

- гия кровообращения и кардиохирургия, №1, 2004г. С.65-71.
3. Гутов А.В., Автоматизированная оценка результатов хирургического лечения приобретенных клапанных пороков сердца по цифровым рентгенограммам, диссертация на соискание ученой степени кандидата медицинских наук, г.Новосибирск, 2005г.
  4. Дюк В., Самойленко А., Data Mining: учебный курс, СПб: Питер, 2001г.
  5. Пак Н.Т., Оценка результатов операции при врожденных пороках сердца путем цифровой идентификации варианта переполнения русла легочной артерии, диссертация на соискание ученой степени кандидата медицинских наук, г.Новосибирск, 2005г.
  6. Тарасов А.И., Владыкин С.М. Биэнергетическая цифровая рентгенография, сайт практического рентгенолога – zhuravlev.info, 11 октября 2005г.
  7. Ronan F. J. Browne, Geraldine O'Reilly and David McInerney, Extraction of the Two-Dimensional Cardiothoracic Ratio from Digital PA Chest Radiographs: Correlation with Cardiac Function and the Traditional Cardiothoracic Ratio, Journal of Digital Imaging, V. 17, N.2, June 2004, p. 120 – 123.
  8. Boris Kovalerchuk, Evgenii Vityaev, James F. Ruiz, Consistent Knowledge Discovery in Medical Diagnosis, IEEE Engineering in Medicine and Biology, July/August 2000, p.1-11.

**O.S.Antonov, A.O.Antonov, E.V.Lenko, K.P.Gylev, A.V.Gutov, D.A.Lutanin, N.T.Pak, V.P.Tretyakov**

**AUTOMATION OF CARDIO-VASCULAR DISEASES DIAGNOSTICS ON THE BASIS OF INFORMATION DERIVED FROM DIGITAL DIAGNOSTIC IMAGES OF CHEST ORGANS: SCOPE AND PROSPECTS**

*Novosibirsk, Russia*

**ABSTRACT:**

*In continuation of our earlier research of digital roentgenography application, we go on accumulating information on results of measurements in the zones of interest on chest organs digital X-ray images for the purposes of objectivization of cardiovascular diseases diagnostics. These measurements are automatically entered into the multipurpose database, and the data are processed by means of WizWhy limited sweep algorithm system.*

*We have demonstrated implementation of approaches worked out, and availability of their further development on the example of determining the correspondence between the size of cardiovascular shadow on the digital X-ray image and the data of ultrasound examination - left ventricle output fraction and its end-diastolic volume.*

© D.N.Afonin, V.P.Doru-Tovt, P.N.Afonin, 2007

**Д.Н.Афонин, В.П.Дору-Товт, П.Н.Афонин**  
**К ВОПРОСУ О ПРОГНОЗИРОВАНИИ НАРУШЕНИЙ**  
**ЖИЗНЕДЕЯТЕЛЬНОСТИ У БОЛЬНЫХ ГЕМАТОГЕННЫМ**  
**ОСТЕОМИЕЛИТОМ ПОЗВОНОЧНИКА**

*ФГУ «СПбНИИ Фтизиопульмонологии Росздрава», Санкт-Петербург*

*ФГУ «Бюро МСЭ Тамбовской области», Тамбов*

*ГОУ ВПО «Санкт-Петербургский филиал РТА», Санкт-Петербург*

*Россия*

**АБСТРАКТ**

*Рассмотрены возможности применения искусственных нейронных сетей для прогнозирования нарушений жизнедеятельности у больных гематогенным остеомиелитом позвоночника на различных этапах лечения и реабилитации. Точность прогнозирования составила для ближайшего периода – 92,3% , для отдаленного периода - 90,6%.*

**Ключевые слова**

*Гематогенный остеомиелит, позвоночник, прогнозирование, искусственные нейронные сети*

**Введение**

Гематогенный остеомиелит является одним из наиболее тяжелых заболеваний позвоночника, внезапно и быстро развивающимся и часто приводящим к инвалидизации больных [5]. Прогнозирование показателей жизнедеятельности больных с данной патологией на первых этапах лечения позволит своевременно определить наиболее эффективную тактику лечения, решить вопрос о виде нетрудоспособности, необходимости проведения

медико-социальной экспертизы и перспективах лечения [1].

Учитывая разноразмерность исходной информации оптимальным методом прогнозирования в медицине являются нейронные сети [2]. Искусственные нейронные сети относятся к классу обучаемых интеллектуальных систем управления с нервно-системной организацией. Такие системы позволяют существенно повысить эффективность диагностики заболеваний и прогнозирования результатов их лечения за счет использования глубоких принципов организации нейронных структур центральной нервной системы человека и когнитивных ме-

**Contact Information:**

Prof. Dmitriy Afonin

E-Mail: boss@surgeyserver.com

тодов, лежащих в основе его мыслительной деятельности [3].

**Целью** настоящей работы было исследование динамики и возможности прогнозирования показателей жизнедеятельности больных гематогенным остеомиелитом позвоночника на фоне проводимого консервативного и хирургического лечения.

#### Материалы и методы.

В основу исследования положены результаты обследования и лечения 98 больных гематогенным остеомиелитом позвоночника. Характеристика исследуемой группы больных представлена в таблице 1.

**Таблица 1.**  
Характеристика исследуемой группы больных

Показатели		Всего
Количество больных		98
Возраст больных (лет)		18-59 (43.4±9.6)
Пол больных	Мужчины	69 (70.4%)
	Женщины	29 (29.6%)
Длительность заболевания (мес.)		0.5-12 (6.4±5.2)
Уровень поражения позвоночника	Шейный	6 (6.1%)
	Грудной	67 (68.4%)
	Поясничной	25 (25.5%)
Протяженность деструкции	2 позвонка	95 (96.9%)
	3 позвонка	3 (3.1%)
Длительность неврологических расстройств (мес.)		0.5-12 (4.7±5.5)
Выраженность неврологических расстройств <sup>1)</sup>	Тип А	20 (20.4%)
	Тип В	9 (9.2%)
	Тип С	10 (10.2%)
	Тип D	31 (31.6%)
	Тип R	19 (19.4%)
	Тип E	9 (9.2%)
Операции	Резекция тел позвонков, спондилодез	37 (37.8%)
	То же + декомпрессия спинного мозга	24 (24.5%)
	Всего	61 (62.2%)

**Примечание:** <sup>1)</sup> Использована модифицированная классификация неврологических расстройств по Frankel [6, 7].

Хирургические вмешательства не были выполнены 37 больным. Выраженность неврологических расстройств у больных данной группы соответствовала типам E – у 9 (24.3%), R – у 19 (51.4%), D – у 9 (24.3%). Всем больным данной группы проводилось последовательно три-четыре курса инфузионной антибиотикотерапии с учетом индивидуальной чувствительности и переносимости. Кроме того, больные получали дезинтоксикационную и общеукрепляющую терапию.

Остальные 61 пациент были прооперированы. Выраженность неврологических расстройств у больных дан-

ной группы была значительно выше и соответствовала типам A – у 20 (32,8%), B – у 9 (14,8%), C – у 10 (16,4%), D – у 22 (36,0%). Объем проведенных оперативных вмешательств представлен в таблице 1. Всем больным в периоперационном периоде проводились курсы антибактериальной, дезинтоксикационной, общеукрепляющей терапии, физиотерапия и лечебная физкультура.

Исследование динамики нарушений жизнедеятельности проводилось при помощи Oswestry Index Questionare [8], адаптированном нами к данному контингенту больных.

В качестве входных переменных при прогнозировании использовались следующие показатели: X<sub>1</sub> – возраст больного (в годах), X<sub>2</sub> – пол (0 – мужской, 1 – женский), X<sub>3</sub> – длительность заболевания (в месяцах), X<sub>4</sub> – выраженность неврологических расстройств (0 – тип E, 1 – тип R, ..... 6 – тип A), X<sub>5</sub> – длительность неврологических расстройств (в месяцах), X<sub>6</sub> – уровень поражения позвоночника, X<sub>7</sub> – протяженность деструкции (количество пораженных позвонков), X<sub>8</sub> – оперативное вмешательство (0 – не выполнялось, 1 – реконструктивно-восстановительное вмешательство, 2 – то же + декомпрессия спинного мозга), X<sub>9</sub> – X<sub>18</sub> – показатели, входящие в Oswestry Index Questionare на момент поступления в стационар (интенсивность боли, способность себя обслуживать, поднимать тяжести, ходить, сидеть, стоять, спать, вести половую и социальную жизнь, гулять).

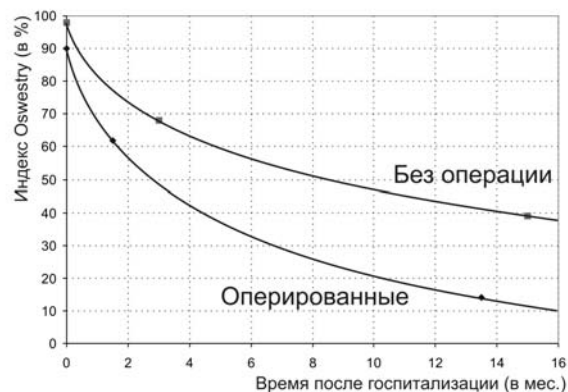
В качестве выходной переменной использовался Индекс Oswestry на момент выписки больного из стационара и через один год после выписки.

Для прогнозирования нарушений жизнедеятельности в различные сроки после лечения больных гематогенным остеомиелитом позвоночника применялся пакет прикладных программ "ST Neural Networks 4.0 E" [4].

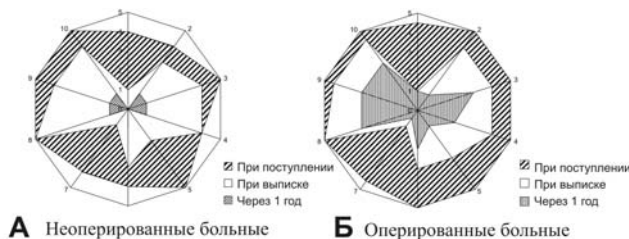
#### Результаты исследования

Нарушения жизнедеятельности больных гематогенным остеомиелитом как исходные, так и в динамике существенно отличались в группах оперированных и неоперированных больных (рисунок 1). У неоперированных пациентов, имеющих лучшие исходные показатели, стабилизация критериев жизнедеятельности происходит быстрее, чем у оперированных пациентов, имеющих более плохие исходные показатели.

Динамика основных критериев жизнедеятельности в обеих группах представлена на рисунках 2 а и б. При этом обращает на себя внимание, что наиболее динамич-



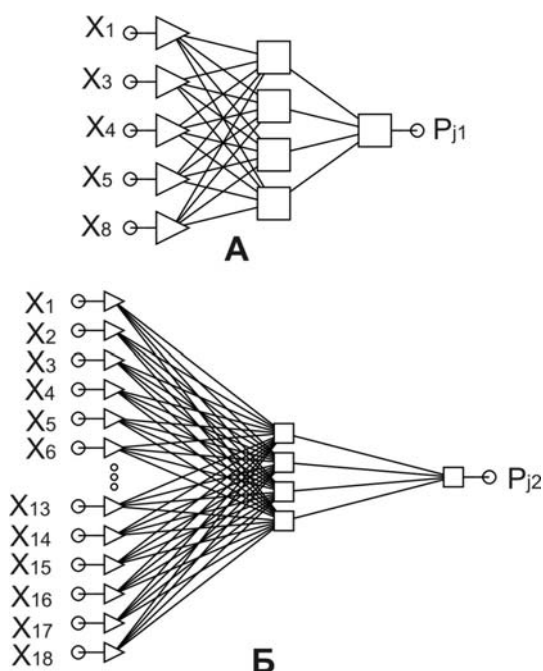
**Рис. 1.** Динамика восстановления нарушений жизнедеятельности у больных гематогенным остеомиелитом позвоночника на фоне лечения



**Рис. 2.** Изменение основных критериев жизнедеятельности у больных гематогенным остеомиелитом позвоночника в процессе лечения и реабилитации.

ными показателями в обеих группах являются интенсивность боли, способность сидеть и спать без анальгетиков.

Для прогнозирования динамики нарушений жизнедеятельности в ближайшие и отдаленные сроки были построены искусственные нейронные сети. В обоих случаях сети по своей структуре представляли многослойный персептрон (рисунок 3 а и б).



**Рис. 3.** Структура построенных искусственных нейронных сетей для прогнозирования показателей жизнедеятельности больных гематогенным остеомиелитом позвоночника

В процессе построения искусственной нейронной сети для прогнозирования ближайших и отдаленных результатов лечения больных гематогенным остеомиелитом позвоночника, был применен алгоритм генетического отбора входных признаков (исходных параметров).

В результате применения генетического алгоритма в

качестве исходных параметров нейронной сети для прогнозирования ближайших результатов лечения (на момент выписки) были отобраны следующие показатели: X<sub>1</sub>, X<sub>3</sub>, X<sub>4</sub>, X<sub>5</sub> и X<sub>8</sub>.

Нейронная сеть, построенная для прогнозирования степени выраженности нарушения жизнедеятельности в отдаленном периоде учитывала все показатели X<sub>1</sub>-X<sub>18</sub>.

Точность прогнозирования рассчитывалась по формуле

$$P = \frac{\sum_{i=1}^N \left( 100 - \frac{|P_i - P_j| \times 100}{P_i} \right)}{N}$$

где P – точность прогноза в процентах, P<sub>i</sub> – результат лечения i-го больного, P<sub>j</sub> – прогнозируемый результат лечения i-го больного, N – количество наблюдений.

Проведенные исследования показали, что точность прогнозирования нарушения жизнедеятельности больных гематогенным остеомиелитом позвоночника при помощи искусственных нейронных сетей составляет: для ближайшего периода (момента выписки больного из стационара) – 92,3% , для отдаленного периода (через 1 год после завершения стационарного лечения) 90.6%.

**Заключение**

Таким образом, применение искусственных нейронных сетей позволяет с высокой точностью предсказать динамику нарушения жизнедеятельности больных гематогенным остеомиелитом позвоночника на фоне проводимого лечения. Данная методика может использоваться для моделирования и выбора наиболее эффективной тактики лечения больных, прогнозирования результатов медико-социальной экспертизы.

**Литература**

1. Афонин Д.Н. Передняя компрессия спинного мозга при туберкулезе и гематогенном остеомиелите позвоночника: Автореф. дис. ... докт. мед. наук / СПбНИИФ. – СПб., 2003. – 42 с
2. Ежов А.А., Четкин В.Д. Нейронные сети в медицине // Откр. сист.- 1997. - № 4. · С. 34-37
3. Каллан Р. Основные концепции нейронных сетей. - М: "Вильямс", 2001.- 312 с.
4. Нейронные сети. Statistica Neural Networks: Пер. с англ.- М.: Горячая линия-Телеком, 2001.- 182 с.
5. Тиходеев С.А. Хирургическое лечение гематогенного остеомиелита позвоночника: Автореф. дис. ... докт. мед. наук / Воен.-мед. акад. – Л., 1990. – 41 с.
6. Ульрих Э.В., Мушкин А.Ю. Вертебрология в терминах, цифрах, рисунках. - СПб.: ЭЛБИ-СПб, 2002. - 187 с.
7. Frankel H.L., Hancock D.O., Nyslop G. et al. The value of postural reduction in the inijial management of closed injuries of the spine with paraple-gia and tetraplegia // Paraplegia. - 1969. - N 7. - P. 179-192.
8. Hurri H., Slatis P., Soini J. Et al. Lumbar spinal stenosis: assessment of longterm outcome 12 years after operative and conservative treatment // J. Spinal Disord. - 1998. - V. 11, N. 2. - P. 110-115

**D.N.Afonin, V.P.Doru-Tovt, P.N.Afonin  
TO A QUESTION ON FORECASTING INFRINGEMENTS OF ABILITY TO LIVE AT PATIENTS WITH  
THE SPINAL OSTEOMYELITIS  
Saint-Petersburg, Russia**

**ABSTRACT:**

*Opportunities of application of the artificial neural networks for forecasting infringements of ability to live at patients with spinal osteomyelitis at various stages of treatment and rehabilitation are considered. Accuracy of forecasting has made for the nearest period - 92,3 %, for the remote period - 90.6 %.*

**Key Words:**

*Spinal osteomyelitis, artificial neural networks, forecasting, ability to live*