



УДК 612.31:257(462)+51.212

КОМПЬЮТЕРНОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ АССОЦИАЦИЙ ГИПЕРТОНИЧЕСКОЙ БОЛЕЗНИ С ЗАБОЛЕВАЕМОСТЬЮ И СМЕРТНОСТЬЮ ОТ ДРУГИХ БОЛЕЗНЕЙ СИСТЕМЫ КРОВООБРАЩЕНИЯ

А.В. ИВАНОВ¹
В.Н. МИШУСТИН¹
Е.В. СТАРОДУБЦЕВА¹
А.П. ЯКОВЛЕВ²

¹*Курский государственный
медицинский университет*

²*Юго-Западный государственный
университет, г. Курск*

e-mail: Nikiti4007@yandex.ru

С использованием многомерных математических методов (корреляционный, кластерный анализ и метод главных компонент) проведено компьютерное моделирование связей заболеваемости населения гипертонической болезнью с заболеваемостью и смертностью от других болезней системы кровообращения. Установлено существенное влияние заболеваемости населения гипертонической болезнью на заболеваемость и смертность от болезней системы кровообращения и всех заболеваний на территориальном уровне. Особенно тесные взаимосвязи установлены в городских территориях.

Ключевые слова: заболеваемость гипертонической болезнью, смертность от болезней системы кровообращения, компьютерное моделирование.

Гипертоническая болезнь является наиболее распространенной патологией во многих странах и относится к социально значимым заболеваниям вследствие высокой частоты и риска развития цереброваскулярных осложнений и смертности. Эпидемиологические исследования последних лет свидетельствуют о том, что среди населения планеты гипертонической болезнью страдают от 450 до 900 миллионов человек и более 3 миллионов ежегодно умирают от различных осложнений [1, 3]. К 2025 г. прогнозируется увеличение больных гипертонической болезнью на 60% и в абсолютных цифрах составит 1,56 миллиарда. В наибольшей степени повышение заболеваемости произойдет в развивающихся странах [5].

В США гипертоническая болезнь затрагивает 65 миллионов взрослых и является распространенной патологией, достигая в популяции 30% [6]. В Российской Федерации уровень болезней, характеризующихся повышенным артериальным давлением, в 2000-2008 гг. увеличился в 2,2 раза [4], а официально зарегистрировано более 40 миллионов пациентов с гипертонической болезнью, из которых у 90% не достигается эффективный контроль артериального давления [3]. Это многократно повышает риск развития сердечно-сосудистых осложнений, инвалидности и смертности, ассоциации которых редко анализируются в научных исследованиях с применением многомерных математических методов, позволяющих объективизировать выявленные соотношения. По данным ВОЗ, в 2005 г. от сердечно-сосудистых причин умерло 17,5 миллиона человек, в том числе 7,6 миллиона – от коронарной болезни сердца и 5,7 миллиона – от инсульта [8]. При этом основной причиной сердечно-сосудистых осложнений выступает артериальная гипертония [2, 4, 7, 9]. Однако изучение и компьютерное моделирование ассоциаций распространенности заболеваемости гипертонической болезнью с другими болезнями системы кровообращения и показателями смертности населения на территориальном уровне проводится редко.

Материал и методы. Изучение заболеваемости гипертонической болезнью жителей Курской области проводилось сплошным ретроспективным методом за 2004-2009 гг. по всем районам с дифференциацией на городские и сельские территории. Сведения о заболеваемости гипертонической болезнью, болезнями системы кровообращения, общей смертности получены из официальных источников информации в Комитете здравоохранения области и трансформированы в интенсивные показатели в расчете на 100 000 населения. Статистические данные формировались в операционной среде «Excel» и в дальнейшем с использованием компьютерной программы «Statistica 6.0» на персональном компьютере подвергались обработке многомерными математическими методами (корреляционный, кластерный анализ, метод



главных компонент). Компьютерное моделирование ассоциаций заболеваемости населения области гипертонической болезнью проводилось в двух направлениях:

– исследование взаимосвязей с заболеваемостью другими болезнями системы кровообращения, на которые может влиять заболеваемость гипертонической болезнью;

– анализ агрегации со смертностью заболеваемости указанных выше нозологий.

Результаты исследования. При корреляционном анализе связей заболеваемости гипертонической болезнью жителей городов с включенными в исследование другими болезнями системы кровообращения и общей заболеваемостью установлена прямая достоверная умеренная связь с заболеваемостью ишемической болезни сердца и обратная средняя связь с общей заболеваемостью (табл. 1). Сильная прямая корреляция выявлена между заболеваемостью стенокардией и цереброваскулярной патологией ($P < 0,01$). Достоверная обратная средняя связь имеется между заболеваемостью болезнями системы кровообращения и заболеваемостью стенокардией. Прямая достоверная средняя связь характерна для заболеваемости острым инфарктом миокарда, ишемической болезни сердца и стенокардии. В остальных случаях корреляционные связи статистически незначимы.

Таблица 1

Корреляционные связи заболеваемости гипертонической болезнью городского населения с заболеваемостью другими болезнями системы кровообращения и общей заболеваемостью в 2004-2009 гг.

| Признаки | Заболеваемость ГБ | Заболеваемость БСК | Заболеваемость ИБС | Общая заболеваемость | Заболеваемость стенокардией | Заболеваемость ОИМ | Цереброваскулярная заболеваемость |
|-----------------------------------|-------------------|--------------------|--------------------|----------------------|-----------------------------|--------------------|-----------------------------------|
| Заболеваемость ГБ | 1,00 | | | | | | |
| Заболеваемость БСК | -0,09 | 1,00 | | | | | |
| Заболеваемость ИБС | +0,50 | -0,18 | 1,00 | | | | |
| Общая заболеваемость | -0,51 | -0,28 | -0,12 | 1,00 | | | |
| Заболеваемость стенокардией | +0,05 | -0,39 | +0,08 | -0,20 | 1,00 | | |
| Заболеваемость ОИМ | +0,29 | -0,36 | +0,57 | -0,22 | +0,39 | 1,00 | |
| Цереброваскулярная заболеваемость | -0,30 | -0,20 | +0,00 | -0,29 | +0,82 | +0,25 | 1,00 |

Кластерный анализ (рис. 1) выявил в виде дендрограммы, т.е. графической взаимосвязи родственных нозологий рассматриваемой заболеваемости, наиболее тесную интеграцию заболеваемости стенокардией у горожан с цереброваскулярной заболеваемостью, сформировавших 1-й кластер. Второй кластер на дендрограмме представлен заболеваемостью острым инфарктом миокарда и ишемической болезнью сердца. Заболеваемость гипертонической болезнью совместно с ишемической болезнью сердца формируют 3-й кластер. Заболеваемость болезнями системы кровообращения интегрирует с ранее сформированными кластерами. Наиболее низкий уровень объединения все рассматриваемые нозологические формы болезней системы кровообращения имеют с общей заболеваемостью.

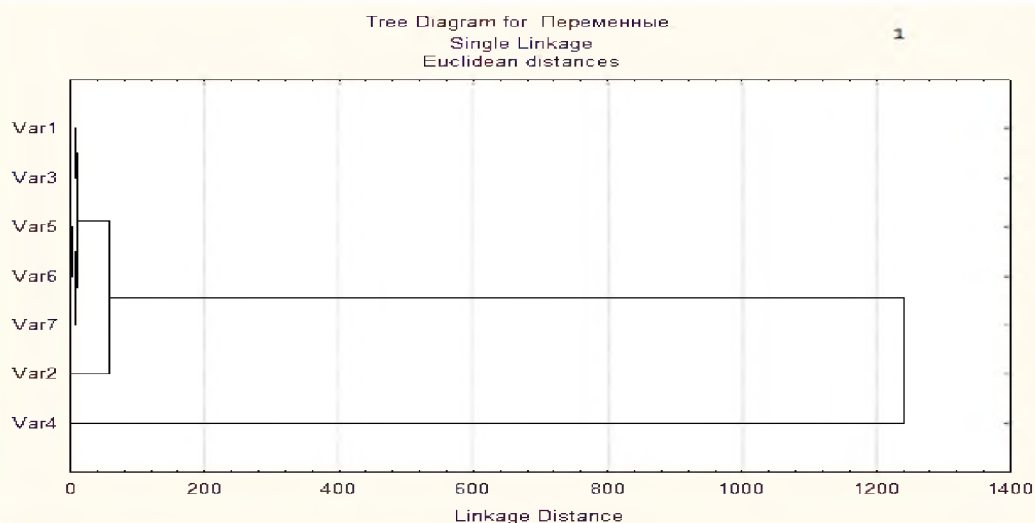


Рис. 1. Дендрограмма заболеваемости гипертонической болезнью и заболеваемости болезнями системы кровообращения, общей заболеваемости в городских территориях в 2004-2009 гг.:

Var1 – гипертоническая болезнь, Var2 – болезни системы кровообращения, Var3 – ИБС, Var4 – общая заболеваемость, Var5 – стенокардия, Var6 – ОИМ, Var7 – цереброваскулярная патология на 100 000 населения

Количественный вклад заболеваемости городского населения гипертонической болезнью в развитие других болезней системы кровообращения и общей заболеваемости установлен посредством метода главных компонент (табл. 2). Последний выделил две главные компоненты. Первая определяет 78,24% воздействия с дисперсией 2,721 и показывает, что увеличение заболеваемости гипертонической болезнью сопровождается ростом заболеваемости ишемической болезнью сердца, острого инфаркта миокарда при одновременном снижении общей заболеваемости и цереброваскулярной патологии. Заболеваемость гипертонической болезнью в городах влияет на снижение заболеваемости системы кровообращения в целом и практически не связана с заболеваемостью стенокардией. Вклад второй главной компоненты и ее составляющих существенно ниже, хотя направленность ассоциаций заметно не изменилась.

Таблица 2

Структура главных компонент ассоциаций заболеваемости гипертонической болезнью с частотой болезней системы кровообращения и общей заболеваемостью в городских территориях Курской области в 2004-2009 гг.

| Заболевания | ГК1 | ГК2 |
|-----------------------------------|--------|--------|
| Заболеваемость ГБ | +0,125 | +0,108 |
| Заболеваемость БСК | -0,137 | -0,065 |
| Заболеваемость ИБС | +0,324 | +0,141 |
| Общая заболеваемость | -0,286 | -0,115 |
| Заболеваемость стенокардией | -0,075 | -0,022 |
| Заболеваемость ОИМ | +0,218 | +0,137 |
| Цереброваскулярная заболеваемость | -0,253 | -0,189 |
| Дисперсия | 2,721 | 1,115 |
| % | 78,24 | 14,35 |

В сельских районах заболеваемость гипертонической болезнью имеет более выраженную корреляционную связь с аналогичными формами патологии. В большинстве случаев заболеваемость гипертонической болезнью имеет прямую достоверную среднюю связь. Сказанное относится к заболеваемости болезнями системы кровообращения, ишемической болезнью сердца, стенокардией, цереброваскулярной патологией и общей заболеваемости сельского населения в области. Исключение со-



ставляет только заболеваемость острым инфарктом миокарда. Прямая сильная связь установлена между общей заболеваемостью и заболеваемостью болезнями системы кровообращения ($P < 0,001$), между болезнями системы кровообращения и ишемической болезнью сердца ($P < 0,01$).

Межгрупповое взаимодействие заболеваемости гипертонической болезнью с заболеваемостью других форм класса болезней системы кровообращения, общей заболеваемостью в сельских районах характеризуется наиболее тесной интеграцией заболеваемости стенокардией с острым инфарктом миокарда, формирующих 1-й кластер (рис. 2). Второй кластер представлен взаимодействием заболеваемости ишемической болезнью сердца и цереброваскулярными болезнями. С указанными кластерами интегрирует заболеваемость гипертонической болезнью, а далее – заболеваемость болезнями системы кровообращения. На наиболее удаленной дистанции с болезнями системы кровообращения находится общая заболеваемость.

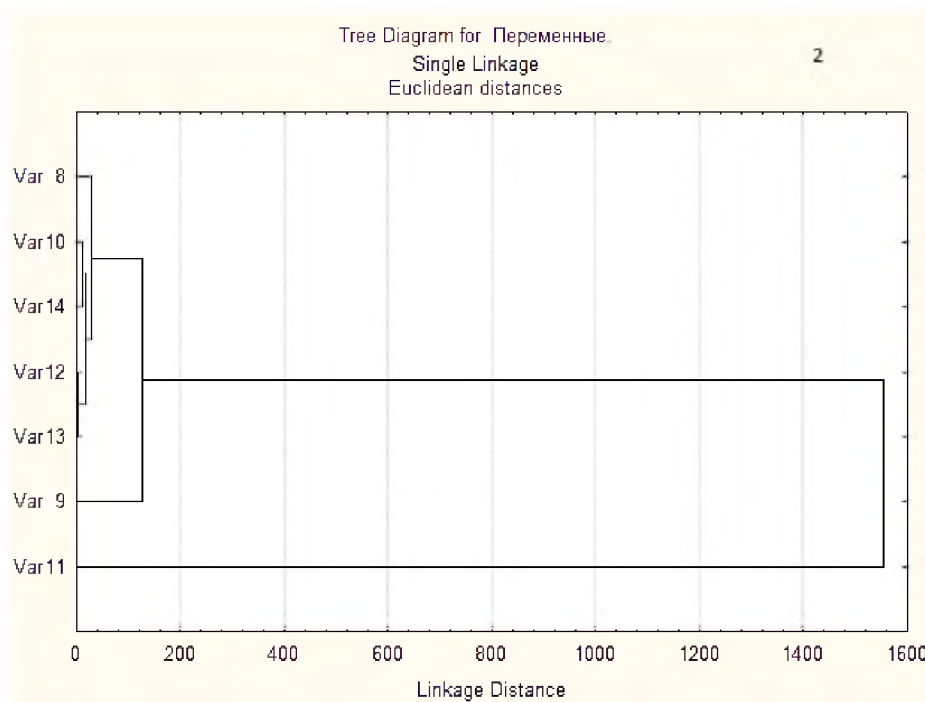


Рис. 2. Классификация болезней системы кровообращения и общей заболеваемости населения сельских районов области в 2004-2009 гг.:

Var8 – гипертоническая болезнь, Var9 – болезни системы кровообращения, Var10 – ишемическая болезнь сердца, Var11 – общая заболеваемость, Var12 – стенокардия, Var13 – острый инфаркт миокарда, Var14 – цереброваскулярная патология на 100 000 населения.

Компонентный анализ (табл. 3) свидетельствует о наличии двух компонент, определяющих в совокупности 90,21% воздействия. Структура первой главной компоненты показывает, что увеличение заболеваемости гипертонической болезнью среди жителей сельских районов приводит к повышению прежде всего заболеваемости ишемической болезнью сердца, болезней системы кровообращения в целом, стенокардии и острого инфаркта миокарда. Составляющие второй компоненты представлены в основном заболеваемостью ишемической болезнью сердца, стенокардией.

Компьютерный анализ ассоциаций заболеваемости гипертонической болезнью с показателями смертности от ведущих форм болезней системы кровообращения и общей смертности в рамках второго направления выявил наличие прямых корреляционных связей со всеми исследуемыми причинами смертности, за исключением смертности вследствие цереброваскулярных болезней (табл. 4). Следует отметить прямую сильную корреляционную связь между общей смертностью, смертностью от болезней системы кровообращения и от ишемической болезни сердца ($P < 0,001$). Прямая сильная достоверная связь установлена также между смертностью от болез-



ней системы кровообращения и смертностью вследствие ишемической болезни сердца. Смертность от болезней системы кровообращения характеризуется наличием прямой средней связи с показателем смертности при цереброваскулярной патологии, острым нарушении мозгового кровообращения. Прямая сильная связь существует между смертностью вследствие цереброваскулярной болезни и острым нарушением мозгового кровообращения.

Таблица 3

Главные компоненты в ассоциации заболеваемости гипертонической болезнью с основными болезнями системы кровообращения и общей заболеваемостью в сельских районах Курской области в 2004-2009 гг.

| Заболевания | ГК1 | ГК2 |
|-----------------------------------|--------|--------|
| Заболеваемость ГБ | +0,253 | +0,158 |
| Заболеваемость БСК | +0,305 | -0,042 |
| Заболеваемость ИБС | +0,347 | +0,487 |
| Общая заболеваемость | +0,268 | -0,125 |
| Заболеваемость стенокардией | +0,327 | +0,372 |
| Заболеваемость ОИМ | +0,292 | +0,168 |
| Цереброваскулярная заболеваемость | +0,113 | +0,171 |
| Дисперсия | 2,542 | 1,197 |
| % | 74,37 | 15,84 |

Таблица 4

Значения коэффициентов корреляции между заболеваемостью гипертонической болезнью, смертностью от болезней системы кровообращения и общей смертностью в городских территориях Курской области в 2004-2009 гг.

| Признаки | Заболеваемость ГБ | Смертность от БСК | Смертность от ИБС | Смертность от ОИМ | Смертность от цереброваскулярной патологии | Смертность от ОНМК | Смертность от всех болезней |
|--|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|--|--------------------|-----------------------------|
| Заболеваемость ГБ | 1,00 | | | | | | |
| Смертность от БСК | +0,68 | 1,00 | | | | | |
| Смертность от ИБС | +0,68 | +0,91 | 1,00 | | | | |
| Смертность от ОИМ | -0,39 | -0,41 | -0,46 | 1,00 | | | |
| Смертность от цереброваскулярной патологии | -0,01 | +0,39 | +0,09 | -0,04 | 1,00 | | |
| Смертность от ОНМК | +0,21 | +0,49 | +0,29 | -0,09 | +0,87 | 1,00 | |
| Смертность от всех болезней | +0,64 | +0,94 | +0,84 | -0,45 | +0,51 | +0,65 | 1,00 |

При анализе межгруппового взаимодействия заболеваемости гипертонической болезнью с показателями смертности при сердечно-сосудистой патологии, общей смертности наиболее тесная интеграция отмечена между смертностью от цереброваскулярной болезни и острым нарушением мозгового кровообращения (рис. 3). С данным кластером взаимодействует показатель смертности от острого инфаркта миокарда, с которым в свою очередь интегрирована заболеваемость гипертонической болезнью среди городского населения. Наибольшее Евклидово расстояние имеется между общей смертностью и ранее сформированными кластерами.

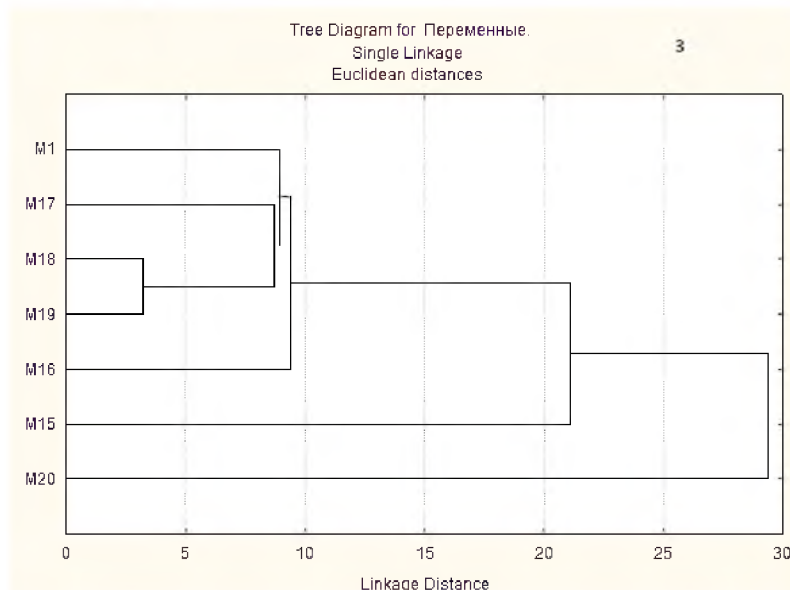


Рис. 3. Межгрупповое взаимодействие заболеваемости гипертонической болезнью в городах в 2004-2009 гг. с общей смертностью, со смертностью от болезней системы кровообращения:
 M₁ – заболеваемость ГБ, M₁₅ – смертность от БСК, M₁₆ – смертность от ИБС, M₁₇ – смертность от ОИМ, M₁₈ – смертность от цереброваскулярных болезней, M₁₉ – смертность от ОНМК, M₂₀ – смертность от всех болезней

Оценка внутригрупповых связей заболеваемости гипертонической болезнью с показателями общей смертности, смертности от болезней системы кровообращения выявила (табл. 5), что снижение заболеваемости гипертонической болезнью будет сопровождаться уменьшением общей смертности, смертности от болезней системы кровообращения и ишемической болезни сердца. На это указывает структура первой главной компоненты, определяющая воздействие в 68,9%. На долю второй компоненты приходится 21,7%, а ее составляющие указывают на увеличение смертности от болезней системы кровообращения и ишемической болезни сердца при повышении заболеваемости гипертонической болезнью в городских территориях.

Таблица 5

Компонентный анализ влияния заболеваемости гипертонической болезнью в городах на смертность от болезней системы кровообращения, общую смертность в 2004-2009 гг.

| Признаки | ГК1 | ГК2 |
|--|--------|--------|
| Заболеваемость ГБ | -0,142 | +0,425 |
| Смертность от БСК | -0,223 | +0,455 |
| Смертность от ИБС | -0,257 | +0,357 |
| Смертность от ОИМ | -0,059 | -0,013 |
| Смертность от цереброваскулярной патологии | +0,008 | -0,089 |
| Смертность от ОНМК | -0,115 | +0,006 |
| Смертность от всех болезней | -0,282 | +0,182 |
| Дисперсия | 2,633 | 1,485 |
| % | 68,9 | 21,7 |

В сельских районах заболеваемость гипертонической болезнью, как показывает корреляционный анализ, имеет с показателями общей смертности и смертности от болезней системы кровообращения обратную слабую и среднюю связь (табл. 6). Однако выявлена прямая достоверная средняя и слабая связь смертности вследствие болезней системы кровообращения (класса в целом) с показателями смертности от отдельных нозологий болезней системы кровообращения, причем наиболее тесная



связь установлена для смертности от ишемической болезни сердца. Показатель общей смертности имеет слабую и среднюю связь со смертностью от ишемической болезни сердца, острого инфаркта миокарда и болезней системы кровообращения. Сильная прямая корреляционная связь имеется между уровнем смертности от цереброваскулярной болезни и острого нарушения мозгового кровообращения.

Таблица 6

Корреляционные связи заболеваемости гипертонической болезнью, общей смертностью и смертностью от болезней системы кровообращения в сельских районах в 2004-2009 гг.

| Признаки | Заболеваемость ГБ | Смертность от БСК | Смертность от ИБС | Смертность от ОИМ | Смертность от цереброваскулярной патологии | Смертность от ОНМК | Смертность от всех болезней |
|--|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|--|--------------------|-----------------------------|
| Заболеваемость ГБ | 1,00 | | | | | | |
| Смертность от БСК | -0,67 | 1,00 | | | | | |
| Смертность от ИБС | -0,31 | +0,64 | 1,00 | | | | |
| Смертность от ОИМ | -0,36 | +0,38 | +0,27 | 1,00 | | | |
| Смертность от цереброваскулярной патологии | -0,54 | +0,39 | -0,09 | +0,33 | 1,00 | | |
| Смертность от ОНМК | -0,47 | +0,30 | -0,09 | +0,27 | +0,97 | 1,00 | |
| Смертность от всех болезней | -0,23 | +0,36 | +0,30 | +0,20 | +0,01 | +0,09 | 1,00 |

Указанные особенности заболеваемости гипертонической болезнью, смертности от болезней системы кровообращения и общей смертности нашли отражение в кластеризации признаков (рис. 4). Максимальный уровень интеграции с образованием 1-го кластера выявлен для смертности от цереброваскулярной болезни и смертности от острого нарушения мозгового кровообращения. С данным кластером поочередно интегрируется смертность вследствие острого инфаркта миокарда, ишемической болезни сердца, класса болезней системы кровообращения. Со сформированным таким образом 4-м кластером объединена заболеваемость гипертонической болезнью.

На основе метода главных компонент выделены три главные компоненты с общим вкладом 95,28%. Определение структуры первой главной компоненты свидетельствует, что снижение заболеваемости населения сельских районов гипертонической болезнью может вызвать уменьшение смертности от класса болезней системы кровообращения при незначительном повышении и снижении некоторых нозологических форм. Влияние второй главной компоненты (24,86%) однозначно указывает на рост смертности от болезней системы кровообращения при повышении заболеваемости гипертонической болезнью. Третья компонента определяет рост смертности от цереброваскулярной болезни и острого нарушения мозгового кровообращения.

Заключение. Установленные посредством многомерных математических методов закономерности взаимодействия заболеваемости гипертонической болезнью с заболеваемостью и смертностью от других болезней системы кровообращения, общей заболеваемостью и смертностью в городских и сельских территориях позволяют утверждать о существенном влиянии заболеваемости населения гипертонической болезнью на заболеваемость и смертность от болезней системы кровообращения и всех заболеваний на территориальном уровне.

Литература

1. Денисова, Е. А. Об эффективности медицинской помощи пациентам с артериальной гипертензией / Е. А. Денисова // Здоровоохранение Российской Федерации. – 2007. – № 6. – С.48-49.



2. Моисеев, В. С. Артериальная гипертония у пожилых людей / В. С. Моисеев // Клиническая фармакология и терапия. – 2006. – Т. 15, № 4. – С. 20-23.
3. Ощепкова, Е. В. Федеральная целевая программа «Профилактика и лечение артериальной гипертонии в Российской Федерации – 5-летние итоги ее реализации / Е. В. Ощепкова // Здоровоохранение Российской Федерации. – 2007. – № 5. – С. 18-21.
4. Погосова, Г. В. Улучшение приверженности к лечению артериальной гипертонии и ишемической болезни сердца – ключевое условие снижения сердечно-сосудистой смертности / Г. В. Погосова, И. Е. Колтунов, А. Н. Рославцева // Кардиология. – 2007. – Т. 47, № 3. – С. 79-85.
5. Сон, И. М. Современные особенности заболеваемости взрослого населения / И. М. Сон, С. А. Леонов, Е. В. Огрызко // Здоровоохранение Российской Федерации. – 2010. – № 1. – С.3-6.
6. Kearney, P. M. Global burden of hypertension: analysis of worldwide data / P. M. Kearney, M. Whelton, K. Reynolds et al // Lancet. – 2005. – Vol. 365, № 1. – P. 217-223.
7. Law, M. R. Use of blood pressure lowering drugs in the prevention of cardiovascular disease: meta-analysis of 147 randomised trials in the context of expectations from prospective epidemiological studies / M. R. Law, J.K. Morris, N. J. Wald // BMJ. – 2009. – Vol. 338. – P. 1665-1671.
8. Martiniuk, A.L.C. For the Asia-Pacific Cohort Studies Collaboration. Hypertension: its prevalence and population-attributable fraction for mortality from cardiovascular disease in the Asia-Pacific region / A.L.C. Martiniuk, C.M.Y. Lee, C.M.M. Lawes et al // J Hyperten. – 2007. – Vol. 25. – P. 73-79.
9. Prevention of cardiovascular disease: guidelines for assessment and management of total cardiovascular risk // World Health Organization. – Geneva, 2007. –P. 5-18.
10. Stamatakis, E. Prevention of cardiovascular disease: why do we neglect the most potent intervention / E. Stamatakis, R. Weiler //Hear. – 2010. – Vol. 96, № 4. – P. 261-262.

COMPUTER SIMULATION OF ASSOCIATIONS OF HYPERTENSION MORBIDITY AND MORTALITY FROM OTHER DISEASES OF THE CIRCULATORY SYSTEM

A.V. IVANOV¹
V.N. MISHUSTIN¹
E.V. STARODUBCEVA¹
A.P. YAKOVLEV²

¹*Kursk State Medical University*

²*South-West State University, Kursk*

e-mail: Nikiti4007@yandex.ru

Using multidimensional mathematical methods (short-relational, cluster analysis and the method of principal components) investigation Deno computer modeling links morbidity hypertension morbidity and mortality from other diseases of the circulatory system. Established significant influence of morbidity of the population of hypertension on the morbidity and mortality from circulatory diseases and all diseases and territorial level. A particularly close relationship installed in urban areas.

Key words: the incidence of hypertension, deaths from diseases of the circulatory system, computer fashion regulation.