

tions / L.P. Filaretova // Rossiiskiy fiziologicheskii zhurnal imeni I.M. Sechenova. – 2010. – №96 (9). – P. 924-935.

11. Shabalin V.N. Character of blood crys-

tallization as an integral index of organism homeostasis / V.N. Shabalin, S.N. Shatokhina, S.A. Yakovlev // Phys. Chem. Biol. Med. – 1995 - №2(1). – P. 6-9.

12. The informative-capacity phenomenon of drying drops / T.A. Yakhno, V.G. Yakhno, A.G. Sanin [et al.] // IEEE Engineering in Medicine and Biology Magazine. – 2004 - №24 (2). – P. 96-104.

Л.Б. Маснавиева

ОЦЕНКА ВКЛАДА ФАКТОРОВ ВНЕШНЕЙ СРЕДЫ И ПОЛИМОРФИЗМОВ ГЕНА ИНТЕРЛЕЙКИНА-10 В ФОРМИРОВАНИЕ ЕГО СЫВОРОТОЧНЫХ УРОВНЕЙ

DOI 10.25789/YMJ.2019.66.03

УДК 575.167: 614.71

Проведено изучение вклада химической ингаляционной нагрузки и полиморфизмов гена интерлейкина-10 в формирование его сывороточных уровней у подростков. У школьников, проживающих в условиях различного уровня загрязнения воздушной среды, изучены полиморфные варианты -1082G/A, -592C/A, -819C/T гена *IL-10* и содержание его белкового продукта в крови. Установлено, что доминирующую роль в формировании сывороточного уровня *IL-10* у практически здоровых подростков играет загрязнение воздушной среды иммунотропными соединениями. Влияние полиморфизмов -592C/A, -819C/T гена *IL-10* на формирование его уровня проявляется в условиях высокой ингаляционной химической нагрузки.

Ключевые слова: полиморфизм гена, интерлейкин-10, подростки, загрязнение воздушной среды.

The contribution of chemical inhalation load and polymorphisms of the gene of interleukin-10 to the formation of its serum levels in adolescents was studied. The polymorphic variants -1082G / A, -592C / A, -819C / T of the *IL-10* gene and the content of its protein product in the blood were studied in schoolchildren, living under conditions of different levels of air pollution. It has been established that air pollution by immunotropic compounds plays the dominant role in the formation of the serum level of *IL-10* in healthy adolescents. The effect of the polymorphic loci 592C / A, -819C / T of the *IL-10* gene on the formation of its level is manifested in conditions of high inhalation chemical load.

Keywords: gene polymorphism, interleukin-10, adolescents, air pollution.

Введение. В настоящее время представлены убедительные данные о влиянии загрязнения воздушной среды на состояние здоровья населения, развитие патологии иммунной системы. При этом воздействие факторов внешней среды одинаковых по интенсивности и длительности в одних случаях приводит к развитию патологических процессов, в других – нет. Это обусловлено совокупностью ряда факторов, среди которых наиболее важными являются состояние организма в период воздействия и генетические особенности организма (предрасположенность или устойчивостью к развитию тех или иных заболеваний). Воздействие на организм неблагоприятных факторов окружающей среды в критические периоды его развития (становление и перестройки ряда систем в детском и подростковом возрасте) может вызвать развитие неадекватного ответа и стать причиной формирования патологии в дальнейшем.

В развитии компенсаторно-приспособительных реакций в ответ на воздействие внешних факторов иммунная система играет ключевую роль. В про-

цессе иммунного ответа происходит активация продукции про- и противовоспалительных цитокинов (интерлейкинов и интерферонов) [10]. Генетически обусловленное изменение уровня синтеза их белкового продукта может привести к снижению противоинфекционной защиты, развитию неадекватного воспалительного или аллергического процесса и обусловить возникновение патологии [2, 9, 13].

На основании вышеизложенного целью работы явилось изучение вклада полиморфизма гена интерлейкина-10 и химической ингаляционной нагрузки в формирование его сывороточных уровней у подростков.

Материалы и методы исследования. В соответствии с требованиями Комитета по биомедицинской этике обследование подростков проведено с письменного информированного согласия родителей (законных представителей). Проведено одномоментное обследование 650 школьников в возрасте $14,76 \pm 0,06$ лет, проживающих на территории Восточной Сибири в одинаковых климато-географических условиях, но при различных уровнях загрязнения атмосферного воздуха. На момент обследования подростки не имели обострения хронических заболеваний и острых респираторных инфекций. Обследованные школьники были разделены на группы в соот-

ветствии с персонифицированными индексами опасности (HI) нарушений иммунитета. При расчете HI была использована формула для оценки дозовой химической ингаляционной нагрузки [7], в которую были внесены персонифицированные данные школьников, информация о содержании химических соединений в атмосферном воздухе, воздухе жилых и учебных помещений [4]. Группу I составили 225 подростков с индивидуальными HI менее 2, группу II – 359 школьников с $2 \leq HI < 3$, группу III – 66 лиц с $HI \geq 3$.

Уровень интерлейкина-10 (*IL-10*) в сыровотке крови определяли методом иммуноферментного анализа в соответствии с инструкцией фирмы-производителя тест-системы («Вектор-Бест», Россия). Изучение полиморфных вариантов -1082G/A, -592C/A, -819C/T гена *IL-10* осуществляли методом ПЦР в режиме реального времени в соответствии с протоколом производителя наборов реагентов («Литех», Россия). Для генетических исследований использована ДНК, выделенная из лейкоцитов цельной крови реактивом «ДНК-экспресс» («Литех», Россия) модифицированным методом [1].

Оценку результатов проведенных исследований осуществляли в программе Statistica 6.0. Проверку на нормальность распределения количественных показателей в выборке

МАСНАВИЕВА Людмила Борисовна – д.б.н., с.н.с. ФГБНУ «Восточно-Сибирский институт медико-экологических исследований», masnavieva_ljuda@mail.ru.

осуществляли при помощи критерия Шапиро-Уилка. Для сравнения содержания IL-10 в крови подростков I-III групп применялись непараметрические тесты Kruskal-Wallis и U-критерий Mann-Whitey. Выявление зависимости уровня IL-10 от ингаляционной химической нагрузки и полиморфизмов его гена осуществляли при помощи нелинейной регрессии. Соответствие равновесию Харди-Вайнберга при распределении генотипов в выборке проверяли с использованием Hardy-Weinberg equilibrium calculator в программе www.oege.org/software/hwe-mr-calc.shtml. Выявление различий частот встречаемости генотипов в группах осуществляли при помощи критерия хи-квадрат (χ^2). Критическим уровнем статистической значимости различий для тестов Краскела-Уоллиса, χ^2 и регрессионного анализа считали $p=0,05$, для U-критерия Манна-Уитни его значение с учетом поправки Бонферрони составило 0,017. Результаты исследований представлены в виде $Me (Q_{25} - Q_{75})$, где Me – медиана, $(Q_{25} - Q_{75})$ – интерквартильный размах.

Результаты и обсуждение. При оценке сывороточного содержания IL-10 у подростков было установлено, что его среднegrupповые значения находились в пределах референтных уровней (0-10 пг/мл). Это подтверждает, что обследованные подростки являлись практически здоровыми и не имели воспалительных процессов. При этом выявлены различия в концентрации данного цитокина в зависимости от уровня ингаляционной нагрузки иммуноотропными соединениями. Содержание IL-10 в группе II было статистически значимо выше, чем в группе I (2,51 (0,24 – 5,95) пг/мл, $p=0,014$), и составило 3,33 (1,36 – 6,44) пг/мл. В группе III уровень данного показателя был ниже, чем в группе II (1,39 (0,01 – 4,22) пг/мл, $p=0,002$). Изменения концентрации IL-10 могут быть следствием активации иммунитета при $2 \leq HI < 3$ и его напряжения при более высоком уровне загрязнения воздушной среды химическими соединениями [5, 8, 12].

Известно, что наличие нуклеотидных замен в полиморфных локусах -592 C/A и -819 C/T и -1082G/A гена IL-10 ассоциировано с низкой продукцией его белка. В связи с этим носительство минорных аллелей этих полиморфизмов может обусловить сниженную концентрацию IL-10, вызвать нарушение баланса между про- и противовоспалительными процессами, изменить характер протекания воспалительного ответа на внешнее воздействие [3, 6,

11]. Проведена оценка частоты встречаемости гомо- и гетерозиготных генотипов полиморфных локусов -592 C/A и -819 C/T и -1082G/A гена IL-10. Выявлено, что распределение изучаемых генотипов среди подростков I-III группы соответствовало ожидаемому равновесию Харди-Вайнберга. Изучение уровней IL-10 в крови подростков в зависимости от полиморфных вариантов гена не выявило статистически значимых различий (таблица). Это вполне закономерно, так как обследованные школьники были здоровы и у них не наблюдалось активации синтеза про- и противовоспалительных цитокинов, при которой может проявляться снижение синтеза белка, обусловленное носительством «мутантных» аллелей. При этом можно предположить, что при повышенной химической ингаляционной нагрузке иммуноотропными соединениями, которая сопровождалась изменением уровней IL-10 в крови подростков, вклад генетических факторов в формирование его содержания будет более значимым. На основании данного предположения был проведен анализ содержания IL-10 у школьников с различным HI нарушений иммунитета в зависимости от генотипов (таблица).

При анализе концентрации IL-10 у

подростков групп I-III, имеющих различные генотипы полиморфных локусов -1082G/A, -592C/A и 819C/T гена IL-10, не выявлено различий уровней IL-10 в зависимости от носительства «диких» и «мутантных» аллелей. Однако содержание данного показателя в крови подростков группы I отличалось от такового в когортах сверстников, имеющих такие же генотипы, но подвергающихся большему воздействию химических загрязнителей воздушной среды. Установлено, что концентрация IL-10 в крови подростков с генотипами GG и GA полиморфного локуса -1082G/A гена IL-10 группы II была выше, чем у носителей этих генотипов из группы I ($p=0,0004$ и $p=0,0101$ соответственно). Аналогичная картина наблюдалась и для полиморфизма -592C/A. Среди лиц-носителей гомозиготного генотипа аллеля С наиболее высокий уровень IL-10 был отмечен в группе II ($p=0,0002$ и $p=0,023$ по сравнению с группами I и III соответственно). При наличии минорного аллеля А (генотипы СА и АА) различий в содержании белкового продукта между группами не наблюдалось. Оценка концентрации IL-10 у школьников с различными полиморфными вариантами в позиции -819 также выявила более высокие уровни данного показателя у

Содержание IL-10 в крови подростков в зависимости от генотипа, пг/мл

Полиморфизм	Генотип	Все $n=650$	В том числе			P_1
			группа I $n=225$	группа II $n=359$	группа III $n=66$	
-1082G/A	GG	3,25 (1,31-7,71)	2,51 (0,14-6,19)	5,08 (2,76-6,97)* ^I	4,07 (1,39-4,86)	0,002
	GA	3,36 (0,89-6,45)	2,75 (0,14-5,95)	3,56 (2,20-6,95)* ^I	3,82 (0,27-8,82)	0,040
	AA	3,69 (1,17-6,71)	2,70 (0,27-5,49)	4,07 (3,05-9,54)	5,32 (1,02-9,61)	0,171
P_2		0,464	0,922	0,488	0,958	
-592C/A	CC	3,85 (1,62-7,30)	2,70 (0,25-5,95)	4,33 (2,70-7,50)* ^I	2,11 (1,02-4,86) ^{III}	0,000
	CA	3,56 (0,95-6,57)	3,09 (0,27-6,44)	3,88 (2,54-6,45)	4,22 (0,00-13,03)	0,165
	AA	3,39 (1,06-6,45)	2,07 (0,27-3,32)	6,60 (3,22-7,30)	4,07 (4,07-4,07)	0,150
P_2		0,766	0,851	0,489	0,647	
-819C/T	CC	2,78 (1,08-5,08)	2,70 (0,19-6,30)	3,56 (2,03-6,96)* ^I	2,11 (0,27-4,86) ^{III}	0,009
	CT	3,26 (0,81-6,45)	2,50 (0,22-5,76) ^{III}	3,54 (1,44-6,50) ^I	1,02 (0,00-4,22)	0,030
	TT	3,32 (0,85-6,45)	1,35 (0,35-2,78)	4,77 (1,99-5,67)	3,57 (3,57-3,57)	0,116
P_2		0,879	0,733	0,602	0,751	

Примечание. p_1 – уровень статистической значимости различий между группами I-III; p_2 – уровень статистической значимости различий между подгруппами лиц с различными генотипами; *^I – различия статистически значимы по сравнению с группой I, $p<0,017$; ^{III} – тенденция к различиям по сравнению с группой II, $0,017<p<0,033$.

лиц с генотипами СС и СТ группы II по сравнению с их сверстниками из групп I ($p=0,006$ и $p=0,033$ соответственно) и III ($p=0,030$ и $p=0,053$ соответственно).

Таким образом, установлено, что у школьников группы I уровень IL-10 ниже, чем у их сверстников, имеющих большую ингаляционную химическую нагрузку, причем различия наиболее выражены у гомозиготных носителей «дикого» аллеля (G – для полиморфизма -1082G/A, C – для полиморфных локусов -592C/A и -819C/T). Следовательно, полиморфизмы -1082G/A, -592C/A и -819C/T гена IL-10 вносят значимый вклад в формирование уровня его белкового продукта у школьников с повышенным уровнем ингаляционной химической нагрузки ($NI \geq 2$).

Для оценки вклада генетических факторов в формирование уровня интерлейкинов был проведен регрессионный анализ. Важно отметить, что адекватных моделей, описывающих вклад полиморфизма -1082G/A гена IL-10, получено не было. При изучении сочетанного влияния загрязнения воздушной среды химическими соединениями и наличия однонуклеотидных замен в локусах -592C/A и -819C/T гена IL-10 на его содержание было установлено, что β -коэффициенты переменных, отражающих персонифицированный уровень химической ингаляционной нагрузки, при $NI < 3$ имели более высокие значения по сравнению с коэффициентами, отражающими вклад полиморфизма -592C/A гена IL-10. Это может свидетельствовать о доминирующей роли загрязнения воздушной среды в условиях химической ингаляционной нагрузки, не превышающей референтные уровни более чем в 3 раза ($NI < 3$). Для групп I и II регрессионные уравнения имели следующий вид: IL-10 = $0,20 + 0,228 \cdot (NI)^2 - 0,10 \cdot (P_{592})^2$ ($R^2=0,06$, $p<0,005$, $F(2,18)=5,14$) и IL-10 = $38,81 - 0,14 \cdot NI - 0,11 \cdot P_{592}$ ($R^2=0,03$, $p<0,051$, $F(2,17)=2,83$) соответственно.

При $NI \geq 3$ влияние генетических факторов на уровень IL-10 увеличивалось и в большей степени зависело от наличия нуклеотидных замен в полиморфных локусах -592C/A и -819C/T, что подтверждалось уравнением IL-10 = $-4,13 + 3,50 \cdot P_{592} - 0,58 \cdot P_{819} - 0,41 \cdot (NI)^2 - 2,82 \cdot (P_{592})^2$ ($R^2=0,46$, $p<0,016$, $F(4,19)=4,20$), где R^2 – коэффициент детерминации, F – критерий Фишера; P_{592} и P_{819} – переменные, учитывающие полиморфные варианты -592C/A и -819C/T гена IL-10, для кодировки которых использованы значения 1 – для гомозигот по аллелю 1, 2 – для

гетерозигот и 3 – для гомозигот по аллелю 2.

Рассматривая значения коэффициентов детерминации уравнений, полученные для групп I и II, можно заключить, что в условиях ингаляционной нагрузки, при которых персонифицированные NI нарушений иммунитета не превышают 3, химические загрязнения воздушной среды иммуотропными соединениями и нуклеотидные замены в полиморфных локусах гена IL-10 вносят вклад от 3 до 6% в вариabельность уровней IL-10 у практически здоровых подростков. При $NI \geq 3$ роль химического и генетического факторов возрастает и их сочетанное влияние обуславливает изменения в сыровоточном содержании IL-10 у обследованных школьников в 41% случаев. Очевидно, что представленные регрессионные модели имеют ряд неопределенностей, связанных с погрешностями анализа, ограниченным спектром предикторов, возможностью модифицирующего влияния неучтенных факторов. Также модели имеют ограничения: они могут предсказывать вклад указанных химических и генетических факторов в вариabельность уровня IL-10 с вероятностью 95% при условии, что $NI < 4$, у подростков отсутствуют острые инфекционные и воспалительные процессы. Также необходимым условием для применения этих регрессионных уравнений является схожесть количественного и качественного состава примесей воздушной среды, обладающих иммуотропным действием, с той, для которой была построена модель. Несмотря на указанные ограничения и неопределенности, данные модели позволяют доказать связь между изменениями содержания IL-10 в сыроворотке крови практически здоровых подростков, воздействием факторов внешней среды и генетическим полиморфизмом гена IL-10 и установить их вклад в формирование его уровня.

Заключение. В целом в работе установлено, что у практически здоровых подростков, проживающих в условиях повышенного уровня химической ингаляционной нагрузки иммуотропными соединениями, уровень IL-10 претерпевает изменения. Различия в его содержании наиболее выражены у гомозиготных носителей «дикого» аллеля (G – для полиморфизма -1082G/A, C – для полиморфных локусов -592C/A и -819C/T гена IL-10). При помощи регрессионных моделей установлено, что при $NI < 3$ вклад загрязнения воздушной среды и носительство минорных аллелей полиморфных

локусов -592C/A и -819C/T гена IL-10 обуславливают вклад в формирование уровней IL-10 от 3 до 6%; при $NI \geq 3$ возрастает роль указанных полиморфизмов, вклад сочетанного влияния химического и генетического факторов в вариabельность содержания IL-10 достигает 41%.

Автор выражает искреннюю благодарность сотрудникам лаборатории эколого-гигиенических исследований д.м.н., проф. Н.В. Ефимовой за организацию гигиенических исследований и к.м.н. И.В. Мыльниковой за проведение анкетирования подростков, сотрудникам лаборатории аналитической экотоксикологии и биомониторинга к.б.н. Л.Г. Лисецкой, к.б.н. Л.А. Дедковой за выполнение исследований по оценке качества воздушной среды.

Литература

- Белик В.П. Способ выделения ДНК коммерческими наборами, адаптированными для образцов крови глубокой заморозки / В.П. Белик, И.В. Кудяева, Л.Б. Маснавиева // Медицинский алфавит. Современная лаборатория. – 2014. – Т. 1, № 2. – С. 36-38.
- Belik V.P. The adaptation of methods for isolating DNA from frozen blood / V.P. Belik, I.V. Kudaeva, L.B. Masnavieva // Medical alphabet. Modern Lab. – 2014. – Vol. 1, № 2. – P. 36-38.
- Исследование роли полиморфных вариантов генов интерлейкинов в развитии астмы в якутской популяции / Н.А. Соловьева, Х.А. Куртанов, Н.И. Павлова [и др.] // Якутский медицинский журнал. – 2018. – № 1. – С. 8-10.
- Research of the role of polymorphic options of interleukins genes in development of asthma in the Yakut population / N.A. Solovyova, Kh.A. Kurtanov, N.I. Pavlova [et al.] // Yakut medical journal. – 2018. – № 1. – P. 8-10.
- Комплексная оценка клинических особенностей и роли полиморфизма гена интерлейкина-10 G-1082A в развитии медленно разрешающегося течения внебольничной пневмонии / В.И. Савалкин, Е.Г. Поморгайло, О.Н. Сабитова [и др.] // Казанский медицинский журнал. – 2013. – № 4. – С. 438-444.
- Complex assessment of clinical features and role of interleukin-10 G-1082A gene polymorphism in the development of slowly resolving clinical course of community-acquired pneumonia / V.I. Sovalkin, E.G. Pomorgaylo, O.N. Sabitova [et al.] // Kazan medical journal. – 2013. – № 4. – P. 438-444.
- Маснавиева Л.Б. Индивидуальные риски здоровью подростков, обусловленные загрязнением воздушной среды, и их связь с уровнями специфических аутоантител / Л.Б. Маснавиева, Н.В. Ефимова, И.В. Кудяева // Гигиена и санитария. 2016. – Т. 95, № 8. – С. 738-742.
- Masnavieva L.B. Individual risks to adolescent health, caused by contaminating the air, and their relationship with the levels of specific autoantibodies / L.B. Masnavieva, N.V. Efimova, I.V. Kudaeva // Hygiene and sanitation. – 2016. – № 8. – P. 738-743. DOI: 10.18821/0016-9900-2016-95-8-738-742.
- Отавина Е.А. Изменения иммунных регуляторных показателей у детей в условиях

экспозиции стронцием / Е.А. Отавина, О.В. Долгих // Российский иммунологический журнал. – 2017. – Т. 11(20), № 2. С. 188-191.

Otavina E.A. Changes of immune regulatory indicators at children in the conditions of an exposure strontium / E.A. Otavina, O.V. Dolgich // Russian Journal of Immunology. – 2017. – Vol. 11(20), № 2. – P. 188-191.

6. Полиморфизмы гена противовоспалительного ИЛ-10, ассоциированные со злокачественными новообразованиями органов женской репродуктивной системы / А.Р. Туруз, Е.Н. Анохина, Д.В. Муженя [и др.] // Бюллетень экспериментальной биологии и медицины. – 2014. – № 11. – С. 624-626.

Polymorphisms of the Anti-Inflammatory IL-10 Gene Associated with Malignancy in Female Reproductive System / A.R. Tuguz, E.N. Anokhina, D.V. Muzhenya [et al.] // Bulletin of Experimental Biology and Medicine. – 2014. – № 11. – P. 624-626.

7. Руководство по оценке риска для здоровья населения при воздействии химических

веществ, загрязняющих окружающую среду. Р 2.1.10.1920-04. – М.: Федеральный центр Госсанэпиднадзора Минздрава России, 2004: 143.

Human health risks assessment from environmental chemicals. R2.1.10.1920-04. – М.: Federal Center for Gossanepidnadzor of the Ministry of Health of Russia, 2004. – 143 p.

8. Exposure to Traffic-Related Air Pollution and Serum Inflammatory Cytokines in Children / O. Gruzheva, S.K. Merid, A. Gref [et al.] // Environmental Health Perspect. – 2017. – Vol. 25, N 6. – P. 067007. doi: 10.1289/EH.P460.

9. Interleukin 10 gene promoter polymorphisms (rs1800896, rs1800871 and rs1800872) and haplotypes are associated with the activity of systemic lupus erythematosus and IL10 levels in an Iranian population / S. Mohammadi, J.M. Saghaeian, E.M. Zare [et al.] // Int J Immunogenet. – 2019. – Vol. 46, N 1. – P. 20-30. DOI: 10.1111/iji.12407.

10. IL-1R8 is a checkpoint in NK cells regulating anti-tumour and anti-viral activity. Molgora M,

Bonavita E, Ponzetta A [et al.] // Nature. – 2017. – N 551(7678). – P. 110-114. DOI: 10.1038/nature24293

11. Interleukin10-1082 A/G polymorphism: Allele frequency, correlation with disease markers, messenger RNA and serum levels in North Indian rheumatoid arthritis patients / M. Jahid, Rehan-Ul-Haq, R. Avasthi [et al.] // Clin Biochem. – 2018. – N 55/ – P. 80-85. DOI: 10.1016/j.clinbiochem.2018.03.024.

12. Lacrimal Cytokines Assessment in Subjects Exposed to Different Levels of Ambient Air Pollution in a Large Metropolitan Area / M. Matsuda, R. Bonatti, M.V. Marquezini [et al.] // PLoS One. – 2015. – Vol. 10, N 11. – P. e0143131. DOI: 10.1371/journal.pone.0143131.

13. Preliminary analysis of single-nucleotide polymorphisms in IL-10, IL-4, and IL-4Rα genes and profile of circulating cytokines in patients with gastric Cancer / D.M. Cárdenas, A.C. Sánchez, D.A. Rosas [et al.] // BMC Gastroenterol. – 2018. – Vol. 18, N 1. – P. 184. DOI: 10.1186/s12876-018-0913-9.

В.А. Баландин, И.А. Баландина, Д.К. Гармаева,
А.А. Баландин

МОРФОМЕТРИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ КОРЫ БОЛЬШОГО МОЗГА ПРЕДЦЕНТРАЛЬНОЙ ИЗВИЛИНЫ У МУЖЧИН-МЕЗОЦЕФАЛОВ ПО ДАННЫМ РЕНТГЕНОВСКОЙ КОМПЬЮТЕРНОЙ ТОМОГРАФИИ

DOI 10.25789/YMJ.2019.66.04

УДК 611.813.1]-055.1-073.756.8:004

Проведен анализ результатов рентгено-компьютерно-томографического исследования мужчин мезокранов, мезоцефалов в возрасте от 22 до 35 лет без заболеваний и травм органов центральной и периферической нервной системы в анамнезе, с преобладанием правой руки (правши). Сравнительный анализ параметров ширины предцентральной извилины, толщины коры большого мозга и рентгеновской плотности нейронов предцентральной извилины показал статистически недостоверную степень межполушарных различий с тенденцией к снижению всех показателей в правом полушарии в сравнении с левым.

Ключевые слова: предцентральная извилина, кора большого мозга, рентгеновская плотность, морфометрическая характеристика, рентгено-компьютерная томография, мезоцефалы.

The article presents analysis of X-ray computed tomography study results of men masacrans, mesocephalics in age from 22 to 35 years without diseases and traumas of central and peripheral nervous system in anamnesis, with predominance of the right hand (right-handed). Comparative analysis of the parameters of the width of the precentral gyrus, the thickness of the cerebral cortex and the X-ray density of the precentral gyrus neurons showed a statistically unreliable degree of interhemispheric differences with a tendency to reduce all indicators in the right hemisphere in comparison with the left one.

Keywords: precentral gyrus, cerebral cortex, X-ray density, morphometric characteristics, X-ray computed tomography, mesocephalic.

Введение. Строению центральной нервной системы посвящено немало работ, как отечественных, так и зарубежных ученых. Учеными установлено, что кора полушарий большого

мозга, представляющая собой слой серого вещества, в различных отделах имеет неодинаковую толщину. Поверхность коры характеризуется сложным рельефом, включающим в себя многочисленные борозды и расположенные между ними возвышения – извилины [12, 14]. Особый интерес для врачей различных специальностей представляют сведения о морфологии предцентральной извилины, поскольку в ней берет свое начало пирамидный путь, отвечающий за произвольные движения [13]. В имеющихся публикациях отмечено, что к более совершенному эволюционированию ки-

женного в предцентральной извилине, привело преимущественно развитие у человека правой руки [10].

В научной литературе имеются сведения об анатомических характеристиках и цитоархитектонике многих участков коры большого мозга и мозжечка с учетом конкретного периода постнатального онтогенеза человека [2, 11, 15]. Встречаются сведения о результатах комплексного сравнительного анализа организации клеточных группировок, межклеточного пространства, площади нейронов коры большого мозга предцентральной извилины, выполненного у плодов, новорожденных и младенцев с задержкой

Пермский ГМУ им. акад. Е.А. Вагнера: **БАЛАНДИН Владимир Александрович** – методист кафедры, balandin.ru@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0001-5142-7117>, **БАЛАНДИНА Ирина Анатольевна** – д.м.н., проф., зав. кафедрой, <http://orcid.org/0000-0002-4856-9066>, **БАЛАНДИН Анатолий Александрович** – ассистент кафедры, <http://orcid.org/0000-0002-3152-8380>; **ГАРМАЕВА Дарима Кышектовна** – д.м.н., проф., зав. кафедрой СВФУ им. М.К. Аммосова.