

МЕДИКО-БИОЛОГИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ ОЦЕНКИ ВОЗДЕЙСТВИЯ ФАКТОРОВ РИСКА

УДК 616.711-053.2: 616.718.19-071

DOI: 10.21668/health.risk/2016.3.02

ОСОБЕННОСТИ СОЧЕТАННОЙ ПАТОЛОГИИ ПОЗВОНОЧНИКА И ТАЗА У ДЕТЕЙ, ПРОЖИВАЮЩИХ В УСЛОВИЯХ ВОЗДЕЙСТВИЯ ВРЕДНЫХ ФАКТОРОВ АЛЮМИНИЕВОГО ПРОИЗВОДСТВА

М.Б. Негреева¹, В.С. Копылов¹, В.С. Ульянов²

¹ФГБНУ «Иркутский научный центр хирургии и травматологии», Россия, 664003, г. Иркутск, ул. Б. Революции, 1

²ФГБОУ ВО «Иркутский государственный университет», Россия, 664003, г. Иркутск, бульвар Гагарина, 20

Выполнены ортопедические и рентгенологические исследования детей разного возраста с сочетанными заболеваниями позвоночника и таза, проживающих в условиях непрерывного воздействия вредных выбросов алюминиевого производства в атмосферу промышленного центра Иркутской области. Приоритетным фактором внешнего риска для здоровья являются фтористые соединения. Установлено, что в структуре сочетанной патологии первое место занимает асимметрия таза, второе – сколиоз, третье – асептический некроз головок бедренных костей. По результатам оценки возрастной структуры сочетанной патологии сделан вывод, что при равном проявлении сколиоза, Spina bifida, ретро-спондилолистеза, асимметрии таза у детей 11–15 лет преобладает асептический некроз, а в группе 16–21-летних – проявляется коксартроз. Статистически доказана сильная достоверная зависимость асептического некроза от возраста и пола детей: критерий хи-квадрат Пирсона при $p < 0,01$ составляет 15,821 и 21,228 соответственно. Данная патология выявлена у 100,0 % обследованных мальчиков и только у 35,5 % девочек. Статистически подтверждена зависимость распространенности заболеваний от экологических факторов (хи-квадрат Пирсона составляет 5,264, $p < 0,05$). В радиусе проживания детей 5 км от промышленного объекта удельный вес асептического некроза наибольший (75 % случаев). Преобладают клиничко-рентгенологические нарушения сочетанной патологии позвоночника и таза I и II степени выраженности. Определена актуальность дальнейшего поиска доказательств взаимосвязи химических факторов риска и развития заболеваний опорно-двигательной системы. Рекомендовано диспансерное наблюдение детей, проживающих на экологически неблагоприятных территориях, по поводу ранней диагностики сочетанной ортопедической патологии, в том числе в преморбидном периоде ее развития.

Ключевые слова: экология, вредные производственные факторы алюминиевого производства, сочетанная патология позвоночника и таза, асептический некроз головок бедренных костей, дети, возраст, пол.

При производстве первичного алюминия в России одной из основных проблем является загрязнение атмосферного воздуха, обусловленное главным образом использованием технологии самообжигающих анодов, а также условием рассеивания примесей в атмосфере [16]. ОАО «ИрКАЗ-СУАЛ» (Иркутский алюминиевый завод), расположенный в промышленной зоне г. Шелехова, на юго-восточной окраине, специализируется на выпуске алюминия-сырца. Основными производственными подразделе-

ниями являются электролизный цех, отделение производства фторсолей и цех анодной массы. Процесс электролиза алюминия сопровождается выделением загрязняющих веществ: фтористого водорода, фторидов, пыли, диоксида серы, оксида углерода, смолистых веществ и бенз(а)пирена. Санитарно-защитная зона предприятия составляет 1700 м.

По данным ФГУЗ «Центр гигиены и эпидемиологии в Иркутской области», приведенным в диссертационном исследовании Т.И. Шали-

© Негреева М.Б., Копылов В.С., Ульянов В.С., 2016

Негреева Марина Борисовна – кандидат биологических наук, старший научный сотрудник научно-клинического отдела нейрохирургии (e-mail: negreeva@yandex.ru; тел.: 8 (3952) 290-346).

Копылов Виталий Сергеевич – доктор медицинских наук, старший научный сотрудник научно-клинического отдела нейрохирургии.

Ульянов Владимир Сергеевич – кандидат физико-математических наук, доцент кафедры алгебраических и информационных систем (e-mail: uyanov@isu.ru; тел.: 8 (3952) 521-277).

ной, среди вредных веществ, загрязняющих атмосферный воздух г. Шелехова: бенз(а)пирен ($\text{ПДК}_{\text{ср}} - 1 \cdot 10^{-6}$, среднегодовые концентрации, $\text{мг}/\text{м}^3 - 4,2 \cdot 10^{-6}$), взвешенные вещества ($\text{ПДК}_{\text{ср}} - 0,15$, среднегодовые концентрации, $\text{мг}/\text{м}^3$, 0,124), углерода оксид ($\text{ПДК}_{\text{ср}} - 3,0$, среднегодовые концентрации, $\text{мг}/\text{м}^3 - 1,78$), формальдегид ($\text{ПДК}_{\text{ср}} - 0,003$, среднегодовые концентрации, $\text{мг}/\text{м}^3 - 0,007$), фтористые газообразные соединения ($\text{ПДК}_{\text{ср}} - 0,005$, среднегодовые концентрации, $\text{мг}/\text{м}^3 - 0,004$), фториды плохо растворимые ($\text{ПДК}_{\text{ср}} - 0,03$, среднегодовые концентрации, $\text{мг}/\text{м}^3 - 0,12$) [21]. При этом отмечено, что в 2000-х гг. максимальные разовые концентрации фтористого водорода превышали уровни ПДК в 6–8 раз, а максимально разовые концентрации фторидов неорганических были выше ПДК в 1,6–2,0 раза. В то же время среднегодовые концентрации газообразного фтора в 2001–2004 гг. превышали уровни ПДК_{ср} в 6,2–4,8 раза, а в 2005–2007 гг. регистрировался уровень превышения ПДК_{ср} в 2,4–1,4 раза. Автором рассчитан коэффициент потенцирования для фторсодержащих веществ, составляющий 3,6, что превышает допустимый уровень в 4,5 раза.

Исследование Н.В. Сириной [16], включающее моделирование рассеяния загрязняющих веществ, поступающих в атмосферу от Иркутского алюминиевого завода, доказало следующее: на территории промышленной площадки и за ее пределами в течение года превышения предельно допустимой концентрации вредных веществ колеблются от 25 до 744 ч в месяц. Радиус действия повышенных концентраций всех специфических веществ, выбрасываемых электролизными цехами завода, выходит за пределы санитарно-защитной зоны. Для бенз(а)пирена он составляет 15 км, для фтористого водорода 7 км, твердых 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, твердые частицы с содержанием фтора оседают на расстоянии до 5 км, а газообразные соединения обнаруживаются и в 30 км от промышленного объекта [5]. В распределении загрязняющих веществ определена вытянутость вектора в направлении «юго-восток – северо-запад», что совпадает в преобладающими направлениями ветров [16]. В зону влияния алюминиевого завода попадают жилые массивы города, сельскохозяйственные угодья, поверхностные воды и дачные поселки, создают-

ся предпосылки для негативных изменений в природе и здоровье населения.

Вместе с этим в литературе уже доказана взаимосвязь между заболеваемостью населения и техногенным воздействием на атмосферу [1, 9, 12, 13, 20]. Выявлено, что воздействие вредных производственных факторов алюминиевого производства повышает риск возникновения заболеваний опорно-двигательной системы у детей и взрослых [6, 22]. В работе С.А. Сюринина [18] показано, что несмотря на постоянно проводимое совершенствование технологий производства, в структуре нарушений здоровья работников алюминиевых предприятий Европейского Севера России наибольший удельный вес имеет патология костно-мышечной системы дистрофически-дегенеративного характера (29,8%), а наиболее часто диагностируемым заболеванием является деформирующий остеоартроз (8,6%). В подтверждение высоких рисков развития патологии за период с 1992 по 2003 г. в г. Шелехове и Шелеховском районе Иркутской области отмечалась тенденция к увеличению заболеваемости по болезням костно-мышечной системы по всем возрастным группам населения: у детей – в 7, подростков – в 6 и взрослых – в 5 раз [16]. В 2007 г. по сравнению с 90-ми гг. XX в. произошло увеличение уровня заболеваемости костно-мышечной системы у детей в 5,6 раза, подростков – в 12 раз, болезней органов дыхания у детей в 2 раза, у подростков – в 7,7 раза [21].

В ходе исследований морфогенеза костей в условиях воздействия соединений фтора у детей и подростков г. Шелехова разработана концепция токсического действия фтора на морфогенез костей в эмбриональном и постэмбриональном периодах онтогенеза человека, согласно которой соединения фтора способны проникать через плаценту в организм плода и модифицировать пластические процессы в формирующихся костях, что ведет к стимуляции процессов резорбции и замедлению синтетических и пролиферативных процессов, а в постэмбриональный период – к неравномерному и диспропорциональному росту костей, создавая основу для развития костной патологии [21]. Авторами доказано, что нарушения остеогенеза проявляются в ухудшении кровоснабжения, подавлении размножения клеток пластинки роста, активации остеорезорбции, ослаблении остеогенеза, что приводит к формированию диспластических изменений в костях, выявляемых у 76% подростков.

Вместе с этим в ряду болезней костно-мышечной системы клинические проявления заболеваний позвоночника и таза как самостоятельных нозологических форм достаточно хорошо изучены [4, 10, 19, 24]. С другой стороны, исследователи все чаще сталкиваются с сочетанной ортопедической патологией [2, 17]. Так, в соответствии с авторской методикой, дающей возможность многофакторного анализа сочетанных нарушений опорно-двигательной системы, проведены ортопедические исследования у 801 ребенка и подростка промышленного города [7]. Выявлено, что у большинства из них – 389 (55,4 %) – имеется сочетанная патология (две нозологические формы и более). В подтверждение причинно-следственных взаимоотношений сочетанных деформаций позвоночника и таза отмечена целесообразность изучения их возрастной динамики [11, 26]. Несмотря на известные достижения, вопросы сочетанной детской ортопедической патологии во взаимосвязи с воздействием вредных техногенных факторов изучены недостаточно и поэтому не теряют своей актуальности.

Цель исследования – выявление особенностей сочетанной ортопедической патологии у детей и подростков, проживающих в условиях техногенного воздействия факторов алюминиевого производства.

Материалы и методы. Выполнено обследование 51 пациента с сочетанными заболеваниями позвоночника и таза в возрасте от 8 лет до 21 года, проживающих в промышленном центре Иркутской области и вокруг него. Среди обследуемых 31 девочка/девушка, 20 – мальчиков/юношей. Придерживаясь возрастной периодизации, дети были разделены на три группы [3]. В I группу вошли 10 детей: 5 девочек и 5 мальчиков младшего школьного возраста (8–10 лет); II – включала 20 подростков: 13 девочек и 7 мальчиков 11–15 лет; III – составили 13 девушек и 8 юношей (21 обследуемый) в возрасте 16–21 года. В приближенности к промышленному объекту до 5 км проживали 28 детей и подростков, от 5 км и более – 23 обследуемых.

При ортопедическом осмотре применена методика обследования с учетом экологических факторов и карта многофакторного анализа [8]. Для уточнения диагноза осуществлены рентгенологические исследования грудного и поясничного отделов позвоночника и таза. Использовалась клиническая классификация, в частности, пространственных нарушений ориентации костей таза. Степень искривления позвоночника оценивалась по величине угла Кобба.

В статистическом исследовании для анализа связи двух совокупностей и выявления зависимости результативного признака от различных факторов (возраст, пол, близость к промышленному объекту) был использован критерий хи-квадрат Пирсона. Данный метод показывает хорошие результаты для выявления зависимости чистоты исходов (заболевания) от факторов риска. Определяемые показатели факторов риска измерены преимущественно в номинальной шкале. В случае с возрастом использовались две группы – мужского и женского пола. В случае с приближенностью к промышленному объекту применялась номинальная шкала из двух квантилей: «до 5 км» и «свыше 5 км». При анализе зависимости заболеваний от возраста также была использована номинальная шкала; все пациенты были разделены на три квантиля: «8–10 лет», «11–15 лет», «16–21 год». Поскольку в имеющейся выборке некоторые значения по количеству пациентов были меньше 10, то применялась поправка Йейтса. Для анализа связи между промышленным объектом, местом жительства детей и заболеваемостью аваскулярным некрозом головок бедренных костей (АНГБК) использовалась гипотеза о факторе риска при приближенности до 5 км. Коэффициент опасности воздействия химических веществ при ингаляционном поступлении рассчитан в соответствии с [14].

Результаты и их обсуждение. На момент обследования 42 ребенка не предъявляли жалоб, а 9 пациентов старшего возраста отмечали небольшие периодические боли в области поясницы и тазобедренных суставов. Нозологические формы патологии позвоночника и таза в зависимости от возраста детей представлены в табл. 1, а также в виде сводной гистограммы на рис. 1.

Распределение сочетанной ортопедической патологии по полу приведено на рис. 2.

Нозологические формы патологии и тяжесть их проявления по мере приближенности места жительства детей к промышленному объекту приведены в табл. 2.

Степень тяжести проявлений сочетанной патологии позвоночника и таза в зависимости от возраста показана в табл. 3–5. В I группе сколиоз грудного и грудопоясничного отделов позвоночника 1-й степени тяжести отмечен у 55 % (табл. 3). У 36 % имел место грудной кифосколиоз, грудной и грудопоясничный сколиоз 2-й степени. У каждого третьего ребенка (у 6 из 21) был диагностирован лестничный (полисегментарный) ретроспондилолистез

Таблица 1

Возрастная структура сочетанной патологии позвоночника и таза

Группа	Возраст, лет	Количество детей	Форма ортопедической патологии, доля (%)					
			сколиоз	<i>Spina bifida</i>	ретроспондилолистез	асимметрия таза	АНГБК	кокситроз
I	8–10	10	100,0	30,0	60,0	100,0	90,0	0,0
II	11–15	20	100,0	35,0	55,0	100,0	80,0	5,0
III	16–21	21	81,0	47,6	52,4	100,0	28,6	47,6
Итого		51	92,2	92,2	39,2	54,9	100,0	60,8

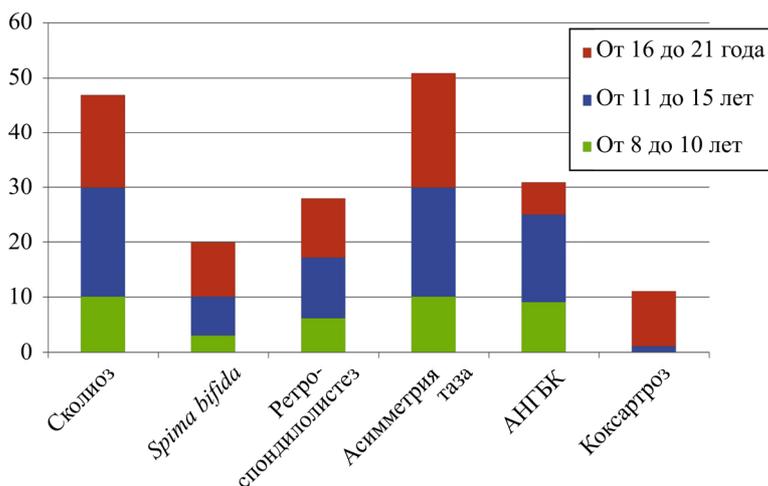


Рис. 1. Сводная гистограмма распределения пациентов по возрасту

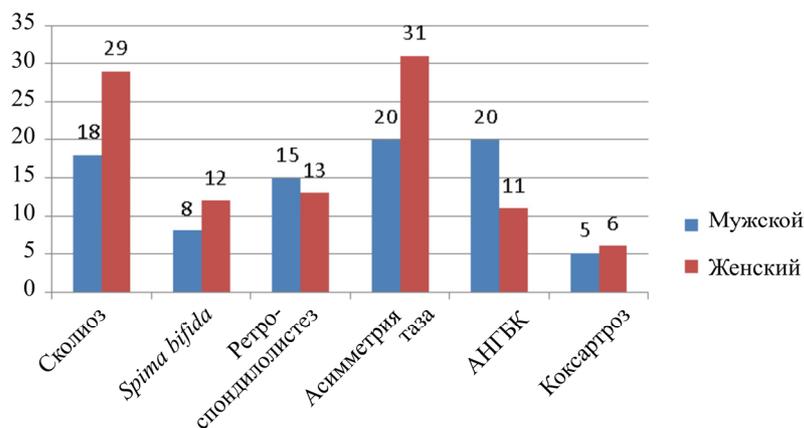


Рис. 2. Распределение пациентов по полу

Таблица 2

Удельный вес форм ортопедической патологии и степень тяжести их проявления в зависимости от приближенности мест проживания обследованных к промышленному объекту

Приближенность места жительства к промышленному объекту, км	Кол-во детей	Доля форм ортопедической патологии и степень тяжести, %								
		сколиоз		асимметрия таза			АНГБК		кокситроз	
		1-й ст.	2-й ст.	1-й ст.	2-й ст.	3-й ст.	1-й, 1-2-й ст.	3-й ст.	1-2-й ст.	3-й ст.
До 5	28	35,0	60,0	35,0	45,0	60,0	40,0	15,0	0,0	35,0
От 5 и более	23	53,8	69,2	69,2	38,5	38,5	38,5	46,2	15,4	53,8

Таблица 3

Степень выраженности проявлений сочетанной патологии позвоночника и таза у детей в возрасте 8–10 лет (I группа, n = 11)

Форма ортопедической патологии	Доля патологии разной степени тяжести (%)		
	1-я ст.	2-я ст.	3-я ст.
Сколиоз	54,5	36,4	0,0
Асимметрия таза	18,2	36,4	36,4
АНГБК	27,3	54,5	0,0
Коксартроз	0,0	0,0	0,0
Итого	100,0	90,9	36,4

позвонков L_{II}-S_I, L_{III}-S_I и ретроспондилолистез позвонка L_V-S_I.

Во II группе грудной и грудопоясничный сколиоз 1-й степени тяжести отмечен у 70 % подростков (табл. 4). У 30 % имел место грудной кифосколиоз, грудной и грудопоясничный сколиоз 2-й степени (5, 5 и 20 % соответственно). Наряду с этим у 55 подростков выявлен лестничный ретроспондилолистез позвонков L_{IV}-S_I, L_{II}-L_V, L_{IV}-S_I, L_{III}-S_I, L_I-S_I, L_I-L_V, L_{IV}-S_I.

Таблица 4

Степень тяжести сочетанной патологии позвоночника и таза у подростков в возрасте 11–15 лет (II группа, n = 20)

Форма ортопедической патологии	Доля патологии разной степени тяжести (%)		
	1-я ст.	2-я ст.	3-я ст.
Сколиоз	70,0	30,0	0,0
Асимметрия таза	35,0	35,0	30,0
АНГБК	50,0	30,0	0,0
Коксартроз	5,0	0,0	0,0

В III группе грудной и грудопоясничный сколиоз 1-й степени тяжести отмечен у 62 % пациентов (табл. 5). У 4 обследуемых имел место грудной кифосколиоз, грудной и грудопоясничный сколиоз 2-й степени. При этом у 19 % выявлен лестничный ретроспондилолистез позвонков L_{III}-S_I, L_I-S_I, Th_{XII}-S_I и ретроспондилолистез позвонка L_V-S_I. У 48 % юношей и девушек диагностирован диспластический коксартроз, двусторонний, 1–2-й степени тяжести – у 28,5 % обследуемых, односторонний, 1-й и 3-й степени тяжести – по 9,5 % соответственно.

Полученные показатели вошли в базу данных «Особенности сочетанной ортопедической патологии и оценка вероятности ее развития у детей и подростков, проживающих в промышленном городе Иркутской области» [25].

Таблица 5

Степень тяжести сочетанной патологии позвоночника и таза у девушек и юношей в возрасте 16–21 года (III группа, n = 21)

Форма ортопедической патологии	Доля патологии разной степени тяжести (%)		
	1-я ст.	2-я ст.	3-я ст.
Сколиоз	61,9	19,0	0,0
Асимметрия таза	57,1	19,0	23,8
АНГБК	14,3	14,3	0,0
Коксартроз	38,1	9,5	0,0

Анализ результатов исследования показал, что в структуре сочетанной патологии позвоночника и таза первое место занимает асимметрия таза, второе – сколиоз, третье – АНГБК. Асимметрия таза выявлена у всех обследуемых, что соотносится с данными литературы [15]. Превалирование асимметрии таза над количеством случаев дистрофических изменений в головках бедер свидетельствует о ее формирующей роли в развитии последующих деформаций тазобедренных суставов [8]. Оценивая возрастную структуру сочетанной патологии II и III групп обследуемых, можно заключить, что при равном проявлении сколиоза, *Spina bifida*, ретроспондилолистеза, асимметрии таза у детей 11–15 лет преобладает АНГБК, а в группе 16–21-летних – удельный вес АНГБК снижается и проявляется коксартроз. Основные статистически значимые результаты представлены в табл. 6.

Таблица 6

Критерии и результаты статистического анализа связи результативного и факторных признаков заболевания

Результативный и факторные признаки заболевания	Критерии статистического анализа			Статистическая значимость связи
	число степеней свободы	значение критерия χ^2	критическое значение χ^2	
АНГБК и возраст	2	15,821	9,21 при $p < 0,01$	Значима при $p < 0,01$
АНГБК и пол	1	21,228	6,635 при $p < 0,01$	Значима при $p < 0,01$
АНГБК и промышленный объект*	1	5,264	3,841 при $p < 0,05$	Значима при $p < 0,05$

В результате статистического анализа имеющейся выборки выявлена сильная зависимость заболеваемости АНГБК от принадлежности к возрастной группе, пола обследуемых и близости места жительства к промышленно-

му объекту. В радиусе проживания детей от промышленного объекта 5 км удельный вес АНГБК наибольший (21 случай из 31), по мере удаленности от промышленного объекта он снижается, что согласуется с данными литературы [5, 8]. В свою очередь АНГБК выявлен у всех обследуемых мальчиков, а у девочек только в 35,5 % случаев. В то же время преобладают I и II степени выраженности клинорентгенологических нарушений сочетанной патологии позвоночника и таза: 77 и 43 случая соответственно над нарушениями III степени тяжести (15 случаев).

В ходе анализа, используя показатели референтных концентраций для хронического ингаляционного воздействия [3] и среднегодовых концентраций веществ [21], определены коэффициенты опасности (HQ_i), среди которых $HQ_i = 4,2$ для бенз(а)пирена, $HQ_i = 9,2$ для фторидов плохо растворимых, $HQ_i = 2,3$ для формальдегида, $HQ_i = 1,65$ для взвешенных веществ. Выделенные коэффициенты опасности обуславливают риски развития организма и заболеваний, в частности, органов дыхания и опорно-двигательной системы. Сопоставляя результаты исследований и коэффициенты опасности, можно предположить, что хроническое

ингаляционное действие вредных веществ, в частности фтористых соединений, обуславливает риск развития патологии опорно-двигательной системы.

Выводы. Подтверждено, что длительное проживание в условиях загрязнения атмосферы вредными выбросами алюминиевого производства, включающими фторсодержащие примеси, приводит к развитию сочетанной патологии позвоночника и таза у детей и подростков. Установлены клинические, возрастные, половые и экологические особенности сочетанной ортопедической патологии. Статистически доказана взаимосвязь отдельных факторных и результативных признаков заболевания. В то же время определена необходимость дальнейшего поиска других значимых доказательств взаимосвязи химических факторов риска и развития заболеваний опорно-двигательной системы. Исходя из этого рекомендована необходимость дополнительных исследований, ранней диагностики и диспансерного наблюдения детей, проживающих на экологически неблагоприятных территориях, позволяющих объективно оценить сочетанную ортопедическую патологию, в том числе в преморбидном периоде ее развития.

Список литературы

1. Антонов К.Л., Варакин А.Н., Чуканов В.Н. Влияние выбросов на здоровье детей промышленного центра // Экологические системы и приборы. – 2005. – № 7. – С. 27–32.
2. Биомеханические аспекты исследований дегенеративно-дистрофических заболеваний поясничного отдела позвоночника и тазобедренных суставов (обзор литературы) / М.Б. Негреева, С.Н. Ларионов, В.А. Сороковиков, В.А. Шендеров // Бюллетень ВСНЦ СО РАМН. – 2013. – Т. 93, № 5. – С. 187–191.
3. Возрастная периодизация [Электронный ресурс]. – URL: [https://ru.wikipedia.org/wiki/ Возрастная периодизация](https://ru.wikipedia.org/wiki/Возрастная_периодизация) (дата обращения: 31.07.2015).
4. Генетические маркеры идиопатического и врожденного сколиозов и диагноз предрасположенности к заболеванию: обзор литературы / С.Б. Кузнецов, М.Б. Михайловский, М.А. Садовой, А.В. Корель, Е.В. Мамонова // Хирургия позвоночника. – 2015. – Т. 12, № 1. – С. 27–35.
5. Донских И.В. Влияние фтора и его соединений на здоровье населения (обзор данных литературы) // Бюллетень ВСНЦ СО РАМН. – 2013. – Т. 91, № 3–2. – С. 179–185.
6. Калинина О.Л. Оценка состояния здоровья работающих при воздействии фторсодержащих соединений в современном производстве алюминия: автореф. дис. ... канд. мед. наук: 14.02.04. – Иркутск, 2013. – 21 с.
7. Копылов В.С., Кувина В.Н. Ортопедическая патология у детей и подростков в городе с крупным промышленным производством // Здоровье. Медицинская экология. Наука. – 2014. – Т. 56, № 2. – С. 108–109.
8. Кувина В.Н., Кувин С.С. Экогенная ортопедическая патология. – Новосибирск: Наука; Иркутск: НЦ РВХ СО РАМН, 2013. – 260 с.
9. Макоско А.А., Матешева А.В. О тенденциях распространенности экологически обусловленных заболеваний вследствие техногенного загрязнения атмосферы // Инновации. – 2012. – № 10 (168). – С. 98–105.
10. Негреева М.Б., Сороковиков В.А. Комплексный подход к лечению больных остеоартрозом // Материалы III Съезда травматологов-ортопедов Сибирского федерального округа / под общей ред. д-ра мед. наук В.А. Пелеганчука, д-ра мед. наук профессора М.А. Садового; отв. редактор чл. СП РФ В.В. Шалыгин. – 2014. – С. 233–238.
11. Орел А.М. Возрастные аспекты эпидемиологии дегенеративно-дистрофических изменений межпозвонковых дисков по данным системного анализа рентгенограмм позвоночника // Медицинская визуализация. – 2010. – № 5. – С. 113–121.

12. Особенности эндокринных нарушений у детей, проживающих в условиях высокого риска ингаляционного воздействия бензола, фенола и без(а)пирена / К.П. Лужецкий, О.Ю. Устинова, О.А. Макалова, Л.Н. Палагина // Анализ риска здоровью. – 2014. – № 2. – С. 97–103.

13. Оценка многосредового риска – основа управления здоровьем населения в районах размещения алюминиевых производств / В.Б. Гурвич, С.В. Кузьмин, Э.Г. Плотко, К.П. Селянкина, Л.И. Привалова, М.В. Винокуров, В.В. Рыжов, С.А. Воронин, М.В. Винокурова // Материалы первой международной конференции сети Всемирной организации здравоохранения стран Восточной Европы по проблемам комплексного управления здоровьем работающих, 23–25 сентября 2003 г. – Уфа, 2003. – С. 207–210.

14. Р 2.1.10.1920–04. Руководство по оценке риска для здоровья населения при воздействии химических веществ, загрязняющих окружающую среду [Электронный ресурс]. – М.: Федеральный центр Госсанэпиднадзора Минздрава России, 2004. – 143 с. – URL: http://www.znaytovar.ru/gost/2/r_2110192004_rukovodstvo_po_oc.htm/ (дата обращения: 05.08.2016).

15. Селиверстов П.В. Роль современных методов визуализации в диагностике заболеваний тазового пояса у детей // Сибирский медицинский журнал. – 2006. – № 9. – С. 90–93.

16. Сирина Н.В. Оценка загрязнения атмосферного воздуха предприятиями алюминиевой промышленности Иркутской области: автореф. дис. ... канд. мед. наук: 25.00.36. – Хабаровск, 2009. – 21 с.

17. Современные подходы к диагностике сочетанной дегенеративно-дистрофической патологии тазобедренного сустава и позвоночника / В.В. Хоминец, А.Л. Кудяшев, В.М. Шаповалов, Ф.В. Мироевский // Травматология и ортопедия России. – 2014. – № 4. – С. 16–25.

18. Сюрин С.А. Состояние здоровья работников алюминиевой промышленности Европейского Севера России // Гигиена и санитария. – 2015. – № 1. – С. 68–72.

19. Ульрих Э.В., Мушкин А.Ю. Хирургическое лечение пороков развития позвоночника у детей. – СПб.: ЭЛБИ-СПб, 2007. – 104 с.

20. Чубирко М.И., Пичужкина Н.М., Масайлова Л.А. Загрязнение атмосферного воздуха – фактор риска здоровья детского населения // Современная медицина: актуальные вопросы. – 2014. – № 31. – С. 78–82.

21. Шалина Т.И. Загрязнение окружающей среды фтористыми соединениями алюминиевого производства и их влияние на морфогенез костей: автореф. дис. ... д-ра мед. наук: 14.00.07, 14.00.02. – Иркутск, 2009. – 52 с.

22. Шалина Т.И., Васильева Л.С. Анализ общей заболеваемости детей и подростков по классам болезней в промышленных городах // Сибирский медицинский журнал. – 2009. – Т. 85, № 2. – С. 66–68.

23. Шалина Т.И., Васильева Л.С. Влияние соединений фтора на морфогенез бедренных костей плодов человека // Сибирский медицинский журнал. – 2009. – Т. 84, № 1. – С. 42–46.

24. Chen F., Shen J.X., Qiu G.X. Features of pelvic parameters in adolescent idiopathic scoliosis and their relationships with spinal sagittal parameters // Zhonghua Yi Xue Za Zhi. – 2013. – Vol. 93 (7). – P. 487–90.

25. Negreeva M.B., Seliverstov P.V. Development of a database of children and adolescents with concomitant orthopedic pathology for diagnostic decision support solutions and prognosis of the disease // II international congress of the countries the Shanghai cooperation organization «Traumatology, orthopedy and regenerative medicine of the third millennium. – Manchzhouli Citi (China), may, 26–29 th, 2016. – P. 100–102.

26. Successful correction of sagittal imbalance can be calculated on the basis of pelvic incidence and age / P. Berjano, F. Langella, M.F. Ismael, M. Damilano, S. Scopetta, C. Lamartina // Eur. Spine. J. – 2014. – Vol. 23, suppl. 6. – P. 587–96.

Негреева М.Б., Копылов В.С., Ульянов В.С. Особенности сочетанной патологии позвоночника и таза у детей, проживающих в условиях воздействия вредных факторов алюминиевого производства // Анализ риска здоровью. – 2016. – №3. – С. 13–22. DOI: 10.21668/health.risk/2016.3.02

COMBINED SPINE AND PELVIS INJURIES IN CHILDREN LIVING IN CONDITIONS OF HARMFUL IMPACT OF ALUMINIUM INDUSTRY

M.B. Negreyeva¹, V.S. Kopylov¹, V.S. Ulyanov²

¹ FSBSI "Irkutsk Scientific Center of Surgery and Traumatology", 1 B. Revoljucii, Irkutsk, 664003, Russian Federation

² FSFEI HE "Irkutsk State University", 20 bul'var Gagarina, Irkutsk, 664003, Russian Federation

The orthopedic and x-ray studies of children of different ages with combined diseases of the spine and pelvis, living under constant effects of the harmful production factors induced by the aluminium production of Irkutsk region, have been conducted. The priority factor of exogenous risk to health is fluoride compounds. It has been established that in the structure of the combined pathology, the pelvis asymmetry ranks first, scoliosis ranks second, Legg – Calve – Perthes disease ranks third. According to the assessment of age structure of combined pathology we can conclude that at the equal manifestations of scoliosis, Spina bifida, retrospondylolisthesis, pelvis asymmetry, children of 11–15 y.o. more often have Legg – Calve – Perthes disease, children of 16–21 y.o. – coxarthrosis. We established statistically significant correlation between Legg – Calve – Perthes disease and age and sex of the children (Pearson's χ^2 at $p < 0.01$ makes 15.821 and 21.228 correspondingly). It's important to mention that Legg – Calve – Perthes disease was registered in all examined boys and only in 35.5 % of girls. Correlation between this pathology and ecological factors was also statistically proved ($\chi^2 = 5.264$, $p < 0.05$): within the radius of 5 km from the production facility the proportion of avascular necrosis was the highest (75 % cases). I and II degrees of manifestation of clinicoroentgenologic disorders of combined spine and pelvis pathology prevail. The relevance of further search for evidence of the relationship of chemical risk factors and the development of diseases of the musculoskeletal system was determined. Regular medical follow-up monitoring of children living in ecologically unfavorable territories in terms of early diagnosis of combined orthopedic pathology is recommended, including its premorbid period of development.

Key words: ecology, harmful production factors of aluminum production, combined spine and pelvis pathology, Legg – Calve – Perthes disease, children, age, sex.

References

1. Antonov K.L., Varaksin A.N., Chukanov V.N. Vliyanie vybrosov na zdorov'e detej promyshlennogo centra [The outbreak influence on the children's health living in the industrial center]. *Jekologicheskie sistemy i pribory*, 2005, no. 7, pp. 27–32 (in Russian).
2. Negreyeva M.B., Larionov S.N., Sorokovikov V.A., Shenderov V.A. Biomechanicheskie aspekty issledovaniy degenerativno-distroficheskikh zabolevaniy pojasnichnogo otdela pozvonochnika i tazobedrennyh sustavov (obzor literatury) [Biomechanical aspects of researches of degenerative-dystrophic diseases of lumbar segment of spine and hip joints (the review of literature)]. *Bjulleten' VSNC SO RAMN*, 2013, vol. 93, no. 5, pp. 187–191 (in Russian).
3. Vozrastnaja periodizacija [Age periodization]. Available at: https://ru.wikipedia.org/wiki/Возрастная_периодизация (31.07.2015) (in Russian).
4. Kuznecov S.B., Mikhailovskiy M.B., Sadovoj M.A., Korel' A.V., Mamonova E.V. Geneticheskie markery idiopaticeskogo i vrozhdjonnoogo skoliozov i diagnoz predispozozhennosti k zabolevaniju: obzor literatury [Genetic markers of idiopathic and congenital scoliosis, and diagnosis of susceptibility to the disease: review of the literature]. *Hirurgija pozvonochnika*, 2015, vol. 12, no. 1, pp. 27–35 (in Russian).
5. Donskih I.V. Vliyanie ftora i ego soedinenij na zdorov'e naselenija (obzor dannyh literatury) [The influence of fluorine and its compounds on people's health (literature review)]. *Bjulleten' VSNC SO RAMN*, 2013, vol. 91, no. 3–2, pp. 179–185 (in Russian).

© Negreyeva M.B., Kopylov V.S., Ulyanov V.S., 2016

Negreyeva Marina Borisovna – Candidate of Biological Sciences, Senior Researcher, Research and Clinical Department of Neurosurgery (e-mail: negreeva@yandex.ru; tel.: +7 (3952) 290-346).

Kopylov Vitaly Sergeevich – Doctor of Medicine, Senior Researcher, Research and Clinical Department of Neurosurgery.

Ulyanov Vladimir Sergeevich – Candidate of Physico-Mathematical Sciences, Associate Professor, Department of algebraic and information systems (e-mail: ulyanov@isu.ru; tel.: +7 (3952) 52-12-77).

6. Kalinina O.L. Ocenka sostojanija zdorov'ja rabotajushchih pri vozdeystvii ftorsoderzhashchih soedinenij v sovremennom proizvodstve aljuminija: avtoref. dis. ... kand. med. nauk: 14.02.04 [Health assessment in workers exposed to fluorine-containing compounds in the modern aluminum production: abstract of thesis ... Cand. of Medicine: 02.14.04]. Irkutsk, 2013, 21 p. (in Russian).
7. Kopylov V.S., Kuvina V.N. Ortopedicheskaja patologija u detej i podrostkov v gorode s krupnym promyshlennym proizvodstvom [Orthopedic pathology in children and adolescents in the city of major industrial production]. *Zdorov'e. Medicinskaja jekologija. Nauka*, 2014, vol. 56, no. 2, pp. 108–109 (in Russian).
8. Kuvina V.N., Kuvina S.S. Jekogennaja ortopedicheskaja patologija [Ecogenic orthopedic pathology]. Novosibirsk: Nauka; Irkutsk: NC RVH SO RAMN, 2013, 260 p. (in Russian).
9. Makosko A.A., Matesheva A.V. O tendencijah rasprostranjonnosti jekologicheski obuslovlennyh zabolovanij vsledstvie tehnogenogo zagrjaznenija atmosfery [Prevalence trends of environment-related diseases due to the anthropogenic air pollution]. *Innovacii*, 2012, vol. 168, no. 10, pp. 98–105 (in Russian).
10. Negreeva M.B., Sorokovikov V.A. Kompleksnyj podhod k lecheniju bol'nyh osteoartrozom [Comprehensive approach to the treatment of patients with osteoarthritis]. *Materialy III S'ezda travmatologov-ortopedov Sibirskogo federal'nogo okruga*. In: d.m.n. V.A. Peleganchuka, d.m.n., professora M.A. Sadovogo, eds. (otv. redaktor chl. SP RF V.V. Shalygin), 2014, pp. 233–238 (in Russian).
11. Orel A.M. Vozrastnye aspekty jepidemiologii degenerativno-distroficheskikh izmenenij mezhpozvonkovykh diskov po dannym sistemnogo analiza rentgenogramm pozvonochnika [Age Aspects Epidemiology of Degenerative Dystrophic Changes Intervertebral Disks on Data System Analysis Spine Roentgenograms]. *Medicinskaja vizualizacija*, 2010, no. 5, pp. 113–121 (in Russian).
12. Luzhetskiy K.P., Ustinova O.Ju., Maklakova O.A., Palagina L.N. Osobennosti jendokrinnyh narushenij u detej, prozhivajushchih v uslovijah vysokogo riska ingaljacionnogo vozdeystvija benzola, fenola i bez(a)pirena [Characteristics of endocrine disorders in children, living in conditions of high level risk of inhalation exposure to benzene, phenol, benzo(a)pyrene]. *Analiz riskov zdorov'ju*, 2014, no. 2, pp. 97–103 (in Russian).
13. Gurvich V.B., Kuz'min S.V., Plotko Je.G., Seljankina K.P., Privalova L.I., Vinokurov M.V., Ryzhov V.V., Voronin S.A., Vinokurova M.V. Ocenka mnogosredovogo riska – osnova upravlenija zdorov'em naselenija v rajonah razmeshhenija aljuminievych proizvodstv [Evaluation of multimedia risk – the basis of public health management in the areas with aluminum production]. *Materialy pervoj mezhdunarodnoj konferencii seti vseмирnoj organizacii zdavoohranenija stran vostochnoj Evropy po problemam kompleksnogo upravlenija zdorov'em rabotajushchih*, 23–25 September 2003. Ufa, 2003, pp. 207–210 (in Russian).
14. Rukovodstvo po ocenke riska dlja zdorov'ja naselenija pri vozdeystvii himicheskikh veshhestv, zagrjaznjajushchih okružhajushchuju sredu R.2.1.10.1920–04 [Guidelines for assessing health risk in the population exposed to the chemicals polluting the environment R.2.1.10.1920–04]. Moscow: Federal'nyj centr Gossanjepidnadzora Minzdrava Rossii, 2004, 143 p. Available at: http://www.znaytovar.ru/gost/2/r_2110192004_rukovodstvo_po_oc.htm/ (05.08.2016) (in Russian).
15. Seliverstov P.V. Rol' sovremennyh metodov vizualizacii v diagnostike zabolovanij tazovogo pojasa u detej [The role of modern methods of visualization in diagnostics of the diseases of pelvic zone in children]. *Sibirskij medicinskij zhurnal*, 2006, no. 9, pp. 90–93 (in Russian).
16. Sirina N.V. Ocenka zagrjaznenija atmosfernogo vozduha predpriyatijami aljuminievoj promyshlenosti Irkutskoj oblasti: avtoref. dis. ... kand. med. nauk: 25.00.36 [Evaluation of air pollution aluminum industry of the Irkutsk Region: abstract of thesis ... Cand. of Medicine: 25.00.36]. Habarovsk, 2009, 21 p. (in Russian).
17. Hominec V.V., Kudjashev A.L., Shapovalov V.M., Miroevskij F.V. Sovremennye podhody k diagnostike sochetannoj degenerativno-distroficheskoj patologii tazobedrennogo sustava i pozvonochnika [Modern approaches to diagnostics of combined degenerative hip and spine pathology]. *Travmatologija i ortopedija Rossii*, 2014, no. 4, pp. 16–25 (in Russian).
18. Syurin S.A. Sostojanie zdorov'ja rabotnikov aljuminievoj promyshlenosti evropejskogo severa Rossii [Health state of aluminum industry workers in the European North of Russia]. *Gigiena i sanitarija*, 2015, vol. 94, no. 1, pp. 68–72 (in Russian).
19. Ul'rih Je.V., Mushkin A.Ju. Hirurgicheskoe lechenie porokov razvitija pozvonochnika u detej [Surgical treatment of spinal malformations in children]. St.Petersburg: JeLBI-SPb, 2007, 104 p. (in Russian).
20. Chubirko M.I., Pichuzhkina N.M., Masajlova L.A. Zagryaznenie atmosfernogo vozduha – faktor riska zdorov'ja detskogo naselenija [Air pollution is a risk factor for children's health]. *Sovremennaja medicina: aktual'nye voprosy*, 2014, no. 31, pp. 78–82 (in Russian).
21. Shalina T.I. Zagryaznenie okružhajushhej sredy ftoristymi soedinenijami aljuminievoogo proizvodstva i ih vlijanie na morfogenez kostej: avtoref. dis. ... dokt. med. nauk: 14.00.07, 14.00.02 [Pollution with aluminum fluoride production and its impact on bone morphogenesis: abstract of thesis ... Doctor of Medicine: 14.00.07, 14.00.02]. Irkutsk, 2009, 52 p. (in Russian).

22. Shalina T.I., Vasil'eva L.S. Analiz obshhej zaboлеваemosti detej i podrostkov po klassam boleznej v promyshlennyh gorodah [The analysis of general diseases in children and adolescents of the industrial cities]. *Sibirskij medicinskij zhurnal*, 2009, vol. 85, no. 2, pp. 66–68 (in Russian).

23. Shalina T.I., Vasil'eva L.S. Vlijanie soedinenij ftora na morfogenez bedrennyh kostej plodov cheloveka [The influence of fluoride on the femoral bones morphogenesis of the human fetus]. *Sibirskij medicinskij zhurnal*, 2009, vol. 84, no. 1, pp. 42–46 (in Russian).

24. Chen F, Shen JX, Qiu GX. Features of pelvic parameters in adolescent idiopathic scoliosis and their relationships with spinal sagittal parameters. *Zhonghua Yi Xue Za Zhi*, 2013, vol. 93, no. 7, pp. 487–90. Chinese.

25. Negreeva M.B., Seliverstov P.V. Development of a database of children and adolescents with concomitant orthopedic pathology for diagnostic decision support solutions and prognosis of the disease. II international congress of the countries the Shanghai cooperation organization “Traumatology, orthopedy and regenerative medicine of the third millennium”, Manchzhouli Citi (China), may, 26–29 th, 2016, pp. 100–102.

26. Berjano P., Langella F., Ismael M.F., Damilano M., Scopetta S., Lamartina C. Successful correction of sagittal imbalance can be calculated on the basis of pelvic incidence and age. *Eur Spine J.*, 2014 Oct; 23, no. 6, pp. 587–596.

Negreyeva M.B., [Kopylov V.S.](#), Ulyanov V.S. Combined spine and pelvis injuries in children living in conditions of harmful impact of aluminium industry. *Health Risk Analysis*. 2016, no. 3, pp. 13–22. DOI: 10.21668/health.risk/2016.3.02.eng