

Экспериментальное исследование кристаллизации биологических жидкостей

Л. В. Бельская, О. А. Голованова, Е. С. Шукайло, В. Г. Турманидзе
Омский Государственный Университет им. Ф. М. Достоевского, Омск
LudaB2005@mail.ru

Ключевые слова: ротовая жидкость, микрокристаллизация, кристаллографический метод исследования, диагностика, физическая нагрузка

Ссылка: Бельская, Л. В., О. А. Голованова, Е. С. Шукайло, В. Г. Турманидзе (2011), Экспериментальное исследование кристаллизации биологических жидкостей, *Вестник ОНЗ РАН*, 3, NZ6012, doi:10.2205/2011NZ000142.

Кристаллизация биологических жидкостей организма – генетически обусловленный процесс, связанный с наличием в них определенных органических и неорганических компонентов [Мартусевич, 2002]. Биологические жидкости – сложные полидисперсные неклоточные структуры с неустойчивыми связями входящих в них компонентов: слюна, сыворотка крови, лимфа и др. По составу биологические жидкости являются лиотропными жидкими кристаллами, самые незначительные изменения в процессе жизнедеятельности организма проявляются в изменении их структурной упорядоченности. Элементы биологических жидкостей моментально реагируют изменением своей структуры на любые воздействия внешнего и внутреннего характера [Захарова и др., 2005].

Наиболее простым, но информативным способом оценки физико-химических свойств биоматериала, и биологических жидкостей в частности, являются кристаллографические методы, базирующиеся на качественно-количественном описании и интерпретации кристаллообразования биосубстратов. Они позволяют интегративно рассмотреть информационную составляющую биогенной жидкости. При этом важно, что кристаллизация – процесс, объединяющий объекты как живого, так и минерального мира [Юшкин и др., 1996], в связи с чем она может оказаться универсальным методом хранения и передачи информации. В настоящее время кристаллографический метод исследования используется для установления правильного диагноза при различных видах патологии в качестве дополнения к другим диагностическим методам. Суть его состоит в анализе фигур кристаллизации, образующихся при высушивании различных биологических жидкостей [Селифанова, 2005].

Ротовая жидкость образует кристаллические структуры, как в нативном состоянии, так и при добавлении кристаллообразующих соединений. Морфология этих структур обуславливается химическим составом ротовой жидкости [Бельская, 2009]. При просмотре образовавшихся кристаллических структур под малым увеличением микроскопа было обнаружено [Денисов, 2003], что кристаллический узор неравномерен и неодинаков в различных участках (зонах) высушенной капли (рис. 1).

В препарате можно различить три зоны: центральную зону кристаллических структур, промежуточную (зону белково-солевых структур) и периферическую (зону белковых структур) [Тарасевич и Аюпова, 2003]. Наиболее «благоприятный» рост в центре капли: там образуются типичные дендритные кристаллы в виде «папоротника», которые растут не только по плоскости, но и в объеме. Участок со структурами папоротника можно считать зоной свободного роста. Следовательно, оценку морфологии кристаллограммы можно проводить только в центре кристаллизации [Барер и др., 2003].

Данные по типу микрокристаллизации ротовой жидкости можно использовать в качестве метода оценки общего состояния организма человека. *Цель работы:* изучение структурных особенностей микрокристаллизации ротовой жидкости (МКС) спортсменов игровых видов спорта, определение состояния организма спортсменов до и после физической нагрузки.

Материалы и методы исследования. В эксперименте принимали участие три группы спортсменов: волейболисты (13 человек), баскетболисты (10 человек), бадминтонисты (18 человек) одной возрастной категории от 18 до 22 лет. Образцы ротовой жидкости собирали трижды: до нагрузки, после нагрузки, рано утром после сна (вне нагрузки). Перед забором пробы обследуемый спортсмен промывает ротовую полость кипяченой (или

БЕЛЬСКАЯ И ДР.: КРИСТАЛЛИЗАЦИЯ БИОЛОГИЧЕСКИХ ЖИДКОСТЕЙ

дистиллированной) водой. Сбор слюны производят в химически чистые пробирки в количестве 3–4 мл. Эксперимент с волейболистами и бадминтонистами повторяли дважды с интервалом в 1 неделю. В процессе работы был использован метод открытой капли [Бельская, 2009], последующий анализ полученных снимков проводили в соответствии с существующей шкалой и критериями оценки типа микрокристаллизации (рис.2).

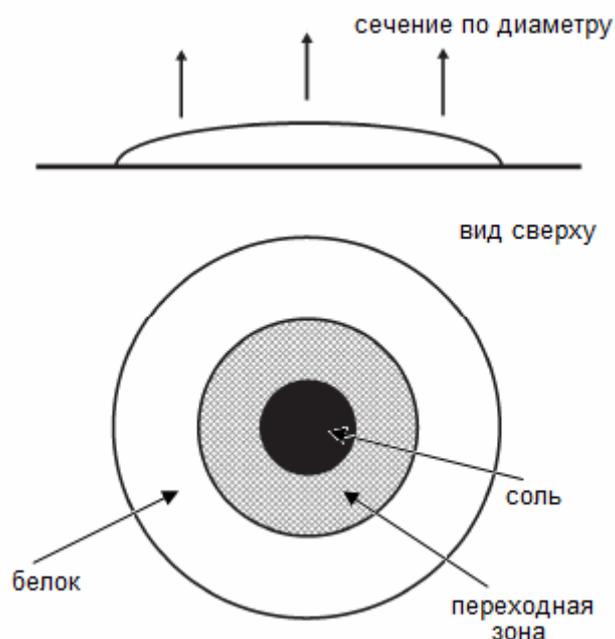


Рис.1. Капля биологической жидкости на плоскости [Тарасевич и Аюпова, 2003]

Для результатов микрокристаллизации ротовой жидкости в «норме» характерен чёткий рисунок крупных удлинённых кристаллопризматических структур, идущих от центра капли, сросшихся между собой и имеющих древовидную или папоротникообразную форму (картина соответствует 5 баллам). При оценке результатов микрокристаллизации ротовой жидкости при воздействии различных неблагоприятных факторов отмечается разрушение чёткой структуры кристаллов (рис.2). Выявляются следующие типы: рисунок крупных удлинённых кристаллопризматических структур, сросшихся между собой в произвольном порядке (4 балла); в центре капли видны отдельные кристаллы звёздчатой формы, по периферии сохранены укрупнённые древовидные кристаллы (3 балла); отдельные кристаллы в виде прута или веточки, расположенные по всему полю (2 балла); по всей площади капли большое количество изометрически расположенных кристаллических структур, звёздчатой, округлой и неправильной формы (1 балл); полное отсутствие кристаллов в поле зрения (0 баллов).

Математическая обработка данных проводилась с помощью статистического пакета STATISTICA 6.0 (StatSoft Inc. USA). Данные анализировали с помощью дискриминантного и кластерного анализов с использованием статистического пакета STATGRAPHICS Plus 5.0.

Результаты и их обсуждение. Анализ 72 образцов ротовой жидкости показал, что ни одна из кристаллограмм не соответствует максимальному количеству баллов. Только 4 пробы были оценены на 4 балла (5.6%); 29 проб – на 3 балла (40.3%); 25 проб – на 2 балла (34.7%); 8 проб – на 1 балл (11.1%) и 6 проб – на 0 баллов (8.3%). Таким образом, можно отметить, что для изученных образцов ротовой жидкости спортсменов разных видов спорта наиболее характерны типы микрокристаллизации, соответствующие 2-3 баллам, что характеризует нарушение структурных свойств слюны.

При исследовании микрокристаллизации ротовой жидкости спортсменов выбранных видов спорта выявлена подобная закономерность. Обнаружено, что после тренировки кристаллизация ротовой жидкости в целом ухудшается (табл.1).

После нагрузки в большинстве случаев наблюдается распад кристаллов слюны, тогда как после суточного восстановления происходит улучшение ее микрокристаллизации. Распад кристаллов характеризует высокий уровень нагрузки и напряжения в организме, при этом происходит нарушение электролитного состава слюны и, прежде всего, изменяется Ca/P-

БЕЛЬСКАЯ И ДР.: КРИСТАЛЛИЗАЦИЯ БИОЛОГИЧЕСКИХ ЖИДКОСТЕЙ

коэффициент, который отвечает за тип МКС. Улучшение кристаллизации показывает восстановление организма после физических упражнений (рис.3).

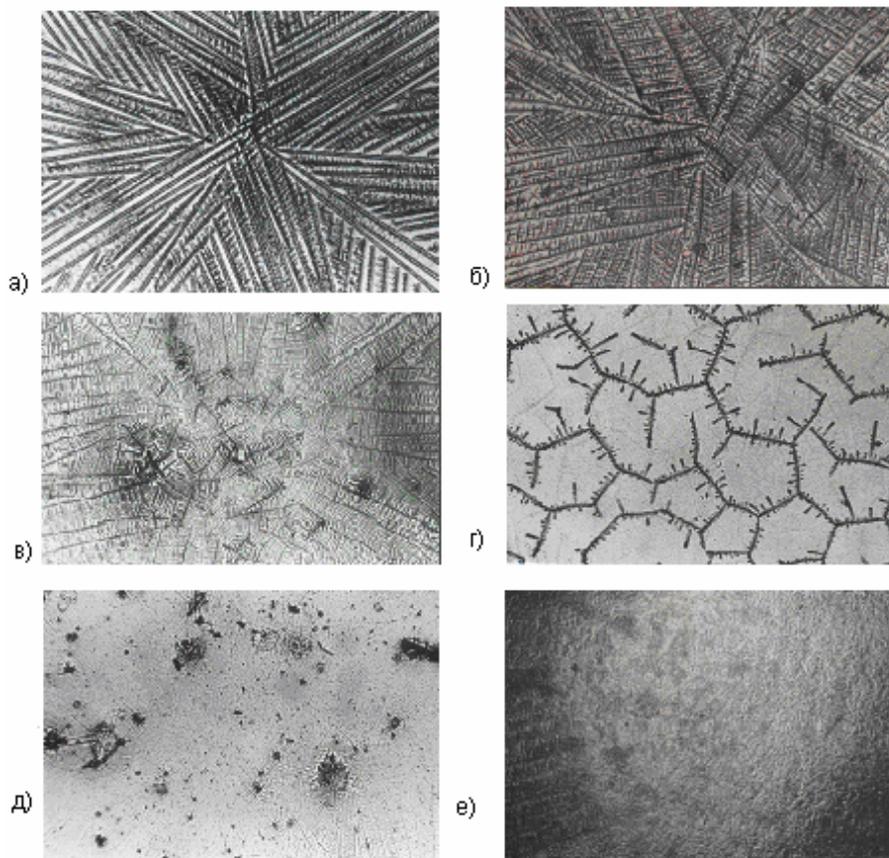


Рис.2. Типы МКС (а – 5, б – 4, в – 3, г – 2, д – 1, е – 0 баллов соответственно)

Таблица 1. Изменение типа МСК спортсменов игровых видов спорта в процессе тренировки.

Вид спорта	Ср. балл до нагрузки	Ср. балл после нагрузки	Ср. балл после восстановления
Баскетбол	3 (61%)	2 (54%)	3 (49%)
Волейбол	3 (50%)	2 (44%)	3 (71%)
Бадминтон	3 (50%)	2 (60%)	3 (63%)



До нагрузки



После нагрузки



После восстановления

Рис.3. Изменение МКС бадминтонистов при физической нагрузке

При оценке фигур кристаллизации с помощью методов математической статистики также наблюдаются достоверные различия показателей в разные периоды тренировки, что подтверждено данными дискриминантного анализа.

БЕЛЬСКАЯ И ДР.: КРИСТАЛЛИЗАЦИЯ БИОЛОГИЧЕСКИХ ЖИДКОСТЕЙ

Необходимо отметить, что при сравнении МКС спортсменов, выбранных видов спорта, наилучшие результаты до тренировки отмечены у бадминтонистов, а после тренировки у волейболистов, что, по-нашему мнению, может быть связано с различием в тренировочном процессе. Но, как указывалось выше, в целом изменения имеют одинаковый характер. Отличия между показателями двух тренировок бадминтонистов и волейболистов могут объясняться разной интенсивностью нагрузок.

Таким образом, проведённые исследования показали, что использование метода микрокристаллизации позволяет оценить состояние организма и определить влияние различных факторов на гомеостаз в организме человека.

Литература

Барер, Г. М., А. Б. Денисов, Т. М. Стурова (2003) Вариабельность кристаллических агрегатов ротовой жидкости в норме, *Российский стоматологический журнал*, №. 1, стр. 33-35.

Бельская, Л. В. (2009) *Зубные и слюнные камни – химический состав, генетические особенности*: Дисс. Омск: ОмГУ им. Ф.М. Достоевского, 158 с.

Денисов, А. Б. (2003) *Слюнные железы. Слюна*. М., Изд-во РАМН, 132 с.

Захарова, Г. П., В. В. Шабалин, Ю. К. Янов, Е. В. Тырнова, Л. Л. Клячко, О. Н. Шабалина (2005) Способ получения биологической жидкости для морфологического исследования, *Патент Российской Федерации*, RU, №. 2293324.

Мартусевич, А. К. (2002) Кристаллографический анализ: общая характеристика, *Вятский медицинский вестник*, №. 3, сс. 59-61.

Селифанова, Е. И. (2005) Стоматологический статус и особенности кристаллизации слюны у больных сахарным диабетом: Дисс. Москва, 132 с.

Тарасевич, Ю. Ю., А. К. Аюпова (2003) Влияние диффузии на разделение компонентов биологической жидкости при клиновидной дегидратации, *Журнал технической физики*, Том 73, №. 5, сс. 13-18.

Юшкин, Н. П., М. В. Гаврилюк, Е. А. Голубев (1996) Сингенез, взаимодействие и коэволюция живого и минерального миров: абиогенные и углеводородные кристаллы как модели протобиологических систем. Концепция кристаллизации жизни, *Информационный бюллетень РФФИ*, Том 4, сс. 393.