

продолжение в современной Калмыкии. В перспективе развития древней духовной традиции – обретение драгоценного культурного наследия в полноте буддийского вероучения. В Элистинском хуруле Бурхн Багшин Алтн Сюме будет функционировать Институт мирового буддизма. Его факультеты, призванные дать классическое образование в совокупности буддийской философии, истории буддизма, медицины и астрологии, традиционных видов искусства и художественных ремесел, превратят «Золотую обитель Будды Шакьямуни» в крупнейший центр буддийской культуры в Европе.

*СПИСОК ИСТОЧНИКОВ
И ЛИТЕРАТУРЫ*

1. Черников С.С. Памятники архитектуры ойрат-калмыков // Ученые зап. КНИИЯЛИ. Вып. 1. Элиста: КНИИЯЛИ, 1960. 221 с.
2. Батырева С.Г. Старокалмыцкое искусство XVII–начала XX в.: опыт историко-культурной реконструкции. М.: Наука, 2005. 141 с.: ил.
3. Санджиев А. Сякюсн-Сюме: рождение... Элиста: Элис-Трейд, 1996. 36 с.
4. Пюрвеев Д.Б. Архитектура Калмыкии. М.: Стройиздат, 1975. 183 с.
5. Батырева С.Г. Хурул в степи // Восточная коллекция. 2005. № 4 (23). С. 20–25.
6. Буддийский хурул Геден Шеддуб Чойкорлинг. Элиста: ЗАОр «НПП «Джангар», 2001. 16 с.: ил.
7. Тензин Гьяцо, Его Святейшество Далай-лама XIV. Светоч трех вер / пер. с тиб. и транслит. Б.Л. Митруев. Элиста: Центральный Хурул, 2006. 112 с.: ил.
8. Джанжиев В.Д.-Г., Санджиев А.Б. Хурулы Калмыкии. Элиста: ЗАОр «НПП «Джангар», 2007. 128 с.: ил.
9. Нурова Г.В. О росписях хурула «Алтн Сюме». Рукопись, 2009. 5 с.

ББК 60.7 (2 Рос=Калм)

**ЭФФЕКТИВНОСТЬ ПРИМЕНЕНИЯ СИСТЕМЫ ГЕНЕТИЧЕСКОГО
ПОЛИМОРФИЗМА СУБЪЕДИНИЦЫ В 13 ФАКТОРА КООГУЛЯЦИИ (FXIIIВ)
В ПОПУЛЯЦИОННО-ГЕНЕТИЧЕСКИХ ИССЛЕДОВАНИЯХ:
РАСПРЕДЕЛЕНИЕ АЛЛЕЛЕЙ F13В В ТРЕХ КАЛМЫЦКИХ ПОПУЛЯЦИЯХ**

Н.В. Балинова

Работа выполнена при поддержке подпрограммы фундаментальных исследований Президиума РАН «Анализ и моделирование геополитических, социальных и экономических процессов в полиэтничном макрорегионе» программы «Фундаментальные проблемы пространственного развития Российской Федерации: междисциплинарный синтез» по проекту «Ойратский мир: география расселения народов и топонимика».

В данной статье оценена этноантропологическая значимость генетического разнообразия FXIIIВ и проанализирован полиморфизм В 13-го фактора коагуляции в калмыцких популяциях.

Ключевые слова: *популяционная генетика, генетический полиморфизм, расовая специфичность.*

In this article investigated the ethno-anthropological importance of genetic variety FXIIIВ and estimated polymorphism of B13 factor of coagulation in Kalmyk populations.

Keywords: *population genetics, genetic polymorphism, racial specificity.*

Субъединица В 13-го фактора коагуляции присутствует в крови человека в качестве фермента фибринолигазы, которая стабилизирует фибрин [1]. Роль этого фактора заключается в стабилизации мономеров фибрина с образованием сети γ -глутамил- ϵ -лизина в присутствии тромбина и ионов кальция [2] FXIII представляет собой гликопротеин, идентифицируемый в плазме, тромбоцитах, плаценте и тканях матки. В плазме FXIII обнаруживается в виде двух неравнозначных полипептидных субъединиц – А и В с молекулярной массой 75 кДа и 88 кДа соответственно [3].

Полиморфизм обеих субъединиц FXIIIА и FXIIIВ определяется независимым генетическим контролем, а гены, контролирующие их, локализо-

ваны на 6 и 1 хромосомах соответственно [1]. Обе системы 13-го фактора коагуляции оказываются полиморфными в популяциях человека. Тем не менее, генетическая изменчивость субъединицы В 13-го фактора коагуляции представляется наиболее перспективной для исследования проблем в области этнической антропологии [4].

Генетическая изменчивость субъединицы В XIII фактора коагуляции была впервые установлена в работе Board в 1980 году посредством электрофореза в агарозном геле с последующей иммунофиксацией [5]. В дальнейшем лучшие результаты для детерминации фенотипов FXIIIВ были получены посредством применения техники изоэлектрофокусирования в полиакриламидном

или агарозном гелях. На основании этих исследований было установлено, что шесть обычно наблюдаемых фенотипов субъединицы В 13-го фактора коагуляции определяются тремя аллелями FXIIIВ*1, FXIIIВ*2 и FXIIIВ*3. Оказалось, что аллель FXIIIВ*1 в европеоидных популяциях встречается с подавляющей частотой 70 – 75%. Напротив, в монголоидных группах населения с наибольшей пропорцией наблюдается аллело-

(STR). STR локусы содержат элементы коротких повторяющихся последовательностей протяженностью от 3 до 7 пар оснований. Такие элементы широко представлены в геноме человека и являются богатым источником высоко полиморфных маркеров, которые обычно идентифицируются посредством полимеразной цепной реакцией (ПЦР). Аллели этих локусов отличаются числом копий в пределах амплифицированного района. Последовательность

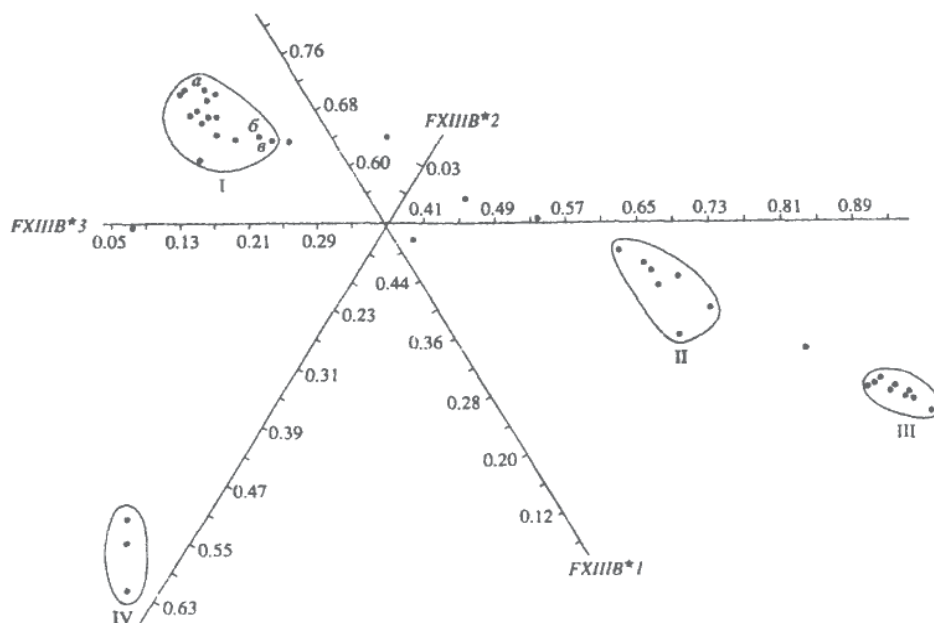


Рис. 1. Ориентация популяций человека в пространстве генных частот системы FXIIIВ (цит. по: Спицын с соавт., 1994)

Примечание: За центр координат приняты величины частот FXIIIВ*1, FXIIIВ*2 и FXIIIВ*3, соответствующие среднемировым. I — европеоиды: а – немцы (г. Магдебург), б – русские (г. Екатеринбург), в – русские (г. Асбест); II – монголоиды; III – индейцы Америки; IV – негроиды.

морф FXIIIВ*3 (63 - 95%). Африканские популяции к югу от Сахары также отличаются особенностью в распространении аллелей 13-го фактора коагуляции, где преобладает аллеломорф FXIIIВ*2 с плотностью распределения 53 - 63%. Таким образом, существует резко выраженная популяционная специфичность в распространении аллелей этой генетической системы без видимой трансгрессии аллелей между крупными антропологическими общностями.

Эффективность полиморфизма системы субъединицы В 13-го фактора коагуляции в отношении этнической антропологии на уровне генной экспрессии демонстрируется на рисунке 1 [6].

Успехи в области молекулярной генетики позволили расширить наши представления о возможностях использования гена FXIIIВ в популяционно-генетических исследованиях. К настоящему времени микросателлитные локусы весьма часто используются в таких исследованиях. Среди таких маркеров широко используются локусы коротких tandemных повторов

АААТ, содержащая от 169 до 193 оснований в STR локусе FXIIIВ, может быть представлена в среднем 6-7 повторами (аллелями 6,7,8,9,10,11,12).

аллели	*6	*7	*8	*9	*10	*11	*12
число повторов	169	173	177	181	185	189	193

Для идентификации аллелей тетра-нуклеотидного повтора в F13В локусе использовались следующие праймеры: F13В-1А 5' -TGAGGTGGTGTACTACCATA-3' (ТТТА цепь) и F13-1В 5' -GATCATGCCATTGCACTСТА-3' (ТААА цепь) [7].

Нами произведена попытка оценить этноантропологическую значимость генетического разнообразия FXIIIВ. Специфичность аллелей для этноантропологических общностей представлена в таблице 1.

На основании сводок распределения аллелей FXIIIВ среди мирового народонаселения можно видеть этноантропологическую специфичность в концентрации определенных аллелей [8; 9; 10; 11; 12]. Так аллель *8 в наибольшей концентрации представлен в европеоидных популяциях. Для аф-

риканских племен к югу от Сахары характерны аллеломорфы *6 и *7. Монголоиды, в целом отличаются преимущественной концентрацией аллеля *10. Американским индейцам и австралийским аборигенам в большей мере присущ фактор *9; последние также обладают достаточно высокой пропорцией аллеля *10. На основании мировых сводок распространения факторов FXIIIВ можно

видеть: 1) общность аллеля *9 для мирового народонаселения в целом и 2) возрастание его пропорции среди аборигенных групп, локализованных по периферии ойкумены, что может свидетельствовать о его древности.

Распределение генотипов и аллелей FXIIIВ в трех основных субэтнических группах калмыков представлено в следующих таблицах (табл. 2, 3, 4).

Таблица 1. Преимущественные частоты аллелей FXIIIВ в основных антропологических сообществах

	*6	*7	*8	*9	*10
Европеоиды			+++++++		
Негроиды	+++++++	+++++++			
Монголоиды					+++++++
Индейцы Америки				+++++++	
Аборигены Австралии				+++++++	+++++++

Примечание: Знаком + обозначено преимущественное распространение аллеля в определенных антропологических сообществах.

Таблица 2. Распределение генотипов и аллелей FXIIIВ в выборке торговцев

Генотипы	Набл. числ.	Ожид. числ.	Частоты аллелей
10/10	44	42,81	*10 = 0,6296 ± 0,0329
8/10	30	27,07	*8 = 0,1991 ± 0,0272
9/10	13	20,15	*9 = 0,1481 ± 0,0242
8/9	9	6,37	*6 = 0,0139 ± 0,0080
9/9	5	2,37	*11 = 0,0046 ± 0,0046
6/10	3	1,89	*12 = 0,0046 ± 0,0046
10/12	1	0,63	$\chi^2_{HW} = 10,9857$; d.f. = 15
10/11	1	0,63	P > 0,05
7/8	0	0	Ho = 0,5278
6/9	0	0	He = 0,5418
8/8	2	4,28	

Таблица 3. Распределение генотипов и аллелей FXIIIВ в выборке дербетов

Генотипы	Набл. числ.	Ожид. числ.	Частоты аллелей
10/10	38	39,49	*10 = 0,7115 ± 0,0363
8/10	12	9,96	*8 = 0,0887 ± 0,0229
9/10	20	19,92	*9 = 0,1795 ± 0,0307
8/9	2	2,51	*6 = 0,0128 ± 0,0090
9/9	3	2,51	*12 = 0,0064 ± 0,0064
6/10	2	1,42	$\chi^2_{HW} = 2,4884$; d.f. = 10
10/12	1	0,71	P > 0,05
10/11	0	0	Ho = 0,4744
7/8	0	0	He = 0,4532
6/9	1	0	
8/8	3	0	

Таблица 4. Распределение генотипов и аллелей FXIIIВ в выборке бузавов

Генотипы	Набл. числ.	Ожид. числ.	Частоты аллелей
10/10	14	18,89	*10 = 0,5476 ± 0,0443
8/10	20	14,79	*8 = 0,2143 ± 0,0366
9/10	15	12,60	*9 = 0,1825 ± 0,0344
8/9	4	4,93	*6 = 0,0476 ± 0,0190
9/9	2	2,10	*7 = 0,0079 ± 0,0079
6/10	6	3,29	$\chi^2_{HW} = 13,4121$; d.f. = 10
10/12	0	0	P > 0,05
10/11	0	0	Ho = 0,7302
7/8	1	0,21	He = 0,6185
6/9	0	0	
8/8	1	2,89	

Анализ распределения генотипов и аллелей FXIIIВ в трех субэтнических группах калмыков свидетельствует о значительной неоднородности в отношении вклада различных антропологических составляющих в их историческом формировании. Так, калмыки-дербеты отличаются ярко выраженными центрально-азиатскими антропологическими особенностями и по своим генетическим характеристикам не отличаются от монголоидных групп Центральной Азии. К противоположной группе следует отнести калмыков-бузавов, генофонд которых включает существенную долю европеоидных факторов: в данном случае высокую пропорцию аллеля *8. Субэтническая группа торгуты в антропологическом отношении, по соотношению частот

аллеломорфов FXIIIВ, занимает промежуточное положение.

Проведен компонентный анализ частот аллелей в локусе четырехнуклеотидных повторов гена FXIIIВ и составлены дендрограммы, иллюстрирующие расположение субэтнических групп и калмыков в целом среди мировых популяций (табл. 6, рис. 2, 3).

Все изученные субэтнические группы калмыков оказались близки к популяциям Восточной и Центральной Азии и вошли с ними в один кластер на первом, втором уровне кластеризации. Торгуты и бузавы оказались более схожими и образовали один кластер, а более монголоидные дербеты вошли в кластер с японцами и корейцами (рис. 2).

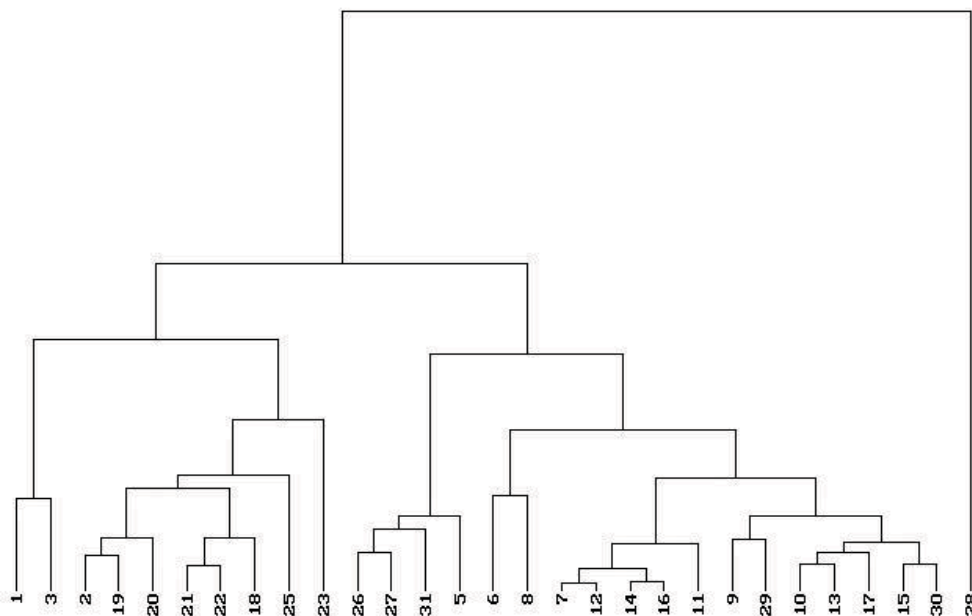


Рис. 2. Дендрограмма, иллюстрирующая взаимоотношения этнотерриториальных групп калмыков среди мировых популяций по данным о полиморфизме гена FXIIIВ

Примечание: 1–торгуты, 2–дербеты, 3–бузавы, 5–угандийцы, 6–мароканцы, 7–курды, 8–турки, 9–австрийцы, 10–баски, 11–бельгийцы, 12–хорваты, 13–немцы, 14–венгры, 15–поляки, 16–швейцарцы, 17–тамилы, 18–хань, 19–японцы, 20–корейцы, 21–мяо, 22–тайцы, 23–австралийские аборигены, 25–папуа Новой Гвинеи, 26–костариканцы, 27–кубинцы, 28–америнды, 29–аргентинцы, 30–бразильцы, 31–колумбийцы.

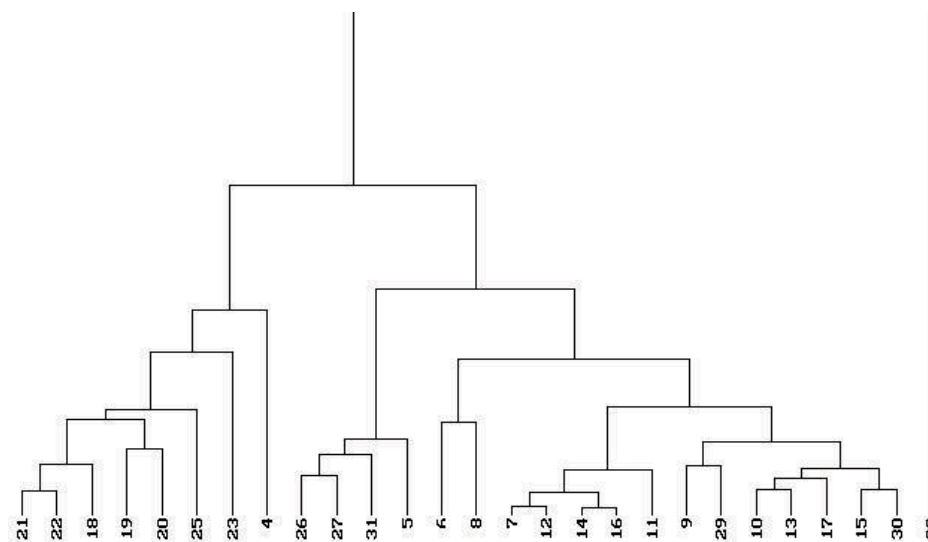


Рис. 3. Дендрограмма, иллюстрирующая положение калмыков среди мировых популяций по данным о полиморфизме гена FXIIIb

Примечание: 4–калмыки (суммарно), 5–угандийцы, 6–мароканцы, 7–курды, 8–турки, 9–австрийцы, 10–баски, 11–бельгийцы, 12–хорваты, 13–немцы, 14–венгры, 15–поляки, 16–швейцарцы, 17–тамилы, 18–хань, 19–японцы, 20–корейцы, 21–мяо, 22–тайцы, 23–австралийские аборигены, 25–папуа Новой Гвинеи, 26–костариканцы, 27–кубинцы, 28–америнды, 29–аргентинцы, 30–бразильцы, 31–колумбийцы.

На дендрограмме, где калмыки представлены суммарно, они стоят несколько обособленно, но входят в один кластер с популяциями Центральной и Восточной Азии (рис. 3). Четкое разделение ветвей восточноазиатской (монголоидной) с центрально- и восточноевропейской говорит о значимости данного маркера для этно-антропологической специфичности.

Так же для оценки взаимосвязей калмыков с

другими народами был применен метод главных компонент (рис. 4, 5). Основные две компоненты объясняют 92 % варибельности аллельных частот исследуемых данных. На долю первой компоненты (PC1) приходится 52 % варибельности, на PC2 – 40 %. Положение калмыков в пространстве двух главных компонент сближает их с азиатскими популяциями, наиболее близки к ним дербеты, дальше всего отстоят бузавы.

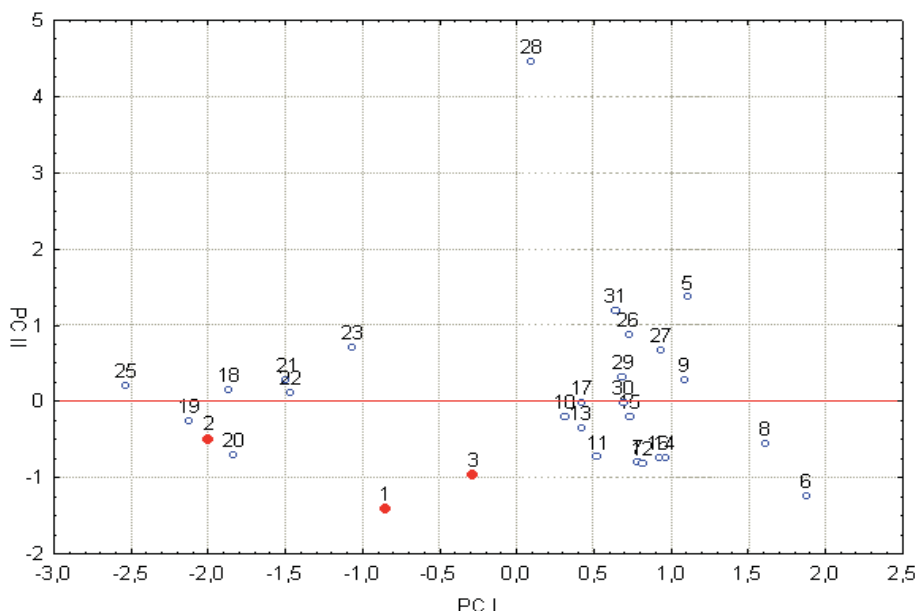


Рис. 4. Положение этнотерриториальных групп калмыков в пространстве двух главных компонент среди мировых популяций по данным о полиморфизме гена FXIIIb

Примечание: 1–торгуды, 2–дербеты, 3–бузава, 5–угандийцы, 6–мароканцы, 7–курды, 8–турки, 9–австрийцы, 10–баски, 11–бельгийцы, 12–хорваты, 13–немцы, 14–венгры, 15–поляки, 16–швейцарцы, 17–тамилы, 18–хань, 19–японцы, 20–корейцы, 21–мяо, 22–тайцы, 23–австралийские аборигены, 25–папуа Новой Гвинеи, 26–костариканцы, 27–кубинцы, 28–америнды, 29–аргентинцы, 30–бразильцы, 31–колумбийцы.

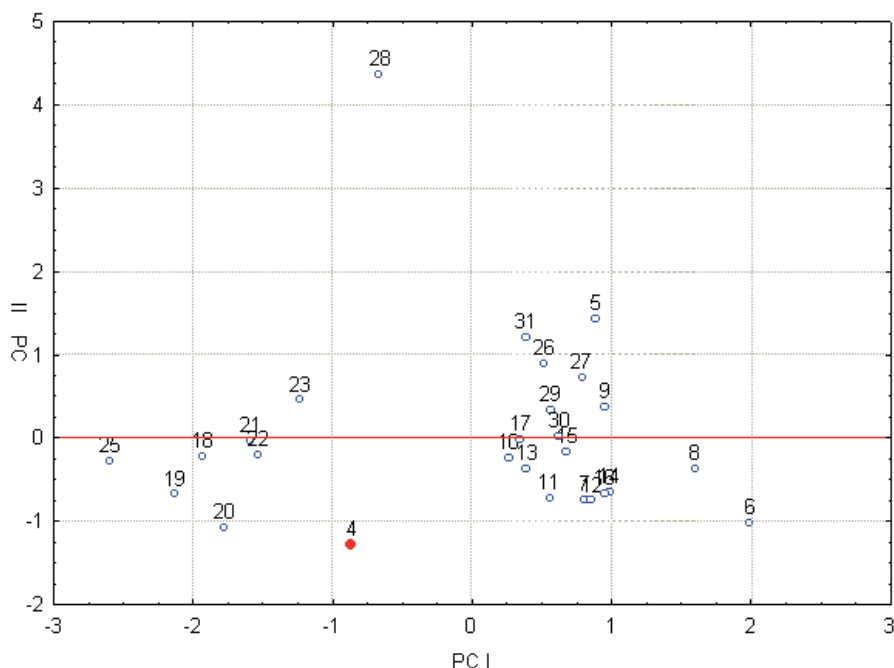


Рис. 5. Положение калмыков в пространстве двух главных компонент среди мировых популяций по данным о полиморфизме гена FXIIIВ

Примечание: 4–калмыки (суммарно), 5–угандийцы, 6–мароканцы, 7–курды, 8–турки, 9–австрийцы, 10–баски, 11–бельгийцы, 12–хорваты, 13–немцы, 14–венгры, 15–поляки, 16–швейцарцы, 17–тамилы, 18–хань, 19–японцы, 20–корейцы, 21–мяо, 22–тайцы, 23–австралийские аборигены, 25–папуа Новой Гвинеи, 26–костариканцы, 27–кубинцы, 28–америнды, 29–аргентинцы, 30–бразильцы, 31–колумбийцы.

В пространстве двух главных компонент популяции распределились таким образом, что можно выделить два четких кластера (рис. 5). В первый вошли китайцы (хань, мяо), японцы, корейцы, тайцы, австралийские аборигены, папуа Новой Гвинеи. Во второй все остальные популяции, за исключением америндов, которые стоят обособленно от всех. Калмыки вошли в первый кластер, хотя и отстоят в небольшом отдалении, потому как имеют несколько большую европеоидную примесь.

Таким образом, на примере исследования полиморфизма системы В субъединицы 13-го фактора коагуляции можно сформулировать заключение о ее высокой эффективности в разработках по этнической антропологии калмыков. Распределение частот аллелей FXIIIВ позволяет определить положение исследуемой популяции в системе мирового населения, оценить вклад различных этно-антропологических компонент в составе рассматриваемой этнической группы.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Saha N., Tay J.S.Y., Low P.S. and Basair B. Population genetics of coagulation factor XIIIВ in the three ethnic groups of Singapore // *Annals of Human Biology*, 1992. V. 19, № 3, P. 277–283.
2. Graham J.B., Barrow E.S., Reisner H.M. and Edgell C.S. The genetics of blood coagulation. *Advances in human genetics*, 1983. Vol. 132. P. 1–81.
3. Schwartz M.L., Pizzo S.V., Hill R.L. and MacKee P.A. The subunit structure of human plasma and platelet factor XIII (fibrin stabilizing factor XIII) // *Journal of Biological Chemistry*, 1971. V. 246. P. 5851–5854.
4. Kamboh M.I. Heterogeneity of factor XIIIВ: a new method for the determination of factor XIIIВ phenotypes in isoelectric focusing in 6M urea // *Electrophoresis*, 1985. Vol. 6. P. 185–186. Board, 1980.
5. Изучение генетических маркеров у русских и немцев в рамках совместного российско-германского исследовательского проекта / Спицын В.А., Афанасьева И.С., Агапова Р.К. и др. // *Генетика*. 1994. Т. 30. № 5. С. 702–708.
6. Nishimura D.Y. and Murray J.C. A tetranucleotide repeat for the F13В locus // *Nucleic Acids Research*, 1992. Vol. 20. № 5. P. 1167.
7. Promega Corporations. Technical manual. Part №TMD004, 1994–1999. 52 p.
8. Turret M.N., Catanesi C.I., Vidal-Rioja L. Variability of the F13В locus in South American populations // *Human Biology*, 2000. V. 72. № 4. P. 707–714.
9. Brinkmann B., Junge A., Meyer E. Population genetic diversity in relation to microsatellite heterogeneity // *Human Mutat.*, 1998. Vol. 11. P. 135–144.
10. Meyer E., Weigand P., Brinkmann B. Phenotype differences of STRs in 7 human populations // *Int. J. Legal Med.*, 1995. Vol. 107. P. 314–322.
11. Gill P., Evett Y. Population genetics of short tandem repeat (STR) loci // *Genetica*, 1995. Vol. 96. P. 69–87.