

fractures of both bones forearm with limited contact dynamic compression or locked compression plate: comparison of clinical outcomes // Int J Res Orthop. 2017. №3. P.623-631.

13. Kim S.B., Heo Y.M., Yi J.W., et al. Shaft Fractures of Both Forearm Bones: The Outcomes of Surgical Treatment with Plating Only and Combined Plating and Intramedullary Nailing // Clinics in Orthopedic Surgery. 2015. Vol. 7. P.282-290. DOI:10.4055/cios.2015.7.3.282.

14. Köse A., Aydın A., Ezirmik N., Yıldırım Ö.S. A comparison of the treatment results of open reduction internal fixation and intramedullary nailing in adult forearm diaphyseal fractures // UlusTravmaAcilCerrahiDerg. 2017. Vol. 3. №23. P.235-244.

15. Saikia K.C., Bhuyan S.K., Bhattacharya T.D., et al. Internal fixation of fractures of both bones forearm: Comparison of locked compression and limited contact dynamic compression plate // Indian J Orthop. 2011. Vol. 45. P.417-421.

#### Информация об авторах:

Панов Алексей Александрович – докторант, кандидат медицинских наук, доцент кафедры травматологии и ортопедии, НГИУВ – филиал ФГБОУ ДПО РМАНПО Минздрава России, 654005, Кемеровская область, г.Новокузнецк, пр.Строителей, 5, тел.: (3843) 79-67-79, mangust98114@rambler.ru; Копысова Валентина Афанасьевна – доктор медицинских наук, профессор, директор Всероссийского научно-практического центра имплантатов с памятью формы, 654034, Кемеровская область, г.Новокузнецк, пер. Шестакова, 14, тел.: (3843) 37-73-84, imtamed@mail.ru; Светашов Андрей Николаевич – кандидат медицинских наук, врач травматолог-ортопед высшей квалификационной категории, полковник медицинской службы, начальник травматологического отделения, Федеральное государственное бюджетное учреждение «413 Военный госпиталь» Министерства Обороны Российской Федерации, 400010, Волгоградская обл., г. Волгоград, проспект. им. Маршала Советского Союза Г.К.Жукова, 81, тел.: (8442) 36-73-35, meditron-x@mail.ru; Бурнучян Михаил Акопович – травматолог-ортопед, заместитель генерального директора Медицинского центра здравоохранительное ЗАО «Арамянц», Армения, 0015, г. Ереван, ул. Дзорапи, дом 40, mburnuchyan87@gmail.com; Лучинин Вячеслав Леонидович – врач травматолог-ортопед высшей квалификационной категории, заведующий хирургическим отделением, Государственное бюджетное учреждение здравоохранения Новосибирской области «Каргатская центральная районная больница», 632401, Новосибирская область, г.Каргат, ул. Трудовая, 30.

#### Information About the Authors:

Aleksei A. Panov – doctoral, Candidate of medicine, Associate Professor at the Department of traumatology and orthopedics of NSIFTPH – Branch Campus of the FSBEI FPE RMACPE MOH of the RF – 654005, Kemerovo region, Novokuznetsk, pr.Stroitelei 5, tel.: (3843) 79-67-79, mangust98114@rambler.ru; Valentina A. Kopysova – Doctor of medicine, Professor, director of All-Russian Scientific Practical Center of Shape Memory Implants – 654034, Kemerovo Region, Novokuznetsk, ul.Shestakova, 14, tel.: (3843) 37-73-84, imtamed@mail.ru; Andrey N. Svetashov – Candidate of medicine, traumatologist-orthopedist of the highest qualification category, colonel of medical service, Chief of Traumatology department of Federal State Budgetary Institution “413 Military hospital” of the Ministry of Defence of the RF, 400010, Volgograd Region, Volgograd, Prospekt. them. Marshal of the Soviet Union GK Zhukova, 81, tel.: (8442) 36-73-35, meditron-x@mail.ru; Mikhail A. Burnuchyan – Traumatologist-orthopedist, Deputy General Director of the Medical Center of Healthcare of CJSC «Aramyants», Armenia, 0015, Yerevan, ul. Dzorapi, house 40, mburnuchyan87@gmail.com; Vyacheslav L. Luchinin – traumatologist-orthopedist of the highest qualification category, head of the surgical department of the State budgetary health care institution of the Novosibirsk Region “Kargat Central Regional Hospital”, 632401, Novosibirsk Region, Kargat, ul. Trudovaya, 30.

© НЕГРЕЕВА М.Б., УЛЬЯНОВ В.С. – 2018  
УДК 617.3:519.23

### ИЗУЧЕНИЕ РЕЗУЛЬТАТОВ ОРТОПЕДИЧЕСКОГО СКРИНИНГА ПРОМЫШЛЕННОГО ЦЕНТРА С ПРИМЕНЕНИЕМ ИНФОРМАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ

Негреева М.Б.<sup>1</sup>, Ульянов В.С.<sup>2</sup>

(<sup>1</sup>Иркутский научный центр хирургии и травматологии, Иркутск, Россия;  
<sup>2</sup>Иркутский государственный университет, Иркутск, Россия)

**Резюме.** С помощью информационных технологий изучены материалы ортопедического осмотра 348 школьников г. Шелехов, среди них 159 девочек и 189 мальчиков, объединённых в группы по полу и возрасту. После деперсонализации данные детей были статистически проанализированы при помощи свободно распространяемого программного обеспечения. На базе языка программирования Python с пакетом приложений была выполнена реализация классических алгоритмов по формулам, производящих расчет корреляции Спирмена с проверкой статистической значимости при помощи t-критерия Стьюдента. Для визуализации данных использовались библиотеки matplotlib при построении графиков, а также воспроизводство слоев карт в формате GPX и KML. Отображение карт с нужной разметкой производилось с помощью открытого сервиса «Яндекс.Карты». Для сравнительного анализа по полу использовался метод относительного риска. В результате выявлена статистически значимая зависимость частоты встречаемости нарушений опорно-двигательной системы от возраста: установлена обратная зависимость между формами патологии тазового пояса и возрастом детей, что сильнее проявляется у девочек. Между фактором женского пола и асимметрией таза установлена большая корреляция ( $r_s = 1,000$ ) и сила связи (функциональная), чем у мальчиков, соответственно,  $r_s = 0,500$ , сила связи – заметная. Статистически значима гипотеза: выявленный относительный риск асимметрии таза у девочек (RR=14,588) в 14 раз выше, чем у мальчиков; вместе с этим, у девочек по сравнению с мальчиками выявлено увеличение относительного риска других нарушений опорно-двигательной системы на 34,6%.

**Ключевые слова:** сочетанная ортопедическая патология; асимметрия таза; дети; подростки; возраст; пол; промышленный центр алюминиевого производства; информационные технологии; метод относительного риска.

### STUDYING THE RESULT OF ORTHOPEDIC SCREENING OF INDUSTRIAL CITY USING INFORMATION TECHNOLOGIES

Negreeva M.B.<sup>1</sup>, Ulianov V.S.<sup>2</sup>

(<sup>1</sup>Irkutsk Scientific Centre of Surgery and Traumatology, Irkutsk, Russia  
<sup>2</sup>Irkutsk State University, Irkutsk, Russia)

**Summary.** Using information technologies, we studied the data of orthopedic examination of 348 pupils (159 girls and 189 boys) of Shelekhov-city who were divided into the groups by sex and age. After anonymization, the data were statistically processed using free software. Classic algorithms were implemented using Python programming language. The algorithms were created using formulas for Spearman correlation calculation with Student t-test of statistical significance. For data visualization while graph plotting, we used matplotlib libraries and also map layers in GPX and KML formats. We used Yandex.Maps services to display maps with necessary grading. Relative risk (RR) method was used for comparative analysis by sex. As a result we revealed statistically significant dependence of the frequency of locomotor system disorders on the age: an inverse relationship between pelvic waist pathologies and the age of children which is more evident in girls. The correlation and its strength between female sex and pelvic asymmetry ( $r = 1,000$ ) were bigger than the ones for male sex ( $r = 0,500$ ). The strength of the correlation was evident. The hypothesis of the fact that relative risk of pelvic asymmetry in girls (RR = 14,588) is 14 times bigger than RR in boys and that the girls have a 34,6 % increase in relative risk for other locomotor system disorders is statistically significant.

**Key words:** associate orthopedic pathology; pelvic asymmetry; children; adolescents; age; sex; city with aluminium industry; information technologies; relative risk method.

Состояние здоровья детей зависит от многих факторов, среди которых генетические, образ жизни, техногенные нагрузки. Социальные и средовые обстоятельства действуют не изолированно, а в сложном взаимодействии с биологическими признаками детского организма; при этом техногенные нагрузки могут усиливать действие других причин и факторов риска нарушения здоровья [2]. Исследованиями Н.В. Сириной (2009), Т.И. Шалиной (2009), В.Н. Кувиной с соавт. (2013), Н.В. Ефимовой с соавт. (2014) доказано влияние вредных выбросов алюминиевого производства на заболеваемость детей и подростков, подробно представлены характеристики загрязнения окружающей среды в промышленном центре г. Шелехов, а также определены гигиенические риски нарушения здоровья [1,5,12,17,19]. По данным гигиенического контроля за содержанием вредных примесей в атмосферном воздухе в г. Шелехов и его окрестностях зарегистрированы: бенз(а)пирен (ПДК с.с.  $1 \cdot 10^{-6}$ , среднегодовые концентрации  $\text{мг}/\text{м}^3 4,2 \cdot 10^{-6}$ ), формальдегид (ПДК с.с. 0,003, среднегодовые концентрации  $\text{мг}/\text{м}^3 0,007$ ), фтористые газообразные соединения (ПДК с.с. 0,005, среднегодовые концентрации  $\text{мг}/\text{м}^3 0,004$ ), фториды плохо растворимые (ПДК с.с. 0,03, среднегодовые концентрации  $\text{мг}/\text{м}^3 0,12$ ) и др. [19]. Радиус действия вредных выбросов составляет: для бенз(а)пирена 15 км, для фтористого водорода 7 км, твёрдых фторидов 2,5 км и смолестых веществ 1,5 км. Также определено, что наиболее неблагоприятное действие выбросы алюминиевой промышленности оказывают на расстоянии 0,5-1,5 км от завода, твёрдые частицы с содержанием фтора оседают на расстоянии до 5 км от промышленного объекта [1]. Вредные выбросы с преобладанием фторсодержащих соединений, оказывают токсическое воздействие на целый комплекс органов и систем [22]. В предыдущих исследованиях нами определены коэффициенты опасности, обуславливающие риски заболеваний, в частности, опорно-двигательной системы детей г. Шелехов [16]. Рядом авторов выявлены особенности адаптационного потенциала и заболеваемости детей, проживающих в промышленных центрах, в зависимости от пола, возраста, места жительства и воздействия факторов окружающей среды [4,13]. При этом следует отметить, что дети и подростки, проживающие на экологически неблагоприятных территориях, подвержены воздействию соединений фтора на протяжении всей жизни, а в периоды пренатального и постнатального формирования и созревания органов и систем, токсическое влияние имеет наиболее значительные негативные последствия.

Заболевания опорно-двигательной системы детей клинически проявляются деформациями диспластической природы, этиология развития которых до сих пор недостаточно изучена [7,10,15,20,21,23]. Исследования Кувиной В.Н. с соавт. (2013) разновозрастных групп детского населения доказали, что экологически обусловленные нарушения проявляются многообразными формами ортопедических заболеваний; первоначально формируется структурная асимметрия таза, являющаяся основой всех последующих проявлений

патологии тазового пояса: дистрофических поражений проксимальных отделов бёдер, сколиоза, дисплазии пояснично-крестцового отдела позвоночника [9]. Ортопедический скрининг 800 детей и подростков промышленного города выявил, что у большинства из них (55,4%) имеется сочетанная патология – две и более нозологические формы [8].

В ходе диагностических исследований собирается большой объём информации и одним из подходов к её изучению является статистический анализ, требующий нового уровня систематизации данных, их формализованной обработки, использования информационных технологий [14,18]. Так, при обработке методом статистического анализа данных группы детей с сочетанной ортопедической патологией, проживающих в г. Шелехов, выявлена сильная зависимость асептического некроза головок бёдер от возраста, пола обследуемых, близости места жительства к алюминиевому заводу [16].

С учётом вышеизложенного, для изучения результатов диагностических исследований больших групп населения и, в первую очередь, детей, становится всё более перспективной комплексная оценка с применением компьютерных технологий.

Целью работы явилось изучение влияния пола и возраста на частоту ортопедической патологии у детей и подростков, проживающих в промышленном центре алюминиевого производства.

## Материалы и методы

Исследованы результаты ортопедического осмотра 348 школьников, проживающих в г. Шелехов и Шелеховском р-не Иркутской области. Исходный формат показателей был передан в виде списков, содержащих следующие показатели: возраст в годах, пол, ортопедическая патология, место жительства и др. <sup>1</sup>Скрининг детей проведен д.м.н. В.Н. Кувиной, д.м.н. В.С. Копыловым, д.м.н. С.С. Кувиным. Исследования одобрены комитетом по биомедицинской этике (протокол заседания КБМЭ ФГБУ «НЦРВХ» СО РАМН №7 от 21.06.12 г.).

Среди обследуемых – 159 девочек и 189 мальчиков, объединённых в группы по полу и возрасту. В первые три группы вошли девочки в возрасте 8-10 лет, 11-14 лет, 15-17 лет, а в последующие три группы мальчики такого же возраста. От родителей обследуемых детей было получено добровольно информированное согласие на участие в исследовании. При ортопедическом осмотре применена методика, учитывающая экологические характеристики и карта многофакторного анализа [8,9]. Для уточнения диагноза проведены рентгенологические исследования грудного и поясничного отделов позвоночника и таза. Использовались клиническая классификация, в частности, пространственных нарушений ориентации костей таза [9].

<sup>1</sup>Материалы исследований по НИР 065 частично оформлены и зарегистрированы в виде базы данных, представленной в списке литературы, и публикаций, в том числе при участии авторов в 2015-2017 гг.

Следуя принципу преемственности исследований нами сохранена терминология, используемая в предшествующих работах [9,15,16]; применены термины из области информационных технологий. В ходе подготовки материала к математическому анализу была проведена деперсонализация: индивидуальные данные были заменены на уникальный номер-идентификатор ребёнка. Адреса места жительства детей тоже были обезличены: из них изъята информация о номере квартиры. С учетом того, что большинство обследованных проживает в многоэтажных домах, имеющаяся информация (адрес дома, пол и возраст на момент исследования) не позволяют проводить идентификацию детей.

После очистки и нормализации данные были подвергнуты статистическому анализу при помощи свободно распространяемого программного обеспечения. Применённые нами классические методы и информационные технологии широко используются в современных исследованиях в области медицины [3,11].

На базе языка программирования Python с пакетами *stat*, *numru* и *scikit-learn* была выполнена реализация классических алгоритмов по формулам, производящих расчет корреляции Спирмена [25] с проверкой статистической значимости при помощи *t*-критерия Стьюдента [26], относительного риска (RR) [24] и логистической регрессии. Результативным признаком в данном исследовании являлось наличие патологии, для которой проверялась зависимость от поло-возрастных факторов.

Задачу геолокации решали с использованием языка Python, библиотеки *georu* и сервиса геолокации Яндекс. Сервис геолокации по адресу пациента выдавал географические координаты местожительства объекта. Для визуализации данных использовались библиотеки *matplotlib* при построении графиков, а также генерация слоев карт в формате GPX и KML. Отображение слоев с добавленной разметкой данных геолокации на карте производилось с помощью открытого сервиса «Яндекс.Карты».



Рис. 1. Геолокация места жительства обследованных мальчиков (синий значок), девочек (красный значок), завода (серый значок) в г. Шелехов, масштаб 1:90000.

## Результаты и обсуждение

Для подтверждения и визуализации мест проживания детей и подростков в г. Шелехов относительно

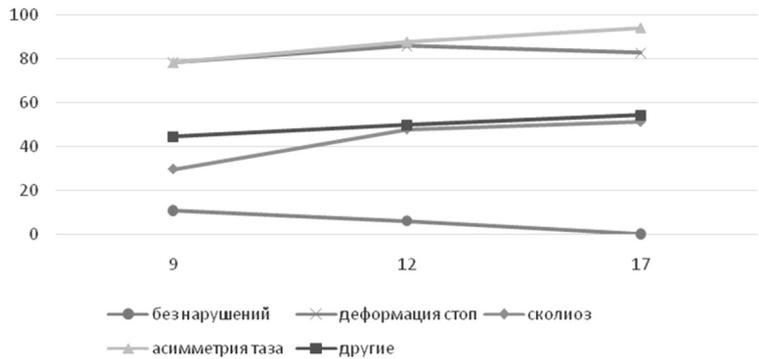


Рис. 2. Динамика нарушений опорно-двигательной системы у девочек в зависимости от возраста; по оси ординат доля нарушений ОДС в %, по оси абсцисс возраст.

промышленного объекта нами создана интерактивная карта [6], один из экранов которой приведен на рис.

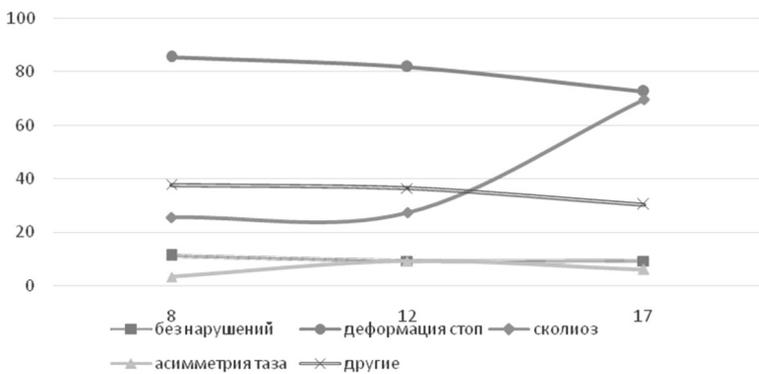


Рис. 3. Динамика нарушений опорно-двигательной системы у мальчиков в зависимости от возраста; по оси ординат доля нарушений ОДС в %, по оси абсцисс возраст.

1. Большинство из обследуемых проживают в северо-восточном направлении и радиусе 5 км от Иркутского алюминиевого завода. В этом радиусе определено наиболее неблагоприятное воздействие выбросов алюминиевой промышленности [1] и, как следствие, повышенные коэффициенты опасности развития заболеваний, в частности, опорно-двигательной системы [16].

Частота встречаемости и динамика заболеваний опорно-двигательной системы детей и подростков в зависимости от пола и возраста детей представлена на рисунках 2, 3.

В результате математического анализа выявлена статистически значимая зависимость частоты встречаемости патологии тазового пояса от возраста детей (табл. 1). Так, установлена обратная зависимость между нарушениями опорно-двигательной системы детей и их возрастом, что сильнее проявляется у девочек. У девочек отмечена прямая зависимость между возрастом и частотой встречаемости плоскостопия в отличие от одноимённой обратной зависимости у мальчиков. Встречаемость других ортопедических заболеваний находится в прямой зависимости от возраста детей. При этом из таблицы 1 следует, что между фактором женского пола и асимметрией таза большая корреляция и сила связи, чем у мальчиков.

Результаты статистического анализа связи резуль- тативного признака у мальчиков (М) и девочек (Ж) в зависимости от возраста

Результативный признак	Пол	Критерии и результаты статистического анализа			
		Связь между исследуемыми признаками	Коэффициент корреляции Спирмена (r)	Сила связи по шкале Чеддока	Статистическая значимость связи
Без заболеваний ОДС	М	обратная	0,625	заметная	значима при p<0,05
	Ж	обратная	<b>1,000</b>	функциональная	значима при p<0,05
Плоскостопие	М	обратная	1,000	функциональная	значима при p<0,05
	Ж	прямая	0,500	заметная	значима при p<0,05
Сколиоз	М	прямая	1,000	функциональная	значима при p<0,05
	Ж	прямая	1,000	функциональная	значима при p<0,05
Асимметрия таза	М	прямая	0,500	заметная	значима при p<0,05
	Ж	прямая	<b>1,000</b>	функциональная	значима при p<0,05
Другие заболевания ОДС	М	прямая	1,000	функциональная	значима при p<0,05
	Ж	прямая	1,000	функциональная	значима при p<0,05

Полученные данные позволили выдвинуть гипотезу о том, что у девочек независимо от возраста чаще формируется асимметрия таза. В связи с этим генетический фактор «пол» рассмотрен в качестве фактора риска развития диспластической патологии. Для этого выполнен расчет относительного риска по фактору риска «пол» с 95% доверительным интервалом (табл. 2). Поясним, что

Результаты анализа относительного риска у девочек в сравнении с мальчиками

Параметры статического анализа	Относительный риск по фактору «пол»			
	плоскостопие	сколиоз	асимметрия таза	другие заболевания ОДС
Абсолютный риск в основной группе (EER)	0,818	0,403	0,849	0,484
Абсолютный риск в контрольной группе (CER)	0,820	0,339	0,058	0,360
Относительный риск (RR)	0,997	1,189	14,588	1,346
Стандартная ошибка относительного риска (S)	0,051	0,140	0,295	0,127
Нижняя граница 95% ДИ (CI)	0,903	0,903	8,191	1,050
Верхняя граница 95% ДИ (CI)	1,101	1,565	25,984	1,726
Снижение относительного риска (RRR)	0,003	0,189	13,588	0,346
Разность рисков (RD)	0,002	0,064	0,791	0,124
Чувствительность (Se)	0,456	0,500	0,925	0,531
Специфичность (Sp)	0,540	0,568	0,881	0,596

при анализе относительного риска наблюдения раз- виваются на группы с выявленной патологией (основная группа) и без заболеваний ОДС (контрольная группа). Для них рассчитывается абсолютный риск в основной группе (EER) и абсолютный риск в контрольной группе (CER), соответственно.

Статистически значима гипотеза: выявленный отно- сительный риск асимметрии таза у девочек (RR=14,588) в 14 раз выше, чем у мальчиков; убедительность полу- ченных результатов подтверждается высокими пока- зателями чувствительности (0,925) и специфичности (0,881). Вместе с этим, у девочек по сравнению с мальчи- ками выявлено увеличение относительного риска дру- гих нарушений опорно-двигательной системы на 34,6%.

У девочек определено незна- чительное увеличение риска развития сколиоза (на 18,9%), относительно мальчиков. В остальных случаях можно го- ворить о несущественных раз- личиях риска развития ортопе- дической патологии у девочек относительно мальчиков. При этом наблюдается незначи- тельное снижение относительного риска плоскостопия у девочек по сравнению с мальчиками.

Вместе с этим, в литерату- ре, в том числе и нашими ра- ботами, уже доказано влияние вредных факторов алюми- ниевого производства на заболе- ваемость опорно-двигательной системы детей и под- ростков, проживающих в г. Шелехов.

Полученные результаты, подтверждая определя- ющую роль асимметрии таза в развитии сочетанной ортопедической патологии, согласуются с данными литературы о превалировании в несколько раз диспла- зии тазобедренного сустава у девочек по сравнению с маль- чиками. Можно предположить, что увеличение риска первоначального формирования асим- метрии таза преимущественно у девочек определяет именно у лиц женского пола последую- щее превалирующее развитие и других форм ортопедической патологии. Для доказательства взаимосвязи относительного риска развития патологии тазо- вого пояса с полом детей, пла- нируется следующая матема- тическая обработка большего массива показателей из форми- рующейся базы данных.

Таблица 2

Таблица 2

#### Конфликт интересов.

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интере- сов.

**Прозрачность исследования.** Исследование не имело спонсорской поддержки. Исследователи несут полную ответственность за предоставление окончательной версии рукописи в печать.

**Декларация о финансовых и иных взаимодействиях.** Все авторы принимали участие в разработке кон- цепции и дизайна исследования и в написании рукописи. Окончательная версия рукописи была одобрена всеми авторами. Авторы не получали гонорар за исследова- ние.

**Работа поступила в редакцию:** 22.03.2018 г.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Аргучинцева А.В., Щетников А.И., Сирина Н.В. Математическое моделирование для прогноза опасных ситуаций атмосферного загрязнения предприятиями алюми- ниевой промышленности // Окружающая среда и здоровье: Сборник материалов II Всероссийской научно-практической конференции. Пенза, 2005. С.8-11.
2. Боева А.В., Лисовцов А.А. Состояние здоровья дет- ского и подросткового населения промышленного города Восточной Сибири // Бюлл. ВСНЦ СО РАМН. 2012. №2. Ч. 1. С.75-79.
3. Гржибовский А.М., Иванов С.В. Поперечные (одно- ментные) исследования в здравоохранении // Наука и здра- воохранение. 2015. №2. С.5-18.
4. Долгих В.В., Рычкова Л.В., Маторова Н.И., Мандзяк Т.В. Адаптационный потенциал детей, проживающих в про-

мышленных центрах Иркутской области // Бюлл. ВСНЦ СО РАМН. 2005. №5. С.159-162.

5. Ефимова Н.В., Донских И.В., Зароднюк Т.С., Горнов А.Ю. Оценка и прогноз заболеваемости подростков, проживаю- щих в зоне влияния производства алюминия // Медицина труда и промышленная экология. 2014. №4. С.44-49.

6. Интерактивная карта мест проживания детей в г. Шелехов. [Электронный ресурс]. Дата обращения: 18.02.2018. URL: <https://yandex.ru/maps/?um=constructor%3Aa022d4c2e48ad43397cd455aae2b20b375b11553fc8219376adf02a67662a5a8&source=constructorLink>

7. Казарян И.В., Виссарионов С.В. Прогнозирование те- чения врожденных деформаций позвоночника у детей // Хирургия позвоночника. 2014. №3. С.38-44.

8. Котылов В.С., Кувина В.Н. Ортопедическая патология у

детей и подростков в городе с крупным промышленным производством // Здоровье. Медицинская экология. Наука. 2014. №2. С.108.

9. Кувина В.Н., Кувин С.С. Экогенная ортопедическая патология. Новосибирск: Наука; Иркутск: НЦ РВХ СО РАМН, 2013. 260 с.

10. Кузнецов С.Б., Михайловский М.В., Садовой М.А. и др. Генетические маркеры идиопатического и врожденного сколиозов и диагноз предрасположенности к заболеванию: обзор литературы // Хирургия позвоночника. 2015.Т. 12. №1. С.27-35.

11. Лазаренко В.А., Антонов А.Е., Новомлинец Ю.П. Визуальная среда непараметрического корреляционного анализа факторов риска у больных с хирургической патологией // Здоровье и образование в XXI веке. 2017. Т. 19. №4. С.34-37.

12. Маснавиева Л.Б., Негреева М.Б. Риски нарушения здоровья и особенности заболевания костно-мышечной системы у детей и подростков, проживающего в зоне влияния алюминиевого производства // Безопасность жизнедеятельности. 2017. №8. С.22-27.

13. Маторова Н.И., Долгих В.В., Рычкова Л.В. Разработка подходов к оценке влияния факторов окружающей среды на здоровье детского населения // Бюлл. ВСНЦ СО РАМН. 2005. №8. С.38-41.

14. Негреева М.Б., Копылов В.С. Особенности сочетанной ортопедической патологии и оценка вероятности её развития у детей и подростков, проживающих в промышленном городе Иркутской области // Свидетельство о государственной регистрации базы данных № 2015621470, дата государственной регистрации в Реестре баз данных 22сентября 2015 г.

15. Негреева М.Б., Кувина В.Н., Копылов В.С., Арсентьева Н.И. Сочетанные деформации и заболевания позвоночника и таза в возрастном аспекте (обзор литературы) // Бюл. ВСНЦ СО РАМН. 2015. №5. С.123-129.

16. Негреева М.Б., Копылов В.С., Ульянов В.С. Особенности

сочетанной патологии позвоночника и таза у детей и подростков, проживающих в условиях воздействия вредных факторов алюминиевого производства // Анализ риска здоровью. 2016. №3. С.13-22.

17. Прусаков В.М., Прусакова А.В. Риск заболеваемости как критерий оценки медико-экологической компоненты качества жизни // Бюлл. ВСНЦ СО РАМН. 2013. №3. Ч.2.С.120-124.

18. Ульянов В.С., Негреева М.Б. Облачный сервис для диагностики и прогнозирования рисков заболеваний по биомедицинским показателям // Материалы X международной научной конференции «Системный анализ в медицине» (SAM 2016) / Под ред. В.П.Колосова. Благовещенск, 2016. С.73-76.

19. Шалина Т.И. Гигиеническая оценка риска здоровью населения в зоне влияния производства алюминия // Сибирский медицинский журнал (Иркутск). 2009. №8. С.128-129.

20. Bae J.S., Jang J.S., Lee S.H., Kim J.U. Radiological analysis of lumbar degenerative kyphosis in relation to pelvic incidence // Spine J. 2012. Vol. 12. №11. P.1045-1051.

21. Berjano P, Langella F, Ismael M.F., et al. Successful correction of sagittal imbalance can be calculated on the basis of pelvic incidence and age // Eur Spine J. 2014. Vol.23. Suppl. 6. P.587-596.

22. Itai K.Chronic effects of f luoride on human health // ChudokuKenkyu. 2012. №3. P.193-199.

23. Lim J.K., Kim S.M. Comparison of Sagittal Spinopelvic Alignment between Lumbar Degenerative Spondylolisthesis and Degenerative Spinal Stenosis //J Korean Neurosurg Soc. 2014. Vol. 55. №6. P.331-336.

24. Sistrom CL, Garvan CW. Proportions, odds, and risk // Radiology. 2004. №230 (1). P.12-19.

25. Spearman C. The proof and measurement of association between two things // American Journal of Psychology. 1904. №15. P.72-101.

26. Student. The probable error of a mean // Biometrika. 1908. №6(1). P.1-25.

## REFERENCES

1. Arguchinseva A.V., Schetnicov A.I., Sirina N.V. Mathematical modelling for prediction of dangerous situations atmospheric pollution enterprises aluminium industry // Ambient Wednesday and health: compendium II all-Russian scientific-practical Conference. Penza, 2005. P.8-11. (in Russian)

2. Boeva A.V., Lisovtsov A.A. Health condition of children and adolescents of an industrial city in the Eastern Siberia // Bulletin' Vostocno-Sibirskogo naucnogo centra SO RAMN. 2012. №2. Part 1. P.75-79.(in Russian)

3. Grzhibovskiy A.M., Ivanov S.N. Cross-sectional trials in health care // Nauka i zdravookhranenie. 2015. №2. P.5-18. (in Russian)

4. Dolgikh V.V., Rychkova L.V., Matorova N.I., Mandzyak T.V. Adaptive capacities in children living in industrial centers of the Irkutsk Region // Bulletin' Vostocno-Sibirskogo naucnogo centra SO RAMN. 2005. №5. P.159-162. (in Russian)

5. Efimova N.V., Donskikh I.V., Zarodnyuk T.S., Gornov A.Yu. Assessment and prognosis of morbidity of adolescents living in the area of the aluminium industry // Meditsina truda i promyshlennaya ekologiya. 2014. №4. P.44-49. (in Russian)

6. Interactive map of points of residence of children in Shelekhov. Date of access: 18.02.2018. URL: <https://yandex.ru/maps/?um=constructor%3Aa022d4c2e48ad43397cd455aae2b20b375b11553fc8219376adf02a67662a5a8&source=constructorLink> (in Russian)

7. Kazaryan I.V., Vissarionov S.V. Prevention of the course of congenital spinal deformities in children // Khirurgiya pozvonochnika. 2014. №3. P.38-44. (in Russian)

8. Kopylov V.S., Kuvina V.N. Orthopedic pathology in children and adolescents in the city with huge industry // Zdorove. Meditsinskaya ekologiya. Nauka. 2014. №2. P.108. (in Russian)

9. Kuvina V.N., Kuvin S.S. Ecogenic orthopedic pathology. Novosibirsk: Nauka; Irkutsk: SCRRS SB RAMS, 2013. 260 p. (in Russian)

10. Kuznetsov S.B., Mikhaylovskiy M.V., Sadovoy M.A., et al. Genetic markers of idiopathic and congenital scoliosis and liability to disease: review of literature // Khirurgiya pozvonochnika. 2015. Vol. 12. №1. P.27-35. (in Russian)

11. Lazarenko V.A., Antonov A.E., Novomlinets Yu.P. Visual

environment of non-parametric correlation analysis of risk factors in patients with surgical pathology // Zdorove i obrazovanie v XXI veke. 2017. Vol. 19. №4. P.34-37. (in Russian)

12. Maskavieva L.B., Nегреева M.B. Risks for health disorders and peculiarities of musculoskeletal system diseases in children and adolescents living in the area of aluminium industry // Bezopasnost' zhiznedeyatel'nosti. 2017. №8. P.22-27. (in Russian)

13. Matorova N.I., Dolgikh V.V., Rychkova L.V. Development of approaches to the assessment of influence of environmental factors on children's health // Bulletin' Vostocno-Sibirskogo naucnogo centra SO RAMN. 2005. №8. P.38-41. (in Russian)

14. Nегреева M.B., Kopylov V.S. Peculiarities of associate orthopedic pathology and assessment of its development in children living in industrial city of the Irkutsk Region // Certificat State Registration Certificate for Database № 2015621470d.d. 22.09.2015. (in Russian)

15. Nегреева M.B., Kuvina V.N., Kopylov V.S., Arsentieva N.I. Associate deformities of spine and pelvis in age aspect (review of literature) // Bulletin' Vostocno-Sibirskogo naucnogo centra SO RAMN. 2015. №5. P.123-129. (in Russian)

16. Nегреева M.B., Kopylov V.S., Ulianov V.S. Peculiarities of associate pathology of spine and pelvis in children living in the area of aluminium industry exposure // Analiz riska zdorov'yu. 2016. №3.P.13-22. (in Russian)

17. Prusakov V.M., Prusakova A.V. Morbidity risk as a criterion for assessment of medico-ecological component of the quality of life // Bulletin' Vostocno-Sibirskogo naucnogo centra SO RAMN. 2013. Part 2. P.120-124. (in Russian)

18. Ulianov V.S., Nегреева M.B. Cloud service for diagnostics and prediction of risk of the diseases using biomedical indices // Materialy X mezhdunarodnoy nauchnoy konferentsii «Sistemnyy analiz v meditsine» (SAM 2016); ed. by V.P. Kolosov. Blagoveshchensk, 2016. P.73-76. (in Russian)

19. Shalina T.I. Hygienic assessment of health risks in the area of aluminium industry exposure // Sibirskij meditsinskij zurnal (Irkutsk). 2009. №8. P.128-129. (in Russian)

20. Bae J.S., Jang J.S., Lee S.H., Kim J.U. Radiological analysis of lumbar degenerative kyphosis in relation to pelvic incidence // Spine J. 2012. Vol. 12. №11. P.1045-1051.

21. Berjano P., Langella F., Ismael M.F., et al. Successful correction of sagittal imbalance can be calculated on the basis of pelvic incidence and age // *Eur Spine J.* 2014. Vol.23. Suppl. 6. P.587-596.

22. Itai K. Chronic effects of fluoride on human health // *Chudoku Kenkyu.* 2012. №3. P.193-199.

23. Lim J.K., Kim S.M. Comparison of Sagittal Spinopelvic Alignment between Lumbar Degenerative Spondylolisthesis and

Degenerative Spinal Stenosis // *J Korean Neurosurg Soc.* 2014. Vol. 55. №6. P.331-336.

24. Siström CL, Garvan CW. Proportions, odds, and risk // *Radiology.* 2004. №230 (1). P.12-19.

25. Spearman C. The proof and measurement of association between two things // *American Journal of Psychology.* 1904. №15. P.72-101.

26. Student. The probable error of a mean // *Biometrika.* 1908. №6(1). P.1-25.

#### Информация об авторах:

Негреева Марина Борисовна – канд. биол. наук, старший научный сотрудник, с.н.с. научно-клинического отдела нейрохирургии, ФГБНУ ИНИЦХТ, e-mail: negreeva@yandex.ru, Россия, г. Иркутск, Б. Революции 1, <https://orcid.org/0000-0003-3282-9895>; Ульянов Владимир Сергеевич – канд. физ.-мат. наук, доцент кафедры алгебраических и информационных систем, ИМЭИ ИГУ, e-mail: ulyanov@isu.ru, г. Иркутск, б-р Гагарина, 20.

#### Information About the Authors:

Negreeva Marina B. – Ph.D. in Biology, Senior Research Officer at the Department of Neurosurgery of Irkutsk Scientific Centre of Surgery and Traumatology (664003, Irkutsk, ul. Bortsov Revolutsii, 1; e-mail: negreeva@yandex.ru) <https://orcid.org/0000-0003-3282-9895>; Ulyanov Vladimir S. – Cand. Sc. (Physics and Mathematics), Associate Professor at the Department of Algebraic and Information Systems of Institute of Mathematics, Economics and Informatics, Irkutsk State University (664003, Irkutsk, bulv. Gagarina, 20; e-mail: ulyanov@isu.ru)

© СКВОРЦОВА Н.В., ПОСПЕЛОВА Т.И., КОВЫНЕВ И.Б., НЕЧУНАЕВА И.Н. – 2018  
УДК: 616-006.443-031.14

### СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ ИНДЕКСОВ КОМОРБИДНОСТИ ПРИ МНОЖЕСТВЕННОЙ МИЕЛОМЕ

Скворцова Н.В.<sup>1</sup>, Поспелова Т.И.<sup>1</sup>, Ковынев И.Б.<sup>1</sup>, Нечунаева И.Н.<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Новосибирский государственный медицинский университет, Новосибирск, Россия;

<sup>2</sup>Городская клиническая больница №2, Новосибирск, Россия)

**Резюме.** Проведен ретроспективный анализ историй болезни 206 больных ММ, наблюдавшихся в гематологическом отделении Городского гематологического центра г. Новосибирска с 2006 по 2016 год. Медиана возраста в группе пациентов моложе 65 лет составила 56,6 лет (от 29 до 64 лет) и 70,2 года (от 65 до 82) в группе пожилых пациентов. У каждого пациента был определен спектр сопутствующих заболеваний на момент начала терапии и рассчитаны индивидуальные индексы коморбидности по шкалам CIRS-G, M. Charlson и Fraiburg. Анализ полученных данных показал, что коморбидность имеет значение в прогнозировании ОВ у пациентов с ММ. Из изучаемых индексов коморбидности наибольшее значение в прогнозировании выживаемости имеет индекс Fraiburg (HR – 3,870,  $p < 0,003$ ), так как все составляющие его факторы, такие как СКФ  $\leq 30$  мл/мин/1,73 м<sup>2</sup> (HR – 1,910 (95% ДИ 1,217-3,415)  $p < 0,014$ ), общее состояние по шкале Карновского  $\leq 70$  (HR – 1,863 (95% ДИ 1,267-2,845)  $p < 0,003$ ), умеренная или тяжелая обструктивная болезнь легких (HR – 1,845 (95% ДИ 1,165-3,235)  $p < 0,004$ ), показали существенное влияние на ОВ больных ММ. Индексы CIRS-G и M. Charlson не имели самостоятельного прогностического значения при ММ в рутинной клинической практике. Регрессионный анализ Кокса показал, что из всех сопутствующих заболеваний, входящих в состав CIRS-G (14 органов и систем) и M. Charlson (19 сопутствующих заболеваний), только нарушение ритма и проводимости (HR – 1,783,  $p < 0,042$ ) являются существенными факторами, влияющими на ОВ у пациентов с ММ.

**Ключевые слова:** множественная миелома; индексы коморбидности Fraiburg; индекс коморбидности M. Charlson; индекс коморбидности G-CIRS.

### COMPARATIVE ANALYSIS OF COMORBIDITY INDICES WITH MULTIPLE MYELOMA

Skvortsova N.V.<sup>1</sup>, Pospelova T.I.<sup>1</sup>, Kovynev I.B.<sup>1</sup>, Nechunaev I.N.<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Novosibirsk State Medical University;

<sup>2</sup>Novosibirsk City Clinical Hospital №2, Novosibirsk, Russia)

**Summary.** A retrospective analysis of case histories of 206 patients with MM was performed in the hematology department of the City Hematology Center of Novosibirsk from 2006 to 2016. The median age for the group of patients younger than 65 years was 56,6 years (from 29 to 64 years) and 70,2 years (from 65 to 82) in the group of elderly patients. For each patient, a spectrum of associated diseases was determined at the time of initiation of therapy, and individual comorbidity indices were calculated according to the CIRS-G, M. Charlson and Fraiburg scales. Analysis of the data obtained showed that comorbidity is important in predicting OM in patients with MM. Of the comorbidity indices under study, Fraiburg index is the most important in predicting survival (HR – 3,870,  $p < 0,003$ ), since all of its factors, such as GFR  $\leq 30$  ml/min/1,73 m<sup>2</sup> (HR – 1,910 (95% CI 1,217-3,415)  $p < 0,014$ ), general condition on the Karnofsky scale  $\leq 70$  (HR – 1,863 (95% CI 1,267-2,845)  $p < 0,003$ ), moderate or severe obstructive pulmonary disease (HR – 1,845 (95% CI 1,165-3,235)  $p < 0,004$ ) showed a significant effect on the RV of patients with MM. The CIRS-G and M. Charlson indices did not have an independent prognostic value for MM in routine clinical practice. Cox regression analysis showed that of all associated diseases that are part of CIRS-G (14 organs and systems) and M. Charlson (19 associated diseases), only rhythm and conduction disorder (HR – 1,580,  $p < 0,003$ ), chronic pancreatitis (HR – 2,210,  $p < 0,013$ ) and obesity (HR – 1,783,  $p < 0,042$ ) are significant factors affecting the RV in patients with MM.

**Key words:** multiple myeloma; Fraiburg comorbidity indices; M. Charlson comorbidity index; G-CIRS comorbidity index.