

создает оптимальные условия для обеспечения оксигенации тканей.

При заболеваниях самой различной природы обнаруживается единый признак, характерный для большинства патологий - нарушение деформируемости эритроцитов. Это связано, с одной стороны, с факторами экзогенного происхождения (изменение структуры и концентрации гемоглобина, уровня содержания молекул 2,3-дифосфоглицериновой кислоты, АТФ, ионов  $Mg^{2+}$  и  $Ca^{2+}$  в клетке и т.д.) и эндогенными факторами (изменение концентрации гормонов, глюкозы, повышение вязкости плазмы) с другой стороны. Поэтому экспресс-оценка данного показателя в клинической диагностике порой бывает не просто желательной, но и необходимой. Метод, который позволяет провести оперативную и информативную оценку деформируемости эритроцитов основан на компьютерной эктацитометрии и реализован в приборе, получившем название эктацитометр.

Существующие эктацитометры являются крупногабаритными и не транспортабельными, однако внедрение эктацитометрии в практику научно-исследовательских и клинических лабораторий является актуальной проблемой как для практической, так и теоретической медицины. Примерами использования эктацитометрической установки в клинической практике являются исследования деформируемости эритроцитов у больных сердечно-сосудистыми заболеваниями, гипоксией разной степени тяжести, заболеваниями желудочно-кишечного тракта, сахарном диабете, хирургической патологии.

Усовершенствованный нами эктацитометр имеет ряд преимуществ по сравнению с существующими аналогами. Благодаря небольшим размерам и массе установка легко транспортируется и может применяться в различных лабораториях. Использование специальных аппаратных средств позволяет обеспечивать взаимодействие эктацитометра с ЭВМ и передавать четкое изображение дифракционных картин для анализа деформируемости эритроцитов с помощью компьютера. Специальное программное обеспечение позволяет проводить точный экспресс-анализ деформируемости эритроцитов, рассчитывать основные статистические показатели, наглядно отображать с помощью графиков динамику деформируемости красных клеток крови в зависимости от приложенного к ним усилия сдвига. Благодаря применению новых технических решений обеспечивается автоматизация научно-исследовательской работы и значительно упрощается работа с эктацитометром.

С использованием усовершенствованного эктацитометра впервые показано, что гипотензивный препарат моноприл снижает деформируемость эритроцитов у больных артериальной гипертензией после 4-х месячного амбулаторного курса лечения.

Результаты исследований полученные в клинических испытаниях свидетельствуют о высокой чувствительности установки и возможности ее использования как в научно-исследовательской, так и в клинической практике.

## ОЦЕНКА УРОВНЕЙ ЦИТОКИНОВ У БОЛЬНЫХ РЕВМАТОИДНЫМ АРТРИТОМ И РЕАКТИВНЫМИ АРТРИТАМИ В СРАВНИТЕЛЬНОМ АСПЕКТЕ

Данилова Т.Г., Чаплыгина Л.Н., Пачкунова М.В.

*Медицинская академия,  
Ярославль*

**Цель исследования:** изучение доиммунных (TNF), лимфоцитарных (IL-4) цитокинов, хемокинов (IL-8), а также цитокинов – регуляторов иммунного воспаления (IFN $\gamma$ ) в зависимости от активности воспалительного процесса и длительности заболевания у больных ревматоидным артритом (РА) и реактивными артритами (РеА).

**Материал и методы:** было обследовано 40 пациентов, среди них 20 больных РА и 20 - РеА. Среди больных РеА 70 % составляли мужчины и 30% - женщины, при РА были все женщины. Средний возраст больных РА составлял 52,2 ( $\pm 2,9$ ) года, больных РеА – 28,5 ( $\pm 2,5$ ) лет. Длительность заболевания при РА была 6,4 ( $\pm 1,1$ ) лет, при РеА 3,3 ( $\pm 1,1$ ) года. При РА I степень активности процесса выявлена у 30% больных, II и III - в равной мере по 35%. Среди больных РеА I - в 55%, II - в 35%, III - в 10% случаев. Пациенты РА и РеА были разделены на 4 группы: I – с длительностью РА до 5 лет, II – более 5 лет, III – с острым течением РеА (до 6 месяцев), IV – с хроническим (более 1 года) по 10 человек в каждой. Контрольную группу составляли 10 относительно здоровых лиц. Уровень цитокинов в сыворотке крови больных определяли методом твердофазного иммуноферментного анализа.

**Результаты:** у всех больных РА и РеА отмечено достоверное увеличение уровня ФНО альфа по сравнению со здоровыми лицами (РА – 3,3 $\pm$ 0,39 пг/мл; РеА – 3,17 $\pm$ 0,68 пг/мл; гр. контроля – 1,48 $\pm$ 0,12 пг/мл,  $p < 0,05$ ), причем во II и IV группах было отмечено большее увеличение уровня ФНО альфа по сравнению с больными в I и III (3,37 $\pm$ 0,45 пг/мл и 3,78 $\pm$ 1,33 пг/мл; 3,21 $\pm$ 0,66 пг/мл и 2,55 $\pm$ 0,31 пг/мл соответственно). И при РА, и при РеА уровень ФНО-альфа нарастал с увеличением степени активности заболевания (РА 2,35 $\pm$ 0,62 пг/мл; 3,35 $\pm$ 0,49 пг/мл; 3,82 $\pm$ 0,93 пг/мл; РеА - 2,27 $\pm$ 0,22 пг/мл; 3,26 $\pm$ 0,49 пг/мл; 4,56 $\pm$ 1,83 пг/мл). При РеА выявлено увеличение уровня IL-4 в сыворотке крови – 68,35 $\pm$ 15,99 пг/мл, при РА уровень его незначительно отличался от гр. контроля (39,5 $\pm$ 15,6 пг/мл и 33,98 $\pm$ 9,6 пг/мл), причем в I и III группах он был значительно выше по сравнению с содержанием его во II и IV гр (72,76  $\pm$ 41,9 пг/мл и 75,56 $\pm$ 23,3 пг/мл) и (49,15 $\pm$ 22,43 пг/мл, 61,13 $\pm$ 22,9 пг/мл). При обоих заболеваниях уровень IL-4 снижался с увеличением активности, причем при РА – резко, а при РеА плавно (РА 117,13 $\pm$ 35,89 пг/мл; 54,3 $\pm$ 21,92 пг/мл; 10,25 $\pm$ 34,6 пг/мл), (РеА - 70,78 $\pm$ 20,4 пг/мл; 67,49 $\pm$ 19,92 пг/мл; 47,45 $\pm$ 11,15 пг/мл). При РА обнаружен рост уровня IL-8 - 64,86 $\pm$ 22,46 пг/мл, при РеА показатель несущественно отличался от гр. контроля (32,52 $\pm$ 8,42 пг/мл и 31,55 $\pm$ 9,07 пг/мл), причем при РА его содержание в I группе было ниже, чем во II (39,5 $\pm$ 15,61 пг/мл и 64,86 $\pm$ 22,46 пг/мл), а при РеА, напротив, уровень IL-8 в III группе был выше, чем IV

(36,09±16,03 пг/мл и 28,94±6,2 пг/мл). При обоих заболеваниях концентрация IL-8 не изменялась значительно с ростом активности воспалительного процесса, но была тенденция к повышению (РА 52,35±11,5; 49,76±23,39; 56,1±25,55 пг/мл), (РеА 21,9±4,9; 27,31±9,3; 49,2±19,1 пг/мл). У пациентов с РА выявлено увеличение содержания IFN $\gamma$  в сыворотке крови по сравнению с гр. контроля (302,84±79,1 пг/мл; 147,49±21,9 пг/мл,  $p < 0,05$ ), у больных РеА его содержание было снижено (61,52±8,26 пг/мл,  $p < 0,05$ ), причем в I гр. уровень IFN $\gamma$  был выше, чем во II (310,5±114,75 и 295,22 ±114,77 пг/мл), а при РеА в III гр. был выше, чем в IV (83,04±27,99 и 39,99±9,83 пг/мл). При РА концентрация IFN $\gamma$  резко нарастала с увеличением степени активности заболевания (157,75±57,46 пг/мл; 252,34±116,9 пг/мл; 483,73±162,9 пг/мл), в то время как при РеА отмечалось незначительное снижение этого показателя (65,11±11,76 пг/мл; 58,81±15,70 пг/мл; 41,6±9,1 пг/мл). **Таким образом**, при обоих заболеваниях независимо от длительности выявлено увеличение уровней ФНО альфа, IL-4, IL-8. Повышение IFN $\gamma$  при РА является признаком дисрегуляции с избыточными иммунными реакциями и последующим нарушением функции клеток общевоспалительного назначения, снижение его при длительном течении свидетельствует об истощении резервных возможностей иммунной системы; а снижение IFN $\gamma$  при РеА, вероятно, связано с его повышенным потреблением в процессе нерезко выраженного иммунного воспаления, что приводит в последующем к хронизации заболевания.

#### ОПТИМАЛЬНОЕ УПРАВЛЕНИЕ РЕЖИМАМИ РАБОТЫ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПЕЧЕЙ В НЕФТЕПЕРЕРАБАТЫВАЮЩЕЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ

Демиденко Н.Д., Кулагина Л.В.

*Институт вычислительного моделирования КНЦ СО РАН, Красноярский государственный технический университет, Красноярск*

Основная тенденция современной нефтепереработки и нефтехимии – создание крупнотоннажных, энергоэффективных и комбинированных установок на базе агрегатов большой единичной мощности. Для реализации тепловых процессов в нефтеперерабатывающей промышленности широкое распространение получили трубчатые печи. В зависимости от специфики технологического процесса, физико-химических свойств нагреваемой среды и вида топлива, применяются печи различных конструкций и параметров. Незаменимым остается требование повышения энергоэффективности и экологической безопасности производственного процесса, учитывая его высокую энергоемкость. Вместе с тем, габаритные размеры трубчатых печей и другие конструктивные особенности не позволяют в полной мере осуществить совершенствование их конструкций на базе экспериментальных исследований. В этой связи на первый план выходят задачи разработки расчетных методов.

В данной работе в качестве объекта исследования выбраны трубчатые печи типа ГН. Печи ГН работают следующим образом. Факел, образованный при сжигании топлива, под углом с двух сторон настигается на стену, расположенную в центре печи. Тепло от раскаленной стены и факела передается радиантным экранам, после чего газы сгорания поступают в камеру конвекции, отдавая тепло трубам конвективного змеевика, и через газосборник и трубу уходят в атмосферу.

Необходимость совершенствования теплотехнологий, широкое внедрение процессорных методов контроля и управления ставят в число приоритетных задач более детальную разработку физико - математических моделей гидродинамических, тепло- и массообменных и термодинамических процессов. В случае математического моделирования этих явлений и реализации численными или аналитическими методами, получаемые результаты обладают большей общностью и удобством для практического использования – результат, представленный простой формулой, предпочтительнее машинного решения, особенно когда найденная зависимость является промежуточным звеном исследования сложного явления (реконструкция поля температур в анализе теплообмена, решения задач оптимального управления теплотехнологическими процессами и т.п.).

Учитывая вышеизложенное, в работе обосновывается важность решения задач управления с целью оптимизации анализируемых конструкций и устройств трубчатых печей, как объекта с распределенными параметрами. Для решения задачи оптимального управления предлагается в достаточно общем виде следующая математическая модель и соответствующая краевая задача.

При исследовании процесса горения капель жидкого топлива в воздухе в основном представляет интерес распределение концентраций компонентов в камере печи при статических и динамических режимах работы. Исходя из одномерности движения потоков, математическая модель нестационарного горения может быть представлена следующими уравнениями:

1. Уравнение неразрывности

$$\frac{\partial \rho}{\partial t} + \operatorname{div}(\rho \vec{u}) = 0, \quad (1)$$

где  $\rho$  – массовая плотность смеси;  $\vec{u}$  – скорость движения смеси. Для покомпонентной модели процесса горения уравнение (1) можно записать в виде

$$\frac{\partial(\rho x)}{\partial t} + \frac{\partial(\rho x u)}{\partial \ell} = -\frac{\rho x}{\tau}, \quad (2)$$

здесь  $\ell$  – линейный размер;  $x$  – концентрация горючего вещества в смеси ( $0 \leq x \leq 1$ );  $\tau$  – время сгорания;

2. Уравнение движения в виде

$$\rho \left( \frac{\partial u}{\partial t} + u \frac{\partial u}{\partial \ell} \right) + \frac{\partial p}{\partial \ell} = 0, \quad (3)$$