

N.T. Browne // Surgery for obesity and related diseases: official journal of the American Society for Bariatric Surgery. – 2018. – №18. – P.

882-901. DOI: 10.1016/j.soard.2018.03.019
16. Obesity and insulin sensitivity effects on cardiovascular risk factors: Comparisons of

obese dysglycemic youth and adults / The RISE Consortium // Pediatric Diabetes. – 2019. №7. – P. 849-860. DOI: 10.1111/pedi.12883

ТОЧКА ЗРЕНИЯ

Л.Э. Табиханова, Л.П. Осипова, С.С. Ковалёв,
У.Н. Кавай-оол, А.Н. Сарыглар, Т.В. Чуркина,
М.Р. Хантемирова

ОСОБЕННОСТИ ГЕНОФОНДА ТУВИНСКОГО ЭТНОСА НА ОСНОВЕ ИЗУЧЕНИЯ АНТИГЕНОВ ГРУПП КРОВИ В СРАВНИТЕЛЬНОМ АСПЕКТЕ

DOI 10.25789/YMJ.2020.70.25

УДК 612.118.221.2(517.1)

Проведено изучение частоты аллелей и гаплотипов групп крови AB0, MN, Rhesus и Kell в выборке коренного населения г. Кызыл в сравнении с некоторыми популяциями Сибири, относящимися к другим языковым группам.

Показано, что тувинцы г. Кызыл генетически близки к якутам и южным алтайцам, а сочетание европеоидных и монголоидных генетических маркеров отражает их сложную этническую историю.

Ключевые слова: тувинцы, популяционная частота генетических маркеров групп крови, AB0, MN, Rhesus, Kell.

The frequency of alleles and haplotypes of blood groups AB0, MN, Rhesus and Kell in the sample of indigenous population of Kyzyl city was studied in comparison with some Siberian populations belonging to other language groups.

It is shown that Tuvinians of Kyzyl city are genetically close to Yakuts and southern Altaians, and the combination of Caucasian and Mongoloid genetic markers reflects their complex ethnic history.

Keywords: Tuvinians, population frequency of genetic markers of blood groups, AB0, MN, Rhesus, Kell.

Введение. Тувинцы – коренное население Республики Тува, относящееся к центральноазиатскому антропологическому типу монголоидной расы, говорящее на языке уйгурской группы тюркских языков [2]. Антропологическое и серологическое исследование свидетельствует о неоднородности тувинцев и своеобразном их положении среди других групп Сибири, Центральной Азии и Казахстана. Исследования историков, археологов, антропологов

показали, что в сложении тувинского генофонда принимали участие древние европеоиды, северные самодийские и кетоязычные племена, а также тюрко- и монголызычные выходцы из Центральной Азии [1, 2]. Генетическими исследованиями митохондриальной ДНК и Y-хромосомы подтверждены эти предположения специалистов других областей знания [22, 24, 27]. По ряду антропометрических признаков и частоте генетических маркеров показано, что тувинцы имеют большее сходство с южносибирскими группами, сформировавшимися с участием европеоидного компонента – алтайцами и хакасами, а также с самодийцами, чем с представителями центральноазиатских народов – монголами, бурятами, калмыками и якутами [2, 22, 27].

Несмотря на развитие молекулярно-биологических методов в последние десятилетия, серологические исследования, связанные с определением частоты групп крови, не потеряли своей актуальности для изучения популяций человека [7, 8, 12, 16]. Это обусловлено невысокой стоимостью реактивов, хорошей воспроизводимостью, не зависящей от субъективных критериев оценки, доступностью проведения исследований в полевых ус-

ловиях и возможностью сравнения с популяциями, прежде исследованными по заданной панели систем групп крови [6, 11, 13, 18, 21, 23, 27].

Цель исследования – изучить частоту аллелей и гаплотипов групп крови AB0, MN, Rhesus и Kell в выборке тувинцев г. Кызыла и сравнить с некоторыми популяциями Сибири, относящимися к другим языковым группам.

Материалы и методы исследования. Материал был собран в ходе экспедиционных работ, проводившихся в сентябре 2019 г. на базе ГБУ Республиканского центра медицинской профилактики г. Кызыл (начальник отряда м.н.с. Л.Э. Табиханова) в рамках договоров между Тувинским научным центром, Федеральным исследовательским центром Институтом цитологии и генетики СО РАН (ИЦиГ СО РАН) и Новосибирским национальным исследовательским государственным университетом. Настоящее исследование, одобренное биоэтическим комитетом ИЦиГ СО РАН, выполнялось в соответствии с требованиями документов «Этические принципы проведения научных медицинских исследований с участием человека» и «Правила клинической практики в РФ».

Кровь забиралась одноразовыми

ТАБИХАНОВА Людмила Эдмундовна – м.н.с. ИЦиГ СО РАН и Новосиб. нац. иссл. гос. ун-та (НГУ), ORCID ID 0000-0002-5547-8189, Scopus AuthorID 24437440800, tabikhana@bionet.nsc.ru; **ОСИПОВА Людмила Павловна** – к.б.н., в.н.с. ИЦиГ СО РАН, с.н.с. НГУ, ORCID ID 0000-0001-7602-1156, Scopus AuthorID 57203881313, ludos77@yandex.ru; **КОВАЛЕВ Сергей Сергеевич** – м.н.с. ИЦиГ СО РАН, инженер НГУ, kovalev1994@bionet.nsc.ru; **ЧУРКИНА Татьяна Валерьевна** – м.н.с. ИЦиГ и НГУ, tanchurkina@yandex.ru; **ХАНТЕМИРОВА Мира Рашитовна** – м.н.с. ИЦиГ и НГУ, hantemiramira@mail.ru; **КАВАЙ-ООЛ Урана Николаевна** – д.б.н., в.н.с. ГБУ «Тувинский научный центр», г. Кызыл, absunur@mail.ru; **САРЫГЛАР Айдын Николаевич** – гл. врач ГБУ «Республиканский центр медицинской профилактики», г. Кызыл, gcmr-09@mail.ru.

иглами из локтевой вены у лиц, изъявивших желание участвовать в исследовании и подписавших добровольное информированное согласие.

Предварительно каждый испытуемый заполнял специально разработанную анкету, где указывал национальную принадлежность предков до 2-3 поколения. В ходе исследования была сформирована выборка этнических тувинцев ($N=502$) из уроженцев в основном западных и центральных районов Тувы, которые в своей родословной не указали предков другой национальности. Выборка на 18% состоит из подростков 16-18 лет, лиц в возрасте 19-39 лет - 37%, 40-59 лет - 33%, 12 % ее составляют лица 60-70 лет. Женская часть выборки составляет 73 %, мужская - 27%.

В полевой лаборатории с использованием наборов диагностических реагентов для типирования групп крови человека ООО «Гематолог» (ЭритроТестТМ-Цоликлоны анти -A, -A1, -B, -M, -N, -C, -Cw, -c, -D, -E, -e и анти-Келл), методом прямой гемагглютинации определяли групповую принадлежность крови. Частота аллелей и гаплотипов систем AB0, Rhesus и Kell рассчитывалась методом максимального правдоподобия с использованием компьютерной программы, разработанной сотрудником ИЦиГ СО РАН А.В. Кириченко. Частота аллелей M и N определяли на основе наблюдаемых частот фенотипов системы MN. Для построения карт генетических дистанций между популяциями, а также для выявления вклада аллелей и гаплотипов в процессы дифференциации использовали программу А.В. Кириченко, разработанную на основе метода Харпендинга и Дженкинса [25].

Результаты и обсуждение. Численность и частота фенотипов групп крови в выборке тувинцев представлены в табл. 1, частота аллелей и гаплотипов - в табл. 2.

Распределение частоты аллелей системы AB0 в тувинской выборке характеризуется высокой встречаемостью аллеля *O* (0,670), что характерно для коренных сибирских популяций [4, 6, 10, 13, 15, 18, 20, 27]. Частота аллеля *B* в изученной выборке соответствует интервалу частоты, приведенному в литературе для тувинских популяций (0,103-0,210) [2, 3, 10]. По данным литературы, на территории Тувы выделяются зоны с противоположным соотношением генной частоты системы AB0 [2]. Изученная нами группа тувинцев г. Кызыла, которая, по данным опроса, на 90% состоит из уроженцев запад-

ных и центральных районов, демонстрирует характерное для этой географической локализации повышение частоты *A*, по сравнению с *B*, в отличие от южных и восточных районов, где наблюдается противоположная тенденция, свидетельствующая об усилении монголоидного компонента [2, 3]. Частота маркерного «европеоидного» аллеля A_2 (0,033) значительна и попадает в интервал, соответствующий

Таблица 1

Численность фенотипов групп крови в выборке тувинцев г. Кызыл ($N=502$), %

Система групп крови	Фенотип	Численность (n)	Частота (%)
AB0	O(I)	229	45,6
	A1(II)	102	20,3
	A2(II)	20	4,0
	B(III)	119	23,7
	A1B(IV)	24	4,8
	A2B(IV)	8	1,6
MN	MM	201	40,0
	NN	80	15,9
	MN	221	44,1
Rhesus	CCDee	179	35,6
	CcDEe	174	34,7
	CcDee	53	10,6
	ccDEE	54	10,7
	ccDEe	38	7,6
	ccDee	2	0,4
	ccdee	1	0,2
	CCDEe	1	0,2
	Ccdee	1	0,2
Kell	K	19	3,8
	kk	483	96,2

Таблица 2

Частота аллелей и гаплотипов групп крови в изученной выборке тувинцев

Система групп крови	Аллель, гаплотип	Частота
AB0	<i>O</i>	0,670
	<i>A1</i>	0,134
	<i>A2</i>	0,033
	<i>B</i>	0,163
MN	<i>M</i>	0,621
	<i>N</i>	0,379
Rhesus	<i>CDe</i>	0,569
	<i>cDE</i>	0,318
	<i>cDe</i>	0,038
	<i>cde</i>	0,060
	<i>Cde</i>	0,014
	<i>CDE</i>	0,001
Kell	<i>K</i>	0,019
	<i>k</i>	0,981

русским выборкам 0,024-0,070 [21].

Максимальная частота аллеля *N* системы MN из сибирских популяций обнаружена у обитателей Крайнего Севера Сибири – нганасан (0,713) [20], затем при продвижении на юго-запад наблюдается ее уменьшение, вплоть до 0,206-0,233 у северных алтайцев [4]. Якуты тоже демонстрируют низкую частоту этого аллеля (0,234-0,255) [13], что связывают с их южным происхождением. Русские популяции характеризуются средней частотой *N* в интервале 0,449-0,469 [21]. У тувинцев г. Кызыла отмечена невысокая частота аллеля *N* (0,379), она статистически значимо ниже, чем у Шингаанской популяции востока Тувы (0,491) [3]. Невысокая частота аллеля *N* характерна для казахов (0,357) [9], монголов (0,413) [5] и тувинцев Тоджинской группы на северо-востоке Тувы (0,363-0,417) [3, 10].

Тувинцы г. Кызыла демонстрируют максимально высокую частоту гаплотипа *CDe* системы Rhesus (0,569). У большинства южносибирских (южные и северные алтайцы) [4, 18] и центральноазиатских популяций (монголов и якутов) [5, 13], а также тундровых ненцев [27] этот показатель повышен (0,522-0,549), по сравнению с русскими [21] и обитателями Севера Сибири – коми, хантами, нганасанами (0,253-0,432) [6, 20]. Гаплотип *cDE* системы Rhesus считается маркерным для северных монголоидов. Его максимальное значение найдено у нганасан Таймыра (0,622) [20], а минимальное – у русских Сибири (0,162) [21]. Промежуточное значение частоты гаплотипа *cDE* у тувинцев (0,318) делает их похожими на монголов, популяцию якутов Нюрбинского улуса и южных алтайцев [5, 13, 18]. Найдено два индивидуума с резус-отрицательным фенотипом, чего в прежних работах по тувинцам зарегистрировано не было [3, 10]. Суммарная частота гаплотипов *cde* и *Cde*, обуславливающих «европеоидный» резус-отрицательный фенотип у тувинцев, равна 0,074. Такое значение частоты резус-отрицательных гаплотипов характеризует также лесных (0,069) и тундровых (0,096) ненцев и северных алтайцев-кумандинцев (0,094) [4, 15, 27]. Маркерного для европеоидных популяций аллеля *C^w* в изученной выборке тувинцев не найдено. Зафиксировано со значительной частотой 0,038 наличие «древнего» гаплотипа *cDe*.

Среди тувинцев найдены носители аллеля *K* (0,019), системы Kell, который отсутствует во многих сибирских

популяциях (нганасаны, якуты, лесные ненцы и южные алтайцы) [13, 15, 18, 20] и зарегистрирован со статистически значимо меньшей частотой у северных хантов (0,001) и тундровых ненцев (0,003) [6, 27]. Среди северных алтайцев этот маркерный европеоидный аллель найден с частотой 0,012-0,040, а у русских (0,031-0,074) и коми (0,076) этот показатель статистически значимо выше [4, 6, 21].

На рис. 1 представлена карта генетических дистанций между 16 популяциями коренных народностей Северной Евразии, построенная по 15 аллелям и гаплотипам (0, A1, A2, B, K, k, M, N, CDe, cDE, cDe, cde, Cde, CDE, C^wDe) 4 генетических систем крови (ABO, MN, Rhesus и Kell) по методу Харпендинга и Дженкинса. На ней показано взаиморасположение отличающихся по языковой принадлежности популяций русских, коми-зырян, хантов, самодийских (нганасаны, лесные и тундровые ненцы) и тюркоязычных (южные алтайцы, якуты и тувинцы) групп в пространстве двух главных компонент, извлекающем 74% общей изменчивости. Видно, что тувинцы кластеризуются с другими тюркоязычными популяциями южных алтайцев и якутов. Генетическая близость якутов к тувинцам и алтайцам была показана ранее при анализе линий мтДНК [17, 19, 26], а также по

результатам полногеномного анализа [19]. Отдельно расположена самодийская группа нганасан, лесных и тундровых ненцев, а также кластеры северных хантов, коми-зырян и русских Сибири, включая староверов. Максимальное расстояние из включенных в исследование сибирских популяций отделяет выборку коренного населения г. Кызыла от коми и нганасан, а также от северных хантов, в чьем генофонде, очевидно, присутствуют дополнительно иные этнические компоненты.

На рис. 2 представлено графическое расположение генетических маркеров, используемых для построения карты генетических дистанций (рис. 1). Видно, что наибольший вклад в дифференциацию популяций вносят аллели и гаплотипы, наиболее удаленные от точки пересечения осей координат: это «европеоидные» маркеры (cde, K и C^w), аллели M и N системы MN, гаплотипы cDE и CDe системы Rhesus. Система ABO является информативной по аллелям A2 и B.

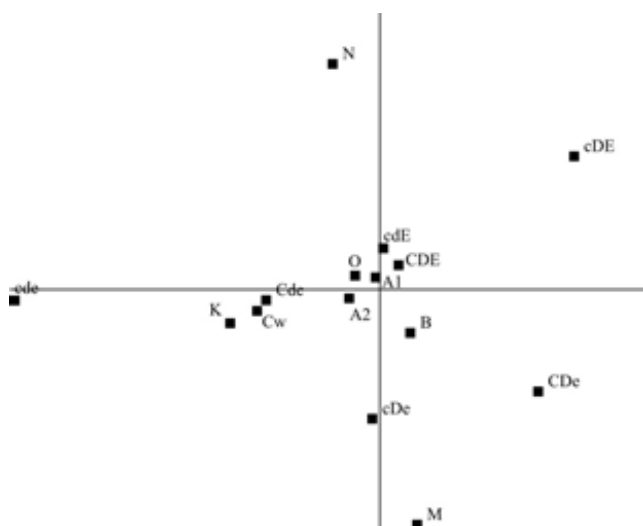


Рис. 2. Расположение 15 аллелей и гаплотипов 4 генетических систем крови в пространстве двух главных компонент относительно 16 популяций Сибири, представленных на рис. 1.

и монголоидных признаков, что отражает их сложный этногенез.

Результаты исследований, представленные в статье, получены в рамках государственного задания ИЦиГ СО РАН (№0324-2019-0041-С-01). Экспедиционная работа в г. Кызыл выполнена за счет средств Российского научного фонда (проект № 19-15-00-219). Авторы выражают глубокую благодарность жителям г. Кызыла, принявшим участие в данном исследовании, сотрудникам ГБУЗ РТ «Республиканский центр медпрофилактики», в том числе медсестрам А.А. Хертек, С.А. Севек., зам. главного врача Н.В. Агаповой, А.В. Куулару и старшей медицинской сестре Н.К. Гришиной. Техническую помощь в проведении исследования оказали Н.А. Молототова, Э.Р. Галиева и Ю.Л. Орлов.

Заключение.

Таким образом, в настоящем исследовании показано, что среди изученных 16 сибирских популяций тувинцы г. Кызыл генетически наиболее близки к якутам и южным алтайцам по частотам аллелей и гаплотипов групп крови ABO, MN, Резус и Келл. Выяснено, что тувинцы характеризуются сочетанием европеоидных

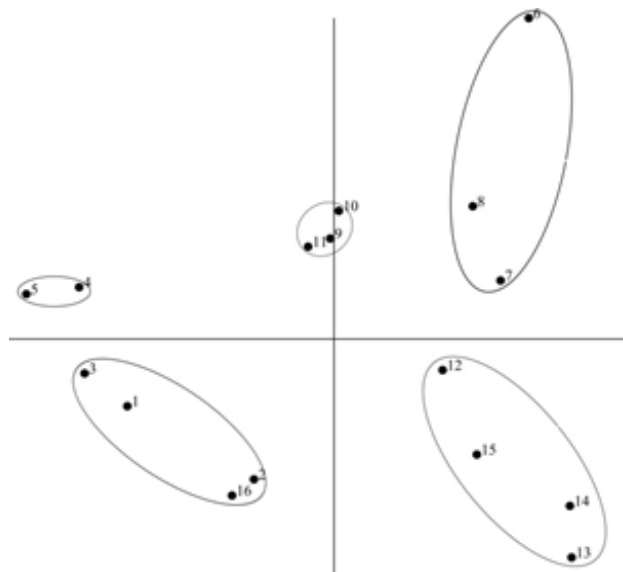


Рис. 1. Карта генетических дистанций между 16 популяциями Сибири, построенная по 15 аллелям и гаплотипам 4 генетических систем крови по методу Харпендинга и Дженкинса: 1 – русские староверы Исетского района, 2 – русские староверы п. Бурный, 3 – русские Тюменской области [21], 4 – коми-зыряне п. Горки и п. Питляр, 5 – коми п. Восяхово, п. Овгорт, п. Мужы и п. Шурышкар [6], 6 – нганасаны, 7 – лесные ненцы [11], 8 – тундровые ненцы [27], 9 – ханты п. Лопхари, 10 – ханты п. Овгорт, 11 – ханты п. Шурышкар [6], 12 – южные алтайцы [18], 13 – якуты Нюрбинский улус, 14 – якуты Усть-Алданский улус [13], 15 – тувинцы г. Кызыл, 16 – русские г. Кызыл (N=23) [собственные данные]

Литература

1. Алексеева Т.И. Антропологические особенности современных тувинцев. Кефалометрия и кефалоскопия / Т.И. Алексеева // Антропо-экологические исследования в Туве. – М.: Наука, 1984. – С.75–114.
2. Алексеева Т.И. Anthropological features of modern Tuvans. Kefalometry and kefaloscopy / Anthropological and ecological studies in Tuva. – М.: Nauka, 1984. P.75–114.
3. Богданова В.И. Антропологический состав и вопросы происхождения тувинцев // Проблемы антропологии древнего и современного населения Советской Азии / В.И. Богданова. – Новосибирск: Наука, 1986. – С. 108–161.
4. Богданова В.И. Anthropological composition and questions of Tuvans origin / Problems of anthropology of ancient and modern population of Soviet Asia. – Novosibirsk: Nauka, 1986. P. 108–161.
5. Генетико-эпидемиологическое исследо-

вание населения Тувы / В.П. Пузырев, Л.С. Эрдynieva, А.Н. Кучер [и др.] – Томск: STT, 1999. – 256 с.

Genetic-Epidemiological study of the Tuva population / V.P. Puzyrev, L.S. Erdynieva, A.N. Kucher [et al.] – Tomsk: STT, 1999. – 256 p.

4. Генетическая структура двух обособленных популяций коренных жителей Сибири (северных алтайцев) по результатам изучения групп крови и изоферментов / Р.И. Сукерник, Т.М. Карафет, Т.А. Абанина [и др.] // Генетика. – 1977; 13(5):911-917.

Genetic structure of the two isolated populations of aboriginal inhabitants of Siberia (of the northern Altaians): according to the results of the investigation of blood groups and isoenzymes / R.I. Sukernik, T.M. Karafet, T.A. Abanina [et al.] // Genetika. – 1977. - №13 (5). – p. 911-917.

5. Генетическая структура монголов по локусам AB0, MN, Rh, EsD, GLO1, PGM1, AcP, 6-PGD, Hp, Gc, Tf, C'3 и ChE2 / Ж. Батсуурь, Н. Самбуугийн, Ю.В. Шнейдер [и др.] // Генетика. 1991; 27(2):316-325.

Genetic structure of Mongolian loci AB0, MN, Rh, EsD, GLO1, PGM1, AcP, 6-PGD, Hp, Gc, Tf, C'3 and ChE2 / J. Batsuur, N. Sambuugiin, Yu.V. Schneider, [et al.] // Genetika. – 1991. - №27 (2). – P. 316-325.

6. Генетический полиморфизм популяций коренного населения Шурышкарского района ЯНАО по классическим маркерам групп крови и Y-хромосомы / Л.П. Осипова, Т.М. Карафет, Л.Э. Табиханова [и др.] // Коренное население Шурышкарского района Ямало-Ненецкого автономного округа: демографические, генетические и медицинские аспекты. - Новосибирск: ИПП "Арт-Авеню", 2005. - 200 с.

Genetic polymorphism of the indigenous population of Shuryshkarskiy district of Yanao by classical markers of blood groups and Y-chromosomes (in Russian) / L.P. Osipova, T.M. Karafet, L.E. Tabikhanova [et al.] // Indigenous population of Shuryshkarskiy district of Yamal-Nenets autonomous district: demographic, genetic and medical aspects. - Novosibirsk: IPP "Art-Avenue". - 2005. - 200 p.

7. Гусаченко Л.А. Распределение антигенов групп крови у мокша и эрзя Республики Мордовия / Л.А. Гусаченко, О.Г. Литовченко // Ульяновский медико-биологический журнал. 2017; (3):159-164

Gusachenko L.A. Distribution of blood-group antigens in Moksha and Erzya (Republic of Mordovia) / L.A. Gusachenko, O.G. Litovchenko // Ulyanovskiy mediko-biologicheskii zhurnal. – 2017. - № 3. – P.159-164. DOI 10.23648/UMBJ.2017.27.7087

8. Давыдова Л.Е. Распределение групп крови в Республике Саха (Якутия). Связь с гепатитами В и С / Л.Е. Давыдова // Здоровоохранение Дальнего Востока. 2017; (1):38-41

Davydova L.E. Blood groups distribution in the Sakha Republic (Yakutia), connection with B and C hepatitis / L.E. Davydova // Zdravookhraneniye Dal'nego Vostoka. – 2017. - №1. – P. 38-41.

9. Иванов В.П. Фенотипические частоты эритроцитарных антигенов систем AB0, Резус, MN, их генофонд и сравнительное изучение среди жителей Центрального Казахстана / В.П.

Иванов, А.И. Тостановская, С.И. Шмидт // Генетика. 1977; 13(8):1462-1466.

Ivanov V.P. Phenotypical structure of erythrocytes antigens of AB0, Rh, MN systems, their gene pool and comparative study in the population of the Central Kazakhstan / V.P. Ivanov, A.I. Tostanovskaya, S.I. Schmidt // Genetika. – 1977. - № 13(8). – P.1462-1466.

10. К популяционной генетике коренного населения Сибири. Восточные Саяны / Ю.Г. Рычков, И.В. Перевозчиков, В.А. Шереметьева [и др.] // Вопросы Антропологии. 1969; (31):3-32.

To population genetics of the indigenous population of Siberia. Eastern Sayans / Yu.G. Rychkov, I.V. Perevozchikov, V.A. Sheremetyeva [et al.] // Voprosy Antropologii. – 1969. - № 31. – P.3-32.

11. Карафет Т.М. Популяционно-генетические исследования коренных жителей сибирского Севера / Т.М. Карафет, О.Л. Посух, Л.П. Осипова // Сибирский экологический журнал. 1994; 1(2):113-127.

Karafet T.M. Population and genetic studies of the indigenous people of the Siberian North / T.M. Karafet, O.L. Posukh, L.P. Osipova // Sibirskiy ekologicheskii zhurnal. – 1994. - № 1(2). – P.113-127.

12. Магомедова М.А. Полиморфизм систем групп крови ABO и резус-фактор в отдельных районах Дагестана / М.А. Магомедова // Известия Дагестанского государственного педагогического университета. Естественные и точные науки. 2015; 4(33):57-60

Magomedova M.A. Polymorphism of blood group systems of ABO and rhesus factor in some regions of Dagestan / M.A. Magomedova // Izvestiya Dagestanskogo gosudarstvennogo pedagogicheskogo universiteta. Yestestvennyye i tochnyye nauki. - 2015. - № 4(33). – P.57-60.

13. Описание структуры генофонда Нюрбинской и Усть-Алданской популяций народа саха / В.И.Кириллина, Ю.Н.Прокопьева, Л.П.Осипова [и др.] // Популяционно-генетическое изучение народа саха. – Якутск: 2001. – С. 55-88.

Description of gene pool structure of Nyurbinsk and Ust-Aldan populations of Sakha people / V.I. Kirillina, Yu.N. Prokopyeva, L.P.Osipova [et al.] // Popular genetic study of the Sakha people. – Yakutsk. - 2001. – P. 55-88.

14. Оценка вклада монгольской экспансии в генофонд тувинцев / Л.Д. Дамба, Е.В. Балановская, М.К. Жабагин [и др.] // Вавиловский журнал генетики и селекции. 2018; 22(5):611-619.

Estimating the impact of Mongol expansion on gene pool of Tuvans / L.D. Damba, E.V. Balanovskaya, M.K. Zhabagin [et al.] // Vavilovskiy zhurnal genetiki i seleksii. – 2018. - №22 (5). – P.611-619. DOI: 10.18699/VJ18.402

15. Популяционная структура лесных ненцев. Сообщение I. Распределение групп крови в шести субпопуляциях. / Р.И. Сукерник, Т.М. Карафет, Т.А. Абанина [и др.] // Генетика. 1979; 15(2):327-332.

Population structure of the Forest Nentsy. I. Distribution of blood groups in six subisolates / R.I. Sukernik, T.A. Abanina, T.M. Karafet [et al.] // Genetika. – 1979. - №15 (2). – P.327-332.

16. Распределение групп крови среди доноров Республики Татарстан / В.М. Белопухов, Р.Г. Тураев, Е.Е. Бельская [и др.] // Казанский медицинский журнал. 2015; 96(3):437-440.

Distribution of the blood groups among the donors of Tatarstan Republic / V.M. Belopukhov, R.G. Turaev, E.E. Belskaya [et al.] // Kazanskiy meditsinskiy zhurnal. – 2015. - №96 (3). – P.437-440. DOI: 10.17750/KMJ2015-437

17. Федорова С.А. Генетические портреты народов Республики Саха (Якутия): анализ линий митохондриальной ДНК и Y-хромосомы / С.А. Федорова. - Якутск: Изд-во ЯНЦ СО РАН, 2008. - 235 с.

Fedorova S.A. Genetic portraits of peoples of the Sakha Republic (Yakutia): analysis of mitochondrial DNA and Y-chromosome lines. - Yakutsk: Izdatel'stvo YANTS SO RAN, 2008. - 235 p.

18. A Genetic Study of the South Altaian Population of the Mendur-Sokkon Village, Altai Republic / O.L. Posukh, L.P. Osipova, Yu.O. Kashinskaya, [et al.] // Russian Journal of Genetics. 1998; 34(1):92-98.

19. Autosomal and uniparental portraits of the native populations of Sakha (Yakutia): implications for the peopling of Northeast Eurasia / S.A. Fedorova, M.I. Tomsy, M. Reidla [et al.] // BMC Evolutionary biology. 2013;13(1):127

20. Blood groups, serum proteins, and red cell enzymes in the Nganasans (Tavghil-reindeer hunters from Taimir Peninsula) / T.M. Karaphet, R.I. Sukernik, L.P. Osipova, [et al.] // Am.J.Phys. Antropol. 1981; 56(2):139-145. DOI: 0002-948318115602-0139502.50

21. Characteristic Features of the Gene Pool of Russian Old Believers from Siberia, Assessed by Studying the Polymorphism of Blood Groups, Isozymes, and Serum Proteins / O.L. 16Posukh, L.P. Osipova, Yu.O. Kashinskaya [et al.] // Russian Journal of Genetics. 1998; 34(40):431-438.

22. Distribution of Mongoloid Haplogroups of Mitochondrial DNA among Indigenous Population of the Tuva Republic / M.V. Golubenko, V.B. Salukov, A.N. Kucher [et al.] // Russian Journal of Genetics. 2001; 37(6):831-839.

23. Distribution of the ABO blood groups and the HP, RF, GC, PI and C3 serum proteins in Yakuts / L.A. Tarskaia, L.S. Bychkovskaia, G.V. Pai, [et al.] // Russian Journal of Genetics. 2002; 38(5):548-552.

24. Gene-pool structure of Tuvians inferred from Y-chromosome marker data / V.N. Kharkov, K.V. Khamina, O.F. Medvedeva [et al.] // Russian Journal of Genetics. 2013; 49(12):1236-1244. DOI: 10.1134/S102279541312003X

25. Harpending H.C., Jenkins T. Genetic distances among Southern African populations // Methods and theories of anthropological genetics. Albuquerque: Univ. New Mexico Press, 1973. P. 177-199.

26. Investigating the effects of prehistoric migrations in Siberia: genetic variation and the origins of Yakuts / B. Pakendorf, M. Stoneking, I.N. Novgorodov, [et al.] // Human Genetics. 2006;120(3):334-353.

27. The Gene Pool of Native Inhabitants of the Samburg Tundra / L.P. Osipova, O.L. Posukh, E.A. Ivakin, [et al.] // Russian Journal of Genetics. 1996; 32(6):722-728.