

ОПТИМИЗАЦИЯ ХИРУРГИЧЕСКОГО ЛЕЧЕНИЯ У БОЛЬНЫХ С ПЕРЕЛОМАМИ И ПЕРЕЛОМО-ВЫВИХАМИ КОСТЕЙ ПРЕДПЛЕЧЬЯ

Панов А.А.¹, Копысова В.А.², Светашов А.Н.³, Бурнучян М.А.⁴, Лучинин В.Л.⁵

(¹Российская медицинская академия непрерывного профессионального образования, Новокузнецк, Россия;

²Всероссийский научно-практический центр имплантатов с памятью формы, Новокузнецк, Россия;

³413 Военный госпиталь, Волгоград, Россия; ⁴Медицинский центр «Арамянц», Ереван, Армения;

⁵Каргатская центральная районная больница, Каргат, Новосибирская область, Россия)

Резюме. Выбор оптимального метода остеосинтеза у пациентов с переломами костей предплечья в специальной литературе является предметом дискуссии. Цель: провести сравнительный анализ эффективности различных методов остеосинтеза у пострадавших с неосложненными и осложненными переломами костей предплечья. Материал и методы. Контрольная группа (75 (51,0%)) включает подгруппу пациентов с неосложненными (61 (78,2%)) и осложненными (17 (21,8%)) переломами. Методы остеосинтеза: накостный, интрамедуллярный и чрескостный. У 75 (49,0%) пациентов основной группы с неосложненными (45 (60,0%)) и осложненными переломами (30 (40,0%)) интрамедуллярный остеосинтез выполняли в комбинации с накостными скобами с термомеханической памятью. Результаты. Хорошие результаты накостного остеосинтеза получены у 29 (85,3%) больных с неосложненными переломами и после интрамедуллярного – у 8 (50,0%), разница статистически значима. В подгруппе пациентов с осложненными переломами эффективность накостного и интрамедуллярного остеосинтеза снижается в два раза. При сравнительном анализе результатов лечения у пациентов контрольной и основной групп с осложненными повреждениями (множественные переломы, перелома-вывихи) эффективность интрамедуллярного, чрескостного остеосинтеза в комбинации со скобами с термомеханической памятью выше ($\chi^2=6,649$, $p=0,010$). Выводы: 1) у пациентов с неосложненными переломами одной и обеих костей предплечья эффективны фиксация накостными пластинами и интрамедуллярный остеосинтез в комбинации со скобами с термомеханической памятью формы; 2) у пациентов с множественными переломами, перелома-вывихами, переломами с дефектом костной ткани интрамедуллярный и чрескостный методы остеосинтеза с дополнительной накостной фиксацией скобами с термомеханической памятью формы позволяют в 86,7% случаях достичь сращения костных фрагментов в анатомически правильном положении и получить хорошие функциональные результаты лечения.

Ключевые слова: переломы; кости предплечья; неосложненные переломы; осложненные переломы; методы остеосинтеза.

OPTIMIZATION OF SURGICAL TREATMENT IN PATIENTS WITH FRACTURES AND FRACTURE DISLOCATIONS OF FOREARM BONES

Panov A.A.¹, Kopysova V.A.², Svetashov A.N.³, Burnuchyan M.A.⁴, Luchinin V.A.⁵

(¹Russian Medical Academy of Continuing Professional Education, Novokuznetsk, Russia; ²All-Russian Scientific

Practical Center of Shape Memory Implants, Novokuznetsk; ³413 Military hospital, Volgograd;

⁴Medical Center «Aramyants», Armenia, Yerevan; ⁵Kargat Central Regional Hospital)

Summary. The choice of the optimal method for osteosynthesis in patients with fractures of forearm bones is under discussion in the special literature. Purpose. To perform a comparative analysis of the effectiveness of various osteosynthesis methods in patients with uncomplicated and complicated fractures of the forearm bones. Material and methods. The control group (75 (51,0%)) includes a subgroup of patients with uncomplicated (61 (78,2%)) and complicated (17 (21,8%)) fractures. The osteosynthesis methods are: extramedullary, intramedullary and transosseous. In 75 (49,0%) patients of the main group with uncomplicated (45 (60,0%)) and complicated fractures (30 (40,0%)), the intramedullary osteosynthesis was performed in combination with extramedullary shape memory clamps. Results. Good results in extramedullary fixation were obtained in 29 (85,3%) patients with uncomplicated fractures and after intramedullary osteosynthesis – in 8 (50,0%); the difference is statistically significant. In the subgroup of patients with complicated fractures the effectiveness of extramedullary and intramedullary osteosynthesis is reduced by one half. In the comparative analysis of treatment outcomes in patients of the control and main groups with complicated injuries (multiple fractures, fracture dislocations), the effectiveness of intramedullary, of transosseous osteosynthesis in combination with shape memory clamps is higher ($\chi^2=6,649$, $p=0,010$). Conclusions: 1. In patients with uncomplicated fractures of one or both bones of the forearm, fixation with extramedullary plates and intramedullary osteosynthesis in combination with shape memory clamps is efficient. 2. In patients with multiple fractures, fracture dislocations and fractures with bone tissue defects, the intramedullary and transosseous osteosynthesis with additional fixation with shape memory clamps allows to achieve the union of bone fragments in the correct anatomical position and to obtain good functional treatment results in 86,7% of cases.

Key words: fractures; forearm bones; uncomplicated fractures; complicated fractures; osteosynthesis; methods.

В общей структуре повреждений скелета переломы диафизарного сегмента костей предплечья составляют 11,2-15,7%, в 50,6-77,5% случаях сопровождаются смещением костных отломков, требующих выполнения репозиции и остеосинтеза [2,6,14].

Использование аппаратов внешней фиксации обеспечивает удовлетворительную стабилизацию костных отломков, в том числе у больных с перелома-вывихами и множественными переломами. Однако, проведение спиц (в меньшей степени стержней) через мышцы предплечья провоцирует реактивное воспаление мягких тканей, что требует дополнительного лечения, либо преждевременного удаления спиц (стержней).

Медицинские технологии чрескостного остеосинтеза продолжают совершенствоваться с учетом анатомо-топографических особенностей костей предплечья и характера повреждений [4,5,6,7,10].

В связи со значительным числом осложнений интрамедуллярного остеосинтеза (до 44,0%), обусловленных недостаточной адаптацией костных фрагментов, ротационным смещением поврежденных костей, этот метод остеосинтеза находит ограниченное применение [2,7,11,15]. В большинстве международных руководств у пострадавших с переломами костей предплечья рекомендуется выполнять накостный остеосинтез [12,13,15]. Признается, что накостный остеосинтез малопримемлем



Рис. 1. Рентгенограммы больной А., 42 лет, с переломом диафиза локтевой кости и оскольчато-компрессионным внутрисуставным переломом дистального сегмента лучевой кости: а – до операции; б – в процессе чрескостного дистракционного остеосинтеза в аппарате Г.А. Илизарова; в, г – после комбинированного остеосинтеза с применением стягивающих устройств с памятью формы и пластикой дефекта лучевой кости пористым имплантатом.

Результаты и обсуждение

Период наблюдения с момента хирургического вмешательства до восстановления трудоспособности, но не более 12 месяцев. Критериями оценки результатов остеосинтеза служили объективные показатели: качество интраоперационной репозиции и сохранение анатомо-топографических параметров предплечья в течении реабилитационного периода до сращения костных отломков, сроки и вид сращения, отсутствие (наличие) воспалительной реакции, миграции (перелома) конструкции, сроки и степень восстановления диапазона движений сгибания-разгибания, пронации-супинации, лучелоктевой девиации. Показатели оценивали с применением системы предложенной Grasei Eversmann, Anderson [2].

У больных при сращении костных отломков и восстановлении полного объема движений поврежденной конечности результат оценивали как хороший, у больных со сроком восстановления трудоспособности 6 месяцев – удовлетворительный, при отсутствии сращения или существенном ограничении движений – неудовлетворительный.

При сравнении результатов накостного и интрамедуллярного остеосинтеза у больных контрольной группы с неосложненными переломами костей предплечья выявлено, что более эффективным является накостный остеосинтез ($\chi^2=5,329$, $p=0,021$). Однако число неудовлетворительных результатов остеосинтеза у больных с осложненными переломами увеличивается в 2 раза ($\chi^2=4,399$, $p=0,036$). По результатам сравнительного анализа эффективности методов накостного и комбинированного интрамедуллярного остеосинтеза у больных контрольной и основной групп с неосложнен-

ными переломами костей предплечья различия статистически не значимы ($\chi^2=1,192$, $p=0,275$). У больных с осложненными переломами преимущество имеет комбинированный остеосинтез с дополнительной фиксацией костных фрагментов скобами с памятью формы ($\chi^2=6,649$, $p=0,010$) (табл. 2).

Эффективность, соответственно выбор фиксирующих конструкций, в значительной мере зависят от локализации, характера повреждения [2,3,6,7]. Задачами остеосинтеза являются устранение всех видов смещения костных отломков, минимизация хирургической травмы, сохранение взаимоотношений парных костей, стабильная фиксация поврежденных костей до сращения перелома, восстановление двигательной активности в ранние сроки после операции [6,11,14,15].

При анализе профильной научной литературы и по результатам собственно исследования выявлено, что неудовлетворительные результаты накостного остеосинтеза, обусловленные миграцией винтов, дестабилизацией костных фрагментов и отсутствием их сращения, достигают 12,5%. У пострадавших с осложненными переломами методы накостного остеосинтеза являются малопримемлемыми [3,12].

Таблица 2

Результаты остеосинтеза пациентов с переломами костей предплечья

Группа	Метод остеосинтеза	Результаты						Всего	
		хорошие		удовлетворительные		неудовлетворительные			
		абс.	%	абс.	%	абс.	%	абс.	%
Контрольная	Неосложненные переломы								
	накостный	29	85,3	4	11,8	1	2,9	34	100,0
	интрамедуллярный	8	50,0	5	31,3	3	18,8	16	100,0
	интрамедуллярный + накостный	8	88,9	1	11,1	-	-	9	100,0
	чрескостный	2	100,0	-	-	-	-	2	100,0
	Итого	47	77,0	10	16,4	4	6,6	61	100,0
	Осложненные переломы								
	накостный	3	42,9	2	28,6	2	28,6	7	100,0
	интрамедуллярный	1	20,0	-	-	4	80,0	5	100,0
	чрескостный	4	80,0	-	-	1	20,0	5	100,0
Итого	8	47,1	2	11,8	7	41,2	17	100,0	
Основная	Неосложненные переломы								
	интрамедуллярный + скобы	40	95,2	2	4,8	-	-	42	100,0
	накостный + интрамедуллярный + скобы	2	66,7	1	33,3	-	-	3	100,0
	Итого	42	93,3	3	6,7	-	-	45	100,0
	Осложненные переломы								
	чрескостный + скобы	2	100,0	-	-	-	-	2	100,0
	osteosintez + трансплантат + скобы	2	100,0	-	-	-	-	2	100,0
	osteosintez + имплантат + скобы	5	71,4	2	-	-	-	7	100,0
	интрамедуллярный + скобы	16	94,1	1	-	-	-	17	100,0
	накостный + интрамедуллярный + скобы	1	50,0	1	-	-	-	2	100,0
Итого	26	86,7	4	13,3	-	-	30	100,0	

синтеза являются малопримемлемыми [3,12].

Положительные качества интрамедуллярного остеосинтеза – малотравматичность, фиксация поврежденной кости по всей длине усиливаются блокирующими элементами для создания компрессии между костными фрагментами и исключения ротационной подвижности [6,9,11].

По результатам сравнительного анализа эффективность интрамедуллярного остеосинтеза в комбинации

со скобами с термомеханической памятью у больных с неосложненными переломами одной или обеих костей предплечья не уступает накостному остеосинтезу ($\chi^2=6,649$, $p=0,010$, разница статистически значима). У больных с переломо-вывихами и множественными переломами имеют преимущество методы остеосинтеза с дополнительной фиксацией костных фрагментов скобами с термомеханической памятью формы ($\chi^2=6,649$, $p=0,010$).

Таким образом, у больных с неосложненными переломами одной и обеих костей предплечья эффективны фиксация накостными пластинами и интрамедуллярный остеосинтез в комбинации со скобами с термомеханической памятью формы. У больных с множественными переломами, переломо-вывихами, переломами с дефектом костной ткани интрамедуллярный и чрескостный методы остеосинтеза с дополнительной накостной фиксацией скобами с термомеханической памятью формы

позволяют в 86,7% случаях достичь сращения костных фрагментов в анатомически правильном положении и получить хорошие функциональные результаты лечения.

Конфликт интересов. Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

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 концепции и дизайна исследования и в написании рукописи. Окончательная версия рукописи была одобрена всеми авторами. Авторы не получали гонорар за исследование.

Работа поступила в редакцию: 11.04.2018 г.

ЛИТЕРАТУРА

1. Дажин А.Ю., Минасов Б.Ш., Валеев М.М. и др. Свободная костная пластика васкуляризованным фрагментом малоберцовой кости при лечении больных с обширными сегментарными дефектами костей предплечья // Гений ортопедии. 2013. №2. С.58-61.
2. Коробейников А.А. Лечение диафизарных переломов костей предплечья у детей методом интрамедуллярного эластичного стабильного остеосинтеза: Дис. ... канд. мед.наук. Курган, 2016. 137 с.
3. Ложкин В.В., Зоря В.И. Переломы (разрушения) металлофиксаторов при остеосинтезе костей конечностей (обзор литературы) // Кафедра травматологии и ортопедии. 2017. №3. С.20-25.
4. Пусева М.Э., Кинаш И.Н., Верхозина Т.К. Преимущества стержневой фиксации при диафизарных переломах костей предплечья по данным реовазографии // Бюллетень ВСНЦ СО РАМН. 2014. №6. С.34-38.
5. Пусева М.Э., Лебединский В.Ю., Михайлов И.Н. и др. Комплексная характеристика дистракционного регенерата костей предплечья в эксперименте // Гений ортопедии. 2013. №4. С.84-90.
6. Светашов А.Н. Остеосинтез фиксаторами с термомеханической памятью при диафизарных переломах костей предплечья: Автореф. дис. ... канд. мед.наук. Курган, 2003. 21 с.
7. Челноков А.Н., Лазарев А.Ю., Близнац Д.Г. Аппаратная репозиция и закрытый интрамедуллярный остеосинтез при переломах костей предплечья // Вестник травматологии и ортопедии Урала. 2011. №1-2. С.54-57.
8. Abdel-Aal M.A., Atallah A.A.A., Abdel-Aleem M. New Nailing System Used in Open Diaphyseal Fractures // J ClinExpOrthop. 2017. Vol. 2. №3. P.33. DOI:10.4172/2471-

8416.100033.

9. Amalan R.A., Devendran R., Maheswaran J., Anandan H. Comparative Study on Fixation Techniques and Functional Outcome between Plate Osteosynthesis, Interlocking Nailing and Titanium Elastic Nailing in both Bones of Forearm Fractures // Int J Sci Stud. 2017. Vol. 4. №11. P.4-6.
10. Bari M.M., Islam Sh., Shetu N.H., Rahman M. Лечение несращения костей предплечья по методике Илизарова // Гений ортопедии. 2017. Т. 23. №1. С.26-29. DOI:10.18019/1028-4427-2017-23-1-26-29.
11. Chary N. Brahma, Pandey Ajay Kumar, Prasad P. Narayana. A Study of Diaphyseal Fractures of Forearm Bones with Nailing and Plating // Scholars Journal of Applied Medical Sciences. 2017. Vol. 5. №1C. P.180-183.
12. Gill S.P.S., Mittal A., Raj M., et al. Stabilisation of diaphyseal 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 // Ulus Travma Acil Cerrahi Derg. 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.

REFERENCES

1. Dazhin A. Yu., Minasov B. Sh., Valeev M. M., et al. Free bone grafting with a vascularized fragment of the fibula in the treatment of patients with extensive segmental defects of the bones of the forearm // Geniyortopedii. 2013. No. 2. P.58-61. (in Russian)
2. Korobeynikov A. A. Treatment of diaphyseal fractures of the forearm bones in children by the method of intramedullary elastic stable osteosynthesis: Thesis PhD (Medicine). Kurgan, 2016. 137 p. (in Russian)
3. Lozhkin V. V., Zorya V. I. Fractures (destruction) of metal fixators during osteosynthesis of limb bones (literature review) // Kafedratravmatologii i ortopedii. 2017. №3. P.20-25. (in Russian)
4. Puseva M. E., Kinash I. N., Verkhosina T. K. The advantages of rod fixation in diaphyseal fractures of the forearm bones according to rheovasography // Byulleten' VSNTS SO RAMN. 2014. №6. P.34-38.
5. Puseva M. E., Lebedinsky V. Yu., Mikhailov I. N., et al. Complex characteristic of the distraction regenerate of the bones of the forearm in the experiment // Geniyortopedii. 2013. №4. P.84-90.
6. Svetashov A. N. Osteosynthesis of fixatives with thermomechanical memory for diaphyseal fractures of the

forearm bones: Thesis PhD (Medicine). Kurgan, 2003. 21 p.

7. Chelnokov A. N., Lazarev A. Yu., Bliznets D. G. Hardware reposition and closed intramedullary osteosynthesis for fractures of the forearm bones // Vestniktravmatologii i ortopediiUrala. 2011. №1-2. С.54-57.
8. Abdel-Aal M. A., Atallah A. A. A., Abdel-Aleem M. New Nailing System Used in Open Diaphyseal Fractures // J ClinExpOrthop. 2017. Vol. 2. №3. P.33. DOI: 10.4172 / 2471-8416.100033.
9. Amalan, R.A., Devendran, R., Maheswaran, J., Anandan H. Comparative Study, Interlocking, Interlocking, Fingering, Scale Stud. 2017. Vol. 4. №11. P.4-6.
10. Bari M.M., Islam Sh., Shetu N.H., Rahman M. Treatment of non-bone joints of the forearm according to the Ilizarov technique // Geniyortopedii. 2017. Vol. 23. №1. P.26-29. DOI: 10.18019 / 1028-4427-2017-23-1-26-29.
11. Chary N. Brahma, Pandey Ajay Kumar, Prasad P. Narayana. A Study of Diaphyseal Fractures of Forearm Bones with Nailing and Plating // Scholars Journal of Applied Medical Sciences. 2017. Vol. 5. №1C. P.180-183.
12. Gill S.P.S., Mittal A., Raj M., et al. Stabilisation of diaphyseal

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, НИИУВ – 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. Дзорapi, 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; Balentina 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.¹, Ульянов В.С.²

(¹Иркутский научный центр хирургии и травматологии, Иркутск, Россия;
²Иркутский 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.¹, Ulianov V.S.²

(¹Irkutsk Scientific Centre of Surgery and Traumatology, Irkutsk, Russia
²Irkutsk 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 смолистых 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 головки 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. ¹Скрининг 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].

¹Материалы 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, numpy 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

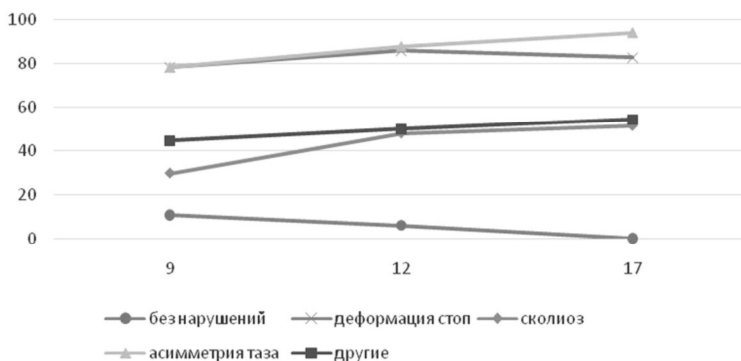


Рис. 2. Динамика нарушений опорно-двигательной системы у девочек в зависимости от возраста; по оси ординат доля нарушений ОДС в %, по оси абсцисс возраст.

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

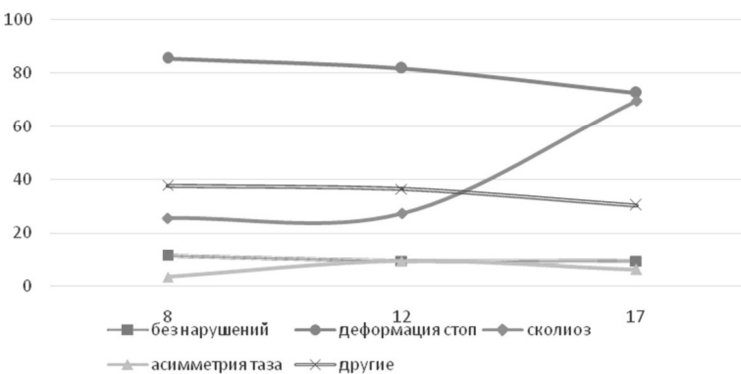


Рис. 3. Динамика нарушений опорно-двигательной системы у мальчиков в зависимости от возраста; по оси ординат доля нарушений ОДС в %, по оси абсцисс возраст.

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 результативного 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	1,000	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	1,000	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 развиваются 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 относительный риск асимметрии таза у девочек (RR=14,588) в 14 раз выше, чем у мальчиков; убедительность полученных результатов подтверждается высокими показателями чувствительности (0,925) и специфичности (0,881). Вместе с этим, у девочек по сравнению с мальчиками выявлено увеличение относительного риска других нарушений опорно-двигательной системы на 34,6%.

Таблица 1 У девочек определено незначительное увеличение риска развития сколиоза (на 18,9%), относительно мальчиков. В остальных случаях можно говорить о несущественных различиях риска развития ортопедической патологии у девочек относительно мальчиков. При этом наблюдается незначительное снижение относительного риска плоскостопия у девочек по сравнению с мальчиками.

Вместе с этим, в литературе, в том числе и нашими работами, уже доказано влияние вредных факторов алюминиевого производства на заболеваемость опорно-двигательной системы детей и подростков, проживающих в г. Шелехов.

Полученные результаты, подтверждая определяющую роль асимметрии таза в развитии сочетанной ортопедической патологии, согласуются с данными литературы о превалировании в несколько раз дисплазии тазобедренного сустава у девочек по сравнению с мальчиками.

Можно предположить, что увеличение риска первоначального формирования асимметрии таза преимущественно у девочек определяет именно у лиц женского пола последующее превалирующее развитие и других форм ортопедической патологии. Для доказательства взаимосвязи относительного риска развития патологии тазового пояса с полом детей, планируется следующая математическая обработка большего массива показателей из формирующейся базы данных.

Таблица 2

Конфликт интересов.

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

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 концепции и дизайна исследования и в написании рукописи. Окончательная версия рукописи была одобрена всеми авторами. Авторы не получали гонорар за исследование.

Работа поступила в редакцию: 22.03.2018 г.

ЛИТЕРАТУРА

1. Аргучинцева А.В., Шетников А.И., Сирина Н.В. Математическое моделирование для прогноза опасных ситуаций атмосферного загрязнения предприятиями алюминиевой 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 детского и подросткового населения промышленного города Восточной Сибири // Бюлл. ВСНЦ СО РАМН. 2012. Ч. 1. С.75-79.
3. Гржибовский А.М., Иванов С.В. Поперечные (одномоментные) исследования в здравоохранении // Наука и здравоохранение. 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, проживающих 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 течения врождённых деформаций позвоночника у детей // Хирургия позвоночника. 2014. №3. С.38-44.

8. Копылов 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 ВХ 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) // Бюлл. 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 fluoride 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 // Korean Neurosurg Soc. 2014. Vol. 55. №6. P.331-336.

24. Sstrom 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 nauchogo 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 nauchogo 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 // Zdorov'e. 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., Novomlins Yu.P. Visual

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

12. Maskavieva L.B., Nегреева М.В. 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 nauchogo centra SO RAMN. 2005. №8. P.38-41. (in Russian)

14. Nегреева М.В., Копылов В.С. 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 М.В., Кувина В.Н., Копылов В.С., Арсентьева Н.И. Associate deformities of spine and pelvis in age aspect (review of literature) // Bulletin' Vostocno-Sibirskogo nauchogo centra SO RAMN. 2015. №5. P.123-129. (in Russian)

16. Nегреева М.В., Копылов В.С., Ульянов В.С. 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 nauchogo centra SO RAMN. 2013. №3. Part 2. P.120-124. (in Russian)

18. Ulianov V.S., Nегреева М.В. 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 // Sibirskiy 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.