

изменениями артериального давления и среднего показателя активности NADPH-диафоразы в ядрах продолговатого мозга. При использовании метода множественной регрессии для этих целей наибольшая степень взаимосвязи прослежена для ядра солитарного тракта и ретикулярного мелкоклеточного ядра. Другие два метода дают приблизительно одинаковые весовые вклады всех ядер в исследуемые отношения (табл. 4).

Рекомендованные методы (парной корреляции, ранговой корреляции и регрессии) являются лишь частным случаем применения статистической обработки результатов в биологических исследованиях, которые позволили оценить неоднозначность взаимосвязей между активностью NADPH-диафоразы в ядрах продолговатого мозга и артериальным давлением, формирующихся в начальном периоде экспериментальной гипертензии.

Литература

1. Бабич Е.В., Коцюба А.Е., Черток В.М. Нитроксидагергические нейроны в ядрах продолговатого мозга у нормо- и гипертензивных крыс. // Бюлл. эксперим. биол. и мед. 2009. Т. 147, № 8. С. 157–160.
2. Глинский В.В., Ионин В.Г. Статистический анализ. М.: ИНФРА-М, 2002. 241 с.
3. Крамер Г. Математические методы статистики. М.: Мир, 1975. 648 с.
4. Руденко В.И. Статистика. М.: Дашков и К°, 2006. 188 с.
5. Черток В.М., Коцюба А.Е., Бабич Е.В. Нитроксидагергические нейроны в некоторых ядрах продолговатого мозга человека и крысы // Цитология. 2009. Т. 52, № 7. С. 612–616.
6. Коэффициент ранговой корреляции Спирмена // URL: <http://psystat.at.ua/publ/1-1-0-33> (дата обращения 26.02.2011).

Поступила в редакцию 25.02.2011.

APPLICATION OF SYSTEM ANALYSIS FOR EVALUATION OF SIGNIFICANCE OF CHANGES OF NITROXIDERGIC NEURONS IN NUCLEUSES OF RATS' MEDULLA IN CASE OF EXPERIMENTAL HYPERTENSION

M.S. Startseva, A.E. Kotsuba, V.M. Koldaev
Vladivostok State Medical University (2 Ostryakova Av. Vladivostok 690950 Russia)

Summary – The experiment with rats was used to study options for applying methods of system analysis (pair correlation, grade correlation and regression) to evaluate interrelation between quantity of nitroxidergic neurons with various activity of NADPH-diaphorase in the medulla nucleuses and value of arterial pressure. Although the methods recommended were only the private case of applying the statistical analysis of results in biological studies, they allowed evaluating the many-valuedness of interrelations existing between changes of diaphorase activity in the medulla nucleuses and variations of arterial pressure. The programs of correlation and regression helped to determine the most ponderable changes of the factor in reticular gigantocellular nucleus and dorsal nucleus of nervus vagus. The grade correlation program allowed finding the most ponderable changes in dorsal nucleus of nervus vagus and reticular small-cell nucleous.

Key words: statistical methods, nitroxidergic neurons, medulla, hypertension.

Pacific Medical Journal, 2011, No. 3, p. 61–64.

УДК 616-084:331.483.1

ПРОГРАММА ВЫБОРА ОПТИМАЛЬНОЙ СТРАТЕГИИ И КРИТЕРИИ ОЦЕНКИ ЭФФЕКТИВНОСТИ ПРОФИЛАКТИКИ НЕИНФЕКЦИОННЫХ ЗАБОЛЕВАНИЙ

А.П. Гулевич¹, Е.Б. Кривелевич^{1,2}, И.С. Хан³

¹Приморский краевой медицинский информационно-аналитический центр (690091 г. Владивосток, ул. Лазо, 9),

²Владивостокский государственный медицинский университет (690950 г. Владивосток, пр-т Острякова, 2),

³Тихоокеанский государственный экономический университет (690091 г. Владивосток, Океанский пр-т, 19)

Ключевые слова: профилактика, экономический ущерб, оптимальные стратегии.

Рассматриваются вопросы оценки экономического эффекта от профилактических осмотров населения с целью выявления незарегистрированных случаев неинфекционных заболеваний. Обосновывается тезис о недостаточности использования расходов государственного бюджета в качестве единственного критерия поиска оптимальных стратегий проведения профилактики населения. Предложена авторская классификация ущербов общества от заболеваемости, сгруппированных для возможности использования в качестве критериев поиска оптимальной стратегии профилактических осмотров населения на плановом временном периоде.

Принцип профилактической направленности является ведущим в деятельности национальных систем здравоохранения. Его значимость особенно возросла в последние десятилетия, что во многом связано с ростом расходов на нужды здравоохранения,

Гулевич Антон Павлович – начальник отдела стратегического планирования и прогнозирования ПК МИАЦ, e-mail: anban1982@mail.ru

обеспечивающих доступность медицинской помощи, и внедрением дорогостоящих современных технологий ее оказания. Он реализуется через разнообразные формы предупреждения заболеваний или их выявления на ранних стадиях.

В современной научной литературе профилактика заболеваний рассматривается с точки зрения четырех основных аспектов: медицинского, социального, организационно-правового и экономического. Однако оценка экономической сущности профилактики до настоящего времени полностью не раскрыта. В большинстве работ лишь констатируется наличие или отсутствие экономического эффекта от реализации программ профилактической деятельности, но не рассматриваются наиболее оптимальные модели профилактики, не определяются условия, при которых их реализация будет эффективной. В то же время оценка экономической

эффективности медицинских профилактических мероприятий, по сути, является одним из немногих подходов, позволяющих сравнить между собой различные профилактические программы и выбрать вариант, оптимальный с точки зрения использования выделенных на его проведение средств. В литературе под экономическим эффектом подразумевается «результат экономической деятельности, измеряемый, как правило, разностью между денежным доходом от деятельности и денежными расходами на ее осуществление» [1]. В данном случае расходами являются затраты общества на профилактику, а доходом – снижение экономического ущерба от потерь здоровья, связанных с заболеваемостью (то есть выражение потерь в стоимостном эквиваленте) за исследуемый период. Поэтому финансирование программ профилактической направленности рассматривается нами как инвестиции в мероприятия, направленные на снижение экономического ущерба от потерь здоровья общества.

По оценкам ряда авторов, масштабы экономических потерь от ухудшения состояния здоровья населения России весьма значительны. В.П. Корчагин [2] оценивал эти потери в 1996 г. в 191 млрд долларов США (с учетом паритета покупательной способности), или в 18,92 % от валового внутреннего продукта. Б.Б. Прохоров и Д.И. Шамаков [3] приводили оценку в 65 млрд долларов США за 1999 г., В.И. Усачев [4] – в 185 млрд долларов США за 1996–2001 гг. По расчетам, проведенным Е.Б. Кривелевичем, экономические потери за счет временной утраты трудоспособности и инвалидизации работающих в Приморском крае в 2001 г. составили 25,75 млрд рублей, в 2002 – 30,69 млрд рублей, что соответствовало 27,47 и 30,46 % валового регионального продукта.

Одним из инструментов снижения потерь от заболеваемости является проведение профилактических осмотров населения с последующим диспансеризационным наблюдением за выявленными больными, в том числе в рамках приоритетного национального проекта «Здоровье», который реализуется с 2006 г. Однако положительные результаты здесь могут быть нивелированы без системы повторных обследований вследствие повышения показателей заболеваемости населения до уровня, предшествующего проведению профилактических мероприятий. С другой стороны, сплошной охват населения осмотрами приводит к необоснованному удорожанию программы и снижению ее экономической эффективности. Сегодня проведение регулярных профилактических осмотров в первую очередь связано с возможностями государства как основного, на данный момент, источника финансирования. В этой ситуации актуальным становится вопрос об обеспеченности периодичности проведения профилактических осмотров населения и определения оптимальной стратегии профилактических мероприятий на плановый период.

Для обоснования подходов к решению данной задачи авторами разработана математическая модель распространенности типичного неинфекционного заболевания и планирования профилактических осмотров населения на плановый период. На основе модели сформулирована задача поиска стратегии профилактических осмотров населения, оптимальная с точки зрения экономического эффекта. Под стратегией на плановый период в n лет понимается вектор \bar{s} :

$$\bar{s} = (s_1, \dots, s_n) \in G,$$

где s_t – доля населения, охваченного профилактическими осмотрами в год t , $s_t \in [0,1]$, G – множество всех возможных стратегий.

Поиск оптимальной стратегии осуществляется с помощью разработанного авторами программного средства, проводящего целенаправленный перебор всех существующих стратегий из множества G с точностью до 0,01 на плановом периоде, длительностью до 10 лет. Подробнее модель и задача поиска оптимальных стратегий профилактики и результаты ее решения для некоторых случаев описаны в других работах [5–7].

В качестве критерия поиска оптимальной стратегии нами использовано значение экономического эффекта от профилактических осмотров населения за определенный период. Эффект существует вследствие того, что стоимость лечения выявленного больного в ситуации отсутствия профилактики в среднем выше, чем в ситуации проведения осмотров, так как заболевание во втором случае выявляется на более ранней стадии. В общем виде значение критерия поиска оптимальной стратегии $Ef(\bar{s})$ можно записать следующим образом:

$$Ef(\bar{s}) = BP - SP(\bar{s}) - F(\bar{s}),$$

где BP – расходы общества на лечение больных с изучаемым заболеванием в плановом периоде без проведения профилактических мероприятий, $SP(\bar{s})$ – расходы общества на лечение больных с изучаемым заболеванием в плановом периоде в ситуации проведения профилактических осмотров по стратегии \bar{s} , $F(\bar{s})$ – расходы общества на проведение профилактических осмотров по стратегии \bar{s} в плановом периоде.

Решением задачи поиска оптимальной стратегии является такая стратегия \bar{s}^* , при которой $Ef(\bar{s}^*) \rightarrow \max, \bar{s} \in G$. Так как в настоящее время основным источником финансирования массовых профилактических мероприятий в России является государственный бюджет, то под расходами общества мы понимаем расходы государственного бюджета.

Модель была использована для расчета стратегии целевых профилактических осмотров для выявления случаев заболевания инсулиннезависимым сахарным диабетом (ИНСД) населения Владивостока, оптимальной с точки зрения экономического эффекта от снижения стоимости лечения больных. В качестве

исходных использовались данные регионального регистра сахарного диабета, предоставленные государственным учреждением здравоохранения «Приморский краевой медицинский информационно-аналитический центр». Анализ полученных результатов показал, что экономически эффективным с точки зрения снижения расходов на лечение больных будет проведение профилактических осмотров только в группе женщин в возрасте от 50 до 65 лет, имеющих факторы риска развития ИНСД (стратегия \bar{s}^1 на рис.). Для других групп населения проведение профилактических осмотров по критерию снижения расходов на лечение неэффективно. Полученные результаты объясняются высокой долей больных группы риска развития ИНСД, ежегодно выявляемых в лечебно-профилактических учреждениях в результате из самостоятельного обращения, в связи с чем проведение в ней профилактических осмотров имеет положительный экономический эффект. В группах, выделенных по более широким критериям, количества ежегодно выявляемых больных недостаточно, чтобы экономический эффект от их раннего выявления был больше, чем затраты на профилактику. В результате проведение осмотров с целью раннего выявления случаев ИНСД с экономической точки зрения оказалось эффективно для относительно малой по численности группы населения Владивостока. Возникает вопрос о достаточности данного критерия для поиска оптимальной стратегии и определения численности нуждающихся в профилактических осмотрах групп населения.

Расходы на лечение не являются единственным ущербом общества от исследуемого заболевания. В рассмотренных авторами исследования совокупный экономический ущерб от потерь здоровья населения подразделяется на три составляющие: потери в связи с заболеваемостью, инвалидностью и смертностью [2–4, 8]. Каждый вид потерь представляет собой совокупность расходов общества на лечение больных, а также стоимостное выражение потерь, связанных со снижением длительности трудового времени вследствие утраты трудоспособности, в том числе вследствие преждевременной смерти. В качестве дополнительных критериев поиска оптимальных стратегий профилактических осмотров населения предлагается следующая классификация ущербов общества, учитывающая тот факт, что основным источником финансирования профилактических осмотров населения является государственный бюджет:

1. Прямой экономический ущерб, представляющий собой совокупность расходов государственного бюджета, связанных с заболеваемостью в год $t - V^t$:

$$V^t = q_1^t + q_2^t + q_3^t,$$

где q_1^t – расходы вследствие временной утраты трудоспособности, включающие в себя выплаты по листку нетрудоспособности и затраты на лечение больных в год t , q_2^t – расходы вследствие преждевременной смертности населения, включающие в себя выплаты по потере кормильцев, умерших в год t и выплачиваемых государством семьям умерших; q_3^t – расходы вследствие инвалидизации, включающие в себя затраты на лечение индивидов, признанных инвалидами в год t , и выплаты им пенсий в течение жизни.

Данный критерий более широкий, чем описанный ранее экономический ущерб, включающий в себя только затраты на лечение больных. Сравнение профилактических мероприятий по данному критерию позволяет найти стратегию, оптимальную с точки зрения расходов государственного бюджета;

2. Косвенный экономический ущерб, представляющий собой стоимостную оценку потерь трудового времени на производстве, связанных с заболеваемостью рабочей силы в год $t - K^t$:

$$K^t = k_1^t + k_2^t,$$

где k_1^t – ущерб общества в связи с потерей трудового времени вследствие частичной или полной утраты трудоспособности населения, k_2^t – ущерб общества в связи с потерей трудового времени вследствие преждевременной смерти.

В отличие от прямого экономического ущерба, включающего только реальные расходы бюджета, в косвенном ущербе учитываются потенциальные потери*, которые общество несет вследствие снижения объемов трудового времени при утрате трудоспособности населением. В качестве стоимостной оценки потери одного года трудового времени одним больным человеком в год t мы предлагаем использовать показатель Stg^t :

$$Stg^t = BPI^t \cdot N_t,$$

где BPI^t – значение валового регионального продукта, N_t – численность экономически активного населения в год t .

Использование данного критерия позволяет выбрать стратегию, минимизирующую трудовые потери общества вследствие заболеваемости. Оптимальная стратегия \bar{s}^2 , минимизирующая данный вид ущерба, для рассмотренной группы риска развития ИНСД, представлена на рис. Отметим сложность использования данного критерия для групп, средний возраст участников которых близок к пенсионному (как в рассматриваемом случае), в результате чего стоимостные размеры потерь трудоспособности

* Данные потери названы потенциальными, так как их значение рассчитывается исходя из условия, что в период времени, когда больной не работает вследствие частичной или полной утраты трудоспособности, при отсутствии исследуемого заболевания он трудится. Данное условие трудновыполнимо с точки зрения оценки трудовых потерь от одного заболевания (что нам важно для критерия поиска оптимальной стратегии), так как в рассматриваемый период времени больной, вылеченный от исследуемого заболевания, может болеть другим и поэтому не трудится.

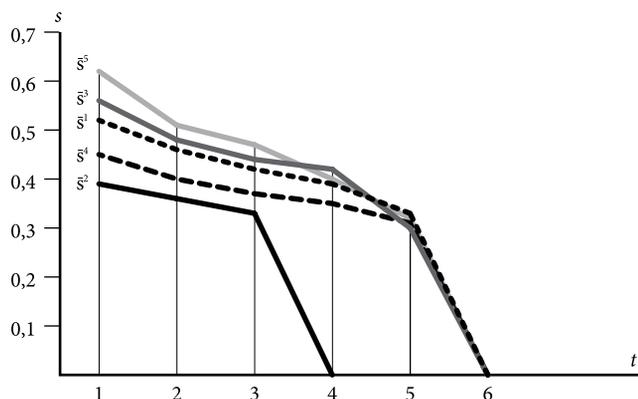


Рис. Оптимальные стратегии профилактики от различных видов ущерба (пояснения в тексте).

незначительны. Поэтому эффективно данный критерий можно использовать для относительно молодых групп населения.

3. Совокупные экономический ущерб общества в год t – определяется как сумма прямого и косвенного ущерба:

$$VH^t = V^t + K^t.$$

Данный критерий позволяет минимизировать совокупные экономические потери общества. Оптимальная стратегия \bar{s}^3 , минимизирующая данный вид ущерба* для рассматриваемой группы риска развития ИНСД, представлена на рис.;

4. Социальный ущерб, представляющий собой стоимостную оценку потерь общества, связанных с преждевременной смертностью населения в год t – C^t :

$$C^t = \sum_{i=1}^{Pd-1} n_i^t \times C \times (Pd - i),$$

где Pd – средняя продолжительность жизни населения в год t , n_i^t – число умерших в возрасте i в год t , C – стоимость одного года непрожитой жизни индивидуумом для общества.

Существование данного вида ущерба основывается на постулате о том, что человеческая жизнь ценна сама по себе. Значение стоимости одного года непрожитой жизни индивидуумом для общества не имеет единой общепризнанной методики оценки, поэтому определяется каждым исследователем самостоятельно. Авторы использовали значение оценки стоимости года жизни, рассчитанное Б.Б. Прохоровым и Д.И. Шмаковым [3]. Полученная оптимальная стратегия – \bar{s}^4 (рис.).

5. Социально-экономический ущерб, связанный с заболеваемостью в год t – A^t :

$$A^t = VH^t + C^t.$$

Оптимальная стратегия \bar{s}^5 , минимизирующая данный вид ущерба, для рассматриваемой группы риска развития инсулиннезависимого сахарного диабета представлена на рис.

* При расчетах оптимальных стратегий здесь и далее в значение V^t включены только расходы на лечение заболевания.

Данная классификация критериев учитывает различные виды ущербов общества от заболеваемости и смертности. Ее применение позволяет подходить индивидуально к различным группам населения, учитывая их особенности, например возрастную структуру, а также источники финансирования профилактических осмотров.

С точки зрения государственных систем оказания медицинской помощи можно предположить, что для развивающихся стран при планировании профилактических мероприятий будет актуальным учет только экономических ущербов от заболеваемости. Проведение самой дорогостоящей программы профилактики по стратегии, минимизирующей социально-экономический ущерб, целесообразно только для высокоразвитого социального общества, для которого человеческая жизнь является высшей ценностью.

Литература

1. Булатов А.С. Экономика. М.: Экономист, 2004. 896 с.
2. Корчагин В.П. Экономическая оценка медико-демографической ситуации // Экономика здравоохранения. 1998. № 2. С. 10–14.
3. Прохоров Б. Б. Шмаков Д.И. Оценка стоимости статистической жизни и экономического ущерба от потерь здоровья // Проблемы прогнозирования. 2002. № 3. С. 125–135.
4. Усачев В.И. Здоровье населения российских регионов: дис. ... канд. эконом. наук. М., 2005. 140 с.
5. Гулевич А.П. Оптимальные стратегии профилактики неинфекционных заболеваний: дис. ... канд. эконом. наук. Владивосток, 2010. 183 с.
6. Хан И.С. Гулевич А.П. Оптимизация стратегий профилактики неинфекционных заболеваний // Вестник Тихоокеанского государственного экономического университета. 2008. № 2. С. 10–22.
7. Хан И.С. Гулевич А.П. Оптимизация экономических эффектов профилактики неинфекционных заболеваний // Вестник Белгородского университета потребительской кооперации. 2007. № 4. С. 205–209.
8. Казначеев В.П., Акулов А.И., Кисельников А.А. Выживание населения России. Проблемы «Сфинкса 21 века». Новосибирск: НГТУ, 2002. 463 с.

Поступила в редакцию 21.01.2011.

PROGRAM TO SELECT OPTIMAL STRATEGY AND ASSESSMENT CRITERIA FOR EFFICIENCY OF NON-INFECTIOUS DISEASES PREVENTION

A.P. Gulevich¹, E.B. Krivelevich^{1,2}, I.S. Khan³
¹Primorsky Regional Medical Information and Analytical Centre (9 Lazo St. Vladivostok 690091 Russia), ²Vladivostok State Medical University (2 Ostryakova Av. Vladivostok 690950 Russia), ³Pacific State Economic University (19 Okeansky Av. Vladivostok 690091 Russia)

Summary – The paper describes the problems how to evaluate economic effect from preventive examinations of population aimed at diagnosing unregistered cases of non-infectious diseases. The authors prove the thesis that it is not sufficient to use state budget expenses as the only criterion to search optimal strategies of preventive examinations at the planned time period.

Key words: prevention, economic damage, optimal strategies.