

мунологом, терапевтом и другими специалистами. Данная тест-система адаптируется к любому лечебному учреждению.

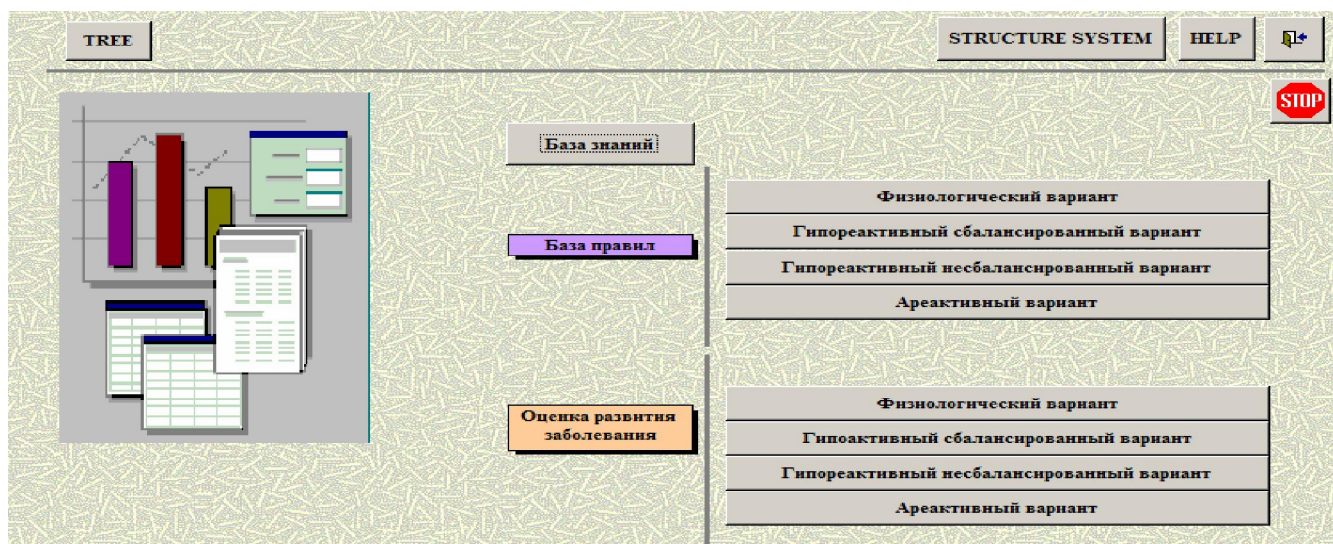


Рис. 3. Диалоговое окно экспертной тест-системы по выявлению вариантов резистентности организма мужчин молодого и зрелого возраста.

ЛИТЕРАТУРА

1. Попов Э.В. Экспертные системы. Решение неформализованных задач в диалоге с ЭВМ. – М.: Наука, 1987.
2. Waterman D.A. Guide to expert Systems. – N.Y.: Addison. Welse, 1986.

E-mail: cfpd@amur.ru.

УДК 577.1:612.015.347

А.К. Мартусевич, канд. мед. наук, **А.А. Гришина**
(Вятская государственная сельскохозяйственная академия, Киров)

КОМПЬЮТЕРНАЯ МОРФОМЕТРИЯ В БИОКРИСТАЛЛОМИКЕ: ВОЗМОЖНОСТИ И НЕДОСТАТКИ

В работе проведен критический анализ современного состояния вопроса о применимости технологий компьютеризации анализа результатов кристаллообразования биологических субстратов организма человека и животных. Выделены положительные, негативные аспекты и перспективы исследований в указанном направлении.

Ключевые слова: биокристалломика, морфометрия, обработка изображений.

Активное внедрение в научно-исследовательскую работу и практику деятельности лабораторий новой диагностической технологии, основанной на оценке способности биологических субстратов при дегидратации на подложке твердых структурных образований [1 – 5], требует тщательности в вопросах верификации

результатов анализа. В этих целях в рамках методологии общей биокристалломики разработаны многочисленные подходы к интерпретации кристаллоскопических и тезиграфических фаций [3]. В частности, в литературе обсуждается вопрос о применении технологий компьютерного считывания и распознавания тех или иных особенностей высушенного образца биологической жидкости [2, 4, 5]. С учетом потенциальной перспективности данного методического приема, а также недостаточной теоретической проработки проблемы, целью работы являлся критический анализ возможностей компьютерной морфометрии кристаллоскопических и тезиграфических фаций.

Рассматривая современное состояние вопроса, следует отметить, что в нескольких исследовательских центрах страны (Москва, Волгоград, Саров) разработаны и активно апробируются комплексы, позволяющие выполнять фото-и/или видеофиксацию изображений кристаллограмм, сопряженные с микроскопической техникой. Следует подчеркнуть, что в основу функционирования упомянутых комплексов положены принципиальные различия способа описания результатов кристаллогенеза биологического материала. Так, В.В. Шабалиным применен морфологический подход, базирующийся на обнаружении в микропрепарате особых «маркерных» структур [5]. В дальнейшем производится их морфометрия по количественному признаку (плотность элементов в поле зрения).

Разработанные в лаборатории М.Э. Бузверя программные продукты ProtoBlood и ProtoSaliva ориентированы преимущественно на обнаружение и описание характеристик текстуры фации, в частности на наличие, глубину и площадь разломов, на оптические особенности образца [2].

Система, предлагаемая волгоградскими специалистами, позволяет сделать акцент на количественной стороне кристаллообразования изучаемого биологического материала, в связи с чем она наиболее приближена к понятию «морфометрия». Кроме того, данная система дает возможность классифицировать структуры по их принадлежности к аморфным телам, к одиночным либо дендритным кристаллическим элементам [4].

Особый алгоритм, направленный на компьютерную обработку результатов свободного и инициированного кристаллообразования биологического материала, предлагается А.Б. Денисовым [1]. Названный автором «анализом видеофайлов (видеорядов)» способ в исходном варианте предусматривал только фиксацию кристаллоскопических фаций для последующего сличения с контрольными образцами.

Впоследствии он был дополнен возможностью кластеризации формирующихся кристаллических и псевдокристаллических элементов по принадлежности к заранее выделенным или сгенерированным в процессе ступенчатой кластеризации группам.

С наших позиций, подобный подход наиболее информативен в плане дифференциальной диагностики патологических состояний, что было подтверждено авторами метода в отношении заболеваний стоматологического профиля (кариес, слюннокаменная болезнь и др) [1].

Обобщая имеющиеся сведения по компьютерной обработке результата биокристаллоскопии, необходимо отметить следующие позитивные черты:

1. Устранение субъективного компонента анализа, неизменно присутствующего при визуальном «маркерном» или критериальном описании кристаллоскопических фаций.

2. Ускорение и автоматизация тезиокристаллоскопического теста, связанные с типовым обсчетом образцов со скоростью, лимитированной лишь быстротой считывания изображений с поверхности стекла. При этом возможно непосредственное представление результатов подсчета в доступной для анализа и фиксации форме (на мониторе компьютера, на бумажном или электронном носителе) с внесением в базу данных общего пользования (например, таблицу Microsoft Excel) или специализированную (в рамках программного продукта, осуществляющего считывание).

В этом плане перспективным может оказаться полная автоматизация всего процесса исследования – от процедуры пробоподготовки до компьютерной морфометрии микропрепаратов, с созданием автоматических анализаторов с минимальным расходом реактивов (при проведении тезиокристаллоскопического исследования) либо вовсе без них (при выполнении только кристаллоскопического теста). Этот аспект может быть полезен в плане более широкого применения данных технологий в условиях клиничко-диагностической лаборатории.

3. Возможность непрерывного наблюдения за процессом дегидратации образца в течение всего периода его формирования. Нашими исследованиями и работами других авторов показано, что при различных состояниях могут меняться не только статические (результат кристаллогенеза), но и динамические физико-химические характеристики биосубстратов при высыхании.

Поэтому подобная регистрация полезна как с диагностических позиций, так и для более подробной расшифровки механизмов поддержания и нарушений кристаллостаза биологических сред при различном функциональном статусе организма, однако таковые разработки в настоящее время практически отсутствуют, кроме варианта, предложенного А.Б. Денисовым [1].

Несмотря на перечисленные и другие положительные аспекты, связанные с внедрением в методологию биокристаллоного анализа компьютерных технологий, существует целый ряд объективных обстоятельств, ограничивающих их широкое применение, среди которых:

1. Невозможность создания полноценного банка искомым кристаллических, псевдокристаллических и аморфных структур, наличие которых будет задано соответствующей программой анализа изображений фаций.

Это обусловлено тем, что уже к настоящему моменту описано более 50 дифференцируемых структур 6 различных классов, каждая из которых способна иметь различные варианты ориентации, размеров, формы и морфологии, в том числе признаков деструкции. Для решения данной проблемы, по нашему мнению, потребуются создание принципиально нового алгоритма описания образцов высохших биологических субстратов.

2. Взаимосвязанная с п. 1 проблема – отсутствие единых общепринятых способов, параметров и критериев интерпретации результата кристаллогенеза биологического материала. К настоящему времени известно уже более 20 различных подходов к описанию кристаллоскопических и тезиграфических картин, что непосредственно выражается в «терминологическом хаосе» в области исследования кристаллогенных свойств биосред.

Следует также подчеркнуть, что большинство применяемых способов оценки результата свободного и инициированного кристаллообразования биожидкостей являются субстрат-специфичными, так как имеют непосредственную привязку к поиску и описанию структур и/или особенностей образца, обнаруживаемых в одной или небольшом количестве биосред.

3. Высокая себестоимость компьютеризации биокристаллоскопических исследований складывается из цены самого программного продукта, непосредственно осуществляющего анализ изображений, стоимости морфометрического комплекса, обеспечивающего оцифровку изображений фаций в необходимом качестве и формате, а также необходимость подготовки специалистов, способных работать с данным программно-аппаратным комплексом.

В этом случае принципиальная идея биокристаллометрического теста как экономичного способа экспресс-мониторинга состояния организма подвергается существенному пересмотру. С указанных позиций для практического применения в клинике вполне допустимым представляется выполнение визуальной морфометрии микропрепаратов с применением системы количественных и полуколичественных параметров [3].

В целом, технологии компьютерной морфометрии имеют широкие перспективы для реализации в медицинской биокристаллометрии, но для непосредственного внедрения требуется их существенная доработка и интеграция усилий специалистов различных дисциплин.

ЛИТЕРАТУРА

1. Барер Г.М., Денисов А.Б. Кристаллографический метод изучения слюны. – М: ФГОУ «ВУНМЦ Росздрава», 2008. – 240с.
2. Морфометрический анализ фаций сыворотки крови / М.Э. Бузовера [и др.] // Клиническая лабораторная диагностика. – 2003. – №9. – С. 22-23.
3. Мартусевич А.К. Биокристаллометрия как наука о спонтанном, направленном и управляемом биокристаллогенезе // Информатика и системы управления. – 2008. – №2. – С. 145-148.
4. Компьютерный анализ и классификация изображений кристаллограмм слезной жидкости / Т.П. Чухман [и др.] // Функциональная морфология биологических жидкостей: Мат. III Всерос. науч.-практ. конф. – М., 2004. – С. 43-44.
5. Шабалин В.В. Принципы обработки изображений структур биологических жидкостей // Функциональная морфология биологических жидкостей: Мат. III Всерос. науч.-практ. конф. – М.: 2004. – С. 45-46.

E-mail: