

**МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РФ**

Национальный исследовательский Томский государственный университет  
Томский государственный университет систем управления и радиоэлектроники  
Болгарская Академия наук  
ООО «ЛИТТ»

# **ИННОВАТИКА-2016**

**СБОРНИК МАТЕРИАЛОВ**

**XII Международной школы-конференции студентов,  
аспирантов и молодых ученых  
20–22 апреля 2016 г.  
г. Томск, Россия**

**Под ред. А.Н. Солдатова, С.Л. Минькова**

Scientific & Technical Translations



ИЗДАТЕЛЬСТВО

**Томск – 2016**

конкурентные аналоги, проведён технический, коммерческий, организационный и социальный анализ, рассчитаны риски и финансирование проекта.

### Литература

1. Ремизов А.Н. Медицинская и биологическая физика : учебник. – 4-е изд., испр. и перераб. – М. : Медицина, 2012. – 648 с.;
2. Брызгалов А.А., Солобоев С.В., Сайк В.О. Способ регистрации рентгеновского изображения с использованием двух и более областей энергетического спектра рентгеновского излучения (патент RU, № 2307377) [Электронный ресурс] / Режим доступа : <http://www.findpatent.ru/patent/230/2307377.html>, свободный;
3. Селиванов С.Г. Инноватика : учебник для вузов / С.Г. Селиванов, М.Б. Гузаиров, А.А. Кутин. – М. : Машиностроение. 2007. – 721 с.;

## ИССЛЕДОВАНИЕ ВЫДЫХАЕМОГО ВОЗДУХА ПАЦИЕНТОВ С ИНФАРКТОМ МИОКАРДА МЕТОДОМ ЛАЗЕРНОЙ СПЕКТРОСКОПИИ

**К.В. Лисоводская<sup>1</sup>, Ю.В. Кистенев<sup>1,2</sup>, А.Г. Левашкин<sup>1,2</sup>,  
Д.А. Кузьмин<sup>2</sup>, А.Г. Сыркина<sup>3</sup>, А.В. Борисов<sup>1,2</sup>**

<sup>1</sup>Национальный исследовательский Томский государственный университет

<sup>2</sup>Сибирский государственный медицинский университет

<sup>3</sup>Научно-исследовательский институт кардиологии г.Томска

*e-mail: missis.freedom@bk.ru*

## STUDY OF EXHALED AIR OF PATIENTS WITH MYOCARDIAL INFARCTION BY LASER SPECTROSCOPY METHOD

**K. V. Lisovodskaya<sup>1</sup>, Yu. V. Kistenev<sup>1,2</sup>,  
A. G. Levashkin<sup>1,2</sup>, D. A. Kuzmin<sup>2</sup>, A. G. Syrkina<sup>3</sup>, A. V. Borisov<sup>1,2</sup>**

<sup>1</sup>National Research Tomsk State University

<sup>2</sup>Siberian State Medical University

<sup>3</sup>Federal State Budgetary Scientific Institution «Research Institute for Cardiology»

*In this paper we investigate the non-invasive method of myocardial infarction express-diagnostics.*

*Keywords: exhaled air, gas analyzer, non-invasive diagnostics, myocardial infarction.*

Инфаркт миокарда (ИМ) – некроз отдельного участка сердечной мышцы. При инфаркте миокарда происходит гибель кардиомиоцитов – клеток, отвечающих за сокращение сердца, после чего в месте повреждения происходит их замещение соединительной тканью [1].

Диагностирование инфаркта миокарда осуществляется при помощи биомаркеров – специфических молекул, попадающих при повреждении

кардиомиоцитов в кровь, мочу и другие биожидкости человека. Наиболее специфичными маркерами являются:

- Н-ФАВР(сБСЖК) – его используют как чувствительный маркер для ранней диагностики острого ИМ и для мониторинга его течения;
- КФК-МВ (сердечная форма креатинфосфокиназы) – величина повышения КФК-МВ соответствует величине пораженной зоны миокарда;
- повышение концентрации тропонина-I и тропонина-T – позволяет диагностировать возможный риск развития ИМ в ближайшие 4-6 недель;
- миоглобин – один из самых ранних маркеров ИМ (обнаруживается уже через 2 часа после приступа, увеличение его концентрации может быть 10-кратным) [2] (рис.1).

Основой исследований является предположение, что в выдыхаемом человеком воздухе содержатся биомаркеры ИМ. Для исследования был проведен набор пациентов с первичным ИМ, не обладающих хроническими или острыми формами заболеваний дыхательных путей, системы пищеварения, в т.ч. циррозом и гепатитами А, В, С, а также онкологическими заболеваниями. Забор проб осуществлялся у людей в отсутствии состояния алкогольного и наркотического опьянения, стажа курения. Пробы выдыхаемого воздуха были отобраны через 12 часов после развития ИМ, через сутки и через трое суток.

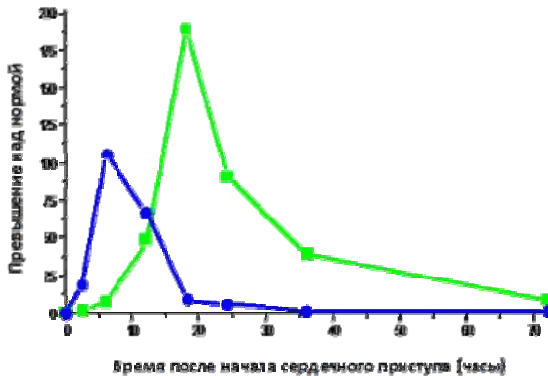


Рис. 1. Динамика изменения в крови больного с ИМ концентрации Н-ФАВР (-●-) и тропонина I (-■-) по сравнению с нормой.

Ниже приведены некоторые параметры пациентов с ИМ (таблица 1).

Таблица 1

## Пациенты с ИМ

| Пациент   | Пол | Возраст, лет | Диагноз  | Сопутствующие заболевания   | Вредные привычки                                 |
|-----------|-----|--------------|--|---|--|
| Пациент 1 | жен | 77           | Острый передний Q инфаркт миокарда с подъемом ST   | –   | Нет  |
| Пациент 2 | жен | 56           | Острый нижний Q инфаркт миокарда с подъемом ST     | –   | Нет  |
| Пациент 3 | муж | 66           | Острый передний Q инфаркт миокарда с подъемом ST   | –   | Курение  |
| Пациент 4 | муж | 54           | Острый передний неQ инфаркт миокарда с подъемом ST | Гипертоническая болезнь, III стадия, достигнута нормотензия, риск IV. Атеросклероз бедренных артерий: 10%. Атеросклероз сонных артерий: 20%. Хр. гастрит, ремиссия. | Стаж курения 37 лет, в настоящее время не курит. |
| Пациент 5 | жен | 82           | Острый передний Qинфаркт миокарда с подъемом ST    | Гипертоническая болезнь, III стадия, достигнута нормотензия, риск IV. Удаление яичника (1980), аппендикса (1978)  | Нет  |
| Пациент 6 | муж | 59           | Острый нижний Qинфаркт миокарда с подъемом ST      | Атеросклероз сонных артерий: 32%. В прошлом стентирование коронарных артерий (2008)   | Нет  |

Забор проб производился путем осуществления выдоха воздуха в 160 мл шприц, который герметично закрывался колпачком. При этом проба могла храниться в неизменном виде в течение 2 часов (далее начиналась деградация газовой смеси), поэтому транспортировка и анализ производились строго за это время.

Газоанализ получаемых проб выдыхаемого воздуха был проведен с использованием лазерного оптико-акустического газоанализатора

LaserBreeze. Данный газоанализатор имеет лазерный источник с широким диапазоном перестройки (2500 – 10500 нм) [3].

Для сравнения состояния пациентов с ИМ была сформирована контрольная (референтная) группа, состоящая из здоровых людей, близких по статистическим показателям (полу, возрасту, вредным привычкам). Ниже приведены некоторые параметры состояния добровольцев контрольной (референтной) группы (таблица 2).

Т а б л и ц а 2

| Параметры контрольной группы |     |              |                  |
|------------------------------|-----|--------------|------------------|
| Доброволец                   | Пол | Возраст, лет | Вредные привычки |
| Доброволец 1                 | жен | 64           | Нет              |
| Доброволец 2                 | жен | 56           | Курит            |
| Доброволец 3                 | муж | 73           | Курит            |
| Доброволец 4                 | муж | 62           | Нет              |
| Доброволец 5                 | жен | 45           | Нет              |

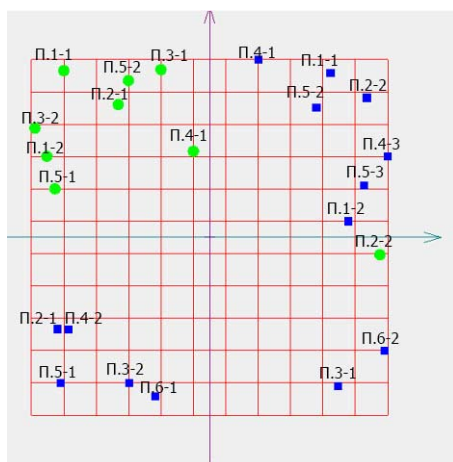


Рис. 2. (■) – пациенты с ИМ, (-●-) – здоровые добровольцы, через тире указан номер скана

В основе математической и статистической обработки данных лежит метод главных компонент, реализуемый средствами MatLab, Excel и Vida Expert. Полученные результаты представлены на рис. 2. Было произведено несколько сканирований каждой пробы

Из рисунка видно разделение между пациентами с ИМ и добровольцами контрольной (референтной) группы. В настоящее время приоритетным является поиск связи между точками I и III квадрантов (пациентов с ИМ), вычленение возможных погрешностей полученных измерений.

В случае получения в дальнейшем положительных результатов исследования выдыхаемого воздуха перспективна разработка метода экспресс-диагностики инфаркта миокарда на основе методов лазерной оптико-акустической спектроскопии и интеллектуального анализа данных. Преимуществом перед существующими методами диагностики ИМ является то, что метод полностью неинвазивен для обследуемого больного, т.е. без необходимости повреждения кожных покровов или слизистых оболочек организма пациента. Кроме того диагностика может осуществляться в режиме реального времени, занимает всего нескольких минут.

### Литература

1. Диагностика инфаркта миокарда //Официальный сайт Пангин [Электронный ресурс]. – URL: [http://www.panangin.ru/cardio/bolezni\\_serdca/infarkt/diagnostika//gomocistein/](http://www.panangin.ru/cardio/bolezni_serdca/infarkt/diagnostika//gomocistein/) (дата обращения 26.03.2016).
2. Маркеры сердечно-сосудистой недостаточности эндотелий //Официальный сайт Биохиммак [Электронный ресурс]. – URL: <http://www.biochemmack.ru/upload/uf/761/761e9869d3316502ce3de7849814c2e1.pdf> (дата обращения 12.01.2016).
3. Кистенев Ю.В., Зенов К.Г., Мирошниченко И.В., Старикова М., Колкер Д., Мишин П.Н., Костюкова Н.. Gas analysis in medicine: New developments //Официальный сайт Researchgate [Электронный ресурс]. – URL: [https://www.researchgate.net/publication/284716188\\_Gas\\_analysis\\_in\\_medicine\\_New\\_developments](https://www.researchgate.net/publication/284716188_Gas_analysis_in_medicine_New_developments) (дата обращения 30.03.2016).