

# ПРИМЕНЕНИЕ РАЗЛИЧНЫХ СТАТИСТИЧЕСКИХ ПОДХОДОВ ДЛЯ ОБРАБОТКИ РЕЗУЛЬТАТОВ ГРВ-ДИАГНОСТИКИ ПРИ АРТЕРИАЛЬНОЙ ГИПЕРТОНИИ

Е.В.АЛЕКСАНДРОВА\*\*, Т.В. ЗАРУБИНА\*, М.Н.КОВЕЛЬКОВА\*,  
П.В.СТРУЧКОВ\*\*, Е.Г.ЯКОВЛЕВА\*

## Абстракт

**Цель** Изучить возможности газоразрядной визуализации (ГРВ) для обнаружения лиц с артериальной гипертонией различной степени тяжести в ходе проведения скрининговых обследований населения.

**Задачи** Построить дискриминантные функции для выявления пациентов с различными степенями и стадиями артериальной гипертонии, а также риском развития сердечно-сосудистых осложнений. Выяснить по какой из принятых классификаций АГ, производится наиболее качественное разделение групп пациентов. Изучить, как влияет половая принадлежность пациентов на построение решающих правил. Построить модель логистической регрессии для обнаружения пациентов с различной степенью артериальной гипертонии.

**Материал и методы** Было проведено обследование 603 человек. Возраст больных варьировал от 18 до 83 лет, из них 265 мужчин и 338 женщин. Все обследованные были разделены на группы по степени, стадии гипертонической болезни и по степени риска развития сердечно-сосудистых осложнений в ближайшие 10 лет. В ходе выполнения работы анализировались такие параметры ГРВ, как площадь изображения, нормализованная площадь, плотность, ширина спектра, яркость и изрезанность изображения.

**Результаты** Построены решающие правила для выявления пациентов с различными степенями, стадиями и группами риска развития сердечно-сосудистых осложнений при артериальной гипертонии. Количество разделяющих параметров увеличивалось при возрастании выраженности артериальной гипертонии с 8 до 22, а специфичность и чувствительность полученных функций составила около 70%. Деление по полу повышает точность выявления пациентов с артериальной гипертонией на 5-9%.

**Выводы** выявлены достоверные различия между контрольной группой пациентов (здоровые) и другими группами (с различной выраженностью АГ) с достаточно высокой точностью. Это делает возможным использование ГРВ-метода при скрининговых обследованиях населения.

## Введение

Артериальная гипертензия (гипертония) (АГ) - самое распространенное во всем мире хроническое заболевание и является важнейшей медико-социальной проблемой. У 30% взрослого населения развитых стран мира определяется повышенный уровень артериального давления (АД) и у 12-15 % - наблюдается стойкая артериальная гипертензия. Это заболевание является частой причиной развития жизненно опасных, острых заболеваний сердца (инфаркт миокарда) и мозга (инсульт), в том числе, и у лиц трудоспособного возраста. Около 50% всех случаев смерти от сердечно-сосудистых заболеваний приходится на долю артериальной гипертензии. Она лежит в основе хронических заболеваний сердца и головного мозга, почек и глаз, и других органов, которые принято называть органами-мишенями. Даже сейчас, когда в арсенале медиков имеется достаточное количество мощных антигипертензивных препаратов средняя продолжительность жизни пациентов, страдающих артериальной гипертензией не велика. Повышенное артериальное давление часто возникает уже в подростковом возрасте, болезнь стремительно молодеет, как и

---

\* Российский государственный медицинский университет Росздрава. Москва ул. Островитянова д.1. Тел. 434-54-78, [k\\_iakov@mail.ru](mailto:k_iakov@mail.ru)

\*\*Институт повышения квалификации ФМБА России

большинство заболеваний сердечно-сосудистой системы. Гипертоническая болезнь и атеросклероз становятся важнейшей причиной преждевременной смертности населения. (Маколкин, 2000)

Не подлежит сомнению факт, что более высокая эффективность профилактики и лечения артериальной гипертензии возможна на ранних этапах ее становления, а не на стадии стабилизации и органических повреждений. К сожалению, во многих случаях начало болезни остается незамеченным, так как ранние подъемы АД далеко не всегда сопровождаются субъективной симптоматикой, что делает артериальную гипертензию труднодиагностируемым на ранних стадиях заболеванием. Отсюда следует, что ранняя диагностика артериальной гипертензии и разработка программы по предупреждению развития болезни являются важной научной и практической проблемой. (Чазов, 2005) В настоящее время особое внимание уделяется методам, позволяющим на более ранних стадиях выявить характерные для артериальной гипертензии нарушения, практическому здравоохранению нужны новые высокочувствительные и общедоступные скрининговые тесты. (Коротков, 2007)

Одним из таких перспективных методов оценки состояния пациента является метод газоразрядной визуализации (ГРВ) – это компьютерная регистрация и анализ фотоэлектронной эмиссии объектов, стимулированной электромагнитным полем и усиленной в газовом разряде. (рис 1) Свечение объектов различной природы в таких электромагнитных полях было обнаружено более 200 лет назад, но только с разработкой программно-аппаратных комплексов газоразрядной визуализации в 1995 году исследование этих свечений получило статус научного направления. В настоящее время этот метод все более активно используется для диагностики различных заболеваний. (Александрова и др, 2001; Ащеулов А.Ю; Волков и др, 2005; Гусев и др., 2008; Коротков 2008)



Рисунок 1. ГРВ диагностическая таблица. Слева и справа представлены ГРВ-граммы 10 пальцев рук, Каждый палец несет информацию о состоянии отдельных органов и систем организма. Посередине, смоделированное компьютером, ГРВ – изображение вокруг всего тела человека.

В настоящее время в науке одной из основных теорий остается теория нейрогенного происхождения артериальной гипертонии (Маколкин, 2000; Чазов, 2005) Поскольку реализация психоэмоционального перенапряжения происходит в основном через увеличение продукции и выброса катехоламинов, актуальной считается и концепция повышения тонуса симпатической нервной системы как ведущего механизма развития АГ. Действительно, данные кардиоинтервалографии подтверждают, что тонус симпатической нервной системы у большинства больных АГ повышен. Разработчиками метода газоразрядной визуализации на основании проведенных исследований утверждается, что ГРВ-изображения отражают активность вегетативной нервной системы (ВНС) баланс симпатических и парасимпатических ее отделов. (Коротков, 2007) Значит на основании изучения ГРВ-грамм потенциально возможно обнаружение пациентов с артериальной гипертонией.

В связи с вышеизложенным: **Целью данного исследования** явилось изучение возможностей ГРВ-графии для обнаружения лиц с артериальной гипертонией различной степени тяжести в ходе проведения скрининговых обследований населения.

#### **Цель работы предполагала выполнение следующих задач:**

1. Построить дискриминантные функции для выявления пациентов с различными степенями и стадиями артериальной гипертонии, а также риском развития сердечно-сосудистых осложнений. Выяснить по какой из принятых классификаций АГ, производится наиболее качественное разделение групп пациентов.
2. Изучить, как влияет половая принадлежность пациентов на построение решающих правил.
3. Построить модель логистической регрессии для обнаружения пациентов с различной степенью артериальной гипертонии.

Существует несколько классификаций артериальной гипертонии. В настоящее время, согласно рекомендациям экспертов Всемирной организации здравоохранения, артериальную гипертонию разделяют на три степени, в зависимости от уровня повышения артериального давления, и три стадии, которые связаны с поражением органов-мишеней. Также имеется деление на четыре категории связанные с вероятностью развития сердечно-сосудистых осложнений в ближайшие 10 лет, которые зависят от наличия факторов риска, поражения органов-мишеней и (или) сопутствующих (ассоциированных) заболеваний. (Чазов, 2005)

Нашей задачей было построить решающие правила по всем категориям принятых в настоящее время классификаций артериальной гипертонии, опираясь на результаты, полученные нами ранее. (Яковлева, 2007, 2008, 2009)

#### **Материал и методы**

Для решения поставленных задач было проведено обследование 603 человек. Возраст больных варьировал от 18 до 83 лет, из них 265 мужчин и 338 женщин. Все обследованные были разделены на группы по степени, стадии гипертонической болезни и по степени риска развития сердечно-сосудистых осложнений в ближайшие 10 лет.

Все пациенты поделены на 4 группы по степени АГ: контрольная группа - 136 человек (47 мужчин и 89 женщин), диагноз АГ I степени - 92 человека (38 мужчин и 54 женщины), диагноз АГ II степени - 185 человек (89 мужчин и 96 женщин), диагноз АГ III степени - 190 человек (91 мужчин и 99 женщин).

Также разделены на 4 группы по стадии гипертонической болезни: контрольная группа – 136 человек, из них 47 мужчин и 89 женщин; диагноз АГ I стадии – 103 человека, (40 мужчин и 63 женщины), диагноз АГ II стадии – 283 человек (130 мужчин и 153 женщины), диагноз АГ III стадии – 81 человек (48 мужчин и 33 женщины); и на 5 групп по

степени риска, развития сердечно-сосудистых осложнений: контрольная группа (нет факторов риска) – 136 человек, (47 мужчин и 89 женщин); низкий риск (риск 1) – 56 человек (24 мужчины и 32 женщины); средний риск (риск 2) – 88 человек (33 мужчины и 55 женщин); высокий риск (риск 3) – 114 человек (51 мужчина и 63 женщины); очень высокий риск (риск 4) – 209 человек (110 мужчин и 99 женщин).

В ходе выполнения работы анализировались такие параметры ГРВ-грамм, как площадь изображения, нормализованная площадь, плотность, ширина спектра, яркость и изрезанность изображения.

По вышеуказанным параметрам, анализировались как изображения пальцев целиком, так и отдельные сектора: коры головного мозга, сосудов головного мозга, сердца (правых и левых его отделов), сосудистой системы, коронарных сосудов, гипофиза, гипоталамуса, эпифиза, щитовидной железы, надпочечников, почек и нервной системы. Мы брали во внимание те органы или системы органов, которые принимают участие в становлении и развитии артериальной гипертонии.

Полученные данные обрабатывались программой «ГРВ-Процессор», заносились в программу «Excel», затем для разделения групп, строились решающие правила **с помощью метода пошагового дискриминантного анализа. Для статистического анализа использовалась программа «SPSS Statistics 17.0» и «Statistica 6.0».**

Применяя тот или иной метод диагностики, необходимо знать - с какой вероятностью можно доверять методу. Для того чтобы формализовать практическую ценность различных методов диагностики, использовались понятия специфичности и чувствительности. **Специфичность – доля здоровых, которые признаны здоровыми в результате применения метода диагностики, от общего количества здоровых, а чувствительность – доля больных, которые признаны больными в результате применения метода диагностики, от общего количества больных.**

### Результаты и их обсуждение

Первым этапом был проведен пошаговый дискриминантный анализ с участием больных из контрольной группы и отдельно с каждой из трех групп артериальной гипертонии (деление по степени АГ). Полученные результаты представлены в таблице 1. Приведенные цифры – результаты кросс-проверки. При кросс-проверке каждое наблюдение классифицируется функциями, выведенными по всем наблюдениям, за исключением его самого.

**Таблица 1 Результаты разделения по степени АГ для всех пациентов**

Степень АГ	Специфичность	Чувствительность
1	67,6 %	62,0%
2	68,4%	66,5%
3	72,8%	77,9%

В полученные решающие правила для разделения контрольной группы и группы с 1-ой степенью АГ были включены 8 параметров, среди них, отвечающие за ширину спектра изображения большого пальца правой руки, зону головы (кору и сосудистую систему), надпочечники, щитовидную железу и почки.

Разделяющая функция имеет следующий вид в случае разделения контрольной группы и группы с 1-ой степенью артериальной гипертонии:

$$D = 0.017 * X_1 + 5.538 * X_2 - 0.476 * X_3 + 0.426 * X_4 + 0.001 * X_5 - 1.720 * X_6 + 4.171 * X_7 + 4.595 * X_8 - 8.979$$

Если в эту функцию вместо  $X_1$ ,  $X_2$  и т.д. подставить значения полученных разделяющих параметров, то с уверенностью 67,6 % в ходе скринингового обследования можно будет отнести исследуемого пациента в группу здоровых, и с уверенностью 62,0% сказать,

что у больного имеется 1-я степень артериальной гипертонии и послать его на дополнительные исследования. От стадии к стадии АГ количество разделяющих параметров увеличивается от 8 до 19, что закономерно, так как увеличивается количество и степень поражения органов мишеней. Общими для всех групп оказались сектора: коры головного мозга, щитовидной железы и почек, а начиная со 2-ой степени сектор сердца. Специфичность и чувствительность также увеличивались при возрастании степени артериальной гипертонии.

Так как известно, что ГРВ-изображение связано с полом, а также, что артериальная гипертония протекает у женщин и мужчин по-разному (8), были построены решающие правила для всех трех степеней артериальной гипертонии, для женщин и мужчин отдельно (см. табл. 2).

**Таблица 2 Результаты разделения по степени АГ для женщин и мужчин**

Степень АГ	Женщины		Мужчины	
	Специфичность	Чувствительность	Специфичность	Чувствительность
1	76,4%	77,8%	80,9%	73,7%
2	74,2%	81,3%	63,8%	70,8%
3	75,3%	74,7%	78,7%	80,2%

Выявлены общие разделяющие параметры для всех групп, это сектора коры головного мозга, сосудистой системы, сердца, щитовидной железы и почек. Специфичность и чувствительность полученных функций при делении группы по полу в среднем выше, чем для группы целиком на 5-9% .

Количество разделяющих параметров и процент разделения у женщин больше, чем у мужчин. Известно, что у мужчин наблюдается тенденция к более высоким цифрам АД по сравнению с женщинами репродуктивного возраста, после наступления менопаузы или овариоэктомии различия между мужчинами и женщинами исчезают. У женщин до 60 лет распространенность АГ ниже, после 60 лет – выше, чем у мужчин.

Следующим этапом было проведено сравнение данных пациентов контрольной группы и групп с разными стадиями артериальной гипертонии.

Значения специфичности и чувствительности, полученных дискриминантных функций, увеличиваются от первой стадии АГ к третьей. Специфичность полученных функций возрастала от стадии к стадии от 67 до 80%, а чувствительность от 71 до 77%. Количество разделяющих параметров увеличивалось от первой к третьей стадии от 7 до 22. Общими для всех стадий выявлены сектора: коры головного мозга, сердца, надпочечников и щитовидной железы.

Специфичность и чувствительность полученных решающих правил при делении по стадиям артериальной гипертонии выше, чем при делении по степени АГ на 2% и 4% соответственно (см. табл.3).

**Таблица 3 Результаты разделения по стадиям АГ для всей группы**

Стадии АГ	Специфичность	Чувствительность
1	66,9 %	70,9%
2	67,6%	73,5%
3	80,1%	76,5%

Также нами были построены решающие правила для мужчин и женщин отдельно (см. табл. 4).

**Таблица 4 Результаты разделения по стадии АГ для женщин и мужчин**

Стадии АГ	Женщины		Мужчины	
	Специфичность	Чувствительность	Специфичность	Чувствительность
1	80,9%	64,1%	80,9%	79,5%
2	68,1%	81,3%	75,3%	75,8%
3	72,3%	67,3%	83,1%	84,4%

Для этой классификации процент правильных отнесений для мужчин в среднем превысил таковой у женщин на 6-8%. Возможно, это связано с особенностями поражения органов мишеней в зависимости от пола.

Артериальная гипертензия является одним из основных факторов сердечно-сосудистого риска у женщин. Несмотря на то, что уровень АД у женщин в предменопаузе ниже, чем у мужчин соответствующего возраста, частота встречаемости АГ выше у женщин пожилого возраста.

Суммарно особенности течения АГ у женщин в постменопаузе можно представить следующим образом: заболевание часто проявляется в перименопаузе (периоде от появления первых климактерических симптомов до одного года после последней менструации), повышенная чувствительность к поваренной соли, обычно низкорениновые формы АГ, меньший диаметр аорты, преимущественно, повышение систолического АД, большое пульсовое АД, большая ЧСС, менопауза сочетается с усилением индуцированного стрессом сердечно-сосудистого ответа и повышением АД, регистрируемым при СМАД, большая частота поражения органов-мишеней, большая частота развития гипертрофии левого желудочка, преимущественно концентрического типа, более частое развитие осложнений АГ. Полагают, что увеличению АД и большей частоте развития АГ в постменопаузе способствуют и другие факторы, в частности, увеличения ОЦК, увеличение массы тела и повышение уровня норадреналина в крови.

Построены дискриминантные функции для обнаружения пациентов с различными группами риска развития сердечно-сосудистых осложнений при артериальной гипертензии. Специфичность и чувствительность полученных функций составила 64-73,5% и 62,2-76% соответственно, что сопоставимо со значениями, полученными при делении по степени АГ. Количество разделяющих параметров увеличивалось в зависимости от группы риска. Общими для всех групп выявлены сектора, отображающие зоны сердца и почек (см. табл. 5 и 6).

**Таблица 5 Результаты разделения по риску развития сердечно сосудистых осложнений для всей группы**

Риск АГ	Специфичность	Чувствительность
1	73,5 %	62,5%
2	69,9%	72,7%
3	64,0%	64,0%
4	69,9%	76,1%

**Таблица 6 Результаты разделения по риску развития сердечно-сосудистых осложнений для мужчин и женщин**

Риск АГ	Женщины	Мужчины
---------	---------	---------



	Специфичность	Чувствительность	Специфичность	Чувствительность
1	82,0%	75,0%	76,6%	58,3%
2	78,7%	74,5%	70,2%	66,7%
3	74,2%	77,8%	74,5%	78,4%
4	76,4%	75,8%	68,1%	72,7%

Нами была проверена возможность выявления пациентов с различной степенью АГ с помощью логистической регрессии. Специфичность и чувствительность близки по значению, к полученным, с помощью дискриминантного анализа, однако значения специфичности, вычисленные с помощью логистической регрессии несколько ниже, полученных с помощью дискриминантного анализа. Что приводит нас к выводу отдать свое предпочтение в нашей работе методу дискриминантного анализа. (см. табл.7)

**Таблица 7 Результаты разделения по степени АГ с помощью логистической регрессии**

Степень АГ	Специфичность	Чувствительность
1	79,4 %	70,6%
2	68,3%	61,0%
3	58,1%	83,7%

Наши результаты вполне согласуются с результатами, полученными ранее другими исследователями с помощью методов нейронных сетей ( Гурский ), а также при сопоставлении диагноза, поставленного с помощью метода ГРВ и других, широко используемых в настоящее время в медицине диагностических методов ( Мамедов )

### **Выводы**

Построены решающие правила для выявления пациентов с различными степенями, стадиями и группами риска развития сердечно-сосудистых осложнений при артериальной гипертензии. Количество разделяющих параметров увеличивалось при возрастании выраженности артериальной гипертензии с 8 до 22, а специфичность и чувствительность полученных функций составила около 70%. Наиболее часто в качестве разделяющих параметров выявлялись сектора: коры головного мозга, сердца, щитовидной железы, надпочечников и почек. На наш взгляд, наиболее качественное разделение получилось при классификации пациентов по стадиям АГ. По нашему мнению, это связано с тем, что классификация по стадиям артериальной гипертензии, в отличие от классификации по степени АГ, учитывает не только уровень повышения артериального давления, но и поражение органов-мишеней.

Построены решающие правила для выявления пациентов с артериальной гипертензией в зависимости от их пола. Деление по полу повышает точность выявления пациентов с артериальной гипертензией на 5-9%, что связано с различиями в развитии и протекании артериальной гипертензии у женщин и у мужчин.

Таким образом, нами выявлены достоверные различия между контрольной группой пациентов (здоровые) и другими группами (с различной выраженностью АГ) с достаточно высокой точностью. Это делает возможным использование ГРВ-метода при скрининговых обследованиях населения.

### **Литература**

1. Александрова Р.А.и др, Возможности биоэлектрографии в мониторинге воспалительного процесса в бронхах и желудочно-кишечном тракте у больных бронхиальной астмой в сочетании с патологией гастродуоденальной зо-

- ны. // Материалы V Международного конгресса по биоэлектрографии «Наука. Информация. Сознание».– СПб., 2001.– С.10–14.
2. Ащеулов А.Ю. Диагностическое и прогностическое значение метода газоразрядной визуализации (эффекта Кирлиан) для клинической практики: Автореф дис... канд. мед. наук.– Воронеж. 2000.– 12с.
  3. Волков А.В., Телешева Т.Ю., Гурский В.В., Крыжановский Э.В. Статистическая модель диагноза пациента на основе параметров его ГРВ-грамм. Материалы IX Международного конгресса по биоэлектрографии «Наука. Информация. Сознание».– СПб., 2005.– С.5.
  4. Гусев Д.А. и др. . Применение ГРВ-графии при исследовании пациентов с хроническими вирусными гепатитами. // Материалы XII Международного конгресса по биоэлектрографии «Наука. Информация. Сознание».– СПб., 2008.– С.5.
  5. Коротков К.Г. и др. . Обзор публикаций по применению метода газоразрядной визуализации (ГРВ) в медицине. // Материалы XII Международного конгресса по биоэлектрографии «Наука. Информация. Сознание».– СПб., 2008.– С.6–8.
  6. Коротков К.Г. Струков Е.Ю., Широков Д.М. Метод газоразрядной визуализации в практике врача-исследователя. – СПб., 2003.
  7. Коротков К.Г. Принципы анализа в ГРВ биоэлектрографии.– СПб., 2007.
  8. Маколкин В. И., Подзолоков В. И. Гипертоническая болезнь.– М., 2000.
  9. Мамедов Ю.Э. Диагностические возможности ГРВ-графии в выявлении патологии костно-мышечной и бронхо-легочной систем организма человека. // Материалы X Международного конгресса по биоэлектрографии «Наука. Информация. Сознание».– СПб., 2006.– С.38.
  10. Руководство по артериальной гипертонии / Под ред. Е.И. Чазова. М., 2005.
  11. Яковлева Е.Г., Стручков П.В., Зарубина Т.В. Использование метода ГРВ для раннего выявления лиц с артериальной гипертонией в ходе диспансерных осмотров. // Тринадцатый Всероссийский съезд сердечно-сосудистых хирургов 25-28 ноября 2007 года, Москва, Бюллетень НЦССХ им. Бакулева РАМН. Том 8 №6 ноябрь-декабрь 2007. С.241.
  12. Яковлева Е.Г., Стручков П.В., Кондратова Е.Ю. Возможности метода ГРВ для выявления пациентов с поражением магистральных артерий головы и гипертрофией левого желудочка. // Международный форум «Информационные технологии и общество - 2008». Кемер, Турция. Москва 2008г. С.164-165.
  13. Яковлева Е.Г., Стручков П.В., Зарубина Т.В., Ковелькова М.Н. Александрова Е.В. Использование различных статистических подходов для обработки результатов ГРВ исследований // XIII Международный конгресс по биоэлектрографии. Наука, Информация, Сознание. 4-5 июля 2009г. г. Санкт-Петербург. С. 56-57.