

**ДАЛЬНЕВОСТОЧНЫЙ НАУЧНЫЙ ЦЕНТР ФИЗИОЛОГИИ
И ПАТОЛОГИИ ДЫХАНИЯ СО РАМН**

**МАТЕРИАЛЫ VII МЕЖДУНАРОДНОЙ
НАУЧНОЙ КОНФЕРЕНЦИИ**



**СИСТЕМНЫЙ
АНАЛИЗ В
МЕДИЦИНЕ**

24-25 сентября 2013 года

Благовещенск

ББК 53/57
УДК 61:005 (001.89)
М 33

Печатается по решению организационного комитета VII международной научной конференции «Системный анализ в медицине» (САМ 2013).

Материалы VII международной научной конференции «Системный анализ в медицине» (САМ 2013) / под общ. ред. В.П.Колосова. Благовещенск, 2013. 167 с. ISBN 978-5-905864-04-9

В сборнике представлены результаты фундаментальных и прикладных исследований в области биологии, экологии, медицины, выполненных с применением методов системного анализа.

Материалы печатаются в авторском изложении

ISBN 978-5-905864-04-9

© Коллектив авторов, под общей редакцией В.П. Колосова.

© Оформление: ФГБУ «Дальневосточный научный центр физиологии и патологии дыхания» СО РАМН, 2013.

ОРГАНИЗАТОРЫ КОНФЕРЕНЦИИ

Дальневосточный научный центр физиологии и патологии дыхания СО РАМН
Министерство здравоохранения Амурской области
Чунцинский медицинский университет (Китай)
Национальный центр кардиологии и терапии им. акад. М.Миррахимова (Кыргызстан)
Амурский государственный университет
Дальневосточный федеральный университет
Институт автоматизации и процессов управления ДВО РАН
Институт геологии и природопользования ДВО РАН
Институт прикладной математики ДВО РАН

ОРГАНИЗАЦИОННЫЙ КОМИТЕТ:

Председатель:

Колосов Виктор Павлович, чл.-корр. РАМН, директор Дальневосточного научного центра физиологии и патологии дыхания СО РАМН (Россия)

Сопредседатель:

Сооронбаев Талантбек Маратбекович – д-р мед. наук, профессор, президент Кыргызского торакального общества (Республика Кыргызстан)

Члены оргкомитета:

Чжоу Сяндун – профессор, руководитель отдела респираторной медицины 2-й госпитальной клиники Чунцинского медицинского университета (КНР);

Бушманов Александр Вениаминович – канд. техн. наук, доцент, зав. кафедрой информационных и управляющих систем Амурского государственного университета;

Гузев Михаил Александрович – чл.-корр. РАН, д-р физ.-мат. наук, профессор, директор Института прикладной математики ДВО РАН;

Еремин Евгений Леонидович – д-р техн. наук, профессор Амурского государственного университета;

Еремينا Виктория Владимировна – канд. физ.-мат. наук, доцент, зам. декана по научной работе факультета математики и информатики Амурского государственного университета;

Кику Павел Федорович – д-р мед. наук, канд. техн. наук, профессор, зав. кафедрой профилактической медицины Дальневосточного федерального университета;

Кульчин Юрий Николаевич – академик РАН, д-р физ.-мат. наук, профессор, директор Института автоматизации и процессов управления ДВО РАН;

Перельман Юлий Михайлович – д-р мед. наук, профессор, зам. директора по научной Дальневосточного научного центра физиологии и патологии дыхания СО РАМН;

Плутенко Андрей Долиевич – д-р техн. наук, профессор, ректор Амурского государственного университета;

Сорокин Анатолий Петрович – чл.-корр. РАН, д-р геол.-мин. наук, председатель Амурского научного центра ДВО РАН;

Тезиков Николай Львович – заместитель председателя Правительства Амурской области - Министр здравоохранения;

Ульянычев Николай Вячеславович – канд. физ.-мат. наук, руководитель лаборатории моделирования и информатики неспецифических заболеваний легких Дальневосточного научного центра физиологии и патологии дыхания СО РАМН.

СОДЕРЖАНИЕ

СИСТЕМНЫЙ АНАЛИЗ В ФУНДАМЕНТАЛЬНОЙ И КЛИНИЧЕСКОЙ МЕДИЦИНЕ

Богомолов А.В., Кукушкин Ю.А. Технология ROC-анализа качества диагностических медико-биологических исследований.....	7
Бородин П.Е., Бородин Е.А. Биоинформатика и компьютерный дизайн лекарств	11
Козлов В.Е., Рудаков С.В., Богомолов А.В. Особенности шкалирования информации при экспертном оценивании	14
Панов В.Г. Симметрии эксперимента и классификация взаимодействий в медицине и биологии	18
Виткина Т.И., Кытикова О.Ю., Гвозденко Т.А. Роль межсистемных интеграций в формировании адаптационных перестроек организма при физиологическом старении.....	22
Кику П.Ф., Веремчук Л.В., Горборукова Т.В. Информационно-аналитическое моделирование медико-экологических процессов	26

СИСТЕМЫ КОМПЬЮТЕРНОЙ ПОДДЕРЖКИ НАУЧНЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ

Ульянычева В.Ф., Ященко А.А., Ульянычев Н.В. Самоорганизация как основа создания нейро-компьютерного интерфейса.....	30
Алёхин М.Д., Демендеев А.А., Темляков А.Ю. Комплекс алгоритмов автоматизированного распознавания дыхательных паттернов биорадиолокационных сигналов	38
Алёхин М.Д., Татарaidзе А.Б., Анищенко Л.Н. Определение качества диагностики метода биорадиолокации по сравнению с полисонографией в бесконтактном скрининге расстройств дыхания во сне	43
Ильин А.В., Перельман Ю.М., Леншин А.В. Применение метода МСКТ-аэроволнометрии в диагностике полостных образований легких	47
Семичевская Н.П., Никитин Р.В. Автоматизированная система обработки и визуализации изображений для незрячих и слабовидящих	51
Егорушкина О.А., Еремина В.В., Григорьева Ю.В. Разработка нейронечеткой экспертной системы для упрощения задач диагностики в гинекологии	55

Алёхин М.Д., Корчагина Д.А., Майстров А.И. Сравнительный анализ время-частотных преобразований в обработке паттернов нестационарных биорадиолокационных сигналов.....	60
Стромов Г.Г., Рыжков Д.В. Automated reconstruction of morphological substratum on a model MRI via the integral assessment method	64
Петряева М.В., Москаленко Ф.М. Формализация знаний о кератитах	68
Черняховская М.Ю., Москаленко Ф.М., Петряева М.В. Формальное описание заболевания «Хронический колит».....	72

*СОВРЕМЕННЫЕ МЕТОДЫ СИСТЕМНОГО АНАЛИЗА И
ВОЗМОЖНОСТИ ИХ ПРИМЕНЕНИЯ В МЕДИЦИНСКОЙ НАУКЕ*

Целуйко С.С. 3-D пространственная организации покровного эпителия слизистой оболочки трахеи	76
Россоха О.А., Болдырев С.Ю., Космачева Е.Д., Горбов Л.В. Факторная структура анатомических характеристик аорты при развитии регургитации на ортальном клапане у больных с аневризмой	81
Бушманов А.В., Апалеева А.М. Исследование кинематики движения таза человека	91
Гориков И.Н., Колосов В.П., Нахамчен Л.Г. Прогнозирование синдрома задержки внутриутробного развития плода во втором триместре беременности при гриппе А(Н3N2) в ранние сроки гестации	93
Нахамчен Л.Г., Колосов В.П., Гориков И.Н. Прогноз внутриутробного инфицирования плода при обострении хронического обструктивного бронхита у женщин с гриппом А(Н3N2) во II триместре гестации	98
Катола В.М. Внутрисистемный морфогенез бактериальной популяции в присутствии экстремальных отходов золотодобычи	103
Катола В.М. Механизм выживания <i>Penicillium canescens</i> в среде, модифицированной отходами золотодобычи	107
Панченко К.И., Садовников А.А., Шубин Л.Б., Горбачёв Ю.В. Дискриминация вариантов фиброзирующего альвеолита по гистологическим признакам	111
Катола В.М. Реакция конидий <i>Penicillium canescens</i> на стресс	115
Радомский С.М., Радомская В.И. Тяжёлые металлы в биогеоценозе Благовещенского района Амурской области	119

*ПРИКЛАДНЫЕ АСПЕКТЫ СИСТЕМНОГО АНАЛИЗА
В ЗДРАВООХРАНЕНИИ*

Ушаков И.Б., Богомолов А.В. Базовые технологии информатизации программ нелекарственной персонифицированной медицины	123
Семичевская Н.П. Перспективы развития геоинформационных систем в здравоохранении	127
Лейфа А.В., Плутенко А.Д., Остапенко А.А., Перельман Ю.М., Ульянычев Н.В. Оценка состояния здоровья и физической активности студентов ВУЗов: системный подход	130
Лейфа А.В. Взаимосвязь качества жизни студенческой молодежи и их физической активности	137
Буданова Е.И., Еркин Н.В. Методика оценки качества жизни курсантов военного ВУЗа	150
Деревич В.Е. О системе подготовки и повышения квалификации специалистов по вопросам стандартизации и метрологического обеспечения ЦОЗ МЗ РМ	154
Жилина Н.М., Чеченин Г.И. Здоровье дошкольников Новокузнецка по информации автоматизированной системы социально-гигиенического мониторинга	157
Шумкин А.А., Чеченин Г.И. Экспертная и сравнительная оценка эффективности работы оптимизированных алгоритмов регистрации вызовов к лицам, находящимся в наркотическом опьянении и с передозировкой опиатов.....	161

©2013 г. **А.В. Богомолов**, д-р техн. наук;

Ю.А. Кукушкин, д-р техн. наук

(НИИЦ авиационно-космической медицины и военной эргономики
ФБУ «4 ЦНИИ Минобороны России», Москва)

ТЕХНОЛОГИЯ ROC-АНАЛИЗА КАЧЕСТВА ДИАГНОСТИЧЕСКИХ МЕДИКО-БИОЛОГИЧЕСКИХ ИССЛЕДОВАНИЙ

Изложена технология ROC-анализа – метода, используемого для определения оптимального (по соотношению чувствительности и специфичности) значения порога отсечения при принятии решений на основании результатов диагностических медико-биологических тестов.

Ключевые слова: ROC-анализ, диагностические исследования, медицинская статистика.

На современном этапе развития медицинской информатики всё большее значение приобретают исследования качества медико-биологических исследований [1, 2]. При исследовании качества диагностических медико-биологических исследований показатели для сопоставляемых референтных групп в большинстве случаев имеют распределение, близкое к нормальному, но, как неоднократно отмечали многие исследователи статистически значимый тест не всегда является клинически значимым [1, 3].

Одним из эффективных методов обработки подобных данных является анализ кривых «норма» и «патология», а именно областей их пересечения, соответствующих к ошибочным (ложноположительным и ложноотрицательным) результатам диагностического теста.

Качество диагностического теста существенно зависит от критерияльного (порогового) значения показателя, по величине которого обследуемый относится к группе «норма» или «патология» (бинарная классификация). Повышение порога в сторону увеличения специфичности теста минимизирует ошибки гипердиагностики, что важно когда, например, лечение связано с серьёзными побочными эффектами. При сдвиге порога в сторону увеличения чувствительности минимизируют ошибки гиподиагностики, что важно, например, при выявлении особо опасных инфекций («лучше перестраховаться»).

В последнее время для решения задач исследования качества диагностических тестов используется метод, получивший название «ROC-анализ» (*Receiver Operator Characteristic* – операционная характеристика приёмника) [3-6]. Несмотря на это, на наш взгляд, технология ROC-анализа в источниках, доступных широкому кругу исследователей, представлена недостаточно четко.

Основой ROC-анализа является построение так называемой ROC-кривой, которая показывает зависимость количества верно классифицированных положительных примеров от количества неверно классифицированных отрицательных примеров.

ROC-кривую строят следующим образом:

– для каждого значения порога отсечения, которое изменяется от 0 до 1 с произвольно выбранным малым шагом по оси абсцисс (например, 0,01), начиная со стартовой точки, рассчитывают значения чувствительности (Se) и специфичности (Sp) [1, 5, 7];

– строят кривую: по оси абсцисс откладывают величину $1-Sp$, а по оси ординат – Se .

В результате получается ROC-кривая (рис. 1а), изрезанность которой определяется выбранным шагом построения.

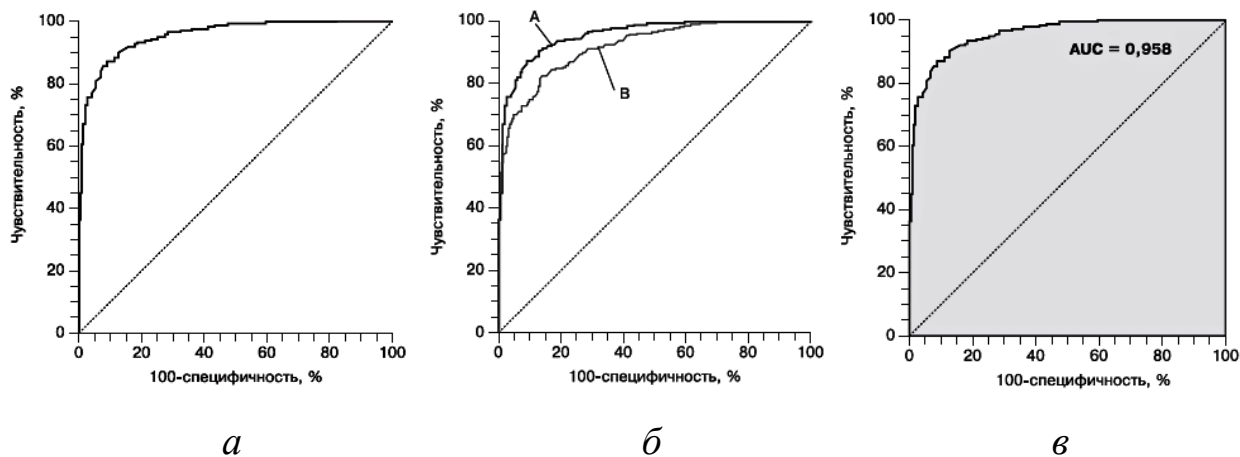


Рис. 1. ROC-кривые.

В идеальном случае график ROC-кривой проходит через левый верхний угол (точка с координатами (0, 100)), где доля истинно положительных результатов составляет 1,0 (идеальная чувствительность), а доля ложноположительных результатов равна нулю. В связи с этим, чем ближе ROC-кривая к левому верхнему углу, тем выше прогностичность ре-

зультатов теста. Наоборот, чем меньше изгиб кривой и чем ближе она расположена к диагональной прямой, тем менее эффективен диагностический тест. Совпадение *ROC*-кривой с прямой $y=x$ соответствует «бесполезному» диагностическому тесту, то есть о полной неразличимости «нормы» и «патологии» на основании результатов исследуемого теста.

При визуальном анализе *ROC*-кривых расположение их относительно друг друга позволяет сопоставить диагностические тесты по их эффективности: *ROC*-кривая, расположенная выше и левее, свидетельствует о большей эффективности диагностики (тест «А» на рис. 1б эффективнее теста «В») [3-6].

Однако визуальное сравнение *ROC*-кривых не всегда позволяет выявить наиболее эффективный тест, поэтому для количественного сопоставления эффективности диагностических тестов используют оценку площади под *ROC*-кривыми *AUC* (*Area Under Curve*), которая может быть рассчитана с помощью численных методов (рис. 1в). Если *Se* и *Sp* выражены в единицах, а не в процентах, то величина *AUC* изменяется в непрерывном диапазоне от 0 до 1. Но поскольку *ROC*-кривая всегда располагается выше положительной диагонали, то говорят об изменениях *AUC* от 0,5 («бесполезный» тест) до 1,0 («идеальный» тест).

Идеальный тест обладает 100% чувствительностью и специфичностью. Однако на практике добиться этого невозможно, более того, невозможно одновременно повысить и чувствительность, и специфичность диагностического теста. Компромисс находят с помощью порога отсечения, так как пороговое значение влияет на соотношение *Se* и *Sp*, поэтому решают задачи нахождения *оптимального порога отсечения* (*optimal cut-off value*).

Критериями выбора порога отсечения могут быть [4-6]:

- требование минимальной величины чувствительности (специфичности) модели;
- требование максимальной суммарной чувствительности и специфичности модели, т.е.

$$cut_off_0 = \arg \max_k (Se_k + Sp_k);$$

- требование баланса между чувствительностью и специфичностью, т.е. когда $Se \approx Sp$:

$$cut_off_0 = \arg \min_k |Se_k - Sp_k|.$$

Первый критерий выбора порога отсечения используют, если нужно

обеспечить чувствительность или специфичность теста не хуже заданной. Вторым критерий выбора используют наиболее часто как наиболее полно отвечающий требованиям практики. Пороговое значение при использовании третьего критерия – это точка пересечения двух кривых, когда на абсциссе откладывают порог отсечения, а на ординате – чувствительность или специфичность модели. Используют и другие подходы к определению порога отсечения теста, когда ошибкам I и II рода назначается вес, который интерпретируется как цена ошибок. Но в этом случае требуется решения проблема определения этих весов, которая является сложной, а часто однозначно неразрешимой.

* * *

С помощью ROC-анализа обеспечивается возможность корректного решения большого числа практических задач, связанных с выбором оптимального порогового значения показателя диагностического теста, исследования его эффективности и сравнительного анализа альтернативных диагностических тестов в медико-биологических исследованиях.

ЛИТЕРАТУРА

1. Богомолов А.В., Гридин Л.А., Кукушкин Ю.А., Ушаков И.Б. Диагностика состояния человека: математические подходы. М.: Медицина, 2003. 464 с.
2. Максимов И.Б., Столяр В.П., Богомолов А.В. Прикладная теория информационного обеспечения медико-биологических исследований. М.: Бином, 2013. 312 с.
3. www.biometrica.tomsk.ru/ROC-analysis.pdf
4. www.flacp.fujitsulabs.com/~cardenas/Papers/AAAI06-255.pdf
5. www.basegroup.ru/library/analysis/regression/logistic/
6. Файнзильберг Л.С., Жук Т.Н. Гарантированная оценка эффективности диагностических тестов на основе усиленного ROC-анализа // Управляющие системы и машины. 2009. №5. С. 3.
7. Богомолов А.В., Кукушкин Ю.А. Математическое обеспечение мета-анализа результатов независимых экспериментальных медико-биологических исследований // Информатика и системы управления. 2011. № 4. С. 65–74.

E-mail: a.v.bogomolov@gmail.com; kukushkinya@gmail.com

© 2013 г. **П.Е. Бородин, Е.А. Бородин** д-р мед. наук
(ГБОУ ВПО Амурская государственная медицинская академия,
Благовещенск)

БИОИНФОРМАТИКА И КОМПЬЮТЕРНЫЙ ДИЗАЙН ЛЕКАРСТВ

Излагается сущность нового подхода к созданию лекарств с помощью методов биоинформатики, (*in silico* методы), лежащих в основе компьютерного дизайна лекарств. Приводятся примеры использования методов *in silico* для разработки нового препарата ингибитора сериновых протеаз на основе соевого ингибитора трипсина и исследования белков металлотioneинов.

Ключевые слова: биоинформатика, компьютерный анализ лекарств, *in silico*, ингибиторы протеаз, металлотioneины.

P.E. Borodin, E.A. Borodin

(Amur State Medical Academy, Blagoveshchensk)

BIOINFORMATICS AND COMPUTER AIDED DRUG DESIGN

The main point of the new approach to the drug development with a help of bioinformatics (*in silico*) methods which underline computer aided drug design and the concrete examples of use of *in silico* methods for the development of the new serine protease inhibitor drug and study of metallothioneins are presented.

Key words: bioinformatics, computer aided drug design, *in silico*, protease inhibitors, metallothioneins.

Paulien Hogeweg в 1970 году впервые использовала термин "Биоинформатика" применительно к изучению информационных процессов в биотических системах [1]. Современная биоинформатика является составной частью триады новых биологических наук, включающей в себя геномику, протеомику и биоинформатику [2]. Биоинформатика основана на использовании персональных компьютеров для хранения и обработки информации, полученной в ходе секвенирования геномов живых организмов. Основной мишенью биоинформатики являются нуклеиновые кислоты и белки, как соединения, хранящие и реализующие генетическую информацию.

Типичные задачи биоинформатики включают: хранение информации о первичной структуре генов (т.е. нуклеиновых кислот) и белков, глобальное и локальное выравнивание последовательностей генов и белков и поиск их гомологов, прогнозирование 3D структуры и функций белков на основе их первичной структуры, моделирование белок-белковых и белок-лигандных взаимодействий (*docking algorithms*), высокоточный анализ изображений, вычислительная эволюционная биология и компьютерный дизайн лекарств. Последний использует методы вычислительной химии для создания, повышения эффективности и исследования механизма действия лекарственных препаратов. Главная цель – предсказать будет ли данная молекула связываться с молекулой мишенью и если да, то насколько прочным будет связывание.

Методы молекулярной механики и молекулярной динамики чаще всего используются для предсказания конформаций молекул лиганда и мишени, возникающих при связывании с ней лиганда. В идеале вычислительные методы должны прогнозировать сродство лиганда к мишени до того как молекула лиганда будет синтезирована и синтезировать следовало бы одну единственную молекулу. В действительности имеющиеся сегодня вычислительные методы несовершенны и обеспечивают в лучшем случае только качественные оценки сродства. Поэтому на практике требуется синтез нескольких вариантов молекулы лиганда, их тестирование *in vitro* прежде чем оптимальные варианты будущего лекарства будут созданы. В то же время, вычислительные методы существенно ускоряют и уменьшают себестоимость создания новых лекарств.

Компьютерный дизайн может быть использован в любой из следующих этапов создания лекарственного препарата: идентификация мишени для лекарства с использованием виртуального скрининга (*structure- or ligand-based design*), оптимизация сродства и селективности лиганда к мишени (*hit-to-lead optimization*), оптимизация других фармацевтических свойств препарата с сохранением высокого сродства.

Для преодоления недостаточной точности прогнозирования сродства лиганда к мишени с помощью вычислительных методов используются результаты, полученные с помощью физико-химических методов, таких как рентгеноструктурный анализ и ЯМР-спектроскопия.

Первым лекарственным препаратом, созданным с помощью компьютерного дизайна, является ингибитор карбоангидразы дорзоламид, зарегистрированный в 1995 году. Другим ярким примером эффективности

использования компьютерного дизайна явилось создание фирмой Novartis (Швейцария) препарата Иматиниб (Гливек) - ингибитора тирозинкиназы нового поколения. Препарат зарекомендовал себя как эффективное средство в лечении миелолейкоза и ряда опухолей. Отличием препарата от его предшественников является способность дифференцированно воздействовать на злокачественно трансформированные клетки и не оказывать влияние на нормальные быстро делящиеся клеток.

На кафедре биохимии Амурской ГМА методы биоинформатики были использованы для разработки нового препарата ингибитора сериновых протеаз на основе соевого ингибитора трипсина [3-5]. Использование методов *in silico* (локальное выравнивание аминокислотных последовательностей) позволило выявить известную близость первичных структур соевого и панкреатического ингибиторов трипсина (апротинин, действующее начало фармацевтического препарата Гордокс, Контрикал) и предсказать способность растительного ингибитора оказывать влияние на процессы гемостаза [3, 4], что нашло экспериментальное подтверждение в опытах *in vitro* [5]. В настоящее время на кафедре предпринимается попытка использовать методы биоинформатики для исследования металло-тионеинов микроорганизмов.

ЛИТЕРАТУРА

1. *Hesper B, Hogeweg P* (1970). *Bioinformatica: een werkconcept* 1 (6). Kameleon. P.28–29
2. *Арчаков А.И.* Биоинформатика, геномика и протеомика -науки о жизни XXI столетия // *Вопросы медицинской биохимии*. 2000. Т. 47, №1. С. 2-9.
3. *Памирский И.Э., Бородин Е.А., Штарберг М.А.* Регуляция протеолиза растительными и животными ингибиторами. Lambert Academic Publishing, Saarbrücken, Germany, 2012. 105с. ISBN 978-3-659-13878-2.
4. *Eugene A. Borodin, Igor E. Pamirsky, Mikhail A. Shtarberg, Vladimir A. Dorovskikh, Alexander V. Korotkikh, Chie Tarumizu, Kiyoharu Takamatsu and Shigeru Yamamoto* Effects of Soy Bean Trypsin Inhibitor on Hemostasis. // *Soybean - A Review*. (Ed.by Hany A. El-Shemy). In-Tech, Croatia. 2013. P. 495-512. ISBN 978-953-51-0977-8.
5. *Памирский И.Э., Штарберг М.А., Белоглазова И.Г., Бородин Е.А.* Влияние трипсина и ингибитора трипсина соевых бобов на свертывание крови, фибринолиз, агрегацию тромбоцитов и гемолитическую активность комплемента *in vitro* // *Дальневосточный медицинский журнал*. 2008. №1. С.98-100.

E-mail: borodin54@mail.ru

© 2013 г. **В.Е. Козлов**¹, канд. техн. наук, **С.В. Рудаков**², канд. техн. наук,
А.В. Богомолов³, д-р техн. наук

¹Академия внутренних войск МВД Украины, Харьков;

²Национальный университет гражданской защиты Украины, Харьков;

³ГНЦ РФ – Институт медико-биологических проблем РАН, Москва)

ОСОБЕННОСТИ ШКАЛИРОВАНИЯ ИНФОРМАЦИИ ПРИ ЭКСПЕРТНОМ ОЦЕНИВАНИИ

Рассмотрены основные особенности шкалирования информации при экспертном оценивании в медико-биологических исследованиях с акцентом на целесообразность широкого использования четырехбалльной и усредненной четырехбалльной шкал.

Ключевые слова: шкалы измерений, рейтинговое оценивание, экспертная информация, квалиметрия.

Методы экспертного оценивания широко используются при решении широкого круга медико-биологических задач выбора (ранжирования), а в процессе выбора используется *модель объекта*. Модель объекта часто описывается некоторыми вербальными признаками, состав которых (вектор признаков) определяет группа *экспертов*. Такое определение вектора признаков позволяет решить задачу определения весовых коэффициентов для признаков методами рангов, оценивания, сопоставления и др.

Среди признаков, описывающих объект выбора, выделяют количественные (числовые) и качественные (вербальные). Качество в численном выражении может быть оценено только экспертным методом, основной процедурой которого является сравнение (сопоставление) – установление черт сходства или различия. Для такого сравнения могут использоваться качественные и количественные шкалы (для качественных признаков – шкала наименований и шкала порядка, а для количественных признаков – шкалы интервалов, разностей, отношений и абсолютная шкала). Между тем, только шкалы интервалов и отношений, имеющие установленные начало отсчета и единицу измерений, могут использоваться для всех видов инструментальных измерений, использующих стандартизованные методики обработки результатов. Особенности применения шкалы порядка для экспертного оценивания рассмотрим на примере широко используемой в практике четырехбалльной шкалы.

Формализованное описание четырёхбалльной шкалы

Для формализованного описания четырехбалльной шкалы используем понятие *лингвистической переменной* (ЛП), значениями которой являются термы – понятия, выраженные на естественном языке, а степень соответствия оцениваемого понятия термам определяется с помощью функций принадлежности, формализующих термы ЛП.

В таблице 1 приведено описание ЛП «Экспертные оценки по четырехбалльной шкале».

Таблица 1

Имя терма	Функция принадлежности	X	Имя терма	Функция принадлежности	X
Неудовлетворительно	$\mu(Q_2) = \begin{cases} 1, & \text{если } 2 \leq x < 2,5; \\ 0, & \text{если } 2,5 \leq x \leq 5. \end{cases}$	2	Хорошо	$\mu(Q_4) = \begin{cases} 0, & \text{если } 2 \leq x < 3,5; \\ 1, & \text{если } 3,5 \leq x < 4,5; \\ 0, & \text{если } 4,5 \leq x \leq 5. \end{cases}$	4
Удовлетворительно	$\mu(Q_3) = \begin{cases} 0, & \text{если } 2 \leq x < 2,5; \\ 1, & \text{если } 2,5 \leq x < 3,5; \\ 0, & \text{если } 3,5 \leq x \leq 5. \end{cases}$	3	Отлично	$\mu(Q_5) = \begin{cases} 0, & \text{если } 2 \leq x < 4,5; \\ 1, & \text{если } 4,5 \leq x \leq 5. \end{cases}$	5

Формализованное описание усреднённой четырёхбалльной шкалы

Для расширения диапазона оценок в интересах повышения точности (вернее, чувствительности) квалиметрии часто используют оценки типа 2+ или 4-. В метрологии известен «метод нониуса», позволяющий увеличить число градаций в пределах одного деления основной шкалы. Например, использование нониуса до 1/100 означает, что при записи результата оценивания (измерения) необходимо оставлять две цифры после запятой; при этом абсолютная погрешность не превысит $\pm 0,010$. Шкала при этом «растягивается» в сто раз. Для четырехбалльной шкалы оценки типа 2+ или 4- соответствуют значениям 2,33 и 3,66. Введенную таким образом шкалу экспертного оценивания назовем усредненной четырехбалльной шкалой (УЧШ). В табл. 2 приведено описание соответствующей ЛП.

Таким же образом могут быть введены лингвистические переменные для любой шкалы порядка и интервалов, используемых при экспертном оценивании.

Таблица 2

Имя термина	Функция принадлежности	X
Неудовлетворительно-удовлетворительно	$\mu(Q_{2-3}) = \begin{cases} 1 - (x - 2) , & \text{если } 2 \leq x \leq 3; \\ 0, & \text{если } 3 < x \leq 5. \end{cases}$	2,00-3,00
Неудовлетворительно-удовлетворительно-хорошо	$\mu(Q_{2-4}) = \begin{cases} 1 - (x - 3) , & \text{если } 2 \leq x \leq 4; \\ 0, & \text{если } 4 < x \leq 5. \end{cases}$	2,00-4,00
Удовлетворительно-хорошо-отлично	$\mu(Q_{3-5}) = \begin{cases} 1 - (x - 4) , & \text{если } 3 < x \leq 5; \\ 0, & \text{если } x \leq 3. \end{cases}$	3,00-5,00
Хорошо-отлично	$\mu(Q_{4-5}) = \begin{cases} 0, & \text{если } x \leq 4; \\ 1 - (x - 5) , & \text{если } 4 < x \leq 5. \end{cases}$	4,00-5,00

Взаимосвязь экспертных оценок в разных шкалах

С точки зрения одной из аксиом теории множеств подобие предполагает, что два упорядоченных множества подобны, если между ними можно установить однозначное соответствие, которое сохраняет порядок. А шкалы порядка, интервалов, отношений и абсолютная шкала есть не что иное, как упорядоченные множества, т.е. такие, для которых установлено *правило порядка* – следования или предшествования. Это позволяет рассматривать возможность представления оценок, например, одной из шкал порядка через оценки другой: оценки Q_i , могут быть приведены к диапазону $[0 \dots 1]$ по формуле:

$$Q_{li} = (Q_i - N_n) / (N_k - N_n), \quad (1)$$

где N_n, N_k – соответственно начальная и конечная отметки шкалы, из которой осуществляется перевод.

Особенности некоторых шкал, используемых в экспертном оценивании

Разнообразие шкал безымянных и поименованных, используемых для экспертного оценивания качества объектов, не поддается описанию, как и множество методов обработки результатов оценивания.

Между тем, например, вербально-числовая шкала Харрингтона при фиксированных значениях оценок по верхнему пределу (0,2; 0,4; 0,6; 0,8; 1) ничем не отличается от пятибалльной шкалы; выбор значений в диапазоне градаций шкалы Харрингтона конкретно ничем не обоснован.

Для шкалы Демпстера-Шеффера: -10, -9, ..., 0, 1, ..., 10 по формуле (1):

$$O_{li} = [O_{идш} - (-10)] / [10 - (-10)] = (O_{идш} + 10) / 20.$$

Пересчитанная из шкалы Демпстера-Шеффера последовательность баллов 0; 0,05; 0,10; ..., 0,50; ..., 0,95; 1 – это двадцатиоднобалльная шкала в диапазоне от 0 до 1 с шагом 0,05.

Числовая шкала отношений Саати $\{1/9, 1/8, \dots, 1/2, 1, 2, \dots, 8, 9\}$ является симметрично-обратной относительно единичного значения и предусматривает выбор экспертом численных значений отношений предпочтения одного сравниваемого объекта перед другим. Поскольку любая шкала отношений по определению имеет натуральное нулевое значение и требует наличия эталона, шкалу Саати нужно именовать шкалой предпочтений, но никак не шкалой отношений. Возможно, название шкалы обусловлено неточностью перевода, но, по сути – это семнадцатибалльная шкала порядка.

То есть, характерным для большинства из упомянутых и неупомянутых шкал есть то, что границы заданных интервалов расширяются для увеличения числа градаций (увеличения точности описания качественных признаков объектов сравнения), а определение оценок (баллов) в пределах интервалов отдано на «откуп» экспертам из-за отсутствия четко сформулированных критериев.

* * *

В общем случае использование четырехбалльной и усредненной четырехбалльной шкал при экспертном оценивании обеспечивает прозрачность и четкость критериев, простоту расчетов и единообразие использования, что позволяет решить квалиметрическую задачу построения ранжированных последовательностей. Усредненная четырехбалльная шкала обеспечивает возможность сопоставления оценок, полученных с использованием любой из шкал количественных признаков, при этом отсчет оценок с использованием нониуса до 1/100 обеспечивает приведенную погрешность в три раза меньшую, чем у рейтинговой столбалльной шкалы.

ЛИТЕРАТУРА

1. Козлов В.Е., Богомолов А.В., Рудаков С.В., Оленченко В.Т. Математическое обеспечение обработки рейтинговой информации в задачах экспертного оценивания // Мир измерений. 2012. № 9. С. 42-49.

E-mail: serg_73@i.ua

©2013 г. **В.Г. Панов**, канд. физ.-мат. наук
(Институт промышленной экологии, УрО РАН, Екатеринбург)

СИММЕТРИИ ЭКСПЕРИМЕНТА И КЛАССИФИКАЦИЯ ВЗАИМОДЕЙСТВИЙ В МЕДИЦИНЕ И БИОЛОГИИ¹

Рассматривается проблема определения типа взаимодействия в экспериментах с дискретными переменными. Приведена формализованная схема такого эксперимента, основанная на выделении пространства состояний и симметрий эксперимента. Классификация взаимодействий факторов является следствием вычисления орбит действия группы симметрий эксперимента на пространство состояний. Формальная схема иллюстрируется на примере бинарной теории достаточных причин.

Ключевые слова: дискретные переменные, взаимодействие факторов, группа симметрий, орбиты действия группы, теория достаточных причин.

V.G. Panov

(Institute of Industrial Ecology Ural Division of RAS)

SYMMETRIES OF EXPERIMENT AND CLASSIFICATION OF INTERACTION IN MEDICINE AND BIOLOGY

The problem of interaction classification in experiments with finite level variables is considered. The formal scheme of such an experiment is proposed. The scheme is consist of two ingredients: a set of states of the experiment and a set of its symmetries. The classification of interaction is obtained by the calculations of the orbits of action the symmetries group over the space of the states of experiment. The formal scheme is illustrated with the binary sufficient causes theory.

Keywords: discrete variables, factor's interaction, symmetry group, orbit of the group action, sufficient component cause framework.

Введение. Во многих случаях активные эксперименты в медицине и биологии в качестве основного или сопутствующего вопроса рассматривают проблему взаимодействия действующих факторов. Этот вопрос представляет значительные трудности, как в методологическом плане, так и в части интерпретации полученных результатов [1, 2]. Методологические трудности возникают вследствие известных проблем постановки экспериментов по обнаружению взаимодействия. В частности, по известным причинам не является строго формализованным понятие взаимодей-

¹ Работа выполнена при финансовой поддержке РФФИ (грант № 12-01-00218).

ствия факторов. Тем более нет формальной постановки проблемы классификации взаимодействий.

Как правило, в медико-биологических вопросах рассматривают три типа взаимодействия [1-5]: аддитивный, сверхаддитивный и субаддитивный. Последние два называются также *синергизм* и *антагонизм* соответственно. Однако в реальных медицинских (фармакологических) экспериментах определение типа взаимодействия (в том или ином смысле) затруднительно ещё и тем, что зачастую исследуемый диапазон дозировок препаратов содержит несколько областей, в каждой из которых реализуется некоторый специфический тип взаимодействия. В этом случае сформулировать тип взаимодействия в терминах классической триалы, – аддитивность, синергизм, антагонизм, – не представляется возможным. Тем не менее, очевидно, что и в такой ситуации взаимодействие составных частей препарата имеет место.

Таким образом, с одной стороны, опыт экспериментальных исследований показывает, что взаимодействие факторов присутствует почти в любом эксперименте с несколькими действующими агентами, а с другой, описание этого взаимодействия представляет открытую проблему, вследствие отсутствия соответствующих понятий для его описания.

Формальная схема эксперимента. Рассмотрим эксперимент по определению типа взаимодействия факторов X_1, X_2, \dots, X_k с помощью отклика Y . Исходные факторы будут представлены в некоторых градациях, которые могут иметь как номинальный (категоризованный), так и интервальный (упорядоченный в соответствии с содержательным смыслом) характер. А именно, значения, принимаемые фактором X_i равны $x_1^i, x_2^i, \dots, x_{m_i}^i$, $i = 1, 2, \dots, k$. Значения регистрируемого отклика Y также будут предполагаться дискретными и равными y_1, y_2, \dots, y_m . Для простоты рассмотрим полный факторный эксперимент, при котором отклик регистрируется при всевозможных сочетаниях уровней факторов. Таким образом, результат эксперимента с уровнями факторов $X_i = x_{j_i}^i, j_i = 1, \dots, m_i, i = 1, \dots, k$ и получаемым откликом $y_j^{j_1 \dots j_k}$ можно коротко записать в виде вектора $(x_{j_1}^1, \dots, x_{j_k}^k, y_j^{j_1 \dots j_k})$, который назовем *вектором состояния эксперимента*.

Так как исходные значения факторов задаются исследователем, то первые k координат вектора состояния эксперимента представляют собой элементы множества

$$S = \left\{ (x_{j_1}^1, \dots, x_{j_k}^k) \mid x_{j_1}^1 \in \{x_1^1, \dots, x_{m_1}^1\}, \dots, x_{j_k}^k \in \{x_1^k, \dots, x_{m_k}^k\} \right\}$$

Это множество естественно назвать *пространством состояний эксперимента*. Оно состоит из тех комбинаций уровней факторов, которые исследователь задает в своем эксперименте.

Ключевым моментом построения модели эксперимента является следующий шаг. Постулируется, что в данном опыте существуют некоторые преобразования, T_1, \dots, T_l , уровней факторов, которые сохраняют тип взаимодействия. Даже если таких преобразований не видно, с формальной точки зрения одно такое преобразование обязательно существует – это тождественное преобразование. Важно понимать, что здесь вводится некоторая аксиома, справедливость которой верифицируется контекстом области исследований. Иначе говоря, наличие и конкретный вид таких преобразований определяет исследователь, исходя из специфики конкретного эксперимента и природы действующих факторов. Например, если в некотором исследовании в качестве фактора взят ПОЛ испытуемых, то с точки зрения характера воздействия этого фактора на другие факторы и на отклик, совершенно неважно, каким образом обозначены уровни фактора ПОЛ. Следовательно, можно утверждать, что замена уровней фактора ПОЛ не меняет типа взаимодействия факторов.

Второе замечание касается понятия взаимодействия. В данном случае мы не пытаемся определить это понятие, но утверждаем наличие некоторых свойств его инвариантности. Как правило, утверждения о неизменности характера взаимодействия при некоторых преобразованиях проверяются легче, чем точное описание этого характера.

В целом, преобразования T_1, \dots, T_l действуют на пространство состояний S эксперимента. Обычными алгебраическими средствами по ним можно построить некоторую группу G , действующую на S , которую назовем *группой симметрий эксперимента*. Таким образом, эксперимент с формальной точки зрения представляет собой пространство состояний S и группу симметрий G , действующую на S .

Из построенной формальной модели ясно, что отклики, которые могут быть преобразованы друг в друга преобразованием из группы симметрий G , выражают один и тот же тип взаимодействия факторов. Следовательно, классификация типов взаимодействия факторов в данном эксперименте представляет собой разбиение множества откликов из про-

пространства состояний на классы по действию группы G . С математической точки зрения это означает, что происходит разбиение пространства состояний S на орбиты действия группы G .

Пример. В бинарном эксперименте рассматриваются два двухуровневых фактора X_1, X_2 и двухуровневый отклик Y . После выбора кодировок уровней для X_1, X_2 и Y значениями 0 и 1, получим, что пространство состояний здесь можно отождествить с булевой алгеброй $\mathbf{B}(x_1, x_2)$ от двух булевых переменных [7]. Для обычных симметрий теории достаточных причин [4–6] группа G порождена преобразованиями $T_1(x_1) = x_2, T_1(x_2) = x_1, T_2(x_1) = \bar{x}_1, T_2(x_2) = x_2$. Можно доказать, что эта группа изоморфна группе диэра D_8 [6]. Вычисление орбит действия группы G на пространство состояний $\mathbf{B}(x_1, x_2)$ приводит к следующему разбиению пространства на классы [6]

$$\langle 0 \rangle = \{0\}, \quad \langle 1 \rangle = \{1\}, \quad \langle x_1 \rangle = \{x_1, \bar{x}_1, x_2, \bar{x}_2\},$$

$$\langle x_1 \vee x_2 \rangle = \{x_1 \vee x_2, \bar{x}_1 \vee x_2, x_1 \vee \bar{x}_2, \bar{x}_1 \vee \bar{x}_2\},$$

$$\langle x_1 x_2 \rangle = \{x_1 x_2, \bar{x}_1 x_2, x_1 \bar{x}_2, \bar{x}_1 \bar{x}_2\},$$

$$\langle x_1 x_2 \vee \bar{x}_1 \bar{x}_2 \rangle = \{x_1 x_2 \vee \bar{x}_1 \bar{x}_2, \bar{x}_1 x_2 \vee x_1 \bar{x}_2\}$$

Эта классификация совпадает с той полуэмпирической классификацией, которая известна в работах по бинарной теории достаточных причин [4–6], за исключением того, что последние две булевы функции выделены в отдельный класс. Это вполне согласуется с тем, что эти функции не следует рассматривать как аналогичные классу конъюнкций, как это предлагалось из статистических соображений в [5].

ЛИТЕРАТУРА

1. *Berenbaum M.C.* What is synergy? // *Pharmacological Reviews*. 1989. 41. P. 93-141.
2. *Calabrese E.J.* Multiple chemical interaction. Lewis Publishers. Chesia. 1991.
3. *Greenland S., Lash T.L., Rothman K.J.* Concepts of interaction. // *Modern Epidemiology*. Lippincott-Williams-Wilkins, 3rd ed., 2008. P. 71-83.
4. *VanderWeele T.J., Robins J.M.* Sufficient cause interactions and statistical interactions. // *Epidemiology*. 2009. Vol.20(1). P. 6-13.
5. *Панов В.Г.* К вопросу определения типа взаимодействия двух бинарных факторов в подходе достаточных причин. // *Материалы V Международной научной конференции «Системный анализ в медицине»*. 2011. Благовещенск. С. 19-22.
6. *Панов В.Г., Нагребецкая Ю.В.* Алгебраическая трактовка двухфакторной теории достаточных причин. // *Труды СПИИРАН*. В печати.
7. *Перязев Н.А.* Основы теории булевых функций. М.: Физматлит, 2000.

E-mail: vpanov@ecko.uran.ru

©2013 г. **Т.И. Виткина**, д-р биол. наук,
О.Ю. Кытикова, канд. мед. наук, **Т.А. Гвозденко**, д-р мед. наук.
(Владивостокский филиал ФГБУ «Дальневосточный научный центр
физиологии и патологии дыхания» СО РАМН –
НИИ медицинской климатологии и восстановительного лечения)

РОЛЬ МЕЖСИСТЕМНЫХ ИНТЕГРАЦИЙ В ФОРМИРОВАНИИ АДАПТАЦИОННЫХ ПЕРЕСТРОЕК ОРГАНИЗМА ПРИ ФИЗИОЛОГИЧЕСКОМ СТАРЕНИИ

На основе анализа межсистемных интеграций между иммунной и ПОЛ-АОЗ системами в группах здоровых лиц зрелого и пожилого возраста показано изменение количества, силы и направленности корреляционных связей в разные возрастные периоды, что позволяет охарактеризовать особенности формирования адаптационных перестроек ведущих гомеостатических систем организма при физиологическом старении.

Ключевые слова: межсистемные корреляции, адаптация, физиологическое старение.

T.I. Vitkina, O.Yu. Kytikova, T.A. Gvozdenko
(Vladivostok Branch of the FSBI «Far Eastern Scientific Centre of Physiology and Pathology of Respiration» under the Siberian Branch of RAMS – Institute of Medical Climatology and Rehabilitation)

THE ROLE OF INTER-SYSTEM INTEGRATION IN THE FORMATION OF ADAPTIVE REBUILDING OF AN ORGANISM AT THE PHYSIOLOGICAL AGING

On the basis of the analysis of inter-system integration between the immune and LOP- AOC systems in the group of healthy persons of mature-aged and elderly the variation in the number, intensity and direction of correlations in different age periods has been shown. That allow to describe the peculiarities of the formation of adaptive reorganizations of the leading homeostatic systems of organism under normal aging.

Key words: cross-system correlation, adaptation, physiological aging

Введение

Использование методов системного анализа для изучения процессов функционирования гомеостатических систем стареющего организма, характера взаимодействий между параметрами данных систем, представляет несомненную актуальность [2, 3].

Процесс старения сопровождается развитием структурных и регуляторных изменений организма системного характера и прогрессирующим ограничением его адаптационных возможностей [1]. В процессах адаптации к внешним, стрессирующим воздействиям, важная роль принадлежит иммунной и прооксидантной-антиоксидантной (ПОЛ-АОЗ) системам, признанным ведущими в оценке иммунорезистентности. Установлено изменение функционирования данных систем с возрастом [8]. Изучение межсистемных взаимосвязей системы иммунитета и прооксидантной-антиоксидантной систем с учетом возрастного аспекта позволит расширить современные представления о механизмах формирования адаптационных перестроек при физиологическом старении.

Целью настоящего исследования явилось изучение функциональных взаимоотношений между системами иммунитета и ПОЛ-АОЗ в группах лиц зрелого и пожилого возраста посредством анализа межсистемных корреляционных связей.

Методы исследования и способы статистической обработки

Изучение параметров иммунной и ПОЛ-АОЗ систем проводили у 60 условно здоровых лиц зрелого и пожилого возраста, рандомизированных по возрасту согласно возрастной периодизации онтогенеза Н.В. Нагорного (1963).

Фенотипирование клеток иммунной системы производили с использованием моноклональных антител к молекулам CD₃₊, CD₄₊, CD₈₊, CD₁₆₊, CD₂₂₊, CD₂₅₊, HLA-DR₊ (Беларусь). Концентрацию Ig A, M, G в сыворотке крови определяли иммуноферментным методом. Фагоцитарную активность нейтрофилов, фагоцитарный резерв, резерв фагоцитарного числа, динамику (суммарный процент завершающих стадий) и завершенность фагоцитоз оценивали по Д.Н. Маянскому и соавт. (1988). Оценивали кислородзависимые механизмы бактерицидности нейтрофилов и резервные возможности нейтрофилов периферической крови по методу Park в модификации Е.В. Шмелева (1988) [7]. Содержание циркулирующих иммунных комплексов антиген-антитело определяли методом M.Digeon, M.H.Jover, J.Rizo в модификации П.В. Стручкова (1985) [5]. Измерялась оптическая плотность щелочного раствора ЦИК крупных и мелких размеров.

Исследование системы ПОЛ-АОЗ включало определение содержания малонового диальдегида в гемолизате эритроцитов по образованию

окрашенного комплекса с 2-тиобарбитуровой кислотой. Интегральный показатель антиоксидантной активности определяли в плазме крови по величине торможения переокисления липидов в модельной системе желточных липопропротеидов [4]. Определяли количество восстановленного глутатиона, глутатиоредуктазы, глутатионпероксидазы и каталазы [6].

Оценка числа и характера связей (по Спирмену) между параметрами иммунной и ПОЛ-АОЗ системами проводилась с применением пакета прикладных программ «STATISTICA 6.0». Использовались только статистически достоверные связи ($p < 0,05$) со значениями (r_0) на уровне слабой ($0,2 \leq r \leq 0,5$), умеренной ($0,5 \leq r \leq 0,7$) и сильной ($0,7 \leq r \leq 0,9$) связи. Анализировалось количество межсистемных связей (корреляционные связи между изучаемыми системами), теснота корреляционных связей и направленность взаимодействий ($r (+)$, $r (-)$).

Результаты исследований и их обсуждение

Количество, сила и направленность корреляционных взаимосвязей между параметрами иммунной и ПОЛ-АОЗ систем менялись от зрелого возраста к пожилому, что свидетельствовало об изменении характера взаимоотношений между данными системами с возрастом.

В пожилом возрасте установлено увеличение числа межсистемных связей на 33,4% относительно лиц зрелого периода. Сила связей возрастала по мере старения организма: в зрелом возрасте число сильных и средней силы связей составляло 25%, в пожилом – 58,3%. В зрелом возрасте преобладали прямые связи (62,5%), в пожилом – доминировали связи обратной направленности (83,3%). Таким образом, в пожилом возрасте происходит усложнение структурно-функциональных взаимодействий, что соответствует первой фазе адаптационных изменений: возрастание количества и тесноты межсистемных связей. Обусловленная возрастом перестройка у здоровых людей, в первую очередь, направлена на стабилизацию интеграции систем, осуществляющих элиминацию патологического влияния внешнесредовых воздействий и нарушений в работе организма, что подтверждалось установленным в исследовании увеличением числа межсистемных интеграций обратной направленности. По мере старения организма наблюдается нарушение согласованности функционирования ПОЛ-АОЗ и иммунной систем, скоординированное действие которых направлено на обеспечение устойчивости организма к повреждающему воздействию патогенных факторов. Увеличение числа, силы

межсистемных связей и смена их направленности в пожилом возрасте связано с адаптационной стратегией организма, направленной на сохранение структурной целостности организма, как функциональной системы.

ЛИТЕРАТУРА

1. *Анисимов В.Н.* Молекулярные и физиологические механизмы старения. В 2 т. 2-е изд., перераб. и доп. Спб.: Наука, 2008.
2. Возрастные изменения системных свойств организма человека / *В.Н. Крутько, В.И. Донцов, С.И. Розенблит и др.* // Тр. ИСА РАН. М., 2006. Т.19. 17 с.
3. *Крутько В.Н., Донцов В.И.* Системные механизмы и модели старения. М., 2008.
4. *Клебанов Г.И., Бабенкова И.В., Теселкин Ю.О.* Оценка антиокислительной активности плазмы крови с применением желточных липопротеидов // Лаб. дело. 1988. №5. С. 59-62.
5. Скрининг-тест для оценки патогенных свойств циркулирующих иммунных комплексов / *П.В. Стручков, Н.А. Константинова, В.В. Лаврентьев, А.Г. Чучалин* // Лаб. дело. 1985. №7. С. 410-412.
6. Справочник Медицинские лабораторные технологии и диагностика // под. ред. *А.И. Карпищенко*. Спб.: Интермедика, 1999.
7. *Шмелев Е.В., Бумагина Г.К., Митеров П.П.* Модификация метода Park // Лаб. дело. 1979. №9. С. 13-15.
8. *Ястребов А.П., Мещанинов В.Н.* Старение, перекисное окисление липидов, биовозраст – принципы коррекции, возможности клеточных технологий // Вестник Уральской медицинской академической науки. 2007. №1. С. 83-90.

E-mail: kytikova@yandex.ru.

© 2013 г. **П.Ф. Кикү**^{1,2}, д-р мед. наук, канд. техн. наук,

Л.В. Веремчук¹, д-р биол. наук, канд. техн. наук,

Т.В. Горборуква^{1,3}, канд. техн. наук

(¹Владивостокский филиал ФГБУ «Дальневосточный научный центр физиологии и патологии дыхания» СО РАМН –

НИИ медицинской климатологии и восстановительного лечения,

²Школа биомедицины, ³Школа естественных наук Дальневосточного федерального университета, Владивосток)

ИНФОРМАЦИОННО-АНАЛИТИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ МЕДИКО-ЭКОЛОГИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ

Освещены вопросы моделирования медико-экологических процессов при проведении социально-гигиенических исследований. Подходы медико-экологического моделирования с позиции системного анализа представлены «Моделью комплексной медико-экологической оценки системы «окружающая среда – здоровье человека».

Ключевые слова: моделирование, статистика, здоровье, популяция, социально-гигиенический мониторинг

P.F. Kiku, L.V. Veremchuk, T.V. Gorborkova

(Vladivostok branch FGBU "FESC PPR" RAMS – research Institute of Medical Climatology and Rehabilitation, School of Biomedical, School of Natural Sciences of the Far Eastern Federal University)

INFORMATION-ANALYTICAL MODELING MEDICAL AND ENVIRONMENTAL PROCESSES

The questions of medical and environmental modeling processes during social hygiene research. Approaches health from the perspective of ecological modeling system analysis presented "model of comprehensive medical and environmental assessment of" the environment - human health. "

Keywords: modeling, statistics, health, population, environment and health monitoring

Проблема оценки взаимодействия человека и окружающей среды весьма многогранная, сложная, требует разработки новых методологических и методических подходов, создания математических моделей оценки взаимосвязи различных факторов, создания региональных банков данных и, в целом, дальнейшего углубленного изучения данного направления, что

позволит провести анализ прямых и обратных связей между человеком и окружающей средой, определить степени их взаимного приспособления как процесса биологического и социального одновременно [3].

В рамках Программы «среда – человек – здоровье» была создана «Модель комплексной медико-экологической оценки системы «окружающая среда – здоровье человека», отражающая взаимодействие природно-экологических факторов с показателями здоровья населения. Созданная модель функционирования экосистемы включала адаптированную формулы расчета таксономических расстояний признаков ландшафтных комплексов, формулу ответа экосистемы на воздействия факторов окружающей среды, алгоритма оценки системы «человек-среда» и отражала взаимодействие природно-экологических факторов с показателями здоровья населения. В свою очередь это позволило классифицировать территорию региона по степени экологического напряжения, рассчитать «экологический ограничитель», выделить факторы окружающей среды, определяющие класс экосистемы, составить прогноз поведения и состояния системы. Разработанная модель отражает задачи оптимизации, адаптации структуры популяции к среде обитания, относится к новому поколению моделей, учитывающих стратегию и тактику поведения экосистемы при изменении параметров внешней среды.

При разработке модели были решены ряд задач:

- разработана 5-балльная оценочная шкала, позволяющая представить разнородную информацию в одной системе исчисления [2];
- разработана номограмма коэффициентов воздействия факторов среды на условия обитания человека [1]. С помощью номограммы коэффициентов путем определения характера воздействия каждого фактора среды оценивается прочность системы «человек-среда» (устойчивый, неустойчивый). Связи действуют на человека в совокупности, усиливая или ослабляя воздействие отдельных факторов среды. Поэтому связи были объединены в отдельный общий показатель воздействия «К», отражающий основные тенденции влияния параметров среды обитания на человека. Метод позволяет расширить возможности оценки среды обитания человека при комплексном взаимодействии климатических, природных, санитарно-гигиенических, социальных факторов;
- выведена формула комплексной оценки воздействия факторов внешней среды на человека. В основе формулы взят принцип расчета

градиента между восприятием фактического качества параметра среды и «идеального», предложенный Матюхиным В.А. [4], и дополненный специальным коэффициентом «К». Формула позволяет провести интегральную оценку влияния отдельных факторов и определить их приоритетность в формировании среды обитания человека:

$$K(x_1, \dots, x_n) = \prod_{i=1}^n \left[\exp\left(-\frac{(x_i - x_{0i})^2}{2nL_i^2}\right) \right]^{5 \cdot K_i}$$

где: $K(x_1, \dots, x_n)$ – «функция отклика» на воздействие внешней среды;

x_i – качественное фактическое состояние фактора среды;

x_{0i} – качественное состояние фактора среды в пределах нормы;

L_i – масштабный множитель фактора среды;

K_i – коэффициент значимости фактора среды, рассчитанный на основе номограммы [1];

– адаптирована формула Каганского В.Л. для типизации воздействующих на человека факторов среды внутри экосистемы, которая позволила с помощью таксономических расстояний выявить дифференцирующие «синдром-признаки» [1]. Предложенный метод отличается от обычной формулы подсчета таксономических расстояний определением дифференцирующей силы каждого признака в отдельности с определением его специфичности. В результате «признак-синдром» указывает на наличие факта и меры (величины) приоритетности показателя, характеризующего конкретную совокупность. Данный метод является новым подходом при проведении типизации территории, выделении приоритетных средоформирующих факторов ландшафтных комплексов:

$$T_i^k = \sqrt{\sum_{j=1}^n (x_i^k - x_j^k) \cdot N}$$

где: T_i^k - таксонометрическое расстояние признака i в комплексе k ;

X_i^k – значение i в комплексе k ;

X_j^k – значение последующих признаков в комплексе k .

N – количество признаков.

Разработана система оценки системы «человек-среда», в основу которого легли математические методы обработки информации: кластерный, факторный, регрессионный анализы [2]. Кластерным анализом, используя принцип «подобия формализации признаков», выделены однотипные по степени экологического напряжения 5 территориальных зон, где экологическая обстановка характеризуется как критическая, сильно

напряженная, напряженная, относительно удовлетворительная и удовлетворительная. Факторный анализ по методу «главных компонент» позволяет далее определить ведущие факторы окружающей среды, формирующие класс экосистемы. Выделение факторов, оказывающих наибольшее влияние на состояние здоровья населения, осуществлялось в последующем с помощью уравнения множественной регрессии. Алгоритм позволяет формализовать количественные и качественные признаки в системе «человек-среда», доказать зависимость состояния здоровья населения от экологической ситуации и отдельных факторов окружающей среды, выявить наиболее значимые факторы среды обитания, влияющие на здоровье популяции, дать интегральную оценку экосистемы. При использовании факторного и регрессионного анализов впервые были выделены ведущие факторы среды обитания, оказывающие влияние на распространение заболеваний среди населения края: санитарные состояния атмосферы, факторная нагрузка 0,93, водоемов – 0,91, почвы – 0,90, систем водоснабжения – 0,87, канализации – 0,85, утилизации отходов – 0,83, комплексная застройка – 0,81, транспортные нагрузки – 0,80, нарушенность лесов – 0,80, наличие переносчиков клещевого энцефалита – 0,80, широта местности – 0,79 [2].

ЛИТЕРАТУРА

1. *Веремчук Л.В.* Технология комплексной оценки и типизации среды обитания человека приморских провинций (на примере Приморского края): автореф. дис.... канд. техн. наук. Владивосток, 1999. 28 с.
2. *Кику П.Ф.* Гигиенические аспекты формирования здоровья населения в условиях техногенного изменения окружающей среды (на примере Приморского края): автореф. дис. ... д-ра мед. наук. Иркутск, 2000. 228 с.
3. *Комаров В.Д.* Комплекс моделей и систем для оценки здоровья населения при глобальных изменениях среды // Физиология человека. 2002. Т.18, №5. С. 26-32.
4. *Матюхин В.А., Разумов А.Н.* Экологическая физиология человека и восстановительная медицина / под ред. член-корр. РАМН И.Н.Денисова. М.: Изд-во «ГЭОТАР МЕДИЦИНА», 1999. 335 с.
5. *Кику П.Ф., Веремчук Л.В., Белик Л.А.* Модель обработки медико-экологической информации при заболеваниях органов дыхания // Бюл. физиол. и патол. дыхания. 2002. Вып. 12. С. 72-75.
6. *Кику П.Ф., Веремчук Л.В., Татаркина Н.Д.* Структурная модель влияния факторов среды обитания на распространение болезней органов дыхания в Приморском крае // Бюл. физиол. и патол. дыхания. 2012. Вып. 43. С. 107-111.

E-mail: lme@list.ru

УДК: 517.98:612.822.3:616-073.7

©2013 г. **В.Ф. Ульянычева**¹, канд. физ.-мат. наук, **А.А. Ященко**¹,
Н.В. Ульянычев², канд. физ.-мат. наук

(¹ГБОУ ВПО Амурский государственный университет,

²ФГБУ «Дальневосточный научный центр физиологии и патологии дыхания» СО РАМН, Благовещенск)

САМООРГАНИЗАЦИЯ КАК ОСНОВА СОЗДАНИЯ НЕЙРО-КОМПЬЮТЕРНОГО ИНТЕРФЕЙСА

Рассматривается возможность применения вейвлет анализа в качестве инструмента для реализации синергетического подхода при исследовании ЭЭГ сигнала.

Ключевые слова: ЭЭГ сигнал, синергетика, вейвлет анализ.

Головной мозг человека – самая сложная система и наиболее сложный из известных нам органов. Ввиду его чудовищной сложности фундаментальная проблема заключается и следующем: какие важные вопросы мы можем задать об активности мозга? Эти вопросы тесно связаны с имеющимися в нашем распоряжении методами анализа. Наиболее известен метод разложения сложной системы на более простые части. В случае головного мозга мы, пользуясь этим методом, находим отдельные части мозга, такие, как нейроны и глиальные клетки. Редуцируя эти клетки дальше, мы находим, например, мембраны, рецепторы, органеллы, а на ещё более фундаментальном уровне – биомолекулы. Внутри клеток и между ними происходят многочисленные химические, электрические и электрохимические процессы. Но здесь и начинается загадка: чтобы управлять движениями, распознавать образы или принимать решения (мы ограничиваемся лишь несколькими примерами) мириады нейронов должны действовать согласованно – в высшей степени регулируемым, упорядоченным образом.

Тот же вопрос можно сформулировать и в антропоморфных терминах; кто или что управляет поведением нейронов? Всякий, кто размышлял над этой проблемой, признает, что здесь мы соприкасаемся с тайной проблемы разум–тело (mind-body problem). Ответ основан на синергетике – междисциплинарной области исследований, начало которой было положено в 1969 г. Синергетика нашла применение в физике, химии, биологии, компьютерных науках и в других областях.

Одна из наиболее поразительных особенностей самоорганизующихся систем – их способность образовывать пространственно-временные структуры. Так как мы рассматриваем мозг как самоорганизующуюся систему, вырабатывающую пространственно-временные паттерны активности, желательно проанализировать механизмы образования этих паттернов с общей точки зрения. Мы уже встречали некоторые простые примеры возникновения структур, например, знаменитую конвекционную неустойчивость в гидродинамике (рис.1).

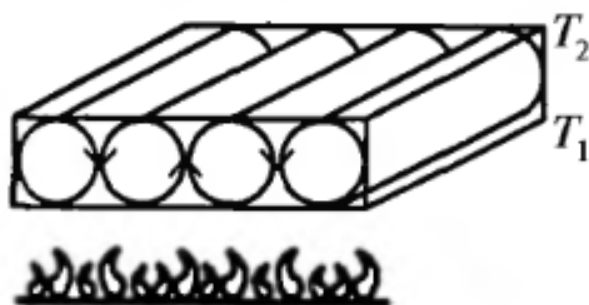


Рис. 1. Если разность температур превышает критическое значение, то в жидкости могут возникнуть валы.

Ещё один пример – шестиугольные ячейки или полосы, обнаруженные в некоторых химических реакциях. Эти явления и теоретические понятия, лежащие в основе их объяснения, привели и к моделям образования узоров на шкурах животных или на коже рыб.

Наконец, нельзя не упомянуть о случайных событиях. Во многих областях науки господствует идея о том, что случайных событий не существует и что все процессы полностью детерминистические. Но в ряде важных процессов случайные события играют важную роль. Случайные события во множестве встречаются и в квантовой механике, где с ними связано поведение атомов и молекул. Примером может служить радиоактивный распад ядра атома. Если ядро обладает естественной радиоактивностью или становится радиоактивным в результате столкновений с другими ядрами, то невозможно предсказать, когда именно произойдёт радиоактивный распад ядра с испусканием элементарной частицы. То же самое справедливо и относительно спонтанного испускания света атомами. Находясь в возбуждённом состоянии, он может испускать световую волну, или, на языке квантовой теории, фотон, но предсказать, когда именно это произойдёт, невозможно.

Строго говоря, все элементарные процессы в химических реакциях имеют квантовомеханическую и, следовательно, случайную природу. Согласно современным физическим представлениям, случайные события носят фундаментальный характер и не могут быть предсказаны будущей более детальной теорией.

Система должна быть открытой. Закрытая система в соответствии с законами термодинамики должна в конечном итоге прийти к состоянию с максимальной энтропией и прекратить любые эволюции.

Открытая система должна быть достаточно далека от точки термодинамического равновесия. В точке равновесия сколь угодно сложная система обладает максимальной энтропией и не способна к какой-либо самоорганизации. В положении, близком к равновесию и без достаточного притока энергии извне, любая система со временем ещё более приблизится к равновесию и перестанет изменять своё состояние.

Фундаментальным принципом самоорганизации служит возникновение нового порядка и усложнение систем через флуктуации (случайные отклонения) состояний их элементов и подсистем. Такие флуктуации обычно подавляются во всех динамически стабильных и адаптивных системах за счёт отрицательных обратных связей, обеспечивающих сохранение структуры и близкого к равновесию состояния системы. Но в более сложных открытых системах, благодаря притоку энергии извне и усилению неравновесности, отклонения со временем возрастают, накапливаются, вызывают эффект коллективного поведения элементов и подсистем и, в конце концов, приводят к «расшатыванию» прежнего порядка и через относительно кратковременное хаотическое состояние системы приводят либо к разрушению прежней структуры, либо к возникновению нового порядка. Поскольку флуктуации носят случайный характер, то состояние системы после бифуркации обусловлено действием суммы случайных факторов.

Самоорганизация, имеющая своим исходом образование через этап хаоса нового порядка или новых структур, может произойти лишь в системах достаточного уровня сложности, обладающих определённым количеством взаимодействующих между собой элементов, имеющих некоторые критические параметры связи и относительно высокие значения вероятностей своих флуктуаций. В противном случае эффекты от синергетического взаимодействия будут недостаточны для появления коллек-

тивного поведения элементов системы и тем самым возникновения самоорганизации. Недостаточно сложные системы не способны ни к спонтанной адаптации, ни, тем более, к развитию и при получении извне чрезмерного количества энергии теряют свою структуру и необратимо разрушаются.

Этап самоорганизации наступает только в случае преобладания положительных обратных связей, действующих в открытой системе, над отрицательными обратными связями. Функционирование динамически стабильных, неэволюционирующих, но адаптивных систем – а это и гомеостаз в живых организмах, и автоматические устройства – основывается на получении обратных сигналов от рецепторов или датчиков относительно положения системы и последующей корректировки этого положения к исходному состоянию исполнительными механизмами.

В самоорганизующейся, в эволюционирующей системе возникшие изменения не устраняются, а накапливаются и усиливаются вследствие общей положительной реактивности системы, что может привести к возникновению нового порядка и новых структур, образованных из элементов прежней, разрушенной системы. Таковы, к примеру, механизмы фазовых переходов вещества или образования новых социальных формаций.

Самоорганизация в сложных системах, переходы от одних структур к другим, возникновение новых уровней организации материи сопровождаются нарушением симметрии. При описании эволюционных процессов необходимо отказаться от симметрии времени, характерной для полностью детерминированных и обратимых процессов в классической механике. Самоорганизация в сложных и открытых – диссипативных системах, к которым относится и жизнь, и разум, приводят к необратимому разрушению старых и к возникновению новых структур и систем, что наряду с явлением необывания энтропии в закрытых системах обуславливает наличие «стрелы времени» в Природе.

Понятия и методы синергетики позволяют развить новый подход к анализу электроэнцефалограмм (ЭЭГ). Микроскопическое происхождение электрических полей, измеряемых в ЭЭГ, не вполне ясно. Действуя в духе синергетики, мы будем рассматривать эти поля как макроскопические явления, которые требуется исследовать на языке синергетических понятий.

Прежде всего, необходимо подчеркнуть, что традиционно основ-

ным стимулом исследования ЭЭГ было стремление найти участки той или иной специфической активности мозга – зрения или определённых видов мышления. Такие исследования важны для нахождения центров эпилептической активности, так как в ряде случаев их можно удалить хирургическим путём и излечить эпилепсию. Следуя такому локальному описанию различных видов активности мозга, были разработаны представления, ставшие основой методов локализации центров активности. Наглядно такой подход можно представить следующим образом. Представим себе, что несколько радиостанций ведут передачи, которые можно принимать на определённой территории. Возникает вопрос: можно ли восстановить расположение радиодатчиков по пространственно-временному распределению принимаемых радиоволн? Аналогичным образом мы можем попытаться разработать методы локализации центров, создающих электрические поля, по измеренным пространственно-временным распределениям полей по скальпу. Мы не хотим преувеличивать недостатки такого подхода, но, по крайней мере, две трудности нельзя не отметить. Очень часто центры не удаётся локализовать однозначно, и, кроме того, может оказаться, что центры лежат вне мозга, т.е. результат локализации не имеет смысла. Это означает, что необходимы другие подходы, и действительно необходимо выяснить, и в каких случаях упомянутый выше традиционный метод применим, а в каких – неприменим.

Для большей конкретности рассмотрим эпилептические признаки, так как их сигналы отличаются особой чёткостью. В случае парциальных приступов эпилептическая активность локализована в одном или нескольких эпилептогенных очагах. Это тот случай, когда описанный выше традиционный анализ применим или должен быть применим. С другой стороны, большие эпилептические припадки характеризуются эпилептической активностью, охватывающей оба полушария мозга. В частности, так называемая *petit-mal* эпилепсия принадлежит к классу больших эпилептических припадков. Обычно она связана с кратковременной потерей сознания (так называемым абсансом), которая длится несколько секунд. На ЭЭГ при этом появляются чётко выраженные пики.

Как известно из многочисленных примеров в синергетике, пространственно-временные структуры, которые возникают в системах вблизи точек потери устойчивости, можно рассматривать как суперпозицию небольшого числа пространственных структур (или *мод*) с завися-

щими от времени амплитудами. Если серьезно относиться к идее о том, что наш мозг функционирует вблизи точек потери устойчивости, то можно ожидать, что ЭЭГ допустимо интерпретировать как суперпозиции небольшого числа фундаментальных пространственных мод с зависящими от времени амплитудами [1].

Выдвигались предположения (научные и околонуучные), что ЭЭГ можно также использовать для чтения мыслей или хотя бы для управления внешними устройствами напрямую. Это применение ЭЭГ получило название *brain-computer interface* (BCI), а в русскоязычной литературе – нейро-компьютерного интерфейса (НКИ). Ряд ученых неоднократно предпринимал попытки по управлению устройствами с помощью ЭЭГ (Dewan 1967, Vidal 1973), а интерес широкой публики к этому направлению постоянно подогревался фантастическими фильмами.

Практическая необходимость в таком интерфейсе давно назрела. Десятки тысяч больных уже сейчас нуждаются в подобном интерфейсе. В первую очередь – это полностью парализованные люди (с так называемым *locked-in* синдромом), например, некоторые пациенты с АЛС, общее количество которых в США достигает 30 тысяч человек; пациенты с тяжелыми формами церебрального паралича; пациенты с тяжелыми инсультами и травмами. Можно ожидать, что по мере развития эта технология может быть использована и другими пациентами с менее поврежденными системами движения, такими как квадролегия.

Очевидно, что в основе BCI должно лежать распознавание паттернов биопотенциалов мозга. Если испытуемый может изменять характер своих биопотенциалов, например, выполняя определенные умственные задачи, то система BCI могла бы транслировать эти изменения в контрольные коды, например по перемещению курсора мыши на экране компьютера или руки робота-манипулятора. Также эти коды можно использовать для выбора букв на «виртуальной клавиатуре» или для контроля инвалидной коляски.

Скорость передачи информации (или пропускная способность) этого нового канала пока невелика. Однако постоянный прогресс в области техники регистрации ЭЭГ, алгоритмов обработки сигналов и распознавания паттернов, более глубокое понимание нейрофизиологии и вовлечение все большего числа ученых в эти работы обеспечивают неуклонное увеличение этой скорости, рост числа приложений и динамичный прогресс всего направления в целом.

Одним из перспективных направлений в этой области является применение вейвлет-анализа для обработки и распознавания паттернов ЭЭГ сигнала. Это, прежде всего, связано со свойствами вейвлетов. Разработав систему анализа и запоминания паттернов можно раз и навсегда решить проблему связи такого коммуникационного канала.

Нами был разработан программный продукт «Вейвлет анализ электроэнцефалограммы» и оттестирован на ряде экспериментов.

В качестве исходных данных было взято ЭЭГ исследование здорового человека. Исследование проводилось с использованием внешних раздражителей. На рисунке 2 представлены: а) фрагмент исследования в отсутствие раздражителей, б) звуковая стимуляция, с) задержка дыхания, д) фотостимуляция.

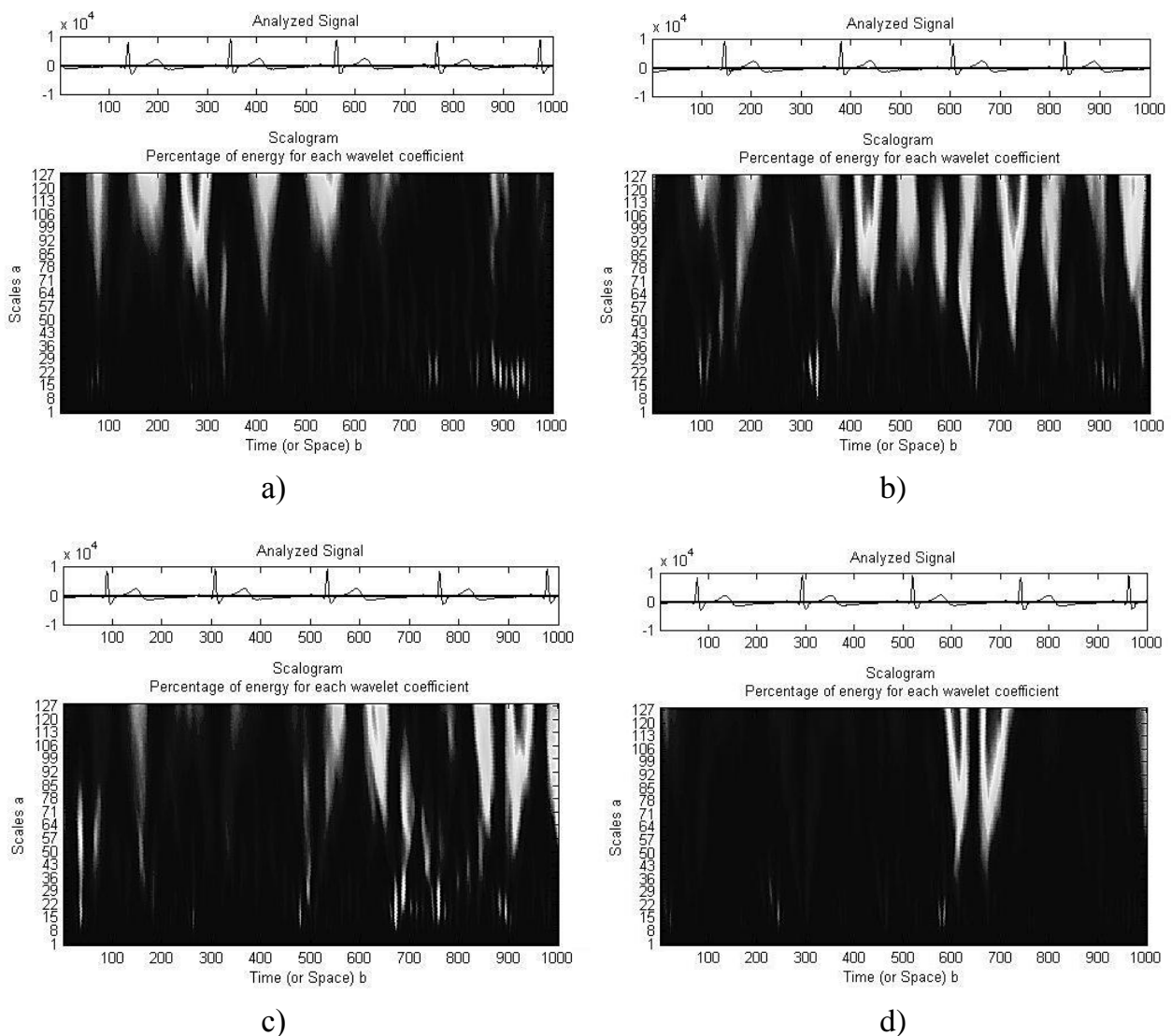


Рис. 2. Вейвлет анализ электроэнцефалограммы.

Обработка ЭЭГ исследования осуществлялась с помощью вейвлет-анализа. На основании представленных материалов можно сделать вывод о том, что мыслительная деятельность человека напрямую связана с событиями окружающими его, определённого рода паттерны могут быть полностью распознаны и преобразованы в управляющий сигнал. Возможно создание системы связи мозг-компьютер, для управления внешними объектами (механические протезы, набор текстовой информации и т.д.).

В перспективе, дальнейшие исследования в данной области могут найти практическое применение в области создания более совершенных интерфейсов в медицине, криминалистике и других областях, нуждающихся в объективных и непредвзятых критериях оценки деятельности процессов, происходящих в коре головного мозга человека.

ЛИТЕРАТУРА

1. Хакен Г. Принципы работы головного мозга: Синергетический подход к активности мозга, поведению и когнитивной деятельности. М.: ПЕР СЭ, 2001. 351с.
2. Новиков, Л.В. Основы вейвлет-анализа сигналов: учебное пособие. СПб.: Изд-во ООО "МОДУС+", 1999. 152 с.
3. Коньшев В.А., Карловский Д.В., Славуцкая А.В. Исследование опознания задуманных букв и слов по волне Р300 вызванного потенциала мозга человека с помощью нейрокомпьютерного интерфейса // Российский физиологический журнал им. И.М. Сеченова. 2007. Т. 93, №2. С. 141-149.
4. Дьяков В.П., Абраменкова И. МАТЛАВ Обработка сигналов и изображений: специальный справочник. СПб.: Питер, 2002. 608с.
5. Дремин И.Л. Вейвлеты и их использование // Успехи физических наук. 2001. Т.171, № 5. С. 465-501.

E-mail: dncfpd@ramn.ru

©2013 г. М.Д. Алёхин, А.А. Демендеев, А.Ю. Темляков
(Московский государственный технический университет им. Н.Э.Баумана)

КОМПЛЕКС АЛГОРИТМОВ АВТОМАТИЗИРОВАННОГО РАСПОЗНАВАНИЯ ДЫХАТЕЛЬНЫХ ПАТТЕРНОВ БИОРАДИОЛОКАЦИОННЫХ СИГНАЛОВ²

Разработан комплекс алгоритмов автоматизированного распознавания дыхательных паттернов биорадиолокационных сигналов на основе искусственных нейронных сетей и вейвлет-преобразования с определением их оптимальных структурно-параметрических свойств.

Ключевые слова: биорадиолокация, вейвлет-преобразование, нейросетевой классификатор, распознавание паттернов, синдром апноэ во сне.

Метод распознавания паттернов биорадиолокационных сигналов

Для автоматизированного распознавания дыхательных паттернов биорадиолокационных (БРЛ) [1] сигналов (ДПБС) разработан метод обработки медико-биологической информации [2] на основе совместного использования вейвлет-преобразования (ВП) [3] и нейросетевого классификатора (ИНС) [4], включающий три основных этапа. Во время предварительной обработки БРЛ сигналов производится фильтрация с использованием фильтров Баттерворта верхних и нижних частот, сглаживание медианным фильтром скользящего среднего и Z-нормализация данных. Далее пространство признаков ДПБС формируется на основе последовательности абсолютных значений детализирующих коэффициентов ВП квадратурных компонент БРЛ сигналов. Таким образом, каждый раз подавая на входной слой нейросетевого классификатора фиксированное количество результирующих компонент векторов признаков ДПБС, на выходном слое ИНС регистрируется значение, соответствующее одному из выбранных классов (рис. 1.): обструктивное апноэ (ОСА); центральное апноэ (ЦСА); нормальный спокойный сон (НСС).

Для повышения эффективности распознавания ДПБС при таком подходе необходимо оптимизировать структурно-параметрические свойства вейвлет-преобразования и нейросетевого классификатора [5].

² Работа выполнена при финансовой поддержке грантов РФФИ №12-07-31014_мол-а и №11-07-00213-а.

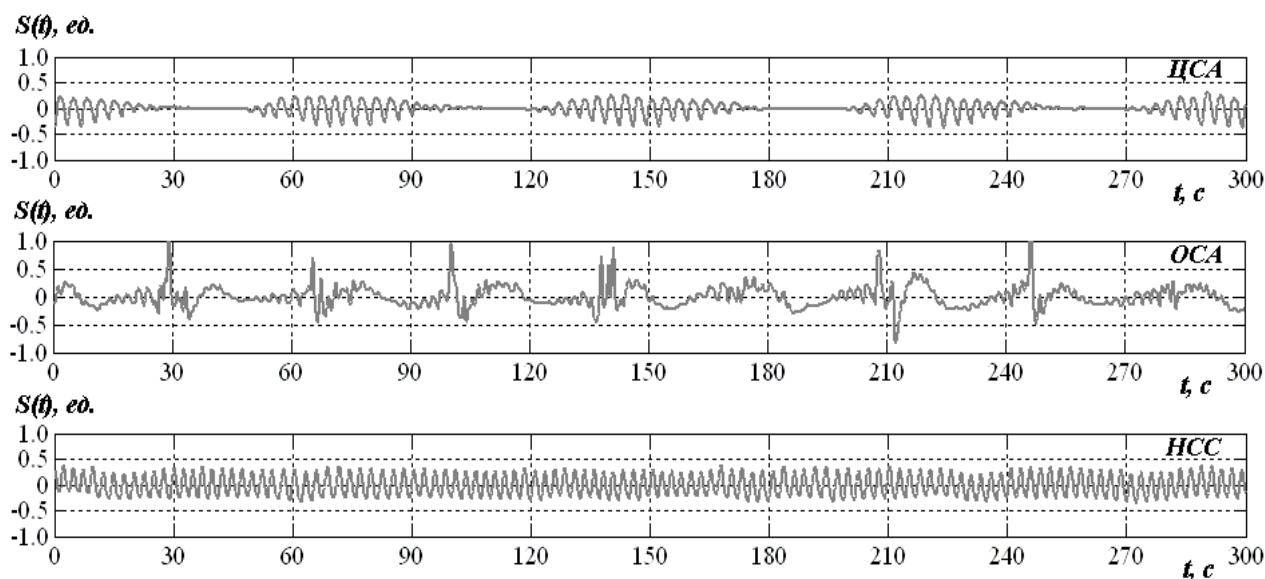


Рис. 1. Характерные формы ДПБС при диагностике расстройств дыхания во сне.

Алгоритм оптимизации параметров вейвлет-преобразования

Алгоритм автоматизированного определения оптимальных параметров ВП для формирования пространства признаков ДПБС состоит из следующих этапов:

- при инициализации задаются начальные параметры алгоритмов, обусловленные свойствами анализируемых сигналов (максимальная частота и частота дискретизации сигнала, желательные свойства время-частотных (ВРЧ) преобразований (ВРЧП));
- в общем случае сначала выбирается тип ВРЧП преобразования (дискретное ВП - лучшая ВРЧ локализация, что особенно важно при извлечении информативных признаков ДПБС; возможность реализации быстрых алгоритмов вычислений; доступность разнообразных базисов ВП);
- на основании желательных характеристик ВП выбирается общий класс базисов (ортогональные вейвлеты с компактным носителем - характерно наличие числа нулевых моментов в соответствии с номером порядкового индекса базиса; хорошо реализуем быстрый алгоритм вычислений);
- выбор семейств базисов ВП с набором порядковых индексов (Добеши, Коифлета, Симлета - сконструированы исходя из необходимых требований кратномасштабного ВП, ортогональности, компактности носителя, при этом симметрия и гладкость возрастают с увеличением номера порядкового индекса);

- расчет оптимального уровня декомпозиции ВП (на основе значений максимальной частоты и частоты дискретизации исходного БРЛ сигнала);
- расчет модифицированного энтропийного критерия (МЭК) на основе энтропии логарифма энергии для задач классификации;
- выбор лучшего базиса ВП (выбор базиса с минимальным значением МЭК).

Для выбора оптимального базиса ВП из класса ортогональных вейвлетов с компактным носителем при формировании признакового пространства ДПБС синтезирован модифицированный энтропийный критерий:

$$E_o = -\sqrt{\frac{1}{CN} \left(\sum_{k=1}^C \left(\sum_{i=1}^N \left(\sum_{j=1}^K \ln(d_j^2) \right) \right) \right)} \rightarrow \min \quad (1)$$

где E_o - оценка МЭК; C - число классов паттернов; N - число паттернов в классе; K - число детализирующих коэффициентов ВП; $\ln(d_j^2)$ - мера энтропии логарифм энергии; d_j - детализирующий коэффициент ВП при выбранном базисе.

Алгоритм оптимизации параметров нейросетевого классификатора

Алгоритм автоматизированного определения оптимальных параметров ИНС для распознавания ДПБС состоит из следующих этапов:

- при инициализации задаются начальные параметры алгоритмов, обусловленные спецификой решаемой задачи (размерности входного и выходного векторов ИНС, критерий выбора момента завершения обучения, предельное значение ошибки);
- выбор топологии ИНС (многослойный перцептрон (МСП) - конструирование простой сети с возможностью использования комплекса средств структурно-параметрической оптимизации при невысоких вычислительных затратах);
- определение числа скрытых слоев МСП (один скрытый слой - минимальная сложность и возможность аналитической оценки числа скрытых нейронов);

- оценивание количества скрытых нейронов (через оценку общего числа весов по теореме Арнольда-Колмогорова определяются верхняя и нижняя границы числа скрытых нейронов для полносвязного МСП);
- выбор метода структурной оптимизации нейросетевого классификатора (алгоритм простого наращивания - наиболее простая реализация и хорошая работоспособность для относительно небольших МСП с единственным скрытым слоем);
- определение количества скрытых нейронов (выбор числа скрытых нейронов, для которого достигается максимальная точность классификации на обучающей выборке по результатам десяти или более имитаций работы ИНС);
- выбор оптимального алгоритма обучения (выбор алгоритма обучения ИНС при выполнении десяти или более имитаций работы ИНС по полученным усредненным оценкам точности, скорости обучения и вычислительных затрат).

Для определения оптимального количества скрытых нейронов при совместном использовании ВП и ИНС синтезирован критерий средней точности (КСТ):

$$C_o = \frac{1}{MB} \left(\sum_{m=1}^M \left(\sum_{b=1}^B C_b \right) \right) \rightarrow \max \quad (2)$$

где C_o - оценка КСТ; M - количество независимых испытаний; B - количество рассматриваемых базисов ВП; C_b - точность при выбранном базисе ВП.

Результаты

По результатам десяти независимых испытаний работы ИНС удалось достичь общей точности распознавания ДПБС более 84%. Для лучшей реализации МСП соответствующее значение оказалось более 86%, при этом для каждого класса ДПБС точность распознавания составила:

- 78,3% ($\beta_{ош} = 6,5\%$ и $\alpha_{ош} = 15,2\%$) – для ОСА;
- 83,3% ($\beta_{ош} = 7,2\%$ и $\alpha_{ош} = 9,5\%$) – для ЦСА;
- 68,8% ($\beta_{ош} = 20,8\%$ и $\alpha_{ош} = 10,4\%$) – для НСС.

Алгоритм автоматизированного распознавания ДПБС на основе использования абсолютных значений детализирующих коэффициентов 3-го уровня ВП по базису Симлет 13 для формирования пространства при-

знаков и МСП с 9 скрытыми нейронами с обучением по Левенбергу–Марквардту обеспечивает общую точность распознавания более 84% при анализе классов ДПБС (ОСА, ЦСА, НСС).

ЛИТЕРАТУРА

1. Биорадиолокация / под. ред. *А.С.Бугаева, С.И.Ивашова, И.Я.Иммореева* М.: Изд-во МГТУ им. Н.Э. Баумана. 2010. 396 с.
2. *Богомолов А.В., Гридин Л.А., Кукушкин Ю.А., Ушаков И.Б.* Диагностика состояния человека. Математические подходы. М.: Медицина. 2003. 464 с.
3. *Алёхин М.Д., Анищенко Л.Н., Журавлев А.В.* Кратномасштабный вейвлет-анализ в формировании пространства признаков двигательных паттернов биорадиолокационного сигнала // Радиотехника. 2011. №11. С. 20-25.
4. *Алёхин М.Д., Анищенко Л.Н., Журавлев А.В.* Метод классификации дыхательных паттернов биорадиолокационного сигнала на основе искусственных нейронных сетей и вейвлет анализа // Биомедицинская радиоэлектроника. 2011. №10. С. 57-64.
5. *Алёхин М.Д.* Процедура определения оптимальных параметров вейвлет-преобразования и нейросетевого классификатора для повышения эффективности распознавания паттернов нестационарных биорадиолокационных сигналов // Нейрокомпьютеры: разработка, применение. 2012. №6. С. 46-54.

E-mail: maksim.alekhin@gmail.com

©2013 г. М.Д. Алёхин, А.Б. Татаргаидзе,

Л.Н. Анищенко, канд. техн. наук

(Московский государственный технический университет им. Н.Э.Баумана)

ОПРЕДЕЛЕНИЕ КАЧЕСТВА ДИАГНОСТИКИ МЕТОДА БИОРАДИОЛОКАЦИИ ПО СРАВНЕНИЮ С ПОЛИСОМНОГРАФИЕЙ В БЕСКОНТАКТНОМ СКРИНИНГЕ РАССТРОЙСТВ ДЫХАНИЯ ВО СНЕ³

Проведено исследование диагностической информативности метода биорадиолокации по сравнению со стандартной полисомнографией в бесконтактном скрининге расстройств дыхания во сне.

Ключевые слова: биорадиолокация, полисомнография, бесконтактный мониторинг, синдром апноэ во сне, диагностическая информативность.

Введение

Приоритетным направлением медицины сна является изучение нарушений дыхания во сне (НДВС), характерных для многих заболеваний, одним из которых является синдром апноэ во сне (САС) [1]. Обще-признанным стандартом исследования в этой области является полисомнография (ПСГ), при которой осуществляется длительная регистрация комплекса функциональных показателей организма. Однако проведение такой процедуры является трудоемким и дорогостоящим. При этом результаты ПСГ дают информативную картину нарушений сна, но требуют применения более 40 контактных датчиков и сенсоров. Последнее обстоятельство негативно влияет на качество сна обследуемого, снижая диагностическую значимость ПСГ, обуславливая необходимость применения новых бесконтактных методов в сомнологии [2]. Для внедрения дистанционных методов регистрации параметров внешнего дыхания [3] в клиническую практику необходима их верификация со стандартными методами. Целью работы является исследование диагностической информативности метода биорадиолокации (БРЛ) в бесконтактном скрининге НДВС по сравнению со стандартной ПСГ [4].

Проведение эксперимента

Исследования проводились на базе Лаборатории сна Федерального Центра сердца, крови и эндокринологии им. В.А. Алмазова Минздрава

³ Работа выполнена при поддержке грантов РФФИ №12-07-31014_мол-а и №11-07-00213-а.

России. В экспериментах приняли участие 7 добровольцев в возрасте от 43 до 62 лет, с индексом массы тела от 21,6 до 57,7 единиц, со следующей тяжестью САС по индексу апноэ-гипопноэ (ИАГ): тяжелая – 4 испытуемых; средняя – 1 испытуемый; легкая – 1 испытуемый; практически здоров – 1 испытуемый. Во время проведения исследований угол наклона антенного блока БРЛ системы и расстояние до специально подготовленной кушетки, на которой располагались испытуемые, фиксировались для обеспечения идентичных условий регистрации данных БРЛ мониторинга (рис. 1).



Рис. 1. Проведение экспериментов по параллельному БРЛ и ПСГ мониторингу.

Начало записей сигналов БРЛ и ПСГ осуществлялось в вечерние часы в период с 19:00 до 21:00, а их остановка - в утренние часы в период с 7:00 до 9:00. При этом общее время сна составляло от 5,3 до 9,9 часов. Каждый раз предварительно выполнялась процедура калибровки ПСГ системы для анализа возможных артефактов записи, обусловленных движением и дыханием обследуемого. По командам врача испытуемый выполнял следующие действия: перевороты и изменение положения на кушетке; имитация отдельно грудного и брюшного дыхания; задержка дыхания; движения глазных яблок; движения конечностей. Параллельно записывались и БРЛ сигналы. Внутренние часы блоков управления ПСГ и БРЛ систем синхронизировались для возможности последующей верификации массива данных.

Верификация массива биорадиолокационных данных

Для оценки качества диагностики метода БРЛ по сравнению с ПСГ в бесконтактном скрининге НДВС был использован методический под-

ход, применяемый при получении оценок качества медицинских диагностических исследований [5]. Таким образом, в результате сравнения методов БРЛ (апробируемого) и ПСГ (эталонного) в зависимости от принятия положительного (ПР) или отрицательного решения (ОР) о наличии эпизода НДВС возможны следующие исходы:

- a - ПР по методу БРЛ при ПР по методу ПСГ о наличии НДВС;
- b - ПР по методу БРЛ при ОР по методу ПСГ о наличии НДВС;
- c - ОР по методу БРЛ при ПР по методу ПСГ о наличии НДВС;
- d - ОР по методу БРЛ при ОР по методу ПСГ о наличии НДВС.

Чувствительность метода БРЛ в скрининге НДВС по сравнению с ПСГ:

$$SE = \frac{a}{a + c} \quad (1)$$

Прогностическая ценность положительного решения о наличии НДВС по результатам БРЛ по сравнению с ПСГ:

$$PV^+ = \frac{a}{a + b} \quad (2)$$

Верификация массива БРЛ сигналов осуществлялась следующим образом. Сначала визуально анализировалась вся запись и если находился ее участок продолжительностью более 10 с, потенциально похожий на эпизод НДВС, то он сравнивался с аналогичным по времени участком на записи ПСГ (начала отсчетов БРЛ и ПСГ синхронизировались, а частота дискретизации в каждом случае также известна). При этом анализ и интерпретация результатов ПСГ исследований выполнялись врачами-экспертами с использованием специализированного программного обеспечения Somnologica STUDIO согласно стандартным рекомендациям по диагностике САС.

Результаты

При определении диагностической информативности метода БРЛ в бесконтактном скрининге НДВС по сравнению с ПСГ было получено значение чувствительности $SE = 69\%$ при прогностической ценности положительного решения о наличии НДВС $PV^+ = 72\%$. Такой результат следует считать хорошим, так как для каждого испытуемого, в том числе, для испытуемого с САС в пределах нормы (ИАГ меньше 5) и для добровольца с легкой степенью САС (ИАГ в пределах от 5 до 15), оценка ИАГ

попала в один и тот же диапазон пороговых значений определения степени тяжести САС по сравнению со стандартной ПСГ. Последнее обстоятельство является наиболее важным клиническим показателем для оценки качества диагностических исследований новых бесконтактных методов скрининга НДВС.

ЛИТЕРАТУРА

1. *Сви́ряев Ю.В., Коростовцева Л.С., Звартау Н.Э., Калинин А.Л., Конради А.О.* Прогностическое значение синдрома обструктивного апноэ во сне: промежуточные результаты пятилетнего проспективного наблюдения // Артериальная гипертензия. 2011. Т. 17, № 1. С. 10-16.
2. *Алехин М.Д., Анищенко Л.Н., Журавлёв А.В.* Метод биорадиолокации в бесконтактной скрининговой диагностике расстройств дыхания во сне // Труды V международной конференции «Системный анализ в медицине». 2011. С. 105-108.
3. *Алехин М.Д., Анищенко Л.Н., Журавлев А.В., Дьяченко А.И.* Методы взаимного корреляционно-спектрального анализа в сравнении данных биорадиолокации и респираторной плетизмографии // Биомедицинская радиоэлектроника. 2012. №8. С. 3-10..
4. *Алехин М.Д., Анищенко Л.Н., Журавлев А.В., Ивашов С.И., Коростовцева Л.С., Сви́ряев Ю.В., Конради А.О., Парашин В.Б., Богомолов А.В.* Исследование диагностической информативности биорадиолокационной пневмографии в бесконтактном скрининге синдрома апноэ во сне // Медицинская техника. 2013. № 2. С. 36-38.
5. *Богомолов А.В., Кукушкин Ю.А.* Математическое обеспечение мета-анализа результатов независимых экспериментальных медико-биологических исследований // Информатика и системы управления. 2011. № 4. С. 65-74.

E-mail: maksim.alekhin@gmail.com

©2013 г. **А.В. Ильин, Ю.М. Перельман**, д-р мед. наук,
А.В. Леншин, д-р мед. наук
(ФГБУ «Дальневосточный научный центр физиологии и патологии ды-
хания» Сибирского отделения РАМН, Благовещенск)

ПРИМЕНЕНИЕ МЕТОДА МСКТ-АЭРОВОЛУМЕТРИИ В ДИАГНОСТИКЕ ПОЛОСТНЫХ ОБРАЗОВАНИЙ ЛЕГКИХ

Авторами разработана методика трехмерной аэроволуметрии, осно-
ванная на мультиспиральной компьютерной томографии. Данная мето-
дика позволяет провести дополнительный объемный анализ полостных
образований в легких, уточнить их генез и осуществить динамическое
наблюдение на этапах лечения.

Ключевые слова: аэроволуметрия, мультиспиральная компьютерная
томография, полостные образования легких.

A.V.II'in, J.M.Perelman, A.V.Lenshin

(FSBI «Far Eastern Scientific Centre of Physiology and Pathology
of Respiration» under the Siberian Branch of RAMS, Blagoveshensk)

APPLYING THE METHOD OF MDCT-AEROVOLUMETRY IN PULMONARY CAVITY DIAGNOSTIC

The authors developed a method of three-dimensional aerovolumetry based
on multidetector computed tomography. This method provides an additional
measure analysis of pulmonary cavity, to clarify their genesis and implement
dynamic monitoring during the treatment.

Key words: aerovolumetry, multidetector computed tomography, pulmonary
cavity.

Полости в легких возникают по разным причинам, имеют разное
морфологическое строение и исход. В диагностике полостных образова-
ний решающее значение имеют лучевые методы исследования, позволя-
ющие визуально оценить степень поражения и локализацию процесса [1].

Появление среди лучевых методов исследования мультиспиральной
компьютерной томографии (МСКТ) ознаменовало собой широкие диа-
гностические возможности, основанные на высокой разрешающей спо-
собности метода. Неоспоримым достоинством компьютерной томогра-
фии является возможность мультипланарной и трехмерной реконструк-

ций, позволяющих врачу-рентгенологу провести дополнительные измерения, в том числе, волюметрию.

В отделении лучевой диагностики и лаборатории функциональных методов исследования ФГБУ «ДНЦ ФПД» СО РАМН был разработан метод аэроволюметрии, основанный на постпроцессинговой обработке результатов мультиспиральной компьютерной томографии и позволяющий произвести необходимые волюметрические измерения в легких. С помощью данного метода стало возможным оценить степень нарушения вентиляционной функции легких при различных заболеваниях. В частности данный метод был применен в диагностике более 130 случаев бронхиальной астмы и хронической обструктивной болезни легких [2], где было зафиксировано повышение остаточной воздухонаполненности легких.

Аэроволюметрия в качестве прикладного метода была применена в диагностике полостных образований легких, самыми распространенными из которых являются буллы, кисты, полости туберкулезного генеза. Для измерения объема полостей мы использовали денситометрический диапазон от минус 950 НУ и ниже, что позволило выделить полость на фоне хорошо заполненных воздухом легких при исследовании в фазе глубокого вдоха (на рис. 1 цветом выделена полостная структура и оценивается ее объем – $98,8 \text{ см}^3$).

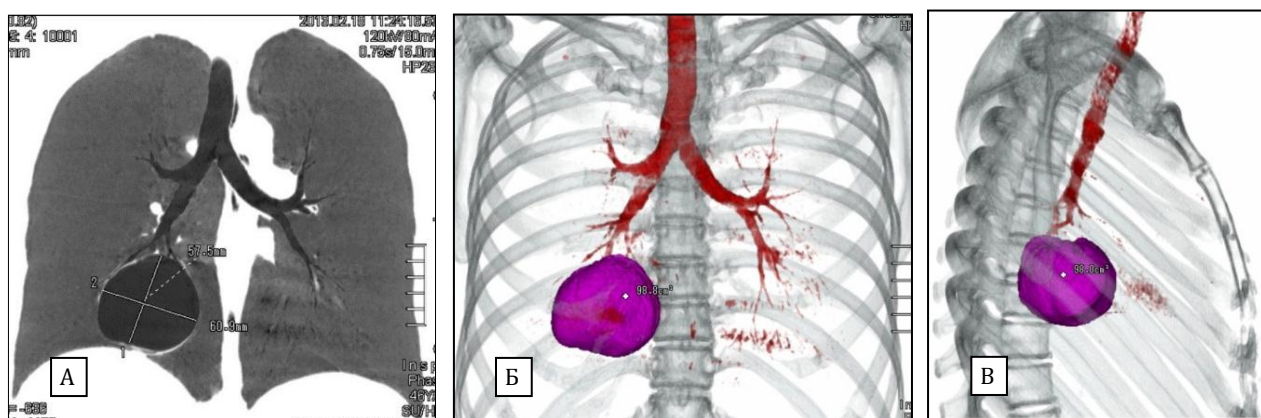


Рис. 1. Метод МСКТ-аэроволюметрии. Крупная полость в нижней доле правого легкого, корональная реконструкция (А). Трехмерная модель, построенная на основе данных МСКТ-исследования, в прямой (Б) и правой боковой проекциях (В).

В целом задачи применения аэроволюметрии полостей можно разделить на две группы: выявление связи полости с бронхиальным деревом и динамическое наблюдение за полостями на этапах лечения.

Первая группа задач подразумевает изучение объема полостей по результатам двухэтапного МСКТ-исследования (в инспираторную и экспираторную фазы). На основании изменения объема полости в зависимости от фазы дыхания можно сделать вывод о наличии связи с бронхиальным деревом, когда объем полости будет уменьшаться, или об отсутствии связи (например, при закрытых кистах), когда объем полости останется прежним. Также, можно судить о ригидности стенок полости – в случае достаточно старых полостных процессов объем полости не изменится.

Для выполнения второй группы задач (динамического наблюдения) достаточно изучения объема полостей только в инспираторную фазу дыхания. В диапазон изучения попадает необходимый ряд томографических исследований, выполненных через определенный интервал времени, намеченный врачом-клиницистом (динамическое исследование). Данный подход может быть применен в динамической оценке туберкулезных полостей на этапах терапевтического (лекарственного) или хирургического лечения (например, при оценке эффективности установки клапанного бронхоблокатора).

С помощью аэроволюметрии мы провели анализ 10 крупных туберкулезных полостей с последующей их динамической оценкой в 4-х случаях [3]. Были проанализированы 2 случая постпневмонических кист, 1 случай гистиоцитоза, 1 случай прогрессирующей легочной дистрофии (рис. 2). Оценка объема полости в динамике: Б – объем полости составляет $41,5 \text{ см}^3$, В – $32,9 \text{ см}^3$ (контрольное исследование спустя 2 месяца после установки клапанного бронхоблокатора).

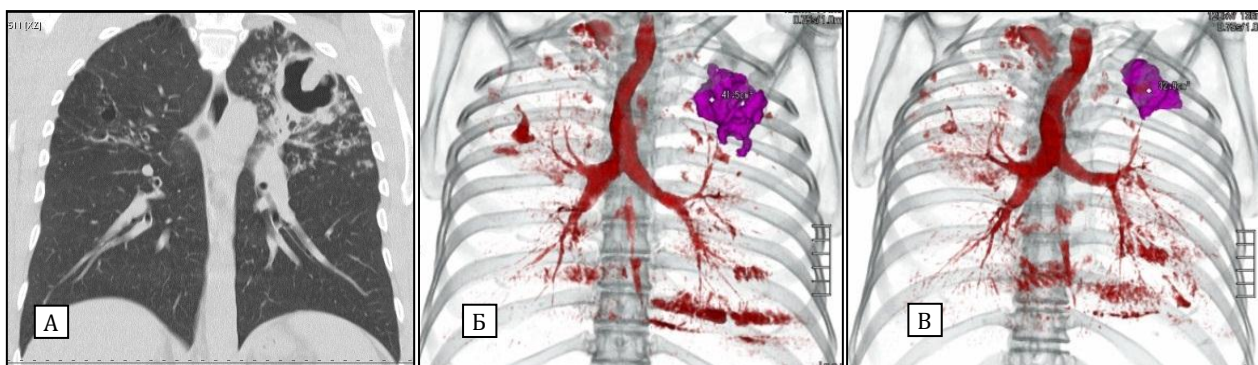


Рис. 2. Практическое применение метода МСКТ-аэроволюметрии. Крупная деформированная туберкулезная полость в верхней доле левого легкого: А – корональная реконструкция, Б, В – трехмерные модели для проведения аэроволюметрии.

Полученные результаты позволяют считать, что разработанный метод МСКТ-аэроволюметрии является перспективным и достоверным средством в диагностике полостных образований легких. Предложенный метод несет в себе ряд преимуществ:

- производится объемный анализ совокупности всех томографических срезов, т.е. трехмерной модели, а не каких-либо конкретных срезов, т.е. исключается субъективизм оценки при плоскостных измерениях полостей;
- метод обладает достаточно высокой достоверностью, поскольку основан на данных компьютерной томографии с толщиной среза 1 мм;
- метод не требует каких-либо дополнительных манипуляций с большим или специальных исследований (например, введения контрастных препаратов, применения инвазивных методик), и все подсчеты основаны на данных уже проведенного исследования (постпроцессинговая обработка).

ЛИТЕРАТУРА

1. Кисты и кистоподобные образования легких / П.В.Власов, Кармазановский Г.Г., Ж.В.Шейх, М.Ю.Вилявин // Медицинская визуализация. 2005. №1. С. 82-94.
2. Новый метод лучевой диагностики нарушений вентиляционной функции легких посредством мультиспиральной компьютерной томографии / А.В.Ильин, А.В.Ленин, А.Н.Одиреев, Ю.М.Перельман // Бюллетень физиологии и патологии дыхания. 2013. Вып. 47. С.40-47.
3. Прогрессирующая легочная дистрофия, как один из вариантов буллезной эмфиземы легких / А.В.Ленин, А.В.Ильин, А.Н.Одиреев, Е.Г.Шелудько // Бюллетень физиологии и патологии дыхания. 2012. Вып. 45. С. 104-114.

E-mail: dr.ilyin.av@gmail.com

© 2013 г. **Н.П. Семичевская** канд. техн. наук, **Р.В. Никитин**
(Амурский государственный университет, Благовещенск)

АВТОМАТИЗИРОВАННАЯ СИСТЕМА ОБРАБОТКИ И ВИЗУАЛИЗАЦИИ ИЗОБРАЖЕНИЙ ДЛЯ НЕЗРЯЧИХ И СЛАБОВИДЯЩИХ

На сегодняшний день широко применяются и распространяются информационные компьютерные технологий в сфере медицины и здравоохранения. Внедрение медицинских информационных систем способно усовершенствовать административные и информационные процессы на разных уровнях медицинской отрасли: начиная от автоматизированного рабочего места (АРМ) до комплексной автоматизации поликлиники или стационара в целом. Автоматизированные рабочие места специалистов играют важную роль в процессе информатизации медицинской отрасли и могут проявляться не только во врачебной практике, но и в администрировании, управлении и повышении качества, эффективности медицинских услуг с точки зрения предоставления информации различным группам пациентов, в том числе незрячим и слабовидящим инвалидам. Обеспечение права категорий незрячих и слабовидящих инвалидов на беспрепятственный доступ к информации в надлежащем формате может стать первоочередной задачей не только в культурных и образовательных учреждениях, но и в лечебных заведениях. Также можно разработать лечебные методики с применением программно-аппаратного комплекса формирующего рельефные изображения, которые позволят получать, обрабатывать информацию слабовидящим пациентам.

Разрабатываемая автоматизированная система позволяет усовершенствовать деятельность сотрудников информационно-методического сектора лечебного или образовательного заведения, их деятельность заключается в методической и информационной помощи незрячим и слабовидящим пользователям.

Создание и обработка изображений для рельефообразующего аппарата вручную с помощью прикладных программ Paint, Photoshop, Corel-Draw и других редакторов представляет собой профессиональную задачу, которую не всегда может выполнить специалист медицинского учреждения или информационно-методического сектора, и предварительная об-

работка изображений не является законченной процедурой получения готового рельефного изображения. Данная обработка зачастую занимает много времени, требует специальных навыков и умений работников, что негативно сказывается на деятельности всего сектора. Информационные блоки для незрячих и слабовидящих инвалидов могут формироваться автоматизированной системой, объединяющей в себе программные и аппаратные модули. Одной из самых трудоемких и тяжелых в исполнении является обработка и создание рельефно-графического изображения на специальной рельефообразующей бумаге в черно-белой гамме.

Программный модуль обработки изображений для рельефообразующего прибора представляет собой программное обеспечение автоматизированной системы обработки и визуализации изображений. Разрабатываемая система позволит точно и быстро получать обработанные и готовые к печати изображения в необходимом формате.

Рельфообразующий прибор представляет собой техническое обеспечение автоматизированной системы, данный прибор позволяет получать рельефные изображения различных схем, графиков, планов, текстов, рисунков и др. на специальной рельефообразующей бумаге, предназначенные для тактильного восприятия инвалидами по зрению. Принцип работы прибора основан на нагревании специальной рельефообразующей бумаги и получении на ней рельефного оттиска изображения. Высота объемного рисунка зависит от толщины черной линии-контура, чем толще, тем более высоким будет рельеф, высота рельефа ограничена. На рисунке 1 представлен рельефообразующий аппарат.



Рис. 1. Рельфообразующий аппарат, формирующий рельефный бумажный оттиск.

Основные требования к разрабатываемому программному модулю системы:

- 1) корректная и быстрая обработка изображений – получение границ на изображении;
- 2) возможность корректировки детализации изображения;
- 3) возможность корректировки толщины линии границы на усмотрение пользователя;
- 4) вывод на печать полученного изображения.

Подсистема обработки изображения – программный модуль, включающий алгоритмы обработки изображений, реализующие обработку изображений, путем фильтрации [1] (фильтр Собеля), а так же используются и другие, дополнительные фильтры [2] настраивающие изображение до и после обработки.

Подсистема обработки изображения включает следующие функции:

- получение данных из модуля настройки изображения;
- калибровка и подстановка полученных данных в модуль обработки;
- предобработка изображения функциями, улучшающими качество изображения;
- преобразование изображения в необходимый формат
- обработка изображения методом Собеля;
- калибровка полученного изображения;
- передача полученного изображения в модуль вывода данных.

Подсистема вывода данных – всплывающее графическое окно, позволяющее пользователю увидеть полученное при обработке изображение, сохранить его или отправить на печать. Источником данных для этой подсистемы является подсистема обработки изображений. После пользователь может отрегулировать параметры толщины линии или детализации, для получения более точного и правильного изображения на выходе, и повторить операцию обработки изображения с уже новыми настройками, итерационный процесс представления изображения позволяет получать изображение нужного качества.

На рисунке 2 представлено диалоговое окно подсистемы ввода данных. Результат работы подсистемы обработки изображения и вывода данных представлен на рисунке 3.



Рис. 2. диалоговое окно подсистемы ввода данных.

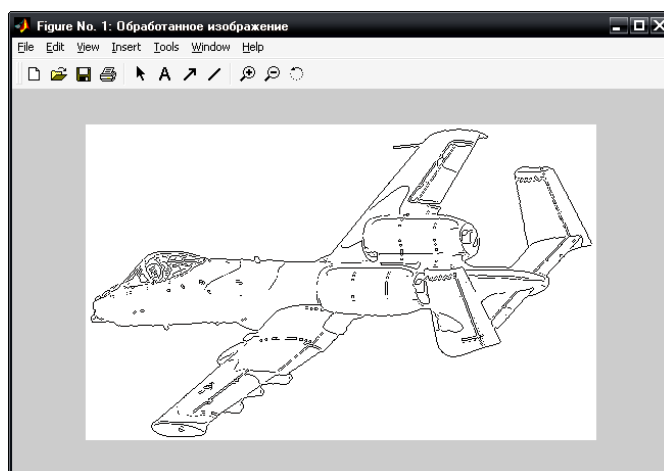


Рис. 3. Результат работы подсистемы обработки изображения и вывода данных.

Результат работы подсистемы вывода обработанного изображения на печатающий рельефообразующий аппарат представлен на рисунке 4.

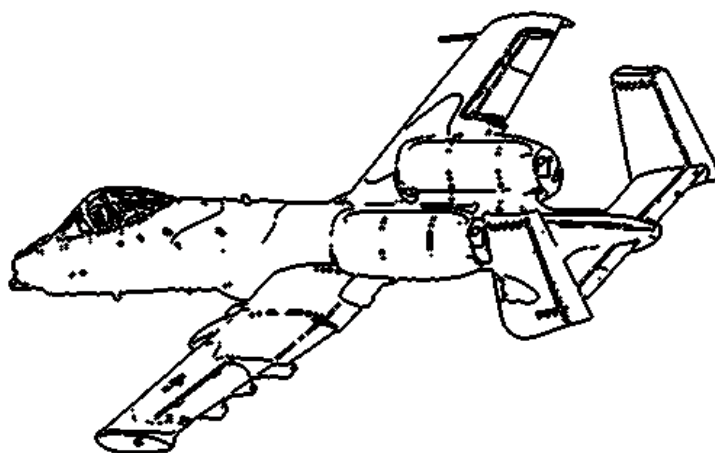


Рис. 4. Рельефно-графическое изображение на специальной бумаге после обработки и распечатанное рельефообразующим аппаратом.

ЛИТЕРАТУРА

1. Гонсалес Р., Вудс Р., Эддингс С. Цифровая обработка изображений в среде MatLAB, М: Техносфер а, 2006. 616с.
2. Попов Г.А., Хрящёв Д.А. Об одном методе низкочастотной фильтрации гидролокационных изображений // Вестн. Астрахан. гос. техн. ун-та. Сер.: Морская техника и технология. 2010. № 1. С. 63-68.

E-mail: npsem@mail.ru

©2013 г. **О.А. Егорушкина¹, В.В. Еремина¹**, канд. физ.-мат. наук,
Ю.В. Григорьева², канд. мед. наук

(¹ГБОУ ВПО Амурский государственный университет, ²ГБОУ ВПО
Амурская государственная медицинская академия, Благовещенск)

РАЗРАБОТКА НЕЙРОНЕЧЕТКОЙ ЭКСПЕРТНОЙ СИСТЕМЫ ДЛЯ УПРОЩЕНИЯ ЗАДАЧ ДИАГНОСТИКИ В ГИНЕКОЛОГИИ

Введение

Эффективность акушерско-гинекологической помощи во многом зависит от правильного и своевременно поставленного диагноза, который в свою очередь, определяется правильностью сбора первичной информации о пациентах, а также правильной интерпретации полученных данных. Большой объем такой информации приводит к трудоемким затратам и, как следствие, недопустимым ошибкам.

Во многих предметных областях используются системы, основанные на знаниях, – экспертные системы. Они нашли широкое применение для решения большого количества неформализованных или плохо формализованных задач, таких как обучение, диагностика, управление, прогнозирование и других.

Основными проблемами при разработке экспертных систем являются получение и формализация знаний. Первая проблема связана с большими трудностями, возникающими при взаимодействии инженера по знаниям с источником знаний – экспертом. При решении сложных задач эксперт зачастую интуитивно быстро находит правильное решение, попытки инженера по знаниям проанализировать и понять ход рассуждений эксперта могут оказаться безуспешными.

Вторая проблема связана с необходимостью представления знаний эксперта в формальную модель с учетом ограничений, присутствующих в любой из них. При этом часть полезных знаний может быть утрачена, а сформированная таким образом база знаний экспертной системы будет неполной, недостоверной, противоречивой, что может привести к невозможности ее практического использования.

Это обуславливает актуальность задач разработки и использования интеллектуальных систем обнаружения знаний и закономерностей в БД для автоматизированного формирования баз знаний экспертных систем, а также выбора гибких моделей представления знаний, адекватных рас-

смаатриваемой предметной области. Решить данные задачи сможет специальная нечеткая нейронная сеть.

Задачи исследования:

1. Изучение свойств и поведения нечетких нейронных сетей при решении задач, связанных с медико-биологическими параметрами;
2. Оптимизация структуры и параметров нечетких нейронных сетей для решения задач медицинской диагностики и прогнозирования;
3. Оценка информативности медико-биологических параметров нейронными сетями;
4. Создание универсальной компьютерной программной среды (инструментария) для разработки самообучающихся медицинских экспертных систем;
5. Создание и внедрение нечетких нейросетевых экспертных систем медицинской диагностики, прогнозирования и принятия решений.

Как известно, нечеткие нейронные сети являются гибридными моделями, сочетающими в себе главные достоинства нейронных сетей (возможность адаптивного самообучения) и нечетких систем (хорошая интерпретируемость получаемого с их помощью результата). При этом нечеткая нейронная сеть аналогична системе нечеткого логического вывода. Отличие между ними в том, что система нечеткого логического вывода способна принимать решения на основе готовой (например, сформированной при помощи эксперта) базы знаний, в то время как нечеткая нейронная сеть в результате обучения сама формирует систему правил.

Общая схема обучения нейронной сети

Для обучения нейронной сети необходима обучающая выборка (задачник), состоящая из примеров. Каждый пример представляет собой задачу одного и того же типа с индивидуальным набором условий (входных параметров) и заранее известным ответом. Например, в качестве входных параметров в одном примере могут использоваться данные обследования одного больного, тогда заранее известным ответом в этом примере может быть диагноз. Несколько примеров с разными ответами образуют задачник. Задачник располагается в базе данных, каждая запись которой является примером.

Из обучающей выборки берется текущий пример (изначально, первый) и его входные параметры (представляющие в совокупности вектор входных сигналов) подаются его на входные синапсы обучаемой

нейросети. Обычно каждый входной параметр примера подается на один соответствующий входной синапс.

Нейросеть производит заданное количество тактов функционирования, при этом вектор входных сигналов распространяется по связям между нейронами (прямое функционирование).

Измеряются сигналы, выданные теми нейронами, которые считаются выходными.

Производится интерпретация выданных сигналов, и вычисляется оценка, характеризующая различие между выданным сетью ответом и требуемым ответом, имеющимся в примере. Оценка вычисляется с помощью соответствующей функции оценки. Чем меньше оценка, тем лучше распознан пример, тем ближе выданный сетью ответ к требуемому результату. Оценка, равная нулю означает, что требуемое соответствие вычисленного и известного ответов достигнуто. Заметим, что только что инициализированная (необученная) нейросеть может выдать правильный ответ только совершенно случайно.

Если оценка примера равна нулю, ничего не предпринимается. В противном случае на основании оценки вычисляются поправочные коэффициенты для каждого синаптического веса матрицы связей, после чего производится подстройка синаптических весов (обратное функционирование). В коррекции весов синапсов и заключается обучение.

Осуществляется переход к следующему примеру задачника и вышеперечисленные операции повторяются. Проход по всем примерам обучающей выборки, с первого по последний, считается одним циклом обучения.

При прохождении цикла каждый пример имеет свою оценку. Вычисляется, кроме того, суммарная оценка множества всех примеров обучающей выборки. Если после прохождения нескольких циклов она равна нулю, обучение считается законченным, в противном случае циклы повторяются.

Количество циклов обучения, также как и время, требующееся для полного обучения, зависят от многих факторов величины обучающей выборки, количества входных параметров, вида задачи, типа и параметров нейросети и даже от случайного расклада весов синапсов при инициализации сети.

Существует множество работ по применению нейронных сетей в задачах экономики и прогнозирования валютных рынков, однако, примене-

ние нейронных сетей к задаче медицинской диагностики, а конкретно в гинекологии встречается редко. В то же время эта задача весьма актуальна.

Целью данной работы будет анализ применения нечёткой нейронной сети к данным, полученным в результате проведения некоторого числа исследований с целью обнаружения патологий органов малого таза.

Данные представляют (для каждого пациента) некоторое количество тестов и 1 диагноз (диагноз – агрегированный диагноз нескольких специалистов). Тесты рассматриваются как входы сети, а диагноз – выход. Вся выборка данных разбивается на обучающую выборку и проверочную. На основании этого строится и обучается нечёткая сеть. Работу завершает анализ возможности уменьшения числа тестов, необходимых для эффективной работы системы.

Постановка задачи

Имеется выборка данных по результатам обследования пациентов. То есть, имеем для каждого случая (пациента) определенное число входов и 1 выход. Выборка данных разбивается на обучающую выборку и проверочную. В данной работе необходимо провести анализ возможности применения нечеткой нейронной сети для данных обучающих выборок и выполнять проверку эффективности ее функционирования и на соответственных проверочных выборках при различном числе правил нечёткого вывода. По результатам экспериментов выделить закономерности и сделать выводы.

Далее, для найденного оптимального соотношения обучающей и проверочной выборки и числа правил необходимо произвести последовательное уменьшение тестов, участвующих в диагностике. Теоретически это возможно, однако не следует считать, что так же легко их можно уменьшить на практике. Во-первых, врачу необходимо обезопасить себя от поломки оборудования, которое производит тест. Во-вторых, есть заболевания, для которых значения тестов могут быть одинаковые и, поэтому, необходимо проводить дополнительные тесты для определения вида заболевания (в данном случае – действительно ли это патология, или фоновое заболевание). В-третьих, очевидно, что человек не может оперировать одновременно таким большим числом информации.

Таким образом, еще одной задачей данного исследования является выбор гибкой нечетко-продукционной модели представления знаний и разработка нейронечеткой системы на базе нечеткой нейронной сети,

позволяющей в результате обучения формировать базу знаний экспертной системы для упрощения задачи диагностики в гинекологии.

Заключение

Проводимое нами исследование имеет целью разработку и проверку принципиально новой технологии создания нейронечетких систем диагностики. Первая и главная особенность этой технологии - возможность ее использования предметными специалистами без участия математиков и программистов. Второй особенностью является возможность создания индивидуальных экспертных систем, максимально адаптированных к условиям работы не только данного учреждения, но и конкретного специалиста. Третья отличительная черта заключается в том, что создаваемая система способна к постоянному автоматическому динамическому изменению - улучшению и оптимизации собственных алгоритмов, по которым осуществляется вычисление результата. Четвертая особенность - при разработке системы отсутствует стадия формализации предметных знаний. Это особенно важно для медицинских задач, в которых зачастую трудно или невозможно формализовать правила принятия решений.

ЛИТЕРАТУРА

1. Автоматизированная система «MEDICAL TOOLBOX» для диагностики бронхиальной астмы по показателям реоэнцефалографии / Безруков Н.С., Еремин Е.Л., Ермакова Е.В., Колосов В.П., Перельман Ю.М. // Информатика и системы управления. 2006. № 1 (11). С. 73-80.
2. Безруков Н.С., Еремин Е.Л. Построение и моделирование адаптивной нейронечеткой системы в задаче медицинской диагностики // Информатика и системы управления. 2005. № 2 (10). С. 36-46.
3. Безруков Н.С., Еремин Е.Л., Перельман Ю.М. Автоматизированная система диагностики заболеваний легких // Проблемы управления. 2007. № 5. С. 75-80.
1. Ежов А.А., Шумский С.А. Нейрокомпьютинг и его применения в экономике и бизнесе. М., 1998.
2. Леоненков А.В. Нечеткое моделирование в среде MATLAB и fuzzyTECH. СПб., 2005.
3. Новоселова Н.А., Том И.Э., Красько О.В. Нечеткое нейросетевое моделирование для получения интерпретируемого набора классифицирующих правил // Искусственный интеллект. 2006. № 2.

E-mail: dncfpd@ramn.ru

©2013 г. М.Д. Алёхин, Д.А. Корчагина,
А.И. Майстров, канд. техн. наук

(Московский государственный технический университет им. Н.Э.Баумана)

СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ ВРЕМЯ-ЧАСТОТНЫХ ПРЕОБРАЗОВАНИЙ В ОБРАБОТКЕ ПАТТЕРНОВ НЕСТАЦИОНАРНЫХ БИОРАДИОЛОКАЦИОННЫХ СИГНАЛОВ⁴

Приводится сравнительный анализ время-частотных преобразований в обработке паттернов нестационарных биорадиолокационных сигналов для задач бесконтактной медицинской диагностики.

Ключевые слова: биорадиолокация, время-частотные преобразования, нестационарные сигналы, паттерн, бесконтактная диагностика.

Методы обработки биорадиолокационных сигналов

Решение практических задач бесконтактной медицинской диагностики на основе результатов биорадиолокационного (БРЛ) мониторинга [1] требует разработки новых методов и алгоритмов анализа медико-биологической информации. В приложениях кардиореспираторного мониторинга [2] наибольшую информативность и диагностическую ценность представляют значения частот дыхания и сердцебиения за время наблюдения. Традиционно для этих целей используются методы простого амплитудного детектирования и преобразования Фурье при том допущении, что на рассматриваемом участке анализируемый сигнал является квазистационарным. Однако на практике применение временных и частотных методов не позволяет обеспечить корректное решение задач бесконтактной медицинской диагностики при анализе паттернов [3] нестационарных БРЛ сигналов.

В целом БРЛ сигналы являются нестационарными со значительной долей внутривидовой вариабельности, что обуславливает необходимость разработки новых методов формирования признаков пространств [4] на основе время-частотных преобразований (ВРЧП) и более совершенных алгоритмов распознавания паттернов нестационарных БРЛ сигналов [5] для практического повышения качества и информативности бесконтактной медицинской диагностики.

⁴ Работа выполнена при финансовой поддержке грантов РФФИ №12-07-31014_мол-а и №11-07-00213-а.

Сравнительный анализ время-частотных преобразований

Проведен системный анализ характеристик основных время-частотных преобразований при обработке тестовых паттернов нестационарных БРЛ сигналов (рис. 1):

- оконное преобразование Фурье (ОПФ);
- преобразование Габора (ПГ);
- вейвлет-преобразование (ВП);
- преобразование Вигнера (ПВ);
- преобразование Чои-Вильямса;
- преобразование Бертрана (ПБ);
- преобразование Борна-Жордана (ПБЖ).

При формировании признаков пространства паттернов нестационарных БРЛ сигналов основными преимуществами вейвлет-преобразования являются: лучшая время-частотная локализация; возможность управления ВРЧ разрешением; хорошее подавление интерференции по времени и частоте; сравнительно невысокая вычислительная сложность; реализация быстрого алгоритма вычислений; разнообразие базисов ВП, позволяющее выбрать наиболее подходящий исходя из характерных локальных особенностей анализируемых паттернов нестационарных БРЛ сигналов (рис. 1).

Анализ методов исследования структуры нестационарных БРЛ сигналов на основе время-частотных преобразований показывает, что линейные ВРЧП, такие как оконное преобразование Фурье и преобразование Габора не обладают достаточно хорошими свойствами ВРЧ локализации. Хорошее разрешение по частоте сопровождается ухудшением временной локализации, а повышение временного разрешения снижает частотное разрешение.

В свою очередь билинейные ВРЧП имеют высокие характеристики локализации на ВРЧ плоскости, но при этом их существенным недостатком является наличие интерференционных членов. Устранение интерференции, осуществляется в модифицированных билинейных ВРЧП группы преобразование Вигнера и преобразование Бертрана путем введения сглаживания во временной и частотной областях, однако это одновременно приводит к ухудшению разрешения по времени и по частоте соответственно. Относительно высокая вычислительная сложность и отсутствие реализации быстрых алгоритмов, основанных на методах билиней-

ных ВРЧП, существенно затрудняет их использование при обработке сигналов в режиме реального времени. Фактор сложности в наибольшей степени относится к преобразованиям группы преобразований Бертрана.

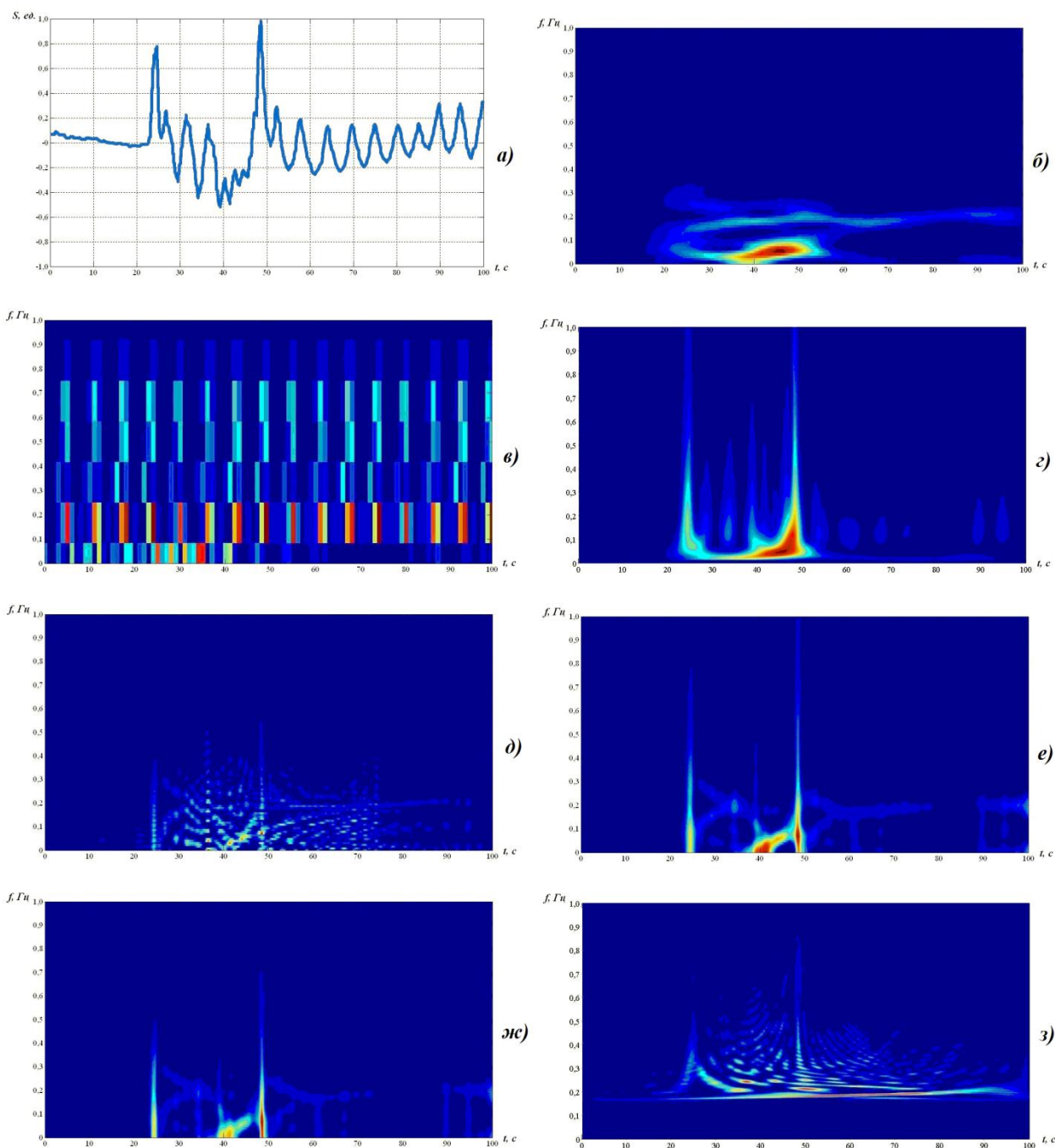


Рис. 1. Результаты применения ВРЧ преобразований для анализа тестового паттерна нестационарного БРЛ сигнала: а) - анализируемый БРЛ сигнал; б) - результат применения ОПФ; в) - результат применения ПГ; г) - результат применения ВП; д) - результат применения ПВ; е) - результат применения ПЧВ; ж) - результат применения ПБ; з) - результат применения ПБЖ.

Заключение

Таким образом, ВП обладает лучшей ВРЧ локализацией, что делает его особенно эффективным для извлечения информативных признаков нестационарных сигналов при формировании признакового пространства ПНБС. По сравнению с основными билинейными ВРЧП, оно обладает рядом существенных преимуществ, в том числе, наличием возможности реализации быстрых алгоритмов вычислений. Разнообразие базисов ВП позволяет выбрать наиболее подходящий, исходя из свойств и характерных локальных особенностей анализируемых нестационарного БРЛ сигналов в задачах бесконтактной медицинской диагностики.

ЛИТЕРАТУРА

1. Биорадиолокация / под. ред. *Бугаева А.С., Ивашова С.И., Иммореева И.Я.* М.: Изд-во МГТУ им. Н.Э. Баумана. 2010. 396 с.
2. *Ушаков И.Б., Богомоллов А.В., Кукушкин Ю.А.* Паттерны функциональных состояний оператора. М.: Наука. 2010. 390 с.
3. *Майстров А.И., Богомоллов А.В., Алёхин М.Д.* Технология автоматизированной обработки участков локальных нестационарностей в ритмокардиографических сигналах // Вестник новых медицинских технологий. Электронное издание. 2012.
4. *Алёхин М.Д., Анищенко Л.Н., Журавлев А.В.* Кратномасштабный вейвлет-анализ в формировании пространства признаков двигательных паттернов биорадиолокационного сигнала // Радиотехника. 2011. №11. С. 20-25.
5. *Алёхин М.Д.* Процедура определения оптимальных параметров вейвлет-преобразования и нейросетевого классификатора для повышения эффективности распознавания паттернов нестационарных биорадиолокационных сигналов // Нейрокомпьютеры: разработка, применение. 2012. №6. С. 46-54.

E-mail: maksim.alekhin@gmail.com

©2013 г. Г.Г. Стромов, Д.В. Рыжков
(Томский политехнический университет)

AUTOMATED RECONSTRUCTION OF MORPHOLOGICAL SUBSTRATUM ON A MODEL MRI VIA THE INTEGRAL ASSESSMENT METHOD

An automated delineation of regions of interests on model MRI using Integral Assessment Method is covered in this topic. The coordinates of the extracted object are basically match with the location of the morphological substratum that could be used as a basis for the new diagnostic techniques.

Keywords: Integral Assessments, delineation of regions of interests, MRI, Medical Imaging

Introduction

The delineation of regions of interest is an important part in making decisions on assessment of a biosystem [1, 2]. The problem in automation of delineation of region of interests (ROI) in 3d images reconstructed from flat slices (e.g. in MRI, CT) is in big data arrays as well as in complexity of used algorithms of pattern recognition. Along these problems that could be solved by increasing the computational power there are a lot of methodological problems in analyzing images obtained in vivo. Among them, there are a small number of obtained images with high noise level and with big variability, both of individual and interindividual, and a reliability of results of delineation is decreased because of this. In this context, the Integral Assessment Method might be effectively applied [3, 4].

The Essence of the Integral Assessment Method

Assessment of the system's state may be provided only in relation to another system named as referent. We can choose a state which is corresponding to the healthy organism for this purpose. For instance, let's consider two systems which are estimated and referent states, respectively. We can describe each of them by a set of points in some multidimensional space of attributes. The value of the integral assessment of estimated state can be characterized as a measure of proximity to the referent state in such space of attributes.

$$I_{S_0}(\vec{x}_l) = \frac{d(\vec{x}_l, S_0)}{D_{S_0}}, \quad (1)$$

where $d(\vec{x}_i, S_0)$ is a measure of proximity between the object \vec{x}_i and the referent state S_0 , D_{S_0} – the measure of compactness of the referent cluster of objects.

Application of the Method in MRI Imaging

One of possible fields to apply the Method is Medical Imaging. The algorithm of delineation of ROI in 3d images is the following. An analyzed image is split on blocks (voxels) of size $n_x \times n_y \times n_z$ by a regular way. Each of voxels is unwrapped to a vector \vec{x}_i of brightness values for pixels are forming the image. Thus, a 3d image might be divided into $L = N / n$ vectors, where $N = N_x \times N_y \times N_z$ is a resolution of an image. Images of the reference set from the database of verified states should be processed the same way. For each voxel the integral assessment of the difference between estimated and referent objects is calculated by the formula (1). By setting up a threshold ρ_0 for assessments, we will be able to determine the percentage α of voxels having the integral assessments value $I_{S_0}(\vec{x}_i) > \rho_0$. If there are a lot of such voxels and they are closely located, it could be treated as a ROI.

The algorithm was implemented as a software application and tested against model MRI brain images provided by the BrainWeb resource (<http://brainweb.bic.mni.mcgill.ca/brainweb/>) developed by McConnell Brain Imaging Center (<http://www.bic.mni.mcgill.ca/>) [5, 6]. This resource allows users to generate realistic MRI brain images based on different kinds of phantoms (normal one and with multiple sclerosis alteration in various degree: mild, moderate, and severe) and parameters (e.g. noise level, scan mode, slice thickness etc.).

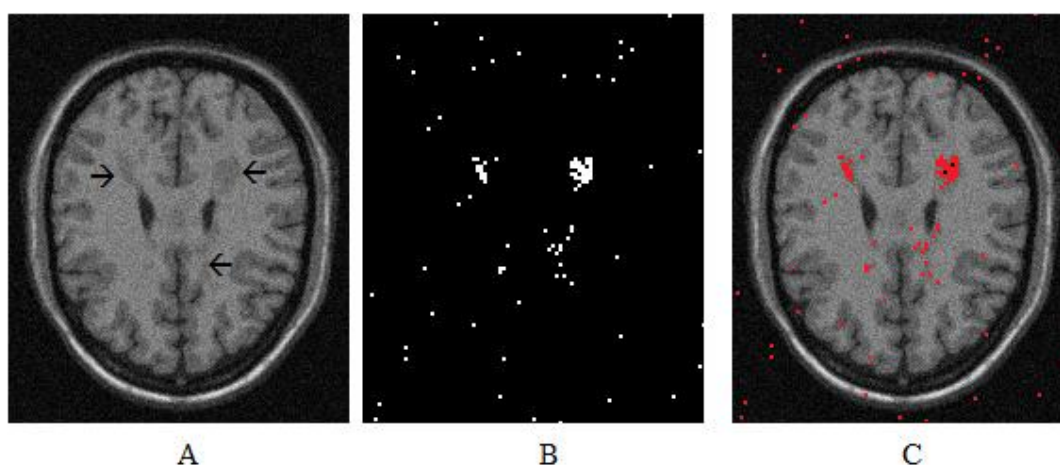


Figure 1. Model MRI slices and reconstructed morphological substratum. A - MRI image with morphological substratum (marked by arrows); B - ROI obtained via Integral Assessment Method; C - mapping results to source file.

The application allows to manage studies by representing image processing workflow to unified model consisting from 3 steps (image preprocessing and preparation of voxels, Integral Assessments calculation for each of voxels, morphological substratum reconstruction by assessments distribution analyzing), all of them are executing in automated mode and do not need user activity. Python and Java programming languages are used for the calculation core and a relation database management system is used as a persistent storage.

We have generated 50 normal images to form the referent state and 1 with severe multiple sclerosis alterations for the estimated state for the test; all the images were size of $181 \times 217 \times 181$ pixels with 5% noise and in T1 mode. The size of voxel used in calculations was $2 \times 2 \times 2$ pixels, slice thickness was 1 mm. We compared the groups in three cases: 1) between the referent group and one of the normal images, 2) between the referent group and the estimated image in slices without a morphological substratum, 3) between the referent group and the estimated image in slices that have a morphological substratum (fig. 2).

The following distributions of assessments have been got as results of calculations. As it might be seen, there is a tail in case of morphological substratum. A value of the 99th percentile of this distribution has been chosen as the threshold for delineating of ROI. Only pixels with coordinates within voxels having assessments more than the threshold were marked as parts of ROI. It is clearly seen that marked pixels substantially coincide with the morphological changes location area.

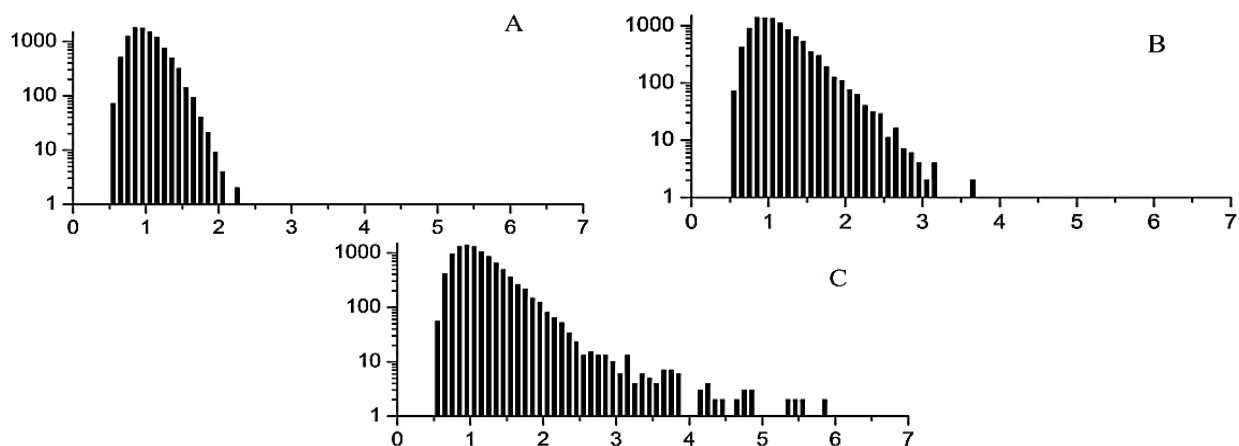


Figure 2. Histograms of integral assessments. 1 – the normal cluster against a normal object; 2 – the normal cluster against pathology without morphological substratum; 3 – the normal cluster against pathology having morphological substratum

Conclusion

A proof-of-concept for Reconstruction of Morphological Substratum on model brain MRI has been shown by this work that opens broad opportunities to explore the application of this methodology on real biomedical data arrays, first of all, in diagnostics.

REFERENCES

1. *Andrews P.* Supercomputing in Medicine // *J. Supercomp.* 1997. Vol. 11, №3. P. 211-324.
2. Информационные технологии в медицине / под ред. *А.А. Хадарцева*. Тула, 2006. 272 с.
3. *Фокин В.А.* Технология интегральной оценки состояния биомедицинских систем // *Системы управления и информационные технологии*. 2008. №1.1(31). С. 191-194.
4. Оптимизация интегральных оценок состояния биосистем с использованием параллельных вычислений / *Ю.В.Кистенев, О.Ю.Никифорова, Г.Г.Стромов, В.А.Фокин* // *Компьютерные исследования и моделирование*. 2011. Т.3. С. 93-99.
5. BrainWeb: Online Interface to a 3D MRI Simulated Brain Database / *С.А.Cocosco, V.Kollokian., R.K.-S.Kwan, A.C.Evans* // *NeuroImage*. Vol.5, №4. Part 2/4. S. 425.
6. Электронный ресурс. URL: <http://mouldy.bic.mni.mcgill.ca/brainweb/> (дата обращения 20.02.2012).

E-mail: stromoff@gmail.com

© 2013 г. **М.В. Петряева**, канд. мед. наук,

Ф.М. Москаленко, канд. техн. наук

(Институт автоматизации и процессов управления ДВО РАН, Владивосток)

ФОРМАЛИЗАЦИЯ ЗНАНИЙ О КЕРАТИТАХ⁵

Формализованы знания о заболеваниях роговой оболочке глаза – кератитах. Знания включают сформированную на основе онтологии базу наблюдений и базу знаний, которая включает формализованные описания различных видов кератитов и форм, клинически выделяемых в этих видах. Для каждого заболевания приводятся его возможные причины и описание динамики клинических проявлений наблюдений.

Ключевые слова: база знаний, база наблюдений, группа наблюдений, описание заболевания, наблюдение, медицинская диагностика.

M.V.Petryaeva, P.M.Moskalenko

(Institute for Automation and Control Processes Far Eastern Branch
of Russian Academy of Sciences)

A FORMALIZATION OF KNOWLEDGE ABOUT KERATITISES

Knowledge about diseases of cornea (keratitises) is formalized. Their representation consists of a base of observations and a base of knowledge about diseases. Both bases are formed on a basis of ontology for medical diagnostics. The base of knowledge about diseases depicts several kinds of keratitises and their forms. For each disease a description of possible reasons and a description of dynamics for clinical manifestations of observations are given.

Keywords: base of knowledge about a disease, base of observations, group of observations, description of a disease, observation, medical diagnostics.

Введение

Разработка фондов диагностических медицинских знаний, отвечающих сегодняшним представлениям экспертов в этой области, является актуальной задачей, решение которой позволяет расширять функционал современных систем медицинской диагностики. Формализованные знания о заболеваниях используются в качестве информационного наполнения интеллектуальных медицинских систем различного назначения (экспертных, диагностических, обучающих).

⁵ Работа выполнена при поддержке РФФИ (проект 11-07-00460-а «Управление сообществами интеллектуальных систем») и ДВО РАН (проект 12-III-A-01-016 «Разработка модели сообщества медицинских интеллектуальных систем на основе облачной технологии»).

Заболевания роговой оболочки глаза (роговицы) проявляются многообразием форм и видов (воспаление, дегенерация, дистрофия, аномалии формы и величины) [1]. Среди глазных болезней они составляют четвертую часть, на них приходится высокий показатель слепых и слабовидящих [2].

Работа включает сформированные на основе онтологии [3-4] базу наблюдений и базу знаний, в которой представлены формализованные описания 11 видов кератитов и различных форм, клинически выделяемых в этих видах.

База наблюдений

База наблюдений кератитов описана в соответствии с моделью онтологии наблюдений в медицинской диагностике [3] и включает описание *событий, наблюдений, условий*. *События* происходят в отдельные моменты времени, выступают в роли причин заболевания и могут воздействовать на клинические проявления наблюдений. *Наблюдения* – внешние процессы, протекающие в организме пациента; их значения меняются с течением времени. Термин (*необходимое*) *условие* обозначает патогенез заболевания, без его выполнения развитие заболевания невозможно.

База наблюдений включает описание 10 событий, 2 условий и 49 наблюдений, которые объединены в группы: главные жалобы, дополнительные жалобы, основные методы исследования органа зрения (подгруппы: наружный осмотр, исследование методом бокового освещения, исследование проходящим светом), дополнительные методы исследования, лабораторные исследования. Большинство наблюдений являются составными, то есть имеют характеристики с совместными или несовместными значениями. Значения наблюдений и характеристик – качественные.

Ниже приведены фрагменты базы наблюдений [5].

СОБЫТИЯ

Поверхностное повреждение роговицы (эпителия)

механическое повреждение {пыль, грязь, песок, шерсть животных, ...}; химическое повреждение {лакокрасочные соединения, кислота, щелочь, ...}; токсическое воздействие {аэрозоль, духи, одеколон, ...}; тупая травма глаза {контузия}.

...

УСЛОВИЯ

Нарушение целостности

эпителий роговицы, строма роговицы.

...

ГРУППА НАБЛЮДЕНИЙ – ГЛАВНЫЕ ЖАЛОБЫ

Ощущение инородного тела в глазу,

Присутствие: отсутствует, имеется.

Глаз (совместные): справа, слева.

Характер начала: острое, постепенное.

Периодичность: постоянно, периодически.

...

Формальное представление заболеваний

База заболеваний – это формализованное описание кератитов, базирующееся на неструктурированных описаниях, представленных в [1-2]. Описание выполнено согласно модели онтологии [4]. Для каждого заболевания приводятся его возможные причины, необходимое условие и описание клинической картины – клинических проявлений наблюдений (и/или их характеристик), представленных вариантами динамики. Вариант состоит из 1 или более периодов, для каждого из которых указываются значения наблюдения (или характеристики) и может быть указана длительность (в противном случае считается, что период длится до окончания заболевания).

Ниже приведен фрагмент базы заболевания «Травматический кератит» [4].

ВОЗМОЖНЫЕ ПРИЧИНЫ (СОБЫТИЯ)

Глубокое повреждение роговицы

Варианты этиологии:

1. промышленное повреждение, бытовое повреждение, химический ожог, термический ожог.

Временной интервал: 1-24 часа.

2. тупая травма глаза, боевая травма глаза, лучевое повреждение.

Временной интервал: 12-48 часов.

НЕОБХОДИМОЕ УСЛОВИЕ

Нарушение целостности

строма роговицы.

ГЛАВНЫЕ ЖАЛОБЫ

Ощущение инородного тела в глазу

Присутствие (Н) - имеется.

Варианты динамики:

1. имеется 1-2 суток,
затем отсутствует.

Варианты динамики, измененные воздействием события:

Лечебное мероприятие: удаление инородного тела (В)

Временной интервал: 1-24 часа.

1. отсутствует.
2. имеется 1-10 секунд,
затем отсутствует.

Глаз (В) – справа, слева, справа И слева.

Характер начала (Н) – острое.

Заключение

В работе на основе модели онтологии медицинской диагностики описана база наблюдений и в её терминах представлена база знаний о заболеваниях роговой оболочки глаза – кератитах. Полное описание баз представлено в работе [4]. Они могут быть использованы в системах интеллектуальной поддержки обследования больных, в экспертных системах медицинской диагностики, при обучении студентов.

ЛИТЕРАТУРА

1. *Сомов Е.Е.* Клиническая офтальмология. М., 2005.
2. *Ханне В.* Офтальмология // пер. с нем., под общ. ред. А.Н. Амирова. М.: МЕД-пресс-информ, 2004.
3. *Клещёв А.С., Москаленко Ф.М., Черняховская М.Ю.* Модель онтологии предметной области «Медицинская диагностика». Часть 1. Неформальное описание и определение базовых терминов. // НТИ. Сер.2. 2005. №12. С.1-7.
4. *Клещёв А.С., Москаленко Ф.М., Черняховская М.Ю.* Модель онтологии предметной области «Медицинская диагностика». Часть 2. Формальное описание причинно-следственных связей, причин значений признаков и причин заболеваний // НТИ. Сер. 2. 2006. №2. С.19-30.
5. *Петряева М.В., Москаленко Ф.М.* Формальное представление знаний о кератитах. Владивосток: ИАПУ ДВО РАН. 2012.

E-mail: margaret@iacp.dvo.ru, philipmm@iacp.dvo.ru

© 2013 г. **М.Ю. Черняховская**, д-р мед. наук,
Ф.М. Москаленко, канд. техн. наук, **М.В. Петряева**, канд. мед. наук
(Институт автоматизации и процессов управления ДВО РАН, Владивосток)

ФОРМАЛЬНОЕ ОПИСАНИЕ ЗАБОЛЕВАНИЯ «ХРОНИЧЕСКИЙ КОЛИТ»⁶

Проведен системный анализ описания заболевания хронический колит, на основе онтологии заболеваний формально описаны клинические проявления в динамике.

Ключевые слова: группа наблюдений, база знаний, наблюдение, клиническое проявление, модальность, вариант динамики, медицинская диагностика.

M.Y. Chernyakhovskaya, P.M. Moskalenko, M.V. Petryaeva
(Institute for Automation and Control Processes Far Eastern Branch
of Russian Academy of Sciences)

A FORMAL REPRESENTATION OF CHRONIC COLITIS

A system analysis of knowledge about chronic colitis was conducted. A formal representation of clinical manifestations is given on the basis of the ontology for medical diagnostics.

Keywords: group of observations, knowledge base, observations, clinical manifestation, modality, variant of dynamics, medical diagnostics.

Введение

При формировании базы знаний о заболеваниях для экспертных систем медицинской диагностики требуется проведение системного анализа соответствующей медицинской литературы и выделение основных объектов этого знания, их отношений, динамику клинических проявлений.

Целью настоящей работы является формальное описание периодов обострения хронического колита [1-4] в терминах онтологий наблюдений и заболеваний [5-7]. Согласно этим работам описание заболевания включает описание клинической картины (жалоб, объективного исследования больного, лабораторных и инструментальных исследований). Клиническая картина заболевания состоит из описаний клинических проявлений наблюдений, характеризуемых модальностью ("необходимость" (Н) и

⁶ Работа выполнена при финансовой поддержке РФФИ (проект 11-07-00460-а) и ДВО РАН (проект 12-III-A-01-016).

"возможность" (В)), а также вариантами динамики [7].

База знаний

Группа наблюдений «Жалобы»

понос, боль в животе, снижение аппетита, рвота, тошнота, общая слабость, метеоризм, повышенное отхождение газов, похудание, ощущение распирания в животе, ...

Понос

Присутствие (Н) – имеется.

Частота в день (Н)

Варианты динамики:

1. 4-5 раз в сутки;
2. до 15 раз в сутки (в тяжелых случаях).

Условия возникновения (позыв к дефекации) (В)

Варианты динамики:

1. после приема пищи – «симптом перекуса» (при трансверзите);
2. ранним утром – «стул будильника» (при проктосигмоидите);
3. при наклонах туловища, подпрыгиваниях;
4. на холоде;
5. после стресса.

Сопровождаются (В)

Варианты динамики:

1. боли в животе (перед дефикацией);
2. боли в животе (после дефикации).

Тенезмы (В) – имеются.

Характер кала (В) – кашеобразный, жидкий.

...

Боль в животе

Присутствие (Н) – имеется.

Характер (В)

Варианты динамики:

1. тупая;
2. ноющая;
3. схваткообразная.

...

Снижение аппетита

Присутствие (В) – имеется.

...

Рвота

Присутствие (В) – имеется.

Частота (В)

Варианты динамики:

1. однократная;
2. повторная (2-3 раза).

...

Группа наблюдений «Объективное исследование»
общее состояние, синдром белково-энергетической недостаточности, признаки дисфункции вегетативной нервной системы, язык, невротические проявления, живота, пальпация живота, ...

Общее состояние

Значение (В)

Варианты динамики:

1. удовлетворительное;
2. средней тяжести.

Динамика (В) – ухудшается, без изменений.

*Синдром белково-энергетической недостаточности
(Похудание, Синдром Дефицита жирорастворимых витаминов,
Синдром Дефицит витаминов и микроэлементов)*

Похудание

Присутствие (В) – имеется.

Периодичность (В) – периодически, постоянно.

...

Признаки дисфункции вегетативной нервной системы

(В) – потливость, колебания артериального давления, сердцебиения, частые позывы к мочеиспусканию.

Язык

Влажность (В) – сухой.

Обложенность (В) – имеется.

Цвет налета (В) белый, серый, грязно-серый.

Варианты динамики:

1. белый;
2. серый;
3. грязно-серый.

...

Группа наблюдений «Лабораторные исследования»
клинический анализ крови, анализ крови на наличие специфических анти-
тел к гельминтам и простейшим, ...

Клинический анализ крови

Лейкоциты (В) – более 9000.

Нейтрофилы (В) – сдвиг влево имеется.

Эозинофилы (В) – более 5% (при паразитарных инвазиях).

Лимфоциты (В) – менее 19%.

СОЭ (В) – у М более 10 мм/час, у Ж 15 мм/час (при гельминтозах).

...

ЛИТЕРАТУРА

1. *Кондратенко П.Г., Губергриц Н.Б.* Клиническая колопроктология. Донецк, 2006.
2. *Семионкин Е.И.* Колопроктология. М.: Медпрактика, 2004.
3. *Александр Вильяме Дж., Биндер Х.Дж.* Гастроэнтерология (в 3-х томах). М.: Медицина, 1985.
4. *Беул Е.А., Екисенина Н.И.* Хронические энтериты и колиты. М.: Медицина, 1975.
5. *Москаленко Ф.М.* Проект компьютерного банка знаний по медицинской диагностике // Информатика и системы управления. 2007. №2(14). С.55-66.
6. *Клещёв А.С., Москаленко Ф.М., Черняховская М.Ю.* Модель онтологии предметной области "Медицинская диагностика". Часть 1. Неформальное описание и определение базовых терминов // Научно-техническая информация. Сер.2. 2005. №12. С.1-7.
7. *Клещев А.С., Москаленко Ф.М., Черняховская М.Ю.* Модель онтологии предметной области «Медицинская диагностика». Часть 2. Формальное описание причинно-следственных связей, причин значений признаков и причин заболеваний // Научно-техническая информация. Сер.2. 2006. №2. С.19-30.

E-mail: chernyah@iacp.dvo.ru, philipmm@iacp.dvo.ru, margaret@iacp.dvo.ru

УДК: 616.24-036.22-092-071

©2013 г. С.С. Целуйко, д-р мед. наук

(ГБОУ ВПО Амурская государственная медицинская академия
Минздрава России, Благовещенск)

3-D ПРОСТРАНСТВЕННАЯ ОРГАНИЗАЦИИ ПОКРОВНОГО ЭПИТЕЛИЯ СЛИЗИСТОЙ ОБОЛОЧКИ ТРАХЕИ

В результате выполненных 3D-реконструкций реснитчатого эпителия получена информация о топологии компартментов реснитчатых эпителиальных клеток слизистой оболочки трахеи крыс и пространственной геометрии ультраструктур, визуализированы внутриклеточные структуры, реконструировано тонкое строение субмикроскопических деталей поверхности эпителия трахеи – ресничек и микроворсинок.

Ключевые слова: 3D-реконструкции, реснитчатые клетки, покровный эпителий трахеи.

S.S. Tseluyko

3D-SPATIAL ORGANIZATION OF ULTRASTRUCTURAL SURFACE EPITHELIUM OF THE TRACHEA MUCOSA

(Amur State Medical Academy of Health Ministry of Russia,
Blagoveshchensk)

As a result of 3D-reconstructions obtained information about the topology of compartments ciliated epithelial cells of the mucous membrane of the trachea of rats and the spatial geometry of the ultrastructure, intracellular structures visualized, reconstructed fine structure of submicroscopic surface epithelium of the trachea details - cilia and microvilli.

Keywords: 3D-reconstruction, ciliated cells, surface epithelium of the mucous membrane of the trachea.

Ультраструктурная пространственная организация компартментов реснитчатого эпителия трахеи является одним из важных и интереснейших разделов морфологии легких. Знание закономерностей пространственной организации клеточных элементов многорядного реснитчатого эпителия воздухоносного отдела легких необходимо для понимания их морфогенеза в индивидуальном и эволюционном развитии.

В настоящее время пространственная ультраструктурная организация клеточных элементов реснитчатого эпителия трахеи изучена недостаточно [2]. В особенности это касается трехмерной организации компарментов эпителиоцитов эпителия трахеи дыхательной системы. Такое состояние дел объясняется двумя причинами. Во-первых, характером основного метода цитологических исследований, который заключается в ультрамикроскопическом изучении срезов, не дающих представления о трехмерной организации клеток. Во-вторых, неспособностью существующих теорий пространственной ультраструктурной организации клеток компенсировать это несовершенство, так как сами теории еще недостаточно разработаны [1, 4, 5]. В этих условиях реконструкция пространственной организации эпителиев остается чисто эмпирической и обладает низкой разрешающей способностью. Исследователю необходимо изучить большое число срезов, что делает реконструкцию очень трудоемкой.

В результате ультраструктурная пространственная организация реснитчатого эпителия, особенности трехмерной структуры, остаются неизвестной, что сдерживает развитие знаний об их морфогенезе. В практическом аспекте установление этих закономерностей поможет выяснению механизмов патологического развития хронического обструктивного бронхита и возможно, в перспективе позволит управлять развитием.

В существующих условиях возможна лишь эмпирическая методика реконструкции трехмерной структуры тканей по серийным срезам. Поскольку такая методика не опирается на модели и не предполагает никакого знания о клеточном строении на каждом последующем уровне, то для осуществления реконструкции требуются максимальное число срезов и сложная процедура их совмещения [3]. Разрешающая способность этой методики даже при использовании такой современной техники, как растровая и трансмиссионная электронная микроскопия и компьютерные технологии реконструкции и визуализации остается низкой. В итоге недостаточность знаний о пространственной организации клеточных элементов тормозит изучение закономерностей их морфогенеза в процессе нормального развития и не позволяет понять суть их трансформации при патологии. В предлагаемой статье предпринята попытка ее решения.

Цели и задачи работы

В настоящей работе была поставлена цель установить с помощью нового подхода трехмерную пространственную организацию реснитчатого эпителия трахеи интактных крыс.

Материалы и методы

В настоящей работе был исследован образец участка ткани эпителия трахеи интактных крыс. Все манипуляции с животными проводились на основании разрешения Этического комитета АГМА (протокол №1 от 23 декабря 2005 г.), в соответствии с «Международными рекомендациями по проведению медико-биологических исследований с использованием животных» и Приказа Минздрава РФ № 267 от 19.06.2003 «Об утверждении правил лабораторной практики». В качестве метода подготовки препарата для последующей объемной реконструкции был использован стандартный протокол изготовления образцов для просвечивающей электронной микроскопии. Образец ткани фиксируют в 2,5% глутаральдегиде, далее в 1% растворе осмиевой кислоты; дегидратируют переводя через серию растворов этанола (50%, 75%, 95%) в 100% ацетон; далее выдерживают в смеси 50% ацетон + 50% аралдит и заливают в аралдит.

Подготовленный вышеописанным методом образец закрепляют на предметном столике и помещают в электронный микроскоп Quanta 3D FEG (производство компании FEI), оснащенный двухлучевой системой FIB/SEM. Особенность данного прибора заключается в наличии ионной пушки (фокусированный ионный пучок – FIB), с помощью которой возможно травление образца, а также напыление защитного слоя металла на образец. Также прибор оснащен электронной пушкой, как стандартный сканирующий электронный микроскоп (SEM). С помощью электронного пучка возможно получение растровых изображений поверхности образца.

Выбрав область интереса на образце, сначала с помощью газоинжекционной системы (GIS) и ионной пушки напыляют защитный слой платины толщиной 0,2 мкм на поверхность данной области. Далее, с помощью ионного пучка при токе 2,5 нА и ускоряющем напряжении 30 кV протравливают канавки с трех сторон от области интереса, тем самым обособляя блок (примерно 10×10×10 мкм) для последующей объемной реконструкции. С помощью электронного пучка при токе 0,1 нА

и ускоряющем напряжении 3 kV получают изображение передней поверхности блока, используя детектор обратно отраженных электронов. Затем данную поверхность стравливают на глубину 50 нм с помощью фокусированного ионного пучка и снова получают изображение поверхности блока. Повторяя процедуру стравливания и сканирования, получают набор слайдов. В данной работе был получен набор из 150 слайдов. Поскольку данная процедура весьма трудоемкая и требует много времени, было использовано программное обеспечение Auto Slice & View G3 для получения набора слайдов в автоматическом режиме.

Для последующей объемной реконструкции микроанатомического строения и субклеточных структур используют программный комплекс Amira ResolveRT. Данное программное обеспечение является мощным универсальным инструментом объемной реконструкции и моделирования и с успехом применяется в различных областях науки и техники, таких как медицина, биология, материаловедение, исследование наноразмерных объектов. С помощью Amira ResolveRT набор слайдов обрабатывают и получают объемную реконструкцию изучаемого объекта. При этом 3D-реконструкцию можно проводить как в автоматическом режиме (реконструкция объема по контрасту исходных изображений), так и в ручном режиме (послайдовая разметка отдельных структур). Программа позволяет рассчитывать такие параметры объекта, как линейные размеры, объемы и площади поверхности отдельных деталей структуры. Проведение расчетов и визуализация результатов осуществляются непосредственно в программной среде Amira ResolveRT.

Результаты исследования и их обсуждение

Объемная электронная микроскопия, или сканирующая электронная микроскопия с применением фокусированного ионного пучка – перспективный метод исследования биологических объектов. Последовательное травление поперечного среза зафиксированного и контрастированного препарата биологической ткани фокусированным ионным пучком с последующей визуализацией структуры с детектором обратноотраженных электронов в ФИП/РЭМ позволяет адекватно восстановить трехмерную структуру объекта из большой серии электронно-микроскопических изображений последовательных поперечных срезов.

Полученная при этом структурная информация позволяет визуализировать сложную микроанатомию тканей на субклеточном уровне.

Выводы

В результате выполненных 3D-реконструкций получена информация о пространственной геометрии реснитчатых клеток эпителиального пласта трахеи крыс, визуализированы внутриклеточные структуры, реконструировано тонкое строение субмикроскопических деталей поверхности эпителия трахеи – ресничек и микроворсинок.

ЛИТЕРАТУРА

1. *Савостьянов Г.А.* Основы структурной гистологии. Пространственная организация эпителиев. СПб.: Наука, 2005. 375 с.
2. *Красавина Н.П., Целуйко С.С., Доровских В.А.* Тучные клетки органов дыхания и перспективы их изучения (обзор литературы) // Бюл. физиол.и патол. дыхания. 2004. №19. С. 74-79.
3. *Зиновьев С.В., Целуйко С.С.* Системная морфологическая характеристика бронхоальвеолярного лаважа больных бронхиальной астмой и хроническим бронхитом // Дальневосточный медицинский журнал. 2001. № 2. С. 14.
4. *Погорелова М.А., Голиченков В.А., Погорелова В.Н.* Изменение объема ооцита и раннего эмбриона мыши при гипотонии // БИОЛОГИЯ – НАУКА XXI ВЕКА: 12-я Пущинская международная школа-конференция молодых ученых, (10-14 ноября 2008 г.): сб. тезисов. Пущино, 2008. С. 184-185.
5. *Шкловер В.Я., Казанский П.Р., Целуйко С.С.* // Тезисы докладов XXIV Российской конференции по электронной микроскопии РКЭМ-2012. Черноголовка, С.511.
6. Ultrastructure and stereology of cardiomyocytes in the development of regenerative and plastic myocardial insufficiency during ontogeny / *L.M.Nepomnyashchikh, E.L.Lushnikova, N.A.Molodykh, M.G.Klinnikova, O.P.Molodykh* // Bulletin of Experimental Biology and Medicine. 2011. Т. 151, № 1. С. 88-94.
7. Новый метод изучения ультраструктурной пространственной организации покровного эпителия слизистой оболочки трахеи / *С.С.Целуйко, Н.А.Вислобоков, П.Р.Казанский, Н.В.Швындина, В.Я.Шкловер, Д.А.Семенов, М.М.Горбунов* // Бюл. физиол. и патол. дыхания. 2012. Вып. 45. С.52-56.

E-mail: agma@nm.ru

УДК 519.237.7::616.132-007.64

©2013 г. **О.А. Россоха¹**, **С.Ю. Болдырев¹**, канд. мед. наук,
Е.Д. Космачева², д-р мед. наук, **Л.В. Горбов²**, канд. мед. наук
(¹ГБУЗ «Краснодарская краевая клиническая больница №1
им. проф. С.В. Очаповского», ²ГБОУ ВПО «Кубанский государственный
медицинский университет» МЗ России, Краснодар)

ФАКТОРНАЯ СТРУКТУРА АНАТОМИЧЕСКИХ ХАРАКТЕРИСТИК АОРТЫ ПРИ РАЗВИТИИ РЕГУРГИТАЦИИ НА АОРТАЛЬНОМ КЛАПАНЕ У БОЛЬНЫХ С АНЕВРИЗМОЙ

Изучена факторная структура данных, полученных при ультразвуковом обследовании больных с аневризмой и/или диссекцией аорты. Доказано закономерное изменение структуры первой главной компоненты по мере увеличения степени выраженности аортальной регургитации. Выявлены анатомические признаки, обуславливающие степень аортальной недостаточности.

Ключевые слова: анатомия аорты, аневризма аорты, диссекция аорты, анализ главных компонент, факторная структура данных.

O.A. Rossokha, S.J. Boldyrev, E.D. Kosmacheva, L.V. Gorbov

FACTOR STRUCTURE OF THE AORTIC ANATOMICAL CHARACTERISTICS IN PATIENTS WITH AORTIC ANEURYSM DURING THE DEVELOPMENT OF AORTIC REGURGITATION

Studied the factor structure of the data obtained by ultrasound examination of the patients with aneurysm and/or dissection of the aorta. Proved regular change in the structure of the first principal component with increasing severity of aortic regurgitation. Identified anatomical features, causing a degree of aortic insufficiency.

Keywords: anatomy of the aorta, aortic aneurysm, aortic dissection, a principal component analysis, factor structure of the data.

Ежегодно аневризмы грудного отдела аорты (АО) диагностируются в 5,9-10,4 случаях на 100 тыс. населения [3, 10]. По материалам разных клиник, в том числе РНЦХ РАМН (2002), от 50 до 84% случаев неосложненных аневризм грудной части аорты сопровождаются развитием недостаточности аортального клапана различной степени выраженности. В случае диссекции (расслоения) аорты типа А (по Стенфордской класси-

фикации) острая аортальная регургитация (АР) занимает первое место среди кардиальных осложнений – от 41 до 76% случаев [4, 7, 11]. По другим данным, при остром расслоении аорты аортальная регургитация (обратный ток крови) диагностируется в 25-27% случаев, тогда как при хронической проксимальной диссекции АР может достигать 70-100% случаев [5, 8]. При этом клиническая картина может широко варьировать от гемодинамически незначимого диастолического шума до выраженной сердечно-сосудистой недостаточности и развития кардиогенного шока [6, 9].

Поэтому, учитывая вышесказанное, становится очевидной необходимость всестороннего исследования не только всех отделов аорты с целью определения объема оперативного вмешательства, но и более пристальное изучение анатомо-функциональных особенностей корня аорты, часто лежащих в основе развития аортальной недостаточности и нередко определяющих выбор метода реконструкции аортального клапана и восходящей аорты – клапансберегающий либо клапанзамещающий подход.

Таким образом, целью настоящего исследования явилось изучение взаимосвязи геометрических параметров различных отделов аорты, а также выявление методами многомерного анализа закономерностей в строении аорты, которые определяют тяжесть аортальной регургитации.

Материалы и методы

В период с 2003 по 2011 гг. на базе Краевой клинической больницы №1 им. проф. С.В. Очаповского (Краснодар) были обследованы и прооперированы 167 пациентов с аортальной недостаточностью I-IV ст. на фоне аневризмы и/или диссекции восходящего отдела аорты.

Для выявления параметров корня и восходящего отдела АО, определяющих степень тяжести и гемодинамическую значимость аортальной регургитации, пациенты с грубыми изменениями створок АК, диссекцией АО в области комиссуральных стержней и пролабированием интимы между створками АК были исключены из анализа, так как данные факторы оказывают существенно влияние на выраженность АН.

Таким образом, из 167 пациентов были отобраны 74 человека – 57 (77,0±4,9%) мужчин и 17 (23±4,9%) женщин с патологией восходящей АО, сохранными створками и стенками корня АО и различной степенью АН (I-IVст.), т.н. «функциональной аортальной недостаточностью». Средний возраст больных составил 52,5 (от 47,0 до 58,0) лет. Кроме того, для выявления геометрических особенностей корня аорты у данной кате-

гории пациентов к этим 74 больным была добавлена группа из 22 больных (15 мужчин (68,2±9,9%) и 7 женщин (31,8±9,9%)) с патологией восходящей АО, неизменным АК, но без аортальной регургитации. Средний возраст пациентов составил 52,1 (47,0;58,2) лет. В итоге суммарная численность группы больных, данные которых были использованы для уточнения геометрических свойств корня и восходящего отдела аорты при развитии АН, составила 96 человек.

По виду патологии восходящей аорты пациенты распределились следующим образом: аневризмы восходящего отдела аорты (АО) выявлены у 49 (51,0±5,1%) пациентов, расслоение восходящего отдела АО – у 47 (49,0±5,1%) пациентов. При этом I тип диссекции АО по классификации M. De Bakey (1966) установлен у 22 (46,8±7,3%), II тип расслоения АО – у 25 (53,2±7,3%). Острое расслоение аорты по классификации Wheat (1965) наблюдали у 19 (40,4±7,2%), подострое – у 12 (25,5±6,4%), хроническое – у 16 (34,1±6,9%) пациентов.

Фенотипические признаки синдрома Марфана имели место у одного пациента, при этом не было отмечено выраженных изменений створок АК. Артериальная гипертензия (АГ) диагностирована у большинства обследованных – 68 (70,8±4,6%) пациентов, в том числе у пациентов с диссекцией АО – в 41 (87,2±4,9%) случае.

Оценка стадии хронической недостаточности кровообращения (ХСН) проведена на основании классификации Н.Д. Стражеско и В.Х. Василенко (1936): ХСН I стадии имели 35 (38,0±5,1%) пациентов, II А ст. – 49 (53,3±5,2%) пациентов, II Б ст. – 6 (6,5±2,6%) пациентов и III стадии – 2 (2,2±1,5%) пациента. По классификации Нью-Йоркской ассоциации кардиологов (NYHA, 1964) у большинства пациентов установлен III ФК – 61 (66,3±4,9%) случай. В то же время II ФК диагностирован у 23 (25,0±4,5%) пациентов, а IV ФК – у 8 (8,7±2,9%) обследованных пациентов. В исследуемой группе были единичные пациенты с клиникой острой сердечной недостаточности (ОСН): 1 ст. (по классификации T. Killip, 1967) – у 2 пациентов, а также по одному пациенту с ОСН 2 и 3 степени.

На дооперационном этапе всем пациентам было проведено комплексное клиничко-инструментальное обследование, в том числе выполнена трансторакальная эхокардиоскопия (ЭХО-КС). Распределение больных по степени аортальной регургитации было следующим: 0 степень – у 22 человек (22,7±4,3%), I степень – 10 (10,3±3,1%), II степень – 23

(23,7±4,3%), III степень – 32 (33,0±4,8%), и IV степень – у 9 (9,3±2,9%) пациентов.

Для оценки анатомии корня, восходящей, дуги и нисходящей АО измеряли линейные размеры на уровне фиброзного кольца АК (ФКАК), синусов Вальсальвы (SinVal), синотубулярного гребня (STG), тубулярной части восходящей АО (Ao_Asc), дуги аорты (Arc_Ao), нисходящей аорты (Ao_Desc). Также проводили расчет отношения диаметра СТГ к диаметру ФКАК (STG_ФКАК). В норме диаметр СТГ составляет приблизительно 85% от диаметра ФКАК в основании корня, т.е. СТГ/ФКАК = 0,83-0,86.

Статистическую обработку полученных данных проводили методом главных компонент с использованием программы Statistica 6.0 (StatSoft Inc, США) в блоке, посвященном анализу главных компонент.

Как известно, анализ главных компонент (ГК) дает возможность выявить систему взаимно независимых неявных (скрытых) признаков, позволяющих объяснить большую часть изменчивости на основе геометрической структуры первичных данных [1, 2].

В многомерном анализе данных каждый объект (больной) может быть представлен точкой в многомерном признаковом пространстве, размерность которого равна числу показателей, изученных у данного объекта. Однородная группа объектов (больных на одной стадии заболевания, с одной степенью дисфункции) в таком случае будет представлена достаточно компактным облаком точек.

Принцип построения ГК в многомерном пространстве признаков основывается на первоначальном создании такой линейной комбинации исходных признаков в составе GK_1 , которая объясняла бы максимум изменчивости всего многомерного облака признаков. На следующем этапе строится подобная комбинация признаков, проходящая через центр тяжести точек исходного признакового пространства перпендикулярно GK_1 и объясняющая максимум от всей оставшейся дисперсии исходных данных. Процесс построения ГК продолжается столько раз, сколько имелось исходных признаков. Таким образом, каждая из ГК является новой искусственной осью исходного признакового пространства, отличие между ними и исходными признаками состоит только в том, что ГК не коррелируют между собой, то есть являются взаимно ортогональными.

Преимуществом ГК, как осей пространства первичных данных, является возможность их содержательной интерпретации в зависимости от

величин факторных нагрузок (коэффициентов с которыми исходные признаки входят в состав соответствующей ГК), возможности расчета евклидовых расстояний между точками, соответствующих центрам отдельных групп (пользуясь ортогональностью ГК), сокращения размерности пространства вследствие падения большей информационной нагрузки на первые главные компоненты и пропорционального её уменьшения на последние из них. Одной из существенных характеристик каждой $ГК_k$ является её собственное значение – λ_k , число, показывающее во сколько раз данная $ГК_k$ информативнее, чем в среднем каждый первичный признак. Для определения числа ГК, описывающих группу больных, мы использовали правило Кайзера, согласно которому величина λ_k должна быть больше единицы. Такие $ГК_{i \leq k}$ будем называть существенными. Считается, что структура данных без существенных потерь достаточно хорошо описывается при проецировании на существенные ГК, тогда как все последующие ГК вносят только излишний шум.

Результаты и обсуждение

Задачей исследования явилось выявление факторной структуры анатомических признаков аорты, полученных неинвазивным путем, при формировании её аневризмы и/или диссекции. Анализ главных компонент у больных с наличием аневризмы и/или диссекции её восходящего отдела без признаков регургитации на АК, позволил выявить наличие трех существенных ГК (табл. 1).

Таблица 1.

Факторная структура данных у больных с аневризмой и/или диссекцией аорты без регургитации на аортальном клапане.

Признак	ГК ₁	ГК ₂	ГК ₃
ФКАК	0,070	-0,983	-0,115
SynVal	0,826	-0,240	0,031
STG	-0,551	-0,599	0,154
AO_ASC	-0,824	-0,245	0,210
ARC_AO	-0,245	0,001	0,879
AO_DESC	0,014	0,116	0,948
STG/ФКАК	-0,627	0,470	0,248
Собственные значения	2,61	1,70	1,30
Процент объясненной дисперсии данной ГК	37,23	24,35	18,64
Процент накопленной объясненной дисперсии	37,23	61,58	80,22

У больных этой группы ГК₁, описывающая чуть менее 40% всей дисперсии, отражает, главным образом, влияние диаметров аорты на уровне синусов Вальсальвы и восходящей её части. Следующая ГК₂, объясняющая почти 25% дисперсии всех данных, отражает, главным образом, диаметр фиброзного кольца аортального клапана и, в гораздо меньшей степени, синотубулярного гребня. Третья по значимости главная компонента объясняет более 18% всей дисперсии и отражает геометрические характеристики дуги аорты и её нисходящего отдела.

В группе больных с недостаточностью АК I степени также удалось выявить три существенные ГК, структура которых, однако, отличалась от ГК при отсутствии регургитации (табл. 2). Первая ГК, объясняющая более трети общей вариабельности, зависела, прежде всего, от параметров восходящей аорты и её дуги. Вторая ГК характеризовала чуть меньший объем неопределенности данных и отражала ширину аорты на уровне синусов Вальсальвы и синотубулярного гребня, а также диспропорцию синотубулярного гребня и фиброзного кольца аортального клапана. Третья ГК отражала собственно диаметр фиброзного кольца, объясняя менее 20% общей изменчивости данного облака точек в многомерном пространстве.

Таблица 2.

Факторная структура данных у больных с аневризмой и/или диссекцией аорты с недостаточностью аортального клапана I ст.

Признак	ГК ₁	ГК ₂	ГК ₃
ФКАК	0,129	0,002	0,966
SynVal	-0,502	0,771	-0,021
STG	0,216	0,864	0,299
AO_ASC	0,871	0,198	0,026
ARC_AO	0,888	-0,196	0,159
AO_DESC	0,561	0,400	0,420
STG/ФКАК	0,058	0,815	-0,550
Собственные значения	2,51	2,25	1,19
Процент объясненной дисперсии данной ГК	35,87	32,10	17,03
Процент накопленной объясненной дисперсии	35,87	67,96	84,99

При II степени аортальной недостаточности (табл. 3) у больных с аневризмой и/или диссекцией восходящего отдела аорты в структуре первой ГК, объясняющей 40% дисперсии в этой группе больных, ведущее место занимают показатели, характеризующие корень аорты – диа-

метр фиброзного кольца аортального клапана, диаметр аорты на уровне синусов Вальсальвы и на уровне синотубулярного гребня. Вторая ГК определяется линейными размерами восходящей аорты и степенью диспропорции синотубулярного гребня и фиброзного кольца аортального клапана.

Таблица 3.

Факторная структура данных у больных с аневризмой и/или диссекцией аорты с недостаточностью аортального клапана II ст.

Признак	ГК ₁	ГК ₂	ГК ₃
ФКАК	0,882	0,165	0,276
SynVal	0,813	-0,071	-0,383
STG	0,728	0,671	0,054
AO_ASC	0,316	0,831	0,337
ARC_AO	-0,032	0,019	0,846
AO_DESC	0,370	-0,104	0,468
STG/ФКАК	-0,125	0,862	-0,281
Собственные значения	2,83	1,42	1,26
Процент объясненной дисперсии данной ГК	40,47	20,22	17,94
Процент накопленной объясненной дисперсии	40,47	60,69	78,63

Третья ГК при II степени АН имеет нагрузку главным образом со стороны показателей дуги аорты. Объем объясненной дисперсии у второй и третьей ГК в этом случае примерно равны и в сумме составляют чуть меньше, чем аналогичный показатель первой ГК.

Таблица 4.

Факторная структура данных у больных с аневризмой и/или диссекцией аорты с недостаточностью аортального клапана III ст.

Признак	ГК ₁	ГК ₂
ФКАК	0,980	0,027
SynVal	0,755	0,187
STG	0,955	0,033
AO_ASC	0,892	-0,009
ARC_AO	-0,143	-0,909
AO_DESC	0,053	-0,928
STG/ФКАК	0,177	0,003
Собственные значения	3,65	1,68
Процент объясненной дисперсии данной ГК	52,15	24,03
Процент накопленной объясненной дисперсии	52,15	76,18

У больных с III и IV степенью АН (табл. 4-5) анализ главных компонент позволил выявить в структуре первичных данных только по две существенных ГК в каждом случае. В обоих случаях первая ГК несла нагрузку как от признаков, характеризующих корень аорты (диаметр фиброзного кольца аортального клапана, синусов Вальсальвы и синотубулярного гребня), так и от размера восходящей аорты.

Таблица 5.

Факторная структура данных у больных с аневризмой и/или диссекцией аорты с недостаточностью аортального клапана IV ст.

Признак	ГК ₁	ГК ₂
FKAK	0,995	0,041
SynVal	0,818	-0,214
STG	0,730	-0,530
AO_ASC	0,870	-0,377
ARC_AO	-0,299	0,074
AO_DESC	-0,352	0,858
STG/FKAK	-0,030	-0,846
Собственные значения	4,32	1,25
Процент объясненной дисперсии данной ГК	61,73	17,86
Процент накопленной объясненной дисперсии	61,73	79,59

Вторая ГК в этих случаях оказалась более вариабельна. Если при III степени АН на ГК₂ оказывали преимущественное влияние показатели нисходящей аорты и её дуги, то при IV степени – нисходящей аорты и диспропорции соотношения размеров синотубулярного гребня и фиброзного кольца АК.

Так как первая ГК играет наибольшую роль при анализе данных, позволяя выделить наиболее важные и значимые признаки, проследим зависимость факторных нагрузок на ГК₁ от степени регургитации на аортальном клапане (табл. 6).

Можно видеть, что если при отсутствии регургитации на первую ГК оказывают влияние геометрические показатели на уровне синусов Вальсальвы и восходящего отдела аорты, а при I степени – размер восходящего отдела и дуги аорты, то при дальнейшем усилении аортальной недостаточности до II, еще субклинической стадии, в структуре ГК₁ ведущее место занимают геометрические показатели корня аорты. А на III-IV стадиях к ним устойчиво присоединяется диаметр восходящего отдела аорты.

Кроме того, можно отметить практически линейное возрастание собственного числа первой ГК и доли объясненной дисперсии. От одной трети она возрастает почти до двух третей всей дисперсии комплекса признаков.

Таблица 6.

Зависимость нагрузок GK_1 у больных с аневризмой и/или диссекцией аорты от степени недостаточности аортального клапана.

Признак	Степень аортальной недостаточности				
	0	I	II	III	IV
FKAK	0,070	0,129	0,882	0,980	0,995
SynVal	0,826	-0,502	0,813	0,755	0,818
STG	-0,551	0,216	0,728	0,955	0,730
AO_ASC	-0,824	0,871	0,316	0,892	0,870
ARC_AO	-0,245	0,888	-0,032	-0,143	-0,299
AO_DESC	0,014	0,561	0,370	0,053	-0,352
STG/FKAK	-0,627	0,058	-0,125	0,177	-0,030
Собственные значения	2,61	2,51	2,83	3,65	4,32
Процент объясненной дисперсии данной ГК	37,23	35,87	40,47	52,15	61,73

Говоря о признаках, не влияющих или почти не влияющих на первую ГК, следует отметить, что показатели дуги и нисходящего отдела аорты, тем не менее, достаточно часто входят в состав, хотя и менее значимых, но достаточно важных второй и третьей ГК. Вероятно, это может быть связано с компенсаторными изменениями аорты у больных с аневризмой и/или диссекцией её восходящего отдела, и, несмотря на отсутствие прямого влияния на механизмы регургитации, могут оказаться важными для уточнения их патогенеза.

Выводы

1. В ходе исследования было установлено, что при разной степени выраженности аортальной недостаточности у больных с аневризмой и/или диссекцией восходящей аорты факторная структура данных трансторакального УЗ-исследования существенно различна, что позволило выделить признаки, наиболее информативные для каждой стадии АН.

2. Отмечено закономерное изменение признаков, оказывающих вклад в построение первой главной компоненты (наиболее важной в факторной структуре данных), в зависимости от степени аортальной регургитации.

3. По мере усиления степени аортальной недостаточности, начиная от II степени (субклинической), наибольшую информативность приобретают признаки, характеризующие геометрическое строение корня аорты – диаметр фиброзного кольца аортального клапана, синусов Вальсальвы и синотубулярного гребня.

4. При развитии клинически значимой регургитации на аортальном клапане в структуру первой главной компоненты, помимо вышеназванных признаков, значительный вклад вносит геометрическая характеристика восходящей аорты.

ЛИТЕРАТУРА

1. Митина О.В., Михайловская И.Б. Факторный анализ для психологов. М: Учебно-методический коллектор «Психология», 2001. 169 с.
2. Многомерный статистический анализ в экономических задачах: компьютерное моделирование в SPSS / под ред. И.В. Орлова). М.: Вузовский учебник. 2011. 310 с.
3. Improved prognosis of thoracic aortic aneurysms. A population-based study / W.D.Clouse [et al.] // JAMA. 1998. Vol. 280. P. 1926-1929.
4. Natural history, pathogenesis, and etiology of thoracic aortic aneurysms and dissections / M.A.Coady, J.A.Rizzo, L.J.Goldstein, J.A.Eleftheriades // Cardiol. Clin. 1999. Vol.17. P.615.
5. Deformation dynamics of the aortic root: modes and physiologic determinants / P.Dagum [et al.] // Circulation. 1999. Vol.100 (Suppl. II). P.54-62.
6. David T.E., Feindel C.M. An aortic valve-sparing operation for patients with aortic incompetence and aneurysm of the ascending aorta // J. Thorac. Cardiovasc. Surg. 1992. Vol.103. P.617-621.
7. Aortic valve sparing operations in patients with aneurysms of the aortic root or ascending aorta / T.E.David, J.Ivanov, S.Armstrong, C.M.Feindel, G.Webb // Ann. Thorac. Surg. 2002. Vol.74. P.1758-1761.
8. Surgical treatment of the dilated ascending aorta: When and how? / M.A.Ergin, D.Spielvogel, A.Apaydin [et al.] // Ann. Thorac. Surg. 1999. Vol.67. P1834. Discussion P.1853
9. Fuster V., Andrews P. Diseases of the aorta. Medical treatment of the aorta // I Cardiol Clin. 1999. Vol. 17(4). P. 697-715.
10. Svensson, L.G., Crawford E.S. Degenerative aortic aneurysms / Cardiovascular and Vascular Disease of the Aorta // L.G.Svensson, E.S.Crawford eds. Philadelphia: WB Saunders, 1997.
11. Functional anatomy of aortic regurgitation. Accuracy, prediction of surgical reparability and outcome implications of transesophageal echocardiography / Waroux de J.B., [et al.] // Circulation. 2007. Vol.116 (11 Suppl.). P.I264–269.

E-mail: hamp2@rambler.ru

©2013 г. **А.В. Бушманов**, канд. техн. наук, **А.М. Апалеева**
(ГБОУ ВПО Амурский государственный университет, Благовещенск)

ИССЛЕДОВАНИЕ КИНЕМАТИКИ ДВИЖЕНИЯ ТАЗА ЧЕЛОВЕКА

Необходимость анализа процесса ходьбы обусловлена важностью этой наиболее естественной двигательной активности для человека. Результаты исследования нормальной и патологической ходьбы используются в клинической биомеханике, ходьба как средство достижения спортивного результата или повышения уровня физической подготовленности рассматривается в спортивной биомеханике, кроме того знание о том, как человек ходит, необходимо в создании анимации и в робототехнике. Кинематика ходьбы, являясь составляющей её биомеханической структуры, прежде всего, описывает перемещение общего центра масс тела и угловые перемещения в крупных суставах нижних конечностей и в суставах стопы. Кинематический анализ проводят, исследуя эти движения в трех основных анатомических плоскостях тела: в сагиттальной, в горизонтальной и во фронтальной. Движения сегментов тела соотносят с фазами временной характеристики ходьбы.

Универсальность моделирования как метода познания окружающего мира позволяет использовать его для изучения, в том числе и рассматриваемого процесса ходьбы. Целесообразным представляется построить для этого математическую модель, позволяющую по заданным исходным данным найти значения интересующих параметров моделируемого явления.

Для изучения кинематических характеристик ходьбы необходимо построить математическую модель этого процесса, представляющую собой совокупность аналитических зависимостей от времени ключевых точек тела человека. С целью повышения степени адекватности разрабатываемой модели предполагается в модель, рассмотренную нами ранее в работе [1], добавить описание движения стоп и поворачивания таза по вертикальной оси.

Движения стопы человека в процессе ходьбы представлено упрощенно в виде полуэллипса с большой полуосью, равной половине длины стопы, и малой полуосью, равной высоте стопы от пола до голеностопного сустава.

Расчет координат центра полуэллипса после переката с поворотом на угол φ производится по формулам, [2]:

$$\begin{aligned} x &= x_0 + \frac{\varphi * P}{2\pi}, \\ y &= \frac{\left| -\sin \varphi * \operatorname{tg} \varphi * a^2 - \cos \varphi * b^2 \right|}{\sqrt{(\operatorname{tg} \varphi)^2 * a^2 + b^2}}, \end{aligned} \quad (1)$$

где x_0 – координата x центра полуэллипса в начальном положении,
 P – периметр эллипса,
 a, b – полуоси эллипса.

Предложен алгоритм и разработано реализующее его приложение на языке программирования Java.

Созданное графическое приложение визуализирует результаты компьютерного моделирования процесса ходьбы. Построены графики изменения углов в тазобедренном, коленном и голеностопном суставах ног за период двойного шага, начиная с периода одиночной опоры (рис. 1-2).

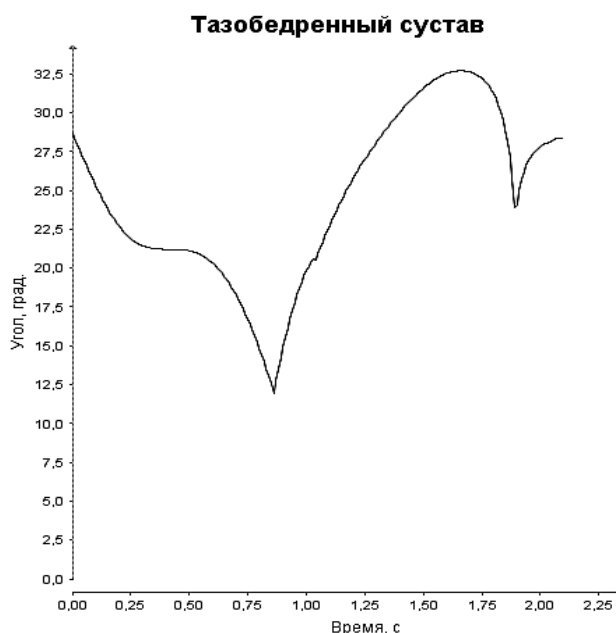


Рис. 1. Изменение межзвенового угла в тазобедренном суставе при ходьбе.

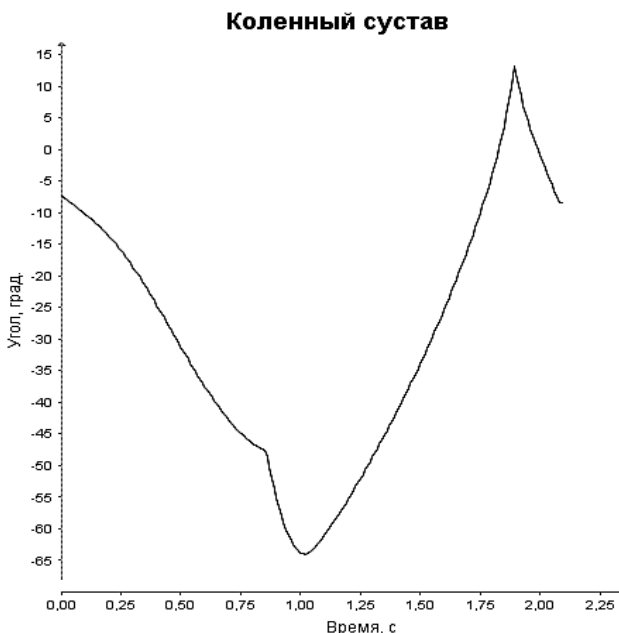


Рис. 2. Изменение межзвенового угла в коленном суставе при ходьбе.

Таким образом, описана математическая модель ходьбы человека, учитывающая движение стоп и поворачивание таза по вертикальной оси. Движение стопы представлено как процесс качения полуэллипса. Приведена математическая модель, описывающая перемещение таза при ходьбе. Разработано графическое приложение, визуализирующее результаты

компьютерного моделирования процесса ходьбы. Представленная модель позволяет проводить исследование кинематических характеристик двуногой ходьбы.

ЛИТЕРАТУРА

1. Апалеева А.М. Разработка алгоритма исследования кинематики движения человека // Вестник Амурского государственного университета. 2012. Вып. 59: Сер. Естеств. и экон. науки. С. 12-17.
2. <http://www.tutorialized.com/view/tutorial/Rolling-Ellipse/4728> (дата обращения: 22.04.2013).

E-mail: dncfpd@ramn.ru

УДК 618.3 : 618.36: 161.921.5

©2013 г. **И.Н. Гориков**, канд. мед. наук, **В.П. Колосов**, д-р мед. наук,
Л.Г. Нахамчен, канд. мед. наук
(ФГБУ «Дальневосточный научный центр физиологии и патологии дыхания» СО РАМН, Благовещенск)

ПРОГНОЗИРОВАНИЕ СИНДРОМА ЗАДЕРЖКИ ВНУТРИУТРОБНОГО РАЗВИТИЯ ПЛОДА ВО ВТОРОМ ТРИМЕСТРЕ БЕРЕМЕННОСТИ ПРИ ГРИППЕ А(Н3N2) В РАННИЕ СРОКИ ГЕСТАЦИИ

С помощью методов математического моделирования разработан способ доклинического прогнозирования синдрома задержки внутриутробного развития плода во втором триместре гестации у женщин, перенесших грипп А(Н3N2) в первом триместре беременности.

Ключевые слова: прогнозирование, синдром задержки внутриутробного развития плода, беременность, грипп А(Н3N2).

Грипп А(Н3N2) у беременных оказывает негативное влияние на формирование плаценты и биометрические параметры эмбриона и плода [1, 2, 4, 5]. Актуальной проблемой отечественного здравоохранения является разработка способов прогнозирования нарушения состояния внутриутробного здоровья у потомства от матерей, перенесших во время беременности грипп А(Н3N2). При этом наиболее важное значение имеет

прогнозирование синдрома задержки внутриутробного развития плода - маркера декомпенсированной плацентарной недостаточности [3, 5].

Цель исследования – разработать способ прогнозирования синдрома задержки внутриутробного развития плода во втором триместре гестации при гриппе А(Н3N2), диагностированном у женщин в ранние сроки беременности.

Проводилось обследование с использованием клинических, серологических, гематологических тестов 44 женщин на 8-10 и 22-24 неделях гестации, перенесших в первом триместре беременности грипп А(Н3N2). У 21 женщины во втором триместре беременности диагностировались ультразвуковые признаки синдрома задержки внутриутробного развития плода (первая группа), а у 23 – не отмечалось фетальной патологии (вторая группа).

Сравнение изучаемых показателей в исследуемых группах и установление достоверности степени их различий осуществлялось с помощью программ медико-биологической статистики [8] и “Автоматизированной программы диспансеризации” [9].

С помощью дискриминантного анализа из всей совокупности изучаемых параметров выделены показатели, наилучшим образом разделяющие первую и вторую группы: общий гемоглобин (г/л) (А), скорость оседания эритроцитов (мм/час) (В) в период разгара заболевания [7], уровень противогриппозных антител во второй сыворотке крови при постановке реакции торможения гемагглютинации на 2-4 и 12-14 день заболевания (С) [6].

На этой основе разработан способ прогнозирования синдрома задержки внутриутробного развития плода во втором триместре беременности при гриппе А(Н3N2) в ранние сроки гестации.

Прогнозирование осуществляется с помощью дискриминантного уравнения:

$$D = - 7,196 \times A + 45,827 \times B + 3,952 \times C,$$

где D – величина дискриминантной функции с граничным значением – 22,31. При D больше или равному граничному значению у пациенток прогнозируется развитие синдрома задержки внутриутробного развития плода во втором триместре беременности, а при D меньше граничного значения прогнозируется нормальное внутриутробное развитие плода во втором триместре гестации.

Вероятность правильного прогноза составляет 81,16%.

Пример 1: Больная Б., 22 лет, дважды обследовалась в отделении акушерской патологии беременных ФГБУ ДНЦ ФПД СО РАМН. При первом поступлении предъявляла жалобы: на головную боль, светобоязнь, потливость, чувство озноба, слабость, адинамию, насморк и кашель с умеренным количеством слизистой мокроты в течение 2 суток. Максимальное повышение температуры до $38,6^{\circ}$ наблюдалось в 1 сутки заболевания; показатель общего гемоглобина в периферической крови составил 108 г/л, а скорость оседания эритроцитов – 12 мм/час; величина антител к вирусу гриппа А(Н3N2) во второй сыворотке равнялась 1: 128, а в первой сыворотке 1: 32. При оценке акушерско-гинекологического статуса и эхографической картины матки, хориона и эмбриона установлен клинический диагноз: Беременность 10 недель. Грипп А(Н3N2). Острый ринофарингит. Вышеуказанные признаки вносились в дискриминантное уравнение:

$$D = - 7,169 \times 108 + 45,827 \times 12 + 3,952 \times 128 = 281,528.$$

Полученное значение дискриминантной функции больше граничного значения (-22,31). Таким образом, у женщины с гриппозной инфекцией в первом триместре беременности прогнозировалась задержка внутриутробного развития плода во втором триместре гестации.

При повторном ультразвуковом исследовании плаценты и биофизического профиля плода у данной больной на 24 неделе беременности толщина плаценты составляла, в среднем, 23,2 мм, что ниже по сравнению с аналогичным показателем при физиологической беременности (средняя толщина плаценты – 25,4 мм с колебаниями от 24,8 мм до 29,8 мм). Бипариетальный размер головки плода равнялся 52,8 мм (в норме средняя величина бипариетального размера – 59,5 мм с колебаниями от 54,4 мм до 62,5 мм), средний диаметр грудной клетки – 53 мм (в норме средняя его величина – 60,2 мм с колебаниями от 56,2 мм до 64,8 мм) и средний диаметр живота – 54 мм (в норме средняя его величина равняется 60,8 мм с колебаниями от 57,4 мм до 64,3 мм). Таким образом выявлялись показатели плацентометрии и фетометрии соответствующие 22 неделе гестации, т.е. диагностировалось отставание развития внутриутробного плода.

Пример 2. Больная Е., 25 лет, дважды обследовалась в отделении акушерской патологии беременных ФГБУ ДНЦ ФПД СО РАМН. При

первом поступлении у женщины отмечались головная боль, чувство озноба и повышение температуры до $37,5^0$. В клиническом анализе крови величина общего гемоглобина равнялась 115 г/л, а скорость оседания эритроцитов - 6 мм /час; во второй сыворотке крови отмечалось четырехкратное увеличение антител к вирусу гриппа А(Н3N2) до 1: 16, по сравнению с таковыми в первой сыворотке 1: 4. После исследования акушерского статуса и ультразвуковых показателей системы “матка-хорион-эмбрион” был поставлен клинический диагноз: Беременность 9 недель. Грипп А(Н3N2). Острый катаральный ринофарингит. Внесение вышеуказанных проявлений гриппа в дискриминантное уравнение показало следующее значение дискриминантной функции:

$$D = - 7,196 \times 115 + 45,827 \times 6 + 3,952 \times 16 = -489,346,$$

что меньше граничного значения (-22,31). Полученный результат позволял прогнозировать у женщины нормальное внутриутробное развитие плода во II триместре гестации.

Повторное обследование данной больной на 24 неделе беременности показало следующие значения толщины плаценты и фетометрии. Средняя толщина плаценты равнялась 25,3 мм (в норме этот показатель составлял 25,4 мм с колебаниями от 23,6 мм до 29,8 мм). Бипариетальный размер головки плода равнялся 59 мм (в норме он составлял - 59,5 мм с колебаниями от 54,4 мм до 62,5 мм), средний диаметр грудной клетки – 59,7 мм (в норме – 60,2 мм с колебаниями от 56,2 мм до 64,8 мм), а средний диаметр живота – 60,4 мм (в норме – 60,8 мм с колебаниями от 57,4 мм до 64,3 мм). Таким образом, при ультразвуковом анализе не обнаружено достоверных отклонений величины плацентометрических и фетометрических показателей от нормы, что и прогнозировалось нами посредством дискриминантного уравнения у женщины с гриппом А (Н3N2) на 9 неделе гестации.

Разработанный нами способ доклинического прогнозирования развития синдрома задержки внутриутробного развития плода во втором триместре гестации при гриппозной инфекции, развившейся у женщин в первом триместре беременности защищён патентом Российской Федерации №2342662. Использование этого способа в клинической перинатологии позволяет своевременно проводить мероприятия, направленные на улучшение носового дыхания, детоксикацию и повышение противовирусного иммунитета, а также оптимизацию обмена энергетического и пласти-

ческого субстратов в системе “мать-хорион-эмбрион” для профилактики синдрома задержки внутриутробного развития плода во втором триместре гестации [5] у женщин, перенесших грипп А(Н3N2) с анемическим синдромом, ростом скорости оседания эритроцитов и различным титром противовирусных антител в первом триместре беременности [2, 4].

ЛИТЕРАТУРА

1. Гориков И.Н. Общая воспалительная реакция у беременных женщин с гриппом А(Н3N2) // Бюлл. физиол. и пат. дыхания. 2002. Вып.12. С. 61-63.
2. Гориков И.Н. Маркеры ранней плацентарной недостаточности при гриппе А(Н3N2) у беременных // Бюлл. физиол. и пат. дыхания. 2005. Вып.20. С. 12-15.
3. Гориков И.Н. Фетоплацентарная недостаточность при гриппе А(Н3N2) у женщин во II триместре беременности // Бюлл. физиол. и пат. дыхания. 2006. Вып. 22. С. 44-49.
4. Гориков И.Н. Патогенез изменений кровотока в маточных артериях и ультразвуковой картины хориона при гриппе А(Н3N2) у женщин в I триместре беременности // Бюлл. физиол. и пат. дыхания. 2012. Вып. 44. С. 79-83.
5. Гориков И.Н. Изменение маточного кровотока и ультразвуковой структуры фетоплацентарного комплекса при гриппе А(Н3N2) у женщин во II триместре беременности // Бюлл. физиол. и пат. дыхания. 2012. Вып. 45. С. 74-78.
6. Грипп: Руководство для врачей / под ред. акад. РАЕН, проф. Г.И. Карпущина. СПб.: Гиппократ, 2001.
7. Назаренко Г.И., Киришун А.А. Клиническая оценка результатов лабораторных исследований. М.: Медицина, 2000.
8. Реброва О.Ю. Статистический анализ медицинских данных. Применение пакета прикладных программ STATISTICA. М.: Медиа Сфера, 2002.
9. Ульянычев Н.В., Ульянычева В.Ф., Заварзина О.В. Автоматизированная система диспансеризации // Бюлл. физиол. и пат. дыхания. 2007. Вып. 27. С. 38-39.
10. Колосов В.П., Перельман Ю.М., Ульянычев Н.В. Пути построения прогнозных моделей в пульмонологии // Информатика и системы управления. 2005. №2(10). С. 64-71.
11. Колосов В.П., Перельман Ю.М., Ульянычев Н.В. Методологические подходы к разработке технологий прогнозирования в пульмонологии // Бюлл. физиол. и патол. дыхания. 2006. Вып. 22. С. 20-23.

E-mail: dncfpd@ramn.ru

©2013 г. **Л.Г. Нахамчен**, канд. мед. наук, **В.П. Колосов**, д-р мед. наук,
И.Н. Гориков, канд. мед. наук
(ФГБУ «Дальневосточный научный центр физиологии и патологии
дыхания» СО РАМН, Благовещенск)

ПРОГНОЗ ВНУТРИУТРОБНОГО ИНФИЦИРОВАНИЯ ПЛОДА ПРИ ОБОСТРЕНИИ ХРОНИЧЕСКОГО ОБСТРУКТИВНОГО БРОНХИТА У ЖЕНЩИН С ГРИППОМ А(Н3N2) ВО II ТРИМЕСТРЕ ГЕСТАЦИИ

На основе дискриминантного анализа с учетом уровня противогриппозных антител в сыворотке крови в разгар заболевания (2-4 день), различий между максимальной температурой, концентрацией среднемолекулярных пептидов на 2-4 день и на 6-8 день заболевания разработан способ прогнозирования внутриутробного инфицирования плода во II триместре беременности при обострении хронического обструктивного бронхита, обусловленного гриппом А(Н3N2).

Ключевые слова: прогнозирование, внутриутробное инфицирование плода, беременность, хронический обструктивный бронхит, грипп А(Н3N2).

Обострение хронического обструктивного бронхита вирусного генеза у женщин в период беременности часто приводит к внутриутробному инфицированию их потомства [2]. Активация инфекционно-воспалительного процесса, обусловленная гриппом А(Н3N2), у больных сопровождается системной воспалительной реакцией [3, 7], при которой наблюдается повышение в плазме крови уровня среднемолекулярных пептидов в период разгара заболевания и их снижение в период выздоровления [8]. На фоне гриппозной инфекции устанавливается тесная связь между уровнем среднемолекулярных пептидов в плазме крови и выраженностью интоксикационного и катарального синдромов [6]. Это подчеркивает актуальность разработок возможностей прогнозирования антенатальной инфекции у плодов от матерей с обострением такого широко распространенного заболевания как хронический бронхит [1, 11].

Цель работы - разработать способ прогнозирования внутриутробного инфицирования плода при обострении хронического обструктивного бронхита у женщин с гриппом А(Н3N2) во втором триместре беременности.

Обследовано при беременности 18-25 недель с использованием клинических, серологических, гематологических тестов 67 женщин с гриппом А(Н3N2) на 2-4 и 6-8 день заболевания, всем пациенткам проводилась суточная термометрия. У 35 женщины во втором триместре беременности диагностировались ультразвуковые признаки внутриутробного инфицирования плода, которые подтверждались при рождении у новорожденных (первая группа), а у 32 – не отмечалось этой патологии (вторая группа).

Для сравнения вышеуказанных показателей в первой и второй группах и установления между ними степени достоверности различий использовались программы медико-биологической статистики [9], а также «Автоматизированная программа диспансеризации»[10].

С помощью дискриминантного анализа из всех изучаемых параметров выделена совокупность показателей, наилучшим образом разделяющая указанные выше группы:

- содержание противогриппозных антител в парных сыворотках крови, определяемое посредством реакции торможения гемагглютинации; в качестве показателя используют содержание антител в первой сыворотке, которая отражает исходный уровень противовирусного иммунитета в период разгара заболевания [4, 8]) (А);

- различие между величиной максимальной температуры тела, измеренной утром натощак в период разгара заболевания (на 2-4 день), и максимальной температурой на 6-8 день заболевания (В);

- различие между концентрацией среднемолекулярных пептидов в плазме крови, определяемой с помощью спектрофотометра при длине волны 280 нм [5], в период разгара заболевания (на 2-4 день) и на 6-8 день обострения хронического обструктивного бронхита у женщин с гриппом А(Н3N2) во втором триместре беременности (С).

На этой основе разработан способ прогнозирования внутриутробного развития плода при обострении хронического обструктивного бронхита у женщин с гриппом А(Н3N2) во втором триместре гестации.

Прогнозирование осуществляется с помощью дискриминантного уравнения:

$$D = - 0,063 \times A + 2,386 \times B + 2\ 94,340 \times C,$$

где D – дискриминантная функция с граничным значением равным 4,54. При D равной или больше граничного значения дискриминантной функции

прогнозируется отсутствие внутриутробного инфицирования во втором триместре беременности при обострении хронического обструктивного бронхита у женщин с гриппом А(Н3N2), а при D меньше граничного значения прогнозируется развитие внутриутробного инфицирования плода.

Вероятность правильного прогноза составляет 84,7%.

Пример 1: Больная К., 25 лет, поступила в отделение акушерской патологии беременных ФГБУ «ДНЦ ФПД» СО РАМН при сроке беременности 24 недели с жалобами: на головную боль, потливость, чувство озноба, слабость, адинамию, насморк и кашель с умеренным количеством слизистой мокроты в небольшом количестве в течение 3 суток.

При физикальном исследовании перкуторно на 4 сутки определялся легочный звук. Аускультативно выслушивалось жесткое дыхание над всей поверхностью легких и влажные мелкопузырчатые хрипы.

При спирографической оценке вентиляционной функции легких установлено: объём форсированного выдоха за первую секунду составлял 66,2% от должного, а индекс Тиффно – 74,8% от должного, что свидетельствовало о наличии умеренно выраженной бронхиальной обструкции.

Максимальная температура в первые 4 суток составляла 38,2⁰, а максимальная температура на 6-8 сутки заболевания 37,4⁰. Различие между двумя показателями - 0,8⁰ (В), концентрация противовирусных антител составляла в первой сыворотке 1:16 (А), а концентрация среднемолекулярных пептидов в период разгара заболевания (2-4 день) достигала 0,294 единицы оптической плотности, а на 6-8 день – 0,280 единицы оптической плотности, т.е. различие между двумя показателями – 0,014 единиц оптической плотности (С).

Клинический диагноз: Беременность 24 недели. Грипп А(Н3N2). Обострение хронического обструктивного бронхита.

После внесения вышеуказанных показателей в дискриминантное уравнение, установлено следующее значение дискриминантной функции:

$$D = - 0,063 \times 16 + 2,386 \times 0,8 + 294,340 \times 0,014 = 5,022,$$

т.е. D – больше граничного значения, равного 4,54. Прогнозировалось отсутствие внутриутробного инфицирования при обострении хронического обструктивного бронхита у женщины с гриппом А(Н3N2) во втором триместре беременности.

Родилась девочка массой 3500 граммов, длина тела – 54 см, окруж-

ность головы – 34 см и окружность груди – 34 см без клинических, гематологических и серологических признаков внутриутробного инфицирования. Оценка по шкале Апгар 8/8 баллов. При постановке реакции торможения гемагглютинации сывороток в парах “мать-дитя” уровень противогриппозных антител у матери был больше, чем у её новорожденной (1:64-1:16).

При гистологическом исследовании плаценты диагностировалась хроническая компенсированная плацентарная недостаточность.

Пример 2. Больная С., 28 лет, обследовалась в отделении акушерской патологии беременных ФГБУ «ДНЦ ФПД» СО РАМН. При поступлении предъявляла жалобы: на головную боль, светобоязнь, потливость, чувство озноба, слабость, адинамию, насморк и кашель с умеренным количеством слизистой мокроты в течение 2 суток.

При перкуссии над легочными полями определялся легочный звук, над всей поверхностью легких выслушивалось жесткое дыхание и низкотональные рассеянные хрипы.

При спирографической оценке вентиляционной функции легких диагностировано умеренно выраженное нарушение бронхиальной проходимости, о чем свидетельствовали умеренное снижение объема форсированного выдоха за первую секунду (составлял 68,4,2% от должного) и индекса Тиффно (составлял 76,3% от должного).

Максимальная температура в течение первых 4 суток составляла 38,4⁰, а максимальная температура на 6-8 сутки заболевания – 37,2⁰, различие между двумя показателями – 1,2⁰ (В). Концентрация противогриппозных антител составляла в первой сыворотке 1:16 (А). Концентрация среднемолекулярных пептидов в период разгара заболевания (2-4 день) составляла 0,300 единицы оптической плотности, а на 6-8 день – 0,291 единицы оптической плотности, различие между двумя показателями – 0,009 единиц оптической плотности (С).

Клинический диагноз: Беременность 25 недель. Грипп А(Н3N2). Обострение хронического обструктивного бронхита.

После внесения вышеуказанных показателей в дискриминантное уравнение установлено следующее значение дискриминантной функции:

$$D = - 0,063 \times 16 + 2,386 \times 1,2 + 294,340 \times 0,009 = 4,504,$$

т.е. D – меньше граничного значения, равного 4,54. Прогнозировалось

внутриутробное инфицирование плода.

Родилась девочка массой 3470 граммов, длина тела – 53 см, окружность головы – 35 см и окружность груди – 34см. При осмотре ребенка отмечались признаки внутриутробного инфицирования. Клинически диагностировался везикулез, а при серологическом анализе – четырехкратный рост титра противогриппозных антител в сыворотке пуповинной крови у новорожденного по сравнению с таковым у его матери (1:64-1:256). Оценка по шкале Апгар 6/7 баллов. Гистологически регистрировалась хроническая компенсированная плацентарная недостаточность. Хориоамнионит. Интервиллезит.

По заявке (№2012130971/15)на выдачу патента на изобретение на разработанный нами способ доклинического прогнозирования внутриутробного инфицирования плода при обострении хронического обструктивного бронхита у женщин с гриппом А(Н3N2) во втором триместре беременности Федеральным институтом промышленной собственности принято решение о выдаче патента на изобретение. Внедрение предлагаемого нами способа прогнозирования в работу женских консультаций и акушерских стационаров позволит своевременно проводить лечебные мероприятия, направленные на профилактику этого грозного осложнения вирусной инфекции.

ЛИТЕРАТУРА

1. *Агаронян Н.Г.* Современный алгоритм диагностики и прогнозирования внутриутробной инфекции: автореф. дис... канд. мед. наук. М., ММА им. И.М.Сеченова, 2005.
2. *Гориков И.Н., Нахамчен Л.Г., Резник В.И.* Состояние здоровья новорожденных от матерей с обострением хронического необструктивного и обструктивного бронхита в период беременности // Дальневост. жур. инф. патол. 2009. №14. С. 35-37.
3. *Гориков И.Н., Нахамчен Л.Г., Волкова Н.Н., Тальченкова Т.Е.* Изменение местной специфической защиты и системного воспалительного ответа при хроническом бронхите вирусной этиологии // Бюлл. физиол. и патол. дыхания. 2012. Вып. 45. С. 84-87.
4. Грипп: Руководство для врачей / под ред. акад. РАЕН, проф. *Г.И. Карпухина.* СПб.: Гиппократ, 2001.
5. *Луценко М.Т., Самсонов В.П., Новик Е.В.* Диагностика различных степеней эндотоксикоза при абсцессах лёгких: метод. рекомендации. Благовещенск, 1988.
6. *Нагоев Б.С., Габрилович М.И.* Уровень “средних молекул” в плазме крови больных гриппом // Эпидемиология и инф. болезни. 1999. №4. С. 34-36.

7. Нахамчен Л.Г., Гориков И.Н., Тальченкова Т.Е. Изменение местной специфической защиты и цитокинового статуса у женщин в I триместре беременности при обострении хронического бронхита, обусловленного вирусами респираторной группы // Бюлл. физиол. и пат. дыхания. 2012. Вып. 46. С. 44-47.
8. Орзаев Н.Г. Изменение показателей эндогенной интоксикации при неосложненных и осложненных формах гриппа // Естественное и гуманитарное. Современный мир, природа и человек. Томск, 2008. Т.5, №1. С. 88-89.
9. Реброва О.Ю. Статистический анализ медицинских данных. Применение пакета прикладных программ STATISTICA. М.: Медиа Сфера, 2002.
10. Ульянычев Н.В., Ульянычева В.Ф., Заварзина О.В. Автоматизированная система диспансеризации // Бюлл. физиол. и пат. дыхания. 2007. Вып. 27. С. 38-39.
11. Федотова А.В. Профилактика и прогнозирование внутриутробной инфекции плода у беременных, страдающих урогенитальными и бронхолегочными заболеваниями: автореф. дис... канд. мед. наук. М., 1998. 22 с.
12. Колосов В.П., Перельман Ю.М., Ульянычев Н.В. Пути построения прогнозных моделей в пульмонологии // Информатика и системы управления. 2005. №2(10). С. 64-71.
13. Колосов В.П., Перельман Ю.М., Ульянычев Н.В. Методологические подходы к разработке технологий прогнозирования в пульмонологии // Бюлл. физиол. и патол. дыхания. 2006. Вып. 22. С. 20-23.

E-mail: dncfpd@ramn.ru

© 2013 В.М. Катола, канд. мед. наук.

(ФГБУН Институт геологии и природопользования ДВО РАН,
Благовещенск)

ВНУТРИСИСТЕМНЫЙ МОРФОГЕНЕЗ БАКТЕРИАЛЬНОЙ ПОПУЛЯЦИИ В ПРИСУТСТВИИ ЭКСТРЕМАЛЬНЫХ ОТХОДОВ ЗОЛОТОДОБЫЧИ

Установлено преобразование большей части клеток популяции бактерий различных таксономических групп в L- трансформанты, индуцированных образцами из отходов золотодобычи в опытах *in vitro*.

Ключевые слова: отходы золотодобычи, тяжелые металлы, L- трансформация бактерий.

Введение. Одной из важнейших задач современности является защита окружающей среды от разрушительного загрязнения твердыми,

жидкими и газообразными отходами. Особенно сильное влияние на нее оказывает горное производство. Только при добыче россыпного золота открытым способом на земной поверхности складываются отходы (отвалы) в виде вскрышных и шахтных пород, хвостов флотации, гравитации и промывки россыпей. Отличаясь разнообразием генетических, физико-химических и технологических свойств, под влиянием атмосферных, термодинамических и прочих факторов отходы становятся очагами загрязнения окружающей среды железом, кадмием, мышьяком, ртутью, свинцом, хромом, цинком и другими элементами. Причем, площадь загрязнений в десять раз превышает площадь, которую занимают сами отходы. Так, применение металлической ртути в технологии извлечения золота в Амурской области привело к загрязнению территорий шести районов.

В отличие от физического и химического выветривания горных пород и минералов биологические системы, в первую очередь сообщества микроорганизмов воздействуют на них наиболее эффективно. Однако подробности их существования в многолетних отходах золотодобычи, концентрирующих промышленные запасы тяжелых металлов, является недостаточно изученной областью экологии. Лишь недавно в таких отходах обнаружены изолированные элементарные тельца (ЭТ) L-форм бактерий. Более того, вместе с классическими палочковидными клетками ЭТ формируют сообщество, иммобилизованное в биопленку [2]. Как известно, каждая популяция микроорганизмов не просто скопление клеток одного вида. Ее характеризует морфологическая и физиологическая неоднородность клеток, наличие свойств, которые отсутствуют у отдельных клеточных индивидов, способность влиять на внешнюю среду и пр. [3]. То есть, популяция – это сложная биосистема. Поэтому ожидается, что ответная реакция ее клеток на токсичные металлы будет неоднозначной.

Цель исследований – в опытах *in vitro* визуализировать морфологию конкретных бактериальных популяций, развивающихся в присутствии образцов из отвальных отходов золотодобычи.

Методика. В отдельные колбы Эрленмейера объемом 250 мл разливали стерильные мясо-пептонный бульон и среду Сотона. Затем в соотношениях Т:Ж= 1: 5-7 в них вносили стерильные образцы, взятые из хвостов шлихо-обоганительной установки, и вновь стерилизовали в автоклаве. В каждую питательную среду с техногенными образцами инокулировали по 500 тыс. клеток коллекционных штаммов *Staphylococcus au-*

reus (штамм 209), *Escherichia coli* 0147, *Bacillus subtilis* L₂, и 1 мг *Mycobacterium tuberculosis* H37Rv. Посевы выращивали при комнатной температуре в периодическом режиме. При этом метаболиты развивающихся бактерий извлекали из образцов и переводили в питательную среду ионы тяжелых металлов. Контролем служили культуры бактерий, выросшие без образцов. Спустя 24-72 часа 0,1 мл культурального раствора с популяциями *St. aureus*, *E. coli* и *Bac. subtilis* наносили на объектные столики электронного микроскопа, а так как темп роста *Myc. tuberculosis* замедлен, то выжидали появления на среде Сотона поверхностной колонии (сухой пленки), которую также наносили на объектный столик. Препараты культур просушивали, напыляли углеродом в вакуумной установке ВУП- 4 и просматривали в сканирующем электронном микроскопе JEOL jsm 35C (Япония).

Обсуждение результатов. В присутствии отвальных образцов из хвостов шлихо-обогащительной установки у развивающихся культур бактерий появлялись морфологические изменения, интенсивность которых зависела от видовых особенностей штаммов. К концу суток у *St. aureus* наблюдалось нарушение роста и размножения с образованием агрегатов из неразделенных клеток (рис. 1 а). Культура *E. coli* состояла преимущественно из ЭТ и крупных клеточных агрегатов (рис. 1 б), преобразования *Bac. subtilis* проходили через стадию сферопластов – крупных деформированных клеток размером 13-30 мкм с частичной деструкцией клеточной стенки (КС). В местах ее дефектов располагались ЭТ (рис. 1 в).

Более сложно происходила трансформация *Myc. tuberculosis*. Она начиналась с разрушения клеточной микрокапсулы с последующем повреждением КС. Цитоплазматическая мембрана выбухала и клетка теряла исходную форму. Одновременно просматривалось множество шаровидных клеток и разной величины и формы сферопластов. Одни из них имели крупные и мелкие сквозные повреждения, другие тесно соприкасались между собою либо соединялись с помощью тонких и широких перемычек и неравномерно делились пополам (рис. 1 г). На поверхности сферопластов иногда почковались ЭТ, кроме того, часто встречались фрагментированные нити с замысловатым завитком [1]. Следует отметить, что по величине сферопласты *Myc. tuberculosis* превосходили сферопласты *Bac. subtilis*. Что касается исходных типичных клеток, то в культурах *St. aureus*, *E. coli*, *Bac. subtilis* и *Myc. tuberculosis* они находились в небольших количествах.

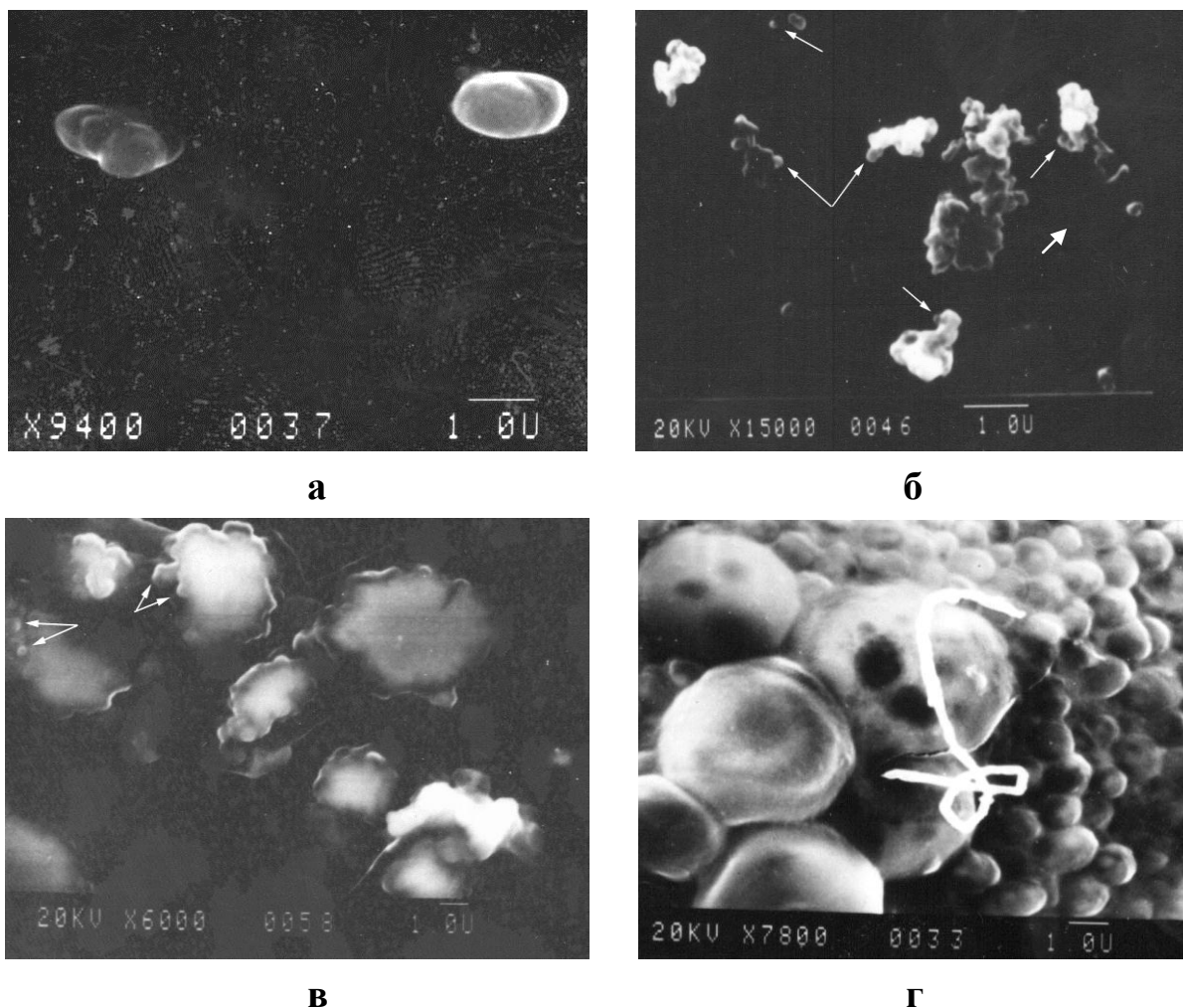


Рис. 1 Сканирующая электронная микроскопия: а – не разделившиеся клетки *Staphylococcus aureus* (x 9400); б – элементарные тельца (ЭТ) и их агрегаты *Escherichia coli* (x 5000); в – сферопласты и ЭТ *Bacillus subtilis* (x 6000); г – Сферопласты с поврежденной стенкой, шаровидные клетки и нить *Mycobacterium tuberculosis* в поверхностной колонии (x 7800). ЭТ отмечены стрелками.

Заключение. Лежалые отходы золотодобычи с большим содержанием токсичных металлов в опытах *in vitro* нарушают разделение дочерних особей в процессе размножения *St. aureus*, а у преимущественной части клеток *E. coli*, *Bac. subtilis* и *Myc. tuberculosis* индуцируют переход в варианты L-форм, начиная от несбалансированного роста клеток (нитей), сферопластов и шаровидных клеток до элементарных телец и их агрегатов. Таким образом, в экстремальной среде бактериальная популяция как биосистема избирает адаптивную стратегию, обеспечивающую ей жизнестойкость и видовую сохранность. L-трансформацией объясняются не только экологические проблемы в целом, но и причины не полного выявления профессиональных заболеваний на предприятиях по добыче полез-

ных ископаемых и нередкие затруднения при бактериологической диагностики инфекционной патологии.

ЛИТЕРАТУРА

1. Катола В.М. Влияние условий жизни на нитеобразование у бактерий // Бюл. физиол. и патол. дыхания. 2008. Вып. 29. С. 7-11.
2. Катола В.М. Бактериальные биопленки в отходах золотодобычи // Вторая Всерос. науч. конф. «Вопросы геологии и комплексного освоения природных ресурсов восточной азии», 15-17 октября 2012, Благовещенск: сб. докладов. Благовещенск, 2012. С.202-205.
3. Олескин А.В. Экологически важные свойства популяций микроорганизмов // Соровский образовательный журнал. 2001. Т. 7, № 8. С. 7- 12.

E-mail: katola-amur@list.ru

© 2013 В.М. Катола, канд. мед. наук.

(ФГБУН Институт геологии и природопользования ДВО РАН,
Благовещенск)

МЕХАНИЗМ ВЫЖИВАНИЯ *PENICILLIUM CANESCENS* В СРЕДЕ, МОДИФИЦИРОВАННОЙ ОТХОДАМИ ЗОЛОТОДОБЫЧИ

Визуализированы реакции мицелиальных клеток *Penicillium canescens* на стрессовую питательную среду, модифицированную отходами золотодобычи в опытах *in vitro*.

Ключевые слова: плесневые грибы, отходы золотодобычи, электронная микроскопия.

Введение. Микроскопические мицелиальные грибы (плесени) широко распространены в природе и являются главными редуцентами во всех экосистемах. Продуцируя и выделяя агрессивные метаболиты (ферменты, аминокислоты, органические кислоты и др.), они разрушают целлюлозу, лигнин, пектин, газообразные углеводороды, нефть, парафины, пестициды, а при доступе влаги и кислорода вызывают биодеструкцию строительных и отделочных материалов, жилых помещений, корродируют черные и цветные металлы, сопровождают электрохимическую, почвенную, атмосферную и морскую коррозии. Гетеротропный способ питания и образование конидий (спор) обеспечивают плесневым грибам высокую жизнестойкость.

Цель исследований. В ходе роста плесеней в присутствии образцов из отходов золотодобычи обнаружить на электронномикроскопическом уровне дополнительные механизмы выживания.

Методика. *P. canescens*, синтезирующий лимонную, кетоглутаровую, тартаровую и малоновую кислоты, выращивали в жидкой питательной среде Чапека (источник углерода – глюкоза, азота – NaNNO_3 , исходная рН 7,0) вместе с образцами из хвостов шлихообогащительной установки, богатых (г/т) техногенной ртутью ($160,0 \pm 36,7$ г/т), хромом ($3000,0 \pm 1204,1$), медью ($326 \pm 49,08$), мышьяком ($5800,0 \pm 800,2$) и прочими тяжелыми металлами. Опыт проводили в закрытой системе при комнатных температуре, влажности и освещении. С появлением мицелия и мелких колоний традиционным способом их готовили для просмотра в просвечивающем электронном микроскопе (ПЭМ) TESLA BS 500. Для исследования в сканирующем электронном микроскопе (СЭМ) JEOL jsm 35C (Япония) мицелий предварительно наносили на объектный столик микроскопа, просушивали и напыляли углеродом в вакуумной установке ВУП- 4.

Обсуждение результатов. Уже к 5-6 суткам роста (ранняя профазы) вегетативное тело *P. canescens* представляет собою грибницу (мицелий) из густо переплетенных и сближенных между собою гиф с боковыми ветвями (рис. 1 а). Будучи биосистемой из неоднородных клеток, гифы разнятся по диаметру, их концевые нити тоньше и имеют закругленную вершину. По мере развития плесени возрастает содержание органических кислот и рН инкубационной среды понижается с исходной 7,0 до 5,0, к 16-23 суткам (идиофаза) – до 3,0-1,0. В такой среде *P. canescens* экстрагирует из техногенных образцов ионы тяжелых металлов и в биомассе депонирует (мкг/г сух. б.) Au (28,18), Co (34,3), Cr (149,7), Cu (391,8), Ni (111,2), Zn (120,6), Pb (141,35) и др. Наряду с биосорбцией в культуральном растворе накапливается высокая концентрация (мкг/л) Au (0,7), Co (250,0), Cr (317,0), Cu (307,0), Ni (140,0), Zn (145), Pb (610,0). Кроме того, в силу взаимодействия ионов металлов с ионами среды (H^+ , OH^- , HCO_3^- и др.) образуются новые комплексные соли, которые осаждаются в межгифальных промежутках, а на поверхности клеточной стенке (КС) происходит кристаллизация ионов с формированием электронноплотных частиц различной величины и формы (адсорбата) [1]. В итоге питательная среда превращается в гипертоническую и токсичную.

С изменениями ее химического состава *P. canescens* переходит в стрессовое состояние – у него нарушается исходная морфологическая организация, появляются признаки дегенерации, истончения и деструкции

части гиф, визуализируется механизм гибели клеток. Так, у клеток, видимо менее устойчивых к чрезмерному по силе воздействию токсичной среды, на поверхности КС аккумулируются единичные плотные частицы, но из-за изменения электролитного состава цитоплазмы, дезорганизации ферментных и прочих систем КС постепенно теряет тургор. С его утратой ускоренно развивается судорожный плазмолиз с полным отделением протопласта от КС (рис. 1 б) [2].

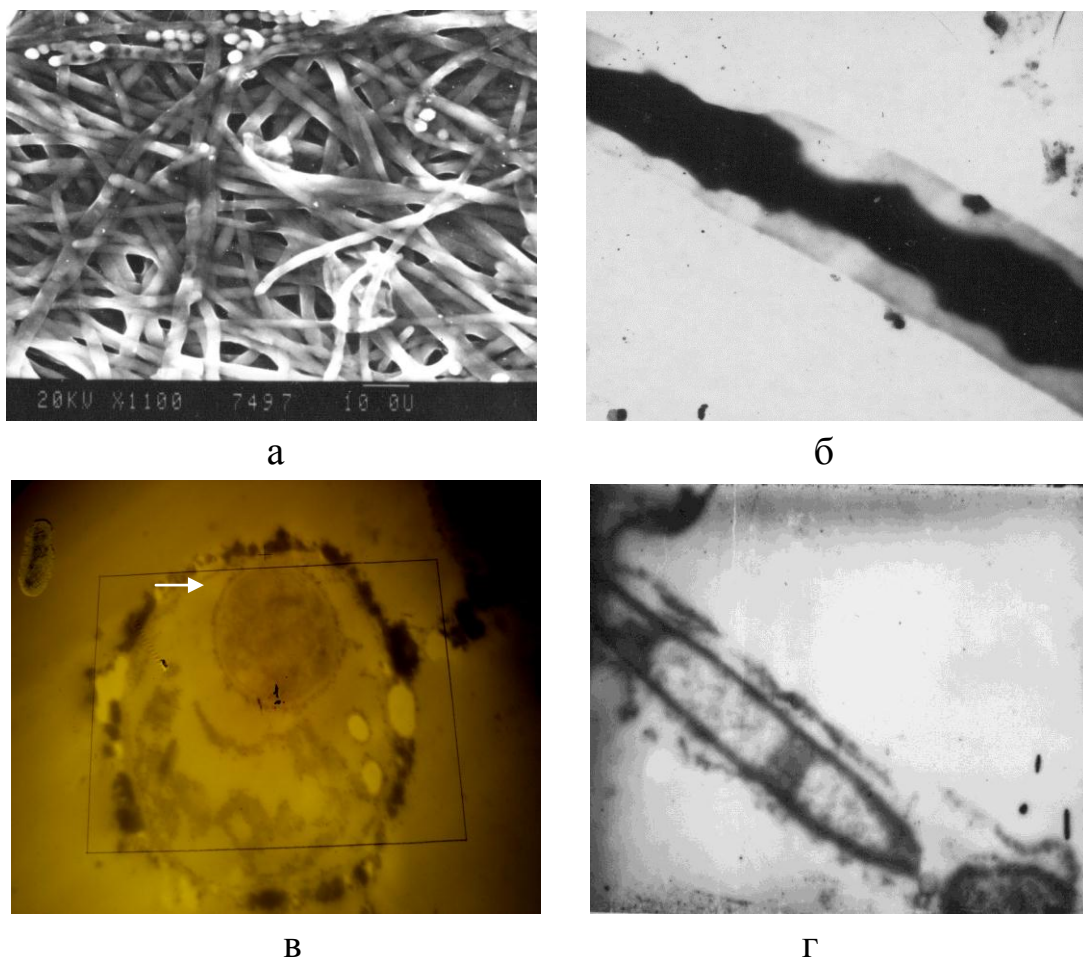


Рис. 1. Электронная микроскопия мицелия и спор *Penicillium canescens*: а – гифы и споры в колонии (СЭМ, х 1100); б – единичные частицы адсорбата на поверхности клеточной стенки (КС), судорожный плазмолиз (ПЭМ, х 7000); в – адсорбат на КС, плазмолиз, ядро (отмечено стрелкой) с покрашенной оболочкой (х 16000); г – фрагмент гифы с контрастированными разрушенным поверхностным слоем, остальными слоями КС, межклеточными септами и цитоплазмой (ПЭМ, х 7000).

Наоборот, у более резистентных клеток формируется обильный адсорбат и отмечается слабо выраженный плазмолиз (рис. 1 в). При этом наблюдаются некоторые особенности – поступившие внутрь клетки ионы прокрашивают ядерную оболочку, а частицы адсорбата располагаются на

КС на расстоянии друг от друга. Маркировка коллоидным золотом позволила установить, что частицы захватываются реакционноспособными центрами (рецепторами) КС [3].

Наряду с описанными встречаются клетки, у которых металлами контрастируются поверхностный слой (ПС) КС, средний и внутренний слои, плазматическая мембрана, расширенные межклеточные септы и цитоплазма (рис. 1. г). Причем, ПС разрушается и отторгается от остальных слоев КС. Таким образом, явление биосорбции с последующей гибелью свойственны клеточной популяции гифы. Именно в ней находятся клетки – защитники гифы и хранители ее внутреннего порядка. Пересыщаясь тяжелыми металлами, они тем самым уменьшают их концентрацию в среде и токсичное воздействие. Если удалить из этой среды созревшие колонии, то самопроизвольно рассеянные в ней грибные зачатки без дополнительного внесения свежей питательной среды дают начало новому организму вплоть до пятого пассажа, хотя сорбционная активность биомассы уменьшается в разы. И только в шестом пассаже грибка представляет собою уже тонкую, сильно разрыхленную пленку, состоящую из тонких и деформированных гиф и разрушенных конидий, не способных к прорастанию.

Заключение. В моделированных опытах показано, что *P. canescens* как самоорганизующаяся система характеризуется высокой выживаемостью: для защиты от стрессоров в не восполняемой культуральной среде он не только образует конидии, но даже жертвует частью популяции. Поэтому лечить микозные заболевания трудно. К тому же в состав адсорбата входят не только тяжелые металлы, но и органические вещества (метаболиты, компоненты питательной среды), поэтому адсорбат может выполнять роль экзогенных антигенов и усиливать сенсibilизирующий, токсигенный и аллергенный потенциал плесневых грибов. Еще сложнее без новых биоцидов бороться с биодеструкцией и биокоррозией, вызываемыми плесенью.

ЛИТЕРАТУРА

1. Катола В.М. Визуальный анализ геохимической деятельности микромицетов из рода *PENICILIUM* // Бюл. физиол. и патол. дыхания. 2003. Вып. 14. С. 83-86.
2. Катола В.М. Реакция структур клеточной стенки грибов из рода *PENICILLIUM* на стрессорную среду // Бюл. физиол. и патол. дыхания. 2004. Вып. 16. С. 12-15.
3. Катола В.М. Микроскопические грибы как переносчики экзогенных аллергенов // Дальневосточный журнал инфекционной патологии. 2012. № 21. С. 195-199.

E-mail: katola-amur@list.ru

616.235-07:519.237

©2013 г. **К.И. Панченко**, д-р мед. наук, **А.А.Садовников**, канд. мед. наук,
Л.Б. Шубин, канд. мед. наук, **Ю.В. Горбачёв**
(Ярославская государственная медицинская академия)

ДИСКРИМИНАЦИЯ ВАРИАНТОВ ФИБРОЗИРУЮЩЕГО АЛЬВЕОЛИТА ПО ГИСТОЛОГИЧЕСКИМ ПРИЗНАКАМ

Проведён анализ связей между изменениями лёгочной ткани и 4 вариантами идиопатического и 2 вариантами вторичного фиброзирующих альвеолитов, которые связаны с продолжительностью заболевания, возрастом и полом пациента. Достоверность дискриминации обеспечивают 4 группы альтернативных признаков.

Ключевые слова: дискриминантный анализ, фиброзирующий альвеолит.

Введение. Идиопатический фиброзирующий альвеолит (ИФА) – группа заболеваний, характеризующихся разнообразием морфологических проявлений [1, 2, 3]. К тому же, они часто трудноотличимы от вторичных фиброзирующих альвеолитов (ВФА). Цель исследования выделить значимые группы гистологических признаков, позволяющих различать формы ФА при биопсийном исследовании.

Основная часть. Проанализирована база из 46 случаев биопсий, взятых при видеоторакоскопии, либо краевой резекции легкого при ИФА. Во всех случаях при гистологическом исследовании обнаруживалась неравномерная воздушность ткани субплеврального отдела легкого – одни альвеолы расширены, другие спавшиеся, в третьих просвет заполнен слущенными клетками. Межалвеолярные перегородки и стенки респираторных бронхиол были утолщены за счет полнокровия и инфильтрации макрофагами и лимфоцитами с примесью нейтрофильных лейкоцитов. Кроме того, с разной частотой встречались следующие морфологические изменения: однорядный кубический эпителий (в некоторых альвеолах), крупные клетки с гиперхромными ядрами (в нём), белковая жидкость и гиалиновые мембраны (в просвете альвеол), сидерофаги, кониофаги, гигантские многоядерные фагоциты и эозинофильные лейкоциты (в просвете некоторых альвеол и в интерстиции), очаги мукоидного набухания, глыбки чёрного пигмента, эпителиоидно-клеточные гранулемы и лимфо-

идные фолликулы (в интерстиции), гиперплазия гладких миоцитов, склероз сосудов и плевры, кисты разной величины. Эти признаки оценивались альтернативно (есть или нет в препарате), за исключением эозинофильной инфильтрации (ЭИ) и лимфоидных фолликулов (ЛФ). ЭИ оценивалась 3 значениями: 0 – отсутствие, 1 – единичные в препарате, 2 – встречаются в каждом поле зрения. ЛФ оценивались 4 значениями: 0 – отсутствие, 1 – один в препарате, 2 – несколько в препарате, 3 – групповые лимфоидные скопления. Посредством программы STATISTICA 10 был проведен анализ соответствия в таблицах частот всех биоптатов, их качественных признаков, а также пола больного, что позволило выделить 6 групп ИФА и определить коды групп соответственно последовательности проекции их на главную ось (табл. 1). При всей субъективности суждения о клинической продолжительности ИФА, оказалось, что она и, до некоторой степени, возраст пациентов отражают последовательность полученных кодировок вариантов заболевания.

Таблица 1.

Показатель		Варианты ИФА					
		1	2	3	4	5	6
Код		100	101	102	103	104	105
Мужчин и женщин		5 и 2	3 и 0	5 и 6	3 и 7	2 и 7	2 и 4
Давность болезни (мес)	M±m	3±1	4±1	13±4	6±1	48±22	36±18
Возраст (года)	M±m	38±5	43±11	50±4	57±4	54±3	56±5
ЛФ (баллы)	M±m	0,7±0,3	0	1,2±0,3	1,8±0,2	2,1±0,2	2,3±0,2
ЭИ (баллы)	M±m	2,0±0	1,3±0,3	1,0±0,3	2,0±0	1,3±0,2	1,0±0,6

Также были определены 4 группы альтернативных признаков ИФА. Из них 2 со значением 0-2 балла: ГЯМН (гиперхромные ядра альвеоцитов и очаги мукоидного набухания в интерстиции) и СФГМ (наличие сидерофагов и гиалиновых мембран). Признак со значением 0-3 балла АССП составили: антракоз, склероз сосудов и склероз плевры. Признак прогрессирования (ПП) со значением 0-7 баллов составили женский пол, кубический эпителий альвеол, кониофаги, эпителиоидно-клеточные гранулемы, гигантские многоядерные фагоциты, гиперплазия гладких миоцитов и кисты. Все 4 составные признаки вместе с баллами ЭИ, ЛФ, возрастом, клинической продолжительностью болезни (ПБ) использовались в многомерных исследованиях.

Дискриминантный анализ с пошаговым включением признаков показал 100% дискриминацию выделенных групп (Лямбда Уилкса: 0,003. F (30,142)=14,85. $p < 0,0000$). Последовательность включения признаков: ГЯМН, СФГМ, ПП, АССП, ЛФ, ПБ. Возраст и ЭИ не вошли в дискриминационные уравнения, как избыточная информация.

В группе 1, из болевших до 7 месяцев, обнаружен острый ИФА (интерстициальная пневмония). Для него характерно большое количество сидерофагов и эозинофильных лейкоцитов и практическое отсутствие изменений, свидетельствующих о давности воспаления. Трудно исключить экзогенные факторы.

В группе 2, из болевших до 10 месяцев обнаружена интерстициальная пневмония с узелками. По сравнению с предыдущей группой меньше ЭИ, а чаще, но не в полном наборе, констатируются гиперхромные ядра в альвеоцитах, кониофаги, гигантские многоядерные фагоциты, гиперплазия гладких миоцитов, склероз сосудов, склероз плевры и кисты. Во всех случаях есть альвеолы со сплошным кубическим эпителием, а главное, гранулемоподобные очаги мукоидного или фибриноидного набухания в интерстиции, либо эпителиоидно-клеточные гранулемы. Данный вариант можно обозначить, как подострый ИФА у молодых (интерстициальная пневмония с гранулематозом).

В группе 3, обнаружен весьма варьирующий по своим проявлениям процесс, похожий на описанный выше острый или подострый ИФА, но отличающийся наименьшей ЭИ, редкостью альвеол со сплошным кубическим эпителием, отсутствием альвеоцитов с гиперхромными ядрами, наличием хронического бронхиолита, лимфоидных фолликулов и выраженного склероза. Данный вариант можно обозначить, как хронический бронхиолит с интерстициальной пневмонией. Во всех случаях есть связь с сопряжёнными заболеваниями или вредными условиями труда.

В группе 4, обнаружен подострый ФА. В отличие от группы 2, не отмечено сидерофагов, зато во всех случаях находились альвеоциты с гиперхромными ядрами, лимфоидные фолликулы и гиперплазия гладких мышц. Вариант можно обозначить, как подострый ИФА у пожилых (интерстициальная пневмония с очагами мукоидного набухания и лимфоидными фолликулами).

В группе 5 установлен хронический ФА. Гистологическая картина его отличается от процесса в группе 4 более выраженными склеротиче-

скими изменениями, наличием кист, большим количеством кониофагов и лимфоидных фолликулов, но меньшими ЭИ и частотой очагов мукоидного набухания.

В группе 6 гистологическая картина хронического ФА была похожа на описанную в группе 5, но с большими гигантоклеточной реакцией, склеротическими изменениями, развитием лимфоидной ткани и кист. В то же время, меньшая ЭИ, отсутствие альвеоцитов с гиперхромными ядрами и очагов мукоидного набухания, сближают группы 6 и 3. Учитывая наличие в анамнезе данных о перенесенных заболеваниях или вредных условиях труда надо полагать, что это ВФА.

Заключение. Таким образом, для всех случаев ФА при гистологическом исследовании, кроме общих признаков, обнаружены особенности, позволившие с высокой достоверностью различить 6 морфологических вариантов заболевания, связанных с клинической давностью, возрастом и полом пациента. Из них, 4 можно считать идиопатическим фиброзирующим альвеолитом (острым, подострым у молодых и пожилых, и хроническим), а 2, учитывая сведения о явных патогенных факторах, – вторичным фиброзирующим альвеолитом. Последний отличается от ИФА меньшая ЭИ, отсутствие альвеоцитов с гиперхромными ядрами и очагов мукоидного набухания. Важным признаком хронизации процесса, наряду со склерозом и кистами, является увеличение доли лимфоидной ткани в легком. Мужчины болеют преимущественно острым и подострым ИФА и в сравнительно молодом возрасте, а женщины – хроническим ИФА и ВФА.

ЛИТЕРАТУРА:

1. Двораковская И.В., Лисочкин Б.Г., Новикова Л.Н. Морфологические варианты идиопатического фиброзирующего альвеолита // Новые данные о редких и распространённых заболеваниях: сб. науч. тр. СПб.: Российское отделение МАП, 2003. С. 77-86.
2. Коган Е.А., Тьонг Ф.В., Демура С.А. Молекулярные основы формирования вариантов идиопатического фиброзирующего альвеолита // Архив патологии. 2009. №1. С. 12-17.
3. Садовников А.А., Панченко К.И., Ильин С.Л. Диффузные (диссеминированные) поражения легких // Грудная и сердечно-сосудистая хирургия. 2001. №4. С. 47-53.

E-mail: k-i-panchenko@yandex.ru

© 2013 В.М. Катола, канд. мед. наук.

(ФГБУН Институт геологии и природопользования ДВО РАН,
Благовещенск)

РЕАКЦИЯ КОНИДИЙ *PENICILLIUM CANESCENS* НА СТРЕСС

Излагается стрессовое состояние конидий *Penicillium canescens* при его росте в закрытой системе в присутствии геотехногенного вещества и при высыхании плотной питательной среды.

Ключевые слова: конидиообразование, геотехногенный и дегидратационный стресс.

Введение. Пенициллы развиваются вегетативным путем (отдельными клетками или фрагментами мицелия) и с помощью конидиального аппарата, который размещается на специализированных гифах. Морфологически такие гифы отличаются от вегетативного мицелия и называются конидиеносцами. В конечной их части формируются веточки первого и второго порядка с переходом в одноклеточные структуры – фиалиды. На их вершине в виде кисточки образуются цепочки конидий. Конидии неподвижны, шаровидной или эллипсоидной формы, состоят из сухой толстой оболочки, окутывающей не дифференцированную цитоплазму и ядро, и прорастают в два этапа: первый – набухание (длится 4-10 ч), второй – образование ростовых трубок и первичного мицелия из нескольких клеток [1, 2]. Конидии могут находиться в разных возрастных состояниях, поэтому неоднородны. А так как они еще и прорастают не одновременно и с разной скоростью, то гифы развиваются со сдвигом по времени. С современных позиций конидия – это «стрессовая клетка», необходимая не только для размножения, но и для защиты вида от стрессоров [5]. Распространяются конидии воздушными потоками, водой и мелкими животными.

Цель исследований. В закрытой системе визуализировать реакцию конидий *Penicillium canescens* на присутствие геотехногенного субстрата или при высыхании твердой питательной среды.

Методика. Взвесь (10^7 кл./мл) отмытых и профильтрованных конидий *P. canescens* вносили в колбы с жидкой питательной средой Чапека (источник углерода – глюкоза, азота – NaNO_3 , исходная pH 7,0), содержащую в соотношении Т:Ж=1:7 трижды проавтоклавированные при 1

атм. в течение двух часов образцы из хвостов шлихообогатительной установки (ШОУ), богатых минералами и тяжелыми металлами. Эксперименты проводили при комнатных температуре, влажности и освещении. С появлением мицелия и мелких колоний традиционным способом их готовили для просмотра в просвечивающем электронном микроскопе (ПЭМ) TESLA BS 500. Параллельно *P. canescens* выращивали на плотной среде Чапека.

Спустя три недели среда подсыхала, после чего с поверхности выросших на ней колоний смывали конидии. Одну их часть маркировали коллоидным золотом, другую часть наносили на липкую ленту, закрепленную на предметном столике электронного микроскопа. Препараты просушивали, напыляли углеродом в вакуумной установке ВУП- 4 и исследовали в сканирующем электронном микроскопе (СЭМ) JEOL jsm 35С (Япония). Полутонкие и тонкие срезы получали на ультрамикротоме марки «LKB- NOWA».

Обсуждение результатов. Конидиообразование у *P. canescens* на плотных и жидких питательных средах при +24...+29°C заметно уже на 5-е сутки. Как правило, оно достигает пика к 12 суткам. В просвечивающем электронном микроскопе конидии, будучи непрозрачными для электронов, представляются плотными тенями с неровными контурами, округлой, овальной, грушевидной или другой формы. Диаметр их от 2-3 до 4-5 мкм.

Оторвавшись от фиалид, конидии располагаются цепочками, группами, одиночно и имеют различную степень деформации и деструкции стенки. Перед распадом между ними образуются цитоплазматические мостики или перемычки, которые бывают сплошными либо в виде двух параллельных полосок. В процессе развития *P. canescens* на среде Чапека с образцами ШОУ физико-химические свойства культурального раствора изменяются из-за понижения рН, экстракции (выщелачивания) из образцов тяжелых металлов, взаимодействия ионов между собою и ионами среды, образования вторичных минералов, комплексных соединений ионов с метаболитами, компонентами питательной среды и веществами, содержащимися в микротрещинах и порах минералов и др. При этом гифы и конидии не только «прокрашиваются» ионами.

В межгифальных промежутках, на гифах и конидиях адсорбируются, трансформируются и аккумулируются различной величины и формы

электронноплотные частицы или органо-минеральный адсорбат (рис. 1 а). У прорастающих в среде конидий он покрывает лишь стенку, на ростовых трубочках отсутствует (рис. 1 б). По-видимому, это связано с тем, что конидиеносцы и конидии окутываются поверхностным слоем клеточной стенки гифы, который наиболее чувствителен к ионам тяжелых металлов.

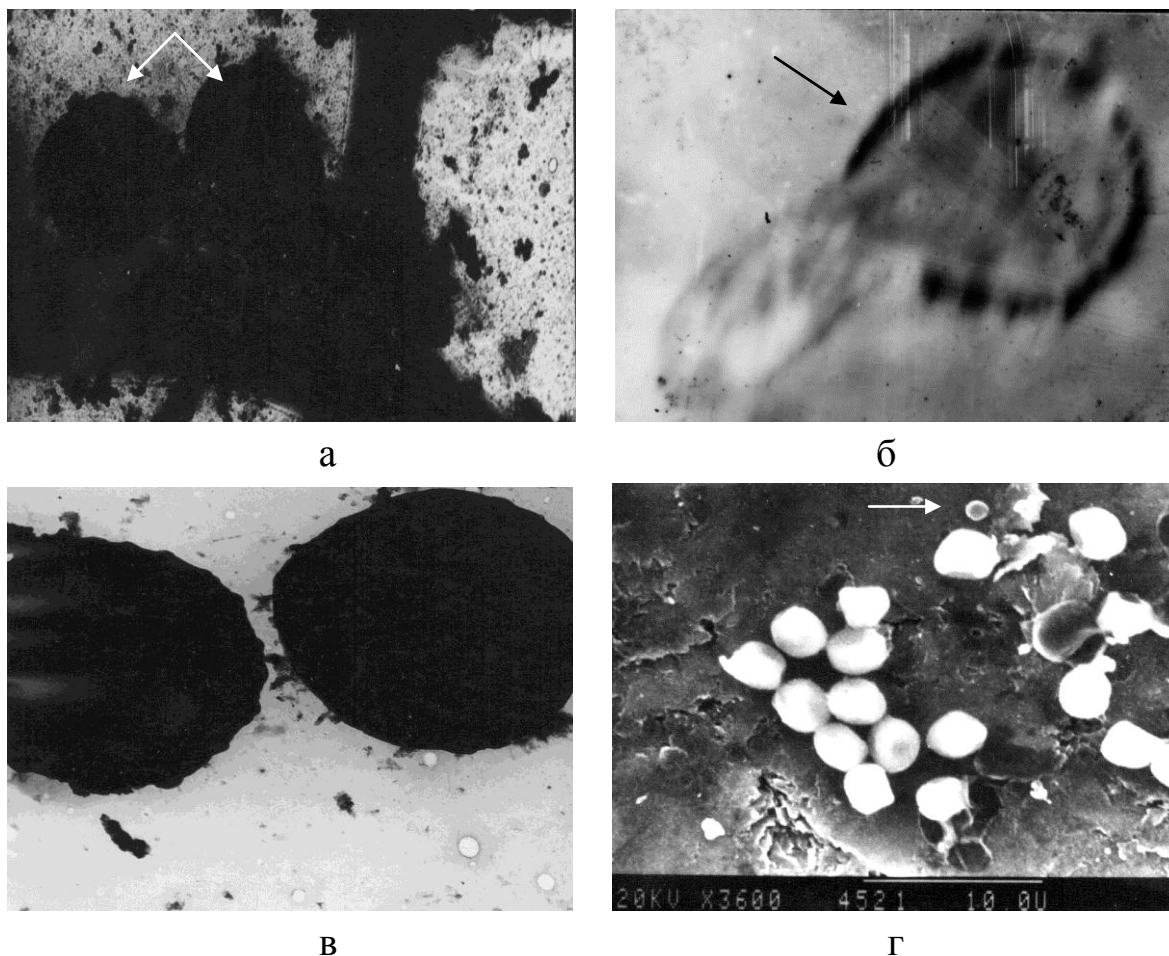


Рис. 1. Электронная микроскопия: а – инкрустация ионами металлов гиф и отмеченных стрелкой конидий при росте *Penicillium canescens* в присутствии отходов ШОУ (ПЭМ, х 7000); б – однополярное прорастание конидии, стрелкой отмечен адсорбат (ультратонкий срез, ПЭМ, х 17000); в – конидии, маркированные коллоидным золотом (х 17000); г – конидии и отмеченное стрелкой микоплазмоподобное тельце на плотной, высыхающей среде Чапека (СЭМ, х 3600).

Гомогенно инкрустируются конидии и в другой обстановке – при росте *P. canescens* в токсичном коллоидном золоте [4]. Однако при внесении в него отмытых конидий они протравливаются, но маркируются только в отдельных ограниченных участках (рис. 1 в). Особо следует от-

метить, что по мере высыхания (дегидратации) плотной среды Чапека у большинства конидий деформируется стенка, в ней появляются дефекты и через них выходят изнутри контамитанты *P. canescens* – микоплазмopodobные тельца (рис.1 г). Методом отпечатков с различных твердых субстратов они постоянно визуализируются внутри разрушенных конидий или на их поверхности [3]. Таким образом, при различных условиях инкубации или обработке *P. canescens* регистрируются закономерные ответные реакции конидий – адсорбция, трансформация и аккумуляция токсичных веществ на стенке с последующей деформацией, разрушением и выбросом микоплазмopodobных телец.

Заключение. С помощью электронномикроскопических исследований установлено, что конидиальный аппарат служит не только для репродукции плесневого гриба *P. canescens*. Совместно с вегетативным телом конидии принимает активное участие в относительном уменьшении концентрации стрессоров, связывают и преобразуют их на оболочке, не допуская внутрь клетки. Тем самым обеспечивают жизнестойкость вегетативного мицелия в экстремальных условиях.

ЛИТЕРАТУРА

1. *Билай В.И.* Основы общей микологии. Киев, Выща школа, 1980.
2. *Горленко М.В.* Курс низших растений. М.: Высшая школа, 1981.
3. *Катола В.М.* Микоплазмopodobные бактерии – контаминанты микромицетов // Бюл. физиол. и патол. дыхания. 2008. Вып. 29. С. 45- 48.
4. *Катола В.М.* Микроскопические грибы как переносчики экзогенных аллергенов // Дальневосточный журнал инфекционной патологии. 2012. № 21. С. 195-199
5. *Феофилова Е.П.* Прогресс в области экспериментальной микробиологии как основа для создания современных биотехнологий // Микробиология. 1997. Т. 66, № 3. С. 302-309.

E-mail: katola-amur@list.ru

© 2013 **С.М. Радомский**, канд. геол.-минерал. наук,
В.И. Радомская канд. хим. наук
(ФГБУН Институт геологии и природопользования ДВО РАН,
Благовещенск)

ТЯЖЁЛЫЕ МЕТАЛЛЫ В БИОГЕОЦЕНОЗЕ БЛАГОВЕЩЕНСКОГО РАЙОНА АМУРСКОЙ ОБЛАСТИ

Представлено распределение тяжёлых металлов в элементах трофических цепей питания Благовещенского района Амурской области и выполнено сравнение с принятыми стандартами.

Ключевые слова: тяжёлые металлы, распределение, миграция, биологические среды.

S.M. Radomskii, V.I. Radomskaya
(Institute of Geology and Nature Management FEB RAS, Blagoveshchensk)

HEAVY METALS IN THE BIOGEOCENOSIS OF THE BLAGOVESHCHENSK'S DISTRICT AMUR REGION

The distribution of heavy metals in the elements of the trophic feed circuits of the Blagoveshchensk's district Amur region and its executed comparison with the standards accepted are represented.

Keywords: heavy metals, distribution, migration, biological media.

Введение. Литосфера питает трофическую цепь всей совокупности живых организмов биосферы химическими элементами и водой. Поступление тяжёлых металлов в трофические цепи осуществляется через реакции растворения горных пород. Во многом этому способствует почвенный покров и его свойства. Минеральные вещества потребляют растительные и простейшие организмы. В дальнейшем перенос минеральных веществ проходит через ряд ступеней путем ассимиляции одних организмов другими на более высоких трофических уровнях. Человек в этой трофической пирамиде занимает самое высокое место и с этой точки зрения является самым уязвимым компонентом экосистемы [1].

Цель исследования. Выявление распределения тяжёлых металлов (ТМ) в компонентах трофических цепей питания Благовещенского района.

Объекты и методы. Объектом исследования являлись почвы, растения, зерно, комбикорма, кровь животных, кровь и костная ткань человека. Отобранные пробы были высушены до воздушно сухого состояния и минерализованы при 450 °С в течение нескольких часов. Концентрации тяжёлых металлов определяли атомно-абсорбционным методом на спектрофотометре 1 класса фирмы "Hitachi", модель 180-50.

Обсуждение результатов. В табл. 1 приведены содержания ТМ в почвах Благовещенского района.

Таблица 1

Концентрации тяжёлых металлов в луговых чернозёмовидных почвах (разброс содержания – числитель, среднее значение – знаменатель), мг/кг

Место отбора	Cr	Ni	Co	Cu	Zn	Cd	Pb
Благовещенский район	$\frac{16-72}{43}$	$\frac{8-42}{30}$	$\frac{11-38}{25}$	$\frac{10-34}{24}$	$\frac{24-7}{54}$	$\frac{0,2-1,7}{0,9}$	$\frac{20-36}{25}$
Почвы по А.П.Виноградову [2]	200	40	10	20	50	-	10
ОДК почв с рН > 5,5 [3]		80		132	220	2	130

Химический состав растений формируется под влиянием большого числа факторов. Среди них различаются внутренние (физиологические) и внешние (экологические), связанные с геологическими, почвенными, климатическими и другими условиями среды обитания растений. Результаты анализа содержания металлов в кормах растительного происхождения показали значительные отличия в накоплении металлов, а также избирательность по отношению к определенным элементам (табл. 2).

Широкий интервал изменений содержания тяжелых металлов в кормах вызван как видом корма, так и условием его производства (технологией производства и степенью загрязнения экосистем). Порядок убывания средних концентраций тяжёлых металлов в золе растительных кормов был следующим: Zn > Cu > Ni > Pb > Cr > Co > Cd.

Сравнительный анализ полученных данных с литературными показал превышение концентраций Cd в 190 раз и Pb в 2 раза в золе растительных кормов по сравнению со средним содержанием в золе растений [1]. Для оценки поступления тяжелых металлов в организм животных было изучено содержание тяжелых металлов в золе крови крупного рогатого скота (КРС) (табл. 3).

Таблица 2

Микроэлементный состав золы кормов растительного происхождения

Образец	Зольность, %	Концентрация тяжёлых металлов, мг/кг						
		Cr	Ni	Co	Cu	Zn	Cd	Pb
Пшеница	2,14	14	41	14	130	920	3,2	27
Овёс	6,73	13	19	8	194	1160	1,4	24
Размол для КРС	4,06	12	42	8	98	600	0,5	8
Соя	4,83	1	45	10	157	400	2,1	13
Комбикорм	2,68	25	15	9	118	760	1,7	14
Кукуруза	1,26	15	14	10	196	280	1,1	11
Суржик	1,99	13	70	7	187	560	3,8	18
Отруби	5,36	6	11	9	136	990	5,5	22
Соевые половинки	5,34	2	65	15	136	420	1,0	13
Сено сеян. трав.	6,64	27	14	7	26	111	2,5	42
Сено	6,31	3	14	8	48	156	0,6	29
Силос	7,94	13	29	9	44	190	0,5	28
Солома	7,38	7	11	3	117	92	0,7	12
Среднее		12	30	9	122	511	1,9	20
По данным [1]		250	50	15	200	900	0,01	10

Таблица 3

Содержание тяжелых металлов в золе крови животных, мг/кг

Химический элемент	Интервалы содержания	Среднее содержание
Cr	<1,00	<1,00
Ni	6,44-16,70	9,78
Co	4,13-7,82	6,70
Cu	75,59-84,86	80,43
Zn	598,48-768,01	670,06
Cd	2,01-4,51	3,29
Pb	0,83-8,85	4,12

В золе крови животных обнаружены ТМ практически в тех же концентрациях, что и в золе кормов, с однотипным распределением химических элементов: Zn > Cu > Ni > Pb > Cr > Co > Cd. Микроэлементный анализ золы костной ткани и крови людей выявил существенный разброс концентраций (табл. 4). Вероятно, что кроме геохимической среды, на химический состав крови и костной ткани людей влияют также род занятий и бытовые условия проживания, включая особенности питания, так как че-

ловеческое общество никогда не было однородным и всегда различалось по образу жизни особей, даже в пределах одной популяции.

Выводы. Полученные данные о среднем содержании в крови тяжелых металлов обследованной группы людей в сравнении с литературными данными [1], свидетельствуют о повышенном содержании Co, Cd, Pb и пониженном содержании Cu и Zn (табл. 4) и отражают суммарные влияния геохимических, климатогеографических и экологических факторов Благовещенского района Амурской области.

Таблица 4

Концентрации тяжёлых металлов в крови и костной ткани людей, мг/кг

Элемент	Содержание тяжёлых металлов, мг/кг					
	Зола		Неозолённый материал			
	Кровь (n=17)	Костная ткань (n=10)	Кровь* (n=17)	Костная ткань* (n=10)	Литературные данные [1]	
					Кровь	Костная ткань
Cr	<5,5	$\frac{4,62 - 44,73}{36,98}$	<0,048	13,76	0,006-0,11	0,1-33
Ni	$\frac{<5,5 - 32,05}{5,89}$	$\frac{<0,56 - 6,34}{1,23}$	0,051	0,46	0,01-0,05	0,7
Co	$\frac{<5,5 - 32,10}{9,33}$	$\frac{<0,56 - 5,59}{0,56}$	0,081	0,21	0,0002-0,04	0,01-0,04
Cu	$\frac{56,29 - 103,09}{74,52}$	$\frac{7,84 - 13,86}{10,65}$	0,64	3,96	1,01	1-26
Zn	$\frac{236,22 - 769,23}{529,21}$	$\frac{210,64 - 318,85}{235,88}$	4,60	87,74	7	75-170
Cd	$\frac{<0,5 - 76,77}{11,99}$	$\frac{<0,11 - 1,87}{0,43}$	0,10	0,16	0,0052	1,8
Pb	$\frac{<4,0 - 126,79}{31,55}$	$\frac{<0,56 - 17,32}{2,56}$	0,27	0,95	0,21	3,6-30

Примечание: n- количество определений; в числителе – разброс значений от минимального до максимального, в знаменателе – среднее; *среднее содержание в неозолённом материале.

ЛИТЕРАТУРА

1. Алексеев В.А. Экологическая геохимия. М.: Логос, 2000.
2. Виноградов А.П. Геохимия редких и рассеянных химических элементов в почвах. М.: Издательство АН СССР, 1957.
3. ГН 2.1.7.2042-06. Ориентировочно допустимые концентрации (ОДК) химических веществ в почве: гигиенические нормативы. М.: 2006.

E-mail: rsm@ascnet.ru, radomskaya@ascnet.ru

© 2013 г. **И.Б. Ушаков**, чл.-корр. РАН, академик РАМН, д-р мед. наук;
А.В. Богомолов, д-р техн. наук
(ГНЦ РФ – Институт медико-биологических проблем РАН, Москва)

БАЗОВЫЕ ТЕХНОЛОГИИ ИНФОРМАТИЗАЦИИ ПРОГРАММ НЕЛЕКАРСТВЕННОЙ ПЕРСониФИЦИРОВАННОЙ МЕДИЦИНЫ

Изложено состояние информатизации персонифицированных программ нелекарственной профилактики, мониторинга и повышения адаптационных возможностей человека, описаны базовые медико-биологические концепции, являющиеся перспективными для реализации в этой области.

Ключевые слова: персонифицированная медицина, адаптационная физиология, информатизация здравоохранения.

Одним из приоритетных направлений развития медицины является *персонифицированная (индивидуализированная, персонализированная) медицина* – направление современной медицины, ориентированное на раскрытие потенциальных и адаптационных возможностей организма человека и увеличение продолжительности его активной жизни с помощью направленного пациентассоциированного лечебно-диагностического воздействия на основе учета влияний генетических, внешнесредовых и региональных факторов (адапт. по [1]). Одним из приоритетных направлений развития персонифицированной медицины является разработка информационных систем персонификации программ нелекарственной профилактики, мониторинга и повышения адаптационных возможностей человека.

За последние 60 лет специалистами в области авиакосмической экстремальной и военной медицины разработано большое число информационных систем медицинского назначения, позволивших решить ряд прикладных задач персонифицированной медицины применительно к узкой социо-профессиональной группе населения. Причем по ряду направлений удалось обеспечить трансферт разработанных технологий в гражданское здравоохранение. К числу наиболее важных результатов, составляющих основу нелекарственной профилактики, мониторинга и повышения адаптационных возможностей человека, следует отнести следующие восемь.

1. *Профессиональное здоровье* как характеристика генетически детерминированного и эволюционного процесса нормально протекающего биологического старения человека в конкретной социально-экономической формации [2-5].

2. *Профилактическая каскадная концепция изменения здоровья*, отличительной чертой которой является реализация дозового рискометрического подхода к действию факторов риска здоровью и соответствующая классификация направлений его обеспечения от медицинского и профессионального отбора до восстановления и реабилитации [6].

3. *Концепция синдромосходных состояний*, основанная на результатах, подтверждающих, что изменение здоровья сопровождается синдромосходным комплексом изменений на молекулярно-клеточном и тканевом уровнях [6].

4. *Биологический возраст*, в понятии которого возрастные изменения физиологических систем конкретного организма сопоставляются со средними популяционными изменениями [4, 7, 8].

5. *Концепция качества жизни, связанного со здоровьем*, как интегральной характеристики физического, эмоционального, психологического и социального функционирования человека, основная на его субъективной оценке, позволяющая дать многоплановый анализ важнейших составляющих здоровья человека в соответствии с критериями Всемирной организации здравоохранения [6, 9-11].

6. *Концепция математического обеспечения рискометрии здоровья*, позволяющая обеспечить поддержку принятия решений о принадлежности текущего состояния человека системы к одному из альтернативных классов состояний с определением выраженности проявления признаков состояния определенного класса [12].

7. *Информационно-телекоммуникационные технологии мониторинга состояния человека*, к числу которых относятся технологии бесконтактного мониторинга психофизиологического состояния человека (видеорегистрация, биорадиолокация, баллистокордиография и др.) [4, 5, 9].

8. *Информационные технологии паспортизации здоровья*, разработки которых начаты в интересах реализации персонифицированных программ контроля профессионального здоровья специалистов опасных профессий, позволяющих обеспечить непрерывный мониторинг их состояния на всех этапах профессиональной деятельности [4].

Изложенные результаты позволяют говорить о наличии научно-методического фундамента, позволяющего реализовывать информационно-телекоммуникационные технологии персонализации программ нелекарственной профилактики, мониторинга и повышения адаптационных возможностей человека. Исследования и разработки в этом направлении в последнее время заметно активизировались.

На XXVII (90-й) сессии Общего собрания Российской академии медицинских наук в декабре 2012 года принято решение о том, что в рамках организуемого в России (в рамках созданной в 2004 году Международной коалиции персонализированной медицины) консорциума «Персонализированная медицина», который будет участвовать в международных научных программах как участник помимо технологий геномики, постгеномики и др. следует уделить внимание вопросам нелекарственной персонализированной медицины.

Кроме того, поддержана инициатива об организации в составе РАМН инновационных «центров превосходства» – центров персонализированной медицины [13]. И в этом направлении представителями авиационно-космической медицины сделаны существенные заделы. С 1962 года функционирует ФГБУ "Научно-исследовательский испытательный центр подготовки космонавтов имени Ю.А.Гагарина", а с 1964 года – ФГБУН «ГНЦ РФ – Институт медико-биологических проблем РАН», обеспечивающие реализацию идей персонализированной медицины применительно к задачам отбора, тренировки, профилактики, мониторинга и повышения адаптационных возможностей летчиков и космонавтов.

В последние 10 лет разработаны концептуальные основы организации центров психофизиологической подготовки летного состава государственной авиации. Сверхзадача – с помощью технологий персонализированной медицины сместить акценты с нозологического подхода, направленного на выявление отклонений в состоянии здоровья летчика, препятствующих продолжению летной работы в полном объеме, к психофизиологической подготовке, направленной на повышение психофизиологической надежности деятельности летчика в условиях профессиональной деятельности [4, 5, 9-11]. Безусловно, такие подходы в перспективе должны быть реализованы для различных социо-профессиональных групп населения.

Ожидается, что в ближайшем будущем персонифицированная медицина за счет своей общей эффективности и рационального подбора лекарств должна стать дешевле медицины популяционной. В этом аспекте персонификация программ нелекарственной профилактики, мониторинга и повышения адаптационных возможностей человека должна стать «площадкой» для отработки соответствующих информационно-телекоммуникационных технологий.

ЛИТЕРАТУРА

1. *Jain K.K.* Textbook of Personalized Medicine. Springer, New York, 2009. 419 p.
2. *Пономаренко В.А.* Размышления о здоровье. М.: Магистр-Пресс, 2001. 430 с.
3. *Ушаков И.Б., Богомолов А.В., Кукушкин Ю.А.* Физиология труда и надежность деятельности человека / под ред. А.И. Григорьева. М.: Наука, 2008. 318 с.
4. *Григорьев А.И.* Вклад космической медицины в здравоохранение // Природа. 2012. № 1. С. 30-36.
5. *Ушаков И.Б.* Комбинированные воздействия в экологии человека и экстремальной медицине. М.: Издатцентр, 2003. 440 с.
6. Новые компьютерные технологии в оценке биологического возраста / *Г.И.Назаренко, И.Б.Героева, Е.А.Кузнецов, М.А.Негашева, В.П.Глушков* // Клиническая геронтология. 2005. Т. 11, № 7. С. 62-67.
7. *Войтенко В.П.* Здоровье здоровых. Введение в санологию. Киев: Здоровья, 1991. 248 с.
8. *Григорьев А.И., Баевский Р.М.* Концепция здоровья в космической медицине. М.: Слово, 2007. 198 с.
9. *Ушаков И.Б., Богомолов А.В., Кукушкин Ю.А.* Паттерны функциональных состояний оператора. М.: Наука, 2010. 390 с.
10. *Ушаков И.Б.* Экология человека опасных профессий. Воронеж: изд. Воронежского государственного университета, 2000. 128 с.
11. *Богомолов А.В., Гридин Л.А., Кукушкин Ю.А., Ушаков И.Б.* Диагностика состояния человека: математические подходы. М.: Медицина, 2003. 464 с.
12. Персонализированная медицина: современное состояние и перспективы / *И.И.Дедов, А.Н.Тюльпаков, В.П.Чехонин, В.П.Баклаушев, А.И.Арчаков, С.А.Мошковский* // Вестник Российской академии медицинских наук. 2012. №12. С. 4-12.

E-mail: ibushakov@gmail.com, a.v.bogomolov@gmail.com

© 2013 г. **Н.П. Семичевская**, канд. техн. наук
(ГБОУ ВПО Амурский государственный университет, Благовещенск)

ПЕРСПЕКТИВЫ РАЗВИТИЯ ГЕОИНФОРМАЦИОННЫХ СИСТЕМ В ЗДРАВООХРАНЕНИИ

Бурное развитие информационных технологий в России и в мире внесло значительные изменения в представлении об общих принципах и функциональности глобальных отраслевых и локальных информационных систем.

Внедрение медицинских информационных систем способно на сегодняшний день усовершенствовать рабочие и информационные процессы на разных уровнях медицинской отрасли: начиная от автоматизированного рабочего места специалиста до комплексной автоматизации поликлиники или стационара в целом, а также комплексной автоматизации медицинской отрасли региона. Сейчас в стране создаются элементы информационно-коммуникационной инфраструктуры для медицины и положено начало применению и распространению информационных систем в сфере здравоохранения. Возникновение первоначального спроса на медицинские информационные системы (МИС) порождает разнообразие предложения и потребность в системном анализе. Принимая во внимание высокий уровень сложности МИС, наличие значительного количества организаций-разработчиков этого продукта в России, растущий уровень спроса со стороны медицинских организаций, не обладающих специальными IT – отделами, большая территориальная разобщенность медицинских центров, возникает потребность в простых и удобных инструментах для их системного анализа [1]. Для сравнения параметров различных систем, изучением отдельных классов систем и дальнейшего анализа свойств медицинских систем необходимым условием является построение классификации МИС. Классификация медицинских информационных систем (МИС) рассматриваются в зарубежной и отечественной литературе с конца семидесятых годов двадцатого века. В России основоположником системной классификации МИС выступил С.А. Гаспарян [2]. В работе [1] детально проанализированы классификации С.А. Гаспаряна и проанализирована классификация ИС в здравоохранении в СТО МОСЗ 91500.16.0002-2004 «Информационные системы в здравоохранении. Общие требования» [6]. Важнейшую роль в развитии информацион-

ных технологий в здравоохранении играют Федеральные законы «Об основах охраны здоровья граждан в Российской Федерации» и «Об обязательном медицинском страховании» [3,4].

Подходы к построению информационной среды в здравоохранении изложены в Концепции создания Единой Государственной информационной системы в сфере здравоохранения (ЕГИСЗ), утвержденной приказом Министерства здравоохранения и социального развития Российской Федерации от 28 апреля 2011 № 364, а также в концепции создания и развития инфраструктуры пространственных данных Российской Федерации (РИПД)» [6,7]. Именно ЕГИСЗ призвана взять на себя системообразующие функции информационной среды в области здравоохранения. Организация единой системы будет базироваться на медицинских системах разного уровня, в том числе краевых и региональных геоинформационных системах (ГИС) медицинской отрасли. Можно рассмотреть ряд положений, связанных с внедрением медицинских ГИС на уровне региона:

- нормативная база и способы внедрения геоинформационных систем здравоохранения на уровне субъекта;
- передовые геоинформационные технологии в задачах регионального управления здравоохранением;
- применение геоинформационных технологий в системах управления крупными организациями здравоохранения;
- организация геопорталов здравоохранения и медицинских услуг;
- проблемы и задачи информационного обеспечения для нужд бизнеса в здравоохранении, его взаимодействия с государственными организациями управления здравоохранением.

Отметим ряд технологий, которые могут быть использованы при построении ГИС региона:

- сбор статистической информации на муниципальном уровне, а также внедрение информационных систем автоматизации сбора, хранения и анализа статистических медицинских данных;
- внедрение программного обеспечения на платформе SharePoint компании Microsoft для обеспечения эффективной работы в сфере здравоохранения. Неотъемлемой частью системы являются электронные карты;
- построение на базе платформы Esri (система ArcGIS) системы анализа, сбора и геокодирования данных здравоохранения;
- внедрение технологий удаленной обработки данных «облачных технологий»;

– создание «Универсальной электронной медицинской карты пациента», как основного источника информации о физическом лице для учреждений здравоохранения всех типов;

– актуальной во всем мире является задача геокодирования эпидемий, в этой области можно использовать возможности Geostatistical Analysis и методы геостатистического исследования в эпидемиологии.

В заключении хочется отметить, что развитие возможности ГИС в здравоохранении и предоставляемые ими функции и методы пространственного анализа пока применяются в российском здравоохранении «далеко не на западном уровне», и Дальневосточный регион не исключение. Трудности внедрения ГИС в организации, следующие: отсутствие систематизированных и обработанных электронных данных; нет заинтересованности руководства на разных уровнях; недостаточное финансирование; квалификация сотрудников и отсутствие специалистов в этой области. Но нельзя не учитывать актуальность, перспективность и эффективность этого направления для медицины и здравоохранения в целом, поэтому его надо развивать и поддерживать.

ЛИТЕРАТУРА

1. Информационные технологии в медицине // под ред. Г.С. Лебедева, Ю.Ю. Мухина. М.: Радиотехника, 2012, С.42-62.
2. Гаспарян С.А. Классификация медицинских информационных систем // Информационные технологии в здравоохранении. 2001. № 10. 12. С.4-5.
3. ФЗ от 21.11.2011 №323-ФЗ «Об основах охраны здоровья граждан в Российской Федерации».
4. ФЗ от 29.11.2010 №326-ФЗ «Об обязательном медицинском страховании».
5. Стандарт организации «Информационные системы в здравоохранении». Общие требования СТО МОСЗ 91500.16.0002-2004. Москва, 2004.
6. Приказ Министерства здравоохранения и социального развития РФ от 28 апреля 2011 №364 «Об утверждении Концепции создания и развития информационной системы в здравоохранении до 2020 года».
7. Распоряжение Правительства РФ от 21 августа 2006 №1157-р «Об утверждении Концепции создания и развития инфраструктуры пространственных данных Российской Федерации (РИПД)».
8. Кику П.Ф., Веремчук Л.В., Белик Л.А. Модель обработки медико-экологической информации при заболеваниях органов дыхания // Бюл. физиол. и патол. дыхания. 2002. Вып. 12. С. 72-75.
9. Кику П.Ф., Веремчук Л.В., Татаркина Н.Д. Структурная модель влияния факторов среды обитания на распространение болезней органов дыхания в Приморском крае // Бюл. физиол. и патол. дыхания. 2012. Вып. 43. С. 107-111.

E-mail: npsem@mail.ru

©2013 г. **А.В. Лейфа**¹, д-р пед. наук, **А.Д. Плутенко**¹, д-р техн. наук,
А.А. Остапенко¹, канд. техн. наук, **Ю.М. Перельман**¹, д-р мед. наук,
Н.В. Ульянычев¹, канд. физ.мат. наук

(¹ГБОУ ВПО Амурский государственный университет, Благовещенск

²ФГБУ «Дальневосточный научный центр физиологии
и патологии дыхания» СО РАМН, Благовещенск)

ОЦЕНКА СОСТОЯНИЯ ЗДОРОВЬЯ И ФИЗИЧЕСКОЙ АКТИВНОСТИ СТУДЕНТОВ ВУЗОВ: СИСТЕМНЫЙ ПОДХОД

Разработана автоматизированная система для долговременного динамического наблюдения за состоянием здоровья студентов вузов и оценки уровня их физической активности, позволяющая обеспечить не только эффективный контроль физического состояния студентов, но и возможность разработки научно обоснованных технологий физической активности и здоровьесбережения.

Ключевые слова: студенты высших учебных заведений, здоровье, физическая активность, здоровьесбережение, автоматизированная система.

Введение В настоящее время профессионализация является одной из наиболее интенсивно развивающихся областей современного теоретического знания и практической деятельности. Она представляет собой междисциплинарный подход к пониманию, описанию и управлению профессиональным развитием специалистов. Ю.Д.Железняк (1995), А.А.Бодалев (1998), В.К.Бальсевич (2000), Бальсевич В.К., Лубышева Л.И. (2005) считают, что важную роль в освоении профессии, достижении вершин профессионализма играет умелое использование ценностей физической культуры, обеспечивающее должный уровень здоровья, физического и духовного развития, двигательной подготовленности как важнейших составляющих профессионализма.

В последние годы в России наблюдается тенденция ухудшения состояния здоровья населения, увеличилось количество людей, принимающих наркотики, злоупотребляющих алкоголем. Данная тенденция является актуальной не только для взрослого, но и молодого населения России [8, 9]. Вместе с тем, разработка адекватных методологических и методических подходов к этой проблеме позволила бы формировать у студентов положительную мотивацию к ведению правильного образа жизни,

своевременно и полноценно отслеживать и прогнозировать динамику функционального состояния организма студентов с учетом особенностей, учебного процесса, индивидуального состояния.

Важнейшей составляющей этого исследования является разработка автоматизированной оценки состояния здоровья студентов на основе системного подхода. С данной целью нами разработана автоматизированная база данных комплексных медико-физиологических и социальных исследований на основе регистрации показателей основных функциональных систем, обеспечивающих физическую активность студентов (сердечно-сосудистой, дыхательной, нервно-мышечной), физического развития, физической подготовленности и работоспособности.

Научная проблема. Своевременное распознавание и коррекция развивающихся дисфункций организма студентов возможны только при создании условий для мониторинга состояния здоровья и физической активности в динамике обучения в высшем учебном заведении на основе системного подхода. Мониторинг включает в себя технологии отслеживания и оценки параметров здоровья и физической активности студентов с точки зрения их соответствия возрастным, половым, региональным и иным нормативам и требует создания базы данных о каждом поступившем в высшее учебное заведение студенте.

Цель исследования – разработать автоматизированную систему оценки состояния здоровья и уровня физической активности студентов вузов, предусматривающей возможность долговременного динамического наблюдения в ходе обучения в вузе, сортировку и статистический анализ данных, что обеспечивает не только эффективный контроль за жизнедеятельностью студентов, но и возможность разработки научно обоснованных технологий физической активности и здоровьесбережения.

Основные результаты исследования. Разработанная в настоящем исследовании экспертная система представляет собой совокупность программных инструментальных и организационных средств, позволяющих снять с исследователя большую часть рутинной работы по сбору и обработке массивов информации, получаемых в ходе исследования при решении следующих задач:

1. Диагностика состояния здоровья и физической активности студентов.
2. Контроль состояния здоровья и физической активности в реальном времени.

3. Интерпретация полученных данных.
4. Прогнозирование будущего состояния.
5. Выработка рекомендаций по управлению.

Авторами предложена организационная структура экспертной системы. Перемещаясь по отдельным блокам, студент сначала регистрируется, а затем проходит предварительное обследование. Полученные результаты записываются в базу данных и одновременно анализируются с целью получения заключения об уровне его здоровья и физической активности. На основании сделанного заключения об уровне здоровья студента включают в то или иное учебное отделение (специальное, подготовительное, основное, спортивное). Автоматизированное заключение об уровне физической активности используется для индивидуальной коррекции физкультурно-оздоровительной программы. Все дальнейшие изменения находятся под контролем экспертной системы. Собранные данные статистически обрабатываются и используются для построения решающих правил, диагностических и управляющих алгоритмов.

Вся работа поддерживается и обеспечивается пакетом прикладных программ (к.ф.-м.н. Н.В.Ульянычев), который, по сути, является интегрированной системой, так как в диалоговом режиме решает все перечисленные выше задачи. После ввода в систему начальное меню предлагает работу в следующих режимах: работа с одним студентом, выбор данных (сортировка), статистическая обработка, выход из систем.

При выборе работы с одним студентом предлагается ввести номер амбулаторной карты: если пациент уже зарегистрирован, то можно вызвать данные о нем и по фамилии. После этого на экран дисплея выводится первая страница карты с персональными данными, занесенными во время последнего визита.

Для нового пациента таблица будет пустой. При этом одновременно высвечивается самопроверочное функциональное меню, которое позволяет записать новые данные, откорректировать ранее занесенные, перейти к данным другого визита, перелистнуть страницу. К персональным данным относятся: фамилия, имя, отчество студента, дата обследования, дата следующего визита, возраст, пол, будущая специальность, группа, курс, адрес, национальность, группа наблюдения (в идентификационном номере). На следующих страницах представлены данные объективных исследований, имеющих числовые значения.

Эффективность управления системой физической активности опре-

деляется наличием исчерпывающей, объективной и своевременной информации о состоянии объекта управления. При создании нами эффективной системы контроля за состоянием здоровья и физической активностью основное заключалось в подборе информативных тестов и показателей, наилучшим образом оценивающих те или иные функции. На основании системного подхода и выделенных критериев мы для включения в автоматизированную экспертную систему выделили следующие показатели, оценивающие состояние здоровья и уровень физической активности:

1. Физическое развитие как совокупность морфофункциональных признаков, характеризующих конституцию организма, оценивали с использованием антропометрических и функциональных характеристик (длина тела, масса тела, окружность грудной клетки, сила кисти), которые необходимы для последующей оценки состояния здоровья и уровня физической активности.

2. Показатели функционального состояния сердечно-сосудистой системы, играющей важную роль в приспособлении организма к физическим нагрузкам: частота сердечных сокращений, артериальное давление – систолическое и диастолическое, электрокардиография (ЭКГ) в покое и при дозированной физической нагрузке.

3. Показатели системы внешнего дыхания, поддерживающей оптимальный кислородный режим организма при выполнении физических нагрузок: частота дыхания в покое, жизненная емкость легких (ЖЕЛ), форсированная жизненная емкость легких (ФЖЕЛ), объем форсированного выдоха за одну секунду (ОФВ1), пиковая объемная скорость выдоха (ПОС), мгновенная объемная скорость выдоха на уровне 75% выдыхаемой ФЖЕЛ (МОС75), мгновенная объемная скорость выдоха на уровне 50% выдыхаемой ФЖЕЛ (МОС50), мгновенная объемная скорость выдоха на уровне 25% выдыхаемой ФЖЕЛ (МОС25), индекс Вотчала-Тиффно (ОФВ1/ЖЕЛ, ИВТ).

4. Физическая работоспособность отражает функциональные возможности организма и служит важным показателем физической активности. К основным характеристикам, оценивающим физическую работоспособность, нами отнесены результаты максимального нагрузочного тестирования на велоэргометре: максимальная мощность нагрузки, максимальная достигнутая частота сердечных сокращений, время работы, ЧСС через одну минуту после физической нагрузки, время восстановления,

максимальное потребление кислорода (МПК).

5. К показателям физической подготовленности нами отнесены скоростно-силовые способности (бег 100 м, прыжок в длину с места), общая выносливость (бег 2000 м – девушки, 3000 м – юноши), сила (подтягивание – юноши, поднимание туловища – девушки); гибкость (наклон вперед).

6. Техническую подготовленность студентов оценивали по основным видам двигательных действий программы по дисциплине «Физическая культура» (в баллах).

7. Уровень мотивации к физической активности.

8. Закаливание и количество простудных заболеваний являются важными характеристиками, позволяющими оценить уровень иммунной системы, резистентность организма в климато-географических условиях Дальне-восточного региона.

9. Курение и употребление алкоголя характеризуют образ жизни студентов, являющийся важным условием поддержания здоровья и должного уровня физической активности [5, 6, 7].

На второй строке каждой страницы отображается номер студенческой карты, номер визита и номер страницы. Меню предлагает записать или исправить любой из параметров, перейти к предыдущей странице карты, следующей, либо к любой другой странице.

Следующие страницы занимают заключения специалистов: врача функциональной диагностики, специалиста по физической культуре.

Следующие страницы предназначены для получения машинного заключения о состоянии отдельных систем организма студента и заключению об уровнях индивидуального здоровья и физической активности.

Следующим пунктом начального диалога является статистическая обработка собранной информации. Автоматизированная база данных имеет следующие возможности: проверка данных, проверка однородности выборки, сравнение рядов, корреляционный анализ, регрессионный анализ, дискриминантный анализ, пошаговый дискриминантный анализ, непараметрическое сравнение рядов, параметрическая корреляция.

Программа проверки данных позволяет после ввода номера переменной и выбора файла с выборкой, созданной в программе сортировки, просмотреть значения этой переменной, провести минимальный статистический анализ, в том числе на выделяющие значения и проверить, распределены ли значения этой переменной по закону Гаусса. Проверка осуществляется по критериям асимметрии, эксцесса, Пирсона-Мизеса и

Колмогорова-Смирнова. Распределение считается гауссовым, если этого не отрицает ни один из критериев.

Сравнение рядов – это программа, которая позволяет определить, различаются или нет совокупности измерений двух каких-то параметров, или одного и того же параметра, но из разных выборок. Определение различий производится по критерию Стьюдента, а также парному критерию Стьюдента с автоматическим отбором парных значений. Различие дисперсии оценивается по критерию Фишера. Результат выдается в форме вероятности различия. Что позволяет пользователю задаваться произвольным доверительным уровнем. Предварительно осуществляется проверка гауссовости рядов. В корреляционном анализе подсчитывается коэффициент парной корреляции, его доверительный интервал и значимость между любыми двумя переменными из любых двух выборок.

Множественная линейная регрессия позволяет построить уравнение регрессии любой переменной из любой выборки по совокупности (до трех) любых других параметров.

Программа по шаговой регрессии сама отбирает наиболее существенные для регрессии переменные из двадцати или менее заданных, включая на каждом шаге новую переменную и предъявляя построенное управление регрессии. Далее следуют программы регрессии по некоторым нелинейным функциональным зависимостям.

Данная система содержит все необходимое для построения обучающих алгоритмов диагностики типа «Бинарное дерево» в последовательном, параллельном или совмещенном варианте.

Для этого необходимо и достаточно в соответствии со структурой дерева и программой сортировки сделать выборки из имеющейся базы данных, проанализировать их на основе пакета статистики, а затем, скорректировав и используя программы пошагового дискриминантного анализа и просто дискриминантного анализа выделить диагностически значимые параметры и построить дискриминантное уравнение для каждого узла. Это дискриминантное уравнение позволяет осуществить диагностику вновь поступающих студентов, тем самым увеличивая объем обучающих выборок и точность каждого последующего диагноза.

Разработанная программа позволяет снять со специалиста практически полностью работу, связанную с рутинными вычислениями и сортировкой больших массивов данных, что значительно повышает производительность труда.

Заключение. Учитывая значительный объем запоминаемой и анализируемой информации и порядок ее построения, разработанный пакет практически реализует системный подход в оценке состояния функциональных систем организма и позволяет объективизировать заключения с применением машинных алгоритмов. При создании базы данных учтены основные группы показателей, характеризующих уровень здоровья и физической активности, предусмотрена возможность долговременного динамического наблюдения в ходе обучения в вузе, сортировка и статистический анализ данных, что обеспечивает не только эффективный контроль за жизнедеятельностью студентов, но и возможность разработки научно обоснованных технологий физической активности и здоровьесбережения.

ЛИТЕРАТУРА

1. *Бальсевич В.К.* Онтокинезиология человека. М.: Теория и практика физической культуры, 2000. 275 с.
2. *Бальсевич В.К., Лубышева Л.И.* Физическая культура: молодежь и современность // Теория и практика физической культуры. 2005. №4. С. 2.
3. *Бодалев А.А.* Вершина в развитии взрослого человека: характеристики и условия достижения. М.: Флинта: Наука, 1998. 168 с.
4. *Железняк Ю.Д.* Профессионализм физкультурно-спортивной деятельности// Основы общей и прикладной акмеологии. М.: Российская академия гос. службы при президенте РФ, 1995. С.294-303.
5. *Колосов В.П., Лейфа А.В., Перельман Ю.М., Сизоненко К.Н.* Физическая активность и здоровье студенческой молодежи. Владивосток: Дальнаука, 2007. 222 с.
6. *Лейфа А.В., Перельман Ю.М., Швецов М.Ю.* Качество жизни, здоровье и физическая активность студенческой молодежи Дальнего Востока и Забайкалья. Благовещенск – Чита: ООО «Орион», 2010. 204 с.
7. *Лейфа А.В.* Система физической активности и здоровьесбережение студентов высших учебных заведений. Благовещенск, 2004. 260 с.
8. *Лейфа А.В.* Состояние здоровья и физической подготовленности студенческой молодежи классического университета//Бюллетень физиологии и патологии дыхания. 2003. № 13. С. 42-45.
9. *Лейфа А.В., Вергунова В.М., Перельман Ю.М., Добровольский С.С.* Повышение уровня здоровья студенток ВУЗа физкультурно-оздоровительными средствами // Бюлл. физиол. и патол. дыхания. 2012. Вып. 44. С. 29-35.

E-mail: dncfpd@ramn.ru

©2013 г. **А.В.Лейфа**, д-р пед. наук
(ГБОУ ВПО Амурский государственный университет, Благовещенск)

ВЗАИМОСВЯЗЬ КАЧЕСТВА ЖИЗНИ СТУДЕНЧЕСКОЙ МОЛОДЕЖИ И ИХ ФИЗИЧЕСКОЙ АКТИВНОСТИ

Рассмотрены социальные основы феномена «физическая активность студенческой молодежи» в аспекте повышения их качества жизни. Научная проблема формирования физической активности студентов с учетом особенностей психического и физического состояния, особенностей будущей профессиональной деятельности должна найти свое отражение в повышении качества жизни студенческой молодежи.

Ключевые слова: активность, физическая активность, здоровье, качество жизни, студенческая молодежь.

Введение. Современное российское общество вступило в период поступательного развития, в процессе которого социально-экономические и политические преобразования направлены на утверждение гуманистических ценностей и повышение качества жизни людей. Важное место в данном процессе занимают проблемы, связанные с качеством жизни самого человека, его здоровьем, здоровым образом жизни, формированием физической активности. В новых условиях развития России возрастает социальная значимость физической активности в обществе, усиливается ее роль в формировании здорового образа жизни и качества жизни россиян.

Необходимо отметить, что термин «качество жизни» используется в различных отраслях научного знания и каждая из них предлагает свою трактовку данного понятия, придавая ему те или иные специфические черты.

В то же время, существует комплексное определение, «...качество жизни – это комплексное понятие, в сопоставимой в пространстве и времени форме отражающее степень удовлетворения материальных, культурных и духовных потребностей человека, оцениваемое как по уровню удовлетворенности человеком своей жизнью по его собственной субъективной самооценке, так и измеряемое компетентными и информированными специалистами по набору объективных показателей» [1].

В последние годы, ряд ученых рассматривали влияние средств физической культуры в аспекте повышения качества жизни человека [2, 8 и др.].

Целью работы является теоретическое изучение социальных основ формирования физической активности студенческой молодежи в аспекте содействия повышения их качества жизни.

Основные результаты. Физическую активность необходимо рассматривать как специфическую деятельность, направленную на укрепление здоровья, развитие физического потенциала и достижение физического совершенства, что влияет на развитие качества жизни человека. С данной позиции физическая активность человека направлена на эффективную реализацию задатков и способностей с учетом личной мотивации и социальных потребностей. В.К.Бальсевич (2000) считает, что физическая активность является активным элементом, формирующим в сочетании с другими составными элементами физическую культуру личности и являющимся необходимым компонентом системы общественного воспитания и самовоспитания личности. Особенность физической активности в том, что она не только реализуется на основе освоения человеком накопленных знаний в области физического совершенствования и изменения биологических составляющих его природы, но и воздействует на социальные составляющие [3].

Н.И.Пономарев (1996) утверждает, что физическая активность человека содержит в себе систему представлений об основных закономерностях управляемого развития двигательного потенциала человека, пути и средства активного отношения личности к процессу физического совершенства, формы ее организации [4]. А.Г.Комков (2002) психологическую сторону физической активности рассматривает с позиции единства физической активности и здоровья, а социологическую – единства физической активности с культурным развитием [5]. При этом физическая активность, как и любая человеческая деятельность, существует в форме действия и цели этого действия. Условия и способы организации физической активности оказывают важное влияние на ее формирование. На результат формирования физической активности важное значение оказывают педагогические и социально-психологические факторы.

Одним из основных показателей эффективности физической активности является уровень потребностно-мотивационной сферы, которая включает в себя формирование потребностей и интересов, лежащих в основе ценностных ориентаций и мотивов. Данные характеристики – основа социализации личности в процессе формирования физической активности.

Таким образом, целью физкультурного образования студентов высших учебных заведений является обеспечение единства и преемственности содержания образования, а критерием эффективности учебно-воспитательного процесса должно стать достижение более высокого уровня физической активности.

Индивидуальная научно обоснованная двигательная деятельность студентов реализуется через двигательные возможности и проявления физических качеств. Содержательный компонент физической активности студентов должен учитывать его индивидуальные особенности, а также особенности будущей профессиональной деятельности. Специальные знания, методические умения и навыки, осваиваемые студентами в процессе обучения в вузе, должны быть направлены на формирование физической активности и здоровьесбережения. Все это позволяет рассматривать практическую сущность физической культуры студентов в контексте физической активности, которая может оцениваться на качественном и количественном уровне .

При рассмотрении природы активности необходимо отметить, что она через потребность связана с самой сущностью качества жизни в аспекте взаимодействия организма с внешним окружением и обеспечивает сохранение и поддержание постоянства внутренней среды и целостности. Потребность следует рассматривать с позиции движущей силы поведения всех живых организмов, в том числе и человека. Большинство учебных подразделяют потребности, в зависимости от их характера и природы, на физические, социальные и интеллектуальные, конкретизируя их выполнение. В разное время людьми движут разные потребности, которые располагаются в иерархической значимости от наиболее важных – к наименее: физиологические потребности и потребности самосохранения; социальные потребности; потребности в уважении; потребности в самутверждении которые могут выступать на биологическом уровне (как предпосылка жизнедеятельности организма) и социальном (материальные и духовные составляющие). Наличие данных потребностей определяет специфику человека как субъекта исторического процесса, преобразующего природную и социальную среду.

Существует несколько подходов к рассмотрению физической активности с позиций потребности. Например, в современной отечественной литературе физическую активность рассматривают в двух направлениях, первое – физиологическое; второе – поведенческое.

Физическая активность является необходимой составной частью здорового образа жизни. Под здоровым образом жизни понимается типичная совокупность форм и способов ежедневной, культурной жизнедеятельности личности.

Изучение эффекта мотивационно-ценностного отношения студентов к физической активности создает предпосылки для определения многих аспектов, таких как самоорганизация, самообучение, сохранение и укрепление здоровья, развитие двигательных качеств, содействие физическому развитию и повышению физической подготовленности и работоспособности.

Рассмотрение проблемы формирования физической активности студентов с учетом особенностей психического и физического состояния, особенностей будущей профессиональной деятельности и региональных условий не занимает еще должного места в обосновании содержания физкультурного образования студенческой молодежи и в повышении их качества жизни. Весь комплекс исследований должен быть тесно взаимосвязан с проблемами воспитания здорового образа жизни, включающего режим учебы и отдыха, гигиену, правильное питание, устранение вредных привычек и двигательную активность.

В данном рассмотрении, активность – это личностный уровень, который направлен на удовлетворение высших ценностных потребностей личности, которая ищет, созидает или преобразует условия их удовлетворения в соответствии с позицией самой личности, ее ценностями и предъявляемыми к ней требованиями.

Многими учеными доказано, что физическая активность существенно влияет на улучшение состояния здоровья человека, обоснованная ее организация положительно направлена на восстановление, реабилитацию и коррекцию организма [5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12 и др.].

В последние годы физическую активность рассматривают как важное средство адаптивной физической культуры, нацеленной на восстановление нарушенных функций организма [11, 13].

На основании вышеизложенного можно отметить, что целенаправленная физическая активность должна строиться в первую очередь на основе освоения человеком знаний в области физического совершенствования и здоровьесбережения. В дальнейшем при осуществлении самой деятельности у человека происходит целенаправленное изменение биологических и социальных составляющих.

Таким образом, физическую активность необходимо рассматривать в качестве основной характеристики, которая в сочетании с другими факторами формирует физическую культуру личности и содействует повышению качества жизни. В социальном плане она является одним из основных компонентов системы социализации человека, общественного воспитания и самовоспитания. Физическая активность человека реализуется через физическую подготовку и тренировку, которая может носить спортивный или оздоровительный характер и выполняться в процессе занятий физическими упражнениями. Целью формирования физической активности является физическое совершенствование, т.е. гармоническое развитие и всесторонняя физическая подготовленность. Осуществление физической активности студенческой молодежи происходит благодаря получению необходимых знаний, умений и навыков. При этом основными организационными формами обучения выступают лекции, методико-практические и учебно-тренировочные занятия, спорт, физические упражнения, выполняемые в процессе досуговой деятельности и др. К показателям, характеризующим физическую активность, можно отнести частоту занятий спортом, физическими упражнениями, продолжительность, интенсивность физической нагрузки, мощность выполнения, а также приобщенность студентов к различным формам организации физкультурно-спортивной деятельности.

Наиболее важными научно-исследовательскими направлениями по рассматриваемой проблеме изучения физической активности в аспекте содействия повышению качества жизни студентов вузов являются:

1. Обоснование методик измерений физической активности студентов (количественные показатели, объем, интенсивность, мощность).
2. Оценка физической подготовленности и ее взаимосвязь с состоянием здоровья, успеваемостью, культурным развитием и качеством жизни.
3. Обоснование средств физической активности в содействии развитию качества жизни, достижению должного уровня профессиональной готовности и профессионализма в трудовой деятельности.
4. Использование средств физической активности в социализации различных групп населения и ресоциализации «групп риска».
5. Изучение особенностей формирования физической активности у студенческой молодежи и ее влияние на их здоровье и качество жизни.

6. Разработка новых методик проведения занятий физическими упражнениями с различными группами населения в аспекте развития их качества жизни.

7. Разработка единого мониторинга и создание национальной базы данных состояния здоровья, уровня физической активности, физической подготовленности, работоспособности и качества жизни всех групп (категорий) населения России.

В то же время существует значительное противоречие: с одной стороны, накоплен богатый научный опыт о положительной роли систематической физической активности в повышении уровня здоровья человека, физического развития, физической подготовленности и работоспособности; с другой стороны, слабая мотивация к регулярным занятиям физическими упражнениями, которая приводит к низким показателям физической активности населения и недостаточному уровню качества жизни.

Социальная природа человека предполагает стремление к включению в социум для развития, самовыражения и обеспечения защиты своих жизненных интересов и качества жизни. Социальное воспитание должно быть направлено на формирование у студентов традиционных ценностей культуры, особенностей образа жизни.

Для рассмотрения социальных аспектов формирования физической активности личности студента, необходимо рассмотреть процесс ее социализации. Личность – это целостность социальных свойств человека, продукт общественного развития и включения индивида в систему социальных отношений посредством активной деятельности и общения. Социализация представляет собой процесс усвоения индивидом социального опыта и включение личности в систему общественных отношений. Социализация личности – это результат и механизм приобретения социального опыта в процессе жизнедеятельности. На выбор социальной роли личности влияют как природные факторы (пол, возраст, особенности нервной системы, способности, состояние здоровья), так и социальные условия. Социализация личности является междисциплинарным понятием, которое отражает сложные социальные явления и определяется как становление личности, обучение и усвоение индивидуальных норм, ценностей и установок, образцов поведения, присущих данному обществу, социальной общности или группе.

При рассмотрении социализации личности можно выделить ряд принципов, повышающих ее эффективность:

1. Принцип гуманистической направленности – отражает признание человека, его жизнь, физическое, психическое, нравственное здоровье и духовное богатство как высшие человеческие ценности. Педагогическое воздействие на процесс социализации призвано помочь индивиду не только познать, но и овладеть этими ценностями.

2. Принцип гармонического сочетания личностных и общественных целей социализации. Данный принцип отражает взаимосвязь результатов социализации личности и уровня развития общественных отношений.

3. Принцип толерантности – предполагает признание правомерности культурных, религиозных, расовых и прочих различий между индивидами, группами и социальными общностями, терпимое отношение к проявлениям непохожести во внешнем виде, поведении, ценностных ориентациях и др.

4. Принцип субъективности – предполагает рассматривать индивида как активного субъекта процесса социализации, способного к актуализации своей роли и значимости в системе межличностных, групповых и общественных отношений, а также в разрешении собственных проблем (социальных, педагогических, психологических, здоровья и др.).

5. Принцип активной жизнедеятельности – подразумевает, что социализация эффективна при условии активности индивида, его стремления и умения познать особенности среды обитания, влиять на отношение к ней, проявлять инициативу, самоорганизацию и самодеятельность.

6. Принцип индивидуальности – означает признание уникальности личности индивида, его физических и интеллектуальных особенностей.

7. Принцип осознанности – признание человека как существа мыслящего, способного к пониманию, критической оценке ситуации, отношений и собственных деяний (действия или бездействия).

8. Принцип сочетания дифференциации и интеграции – предполагает учет индивидуальных особенностей (психофизических, возрастных, половых, профессиональных и др.) и последующую интеграцию в жизнь общества в целом.

9. Принцип педагогического сопровождения процесса социализации – означает, что социализация будет протекать намного эффективней, если в ее процессе присутствует педагогический компонент и оказывается це-

лесообразное и своевременное педагогическое влияние (направленность, реабилитация, коррекция).

Под социальным воспитанием понимается создание условий и стимулирования развития человека, его социального становления с учетом и использованием социальных влияний и воздействий.

Социальное воспитание – это составная часть процесса социализации, педагогически регулируемая и целенаправленная на формирование социальной зрелости и развитие личности посредством включения ее в различные виды социальных отношений в общении, игре, в учебной и общественно полезной деятельности.

Социальное воспитание связано с обучением, образованием, психологической подготовкой личности, самообразованием. Оно рассматривается как единый, комплексный, интегративный, многофункциональный процесс, который предполагает использование всего арсенала педагогических средств и возможностей в целях нравственного, социального воспитания и развития личности.

Под социальной адаптацией понимается освоение самостоятельных условий социальной среды, решение повторяющихся типичных проблем путем использования способов социального поведения и действия. Этот процесс включает в себя следующие факторы: социальные условия, к которым можно отнести социальное происхождение, образовательный уровень; условия среды обитания – семья, университет, одноклассники, друзья; личностные качества – активная или пассивная позиция, способности и др.

При рассмотрении критериев различия адаптационного процесса выделяют вектор активности, который различается по направленности влияния. Например, вектору активности «наружу» соответствует активное влияние личности на среду, т.е. на ее освоение и приспособление в первую очередь к себе; вектору активность «внутри» – активность, направленная, прежде всего на себя, с коррекцией собственных установок и привычных инструментальных и поведенческих стереотипов [13].

Отношение человека к физической культуре определяется с двух позиций: активной – регулярным или нерегулярным участием в физкультурно-спортивных занятиях или пассивной – зрительское поведение или безразличие [14].

Общество с целью воспроизводства социальной системы, сохранения своих социальных структур стремится сформировать социальные

стереотипы и стандарты (групповые, классовые, профессиональные и т.д.), образцы поведения. Для того чтобы усвоить этот социальный опыт, личность входит в социальную среду. Социализация – непрерывный процесс, длящийся на протяжении всей жизни человека.

Деятельность личности определяется степенью ее интеграции с макро-, мезо- и микросредой. При этом на разных этапах жизненного пути выступают различные институты социализации – семья, школа, университет, общественные институты, система образования, средства массовой информации. Социально-экономические, культурные, национальные условия жизни общества создают общий фон, на котором происходит становление личности.

На этапе социализации студента в высшем учебном заведении социальным окружением выступают университет, преподаватели, одногруппники, однокурсники, друзья, родители. Характерной особенностью процесса социализации в студенческой среде является стремление индивида получить определенный значимый для него социальный статус, то есть признание его окружающими людьми как личности, и занять достойное положение в вузовской среде среди одногруппников. Чем лучше организованы социальные группы, тем больше возможностей оказать социализирующее влияние на индивида.

Физическая культура как часть социальной сферы включает в себя элементы учебной, научной, профессионально-прикладной, бытовой и досуговой деятельности студента и влияет на жизнедеятельность и качество жизни студентов в вузе.

Физическая активность и здоровый стиль жизни студента являются одними из основных средств развития качества жизни и социализации индивида на этапе его обучения в вузе. Они могут служить средствами жизнедеятельности и подготовки к будущей профессиональной деятельности. Эти вопросы, однако, недостаточно освещены в литературе, особенно с точки зрения достижения должного уровня профессиональной готовности и профессионализма в будущей трудовой деятельности, а также развития их качества жизни.

Важным фактором социализации студента является деятельность личности, которая строится на целенаправленной активности и саморазвитии, т.е. непрерывной работе над собой.

Культура изначально выступает как способ и мера овладения внешней природой и социальной природой человека с целью всестороннего

развития человеческой индивидуальности, личности, воплощающей общечеловеческие цели и устремления.

Физическая культура, являясь составной частью культуры, по своей структуре и характеру относится к сложным, динамическим социальным системам, имеющим свои функции и компоненты.

Взаимосвязь указанных аспектов исследования по проблемам формирования физической активности определяется деятельностью сущностью человека, связанной с ее социальными функциями. Функции физической культуры реализуются через активную деятельность человека, направленную на использование соответствующих культурных ценностей [8].

Эффективность приобщения личности к ценностям физической культуры зависит от связи с социокультурной активностью человека, его ценностными ориентациями и знаниями. Содержание физической активности обуславливает процесс приобщения личности к ценностям физической культуры и здоровому образу жизни.

Социологический анализ проблемы формирования физической активности студенческой молодежи предполагает изучение ее места и роли в сохранении и укреплении здоровья, влияния на жизнедеятельность и на достижение профессиональной готовности, в содействии развитию качества жизни. Необходимым и важным является изучение структуры и компонентов физической активности, веса каждого из них в рамках профессиональной подготовки на этапе обучения студентов в вузе.

В последние годы для оценки качества жизни, связанного со здоровьем используют следующие методики: 1) шкала Карновского; 2) индекс благополучия Кэмбелла; 3) профиль воздействия болезни; 4) индекс общего психического благополучия. В настоящее время среди зарубежных и отечественных специалистов для оценки качества связанного со здоровьем используется опросник SF-36 HTFLTH STATUS SURVEY. Данный опросник SF-36 относится к неспецифическим опросникам для оценки качества жизни.

36 пунктов опросника сгруппированы в восемь шкал: физическое функционирование, ролевая деятельность, телесная боль, общее здоровье, жизнеспособность, социальное функционирование, эмоциональное состояние и психическое здоровье. Показатели каждой шкалы варьируют между 0 и 100, где 100 представляет полное здоровье, все шкалы формируют два показателя: душевное и физическое благополучие.

Результаты представляются в виде оценок в баллах по 8 шкалам, составленных таким образом, что более высокая оценка указывает на более высокий уровень качества жизни. Количественно оцениваются следующие показатели:

1. *Physical Functioning (PF)* – физическое функционирование, отражающее степень, в которой физическое состояние ограничивает выполнение физических нагрузок (самообслуживание, ходьба, подъем по лестнице, переноска тяжестей и т.п.). Низкие показатели по этой шкале свидетельствуют о том, что физическая активность пациента значительно ограничивается состоянием его здоровья.

2. *Role – Physical (RP)* – ролевое функционирование, обусловленное физическим состоянием – влияние физического состояния на повседневную ролевую деятельность (работу, выполнение повседневных обязанностей). Низкие показатели по этой шкале свидетельствуют о том, что повседневная деятельность значительно ограничена физическим состоянием пациента.

3. *Bodily Pain (BP)* – интенсивность боли и ее влияние на способность заниматься повседневной деятельностью, включая работу по дому и вне дома. Низкие показатели по этой шкале свидетельствуют о том, что боль значительно ограничивает активность пациента.

4. *General Health (GH)* – общее состояние здоровья – оценка больным своего состояния здоровья в настоящий момент и перспектив лечения. Чем ниже бала по этой шкале, тем ниже оценка состояния здоровья.

5. *Vitality (VT)* – жизненная активность подразумевает ощущение себя полным сил и энергии или, напротив, обессиленным. Низкие баллы свидетельствуют об утомлении пациента, снижении жизненной активности.

6. *Social Functioning (SF)* – социальное функционирование определяется степенью, в которой физическое или эмоциональное состояние ограничивает социальную активность (общение). Низкие баллы свидетельствуют о значительном ограничении социальных контактов, снижении уровня общения в связи с ухудшением физического и эмоционального состояния.

7. *Role – Emotional (RE)* – ролевое функционирование, обусловленное эмоциональным состоянием, предполагает оценку степени, в которой эмоциональное состояние мешает выполнению работы или другой

повседневной деятельности (включая большие затраты времени, уменьшение объема работы, снижение ее качества и т.п.). Низкие показатели по этой шкале интерпретируются как ограничение в выполнении повседневной работы, обусловленное ухудшением эмоционального состояния.

8. Mental Health (МН) – психическое здоровье, характеризует настроение наличие депрессии, тревоги, общий показатель положительных эмоций. Низкие показатели свидетельствуют о наличии депрессивных, тревожных переживаний, психическом неблагополучии.

Шкалы группируются в два показателя «физический компонент здоровья» и «психологический компонент здоровья»:

1. Физический компонент здоровья.

Составляющие шкалы: физическое функционирование; ролевое функционирование, обусловленное физическим состоянием; интенсивность боли; общее состояние здоровья.

2. Психологический компонент здоровья.

Составляющие шкалы: психическое здоровье; ролевое функционирование, обусловленное эмоциональным состоянием; социальное функционирование; жизненная активность.

Выводы. Таким образом, исследование физической активности с социальных позиций позволяет выявить условия и последовательность ее формирования, это повлечет за собой обоснование и реализацию в практике высшей школы современных педагогических технологий, направленных на эффективность ее формирования, в аспекте содействия повышения качества жизни студенческой молодежи.

Процесс формирования физической активности студенческой молодежи должен переходить от внешней деятельности во внутренний план сознания. Формирование физической активности у студентов должно базироваться на действительности и реализовываться через их активную деятельность. Научные исследования в данной области, связанные с анализом существующей системы физкультурного образования, приведут к разработке современных подходов к ее преобразованию. Важным является изучение физической активности с позиций повышения качества жизни студенческой молодежи.

ЛИТЕРАТУРА

1. *Лига М.Б.* Качество жизни как основа социальной безопасности. М.: Гардарики, 2006. 223с.

2. *Самсоненко И.В.* Повышение качества жизни студентов с использованием атлетической гимнастики и информационных технологий: автореф. дисс... канд. пед. наук. Хабаровск, 2011. 24с.
3. *Бальсевич В.К.* Онтокинезиология человека. М.: Теория и практика физической культуры, 2000. 275 с.
4. *Пономарев Н.И.* Некоторые проблемы функционирования развития теории физической культуры // Теория и практика физической культуры. 1996. №5. С.55–58.
5. *Комков А.Г.* Организационно-педагогическая технология формирования физической активности школьников // Физическая культура: воспитание, образование, тренировка. 2002. №1. С.2–4.
6. *Амосов Н.М.* «Энциклопедия Амосова. Алгоритм здоровья. Человек и общество». М.: Сталкер, 2003. 464 с.
7. *Айзман Р.И.* Здоровье населения России: медико-социальные и психолого-педагогические аспекты его формирования. Новосибирск, 1996. 28 с.
8. *Лейфа А.В., Перельман Ю.М., Швецов М.Ю.* Качество жизни, здоровье и физическая активность студенческой молодежи Дальнего Востока и Забайкалья // Благовещенск – Чита: ООО «Орион», 2010. 204 с.
9. *Лейфа А.В.* Состояние здоровья и физической подготовленности студенческой молодежи классического университета // Бюл. физиол. и патол. дыхания. – 2003. – Вып. 13. – С. 42-45.
10. *Лейфа А.В.* Содержание и пути сохранения и укрепления здоровья студентов вузов // Физическое воспитание студентов. 2009. – № 2. – С. 56-59.
11. Обоснование технологии физической активности студентов высших учебных заведений с болезнями органов дыхания / *А.В.Лейфа, Ю.М. Перельман, Н.Н.Вавилова, К.Н.Сизоненко* // Бюл. физиол. и патол. дыхания. 2006. Вып. 22. С. 72-78.
12. Повышение уровня здоровья студенток ВУЗа физкультурно-оздоровительными средствами / *А.В.Лейфа, В.М.Вергунова, Ю.М.Перельман, С.С.Добровольский* // Бюл. физиол. и патол. дыхания.. 2012. Вып. 44. С. 29-35.
13. *Евсеев С.П., Шапкова Л.В.* Адаптивная физическая культура: учебное пособие. М.: Советский спорт, 2000. 240 с.

E-mail: dncfpd@ramn.ru

©2013 г. **Е.И. Буданова**¹, канд. мед. наук, доцент, **Н.В. Еркин**²
(¹Московский областной гуманитарный институт, Подольск,
²Подольский социально-спортивный институт)

МЕТОДИКА ОЦЕНКИ КАЧЕСТВА ЖИЗНИ КУРСАНТОВ ВОЕННОГО ВУЗА

Излагается методика оценки качества жизни курсантов военного вуза на основе изучения ценностных ориентаций, значимых потребностей изучаемого контингента для ранней диагностики преморбидных состояний и выявления факторов повышенного риска возникновения дезадаптивных состояний у личного состава.

Ключевые слова: качество жизни, интегральная оценка, формализация экспертных суждений.

E.I. Budanova¹, **N.V. Erkin**²

(¹Moscow regional Institute for the Humanities, Podolsk,
²Podolsk social sports Institute*)

METHODS OF ESTIMATION OF QUALITY OF LIFE OF MILITARY ACADEMY CADETS

The authors describes the methodology of evaluation of the quality of life of the cadets of the military Academy on the basis of studying of value orientations, the important needs of the examined contingent for early diagnosis of premorbid and identify the factors of increased risk of against non-adaptable conditions of the personnel.

Keywords: quality of life, integral estimation, formalization of expert judgments.

Современный этап развития военного здравоохранения на первое место выдвигает необходимость заботы о здоровом военнослужащем, что предполагает в медико-психологическом сопровождении профессиональной деятельности военных специалистов сделать перенос акцента с экспертизы здоровья на его сохранение. Возможным решением возникающих задач является внедрение в медицинское обеспечение подхода, основанного на принципах концепции качества жизни (КЖ) как интегральной характеристики человека [1].

Большой опыт изучения КЖ показывает, что это исключительно перспективный метод для всех разделов медицины, в том числе и профи-

лактической. КЖ как многомерное явление, учитывающее комбинированное влияние большого числа факторов разной интенсивности окружающей природно-социальной среды и включающее в обязательном порядке объективные и субъективные компоненты в тесной взаимосвязи с состоянием здоровья человека позволяет проводить мониторинг здоровья различных слоев населения [4].

Формирование показателей, определяющих качество жизни курсантов

Одной из основных проблем, возникающих при синтезе комплексной оценки КЖ, является проблема формирования исходных показателей, поскольку используемые номенклатуры показателей содержат числовые и нечисловые характеристики [2,3]. Числовые показатели определяются путем непосредственных наблюдений и измерений (рост, масса тела, величина артериального давления крови и т.п.). Оценка нечисловых показателей (показатели образа жизни, генетической предрасположенности к возникновению нарушений состояния и т.п.) требует некоторых субъективных суждений.

В соответствии со сформулированным подходом к синтезу КЖ, при разработке критериев оценки КЖ использовался метод формализации экспертных суждений. Из специально сконструированной анкеты, содержащей легко доступные для понимания вопросы с вариантами ответов на них, были получены данные о различных сторонах жизни военнослужащих. Варианты ответов на поставленные анкетой вопросы явились исходными данными для выявления компонентного состава КЖ.

Методика оценки качества жизни курсантов

Следующим требованием к разработке критериев оценки КЖ является нормирование первичных показателей. Для этого, прежде всего, требовалось подобрать шкалу, с помощью которой возможен перевод результатов теста в оценки.

Оценка качества и уровня жизни определялась с помощью анкеты в 7-балльной системе оценок. Алгебраическое суммирование всех ответов респондентов представляло собой обобщенную оценку КЖ. Оценка результатов опроса переводилась в оценочную шкалу в соответствии с табл. 1.

Таблица 1.

Оценочная шкала удовлетворенности КЖ

Балл	Критерий КЖ	Интегральная оценка удовлетворенности КЖ
1	Недопустимое	
2	Плохое	«Низкая»
3	Нежелательное	
4	Удовлетворительное	«Средняя»
5	Хорошее	
6	Отличное	«Высокая»
7	Очень высокое	

Для определения показателей психического состояния первичные оценки психологических тестов переводились в нормативные показатели в соответствии с методикой, которая имеется в каждом использованном опроснике. Обработка полученных данных проводилась после получения формализованных данных в соответствии с табл.2.

Таблица 2.

Оценка психофизиологического состояния с учетом исследуемых показателей

Показатель уровня психического здоровья	Оценка уровня адаптационных способностей (стэны)	Оценка уровня агрессивности и враждебности (баллы)	Оценка уровня субъективного контроля (стэны)	Оценка уровня стрессоустойчивости (баллы)	
«Высокий»	6 -10	17-20	4-6	5,5	0-120
«Средний»	3 - 5	3-16	1-3	3,5-5 6-7	121-350
«Низкий»	1 - 2	21-25	7-10	1-3 8-10	351-550

Так как компонентный состав КЖ военнослужащих образует сложную структуру взаимосвязей составляющих его элементов: качества здоровья, качества природной среды, качества образования, духовности и др., при расчете интегральной оценки определяли степень взаимного влияния каждого показателя на его отдельные составные части.

Полученная структура компонентного состава КЖ позволяет выявлять факторы риска, снижающие уровень здоровья курсантов. Среди них наибольшее значение имеют (по степени уменьшения): воздействие комплекса неблагоприятных факторов образа жизни военнослужащих, учеб-

ной деятельности, условий военной службы и быта и качества оказываемой им медицинской помощи. Структура показателей КЖ позволила выносить заключения о возможности нарушений в состоянии здоровья военных специалистов на фоне снижения качества их жизни. Результаты сопоставлялись с оценочной шкалой, после чего делался вывод о КЖ военнослужащих, которое может иметь следующие уровни: 0–0,4 – низкое КЖ; 0,4–0,8 – среднее; 0,8–1,0 – высокое. В соответствии с этим диапазон значений 0,0–0,8 соответствует высокому риску снижения здоровья

Заключение

Изложенная методика была апробирована при изучении КЖ военнослужащих, проходящих службу по контракту в Учебном центре Федеральной противопожарной службы МЧС России. В результате проведенной апробации показано, что результаты, полученные с помощью разработанной методики, значимо коррелируют с результатами, полученными при использовании опросника ВОЗ SF-36, верифицированных на большом контингенте обследованных, что позволило судить о корректности предлагаемых решений.

ЛИТЕРАТУРА

1. *Бобков В.Н.* Качество жизни: вопросы теории и практики / *В.Н. Бобков, П.С. Масловский-Мстиславский, Н.С. Маликов.* М.: Всерос. центр уровня жизни, 2000.
2. Методика автоматизированного оценивания риска нарушения функционального состояния человека на основе компьютерных опросников / *Ю.А. Кукушкин, А.В. Богомолов, В.М. Усов* // Биомедицинские технологии и радиоэлектроника. 2002. №5. С. 114–120.
3. *Ушаков И.Б.* Методика нечеткого взвешивания факторов риска в системах автоматизированного оценивания качества жизни / *И.Б. Ушаков, В.М. Усов, А.В. Богомолов* // Качество жизни: Россия XXI века: тез. Всерос. конф. ВНИИ техн. эстетики. М., 2000. С. 70
4. *Шевченко Ю.Л.* Концепция исследования качества жизни в здравоохранении // Медицинская газета. № 53. 14.7.2000, № 54. 19.7.2000.

E-mail: erkina_elena@mail.ru

©2013 г. В.Е. Деревич

(Национальный Центр Общественного Здоровья МЗ РМ, Кишинев)

О СИСТЕМЕ ПОДГОТОВКИ И ПОВЫШЕНИЯ КВАЛИФИКАЦИИ СПЕЦИАЛИСТОВ ПО ВОПРОСАМ СТАНДАРТИЗАЦИИ И МЕТРОЛОГИЧЕСКОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ ЦОЗ МЗ РМ

В систему подготовки входило знание понятий стандартизация, метрология, нормативные документы. Классификация средств измерений. Поверка СИ и периодичность их проведения. Внедрение НД и СИ. Обязательный учет СИ.

Ключевые слова: Стандартизация, метрология, нормативный документ, актуализация, технический регламент, средства измерения, поверка, учетная медицинская документация.

V.E.Derevich

(National Center of Public Health of MH RM, Kishinev)

ABOUT SYSTEM OF PREPARATION AND PROFESSIONAL DEVELOPMENT OF EXPERTS IN QUESTIONS OF STANDARDIZATION AND METROLOGICAL PROVIDING NCPH OF MH OF RM

The system of preparation included knowledge of concepts standardization, metrology, normative documents. Classification of measuring instruments. Checking of SI and frequency of their carrying out. ND and SI introduction. Obligatory accounting of SI.

Keywords: Standardization, metrology, normative document, updating, technical regulations, gages, checking, registration medical documentation.

Подготовка специалистов по стандартизации и метрологическому обеспечению лабораторного контроля центров общественного здоровья МЗ РМ осуществлялась на курсе повышения квалификации врачей-бактериологов кафедры Микробиологии, Вирусологии и Иммунологии Национального университета Медицины и Фармации им. Н.Тестимицану.

В систему подготовки входило проведение обязательного письменного тестового контроля по десяти бальной шкале обучения. Тщательный разбор его результатов. Ведение мной устного и наглядного лекционного материала врачам-бактериологам-курсантам с объяснением правильных ответов на представленные вопросы после прослушивания. Занятия проводились 4-5 раз в год по Программам обучения, составленным заведу-

ющим курса и утвержденных деканом факультета усовершенствования врачей НУМФ им. Н.Тестимицану. За период с 2002 года по 2010 год подготовлено 52 специалиста, проведено 456 учебных часов.

В занятие входило обучение понятиям стандартизация, метрология. Знание Закона по стандартизации [1], Закона о метрологии [2], Постановления об утверждении Официального Перечня средств измерений, подлежащих обязательному Государственному метрологическому контролю [4], Закона об оценке и аккредитации в системе здравоохранения [5], Постановления Правительства РМ о Национальном Совете по оценке и аккредитованию в системе здравоохранения [6], Методических указаний о работе по стандартизации и метрологическому обеспечению в ЦПМ МЗ СЗ РМ [7].

Классификация нормативных документов по сфере применения, дате, содержанию, характеру употребляемой продукции и оказываемых услуг населению, в том числе, применяемых в деятельности. Порядок ведения приобретенных действующих нормативных документов, их актуализация. Понятие действующий нормативный документ, в т.ч, категория, вид стандарта, правильное его чтение. Технические регламенты, их сфера действия. Внедрение, освоение и соблюдение действующих нормативных документов и новых СИ, применяемых в общественном здоровье [8, 9]. Соблюдение порядка, этапности, сроков отбора проб и материалов, необходимой их консервации, проведения исследований на рабочих СИ и исправных изделиях медицинской техники, регистрация и выдача результатов исследований.

Работа специалистов в Национальных технических комитетов по стандартизации [10]. Понятие и порядок проведения Государственного метрологического контроля СИ и состояние исправности изделий медицинской техники. Ремонт ИМТ. Классификация СИ. Поверка СИ, ее виды и периодичность проведения [3]. Ведение обязательного учета СИ согласно требований действующей учетной медицинской документации. О выполнении командировочных заданий по стандартизации и метрологическому обеспечению лабораторного контроля по ЦОЗ МЗ РМ [11]. Обсуждение об устранении выявленных нарушений на рабочих местах. Таких как, определение кода ОКП по НД на испытуемый материал специалистом ОМП при аккредитации НЦОЗ в системе МЗ РМ. Определение единиц объема пробы питьевой воды в размере 1 бутылки (o sticlă) для проведения микробиологических исследований заведующей в бактерио-

логической лаборатории ЦОЗ Криуленьского района РМ. Отсутствие ведение обозначений единиц массы в рабочей документации специалистами вивария и бухгалтерии НЦОЗ МЗ РМ. О достоверности НД, разработанного ЦСГЛ НЦОЗ МЗ РМ и представленного в Национальный институт Стандартизации и Метрологии РМ.

ЛИТЕРАТУРА

1. Закон Республики Молдова о Стандартизации № 590-XIII от 22.09.95, М.О. 11-12/116 от 22.02.1996.
2. Закон Республики Молдова о Метрологии № 647-XIII от 17.11.95, М.О. №13 от 29.02.1996.
3. RGML 12:2007, Verificarea mijloacelor de măsurare. Organizarea și modul de efectuare.
4. Постановление Службы Стандартизации и Метрологии Республики Молдова «Об утверждении Официального Перечня средств измерений, подлежащих обязательному Государственному метрологическому контролю», №1445-М от 04.01.2004, М.О. №35-37 от 27.02.2004, №2151-М от 01.08.2007, BS №5-2007.
5. Закон об оценке и аккредитации в системе здравоохранения № 552-XV от 18.10.2001, М.О. №155-157, Р.4. 2001.
6. Постановление Правительства РМ о Национальном Совете по оценке и аккредитованию в системе здравоохранения №526 от 29.04.2002, М.О. №62/612 от 09.05.2002.
7. Методические указания «О работе по стандартизации и метрологическому обеспечению в ЦПМ МЗ СЗ РМ» №01.10.32.3-8 от 10.05.2006, Кишинэу, 2006, С.23.
8. *Деревич В.Е.* Implementarea a standardelor Naționale și indicației metodice în practica laboratoarelor bacteriologice a centrelor de medicină preventivă a Ministerul Sănătății și Protecției Sociale al Republicii Moldova» Бюлетин № 3-2006 Академии Наук Республики Молдова.
9. *Деревич В.Е.* Метрологические требования внедрения новых средств измерений в деятельности ЦПМ МЗ и СЗ РМ // Информатика и системы управления. 2007. С.71-74.
10. *Деревич В.Е.* О системе обеспечения соответствия показателям норм и правил, устанавливаемых в нормативных документах по требованиям безопасности для жизни, здоровья, имущества и окружающей среды в Республике Молдова // Материалы VI междунар. науч. конф. «Системный анализ в медицине», 29-30 мая 2012 г., Благовещенск. 2012. С.106-107.
11. *Деревич В.Е.* О системе выполнения командировочных заданий по вопросам стандартизации и метрологического обеспечения лабораторного контроля за 2006-2010 годы // Материалы V междунар. науч. конф. «Системный анализ в медицине» / под общ. ред. В.П.Колосова. Благовещенск, 2011. С.193-195.

E-mail: vederevici@rambler.ru

© 2013 г. **Н.М. Жилина**, д-р техн. наук, **Г.И. Чеченин**, д-р мед. наук
(Государственный институт усовершенствования врачей, Новокузнецк)

ЗДОРОВЬЕ ДОШКОЛЬНИКОВ НОВОКУЗНЕЦКА ПО ИНФОРМАЦИИ АВТОМАТИЗИРОВАННОЙ СИСТЕМЫ СОЦИАЛЬНО-ГИГИЕНИЧЕСКОГО МОНИТОРИНГА

Излагаются результаты развития межведомственной автоматизированной информационной системы социально-гигиенического мониторинга в г. Новокузнецке, приведены основные зоны риска здоровья дошкольников по городу, территориальным районам и конкретным детским учреждениям.

Ключевые слова. Обобщенные показатели, индекс здоровья, лингвистическая шкала, зоны риска здоровья дошкольников.

N.M. Zhilina, G.I. Chechenin

(The state institute of improvement of doctors, Novokuznetsk)

HEALTH OF PRESCHOOL CHILDREN OF NOVOKUZNETSK ACCORDING TO THE AUTOMATED SYSTEM OF SOCIAALLY-HYGIENIC MONITORING

Results of development of the interdepartmental automated information system of socially-hygienic monitoring in Novokuznetsk are stated, the basic zones of risk of health of preschool children on a city, territorial areas and concrete child care centres are resulted.

Keywords. The generalised indicators, a health index, a linguistic scale, zones of risk of health of preschool children

Актуальность темы. Дошкольное детство – период интенсивного роста и развития организма и повышенной его чувствительности к влияниям природной и социальной среды. Широкая распространенность функциональных отклонений и хронических болезней у детей дошкольного возраста указывает на необходимость и своевременность ведения автоматизированного мониторинга здоровья дошкольников, выявления и особого внимания к зонам риска здоровья детей. Условия детского сада должны соответствовать возрастным потребностям роста ребенка и обеспечивать сохранность его здоровья и гармоничного развития.

Материалы и методы исследования. Проведен анализ выходной информации системы автоматизированного мониторинга дошкольных об-

разовательных учреждений автоматизированной системы социально-гигиенического мониторинга (АИС СГМ) «Здоровье дошкольников» за период 2010–2012 гг. по возрастным группам детей 4-5 лет и шести лет в г. Новокузнецке. Инструменты исследования: MS Excel-2010, статистический пакет *IBM SPSS Statistics–19*. Для сравнения порядковых признаков применен непараметрический критерий Уилкоксона, различия считались значимыми при уровне $p < 0,05$. Сведения о количестве детей по возрастным группам в дошкольных учреждениях получены из городского управления образования и Центра «Семья».

Характеристика системы мониторинга. В г. Новокузнецке на протяжении ряда лет функционирует межведомственная автоматизированная информационная система социально-гигиенического мониторинга «Здоровье – Среда обитания», позволяющая оценить уровень здоровья населения в целом, трудящихся города, школьников и педагогов во взаимосвязи с факторами среды обитания, условиями труда и обучения, социальными характеристиками [1]. В 2009 году подключена подсистема мониторинга «Здоровье дошкольников», которая оценивает уровень здоровья дошкольников по возрастным группам 4-5 и шести лет по городу, районам, конкретным дошкольным учреждениям.

Для получения интегрированных индексов здоровья (ИЗ) и их оценки используются соответствующие математические методы оценки показателей [2], стандарты (интервалы благополучия первичных показателей) и оценочные шкалы. Лингвистическая шкала оценки обобщенных показателей имеет вид: значение не менее 0,95 соответствует хорошему уровню здоровья; 0,85-0,94 – удовлетворительный уровень; 0,80-0,84 – относительно удовлетворительный; 0,75-0,79 – пониженный; 0,60-0,74 – низкий; менее 0,60 – очень низкий уровень здоровья.

Функции автоматизированной системы мониторинга «Здоровье дошкольников»:

- создание и поддержка в актуальном состоянии в Кустовом медицинском информационно-аналитическом центре (КМИАЦ) г.Новокузнецка персонифицированной базы данных детей дошкольного возраста, посещающих дошкольные образовательные учреждения (ДОУ); интерфейс с базой данных «Заболеваемость по обращаемости, форма 025»;
- создание и поддержка в актуальном состоянии базы интегрированных показателей состояния здоровья дошкольников;

- поддержка в актуальном состоянии базы нормативно-справочного фонда;
- расчет и формирование выходной информации интегрированных показателей здоровья дошкольников по городу, районам, учреждениям.

Результаты исследования. К зонам риска по классам заболеваний по г. Новокузнецку у детей 4-5 лет относятся: болезни крови, кроветворных органов (ИЗ=0,60); болезни нервной системы (ИЗ=0,57). По сравнению с предыдущим годом в 2012 г. ухудшилось состояние здоровья детей 4-5 лет по болезням эндокринной системы, органов дыхания (в том числе хроническому фарингиту и назофарингиту), болезням системы пищеварения, мочеполовой системы, врожденным аномалиям и порокам развития. Хотя в настоящее время обобщенные показатели по этим классам заболеваний еще не попали в зону риска, на их лечение и профилактику у дошкольников 4-5 лет также рекомендуется обратить особое внимание.

К зонам риска по классам заболеваний по городу в целом у детей шести лет относятся: анемии (ИЗ=0,87, по заболеваемости 0,73); болезни нервной системы (ИЗ=0,87, по заболеваемости 0,80); врожденные аномалии и пороки развития (ИЗ=0,67, по болезненности 0,33).

По этим заболеваниям состояние здоровья детей шести лет ухудшилось. Кроме того, по сравнению с предыдущим годом в 2012 г. ухудшилось состояние здоровья детей шести лет по болезням крови и кроветворных органов, органов дыхания (в том числе астме и астматическому статусу), болезням системы кровообращения, костно-мышечной системы, врожденным аномалиям и порокам развития. Хотя в настоящее время обобщенные показатели по этим классам заболеваний еще не попали в зону риска, на их лечение и профилактику у дошкольников шести лет также рекомендуется обратить особое внимание.

Проведен анализ состояния здоровья дошкольников по территориальным районам г. Новокузнецка, выявлены зоны риска по заболеваемости 4-5 летних и шестилетних дошкольников по каждому району, даны рекомендации для специалистов. Самый низкий уровень здоровья дошкольников 4-5 лет в 2012 г. зарегистрирован в Заводском районе (ИЗ=0,88), у шестилетних детей – в Куйбышевском районе г. Новокузнецка (ИЗ=0,91).

По городу значимого различия в возрастных группах дошкольников не выявлено ($p=0,109$). Близки к критическому уровню ($p=0,05$) различия в

Кузнецком, Орджоникидзевском и Заводском районах города.

Далее анализировалось состояние здоровья детей по детским дошкольным учреждениям. В группе дошкольников 4-5 лет больше учреждений с неблагополучным уровнем здоровья, таких учреждений выявлено девять (№№ 251, 179, 249, 208, 215, 59, 238, 5, 74), в то время как для группы шестилетних детей – три детских сада (№№ 147, 251, 237). При этом очень низкий уровень здоровья детей 4-5 лет выявлен в одном учреждении, это д/с № 251 (ИЗ=0,47). В этом детском саду и здоровье шестилетних детей оставляет желать лучшего: ИЗ=0,75 (пониженный уровень).

Заключение. В результате проведенного анализа выявлены зоны риска по классам заболеваний и нозологиям по г. Новокузнецку, территориальным районам города и по учреждениям с наиболее низкими уровнями здоровья детей по возрастным группам дошкольников. Даны практические рекомендации по улучшению сложившейся ситуации по городу в целом, территориальным районам и конкретным дошкольным учреждениям.

Результаты исследования доложены на городском ежегодном ва-леологическом совете, на котором присутствуют руководители и специалисты муниципального здравоохранения и образования, представители образовательных учреждений города и Роспотребнадзора. Проблемы начального этапа функционирования городской системы автоматизированного мониторинга дошкольных образовательных учреждениях г. Новокузнецка и актуальные направления дальнейшего развития АИС СГМ систематизированы и представлены в проект решения совета.

ЛИТЕРАТУРА

1. Функционирование, развитие и результаты внедрения автоматизированной информационной системы социально-гигиенического мониторинга (АИС СГМ) / Г.И. Чеченин, Н.М. Жилина, Т.В. Сапрыкина [и др.] // Врач и информационные технологии : науч.-практ. журн. 2004. №7. С. 14-19.
2. Жилина Н.М. Алгоритм интеграции показателей в применении к автоматизированной информационной системе социально-гигиенического мониторинга // Информатика и системы управления. 2009. №4(22). С. 150-152.

E-mail: jilina@ivcgzo.nkz.ru

©2013 г. А.А. Шумкин¹, Г.И. Чеченин², д-р мед. наук
(¹МБЛПУ «Станция скорой медицинской помощи», ²МБУ ЗОТ «Кустовой медицинский информационно-аналитический центр», Новокузнецк)

ЭКСПЕРТНАЯ И СРАВНИТЕЛЬНАЯ ОЦЕНКА ЭФФЕКТИВНОСТИ РАБОТЫ ОПТИМИЗИРОВАННЫХ АЛГОРИТМОВ РЕГИСТРАЦИИ ВЫЗОВОВ К ЛИЦАМ, НАХОДЯЩИМСЯ В НАРКОТИЧЕСКОМ ОПЬЯНЕНИИ И С ПЕРЕДОЗИРОВКОЙ ОПИАТОВ⁷

Сравнительный анализ алгоритмов регистрации и сортировки исследуемых поводов вызовов за периоды 2003-2005 гг. и 2009-2011 гг. выявил снижение почти в 3,5 раза показателя вызова «на себя» Анестезиолого-реанимационных бригад, в случае необходимости, бригадами других профилей. Доля больных, требующих участия АРБ во втором периоде, сократилась относительно первого периода. Доля случаев смерти в присутствии бригады СМП сократилась в 10 раз, до прибытия бригады СМП – более чем в 1,5 раза.

Ключевые слова: скорая медицинская помощь, анестезиолого-реанимационные бригады, вызовы, наркотическое опьянение и передозировка опиатов

A.A. Shumkin, G.I. Chechenin

(Emergency Medical Service Station, Sectional medical information and analysis center, Novokuznetsk)

EXPERT AND COMPARATIVE ASSESSMENT OF OVERALL PERFORMANCE OF THE OPTIMIZED ALGORITHMS OF REGISTRATION OF CALLS TO THE PERSONS BEING IN NARCOTIC INTOXICATION AND WITH OVERDOSE OF OPIATES

The comparative analysis of algorithms of registration and sorting of studied occasions of calls for the periods 2003-2005 and 2009-2011 revealed decrease almost by 3,5 times of an indicator of a call "on itself" crews of intensive therapy, in case of need, crews of other profiles. The share of the pa-

⁷ В качестве экспертов выступили: заведующий кафедрой «СМП» Новокузнецкого ГИУВа, сотрудники кафедры, аспиранты, заведующий диспетчерским отделом станции СМП г. Новокузнецка, заведующие Специализированной и Центральной подстанций, врачи анестезиолого-реанимационных бригад высшей категории.

tients demanding participation of crews of intensive therapy in the second period, was reduced concerning the first period. The share of cases of death in the presence of crew of an emergency medical service was reduced by 10 times, before arrival of crew of an emergency medical service – more than by 1,5 times.

Keywords: emergency medical service, anesteziologo-resuscitation crews, calls, narcotic intoxication and overdose of opiates

Введение. Служба скорой медицинской помощи (СМП), как структура, имеет для страны статус национальной безопасности. Анестезиолого-реанимационные бригады (АРБ) – как отряды специального назначения в армии государства. Именно эти бригады решают самые сложные и важные задачи: оказание специализированной скорой медицинской помощи населению в критических ситуациях. Поэтому они должны использоваться максимально эффективно и рационально. В прошлом столетии учеными (В.М. Тавровский, Ю.М. Янкин, А.З. Виноградов и др.) был разработан и внедрен в практическую деятельность станции СМП г. Новокузнецка алгоритм регистрации и сортировки вызовов по профильности (в том числе, реанимационные) [1, 2]. С момента внедрения алгоритмов мероприятий по их оптимизации не проводилось. С 2007 г. совместными усилиями сотрудников кафедры медицинской кибернетики и информатики и кафедры скорой медицинской помощи Новокузнецкого ГИУВа проводится анализ алгоритмов регистрации и сортировки реанимационных поводов вызовов [3]. В данной работе представлен сравнительный анализ поводов вызовов к лицам в наркотическом опьянении и в состоянии передозировки опиатов.

Цель исследования. Максимальное удовлетворение потребностей населения в анестезиолого-реанимационных видах скорой медицинской помощи необходимого качества путем оптимизации деятельности бригад анестезиолого-реанимационного профиля.

Задачи исследования:

1. Изучить обращаемость людей в наркотическом опьянении и состоянии передозировки опиатов за скорой медицинской помощью;
2. Провести анализ и дать оценку работы оптимизированной системы регистрации вызовов и выбора профильности направляемой бригады.

Материалом исследования послужила персонифицированная компьютерная база данных станции СМП г. Новокузнецка за периоды

2003-05 и 2009-11 гг. Критериями отбора случаев для исследования были вызовы, обслуженные бригадами всех профилей с поводами «наркотическое опьянение» и «передозировка опиатов». Объем выборки за периоды 2003-05 и 2009-11 гг. составил 7589 и 6536 случаев, соответственно. Анализ проводился путем сравнительной оценки показателей обслуживания лиц в наркотическом опьянении и с передозировкой опиатов за два периода: 2003-05 гг. – до внедрения оптимизированной системы регистрации вызовов реанимационного профиля, и 2009-11 гг. – после внедрения системы, с применением методов математической статистики (Z-критерий). Применялся метод экспертных оценок: для определения случаев, где пострадавшим действительно была необходима какая-либо специализированная СМП, по специально выбранным критериям:

– вызовы, обслуженные только АРБ. Поскольку, если они обслужены самостоятельно БДП, то, соответственно, такие пациенты в анестезиолого-реанимационной помощи не нуждались. Если же бригады других профилей вызывали «на себя» специализированные бригады, то вызов дублировался (на одного и того же больного заводилось две карты вызова) и, поэтому, учитывались только вызовы, обслуженные последними;

– из всех вызовов, обслуженных АРБ, учитывались только те, где пациенты в результате доставлялись в стационар и были госпитализированы. Так как, если больному оказана анестезиолого-реанимационная медицинская помощь, он подлежит обязательной последующей госпитализации. И напротив, если пациент оставлен на месте или доставлен в травматологический кабинет, то в анестезиолого-реанимационной медицинской помощи он не нуждается.

Результаты исследования. За 2003-05 гг. бригадами СМП обслужено 7589 вызовов (в среднем за год $2530 \pm 633,6$), за 2009-11 гг. – 6536 вызовов (в среднем за год $2179 \pm 559,6$ вызовов, то есть среднегодовое значение на 13,9% меньше чем за предыдущий период). На наш взгляд это обусловлено снижением использования населением наркотических веществ опиатного действия в сторону все большего применения энтеральных синтетических наркотиков («соль» и прочие). Это подтверждает следующий факт: средний возраст пациентов в первом периоде составил 26 ± 7 лет, во втором – 29 ± 8 лет, то есть у пациентов с наркотическим опьянением и передозировкой опиатов средний возраст стал на 3 года выше во втором периоде в сравнении с первым, что, учитывая снижение к ним

числа вызовов, косвенно говорит о снижении прироста числа наркозависимых от опиатов в Новокузнецком Городском округе. При этом доля мужчин среди пациентов за оба периода исследования значительно превалирует над женским полом (86,8% за первый период и 84,4% за второй, соответственно).

Согласно критериям экспертной оценки доля больных, действительно требующих участия АРБ во втором периоде, сократилась до 0,6% (37 случаев), при $P=0,392$, относительно первого периода – 1,0% (79 случаев из 7589 вызовов).

После внедрения оптимизированной системы регистрации вызовов произошло увеличение доли обслуженных вызовов бригадами других профилей относительно показателя исходного периода с 54,6% (4146 вызовов за 2003-05 гг.), до 73,5% (4807 вызовов за период 2009-11 гг.), при улучшении качественных показателей результатов работы бригад СМП. При обслуживании вызовов бригадами других профилей к периоду 2009-11 гг., в сравнении с периодом 2003-05 гг., отмечается:

- снижение доли направленных на госпитализацию больных с 7,9% до 2,5% ($P=0,064$), при увеличении доли оставленных после оказания помощи на месте вызова с 73% до 89% (то есть на 16%, при $P<0,001$);
- снижение в 3,5 раза показателя вызова «на себя» АРБ (в случае необходимости) бригадами других профилей (с 3,8% до 1,1%, при $P=0,619$), что говорит о том, что последние с данной категорией пациентов справляются своими силами;
- доля случаев смерти в присутствии бригады СМП сократилась в 10 раз (с 0,2% до 0,02%, при $P<0,001$);
- доля случаев смерти до прибытия бригады СМП уменьшилась более чем в 1,5 раза ($P=0,316$);
- в 5 раз реже БДП стали передавать больных для дообслуживания другим бригадам СМП (с 0,3% до 0,06%, при $P<0,001$).

Выводы:

1. Доля обратившихся лиц с диагнозами «наркотическое опьянение» и «передозировка опиатов» на станцию СМП в периоде 2009-11 гг. в сравнении с периодом 2003-05 гг. уменьшилась в среднегодовом значении на 13,9%, что, учитывая увеличение их среднего возраста на 3 года, косвенно говорит о снижении прироста числа наркозависимых от опиатов в Новокузнецком Городском округе.

2. К периоду 2009-11 гг., в сравнении с периодом 2003-05 гг. у показателей БДП отмечается снижение доли направленных на госпитализацию больных с 7,9% до 2,5% ($P=0,064$), снижение почти в 3,5 раза показателя вызова «на себя» АРБ с 3,8% до 1,1% ($P=0,619$), сокращение в 10 раз (с 0,2% до 0,02%, при $P<0,001$) доли случаев смерти в присутствии бригады СМП и уменьшение доли случаев смерти до прибытия бригады СМП более чем в 1,5 раза ($P=0,316$), что подтверждают эффективность работы оптимизированных алгоритмов регистрации вызовов к лицам, находящимся в наркотическом опьянении или в состоянии передозировки опиатов.

ЛИТЕРАТУРА

1. *Виноградов А.З.* Оперативное управление станцией скорой и неотложной медицинской помощи на основе алгоритмизации диспетчерской службы // Комплексные гигиенические исследования – в практику здравоохранения. Новокузнецк, 1981. С. 56-61.
2. *Виноградов А.З., Тавровский В.М.* Алгоритмизация работы диспетчера станции скорой и неотложной помощи // Системный анализ и моделирование в здравоохранении. Новокузнецк, 1980. С. 133-134.
3. *Шумкин А.А., Чеченин Г.И., Барай А.В.* Анализ использования специализированных бригад скорой медицинской помощи у пострадавших с ожоговой травмой (на примере г. Новокузнецка) // Скорая медицинская помощь. 2009. №2. С. 32-34.

E-mail: nf@ivcgzo.nkz.ru

АВТОРСКИЙ УКАЗАТЕЛЬ

- Алехин М.Д., 38, 43, 60
Анищенко Л.Н., 43
Апалеева А.М., 91
Богомолов А.В., 7, 14, 123
Болдырев С.Ю., 81
Бородин Е.А., 11
Бородин П.Е., 11
Буданова Е.И., 150
Бушманов А.В., 91
Веремчук Л.В., 26
Виткина Т.И., 22
Гвозденко Т.А., 22
Горбачёв Ю.В., 111
Горбов Л.В., 81
Горборукова Т.В., 26
Гориков И.Н., 93, 98
Григорьева Ю.В., 55
Демендеев А.А., 38
Деревич В.Е., 154
Егорушкина О.А., 55
Еремина В.В., 55
Еркин Н.В., 150
Жилина Н.М., 157
Ильин А.В., 47
Катола В.М., 103, 107, 115
Кику П.Ф., 26
Козлов В.Е., 14
Колосов В.П., 93, 98
Корчагина Д.А., 60
Космачева Е.Д., 81
Кукушкин Ю.А., 7
Кытикова О.Ю., 22
Лейфа А.В., 130, 137
Леншин А.В., 47
Майстров А.И., 60
Москаленко Ф.М., 68, 72
Нахамчен Л.Г., 93, 98
Никитин Р.В., 51
Остапенко А.А., 130
Панов В.Г., 18
Панченко К.И., 111
Перельман Ю.М., 47, 130
Петряева М.В., 68, 72
Плутенко А.Д., 130
Радомская В.И., 119
Радомский С.М., 119
Россоха О.А., 81
Рудаков С.В., 14
Рыжков Д.В., 64
Садовников А.А., 111
Семичевская Н.П., 51, 127
Стромов Г.Г., 64
Татараидзе А.Б., 43
Темляков А.Ю., 38
Ульянычев Н.В., 30, 130
Ульянычева В.Ф., 30
Ушаков И.Б., 123
Целуйко С.С., 76
Черняховская М.Ю., 72
Чеченин Г.И., 157, 161
Шубин Л.Б., 111
Шумкин А.А., 161
Яценко А.А., 30

МАТЕРИАЛЫ
VII международной научной конференции
«Системный анализ в медицине» (САМ 2013)

24-25 сентября 2013 года,
г. Благовещенск

Авторы несут ответственность за достоверность информации
и представленных сведений

Компьютерная верстка Н.В. Соколова

Сверстано редакционной службой ФГБУ «ДНЦ ФПД» СО РАМН,
675000, Благовещенск, ул. Калинина, 22.
отпечатано в типографии АМГУ
Формат 60×84/16. Усл. печ. л. 7,81. Тираж 100. Заказ ____
Подписано к печати 22.08.13.