 (до фильтрации); г – то же, после фильтрации; д – $К_2$, $К_3$ и полигональная пластина в цельной крови здорового донора; е – $К_2$, $К_3$ и полигональная пластина в цельной крови здорового донора после фильтрации заготовленной крови

При аналогичной оценке влияния фильтрации на ТЗГ донорской *обогащенной тромбоцитами плазмы* (ОТП) установле-

но, что эта процедура способствует появлению более длинных центростремительных *кристаллитов* $К_2$, исчезновению $К_3$ в краевой и средней зонах препаратов и к уменьшению изогнутости *кристаллитов* центральной зоны (рис. 40).

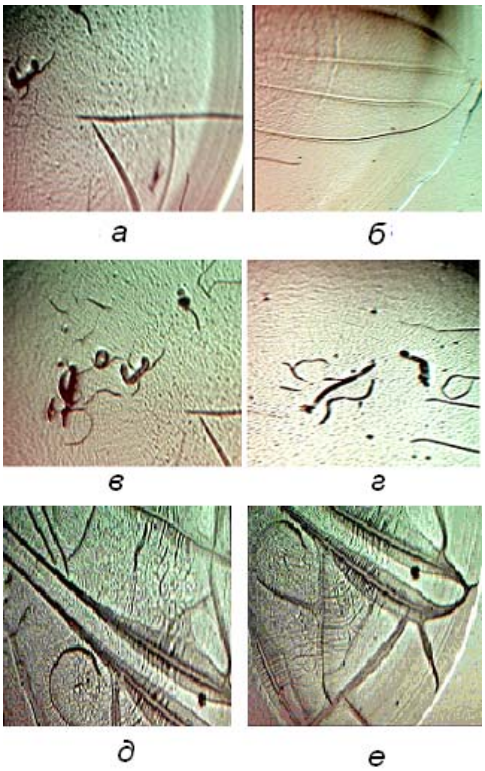


Рис. 40. Изменение тезиограммы донорской ОТП после фильтрации Световая микроскопия, ув. х120 – х360: а – фоновая тезиограммы донора № 023958 (до фильтрации); б – то же, после фильтрации (краевая зона) при увеличении х120; в – фоновая тезиограмма того же донора (до фильтрации); г – то же, после фильтрации (центральная зона препарата)при увеличении; д –$К_1$, $К_2$, $К_3$ – до фильтрации; е – после фильтрации, при увеличении х300

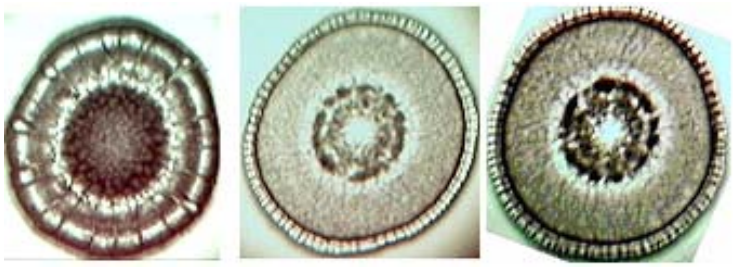
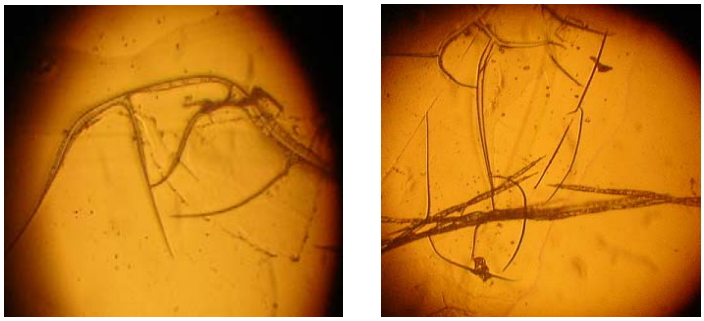


Рис. 41. Тезиограмма крови донора №223 до фильтрации (а), сразу после фильтрации (б) и через сутки (в) после фильтрации. Световая микроскопия, ув. х60

1.5. Изменения тезиограмм биологических жидкостей при изменении их химического состава

В ряде наблюдений установлено, что воздействие химических веществ, даже в малых концентрациях, также существенно изменяет ТЗГ БЖ [17]. Так, при соединении гомеопатических препаратов и кристаллообразующего раствора сернокислой меди [4] обнаружено наступление выраженных морфологических изменений некоторых элементов тезиографических препаратов.

С позиций синергетических взаимоотношений составных частей БЖ при их дегидратации изменение тезиографической картины может объясняться угнетением деятельности одних блоков систем регуляции в процессе *самоорганизации* вещества при испарении воды и активацией других блоков. Это ведет к изменению синергетических взаимоотношений в таких биологических динамических системах (вплоть до потери синергизма), а также к возникновению при некоторых внешних воздействиях «точек катастроф», с которых начинается структурно-функциональная перестройка системы [6]. В качестве примера можно привести изменение характера кристаллитов сыворотки крови при добавлении в нее 5 % аминокапроновой кислоты (1:100 по объему) в сравнении с добавлением дистиллированной воды.



а б

Рис. 42. Изменение характера формирования кристаллитов в сыворотке крови с водой (а) и аминокапроновой кислотой (б). Световая микроскопия, ув. х120

Но и при этих и подобных дополнительных воздействиях *самоорганизующаяся* динамическая тезиографическая система препаратов крови продолжает искать такую форму *самоорганизации*, которая потребует минимума энергетических затрат, при этом обнаружение паттернов «золотой пропорции» имеет особое значение. Такие паттерны уже давно обнаружены в ритмике двигательных реакций, в ритмах функций головного мозга, сердечной, локомоторной, выделительной и гемоиммунной системы. В этих паттернах наблюдается следующая закономерность: чем большим временем для проведения поиска минимума затрат свободной энергии располагает живая система, тем ярче ее приближение к числам 0,618 и 0,382, или к другим производным от «золотого» сечения. В процессе функционирования или *самоорганизации* живая система оперирует разноуровневыми паттернами, причем низкоуровневые паттерны способны эволюционировать в сложные паттерны более высокого уровня организации. В случае обратного развития или хаотизации составных элементов, система может претерпевать и обратные изменения в ходе осуществления действующими и формирующимися паттернами поиска энергетической и функциональной оптимальности системы на основе фибоначчиева ряда чисел. Ниже будет обсуждена гипотеза, на основе которой непротиворечиво можно пока-

зать, что если измеряемые параметры динамичной системы подчиняются фибоначчиеву типу поиска экстремума, то такую биосистему, можно считать гармоничной или оптимальной [5, 10]. Дегидратация БЖ при формировании ТЗГ сопровождается поиском симметричной, наиболее экономичной упаковки содержащегося в ней материала посредством кристаллизации. Обнаружение в формирующихся кристаллических и кристаллоидных элементах ТЗГ соотношений фибоначчиева ряда или «золотых пропорций» позволяет заключить, что и в этом случае осуществляется поиск экстремума и оптимизации вида ТЗГ. При этом морфологическая картина каждой конкретной ТЗГ и даже каждой ее белковой компоненты складывается в зависимости от особенностей белкового и, вообще, химического состава БЖ, либо от вида, интенсивности и характера воздействия на эту жидкость внешних факторов при одном и том же химическом составе исследуемой жидкой биологической среды [2, 21, 22]. В качестве примера приводим наблюдения, иллюстрирующие изменение тезиографической картины тромбоконцентрата здорового человека под влиянием внесения в него раствора мурексида (рис. 43).

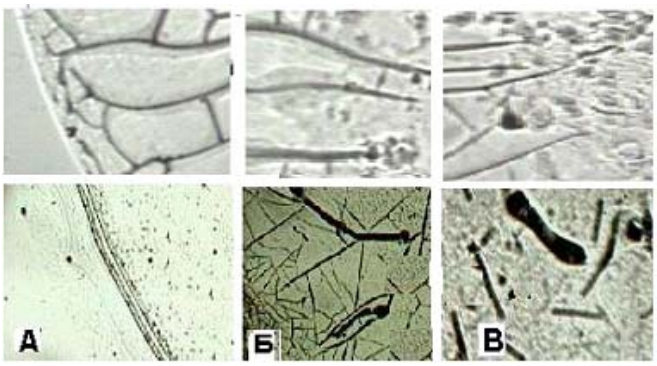


Рис. 43. Изменение в трех зонах тезиограмм тромбоконцентрата под влиянием его смешения с 1% раствором мурексида в соотношении 10:1. Световая микроскопия, ув.х120. Верхний ряд – исходные фото: краевая (А), средняя (Б) и центральная (В) зоны ТЗГ ТК. Нижний ряд – те же зоны – в препаратах, после смешения с мурексидом.

При дополнительном внесении в препарат сыворотки крови 1 % растворов солей хрома даже в малых объемах (1/10–1/20 от общего объема препарата) отмечены существенные изменения в ТЗГ, степень которых зависела от соотношения: раствор соли – биологическая жидкость. Наблюдались изменения характера кристаллизации как в первой, так и во второй фазе формирования препаратов. Выявлена следующая закономерность: если концентрация и гидрофильность вносимой соли невысокая, то в ТЗГ на фоне дополнительных «внешних» солевых кристаллов преобладают характерные элементы ТЗГ плазмы, сыворотки крови или другой БЖ. Если же концентрация и гидрофильность «внешней» соли выше, чем плазмы, то в ТЗГ преобладают элементы тезиограмм внесенной извне соли (рис. 44).

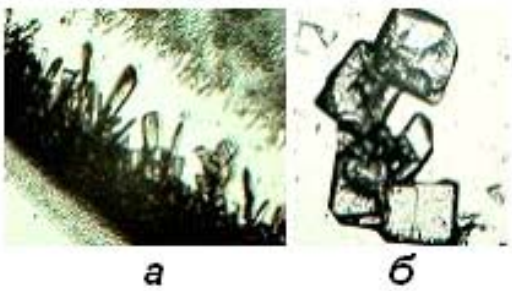
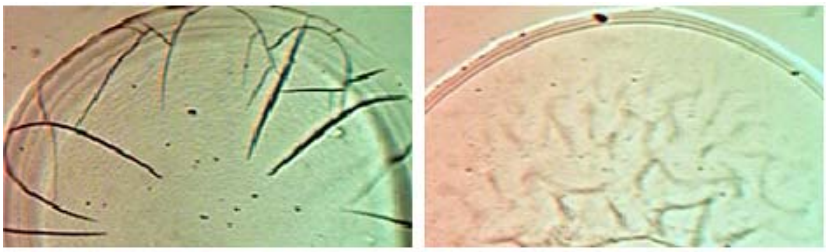


Рис. 44. Появление в краевой зоне тезиограммы сыворотки крови кристаллов солей хрома. Световая микроскопия, ув. х90:
а – в начальный период формирования тезиограммы;
б – то же, во второй поздний период

1.6. Изменение характера тезиограммы плазмы крови в присутствии этилового спирта

Проведены наблюдения за характером формирования тезиографических структур в препаратах плазмы крови донора сразу после ее получения, а также в препаратах той же плазмы в присутствии 70 % этилового спирта в соотношении 10:1 (рис. 45). Добавление этилового спирта существенно изменяло характер тезиографической картины, вероятно, за счет его способно-

сти фиксировать и коагулировать белки. В обработанной спиртом плазме в 3 раза по сравнению с контрольной ТЗГ уменьшалась ширина краевой концентрической полосы, практически исчезали *кристаллиты* первого порядка, а *кристаллиты* второго порядка становились оптически менее плотными, короткими, и при их формировании исчезал их центростремительный характер.



а б

Рис. 45. Изменение тезиограммы донорской плазмы в присутствии этилового спирта. Световая микроскопия, ув. х 120: а – контрольный препарат плазмы; б – препарат той же плазмы при смешивании с этиловым спиртом

Отмечено существенное изменение краевой полосы (уменьшение числа циркулярных отложений волнообразного характера), исчезновение типичных *кристаллитов* первого и второго порядка. Очевидно, что добавление этилового спирта к плазме крови изменяло характер ее ТЗГ за счет связывания спиртом воды, возможно повреждающего белковые структуры (коагуляционного) действия. На основании серии подобных опытов был предложен способ оценки тяжести интоксикации этанолом по ТЗГ белков сыворотки крови [13].

Вместе с тем, показано, что добавление к сыворотке крови, даже практически безвредных флуоресцирующих красителей так же приводит к морфологическим изменениям тезиографических элементов.

1.7. Влияние иммунологических факторов на структуру ТЗГ

Влияние иммунологических реакций на ТЗГ крови обнаружено еще во второй половине прошлого века [21]. Уже более ста лет компоненты крови используются в распознании группы крови конкретного индивида. При соединении компонентов постановочных тестов происходит смешение диагностических стандартных сывороток с антителами (агглютининами) – с эритроцитами или с исследуемой кровью (могущими иметь агглютиногены). Поэтому в препарате происходят реакции по типу антиген-антитело. Проверено, способны ли эти реакции существенно влиять на характер формирования тезиографических структур. Препараты готовили в соответствии со стандартом определения группы крови у доноров. Через десять минут после получения результатов из реакционной смеси формировали тезиографический препарат.

После прохождения реакции антиген-антитело обнаружено изменение числа и частоты расположения концентрических полос в краевой зоне ТЗГ реакционной смеси, изменение величины и направления K_1 и K_2. Кроме того, отмечено появление в препаратах чередующихся и распространяющихся на большую часть той или иной зоны препарата линейных полос, в формировании которых предположительно играет роль механизм дилатона- комплексона с последующим *пиннингом* (рис. 46).

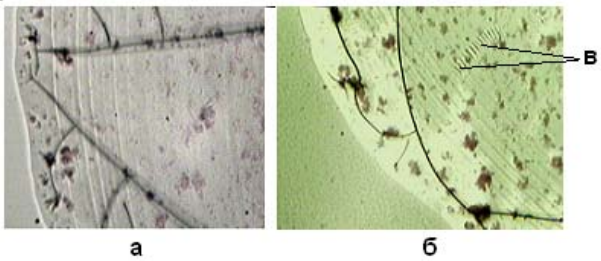


Рис. 46. Изменение тезиограммы реакционной смеси для определения группы крови человека при смешении крови со стандартной сывороткой (1:10). Световая микроскопия, ув. х 120: а – стандартная сыворотка до смешения с кровью; б – стандартная сыворотка в смеси с кровью; в – линейная полоса, формирующаяся за счет механизма дилатона-комплексона с последующим пиннингом

В другом наблюдении динамическому тезиографическому исследованию на протяжении 40 минут подверглись жидкие ди-

агностические моноклональные реагенты Санкт-Петербургского фонда «МеДиКлон» на основе мышиных антител (аналоги цоликлонов) для определения групп крови человека – медиклоны анти-А и анти-В. Различия ТЗГ между медиклонами анти-А и медиклонами анти-В оказались существенными и заметными на всех 5 этапах наблюдения (рис. 47).

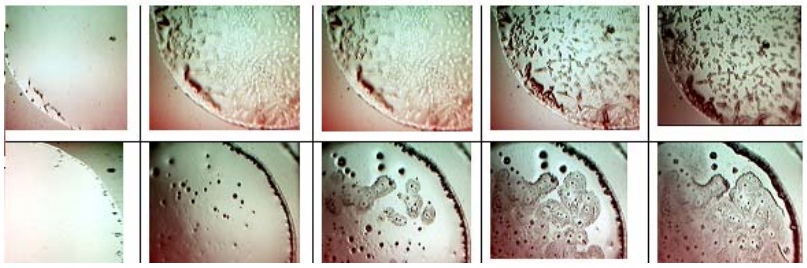


Рис. 47. Влияние иммунологических различий на характер кристаллизации в динамике.
Верхний ряд – кристаллизация цоликлона анти-А.
Нижний ряд – кристаллизация цоликлона анти-В.
Световая микроскопия, ув. х120

Отмечены значительные изменения формы *кристаллитов* и *кристаллов* в зависимости химического состава БЖ и наличия в них примесей. Процессу *самоорганизации* ТЗГ оказался не безразличен и температурный фактор, например, степень переохлаждения раствора. В сильно переохлаждённых жидкостях кристаллы однородных веществ, как правило, растут в виде причудливой совокупности длинных игл. Однако охлаждение многокомпонентного раствора, например, крови, приводит к гемолизу ее красных клеток, выходу в плазму гемоглобина и других жидких компонентов клеток, поэтому характер кристаллизации размороженной крови существенно меняется.

Кристаллы одного и того же вещества в ТЗГ могут иметь весьма разнообразную форму, поскольку форма *кристалла* зависит не только от известного явления полиморфизма *кристаллов* одного и того же вещества, но и от условий кристаллизации. Вместе с тем, в процессе кристаллизации простых веществ со-

храняется закон постоянства углов: в *кристаллах* одного вещества углы между соответственными гранями всегда одинаковы. В сформировавшихся *кристаллах* можно найти различные элементы *симметрии*: *плоскость симметрии*, *ось симметрии* и *центр симметрии*. По выражению известного кристаллографа Е.С. Федорова (1853–1919), «кристаллы блещут симметрией». Симметрия, как выражение гармонических отношений между составными частями общего, является характерным свойством также и *жидких кристаллов*, которые, являясь мезоморфной (от греческого *мезос* – промежуточный) фазой вещества, сочетают в себе свойства как твердых тел (наличие дальнего ориентационного порядка и проявление брэгговской дифракции), так и жидкостей, проявляя текучесть, вязкость и способность к вихреобразованию [11]. Как оказалось, *симметрия*, например, осевая, в *кристаллитах* ТЗГ препаратов крови не абсолютна. Она сочетается с проявлениями асимметрии, что обусловливает характер фрактализации *кристаллитов* (рис. 48).

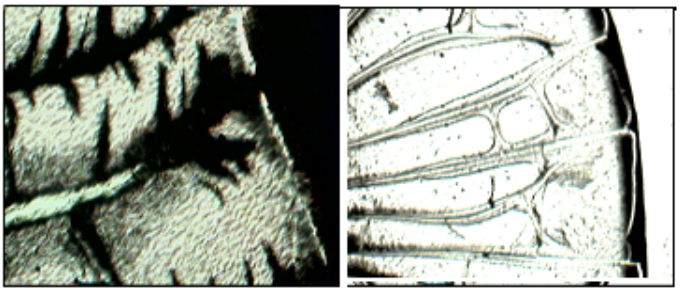


Рис. 48. Осевая симметрия и асимметрия кристаллитов в тезиограммах: а – $К_2$.гемолизата крови; б – $К_2$ тромбоконцентрата. Световая микроскопия, ув. х240

1.8. Влияние комбинации нескольких факторов на тезиограммы биологических жидкостей

Воздействие на БЖ химического или физического фактора существенно сказывается на их структуре при воздействии других факторов. Так, зарегистрировано изменение структурных элементов ТЗГ облученного рентгеновскими лучами *тромбоконцентрата*, взятого от здорового донора при добавлении флуоресцирующих красителей.

ТК, подвергшийся стерилизации рентгеновскими лучами разделялся на три порции. Первая – контрольная (а) смешивалась с водой в соотношении 1:1 (контроль), вторая с 1% водным раствором мурексида (б), третья с 1% раствором родамина (в). Из этих смесей готовили по три тезиографических препарата. Установлено существенное изменение характера кристаллизации, во всех трех зонах опытных препаратов, по сравнению с контролем (рис. 49).

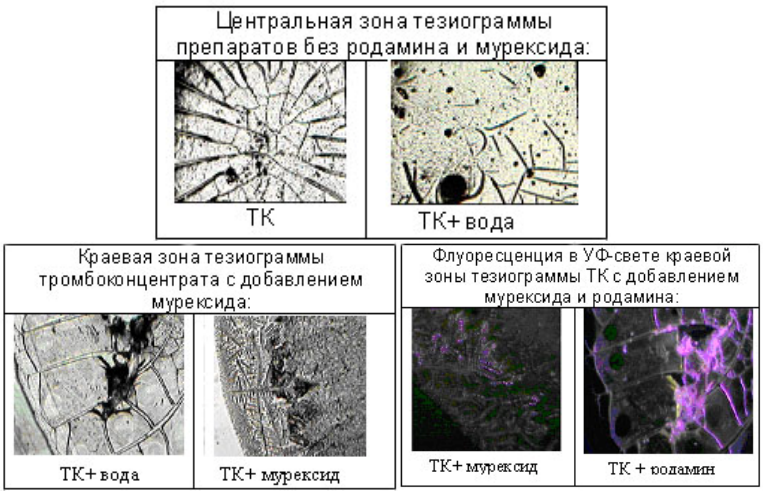


Рис. 49. Изменение структурных элементов тезиограмм тромбоконцентрата под влиянием комбинации ионизирующего облучения и добавления флуорохромов.
Световая и люминесцентная микроскопия, ув. х90 – х360

2. Наблюдения за изменениями ТЗГ *in vivo*

В биологических и медицинских исследованиях на целом биообъекте требуется уделять значительно больше внимания замечательным механическим, электрическим, магнитным и оптическим свойствам элементов ТЗГ БЖ. Однако разрозненные попытки оценки этих свойств порой выливаются в некорректное использование отдельных понятий, заимствованных в отношении тезиографических исследований БЖ из кристаллографии и, более того, в искаженное истолкование кристаллографических картин – ТЗГ. В большинстве публикаций, посвященных кристаллизации, нет упоминания и нет понимания закономерностей гармонии, взаимосвязанной с Золотой пропорцией, широко представленной в живом организме, в системе крови и других БЖ [10, 16]. Чтобы избежать части из таких ошибок необходим учет видовых и половых различий собранного для исследования материала. Наличие таких различий в ТЗГ животных и человека подтверждают следующие наши наблюдения.

2.1. Отражение ТЗГ индивидуальных, видовых и половых различий

Для исследования индивидуальных и видовых различий исследовали кровь, взятую натощак у 14 практически здоровых мужчин, 5 женщин в возрасте 22–45 лет, у 10 беспородных половозрелых собак – самцов и 5 самок (массой 13–19 кг), 15 кроликов-самцов и 6 самок (порода Шиншилла, масса тела 2,45–2,8 кг), 20 белых беспородных крыс – самцов и 8 самок (масса тела 0,21–0,24 кг). У людей общепринятым способом получали венозную кровь. У животных кровь набирали в капилляры для гематокритной центрифуги, и после определения гематокрита, надосадочный слой плазмы использовали для постановки тезиографического теста: 0,02 мл плазмы (у человека также и сыворотку крови) помещали на тщательно обезжиренное предметное стекло, положенное на металлическую подложку с отверстиями диаметром 10 мм. Распределяли указанный объем жидкости по площади равной площади отверстия подложки. Далее препараты в горизонтальном положении (оно выверялось по уровню) помещали в прозрачную полуоткрытую камеру из органического стекла. В отличие от метода ксерогелеграфии с помещением препаратов в за-

крытый эксикатор с влагопоглотителем [18] и ведением кристаллизации при 37°С, дегидратацию проводили при температуре 20–22°С. Благодаря контакту препарата с открытой атмосферой время формирования препарата не превышало 30 мин (тогда как при ксерогелеграфии по Л.В. Савиной оно занимало 4 часа).

Использование подложки с отверстиями равной площади способствовало формированию однотипных препаратов, что позволяло получать сравнимые результатов в параллельных пробах. Оценка ТЗГ проводилась визуально и с использованием световой, фазоовоконтрастной и люминенсцентной микроскопической техники (компъютерный комплекс с микроскопом «ЛЮМАМ И-3», позволяющий измерять интенсивность люминесценции в видимом диапазоне длин волн с помощью при спектрофтометрической насадки СФН-10 при возбуждении свечения УФ-светом.

2.2. Выявление межвидовых различий

Наблюдали особенности фрактализации протяженных *кристаллитов* – $К_2$, $К_3$, а также особенности в формировании ПП *фаций* средней зоны тезиограмм тромбоконцентратов (рис. 50).

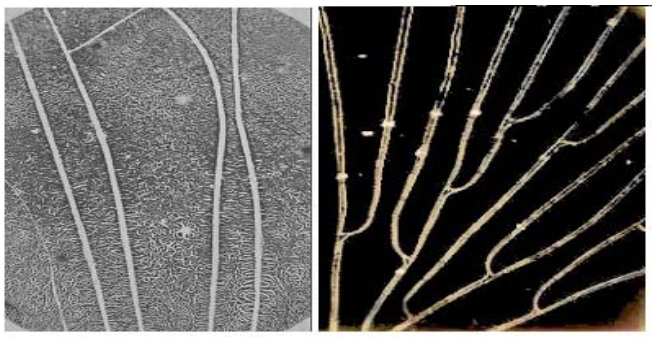


Рис. 50. Типичные картины в средних зонах тезиограмм сыворотки крысы (а) и человека. Световая микроскопия, ув. х90

Обнаружены явные видовые отличия между препаратами здоровых животных и людей. В ТЗГ сывороток кроликов (рис. 50а) – характерным было неравномерное расстояние между ра-

диально идущими *кристаллитами* и группирование этих $К_2$ по 2–3 элемента. В препаратах человека (рис. 50б) – $К_2$ располагались на примерно равных расстояниях друг от друга. Общая картина кристаллизации сыворотки у крыс была близкой к таковой у человека, но $К_2$ в препаратах крыс оказались толще (в 1,2 раза) и длиннее, а число перемычек ($К_3$) в них было в 3–5 раз меньше, чем в препаратах человека.

В полигональных пластинах ТЗГ крыс в краевой и центральной зонах обнаружено большее число мелких кристаллоидов, наподобие песка. При исследовании нативной флуоресценции целостных препаратов ТЗГ животных и человека установлена близость спектров свечения по форме с некоторыми различиями по интенсивности. Максимумы интенсивности аутофлуоресценции отмечены на длинах волн 450–470 нм, то есть в промежутке длин волн, в которых интенсивно флуоресцируют некоторые аминокислоты, фолиевая кислота, витамин А и отдельные ферменты дыхательной цепи. Обнаружено сходство свечения $К_1$ и $К_2$ в ультрафиолетовых лучах, при этом зафиксирована красная флуоресценция стенок этих *кристаллитов*.

2.3. Выявление индивидуальных различий

Выявлены существенные индивидуальные отличия в структуре ТЗГ здоровых людей, полученных в одинаковых условиях кристаллизации (рис. 51).

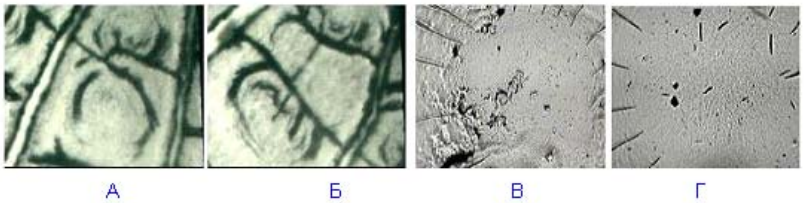


Рис. 51. Индивидуальные различия тезиограмм тромбоконцентрата: А – средняя зона, В – центральная зона (донор №.217), Б – средняя зона, Г – центральная зона (донор № 218).
Световая микроскопия, ув. х90 – х240.

2.4. Выявление половых отличий в тезиограммах

При исследовании плазмы крови мужчин и женщин во всех трех зонах ТЗГ между $К_1$, $К_2$, $К_3$ располагались четырехугольные, либо многоугольные участки сухой *фации* плазмы или сыворотки, выкрашивающиеся при хранении препаратов в виде тонких прозрачных или опалесцирующих ПП. Подобные образования различной формы в работе Л.В. Савиной [18] обозначены не удачным термином «полигональные камеры». В наших наблюдениях ТЗГ формировались при 20–22°С и в ПП не выявлялись так называемые «глобулы» или «овалоиды» (рис. 52), описанные Л.В. Савиной.

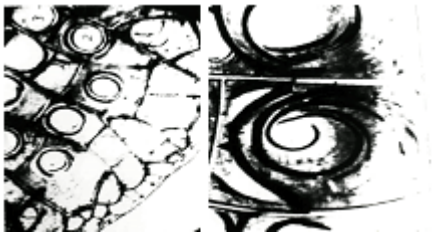


Рис. 52. «Глобулы» и «овалоиды» возникающие в ксерогелеграммах при 37°С после длительной кристаллизации сыворотки крови в закрытых эксикаторах (по Савиной Л.В. и соавт. 1987).

При световой микроскопии в ПП мы нередко наблюдали мелкие *кристаллы* хлористого натрия и других солей в виде «песчаного налета» фестончатой либо игловидной формы. Методом фазового контраста в препаратах сыворотки крови людей, кроликов и, особенно, крыс, выявлялось расширение участков занятых мелкими полиморфными *кристаллитами* четвертого порядка.

Описанные нами признаки ТЗГ у человека и лабораторных животных особенно четко проявляются у особей мужского рода. У менструирующих женщин и половозрелых самок животных в краевой зоне препаратов наблюдается редкое расположение $К_1$ и $К_2$, а в средней зоне часто определяются *папоротниковидные образования* (ПО), близкие по форме у различных видов (рис. 53). Они постепенно переходят в центральной зоне некоторых препаратов в бескристаллическое пространство. Отмечено большое

сходство этих ПО с «древовидными кристаллами» у женщин, выявляемых в цервикальной слизи, при положительном феномене «арборизации». Их появление связывается с повышением насыщенности женского организма эстрогенами [20].

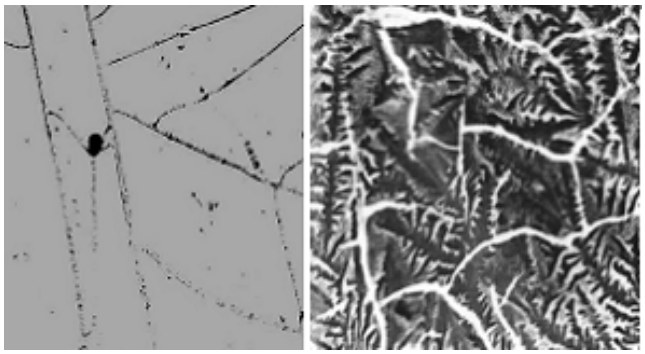


Рис. 53. Тезиограмма сыворотки крови женщины в начале цикла (а) и в середине месячного цикла (б). Феномен арборизации: средние зоны препаратов [8]

2.5. Зависимость специфических тезиографических структур тезиограмм биологических жидкостей от состояния организма человека и лабораторных животных

Исследование ТЗГ цельных и разбавленных сывороток или растворов биологических макромолекул может быть важно при оценке действия на здоровый и больной организм всевозможных факторов внешней среды (биологических факторов, лекарственных химических веществ, токсикантов, температуры, электромагнитных полей), включая предельно низкие уровни воздействия.

Известно, что макроорганизм больного и дезадаптированного человека становится способным бурно реагировать на весьма слабые раздражители, у него появляется свойство выискивать необходимую (иногда и нецелесообразную) информацию из обычных и даже физиологически малозначимых ее потоков. Исследование СТС под влиянием этих факторов уже оказалось

продуктивным для оценки индивидуального состояния человека и его энергетического потенциала.

Так, по данным И.А. Мальчикова и соавт. [14] текстурный рисунок липотропных БЖ зависит от состояния организма и при переводе их в твердую фазу отражает взаимодействие организма и вируса гриппа. В эксперименте на крысах установлено наличие токсического воздействия при однократном введении в организм несимметричного диметилгидразина. Такое воздействие проявилось в нарушении структуры ТЗГ крови, особенно хорошо выраженных после трехмесячного срока отдаленного действия этого токсиканта [1].

Тезиографический метод наглядно продемонстрировал чувствительность ТЗГ ряда БЖ к изменениям обмена веществ в организме. Описаны и продемонстрированы феномены патологической кристаллизации камнеобразующих солей мочи в белковой зоне и создана диагностическая система «Литос». Эта методика разрешена Минздравом РФ для применения в клинической практике (Приказ № 17 от 21 января 1997 г.). Данное исследование может быть перспективным при доклинической диагностики метаболических поражений почек у детей. Метод основан на том, что при обезвоживании мочи в центре капли в процессе осмофереза существенные изменения претерпевает белково-солевой комплекс: в результате образования насыщенного раствора в первую очередь кристаллизуются неорганические соли, а органические вещества, содержащие связанную воду как бы «выдавливаются» на периферию. При отсутствии в организме активного камнеобразования в капле по системе «Литос» в препаратах отмечают лишь краевое кольцо и темную центральную зону, занятую кристаллитами. При выраженном камнеобразовании эти зоны заняты кристаллитами, а препарат не имеет краевого светлого кольца. Авторами метода «Литос» установлено также, что в патологической моче с наличием глюкозы кристаллиты не образуются и вся поверхность ТЗГ-препарата напоминает вид леденца [24].

В этой методике авторами использован центрифугат мочи, с потерей части информационно важных частиц (эпителия, клеточных элементов крови и выпавших в осадок кристаллов мочи). Кроме того, капля мочи смешивалась с неким субстратом,

что не могло не сказываться на формировании тезиографической картины.

Нами проведены похожие исследования мочи здоровых мужчин и людей с явлениями протеинурии в естественных условиях без добавления других реактивов и без предварительного ее центрифугирования. Для того чтобы размеры зон тезиографического препарата были достаточно большими, объем биосубстрата для постановки тезиографического теста был увеличен в два-три раза, по сравнению с предыдущим описанием, что, соответственно, вело к увеличению площади препарата. Как показали наблюдения в процессе дегидратации, все эти препараты вначале претерпевали автоволновые изменения по типу реакции Жаботинского, а затем шло активное формирование СТС по периферии препарата в зоне наиболее интенсивной дегидратации. Постепенно этот процесс достигал центра препарата. В моче по самому краю препарата – в светлой зоне сформировавшейся *фации* располагались мелкие округлые *кристаллиты* и *кристаллы* солей. В средней части препарата формировались грубые кристаллы солей. В этой же зоне располагалась большая часть деформированных клеточных элементов. *Кристаллы* и *кристаллиты* в центральной зоне препарата имели средние размеры. Четкого разделения содержимого в препарате: в центре – *кристаллы* солей, на периферии – белки в ТЗГ-препаратах цельной мочи, не выявлено. Если же в моче содержалось повышенное количество белка, что характеризует дисфункцию почечных фильтров, то по краю ТЗГ-препарата образовывались прозрачные кольцевидные зоны, а если белок в моче отсутствовал, вся поверхность препарата покрывалась *кристаллами* солей.

Метод кристаллографического исследования сфероидной пленки-*фации* сыворотки крови использован для оценки для напряженности адаптационных реакций и компенсаторных возможностей организма в целом у больных лепрой Е.И. Шацем и А.К. Аюповой [27]. У таких пациенов выявлено три типа существенно отличающихся адаптивных ТЗГ-реакций (рис. 54), которые были названы «нормотипом», «реактивным» и «депрессивным типами».

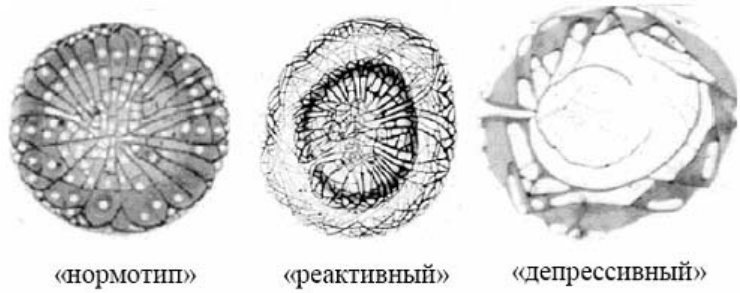


Рис. 54. Различия в ТЗГ сыворотки крови у больных лепрой (фото А.Е. Шаца и А.К. Аюповой [27])

В нашей лаборатории при постановке тезиографического теста из цельной крови (Тест Болена) у больных кардиологического профиля при поступлении в клинику выявлены существенные индивидуальные различия в формировании первой – периферической зоны препаратов (рис. 55).

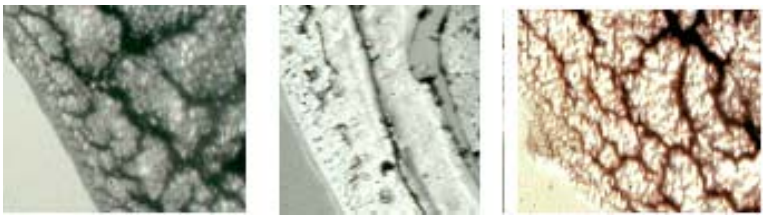


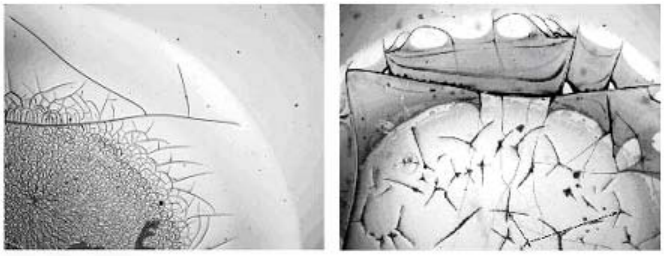
Рис. 55. Краевая зона в препаратах крови у больных Б. Г-Ва, Д-ой, Н-ва. Световая микроскопия, ув. х240.

В этих наблюдениях различия касались, в основном, фрактализации *кристаллитов* $К_1$ и $К_2$, числа начальных концентрических полос и, формы и величины ПП.

Диагностическая ценность кристаллографического метода определяется тем, что характер роста *кристаллов* зависит от структуры сложно-белкового геля БЖ. Воздействие на организм вредных факторов среды и появление патологических явлений на уровне систем и органов нарушают саморегуляцию обмена веществ.

Выше, в наблюдениях *in vitro* было показано, что любое физико-химическое изменение внутренней среды организма или его БЖ находит свое отражение в специфическом формообразовании при формировании ТЗГ. А.К. Аюпова, О.А. Рыжкова, Е.Н. Стрельцова [2] аналогичный вывод сделали при исследовании ответа системной организации сыворотки крови больных туберкулезом на воздействие серосодержащего газа. Добавление раствора этого газа в сыворотку крови вызывало снижение способности БЖ к структурообразованию, к нарушению радиальной симметрии в ее ТЗГ-препаратах, к появлению или росту числа маркеров гипоксии – т.н. «жгутовых блоков» и интоксикации – «бляшек».

Показано [16], что тезиографический метод применим для определения этиологии и степени *эндогенной интоксикации*. При изменении активности свободно-радикальных процессов под влиянием обменного типа *эндогенной интоксикации* (ишемическая болезнь сердца, вегетососудистая дистония, гипертоническая болезнь), ретенционной интоксикации (хроническая обструктивная болезнь легких, почечная недостаточность, мочекаменная болезнь); резорбционного типа (перенесенный инфаркт миокарда, сахарный диабет II, термическая травма), инфекционного типа (острая респираторная вирусная инфекция) происходит выраженное изменение таких СТС как «морщины, линии Валнера, языки Арнольда» что отражает характер системного нарушения структуры белков (рис. 56).



1 2

Рис. 56. Влияние эндогенной интоксикации на структурный макропортрет плазмы крови (фото Обуховой Л.М. и соавт. [17]): 1 – у здорового человека; 2 – у больного при почечной недостаточности (большое число «многолучевых трещин).

2.6. Изменение ТЗГ сыворотки крови при

Тезиографические характеристики белков существенно меняются при появлении в кристаллизующейся смеси различных альдегидов и спиртов. Это происходит из-за перемен в гидратном окружении молекул белка. Изменения концентрации в биосубстратах спиртов и альдегидов – эндогенных метаболитов – как и изменения концентрации при поступлении в организм этих веществ извне ведут к нарушениям индивидуально-особенной ТЗГ плазмы крови. Так, через месяц после замены в пище крыс воды 2 % раствором этилового алкоголя у 6 животных обнаружены заметные нарушения ТЗГ сыворотки крови. По сравнению с контрольными животными, не получавшими с пищей этилового спирта у в опыте отмечено изменение скорости формирования препаратов (ускорение в 1,33 раза), более частое формирование в по площади ПП структур, напоминающих свастику, и отсутствие в некоторых препаратах схождения K_2 в центральной зоне из-за преждевременной остановки их центростремительного роста.

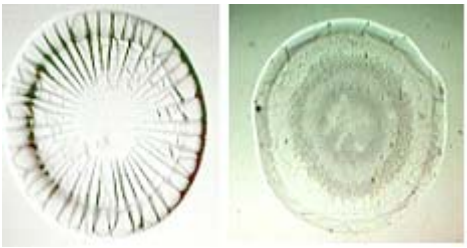


Рис. 57. Изменение характера кристаллизации плазмы крови крысы, получавшей в пищу этиловый спирт (б) по сравнению с контролем (а). Световая микроскопия, ув. х60

Вероятный механизм наблюдаемых изменений состоит в понижении этанолом растворимости поливалентных ионов, каковыми являются белки [22]. Нельзя не учитывать и возможные изменения воды в результате ее взаимодействия с этанолом и другими химическими веществами [32].

Следует заключить, что в проведенных экспериментах и клинических наблюдениях прослеживается существенное значение воды, как и содержимого БЖ для их структурирования при дегидратации. Вода имеет много свойств, способных оказывать влияние на формирование ТЗГ. Кроме того, она является источником сверхслабого и слабого переменного электромагнитного излучения. ТЗГ, как и любые меняющиеся динамические системы, уровень порядка которых выше минимально приемлемых 60 % (отметим близость этой цифры золотому числу 0,62–62 %), начинает саморегуляторное поддержание упорядоченных взаимодействий. Чем выше в воде содержание *кластеров*, чем более упорядочена её структура, тем более она способна сама себя воспроизводить, что и наблюдается в живых системах. Уменьшение воды в препарате БЖ при его дегидратации, по-видимому, ведет к изменению характера кластеризации воды и становится стимулом к сохранению упорядоченной структуры этой жидкости в новых условиях. Это мы и наблюдаем в первую фазу формирования ТЗГ.

Вода организма и его БЖ может выполнять не только системообразующую, но и регуляторно-информационную роль. Значение воды, входящей в состав БЖ (кровь, лимфа, ликвор и др.), ещё мало освещено в современных исследованиях, но, безусловно, её значение, как информационного фактора, чрезвычайно велико и требует дальнейшего осмысления. При этом, любые воздействия на воду и растворы, в числе которых электрические, магнитные, электромагнитные, ультразвуковые, электрохимические, вызывают эффекты, которые объясняются энергизацией виртуальной пары элементарных частиц электрон-позитрон [26].

Литература к главе 5

1. Абдрахманова Ю.Э. Тезиография крови самок крыс – отъемышей в динамике однократного введения несимметричного диметилгидразина (НДМГ) // Межрегиональная науч.-практ. конф.студентов и молодых ученых с международным участием «Молодежь и наука: итоги и перспективы».– Саратов: Саратовский гос. мед. ун-т., 2006.

2. Аюпова А.К., Рыжкова О.А., Стрельцова Е.Н. Воздействие серосодержащего газа на структурно-оптические параметры сыворотки крови больных туберкулезом легких (in vitro) // Вестник новых медицинских технологий.– 2005.– Т. XII, № 3–4.– С. 64–65.

3. Бубнов В.А., В.Н. Кидалов В.Н. Конформационные изменения белков – один из механизмов пусковых изменений иммунных реакций в ответ

на СВЧ-излучение // Материалы симпозиума ученых стран СЭВ и СФРЮ «Механизмы биологического действия ЭМИ-излучений».– М.: АН СССР, 1987.– С. 22–23.

4. Воробьева В.А, Воробьев А.В., Замаренов Н.А. Закономерность формирования кристаллографической картины при взаимодействии биологической жидкости человека и гомеопатического препарата с кристаллообразующим раствором (Диплом №231) // В кн.: Потоцкий В.В. Регистрация научных открытий. Методология и практика.– М.: РАЕН, Международная академия авторов научных открытий и изобретений, 2004.– 356 с.

5. Гаврильчак И.Н., Игнатьев В.В., Кидалов В.Н., Рымкевич П.П., Соловьев В.Н., Хадарцев А.А. О формообразовании эритроцитов в потоке крови // ВНМТ.– 2006.– Т. 13, № 1.– С. 6–9.

6. Еськов В.М., Филатова О.Е., Попов Ю.М. Закономерность изменения синергетических взаимоотношений в системах регуляции биологических динамических систем организма млекопитающих под действием внешних факторов (Диплом № 248) // В кн.: Потоцкий В.В. Регистрация научных открытий. Методология и практика.– М.: РАЕН, Международная академия авторов научных открытий и изобретений, 2004.– 356 с.

7. Иливанов В.М., Цимбалист В.А., Кандрин Ю.В. Явление образования вращающихся акустических волн на поверхностях твердых пластин (Диплом на открытие № 221) // В кн.: Потоцкий В.В. Регистрация научных открытий. Методология и практика.– М.: РАЕН, Международная академия авторов научных открытий и изобретений, 2004.– 356 с.

8. Кидалов В.Н., Лысак В.Ф., Бубнов В.А. Видовые особенности тезиограммы сыворотки крови человека и лабораторных животных // Материалы науч. конф. «Проблемы донозологической дигностики».– Л.: АН СССР, Наука, 1989.– С. 237–238.

9. Кидалов В.Н., Хадарцев А.А., Якушина Г.Н Тезиографические исследования крови и их практические возможности // Вестник новых медицинских технологий.– 2004.– Т. XI, № 1–2.– С. 23–26.

10. Кидалов В.Н., Чечеткин А.В., Сясин Н.И. Паттерны крови и код Фибоначчи // Вестник Российской Военно-медицинской академии.– 2007.– № 4 (20).– С. 44.

11. Кидалов В.Н., Красильникова Н.А., Куликов В.Е., Сясин Н.Н., Якушина Г.Н. Гармония в системе гематологических субпопуляций крови. Значение вурфовых величин эритрона в оценке реакций организма на экстремальные воздействия // Проблемы гармонии, симметрии и золотого сечения в природе, науке и искусстве: Сб. науч. трудов.– Вып. 15.– Винница, 2003.– С. 192–203.

12. Кикнадзе Г.И. и др. Самоорганизация вихревых структур при обтекании водой полусферической лунки // ДАН.– 1986.– Том 291, № 6.– С. 1315–1319.

13. Лысак В.Ф., Кидалов В.Н. Способ оценки тяжести интоксикации этанолом по тезиограмме белков сыворотки крови // Изобретательство и рационализация в медицине, медицинской промышленности: Тез. Докл.

Конф.– Л.: Леноблсовет ВОИР, Лен. обком профсоюзов мед. работников, ГУЗЛ, 1989.– С. 56–57.

14. Мальчиков И.А., Тузанкин И.А., Григорьев Ю.В., Мальчикова Л.П. Биофизические аспекты кристаллографических исследований вирусных инфекций в эксперименте // Вирусология.– 2006.– Т. 7.– С. 508.

15. Макеев Б.Л.. Кидалов В.Н. Способ определения степени магниточувствительности человека // Патент Российского агентства по патентам и товарным знакам (Роспатент) № 2108581 на изобретение от 13.12.95.

16. Обухова Л.М., Ведунова М.В., Конторщикова К.Н., Добротина Н.А. Морфофизиологический анализ плазмы крови при эндогенной интоксикации // Вестник Нижегородского университета им. Н.И. Лобачевского.– 2007.– № 6.– С. 104–107.

17. Писаренко А.П., Поспелова К.А., Яковлев А.Г. Курс коллоидной химии.– 3 изд.– М., 1969.– С. 239.

18. Савина Л.В., Туев А.В., Чирвинский Н.П., Тихомирова Н.А. Ксерогелеграфия сыворотки крови здоровых лиц // Гематология и трансфузиология.– 1987.– № 10.– С. 32–33.

19. Терехов В.И., Калинина С.В., Мшвидобадзе Ю.М. Экспериментальное исследование развития течения в канале с полусферическими кавернами // Сиб физ.-техн. жур-л.– 1992.– Вып. 1.– С. 77–85.

20. Фридман И.А., Кустаров Н.П. Люминесцентно-цитологические исследования в акушерско- гинекологической практике.– Л.: Медицина, 1974.– 68 с.

21. Якименко Б.И., Кидалов В.Н., Борисов В.А., Гончар В.И. и др. О возможности регистрации иммунологических процессов с помощью тезиографии // Актуальные вопросы иммунодиагностики и иммунорегуляции.– Таллин, 1982.– С. 102–103.

22. Blundell T.L., Johnson L.N. Protein Crystallography. N.Y.-L. –SF: Academic Press, 1976. – 600 p.

23. http://www.nsp.in.ua/diagnoz.asp/;

24. http://www.unilab.ru/programs.php?id=18 (система «Литос»).

25. http://2006.cis-vmeste.ru/pda.html?id=1401&eid=new

26. http://provodu.kiev.ua/oleg-mosin/kak-molekula-voda-khranit-i-peredaet-informatsiyu

27. http://www.rista.ru/science/sborniki_8.htm

28. http://www.itp.nsc.ru/Lab22/Home/Kalinina_Thinks.html

29. http://www.rambler.ru/lite?oe=1251&words=%EA%F0%E8

30. http://www.ekol.oglib.ru/bgl/6902/397.html].

31. Mc Pherson A., Shlichta P. Heterogeneus and Epitaxial Nucleation of Protein Crystals on Mineral Surfaces//Science.1988.V.235.№1- 4. P.385 – 387.

32. Szent-Györgyi A., “Biology and pathology of water”, // Perspectives in Biology and Medicine, 1971, 14, 2, p. 239–249.

33. Zjn Jozef R. Physical plasma in biological solids: A possible mechanism for resonant interaction between Low intensity microwaves and biological systems // Physiol. Chem.and Phys.1979.V.11.,№ 6. P. 501–506.

34. http://aidarkin.sfedu.ru/files/Lecture_Parinov.doc

Глава 6

ЗНАЧЕНИЕ КРИСТАЛЛИЗАЦИИ БИОЛОГИЧЕСКИХ ЖИДКОСТЕЙ ДЛЯ ПОВСЕДНЕВНОЙ ПРАКТИКИ И ПЕРСПЕКТИВЫ

В XX веке накопились данные об общности ряда законов кристаллизации, свойственных для органического и неорганического мира. В конце XX – в начале XXI века внимание ученых стали привлекать исследования самоорганизующихся систем, в числе которых достойное место заняло изучение кристаллизации БЖ. Однако в научных источниках появились необоснованно завышенные оценки значения изменений формы *кристаллов, кристаллоидов* и *кристаллитов* в обеспечении качества функционирования отдельных систем организма. До сих пор в биологии и медицине описание изменений ТЗГ крови, плазмы, сыворотки и других БЖ под влиянием различных воздействий осуществляется с использованием не принятой в науке терминологии, смысл которой не всегда понятен или недостаточно объяснен. Часть исследователей не снисходит до понятий и определений, которые возникли в прежние времена, но с успехом применяются в современных кристаллографических, биологических и медицинских исследованиях [7].

Считая, что *кристалл* обычно служит символом неживой природы, многие ученые относятся к кристаллизации, как к сугубо побочному негативному процессу. Однако исследованиями последних лет установлено, что грань между живым и неживым устанавливается с большим трудом, а понятия *«кристалл»* и *«жизнь»* не являются взаимоисключающими. *Кристаллы* и живой организм можно представить примерами осуществления крайних возможностей в природе. В сформировавшемся *кристалле* определенное время неизменными могут оставаться не только атомы и молекулы, но также их взаимное расположение в пространстве. В живом организме существуют только динамически изменяющиеся структуры атомов и молекул, а ткани, клетки и БЖ ни на одно мгновение не остаются неизменными по химическому составу и электромагнитным свойствам. Когда же говорят о нормальном составе тканей, клеток и БЖ в организме, имеются в виду некоторые среднестатистические параметры контролируемых показателей в рамках наиболее часто встречающихся

изменений. Обменные процессы живого организма сопровождаются разложением одних химических соединений на более простые, а также синтезом складывающихся из простых сложных соединений. Большинство из этих процессов протекают в жидкой или жидкокристаллической средах, которые обеспечивают их течение с наименьшими затратами энергии. Вместе с тем при всех химических процессах, протекающих в живом организме, он остаётся самим собой в течение десятков лет. При этом в течение жизни биообъекта многие его биополимеры сохраняют свое жидкокристаллическое состояние, но непрерывно меняется текстура этих *жидких кристаллов*. Это относится и к молекулам ДНК диаметром $2*10^{-9}$м, являющимися информационной основой жизни и представляющими собой с точки зрения физики особый вид твёрдого тела – *одномерные апериодические кристаллы*. Таким образом, структура динамично изменяющихся при внешних воздействиях жидкокристаллических веществ не может не иметь первостепенного значения для жизнедеятельности организма, в частности, для обеспечения циркуляции крови, переноса ею кислорода, для обеспечения функционирование клеток мозга и других органов. В организме постоянно идут процессы кристаллизации и растворения, а выпадение *кристаллов* в осадок происходит лишь в случае локального *пересыщения* жидкого раствора (биосреды) в той или иной части тела. При выведении БЖ из организма (например, при эксфузии крови) *пересыщение* является необходимым и достаточным условием для кристаллизации. Форма кристаллизующихся веществ, содержащихся в крови, зависит от многих факторов. На характер кристаллизационных процессов в крови и биологических жидкостях вне организма влияют не только степень *пересыщения* жидкости, но и характер её конвекционных потоков, обусловленных первичной формой тезиографического препарата, чаще в виде капли [8, 9, 17].

Следует отметить, что кристаллизация жидких биологических субстратов представляет собой более сложный процесс, чем кристаллизация какого-либо одного вещества из раствора. В крови присутствуют множество атомов и молекул, обладающих разными способностями связывать воду и особыми свойствами к упорядочиванию своей структуры в процессе дегидратации. Особыми свойствами структурироваться и влиять на структури-

зацию других веществ обладает и сама вода. На этот процесс оказывают влияние также ряд микроэлементов и множество молекул биополимеров крови с выраженными жидкокристаллическими свойствами. Комбинации этих веществ, их свойств, превращают кровь и другие БЖ организма в уникальный универсальный сенсор по отношению к многочисленным факторам внутренней среды и к воздействиям внешних факторов.

В технике теория кристаллообразования в жидкой среде хорошо разработана и используется для прикладных задач контроля кристаллообразования, например, в водопроводных сетях. В этом случае широко применяется ряд диагностических индексов: *индекс стабильности Ризнара* позволяющий учесть эмпирические данные о наблюдаемой толщине отложений в городских водопроводных сетях, *индекс Паккориуса* для оценки способности воды к накипеобразованию, позволяющий измерить соотношение между насыщенным состоянием и накипеобразованием, с учетом буферной емкости воды и максимального количества осадка, которое может образовывать природная вода в равновесных условиях. Используют также *индекс Стиффа-Девиса* (когда концентрация солей жесткости в воде высокая и эффект «общего иона» оказывает влияние на движущую силу образования отложений), *индекс Оддо-Томсона* для оценки влияния импульсных давлений и парциального давления CO_2 на pH воды и растворимость карбоната кальция и др. К сожалению, такой тщательной разработки кристаллообразования в сосудистой системе и полых органах человеческого организма нет, хотя перспективность этого направления для медицины очевидна [42, 45].

В связи с высокой чувствительностью элементов ТЗГ БЖ к изменениям внутренней и внешней среды, для биологии и медицины определенную перспективу имеют их исследования при смене ритмов дня и ночи, ритмики выполнения физической и умственной работы индивидом, характера питания, при воздействии на организм холода, высоких температур, различных излучений и т.д. Для физиологии существенный интерес представляют изменения ТЗГ БЖ под влиянием внутренних (по отношению к организму) изменений водного, газового обмена, обмена других веществ, нарушений в регулирующих системах организма. Немаловажная роль будет принадлежать подобным исследованиям крови, каждая функция которой обеспечивается

естественными *природными бионанотехнологиями*, в числе которых процессам кристаллизации и растворения, очевидно, принадлежит немаловажная роль по обеспечению согласованности в осуществлении прямых и обратных связей между субклеточными структурами, клетками и органами. В условиях мало физиологичного образа жизни современного человека с его гиподинамией, информационными перегрузками, стрессовыми ситуациями, нарушениями эндоэкологии организма, – реактивность системы крови, ее жидкостного и клеточного компонентов, постоянно возрастает. Прием все большего количества лекарственных веществ также становится фактором риска развития ряда заболеваний. Неконтролируемый прием лекарств является дополнительным фактором, изменяющим способность крови к *самоорганизации* и формированию оптимальных ТЗГ. Выраженное влияние на структуру тезиографических элементов крови может оказывать также введение в организм нелекарственных биологически активно действующих веществ. Некотрые из них (аскорбат сукцинат, аскорбат, олигохит сукцинат и др.), как показано в работе [38] могут улучшать тезиографическую картину фации сыворотки крови животных с опухолями, но, очевидно, другие препараты могут действовать и в обратном направлении.

В промышленной гигиене несомненную перспективу развития имеют способы контроля кристаллизации растворов, при воздействии на зону образования кристаллов ЭМИ в диапазоне частот, соответствующем спектру поглощения *кластеров* жидкой фазы [1].

Тезиография может использоваться в разработке новых технологий для получения из кристаллизуемых жидкостей твердых веществ. Сама ТЗГ, став управляемым процессом, создает возможности получать из БЖ твердые вещества известного состава с заранее определенными свойствами, необходимые для экспериментальных и лечебных целей [21].

Оценка структурных элементов ТЗГ может использоваться для решения биофизических задач по получению в кристаллизуемой системе веществ, находящихся в неравновесном термодинамическом состоянии с резонансной микрокластерной структурой БЖ. Это достигается с помощью активации электролизом, облучением электромагнитными волнами, механическими, акустическими воздействиями на систему фаз, когда они

порождают рост одних фаз за счет других, вплоть до создания новых химических соединений при их взаимном проникновении. Этот принцип позволяет развивать технологии *акустохимического синтеза* необходимых веществ [3, 4, 10].

Тезиография позволяет выявлять наличие частотно-зависимых (так называемых резонансных или модулированных) эффектов при воздействии СВЧ и других электромагнитных полей на организм, его ткани и БЖ на различных уровнях биологической организации: от наноуровня – до молекулярного и тканевого. На этом направлении исследований открываются перспективы оценок эффектов сенсибилизации, защиты, адаптации клеток и тканей, а также *гормезиса* – явления, стимулирующего рост и развитие ДНК/РНК и других тканевых структур [38].

Настоящий период развития *нанотехнологий* открывает широкие перспективы использования тезиографии БЖ. «Тот, кто раньше овладеет нанотехнологией, займет ведущее место в техносфере будущего» считал Эдвард Теллер.

1. Перспективы развития тезиографии. Фракталы и солитоны в тезиографии

Развитие тезиографических исследований на наноуровне в перспективе имеет революционное научное и практическое значение. До 2015 года в России на *нанотехнологии* и наноиндустрию намечено ассигновать около 200 млрд. рублей. Переход к нанотехнологиям означает качественный скачок от манипуляции с веществом к манипуляции отдельными атомами. Приборная база для работы на этом уровне имеется уже сейчас. Это *сканирующий туннельный микроскоп*, позволяющий воздействовать на единичные атомы, это *нановесы*, с помощью которых V.de Heer с сотрудниками Технологического института штата Джорджия (Атланта, США) предполагает взвешивать вирусы. Успешно работающая в России в сфере прикладных *нанотехнологий* корпорация МДТ (*Molecular Device Tools for Nanotechnology*), создала *сканирующие зондовые микроскопы*. В Институте проблем микроэлектроники РАН создаются квантовые наноэлектронные приборы, в других научных учреждениях Российской Федерации созданы *туннельные микроскопы*. В Институте кристаллографии перспективные

исследования посвящены разработке новых электронных, магнитных, оптических и иных устройств, построенных на основе технологий третьего тысячелетия – использовании нового вещества, *гетероэлектрика*. Речь идет о веществе, состоящем из носителя, в который вводятся наночастицы различных материалов. Воздействуя на гетероэлектрики электромагнитными полями, на выходе получают материалы, обладающие уникальными свойствами. Например, стекла, изготовленные по технологии *гетероэлектрики*, пропускают свет в любом заданном спектральном интервале или вообще не пропускают свет вне данного интервала, то есть являются идеальными светофильтрами [25, 26].

Фундаментальные исследования в области химических технологий позволили получить *нанокристаллические* (НК) и *сверхмикрокристаллические* (СМК) материалы с размером зерен менее 1 микромиллиметра, обладающие комплексом особых физико-химических и механических свойств. Они могут успешно использоваться в экстремальных условиях эксплуатации – при низких температурах, в зоне интенсивного радиационного излучения, в высоконагруженных конструкциях и агрессивных средах. На основе нанокристаллических структур можно создать интерметаллические материалы с высокими демпфирующими свойствами, высокопрочные и сверхлегкие металл-полимерные композиты для применения в катализаторах и фильтрующих элементах, а также в медицине для изготовления сверхпрочных, сверхлегких, коррозионностойких имплантатов [26]. *Сканирующие зондовые микроскопы* становятся основным инструментом в *нанотехнологиях*, когда ведётся работа с объектами, размеры которых порой не превышают *нанометра* – одной миллиардной доли метра, т.е. в тысячу раз меньше микрона (пример: человеческий волос имеет толщину 30 000 нм). *Зондовая микроскопия* уже применяется во всех областях, имеющих отношение к естествознанию, где требуется изучение объектов с самым высоким разрешением. Она имеет значительные перспективы. В биологии с помощью этих приборов можно исследовать и модифицировать ДНК, определять мутагенные хромосомы, наблюдать за жизнеспособностью клеток, легко различать раковые клетки. С помощью подобных приборов на основе технологии молекулярного капсулирования удалось создать медицинский продукт *веторон* – водорастворимую форму бета-каротина [28,

30], а также объяснить, каким образом возникают разнообразные формы кристаллической воды, предсказать общее количество разнообразных кристаллов льда. Уже открыта ранее неизвестная закономерность построения *кристаллов* льда на основе *молекулярных гидротриплетов*. Введено в обиход понятие о *первичной стабильной гидрокристаллической константе*, состоящей из трех молекул воды, имеющих форму равнобедренной трапеции, которая предшествует формированию жесткой кристаллической гидроструктуре и определяет разновидности *кристаллов* льда [31].

Ведущиеся ныне прикладные медицинские исследования будут иметь продолжение на новом уровне [13, 14]. Компоненты БЖ по разному влияют на процессы камнеобразования, протекающие в модельных системах. Дальнейшее исследование такого влияния с использованием новых технологий позволит решить многие актуальные вопросы терапии, гематологии, хирургии, урологии, травматологии и стоматологии. Уже при исследовании закономерностей образования зубных камней установлено, что аминокислоты, белок (казеин) и ионы магния ингибируют процесс образования *гидроксилапатита*, причем наибольшим ингибирующим действием обладает казеин; глюкоза промотирует данный процесс; мочевина же в физиологических концентрациях замедляет процесс образования *гидроксилапатита* в зубных камнях человека, тогда как десятикратное увеличение содержания мочевины в растворе способствует формированию *стехиометрического гидроксилапатита*. Среди компонентов слюны промоторами кристаллообразования при образовании зубных камней обладают глюкоза и мочевина [2].

Не менее важны работы с использованием тезиографии по оценке стабильности создаваемых наноматериалов при воздействии различных физических факторов. Научный интерес представляет реализация сложных процессов, протекающих во время кристаллизации БЖ, в том числе – высокоселективный химический процесс, как проявление одной из эффективных природных *нанотехнологий*, тесно связанный с учением о *фракталах*. Появление в конце прошлого века и нынешнее развитие электронно-оптических исследовательских систем открывает новые возможности оценки ТЗГ в препаратах-подложках на ранней стадиях дегидратации, которую можно назвать *фазой фрактализации*.

Под *фракталами* обычно понимают *объекты, дробящиеся самоподобным образом*. Основоположник учения о *фракталах* Б. Мандельброт (1975), утверждал, что «Геометрия природы фрактальна!» и дал строгое определение *фракталов*, как объектов*, у которых топологическая размерность меньше хаусдорфовой* [5]. Живая и неживая природа дает нам множество примеров фрактальных структур. В организме человека и животных фрактальное строение легко обнаруживается на системном уровне: кровеносная система животных и человека, эпителий кишечника, желчные протоки, легочная ткань, нервная система и т.д. имеют отличительные признаки *фракталов*: их разрыхленность в объеме, изрезанность по площади или изломанность линии. Наглядным примером фрактальной структуры в живой природе является строение респираторной системы (рис. 58).

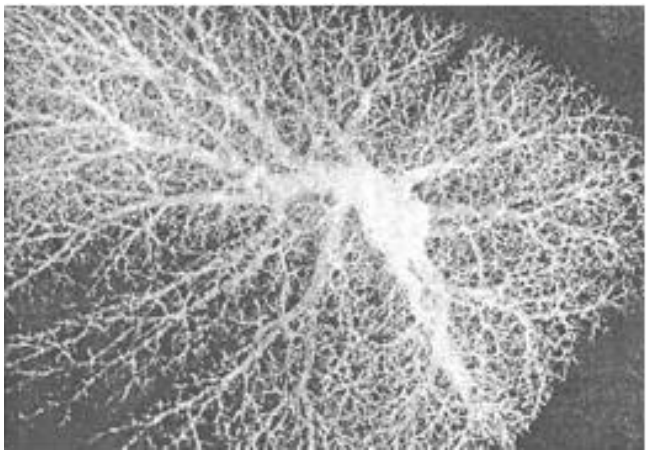


Рис. 58. Фрактальная структура бронхиального древа
(По Collet J.H. The lung // Scientific American – 1966. V.214. P.56–68)

Рост кристаллов из растворов на плоскости и образование дендритных форм является доказательством фрактальности в неживом процессе тезиографии. Название *фрактал* (от лат. *fractio* – разламывание) как раз и отражает эту особенность живых и неживых объектов. Для проверки фрактальности какого-либо объекта его нужно разбить на ячейки в пространстве большей

размерности, подсчитать указанное отношение, затем разбить на более мелкие ячейки, снова подсчитать это отношение и т.д. Если у полученной последовательности чисел существует предел, то он и будет хаусдорфовой размерностью. Для проверки фрактальности кристаллического объекта бывает удобнее пользоваться вычислением так называемой *размерности самоподобия:*

$$D = \frac{\ln N}{\ln n}$$

где N – число, показывающее, во сколько раз увеличивается количество одинаковых элементов структуры при переходе к следующему шагу дробления, а n – число, показывающее, во сколько раз при этом уменьшается линейный масштаб этих элементов. Так, для для отрезка $D = 1$; для квадрата $D = 2$, для куба $D = 3$.

Фрактальными являются не любые самоподобно дробящиеся объекты, а только такие, у которых размерность самоподобия является дробной величиной, например растущие кристаллы. Эти ветвистые древовидные формы, *дендриты* (от греч. *dendron* – дерево) возникают при кристаллизации воды в виде морозных узоров на стекле и других поверхностях, на которых происходит отложение и кристаллизация водяных капель. На рис. 59 показан такой узор.

Дендритный рост во многом определяется ограниченной диффузией агрегации, описанной П. Микиным в 1983 г.: при росте *кристалла* атомам легче осесть вблизи выступа структуры, чем в ее глубине, попасть куда маловероятно, не «застряв» по пути. Это явление показывает, что *дендриты* представляют собой фрактальные *кластеры* (от англ. *cluster* – гроздь).

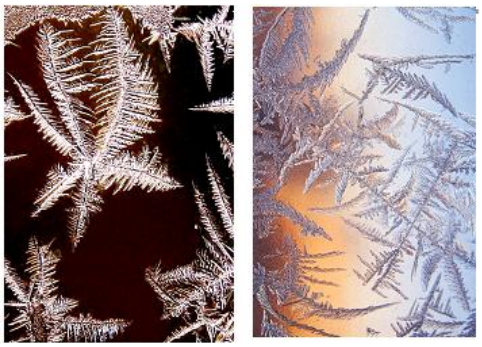


Рис. 59. Кристаллизация воды на стекле
(Фото из http://fotki.yandex.ru/users/m2633/view/50352 и
http://arttower.ru/forum/index.php?showtopic=8210&st=0&#top)

В ТЗГ БЖ дендритные формы совсем не редкость. Исследование ТЗГ крови и других жидкостей представляет собой более научно- и информационно сложную проблему, чем кристаллизация из простых растворов. Например, тезиографические препараты крови представляют собой комплексные структуры, состоящие из различных биокристаллоидов или *кристаллитов*. Это своеобразные химеры из сложных по составу *кристаллов* и околокристаллической среды, а также собственно *кристаллы*, сформировавшиеся в ходе первой дегидратационной фазы *самоорганизации* вследствие испарения воды [9, 20].

Несомненный интерес представляет изучение закономерных изменений по типу информационных паттернов *самоорганизации* и структурирования многокомпонентных БЖ в процессе дегидратации. Эти закономерности могут оказаться неким ключом, который позволит выявить характер изменчивых связей между самими БЖ и функциями органов и систем целостного организма. Тезиографический препарат в определенной степени обладает признаками устойчивых и неустойчивых стационарных состояний, поскольку БЖ при *самоорганизации* периодически приближается на некоторое время к равновесному состоянию, и почти сразу же развиваются процессы перехода к неравновесности. Аналогами равновесного состояния, которое возможно

только в изолированных системах, являются так называемые стационарные неустойчивые и устойчивые состояния. Состояние системы считается устойчивым, если его малые возмущения затухают во времени, и неустойчивым – если они нарастают во времени. В процессе дегидратации БЖ эти состояния постоянно сменяют одно другое. В период формирования ТГЗ активно проявляются свойства *аттракторов*. *Аттракторами* называются области фазового пространства, притягивающие к себе фазовые траектории (от англ. *to attrackt* – притягивать). В результате вместо неустойчивого поведения системы в ней возникает новый устойчивый режим – периодические *автоколебания* определенной амплитуды. При больших возмущениях имеет место нелинейное ограничение амплитуды колебаний, и они начинают затухать. Как бы долго не крутилась фазовая траектория в фазовом пространстве, в случае динамического хаоса она не выходит за пределы некоторой пространственно ограниченной области – *аттрактора* [22], которые называют *странными аттракторами* по Ф. Такенсу. От привычных *аттракторов* – точек или циклов, соответствующих устойчивым затухающим или незатухающим колебаниям, *странные аттракторы* отличаются двумя особенностями: их траектория не замыкается и их режим функционирования неустойчив [24]. Поскольку эта неустойчивость всегда экспоненциальна, постольку любое малое начальное возмущение режима (в нашем случае – режима кристаллизации БЖ) приводит к *самоподобному* экспоненциальному разбеганию фазовых траекторий по *странному аттрактору*, что и обусловливает появление в ТЗГ фрактальных структур. Детерминированный хаос и *странные аттракторы* были обнаружены практически во всех областях современного естествознания. Они наблюдаются исключительно в нелинейных системах, поэтому их описание потребует разработки сложных нелинейных дифференциальных уравнений [19]. В процессах идущих на молекулярном и наноуровне проявляются локальные сверхвысокие или сверхмалые значения давления, скорости, температуры и других параметров. Поэтому при оценке тезиографических процессов требуется поиск принципиально нелинейных подходов к описанию изучаемых процессов кристаллизации биологических субстратов из раствора, с применением методов математического и компьютерного моделирования.

Не меньшее значение в будущем будет иметь разработка теории кластерообразования из многокмпонентного раствора, исследование роли *солитонов* в формировании тезиографических структур, поскольку на их основе появляются новые возможности развития кристаллизационных технологий. Исследование *солитонов* в динамике кристаллообразования в тезиографических тестах с кровью и другими БЖ ныне исследуют с помощью техник микроскопии, хотя это явление было открыто впервые на макроскопическом уровне. В 1834 г. шотландский физик и изобретатель Джон Скотт Рассел наблюдал за особенностями судоходства по каналу и столкнулся с необычным явлением. Когда баржа неожиданно остановилась, вода, которую она привела в движение, оторвалась от носа судна, и в виде большого одинокого возвышения, наподобие водяного холма, быстро продолжила свой путь вдоль канала. Рассел на лошади проскакал более мили, пока волна не затерялась в изгибах канала. В своем «Докладе о волнах» Рассел назвал обнаруженное им явление *«уединенной волной трансляции»*. Название *солитоны* уединенные волны (то англ. *solitary waves*) получили в 1965 г., когда выяснилось, что они ведут себя подобно частицам (электронам, протонам, нейтронам и т. д.): при столкновении с другими такими же волнами они отталкиваются от них, как бильярдные шары. Сегодня *солитон* определяют как *уединенную волну, сохраняющую свою форму и скорость в процессе распространения и после столкновения с другими уединенными волнами* [15]. Роль *солитонов* в процессе *самоорганизации* ТЗГ еще не исследована. Ясно, что существуют некие процессы, удерживающие *солитоны* при дегидратации БЖ от превращения в ударную волну и опрокидывания. Здесь имеет значение *диссипация (энергии и информации)* и еще одно явление, вызывающее сглаживание, расползание волнового фронта или его *дисперсию* (от лат. *dispersio* – рассыпание). В дисперсионной среде различные по частоте спектральные составляющие волнового всплеска распространяются с разной скоростью, поэтому и происходит его уменьшение по высоте и расползание по ширине. Когда дисперсионные эффекты компенсируют нелинейные явления, возникает *солитон*, как волна постоянного профиля. Примером *солитона* на макроуровне является *цунами* – морская волна, до 50 м в высоту, распространяющаяся со скоростью до 1000 км/ч и возникающая после подводных землятресений в результате сдвига

вверх или вниз протяженных участков морского дна. В массе жидкости на макроуровне могут возникать *солитоны* другого типа – *групповые солитоны* или *солитоны огибающей*. Они предтавляют собой группу амплитудно-модулированных периодических волн, у которых *огибающая* описывается гиперболическим секансом [11]. Под *огибающей* обычно находится около 14-20 волновых гребней. В центре группы, таким образом, находится самый высокий, от седьмого до десятого, гребень. Отсюда происходит известное выражение *«девятый вал»*. *Групповые солитоны* описываются Нелинейным Уравнением Шредингера, поэтому их называют также *солитонами НУШ*. На микроуровне перспективными являются исследования возникновения *солитонов НУШ* в препаратах формирующихся ТЗГ в самом начале их дегидратации под влиянием различных физических воздействий. Сейчас понятно, что эти *солитоны* имеют электромагнитную, в том числе световую, природу и могут обусловливать явление *самоиндуцированной прозрачности,* когда после прохождения через непрозрачную среду мощного импульса света, среда просветляется. Известно, что среда непрозрачна, если имеет место поглощение света, а при большом количестве падающих фотонов все атомы среды в области прохождения света, поглощая их, перейдут в возбужденное состояние, и среда станет прозрачной. Это наблюдают при прохождении через непрозрачную среду переднего фронта светового импульса. Максимум импульса поглощается уже меньше, а его задний фронт стимулирует обратный переход возбужденных атомов среды в основное состояние. Излучаемая ими энергия возвращается световому импульсу, который проходит через среду. Сам импульс, естественно, содержит в себе группу электромагнитных волн (волновой пакет) требуемой частоты, т. е. может представлять собой *солитон НУШ*, который способен выполнять роль переносчика информации. В физике работы по использованию *групповых солитонов* для передачи информации по оптическим и другим волноводам ведутся широким фронтом. *Солитоны НУШ* связывают также процессы прохождение нервных импульсов в живых организмах и многие другие процессы в биологических системах. Предложена концепция живого организма, как многоуровнего ансамбля *солитонов*, роль которых в формировании СТС ТЗГ крови и ее препаратов является мало исследованной,

но весьма перспективной проблемой, связанной с *самоорганизацией* БЖ при их дегидратации.

2. Самоорганизация тезиограмм как поиск минимума затрат свободной энергии

Биологические динамические системы обладают способностью к *самоорганизации*. Многие макромолекулярные и надмолекулярные структуры клеток и БЖ представляют собой самоорганизующиеся и самособирающиеся системы. *Самоорганизация* систем реализует молекулярный подход к процессам, обусловливающим генетически запрограммированное развитие характерных структур органелл клеток, тканей, органов и целых систем. Совокупность таких процессов называется морфогенезом. Основой биологического и молекулярного морфогенеза является самосборка, действующая, начиная от простейшего взаимодействия атомов и молекул, двух субъединиц ферментов и кончая образованием сложных биологических структур, например, митохондрий. В природе широко распространены структуры кристаллов, грибков, бактерий, вирусов, макромолекул полиэлектролитов и молекул ДНК. Белковые молекулы, входящие в состав тканей и БЖ в организме – структурированы.

Рис. 60. Кристаллоподобная самоорганизация белковых структур (http://www.icompas.ru/compas/kristallografia/)

Все эти молекулы обладают *ближним* (вторичная структура) и *дальним* (третичная структура) *порядком*, уникальной генетически запрограммированной пространственной структурой,

определяющей все биологические особенности и функциональную активность белка [36].

В поиске оптимального приспособления организма к среде Природа использует естественную технологию фрактализации. Фрактализация, дисгармония и гармония в тезиографии привлекает внимание ученых разных специальностей. В ряде работ показано, что согласование функций всех важнейших органов при внешних воздействиях на организм животного или человека идет путем использования гармонических алгоритмов Золотой пропорции и ряда чисел Фибоначчи в задачах поиска адекватного приспособления к изменяющимся условиям среды [18]. Подобным алгоритмом оперирует Природа при *самоорганизации* БЖ в период формирования ТЗГ.

Анализ работ Н.Н. Воробьева (1992), Б.Л. Ван-дер Вардена (1979), H. Weil, (1952), проведенный В.В.Игнатьевым (1995), показал, что числа Фибоначчи в биологических системах встречаются чаще, чем это следует из теории вероятностей. Им отмечена также связь чисел Фибоначчи с задачами теории поиска. По-видимому, ведущие функциональные системы организама, в том числе и система крови, в процессе жизнедеятельности постоянно решают задачи поиска минимума затрат свободной энергии, как при осуществлении своих специализированных саногенетических функций, так и в процессе морфогенеза. Говоря математическим языком, живые системы решают свои поисковые (адаптационные) задачи в дискретно-числовых множествах. При этом минимизация свободной энергии биологической системы с заданной точностью происходит за некоторое ограниченное количество операций или тактов. В.В. Игнатьевым было найдено доказательство леммы о том, что во множестве чисел Фибоначчи существует план задачи «R», позволяющий за конечное число шагов (приближений) отыскать минимум свободной энергии биосистемы. Выведена также теорема о том, что n-шаговый фибоначчиевый план (Фn) является единым оптимальным n-шаговым планом поиска локального минимума затрат свободной энергии системы за n – шагов. В настоящее время эта теорема доказана для (n +1) шагового плана, который является оптимальным, то есть ведущим к наименьшей ошибке поиска. При этом можно считать доказательства справедливыми не

только для одиночного случая, но и тогда, когда аргумент определяемой функции сам может быть сложной монотонной функцией (степенной, показательной, логарифмической или сложной трансцендентной функцией).

С этих позиций рассмотрим непротиворечивое объяснение факта необычайной частоты нахождения в структурах и функциях биологических систем Золотой пропорции и соответствующих Золотых чисел.

Известно, что в ряду чисел Фибоначчи соседние числа (при стремлении номера чисел к бесконечности) становятся элементами деления целого интервала, отрезка, структуры и т.п. в среднем и крайнем отношении, близком к числу Фидия (*Ф)*. Чем большим временем для проведения поиска минимума затрат свободной энергии располагает живая адаптивная система, тем ближе она находится к Золотым числам 0,618 и 0,382….

В Природе любая, даже не живая, но динамичная система пытается минимизировать свои затраты энергии, направленные на обеспечение своих пропорций, устойчивых состояний, либо функций. Так *кристаллы* оптимизируют компоновку своих молекул таким образом, чтобы минимум свободной энергии затрачивался на формирование этой компоновки. Если *кристалл* не растворяется и не растет, то он находится в термодинамическом равновесии с маточной средой (раствором) [33].

Кристаллы являются примером дискретных систем, так как состоят из вполне конечной структуры молекул или атомов. В период формирования (роста) *кристалла* поиск минимума затрат свободной энергии происходит в дискретном множестве – в допустимом по законам Природы расположении и компоновке конкретного числа атомов или молекул. Наглядным примером дискретного множества может быть колода карт. Возможны различные варианты расположения этих карт – это множество, но оно дискретно, так как при любом расположении карт их совокупность остается колодой карт, а не, например, книг. Все оформленные неживые дискретные системы – считаются сформировавшимися и устойчивыми, так как находятся в минимуме своей энергии.

Живые системы также состоят из дискретных элементов – молекулярных комплексов, атомов, молекул, клеток, органов, систем, даже групп и популяций людей. При их формировании

Природа использует технологию, сходную с технологией *фракталов*. Так кристаллизация в живом организме (при росте кости) идет из простых одинаковых или подобных элементов путем наращивания структурных единиц. Здесь прослеживается использование организмом фибоначчиевых чисел на уровне молекулярных комплексов. Подобные наблюдения описаны и в отношении некостных структур – различных тканей растущего и формирующего свой саногенный потенциал организма. При этом, как только заканчивается построение клеточной функциональной системы, то начинает организовываться тканевая, органная, а затем более сложная функциональная система. Прежние мерки, которые применялись при росте молекулярной системы, становятся фундаментальными для последующих уровней организации, но могут оказаться неадекватными для более высоких уровней организации живого, поэтому закономерно уточняются Природой использованием *механизма поиска экстремума*. Подобные процессы происходят при организации и старении ТЗГ БЖ.

Любые развивающиеся биосистемы находятся в состоянии постоянного внутреннего поиска истинного минимума энергии. Живая биологическая система в процессе формирования приближается к его истинному энергетическому минимуму, но, и сформировавшись, все же не находит. В этом суть жизни и проблема живого. Если неживая система практически всегда находится в истинном энергетическом минимуме, то живая система лишь в какой-то мере приближается к нему, находит нечто близкое. Однако, поскольку любая живая система не может быть окончательно оптимальной, то, после некоторого приближения к минимуму, в результате его непрерывного поиска, она переходит на новый уровень организации, вернее нового поиска экстремума в другой плоскости или на другой ступени организации. Поиск минимума энергии организмом сопровождается изменениями его внутренних сред, и, это состояние отражается на потенциале БЖ к *самоорганизации* в период формирования ТЗГ.

Можно с высокой степенью допущения считать, что *неживые системы принципиально оптимальны*, а *природная живая система принципиально* всегда стремится к оптимуму своего развития, но никогда *не достигает экстремума (то есть неоптимальна)*. Она приближается к нему в экспоненциальном раз-

витии, в бесконечном стремлении, в вечном и полностью недостижимом процессе. Иллюстративны примеры из развития жизни на Земле. Так динозавры или мамонты были приближенно оптимальны в свое время к существовавшим условиям на Земле, но экспоненциальное развитие этих видов заставило по прошествии многих веков искать другой оптимум животного мира и вытеснить диназавров за счет других видов животных.

Упомянутая «стрела поиска» касается и более низких уровней организации живого, например, различных функциональных систем организма, включая систему крови и ее составные части, молекулы и даже атомы. Живые системы различных уровней организации, как и неживые системы, работают в дискретных множествах. Но множества неживых систем не имеют параметра времени и «забыв о времени» достигают оптимума и находятся (намертво) в нем сравнительно долго. Живые системы, выделившись из неживой природы, существуют во времени и в определенном для них временном интервале, «мечутся» в поиске своих минимумов энергии, полученной от энергии Солнца. Энергия в живых системах никуда не исчезает, она может лишь перерабатываться, переливаться, переходя из одной формы в другую. Объекты живой природы – нестационарны, поскольку имеют начало и конец (точки появления и смерти, которая с позиции *теории фракталов* является для живой системы *аттрактором*). Таким образом, живые системы не могут полностью достичь оптимума за время их существования, но в течение жизни вынуждены искать экстремум (максимум или минимум) некоторого функционала в дискретном саногенетическом (приспособительным к внешней среде) множестве. При этом Природой им предписано проводить поиск экстремума путем подбора комбинирования дискретных элементов, составляющих соответствующие, близкие к оптимальным, множества.

В вышеперечисленных примерах фактически рассмотрены либо *стационарные* либо *квазистационарные* системы или процессы. Первые из них имеют минимум свободной энергии. Вторые – разыскивают минимум затрат свободной энергии применительно к своему настоящему эволюционному этапу. Поиск этого минимума живыми объектами так же, как и в первом случае, определяется вторым началом термодинамики, но это нача-

ло проявляется в биосистемах, являющихся не стационарными, а динамическими, развивающимися во времени и адаптирующимися к конкретным условиям своей «жизни». Тезиографический процесс в отношении БЖ является сложным процессом, при этом дегидратация препаратов крови по сути представляет собой комбинационную систему живого и неживого в «в одном флаконе», хотя бы на ранней стадии формирования СТС. Неживые кристаллы чаще представляют собой совокупности либо атомов одного класса, либо молекул одного класса, либо представляют собой образования, состоящие из счетного множества сочетаний дискретных компонентов (например, *кристаллы* поваренной соли, хрусталя (SiO_2), *кристаллиты* и *кристаллы* ТЗГ). Все объекты живой природы – молекулы, субклеточные органеллы, клетки, также представляют собой счетные множества, то есть являются дискретными объектами. В этом видится их единство с объектами неживой природы.

Проводя поиск оптимума в дискретном множестве, Природа пользуется некоторым алгоритмом (планом), который может быть понят, если преобразовать теорему Воробьева в отношении трансцендентных функций. Различные системы ведут поиск экстремумов затрат свободной энергии, а значит, они не могут вычислять непрерывно из-за энергетических ограничений. Есть теоремы, которые показывают, что экстремум легко находится с помощью производных при вычислениях, проводимых шагами.

Допустим, максимум или минимум какой либо функции соответствует тому, что производная в этой точке равна нулю. При этом, если вторая производная отрицательная – это максимум, а если положительная – это минимум. В жизни многие системы не могут использовать производные, а вынуждены оценивать значения на интервалах. Пример: некая система разбивает (определяет) интервал, где она может существовать, например, в какой-либо части этого интервала. Производится подсчет, получается число, но экстремум еще не найден. Возникает новая задача, куда идти – вправо или влево, то есть нужно определить, где находится экстремум – справа или слева? Вновь производится поиск: система вновь разбивает анализируемый интервал, допустим слева, но если экстремум не найден, значит, поиск продолжается на интервале справа. Действительно, это разделе-

ние оказывается ближе к экстремуму. Но, чтобы к нему приблизиться еще, этот правый отрезок должен быть в простейшем варианте вновь разбит на равномерные участки, однако, ситуация с таким разбиением повторяется и процесс может затянуться. Если же интервал разбивается в Золотой пропорции ($1/\Phi$ = 0,62), по числу Фидия (Φ), то оказывается, что скорость поиска наиболее близкого к экстремуму пути существенно увеличивается. Это происходит за счет того, что если сначала проведена оценка на большом отрезке – 62 % и там экстремума нет, то при втором шаге оценки используется уже участок в 38 %, где экстремум может быть найден в 1,62 раза быстрее. Маленький отрезок также следующим шагом делится в Золотой пропорции и таким образом поиск точки нахождения экстремума ускоряется. Расчеты показывают, что любое другое рассечение оказывается менее оптимальным, поскольку дает большое количество шагов и требует больших затрат времени и энергии. Но, в действительности, для любой «ищущей» системы Природой запланировано определенное (причем минимальное из-за необходимости экономии энергии) число поисковых шагов. Оптимальное количество «поисковых» шагов оказывается связанным с числом Φ и числами ряда Фибонначи, так как соотношения их пар близки к числу Фидия. Живой организм использует для поиска экстремумов *Ф-ичную систему счисления*, не обязательно только арифметическую, возможно логарифмическую или с иной зависимостью от чисел Золотого сечения. Понятно, что система счисления для живого организма не может определяться какой-то одной пропорцией, но она может использовать множество различных вариантов, в основе которых лежит Золотое сечение. Введенные в обиход людьми метрические системы (метр, вершок, сажень, верста, локоть, фут, дюйм и др.) могут используются людьми. Однако Природа может их знать или не знать, как, например, не знать, что такое метр. Для Природы все системы измерения равны. Поскольку организм построен как фрактальная система Золотых пропорций или ее производных, для Природы локоть и фут также «понятен» как и метр, так как и в их основе находится *Ф-ичная система счисления*, где Φ может приниматься за единицу. Природе в поиске энергетического экстремума выгодно вместо натурального логарифма e исполь-

зовать *Ф*. Такая система счисления оказывается равномощна любому натуральному ряду чисел, то есть количество точек, которое можно описать с помощью этих чисел – то же самое. При этом возможно, что бесконечная дробь Золотой пропорции просто исчезнет. Доказательством, что это так и есть, является решение теоремы, которая обосновывает тезис, что Природа пользуется *Ф-ичной системой счисления*, поскольку все неоптимальные (неэкономичные, неэнергетичные) варианты ею отбраковываются. Природные явления в живом организме также сами выбирают Фибоначчиев ряд чисел, потому что другого счисления они просто «не знают». Природные системы при *самоорганизации* сами всегда выбирают то, что является оптимальным, а неоптимальное просто не используется. При этом любая термодинамическая Природная система стремится не к максимуму, а к минимуму своей свободной энергии. Таким же образом поиск экстремума Природа проводит, при реализации оптимального соотношения биохимических компонентов в крови, что обеспечивает адаптивное существование и развитие различных клеток, тканей и органов, и отражается на морфологии ТЗГ.

Итак, (n+1) шаговый план поиск экстремума можно считать оптимальным, ведущим к наименьшей ошибке поиска энергетического минимума в живых и неживых системах, в числе которых – системы формирующихся ТЗГ БЖ. С позиции поиска энергетического экстремума объясняется факт необычайной частоты нахождения в структурах и функциях биологических систем (включая систему крови). Золотой пропорции и соответствующих Золотых чисел. Чем большим временем для проведения поиска минимума затрат свободной энергии располагает живая адаптивная система, тем ближе она находится к Золотым числам 0,618 и 0,382… Отсюда вытекает, что *динамичную систему (живую и неживую), в том числе, кровь и ее препараты, а также ТЗГ можно считать оптимальной, если измеряемые ее параметры подчиняются фибоначчиеву типу поиска экстремума*. А именно, если какая-нибудь биофизическая или физиологическая величина представляет собой последовательный набор монотонных функций от чисел Фибоначчи, либо сами эти числа, то существует, по крайней мере, один экстремум, а сама система, которой принадлежит эта величина, является гармоничной (или оптимальной).

С позиций этой гипотезы можно объяснять наблюдение в ТЗГ крови и других БЖ регистрацию случайных флуктуаций параметров, неустойчивостей, а также спонтанное возникновение новых, более устойчивых конфигураций под влиянием внешних средовых воздействий. Процесс формирования ТЗГ БЖ связан с еще недостаточно исследованными превращениями энергии. В теории открытых систем внутреннее производство *энтропии* может быть скомпенсировано ее уменьшением за счет обмена энергии с окружающей средой. Если при этом *энтропия* системы уменьшается, то возникают неустойчивости и последующие нарушения равновесия, которые могут расти вплоть до крупномасштабных *флуктуаций*. Такие *флуктуации* могут вызывать переход системы в одно из возможных стационарных состояний, характеризуемых относительной устойчивостью и упорядочением, которое зависит не столько от вида или величины внешнего воздействия на систему, сколько от спонтанной перестройки самой системы. Подобная перестройка системы и называется *самоорганизацией или неравновесной термодинамикой* по И. Пригожину (1917–1983). Упорядоченные образования, возникающие в таких открытых системах в ходе необратимых процессов, получили название *диссипативных структур*. *Диссипация* (рассеивание) энергии в системе обеспечивает связь порождаемых *флуктуациями* коллективных форм движения системы – так называемых *равновесных мод*. Устойчивым конфигурациям этих мод как раз и отвечают возникающие упорядоченные структуры [16]. В детализации этих процессов перспективно использование теории *самоорганизации* (или *нелинейной динамики)*. Это поможет ответить на вопрос, откуда атомы «знают», в каком порядке им надлежит соединиться друг с другом, чтобы создать характерную для данного комплекса веществ кристаллическую решетку при росте кристаллов из насыщенного раствора. Для моделирования и предсказания возможных вариантов формирования тезиографических структур при кристаллизации БЖ следует уточнить законы проявления симметрии при быстрой кристаллизации в условиях неоднородного роста, когда *кристаллы* не могут вырастать совершенными, а образуются в виде *дендритов* [23]. Интересной проблемой тезиографии БЖ является разработка теории МИК – размером около 300 Å [6]. Дей-

ствительно, в первый период формирования ТЗГ возникают МИКи, содержащие лишь некоторое количество *наночастиц* (размер кристалла ~ 10^{-6} см и менее), которые приобретают совершенно необычные для практики свойства. МИК является аналогом гигантской кристаллической молекулы и содержит 10^6–10^8 атомов. Обычная молекула, потерявшая атом, становится молекулой-радикалом с повышенной реакционной способностью. Кристаллическая частица размером меньше размера МИКа является *субкристаллом* – аналогом молекулы-радикала. *Субкристалл* имеет повышенную удельную энергию (в расчете на атом) за счет дефицита массы, или количества атомов, относительно МИК. При этом возрастает взаимная потенциальная энергия U атомов *субкристалла*. За счет этого возникает дополнительное силовое поле $\partial U/\partial x = F$, где F – сила связи атомов, x – расстояние. *Субкристалл* становится центром сил притяжения для частиц окружающей среды – центром неспецифической адсорбции («активный центр»).

Рассмотренные в предыдущих главах материалы о влиянии на кристаллизацию БЖ различных физических и химических факторов, свойства МИКов, – свидетельствуют об особых свойствах *наночастиц*, которые могут стать самостоятельными разделами химии твердого тела (химия *субкристаллов* – «нанохимия») и биофизики («нанокристаллизация»). Эти новые разделы науки очевидно будут широко использоваться в развивающихся тезиографических технологиях.

Теоретические исследования тезиографии крови ее препаратов и других БЖ открывают новые пути ее практического использования в биологии и медицине в недалеком будущем.

Кристаллизация из раствора сама по-себе является *природной нанотехнологией*. Сегодня ученые под *нанотехнологией* понимают отрасль молекулярной технологии, ориентированную на получение устройств, роботов и веществ с заданной молекулярной структурой, при их производстве атом за атомом. *Наномедицина* по каноническому определению ведущего учёного в данной области Р. Фрейтаса это «слежение, исправление, конструирование и контроль над биологическими системами человека на молекулярном уровне, используя разработанные наноустройства и наноструктуры». Подавляющее большинство объектов молеку-

лярной биологии и значительная часть объектов клеточной биологии попадают в диапазон наноразмеров. Биология и медицина всегда имели и имеют дело с наномашинами, только они устроены иначе, чем их искусственные электронные и механические аналоги, но это не значит, что они менее эффективны. Кроме того, сегодня развиваются процессы сращивания медицины и технических дисциплин: создаются машины, совмещающие в себе «наработки» живой природы и достижения наноэлектроники. Так уже сейчас есть возможность исследовать оптические свойства различных биообъектов с исключительно высоким пространственным разрешением, превышающим разрешение обычного оптического микроскопа, которое ограничено пределом дифракции света, т.е. он не может разрешить два отдельных объекта, если расстояние между ними меньше 200 нм [34]. *Медицинские нанотехнологии* направлены на разработку самореплицирующихся (саморазмножающихся) систем на базе биоаналогов – бактерий, вирусов, простейших, создание нанолекарств, микророботов и микроманипуляторов, позволяющих изменить технологии лечения самых тяжелых заболеваний. В таких исследованиях и разработках возможности кристаллографических методов исследования различных биологических субстратов весьма значительны. В последние годы появились работы ученых, выполненные на трансмиссионном микроскопе, посвященные обнаружению *кристаллов* в различных биосубстратах при опухолевых, воспалительных и некоторых других процессах. Кроме кристаллов *Na*-урата, при подагре были обнаружены более мелкие кристаллы неясной природы. С помощью световой и электронной микроскопии в клетках опухолевой ткани так же обнаружены кристаллоидные тела. Многие исследователи нашли в опухолевой ткани слюнных и околоушных желез *кристаллоиды*, богатые тирозином, представляющие собой смесь различных белков неопределенной формы, и коллагеновые *кристаллоиды*, состоящие из различно расположенных волокон коллагена (звездчатые структуры). В капиллярах гемангиобластомы мозжечка выявлены кристаллоидные тела круглой, овальной или полигональной формы неустановленной природы, локализованные вблизи клеточного ядра или цитоплазматической мембраны, имеющие ленточную или гексагональную субструктуру. В опухолях гипофиза (адено-

ме), поджелудочной и щитовидной желез многие авторы обнаружили кристаллический амилоид [36, 37].

Прикладное значение в медицинской и биологической практике приобретет научная систематизация элементов, формирующихся в тезиографических препаратах Продолжение исследований в плане видовых и индивидуальных структурно-морфологических отличий ТЗГ БЖ могут внести свою лепту в установление индивидуальности конкретного человека с точностью до наноструктур. Весьма перспективным представляется кристаллооптический анализ, основанный на определении веществ по кристаллооптическим константам: показателям преломления, двупреломления, углу между оптическими осями, знаку удлинения, углу погасания и др. Кристаллооптический анализ имеет ряд преимуществ перед химическим анализом. Главное достоинство – высокая специфичность, так как каждое кристаллическое вещество имеет присущие только ему оптические константы, в то время как форма *кристаллов* может быть абсолютно одинаковой и у совершенно различных по химическому строению веществ. С помощью кристаллооптического анализа можно различать вещества одинакового химического состава (изомеры, полимеры). При этом сложность химического состава не имеет значения, а наличие примесей не мешает определениям. Кроме того, для анализа тезиографических препаратов требуется незначительное количество вещества при отсутствии каких-либо реактивов.

При этом существенно улучшить разрешение позволит лазерное сканирование вместе с конфокальной оптической схемой (*конфокальный лазерный микроскоп*). Эта система уже позволяет перейти к разрешению до 170 нм. Отечественная система «ИНТЕГРА Солярис», производимая на основе сканирующей ближнепольной оптической микроскопии, позволяет получать разрешение до 30 нм. В недалёком будущем разрешение можно будет улучшить ещё почти на порядок. При этом цена такой машины вполне сопоставима с ценой *лазерного конфокального микроскопа.* Компания НТ-МДТ в Российской Федерации выпускает целую линейку новых моделей биологических приборов на платформе ИНТЕГРА. Биологические образцы можно исследовать, применяя оптический, лазерный конфокальный и *атомно-силовой микроскопы* (АСМ). Оптический микроскоп позволяет визуализировать внутренние структуры клетки, с помощью

АСМ измеряют физические свойства поверхности (эластичность, жёсткость и т.д.). Нанолаборатория ИНТЕГРА-Спектра дает возможность применить *спектроскопию*, т.е. изучить химический состав образца в некоторой локальной области. Нанолаборатория ИНТЕГРА-Томо объединяет возможности *ультрамикротома* и АСМ и позволяет реконструировать в виде трёхмерной модели внутреннюю структуру залитых в смолу образцов с разрешением в несколько нанометров. Считается, что эти приборы в биомедицинском направлении *нанотехнологий* будет самым перспективным в ближайшие 10–15 лет [29].

Дальнейшее изучение физико-химических свойств *кристаллов*, образующихся в биологических субстратах, позволит расширить сферу приложения кристаллографического метода в медицине. Техническая простота, отсутствие потребности в дорогостоящей аппаратуре и реактивах, позволяют использовать этот метод в любой клинико-биохимической лаборатории [36]. Процесс кристаллизации из раствора можно изменить при БАЖ при электролизе без диафрагмы, имеющий нанотехнологическое обоснование. Использование этого эффекта позволит разработать новые технологии для получения веществ с заданным составом и свойствами, например с резонансной кластерной структурой [12].

В биологических и медицинских исследованиях кристаллографические методы диагностики можно использовать для диагностики различных патологических состояний организма животных и человека. Современные лабораторные методы, в числе которых тезиография, в будущем позволят найти ключ к высокодинамичным связям самих БЖ с состоянием органов и систем. Путем обнаружения таких связей может стать перевод БЖ в твердую фазу [17, 43]. Как считают авторы публикации http://treskunov.narod.ru/mikrodeformatsija.html отдельным направлением тезиографических исследований может стать оценка микродеформации молекулярных и клеточных структур под влиянием терапевтических и сверхмалых доз физико-химических воздействий на биологические ткани. Это связано с тем, что установлена универсальность *механизма микродеформации* изменения структуры макромолекул ДНК, клеток-рецепторов, биологических тканей с полимодальной или разно-

направленной дозовой, а также временной зависимостью реакции биологических тканей, на различные сочетания физико-химических воздействий при фазовых переходах.

Анализ процессов *самоорганизации* и развития в процессах кристаллизации из раствора сложных по молекулярному составу биологических компонентов потребует разработки программных продуктов, позволяющих сделать новый шаг в распознании патологических отклонений в основных физиологических системах организма человека. Программы такого рода позволят определить значение той сжатой информации о состоянии организма, которую структура БЖ запечатлела в себе. С их помощью в перспективе могут быть определены надежные маркеры различных заболеваний, а также состояний индуцируемых воздействием на организм внешних физических, химических и биологических факторов. В ближайшие годы исследования ТЗГ цельной крови и ее жидкой части плазмы, *тромбоконцентратов* и других гемопрепаратов позволят более надежно решать проблемы криоконсервирования органов, тканей и жидких биосубстратов, а также вести контроль за сохранностью этих биопрепаратов в процессе длительного их хранения [27, 32, 36].

Биологические системы способны собирать строительные блоки размером в несколько нанометров в морфологически безупречные и функционально сложные структуры. Эти структуры отличаются регулируемым размером и однородностью состава. Подобные материалы обычно пластичны и состоят из поразительно простого набора молекулярных строительных блоков (липиды, белки и нуклеиновые кислоты), объединенных в сложные конструкции. Исключительная избирательность комплементарных биологических молекул дает возможность контролировать процесс формирования комплексов на основе неорганических структурных блоков, таких как наночастицы металла или полупроводникового материала. Самоорганизующиеся монослойные структуры используют в качестве матрицы для пространственной организации *нанокристаллов*, а в ряде случаев – для ковалентного связывания *кристаллов* полупроводника с поверхностью металла. Удалось получить сетевые *наноструктуры* из *кластеров* наночастиц золота с помощью дисульфидных связей, а также из *наночастиц* оксида железа с помощью

взаимодействия стрептавидин-биотин. Представляется возможным в недалеком будущем использовать способность биомолекул распознавать определенные грани кристаллов и даже атомный состав неорганической фазы. Для этого следует ответить на вопрос о том, как биомолекулы оказывают регуляторное воздействие на фазы кристаллизации и кристаллографическую ориентацию. *Нанотехнология*, основанная на имитации биологических механизмов (так называемая *биомиметика*), обещает стать полезным инструментом прогресса в области кристаллографии биологических и других макромолекул, а также в области наноэлектроники и наноробототехники. Распознавание на биомолекулярном уровне причин и порядка эволюции белков позволит разработать молекулярные механизмы проектирования и синтеза неорганических нанокристаллов с заранее программируемыми свойствами. На химическом уровне приходится иметь дело с огромным числом атомов и молекул: всего 1 пикомоль вещества содержит 10^{12} молекул. При наноконструировании спуск с макроскопического уровня (технологии «сверху вниз», с использованием все более точных и дорогостоящих инструментов, ныне заменяется технологией «снизу вверх» [44].

Тезиографические методы могут дать дополнительную информацию о взаимодействии макросистем организма с живущими на поверхности наших тканей вирусами, грибками, бактериями, включая шарообразные нанобактерии диаметром от 20 до 100 нанометров, по сравнению с которыми большинство вирусов выглядят великанами. Считалось, что у таких живых микрообъектов нет ресурсов для размножения. Однако они размножаются [39].

Нанотехнологии обещают новые возможности в лечении опухолевых заболеваний. Уже есть опыт использования *наночастиц* для улучшения эффективности онкологических препаратов, с помощью которых можно точнее доставлять препараты к опухоли, применять меньшие дозы препаратов, что уменьшает число неприятных побочных эффектов. С помощью наночастиц легче уничтожить раковые клетки в организме, поскольку наночастицы могут не только быстро донести до злокачественной клетки химиопрепарат, но и заблокируют рецепторы, отвечающие за образование новых опухолевых клеток [35].

В связи с проблемами криоконсервирования крови, костного мозга, тканей и различных биологических жидкостей грядущая «эра нанотехнологии» подразумевает разработку простых молекулярных устройств, способных входить в клетки, блокировать их молекулярные машины и структуры с помощью установления перекрестных связей, например, как молекулы глютарового альдегида. Но будут создаваться другие молекулярные устройства, способные замещать воду и плотно упаковывать себя вокруг молекул клетки. С помощью безупречных процессов витрификации появится возможность плотно упаковывать стекловидные протекторы вокруг молекул каждой клетки с целью достижения биостаза.

В настоящее время во многом не решенной проблемой является криосохранение клеток, тканей, жидких биосубстратов. Это связано с тем, что замораживание повреждает клетки настолько тонким образом, что часто это не причиняет долговременного вреда. Поэтому из замороженной спермы регулярно получаются здоровые дети. Криобиологи активно исследуют способы замораживать и оттаивать жизненно важные органы, чтобы дать возможность хирургам сохранять их для дальнейшей имплантации. Перспективными становятся разработки нанопроцедур биостаза. Будущие хирургические наномашины, полученные с использованием холода, введенные в сосуды человека будут способны очищать их изнутри, что откроет пути к нормализации функционирования всех тканей [40, 41].

Вышеизложенное раскрывает лишь некоторые перспективы теоретического исследования и практического использования тезиографии на благо человека и его здоровья. Эти и многочисленные другие примеры убеждают в том, что исследования препаратов кристаллизующейся крови, ее препаратов и других БЖ могут быть перспективными для решения общебиологических задач сохранения здоровья человека, профилактики заболеваний и их лечения. Можно надеяться, что уточнение в ближайших исследованиях нерешенных вопросов, устранение методологических неточностей, позволят включить тезиографические исследования крови и ее препаратов в стандарты Минздравсоцразвития по обследованию больных.

Современные технические возможности исследования живых объектов, их структур и жидкостей, вплотную подошли к исследованию *естественных нанотехнологий*, одной из которых является кристаллизация и растворение. Изучение *самоорганизации* крови и других БЖ в процессе кристаллообразования позволит уточнить информационное значения СТС существенно обезвоженных препаратов плазмы и сыворотки крови. Это может иметь значение для оценки качества длительно хранящихся препаратов крови, оценки жизнеспособности ее клеточных элементов и сохранности структуры функционально значимых белковых и других молекул. Высокая чувствительность тезиографических тестов к различным воздействиям внешней среды и к изменениям функционального состояния организма в перспективе позволяет уточнить причины ряда патологий на клеточном, молекулярном, а также на нанометровом уровнях.

Литература к главе 6

1. Алехин О. С. Бобров А. П. Герасимов В. И. Зарембо В. И. Некрасов К. В. Саргаев П. М. Суворов К. А. Способ управления процессом кристаллизации // Патент РФ № 2137572. (12.29. 1998).

2. Бельская Л.В. Зубные и слюнные камни – химический состав, генетические особенности: Автореф. дис. … канд. хим. наук.– М., 2009.– 24 с.

3. Бурлакова Е.Б. Особенность действия сверхмалых доз биологически активных веществ и физических факторов низкой интенсивности // Российский химический журнал.– 1999.– Т. 43, № 5.– С. 3–11.

4. Бурлакова Е.Б., Голощапов А.Н., Жижина Г.П., Конрадов А.А. Новые аспекты закономерностей действия низкоинтенсивного облучения в малых дозах // Радиац. биология. Радиоэкология.– 1999.– Т. 39, № 1.– С. 20–34.

5. Браже Р.А., Мефтахутдинов Р.М. Концепции современного естествознания. Часть 2: Учебн. пособ.– Ульяновск: Ульяновский гос.техн. ун-т, 2003.– 130 с.

6. Веснин Ю.И. Вторичная структура кристаллов: субкристалл как элементарный носитель свойств нанокристаллических материалов. Т. 8. Молекулярно-селективные и нелинейные явления и процессы. Физико-технические проблемы нетрадиционной энергетики. Физико-технические проблемы ядерной энергетики. Физическая химия растворов. Ультрадисперсные (нано-) материалы // Научная сессия МИФИ-2003.– С. 287–288.

7. Кидалов В.Н., Хадарцев А.А., Багаутдинов Ш.М., Чечеткин А.В. Постоянство непостоянного в тезиограммах препаратов крови (к стандартизации исследований кристаллизации биологических жидкостей // Вестник новых медицинских технологий.– 2008.– Т. XV, № 4.– С. 7–12.

8. Кидалов В.Н.,Хадарцев А.А.,Цогоев А.С. Тезиографические исследования крови и их практические возможности // Вестник новых медицинских технологий.– 2004.– Т. XI, № 1–2.– С. 23–25.

9. Кидалов В.Н., Сясин Н.И., Хадарцев А.А Якушина Г.Н. Жидкокристаллические свойства крови и возожности применения в нетрадиционных медицинских исследованиях // Вестник новых медицинских технологий.– 2001.– Т. IX, № 2.– С. 25–27.

10. Кисель В.П. Нетрадиционные природные ресурсы. Инновационные технологии и продукты // Сб. научных трудов.– Вып. 6.– М.: РАЕН, 2002.– С. 328–329.

11. Кудряшов Н.А. Нелинейные волны и солитоны // Соросовский образовательный журнал.– 1997.– № 2.– С. 85–91.

12. Леонтьева Е.В., Широносов В.Г. Получение нового класса веществ на основе бесконтактной активации жидкостей // Сб. тезисов ВНКСФ-13: "МИС-РТ"-2007.– Сборник № 40-3.– Ростов-на-Дону – Таганрог, 2007.– С. 109–110.

13. Майстренко Е.М. Кристаллографические и кристаллоскопические исследования в комплексной диагностике и оценке результатов лечения заболеваний слюнных желез: Автореф. дис. … канд. мед. наук.– Пермь, 2003.– 27 с.

14. Минц Р.И., Кононенко Е.В. Мезофазы в организме человека // Архив патологии.– 1981.– Т. 43.– Вып. 7.– С. 3–12.

15. Петухов С.В. Биосолитоны – тайна живого вещества. Основы солитонной биологии.– М.: ГП Кимрская типография, 1999.– 288 с.

16. Пригожин И., Стенгерс И. Порядок из хаоса.– М.: Мир, 1986.– 131 с.

17. Савина Л.В. Кристаллоскопические структуры сыворотки крови здорового и больного человека.– Краснодар: Сов.Кубань, 1999.– 96 с.

18. Суббота А.Г. «Золотое сечение» («Sectio aurea») в медицине.– СПб, 1994, 1996.– 114 с.

19. Трубецков Д.И. Турбулентность и детерминированный хаос // Соросовский образовательный журнал.– 1998.– № 1.– С. 77–83.

20. Чашечкин Ю.Д. Природа формирования структур в неоднородных жидкостях // Морфология биологических жидкостей в диагностике и контроле эффективности лечения: Сб. науч. тр.– М., 2001.– С. 5–7.

21. Широносов В.Г. Способ получения твердого вещества из кристаллизуемой жидкости // Патент RU 2316374.

22. Шредер М. Фракталы, хаос, степенные законы. Миниатюры из бесконечного рая.– Ижевск: НИЦ «Регулярная и хаотическая динамика», 2001.– 528 с.

23. Щербаков А.С. Самоорганизация материи в неживой природе. Философские аспекты синергетики.– МГУ, 1990.– 130 с.

24. Федер Е. Фракталы.– М.: Мир, 1991.– 290 с.

25. http://www.vmdaily.ru/article.php?aid=45878

26. http://ezotera.ariom.ru/2007/01/16/nano.html

27. http://markedes.livejournal.com/23260.html

28. http://www.zelao50.ru/articles/index.php?ELEMENT_ID=337

29. http://www.strf.ru/innovation.aspx?CatalogId=223&d

30. http://www.nanometer.ru/2008/03/15/12055371707178.html

31. http://www.duhra.ru/article/five/

32. http://www.express-akaz.ru/index.php4?sID=236&iID=1621

33. http://041.help-rus-student.ru/text/012.htm

34. http://www.nanotechnology.bessmertie.ru/nano-main.html
35. http://www.zdr.ru/news/2008/07/18/nanochastitsy-pomogajut-lechit-rak/index.html
36. http://www.i-compas.ru/compas/kristallografia#mod_2
37. http://doctor.8-00.ru/news228.html
38. http://treskunov.narod.ru/mikrodeformatsija.html
39. http://www.nanoware.ru/mednews/p2_articleid/63
40. http://www.nanotechnology.bessmertie.ru/sta.nan20.
41.http://www.nanometer.ru/2008/11/13/12265716419405_54492.htmlshtml
42. http://www.c-o-k.com.ua/content/view/221/0/
43. Mikhailenko M. A., Drebushchak T. N., Drebushchak V. A., Boldyreva E. V., Boldyrev V. V. Synthesis and characterization of sulfathiazole-pyridine solvate polymorphs // J. Crystal Growth. 2005. V. 274. P. 569–572.
44. Nadrian C. Seeman and Angela M. Belcher Emulating biology: Building nanostructures from the bottom up// Proceedings of the National Academy of Sciences. April 30. 2002. V. 99, Suppl. 2; 6451–6455.
45. Oddo J.E., Tomson M.B. Контроль отложений. Прогноз и обработка, или как компании оценивают проблемы отложений и в чем они ошибаются // CORROSION.– 1992.– 92, N 34 (Houston, TX. Nace International).

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Многочисленные тезиографические исследования также показывают, что разнообразные химические и физические воздействия, наряду с широкой гаммой влияния на весь человеческий организм, на его системы, органы, ткани, клетки, изменяют характер кристаллизации БЖ. В формировании СТС БЖ проявляются многие биофизические и биохимические закономерности кристаллизации из раствора, а также малоизученные до сих пор процессы, протекающие на субатомарном и атомарно-молекулярном уровне, процессы *самоорганизации* БЖ при потере ими воды, включая реакции образования автоволн, вихреобразования, кристаллизации смеси сложных биологических молекул, многие, из которых несут существенную информационную нагрузку. В нынешний период развития *нанотехнологий* прогресс в этих исследованиях может быть связан с изучением сильных и слабых воздействий, влияющих на характер *самоорганизации* БЖ на первичных уровнях организации Природы (на субатомарном, атомарном и молекулярном). При этом для биологии и физиологии важно, что даже слабые воздействия на атомы и молекулы могут быть «переданы» на уровень целостного макроорганизма опосредованно, через те или иные носители, включая информационные [7]. Доказано, что информационные сигналы способны в короткие сроки изменять состояния клеток и жидких сред организма, влияя на поляризацию молекул и структур, способных поляризоваться с невероятными скоростями. Самые быстрые химические реакции происходят за 10^{-6}с. в то время как электронная поляризация диэлектриков, которыми являются биополимеры, совершается за 10^{-13}–10^{-11}, ионная – 10^{-13}–10^{-11}, ориентационная – 10^{-10} с [8]. Из полученных в настоящее время материалов, касающихся тезиографии, особый научный интерес вызывают процессы, связанные с информационным обменом и откликом самоорганизующихся систем на слабые воздействия физических факторов, включая во многом еще неисследованные влияния энерго-информационных матриц. Наблюдения за *самоорганизацией* ТЗГ крови и ее препаратов дают основание заключить, что в этом процессе проявляется целый ряд природных

паттернов оперирования информацией, скрытой в жидких, жидкокристаллических и кристаллических структурах.

Физики, биофизики и биологи давно исследуют возможности оценки информационных процессов, связанных с белками, с их конформационными изменениями в клетках и в жидкой среде. Проводятся опыты по выявлению особенностей кристаллизации в биосредах, воспринявших ту или иную информацию от мало интенсивных внешних факторов среды [6].

Стало понятным, что информация является вместе с энергией и веществом, третьей важнейшей сущностью как микромира, так и макромира. В общем плане под *информацией понимаются сведения, которые хранятся в различных носителях: в радиосигналах, потоках других излучений, в рельефе ключа, позволяющего открыть «свой» замок, в сложных структурах биологических молекул, что позволяет живым клеткам вырабатывать специфические белки для определенных тканей или иммуноглобулины для уничтожения вредных микроорганизмов*. Значительный объем информации хранится в сформировавшихся ТЗГ. *Информация* обладает пятью основными свойствами: ее можно собирать, хранить или запоминать, передавать, обрабатывать или преобразовывать и использовать. И вместе с тем *информация* – это первичный и неопределяемый термин, даже в информатике. Отсутствие четкого определения не мешает, однако, проводить измерения объема информации и обрабатывать его. Однако смысл и значимость информации – понятия сугубо субъективные, свойственные человеку.

В физиологии считается, что регуляция процессов биологического синтеза у человека за счет микроэнергетической и микроэлементной «подкачки» сопряжена с нестабильными состояниями микроструктур и сред организма с быстро меняющимися параметрами. В случае хаотического информационного «душа» – попадания на самоорганизующуюся систему сразу нескольких потоков биологически значимой информации – отдельные организмы и их структуры реагируют по-разному вследствие вероятностного характера изменений динамических структур биологической материи. Направленная узко ограниченная когерентная информационная биоэнергетическая «струйка», может привести к стабилизации и формированию микроструктур и сред

конкретного организма. Если учесть, что при таком воздействии на биообъект не используются полученные по специальным технологиям фармпрепараты, антибиотики, гормоны и другие биологически активные вещества, то становится очевидным, что организм человека способен вычленять из «душа» неспецифических сигналов нужную компоненту, которая запускает такую же цепь восстановительных саногенетических реакций, как и специфическое, несущее химическую информацию вещество (лекарственный препарат, фермент и т.п.).

Если исходить из того, что вещество – это одна из форм энергии (второй такой формой может быть свет), то человек и его системы с этих позиций представляют собой нечто большее, чем сумма химических соединений. Ему, его системам, в том числе крови, а, следовательно, и ТЗГ, сформировавшимся из крови и БЖ, присущи свойства голографичности и биоэнергетичной матричности. При исследовании клеток, их ультраструктур, молекул – на атомарном и микромолекулярном уровне складывается впечатление, что мельчайшие порции вещества представляют собой «застывший свет». Конечно, между клетками имеется тонкоэнергетическое взаимодействие, похожее на взаимодействие электронных вибраций. Это взаимодействие можно изменить за счет информации, привносимой в систему с помощью гомеопатически малых внешних энергетических стимулов (толчков). По мнению Р. Гербера существуют и обратные потоки информации [5]. С этих позиций капля крови представляет собой динамически изменяющуюся голограмму, «живой букет информации», а не застывший моментальный ее снимок, отражающий предшествующие воздействия. Умозрительно, можно заключить, что капелька крови способна оставаться в динамическом равновесии со своим источником, даже если ее отделяет от этого организма значительное расстояние. А поскольку каждому организму свойственны свои частотные характеристики крови, то ее индивидуальность может быть (вероятно, на некоторое время) изменена посредством переливания крови. В соответствии с этой гипотезой (гипотеза системы терминального отражения в организме), высказанной А.И. Гончаренко, при этом могут быть нарушены тонкие (психоэнергетические) связи между целым организмом-хозяином и отдельными объемами крови, что должно отразиться на молекуляр-

ной структуре ее составных частей, и, следовательно, на морфологии элементов ТЗГ.

Обработка *информации – есть ее преобразование из одного вида в другой по строгим правилам*. Любые воздействия различных факторов среды могут быть безразличными для одних структур организма, если они ниже порога возбуждения этой структуры (пример – постоянный теплый ветерок на пляже) и слабыми, но небезразличными для конкретной ткани, органа или биологической жидкости (пример – реакция сетчатки глаза на единичные фотоны света после успешного лечения атрофии сетчатки может зародить у больного надежду на выздоровления).

Информационные системы характеризуются: *информативностью – I (информационной удельной мощностью) в бит/ с.см.* или бит/с.г массы; *энергетичностью – E или удельной мощностью в Вт/см.*^{3} или потоком мощности в Вт/см^2, *жизнеспособностью (витальностью*) системы – *I/T* в бит/Дж. Нынешнее развитие техники идет по пути подражания природным *нанотехнологиям*: от систем с высокой энергетичностью, но малой информативностью к системам с огромной информативностью с минимальной энергетичностью (сюда можно отнести сформировавшиеся ТЗГ БЖ) или к чисто информационным системам. Наиболее гармонично устроенным природным оператором *информации*, успешно работающим с ней как с существенно энтропийным процессом, является человеческий организм в целом, и его мозг, обладающий свойством сознания. В памяти мозга, в отличие от искусственных ЭВМ, имеется фильтр (код) формирующий функцию распределения смыслов, поэтому организм способен читать *информацию* представляемую извне посредством химических сигналов малой информационной емкости, генерацией импульсов – потенциалов действия (как свертки информации), за счет жидкокристаллических конструкций, например генов – вещества хромосом, и, возможно, за счет «био-СВЧ» – сверхвысоких электромагнитных излучений, генерируемых каждой биосистемой [2, 6].

Поскольку информационно значимыми могут быть сигналы с очень низкой энергией, о реакции информационного характера на стимул говорят тогда, когда система (живой организм) реаги-

рует на него с затратой (или выходом) значительно большей энергии, чем привнес данный стимул. Примеры: реакции глаза на единичные фотоны света, реакция пробуждения у молодой матери, когда во сне забеспокоится ее ребенок (реакция на слабый шорох, и т.п.). Если к слабым воздействиям на организм и его структурные компоненты отнести влияния всех известных внешних факторов, к которым организм хорошо адаптирован, либо приспосабливается при первых контактах без дизадаптационных функциональных расстройств и без инициации цепи ответных реакций, ведущих к возникновению заболеваний, то в перечень этих факторов могут попасть низкоэнергетичные излучения, гомеопатические дозы лекарственных и, вообще, химических веществ, воздействия непатогенных микроорганизмов.

С этой позиции нельзя считать слабым воздействием влияние малых инфицирующих доз вируса, которые через некоторое время все же вызовут патологические изменения в организме. Слабые воздействия, однако, могут иметь информационное значение для организма или какой-либо его системы, поскольку сверхслабый стимул, иногда способен вызывать в организме формирование памяти на уровне атомов, молекул, субклеточных, клеточных, тканевых и органных образований.

В природе существуют источники различных видов информации, от полевой, электрической, молекулярно-химической до различных типов биологической. Новыми искусственными источниками информационного воздействия являются энерго-информационные преобразователи, которые способны в период их создания или вовремя *самоорганизации* такого преобразователя запоминать, длительно сохранять и «излучать» или передавать информацию другим объектам физической природы. Процесс кристаллизации и аморфизации в ряде технологий является основой для записи информации на носитель. Пример: в слоях аморфной системы теллур – мышьяк–германий процесс записи состоит из двух шагов. Вначале пленка предварительно закристаллизовывается с помощью инжекционного лазера, затем происходит собственно запись информации, для чего используется процесс быстрой аморфизации (порядка 10^{-4} с) рабочего материала в тех участках, куда попадает луч лазера. Объект освещается сканирующим лазерным лучом, а сканирование осуществ-

ляется с помощью отклоняющей системы, представляющей собой решетку вращающихся призматических полупрозрачных зеркал. Когерентные линейно поляризованные в одной плоскости волны достигают разноудаленных частей объекта в разных фазах. Носитель освещается опорным когерентным светом; на него также направляются и отраженные волны. В зависимости от соотношения фаз опорных и отраженных световых волн происходит усиление интенсивности света, достигающего носитель, в кратное число раз (в 4 раза, например), когда волны находятся в фазе, и ослабление (в 4 раза), когда они в противофазе. При других значениях разностей фаз получаются промежуточные значения величин интенсивности поступающего на носитель света. В результате на носителе образуются светлые, затемненные и темные пятна, складывающиеся в интерференционную картину, которая и представляет собой записанную *информацию* [9]. Вероятно, в Природе существуют естественные подобные (волновые) способы записи электромагнитной, световой, звуковой и т.п. при кристаллизации различных растворов.

Перенос *информации* может осуществляться также самыми различными носителями и путями. Наряду с общеизвестными, вероятна передача *информации* без переноса массы, как это было показано в опытах с зернами маша (бобами) когда химический ингибитор, способный угнетать прорастание семян в растворе, вызывал тот же эффект при опосредованном воздействии. Ингибитор помещался в раствор в запаянной ампуле. По-видимому, вода считывала *информацию*, тормозящую прорастание бобов, из запаянной ампулы от ингибирующего раствора. Экспериментаторы утверждают, что это свойство вода сохраняла при комнатной температуре до 2 часов, а в холодильнике – до нескольких суток, после чего записанная ей ингибирующая рост *информация* исчезает (диссипирует*)* [6]. Информационным путем могут предаваться такие параметры как pH, вязкость, кондуктометрические характеристики и характеристики воды или сложнокомпонентной жидкости, записываемые с помощью ядерно-магнитного резонанса. Информационная система характеризуется источником *информации*, передатчиком и ее приемником. Кардинальным свойством живой системы-приемника является способность извлечения полезной информации из сре-

ды и формирования памяти как об адекватных, так и о сверхсильных и слабых воздействиях.

Хорошо установленным фактом является то, что ИК- и лазерные излучения, миллиметровые волны оказывают разнящиеся эффекты при воздействии на весь организм, обширные зоны его поверхности, либо на БАТ акупунктуры. Также как и излучения, упомянутые выше, длинноволновые излучения, вероятнее всего, поглощаются не микроскопическими анатомическими образованиями, а эфемерными структурами, такими как нестабильные водные *кластеры*, жидкокристаллические субструктуры различной текстуры. Это может объяснить заметные биоэффекты гомеопатических доз некоторых лекарств и микроэлементов, а также изменения кристаллизационной картины растворов этих лекарств, при постановке тезиографических тестов. Однако упомянутые образования не являются устойчивыми во времени, поэтому списанная или считанная *информация* может быстро разрушаться.

К примерам слабых воздействий можно отнести коррекцию состояния организма с помощью витаминов, гомеопатических средств, аэроионов и ароматов, светомузыки и обычной речи, касаний, поглаживаний и пассов рук человека. В России запатентован метод коррекции состояния здоровья пассами рук, принадлежащий Джуне. Можно с достаточной степенью уверенности предположить, что в ряде случаев высокая чувствительность рук, особенно пальмарных частей кистей к слабым (информационным) воздействиям, способность к ретрансляции биологически значимой *информации* обусловлена рядом причин: функционально и анатомически кисти построены по гармоничному алгоритму, кисти имеют обширное представительство в функциональной части коры головного мозга, в кистях особая капиллярная сеть с качественными особенностями на кончиках пальцев, особая скорость и направленность движения клеток крови, особенности их функциональных и ультраструктурных свойств в этом регионе. Это обусловливает «выброс» различных видов энергии при изменении направления кровопотока по петлистым капиллярам кончиков пальцев. Кисти рук характеризуются особым распределением кожных рецепторов, наличием большого количества складок – зон переноса (транс-

формации) энергий от «плюса» к «минусу», от «да» к «нет», от янь к инь, а также постоянным изменением векторов функций от сгибания к разгибанию, от сжатия к распрямлению, от супинации к пронации и т.д., различными плотностями электрических зарядов на кончиках разных пальцев, различной зональной биохимической активностью кожных покровов, особенностями насыщения тканей кислородом, отличиями различных участков кистей в способности поглощать, преломлять и рассеивать электромагнитные излучения различных диапазонов – от светового до ИК и СВЧ. Все это может объяснить наблюдавшийся феномен изменения структуры ТЗГ крови под влиянием комплекса биологических полей (особого динамичного комплекса физических полей) ладони при ее расположении над формирующимся тезиографическим препаратом.

В обыденном сознании существует особое отношение к крови. Эта «магия» крови, основанная на суевериях, вместе с тем в последнее время получает как бы свое научное оправдание. Именно кровь нередко становится плацдармом для развития самых разных ответных реакций организма на стрессорные, эустрессорные и слабые информационные воздействия внешней среды. Малоинтенсивные для масштабов организма процессы (микроциркуляция, клеточное дыхание, антигенный гомеостаз и дифференцировка), могут оказаться первыми ступеньками адаптационного, патологически или санологически направленного ответа на новый, особенно слабый, раздражитель на уровне крови.

Слабые взаимодействия на уровне жидкой части крови в первую очередь проявляются изменениями гармонических характеристик эритрона (квантитативная эритрограмма) и, во вторую очередь, лейкона (гемоиммунная реакция клеточного типа, клеточный иммунитет и др.), тромбоцитарного ростка [1, 4]. Такие сдвиги являются показателями направленности вектора изменения здоровья и развертываются в жидкой части крови – ее плазме. К сожалению, ответ плазмы крови на информационные сигналы остается до сих пор исследованным недостаточно, хотя информационная роль этой БЖ несомненна.

К наиболее ранним проявлениям информационно-зависимых процессов на уровне самой большой клеточной субпопуляции крови – эритроцитов относят их морфологические и

функциональные изменения, от которых зависит ход и интенсивность окислительно-восстановительных реакций, поступление в кровь недоокисленных продуктов обмена веществ, стазирование крови, дилатация или сужение капилляров, изменение проницаемости капиллярных стенок для газов.

Дисфункция *эритрона*, как и дисфункция других ростков крови при различных заболеваниях и воздействии неблагоприятных факторов внешней среды может проявляться информационной перегрузкой либо информационной разбалансировкой всей системы крови. Возникает искажение гармонических отношений, как в ее «кислородном каскаде», так и в распределении клеток различной конфигурации, их ультраструктуры и функциональной активности. Лишение свободной воды биологических субстратов (крови, слюны, слезной жидкости, ликвора, смывов из бронхов, экссудатов, транссудатов и др.), приводит к упаковке и сохранению в новом виде содержащейся в этих жидкостях информации. В ТЗГ эта информация легко визуализируется, Это связано со способностью БЖ к *самоорганизации* в процессе обезвоживания на различных этапах переходов жидкокристаллических структур в кристаллитные и кристаллические. Расшифровка этой информации процесс нелегкий и наукоемкий. Это обусловлено тем, что изменения физических свойств, величин зарядов, функциональной активности клеток крови в результате естественных или патологических обменных процессов, изменения структуры белков и других составных частей плазмы в процессе дегидратации не может не сказаться на информационных паттернах *самоорганизации* плазмы крови биофизического и биохимического происхождения [3, 8].

Литература

1. Гаврильчак И.Н., Игнатьев В.В., Кидалов В.Н., Рымкевич П.П., Соловьев В.Н., Хадарцев А.А. О формообразовании эритроцитов в потоке крови // ВНМТ.– 2006.– Т. 13, № 1.– С. 6–9.

2. Еськов В.М., Филатова О.Е., Попов Ю.М. Закономерность изменения синергетических взаимоотношений в системах регуляции биологических динамических систем организма млекопитающих под действием внешних факторов (Диплом № 248) // В кн.: Потоцкий В.В.

Регистрация научных открытий. Методология и практика.– М.: РАЕН, Международная академия авторов научных открытий и изобретений, 2004.– 356 с.

3. Кидалов В.Н., Чечеткин А.В., Сясин Н.И. Паттерны крови и код Фибоначчи // Вестник Российской Военно-медицинской академии.– 2007.– № 4 (20).– С. 44.

4. Кидалов В.Н., Красильникова Н.А., Куликов В.Е., Сясин Н.Н., Якушина Г.Н. Гармония в системе гематологических субпопуляций крови. Значение вурфовых величин эритрона в оценке реакций организма на экстремальные воздействия // Проблемы гармонии, симметрии и золотого сечения в природе, науке и искусстве: Сб. науч. трудов.– Вып. 15.– Винница, 2003.– С. 192–203.

5. Макеев Б.Л., Кидалов В.Н., Способ определения степени магниточувствительности человека // Патент Российского агентства по патентам и товарным знакам (Роспатент) № 2108581 на изобретение от 13.12.95 г.

6. Муромцев В.А., Кидалов В.Н. Медицина в 21-ом веке. От древнейших традиций до высоких технологий.– СПб: Интан, 1998.– 131 с.

7. Хадарцев А.А. Новые медицинские технологии на основе взаимодействия физических полей и излучений с биологическими объектами // ВНМТ.– 1999.– Т. 6, № 1.– С. 7–15.

8. http://www.nsp.in.ua/diagnoz.asp

9. http://demx.ru/files/content/file_73/Otveti_rk_2.d

ТЕРМИНОЛОГИЧЕСКИЙ СЛОВАРЬ

Автоволны **–** самоподдерживающиеся волны в активных (содержащих источники энергии) средах.

Аттрактор **–** (от англ. *tu attract* – притягивать) – цель, к которой стремится система, к которой притягивается.

Аутофлуоресценция **–** окраска биологических тканей, обусловленная излучением эндогенных флуорофоров (святящихся компонентов).

Золотое сечение (золотая пропорция, деление в крайнем и среднем отношении) **–** (термин был введен в обиход Мартином Омом в 1835 г.) – деление непрерывной величины на две части в таком отношении, при котором меньшая часть так относится к большей, как большая ко всей величине.

Кластеры **–** (от англ. *cluster* – пучок, рой, скопление) – группы близко расположенных и тесно связанных друг с другом элементов, в том числе – *компартментов* (химических, вычислительных и пр.).

Пересыщение **–** концентрация растворенного вещества, избыточная по отношению к его растворимости.

Пиннинг **–** явление волнообразного формирования на капле кольцевидной периферической светлой зоны с выпадающими в виде концентрических колец осадками и центровой кристаллизацией.

Размерность Хаусдорфа – естественный способ определить размерность множества в метрическом пространстве. Размерность Хаусдорфа согласуется с нашими обычными представлениями о размерности в тех случаях, когда эти обычные представления есть. Например, в трёхмерном евклидовом пространстве хаусдорфова размерность конечного множества равна нулю, размерность гладкой кривой – единице, размерность гладкой поверхности – двум и размерность множества ненулевого объёма – трём. Для фрактальных множеств размерность Хаусдорфа может принимать дробные значения.

Реакция Белоусова – Жаботинского **–** класс химических реакций, протекающих в колебательном режиме, при котором некоторые параметры реакции (цвет, концентрация компонентов, температура и др.) изменяются периодически, образуя сложную пространственно-временную структуру реакционной среды.

Самоорганизация **–** способность системы воспроизводить свои структуры на основе поиска энергетического экстремума (оптимальной затраты энергии).

Система **–** генеральная совокупность подсистем, взаимосвязанных единой целью, взаимообусловленных и взаимопотенцирующих.

Солитон **–** уединенная волна, сохраняющая свою форму и скорость в процессе распространения и после столкновения с другими уединенными формами.

Тезиограмма **–** специфическая кристаллизационная картина крови и других жидкостей.

Тезиография **–** способ анализа, описания процессов кристаллизации крови и других жидкостей, способ оценки тезиограмм.

Тест Болена **–** тезиограмма микрообъема цельной крови, полученная из ограниченного ее объема методом выветривания или дегидратации на воздухе.

Фации **–** (от лат. *facies* – лицо, облик) – компоненты плазмы после высыхания, сухой остаток.

Фракталы **–** объекты, дробящиеся самоподобным образом, топологическая размерность которой меньше хаусдорфовой.

Числа Фибоначчи – элементы числовой последовательности 1, 1, 2, 3, 5, 8, 13, 21, 34, 55, 89, 144, 233, 377, 610, 987, 1597 …, в которой каждое последующее число равно сумме двух предыдущих чисел. Название по имени средневекового математика Леонардо Пизанского (или Фибоначчи).

Число Фидия – $\varphi = \frac{\sqrt{5}+1}{2} \approx 1{,}6180339887...$

СПИСОК СОКРАЩЕНИЙ

АСМ – атомно-силовой микроскоп
БАЖ – бесконтактная активация жидкостей
БАТ – биологически активные точки
БЖ – биологические жидкости
ВСК – вторичная структура кристалла
ВЧ – высокочастотный
ГБП – гипотетические биологические поля
ЖК – жидкие кристаллы
КВЧ – крайневысокочастотные (волны)
КИ – коэффициент изменчивости
МГД – магнито-гидродинамический
МИК – минимальные кристаллы
НК – нанокристаллические (материалы)
ОТП – обогащенная тромбоцитами плазма
П – пересыщение
ПеМП – переменное магнитное поле
ПО – папоротниковидные образования
ПП – полигональные пластины
СВЧ – сверхвысокочастотный (диапазон)
СМ – молярная концентрация
СМК – сверхмикрокристаллические (материалы)
СПОЛ – свободнорадикальное перекисное окисление липидов
СТС – специфические тезиографические структуры
ТЗГ – тезиограмма
УФИ – ультрафиолетовое излучение
ЭДС – электродвижущая сила
ЭМИ – электромагнитное излучение
Cm – моляльность
CSD – Cambridge Structural Database (Кембриджская структурная база данных)

СОДЕРЖАНИЕ

ПРЕДИСЛОВИЕ ……... 3
ВВЕДЕНИЕ …… 4

Глава 1. История тезиографии биологических жидкостей. Роль российских исследователей …….. 12
Литература к главе 1 …….. 27

Глава 2. Роль воды в организме, процессах кристаллизации и формировании тезиограмм биологических жидкостей ……. 31
Литература к главе 2 ……... 51

Глава 3. Механизмы кристаллогенеза из раствора и особенности кристаллизации биологических жидкостей .. 53
Литература к главе 3 ……... 107

Глава 4. Методы постановки тезиографических тестов с препаратами крови и биологическими жидкостями и их информационное значение ……... 112
Литература к главе 4 ……... 142

Глава 5. Наблюдения за формированием тезиографических препаратов биологических жидкостей: особенности формирования специфических тезиографических структур при воздействии физических, химических и биологических факторов ……. 144
1. Наблюдения за изменениями тезиограмм *in vitro* ……... 144
1.1. Чувствительность ТЗГ плазмы крови к ультрафиолетовому излучению …… 155
1.2. Изменение ТЗГ сыворотки крови под влиянием неионизирующего излучения ……. 158
1.3. Оценка влияния охлаждения и замораживания плазмы на структуру тезиограммы ……... 169
1.4. Влияние механических факторов фильтрации препаратов крови (эритровзвесей, тромбоконцентратов) на структуру тезиограмм …. 172
1.5. Изменения тезиограмм биологических жидкостей при изменении их химического состава …….. 175

1.6. Изменение характера тезиограммы плазмы крови в присутствии этилового спирта ……... 178
1.7. Влияние иммунологических факторов на структуру ТЗГ …… 180
1.8. Влияние комбинации нескольких факторов на тезиограммы биологических жидкостей ……. 183
2. Наблюдения за изменениями ТЗГ in vivo …… 184
2.1. Отражение ТЗГ индивидуальных, видовых и половых различий ……..... 184
2.2. Выявление межвидовых различий …… 185
2.3. Выявление индивидуальных различий ……. 186
2.4. Выявление половых отличий в тезиограммах ……. 187
2.5. Зависимость специфических тезиографических структур тезиограмм биологических жидкостей от состояния организма человека и лабораторных животных …… 188
2.6. Изменение ТЗГ сыворотки крови при интоксикации этанолом in vivo ……. 193
Литература к главе 5 ……... 194

Глава 6. Значение кристаллизации биологических жидкостей для повседневной практики и перспективы …. 197
1. Перспективы развития тезиографии. Фракталы и солитоны в тезиографии …….. 201
2. Самоорганизация тезиограмм как поиск минимума затрат свободной энергии ……... 210
Литература к главе 6 ……... 227

ЗАКЛЮЧЕНИЕ …… 230
ТЕРМИНОЛОГИЧЕСКИЙ СЛОВАРЬ ……... 240
СПИСОК СОКРАЩЕНИЙ …… 241

Кидалов В.Н., Хадарцев А.А.

ТЕЗИОГРАФИЯ КРОВИ И БИОЛОГИЧЕСКИХ ЖИДКОСТЕЙ

Монография

Под редакцией
Заслуженного деятеля науки РФ,
доктора медицинских наук, профессора
А.А. Хадарцева

Компьютерная верстка: Митюшкина О.А.
Оформление: Седова О.А.