



# Полиморфизм Ala54Thr гена переносчика жирных кислот (*FABP2*) у пациентов с сахарным диабетом 2-го типа в Якутии

Л.А. Сыдыкова<sup>✉1</sup>, Н.И. Павлова<sup>2</sup>, А.А. Бочуров<sup>2</sup>, В.А. Алексеев<sup>2</sup>, А.В. Крылов<sup>2</sup>, Х.А. Куртанов<sup>1</sup>, М.В. Шестакова<sup>3</sup>

<sup>1</sup>ФГАОУ ВО «Северо-Восточный федеральный университет им. М.К. Аммосова» Минобрнауки России, Якутск, Россия;

<sup>2</sup>ФГБНУ «Якутский научный центр комплексных медицинских проблем» Минобрнауки России, Якутск, Россия;

<sup>3</sup>ФГБУ «Национальный медицинский исследовательский центр эндокринологии» Минздрава России, Москва, Россия

## Аннотация

**Цель.** Изучить вклад генетического полиморфизма Ala54Thr гена *FABP2* в риск развития сахарного диабета 2-го типа (СД 2) среди популяции якутов.

**Материалы и методы.** В исследование включили участников, заполнивших анкету, одобренную локальным комитетом по биомедицинской этике при ФГБНУ «Якутский научный центр комплексных медицинских проблем», и добровольно подписавших информированное согласие на проведение генетического исследования. Выборка состояла из 181 пациента с диагнозом СД 2 эндокринологического отделения ГБУ «Республиканская больница №2 – Центр экстренной медицинской помощи». Группой сравнения стала выборка из 336 добровольцев якутской этнической принадлежности без хронических заболеваний. Для проведения молекулярно-генетического анализа образцы геномной ДНК выделяли из цельной крови. Однонуклеотидный полиморфизм определяли методом полимеразной цепной реакции с последующим анализом полиморфизма длин рестрикционных фрагментов.

**Результаты.** Исследование показало, что полиморфизм в гене *FABP2* имеет влияние на антропометрические показатели и биохимические показатели крови. Риск развития СД 2 в 1,7 раза был выше у носителей генотипа Ala/Thr (отношение шансов 1,755, 95% доверительный интервал 1,212–2,542;  $p < 0,005$ ) по сравнению с носителями других генотипов. При сравнении средних биохимических величин показатели уровня аспартатаминотрансферазы, аланинаминотрансферазы, глюкозы и общего билирубина у гомозиготных носителей генотипа Ala/Ala были достоверно ниже, чем у носителей других генотипов ( $p < 0,05$ ). Наиболее высоким уровнем аспартатаминотрансферазы и аланинаминотрансферазы обладали носители гетерозиготного генотипа Ala/Thr ( $p < 0,05$ ). Наибольшим средним уровнем HbA<sub>1c</sub> и общего билирубина обладали носители генотипа Thr/Thr ( $p < 0,05$ ).

**Заключение.** Высокая распространенность негативного аллеля Thr среди якутской популяции, вероятно, связана с условиями жизни на Севере, а также с традиционным типом питания.

**Ключевые слова:** *FABP2*, rs1799883, якуты, сахарный диабет 2-го типа

**Для цитирования:** Сыдыкова Л.А., Павлова Н.И., Бочуров А.А., Алексеев В.А., Крылов А.В., Куртанов Х.А., Шестакова М.В. Полиморфизм Ala54Thr гена переносчика жирных кислот (*FABP2*) у пациентов с сахарным диабетом 2-го типа в Якутии. Терапевтический архив. 2023;95(10):845-849. DOI: 10.26442/00403660.2023.10.202427

© ООО «КОНСИЛИУМ МЕДИКУМ», 2023 г.

## Введение

Сахарный диабет 2-го типа (СД 2) имеет высокую распространенность, заболеваемость и смертность, также диабет является сильным фактором риска неблагоприятных исходов COVID-19. Люди с диабетом и уровнем гликированного гемоглобина (HbA<sub>1c</sub>) выше или равным 7% были на 35–40% более склонны к тяжелым заболеваниям, включая госпитализацию, в случае заражения COVID-19 [1]. По оценкам Международной диабетической федерации, в 2021 г. 536,6 млн человек страдают СД, и, по прогнозам, это число увеличится на 46%, достигнув 783,2 млн к 2045 г. [2]. За последние 20 лет в России наблюдается рост заболеваемости СД 2. Так, если на 1 января 2001 г. заболеваемость СД 2 составляла 126,0 на 100 тыс. взрослого населения [3], то на 1 января 2021 г. она составила 3022,1 на 100 тыс. населения [4]. Как показали предыдущие оценки Международной диабетической федерации и другие исследования, примерно 50% всех людей с диабетом не знают о своем заболевании [5].

Раннее выявление СД 2 или предрасположенности к нему позволит принять превентивные меры.

СД 2 является гетерогенным заболеванием, развивающимся в результате комбинации генетических и приобретенных факторов [6]. Полногеномные ассоциативные исследования (GWAS) идентифицировали по крайней мере 50–52 генетических локуса, надежно связанных с СД 2 [7]. Среди многих генов-кандидатов на диабет есть ген кишечного белка, связывающего жирные кислоты (*FABP2*). Наиболее широко изученным полиморфизмом является замена аланин54тренинина (Ala54Thr) в кодоне 54 экзона 2, возникающая в результате замены нуклеотидов G на A и влияющая на первичную структуру белка. Эта замена влияет на способность белка транспортировать пищевые жирные кислоты, что может повышать уровень насыщенных жирных кислот в сыровотке, что, в свою очередь, влияет на резистентность к инсулину. Среди внешних факторов ключевыми являются несоответствующая диета и отсутствие физической активности. У якутов издревле основ-

## Информация об авторах / Information about the authors

✉ **Сыдыкова Любовь Ахмедовна** – канд. мед. наук, зам. дир. Медицинского института по клинической работе, зав. каф. пропедевтической и факультетской терапии с эндокринологией и лечебной физкультуры ФГАОУ ВО «СВФУ им. М.К. Аммосова». E-mail: Sydlub@mail.ru; ORCID: 0000-0002-8377-7012

**Павлова Надежда Ивановна** – канд. биол. наук, вед. науч. сотр., рук. лаб. наследственной патологии отд. молекулярной генетики ФГБНУ ЯНЦ КМП. ORCID: 0000-0001-7862-1876

**Бочуров Алексей Алексеевич** – мл. науч. сотр. лаб. наследственной патологии отд. молекулярной генетики ФГБНУ ЯНЦ КМП. ORCID: 0009-0008-5414-4102

✉ **Liubov A. Sydykova.** E-mail: Sydlub@mail.ru; ORCID: 0000-0002-8377-7012

**Nadezhda I. Pavlova.** ORCID: 0000-0001-7862-1876

**Alexey A. Bochurov.** ORCID: 0009-0008-5414-4102

## Ala54Thr polymorphism of the fatty acid transporter gene (*FABP2*) in patients with type 2 diabetes mellitus in Yakutia

Liubov A. Sydykova<sup>✉1</sup>, Nadezhda I. Pavlova<sup>2</sup>, Alexey A. Bochurov<sup>2</sup>, Vladislav A. Alekseev<sup>2</sup>, Alexey V. Krylov<sup>2</sup>, Khariton A. Kurtanov<sup>1</sup>, Marina V. Shestakova<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Ammosov North-Eastern Federal University, Yakutsk, Russia;

<sup>2</sup>Yakut Science Center of Complex Medical Problems, Yakutsk, Russia;

<sup>3</sup>National Medical Research Center for Endocrinology, Moscow, Russia

### Abstract

**Aim.** To study the contribution of the Ala54Thr genetic polymorphism of the *FABP2* gene to the risk of developing type 2 diabetes mellitus among the Yakut population.

**Materials and methods.** The study included participants who filled out a questionnaire approved by the Local Committee on Biomedical Ethics at the Yakut Science Centre of complex medical problems and voluntarily signed an informed consent to conduct a genetic study. The sample consisted of 181 patients of the endocrinological department of the Republican Hospital No. 2 of the State Budgetary Institution "Center for Emergency Medical Care" with a diagnosis of type 2 diabetes. The comparison group was a sample of 336 volunteers without chronic diseases of the Yakut ethnicity. For molecular genetic analysis, genomic DNA samples were isolated from whole blood. Single nucleotide polymorphism was determined by polymerase chain reaction followed by analysis of restriction fragment length polymorphism.

**Results.** Study showed that polymorphism in the *FABP2* gene has an impact on anthropometric parameters and blood biochemical parameters. The risk of developing type 2 diabetes was 1.7 times higher in carriers of the Ala/Thr genotype (odds ratio 1.755, 95% confidence interval – 1.212–2.542;  $p < 0.005$ ) compared with carriers of other genotypes. When comparing the average biochemical values, the levels of aspartate transaminase, alanine aminotransferase, glucose and total bilirubin in homozygous carriers of the Ala/Ala genotype were significantly lower than in carriers of other genotypes ( $p < 0.05$ ). Carriers of the heterozygous Ala/Thr genotype ( $p < 0.05$ ) had the highest level in terms of aspartate aminotransferase and alanine aminotransferase. The highest indicator of the average level of HbA<sub>1c</sub> and an indicator of total bilirubin were carriers of the Thr/Thr genotype ( $p < 0.05$ ).

**Conclusion.** The high prevalence of the negative Thr allele among the Yakut population is probably associated with living conditions in the North, as well as in the traditional type of diet.

**Keywords:** *FABP2*, rs1799883, Yakuts, type 2 diabetes mellitus

**For citation:** Sydykova LA, Pavlova NI, Bochurov AA, Alekseev VA, Krylov AV, Kurtanov KhA, Shestakova MV. Ala54Thr polymorphism of the fatty acid transporter gene (*FABP2*) in patients with type 2 diabetes mellitus in Yakutia. *Terapevticheskii Arkhiv (Ter. Arkh.)*. 2023;95(10):845-849. DOI: 10.26442/00403660.2023.10.202427

ной рацион составляли мясные и молочные продукты, в обычные дни потреблялись большей частью сосновая заболонь, разные супы, тар, мясные и рыбные блюда, молочные продукты [8]. Животные жиры, имеющие высокую биологическую эффективность, отличаются наименьшим содержанием насыщенных жирных кислот и наибольшим количеством моно- и полиненасыщенных жирных кислот (ПНЖК). С развитием индустриализации у коренных жителей Севера произошла смена типа питания от привычного белково-липидного на углеводно-липидный, что повлекло рост заболеваний, обусловленных нарушением обмена веществ [9].

**Цель исследования** – изучить вклад генетического полиморфизма Ala54Thr гена *FABP2* в риск развития СД 2 среди популяции якутов.

### Материалы и методы

В исследовании использовали образцы ДНК из ранее собранных коллекций биоматериала ФГБНУ ЯНЦ КМП УНУ «Геном Якутии» (рег. №USU\_507512). Выборка со-

стояла из 181 пациента эндокринологического отделения ГБУ «Республиканская больница №2 – Центр экстренной медицинской помощи» (клиническая база Медицинского института ФГАОУ ВО «СВФУ им. М.К. Аммосова») с диагнозом СД 2. В выборку вошли мужчины ( $n=63$ ) и женщины ( $n=118$ ), средний возраст  $59,1 \pm 0,06$  года. В контрольную выборку для сравнения вошли 336 добровольцев без хронических заболеваний (219 мужчин и 117 женщин) якутской этнической принадлежности, средний возраст которых  $47,4 \pm 0,06$  лет. Все участники исследования заполнили анкету с клинико-генетической характеристикой и информированное согласие на проведение исследования. Исследование было одобрено локальным комитетом по биомедицинской этике при ФГБНУ ЯНЦ КМП. Сформировали три группы обследуемых лиц: группа пациентов с СД 2 ( $n=181$ ), группа «здоровые с нормальным индексом массы тела (ИМТ)» ( $n=152$ ) и группа «здоровые с ожирением» ( $n=184$ ). ИМТ рассчитывали путем деления веса (кг) на квадрат роста ( $m^2$ ). В соответствии с рекомендациями Всемирной

### Информация об авторах / Information about the authors

**Алексеев Владислав Амирович** – мл. науч. сотр. Арктического мед. центра ФГБНУ ЯНЦ КМП. ORCID: 0000-0001-6751-6210

**Vladislav A. Alekseev.** ORCID: 0000-0001-6751-6210

**Крылов Алексей Васильевич** – мл. науч. сотр. лаб. наследственной патологии отд. молекулярной генетики ФГБНУ ЯНЦ КМП. ORCID: 0009-0005-5977-5518

**Alexey V. Krylov.** ORCID: 0009-0005-5977-5518

**Куртанов Харитон Алексеевич** – канд. мед. наук, науч. сотр. лаб. мед. биотехнологий ФГАОУ ВО «СВФУ им. М.К. Аммосова». ORCID: 0000-0002-2841-0357

**Khariton A. Kurtanov.** ORCID: 0000-0002-2841-0357

**Шестакова Марина Владимировна** – акад. РАН, д-р мед. наук, проф., дир. Института диабета, зам. дир. ФГБУ «НМИЦ эндокринологии». ORCID: 0000-0003-3893-9972

**Marina V. Shestakova.** ORCID: 0000-0003-3893-9972

организации здравоохранения ожирение диагностировалось при ИМТ больше 30 кг/м<sup>2</sup>, в норме считались показателями от 18,0 до 24,9 кг/м<sup>2</sup>.

Экстракция ДНК из образцов замороженной цельной крови проведена с помощью набора Newteryx (г. Якутск, Россия). Концентрацию и качество выделенной ДНК измеряли на спектрофотометре NanoPhotometer® производства Implen (Германия). Генотипирование проводили с использованием метода классической полимеразной цепной реакции с анализом полиморфизма длин рестриционных фрагментов (ПДРФ) [10]. Детекцию ПДРФ продуктов проводили с помощью горизонтального электрофореза в пластине 4% агарозного геля, окрашенного бромистым этидием, с использованием стандартного трис-ацетатного буфера при 120 В в течение 45 мин. Визуализацию рестриционных продуктов проводили в ультрафиолетовых лучах с использованием гель-документирующей системы (Vilber Lourmat, Франция); **рис. 1**.

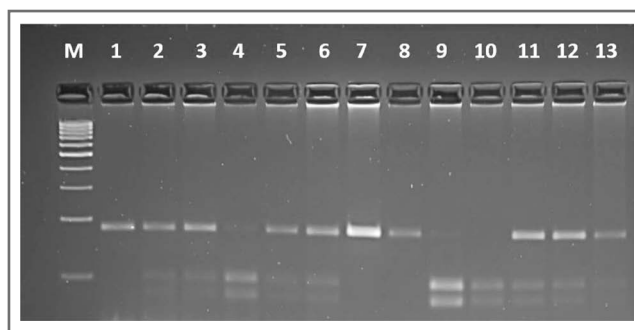
Соответствие распределения частот генотипов равновесию Харди-Вайнберга рассчитано с помощью программы Office Microsoft Excel 2010. Различия в распределении частот аллелей и генотипов у пациентов и контрольной группы проанализированы с помощью критерия Пирсона  $\chi^2$  с поправкой Йейтса. Сила ассоциаций между аллельными вариантами изученных локусов и СД 2 оценивали с использованием отношений шансов (ОШ) с 95% доверительными интервалами (ДИ). Клинико-лабораторные характеристики пациентов с СД 2 в зависимости от генотипа сравнивали с помощью t-критерия Стьюдента. Результаты считались значимыми при  $p < 0,05$ .

## Результаты

Результаты генотипического распределения полиморфизма Ala54Thr гена *FABP2* и частоты аллелей Ala и Thr у пациентов и контрольной группы представлены в **табл. 1**.

Генотипирование полиморфизма Ala54Thr в гене *FABP2* показало, что аллельная частота аллеля Thr составила 0,503 у больных и 0,573 у здоровой выборки, что, в свою очередь, не совпадает с частотой, наблюдаемой в популяциях в мире (Thr=0,25) [11]. В исследовании аллель Thr показал небольшое протективное действие по отношению к СД 2 (ОШ 0,75, 95% ДИ 0,58–0,97;  $p=0,04$ ), что, возможно, вызвано высокой частотой встречаемости носителей генотипа Thr/Thr среди здоровых людей.

При сравнении группы СД 2 и группы здоровых по частотам генотипов полиморфизма rs1799883 гена *FABP2*



**Рис. 1.** Электрофореграмма участка гена *FABP2* в 4% агарозном геле после ПДРФ.

*Примечание.* М – маркер Step 100; 1, 7, 8, 13 – генотип Thr/Thr (180 п.н.); 2, 3, 5, 6, 11, 12 – генотип Ala/Thr (180, 99, 81 п.н.); 4, 9, 10 – генотип Ala/Ala (99, 81 п.н.).

**Fig. 1.** Electrophoregram of *FABP2* gene site in 4% agarose gel after Restriction fragment length polymorphism.

найлены статистически значимые различия ( $p < 0,05$ ). Риск развития СД 2 в 1,7 раза был выше у носителей генотипа Ala/Thr (ОШ 1,755, 95% ДИ 1,212–2,542;  $p < 0,005$ ) по сравнению с носителями других генотипов.

Средние антропометрические показатели и биохимические показатели крови в зависимости от генотипа представлены в **табл. 2**.

При сравнении средних антропометрических величин по значению t-критерия Стьюдента наибольшим показателем ИМТ обладали носители гетерозиготного генотипа Ala/Thr ( $p < 0,05$ ). При сравнении средних биохимических величин показатели уровня аспаратаминотрансферазы (АСТ), аланинаминотрансферазы (АЛТ), глюкозы и общего билирубина у гомозиготных носителей генотипа Ala/Ala были достоверно ниже, чем у носителей других генотипов ( $p < 0,05$ ). Наиболее высоким уровнем по показателям АСТ и АЛТ обладали носители гетерозиготного генотипа Ala/Thr ( $p < 0,05$ ). Наибольшим показателем среднего уровня HbA<sub>1c</sub> и показателем общего билирубина были носители генотипа Thr/Thr ( $p < 0,05$ ).

## Обсуждение

Установлено, что экспрессия *FABP2* может зависеть от соблюдения определенной диеты. Лицам с генотипами Ala54/Thr54 и Thr54/Thr54 показана диета с высоким содер-

**Таблица 1.** Частоты распределения аллелей и генотипов Ala54Thr с показателем ОШ

**Table 1.** Allele and genotype distribution frequencies of Ala54Thr with Odds ratio

№	Выборка	n	Thr	Ala	Thr/Thr	Ala/Thr	Ala/Ala	ОШ (ДИ 95%)	p
1	Здоровые	336	0,573	0,427	40,8 (137)	33,0 (111)	26,2 (88)	0,754 (0,583–0,974)	0,04
2	СД 2	181	0,503	0,497	27,1 (49)	46,4 (84)	26,5 (48)		
3	Здоровые мужчины	219	0,584	0,416	43,4 (95)	30,1 (66)	26,5 (58)	0,711 (0,478–1,058)	0,11
4	СД 2, мужчины	63	0,500	0,500	23,8 (15)	52,4 (33)	23,8 (15)		
5	Здоровые женщины	117	0,551	0,449	35,9 (42)	38,5 (45)	25,6 (30)	0,828 (0,576–1,190)	0,35
6	СД 2, женщины	118	0,504	0,496	28,8 (34)	43,2 (51)	28,0 (33)		
7	СД 2	181	0,503	0,497	27,1 (49)	46,4 (84)	26,5 (48)	0,687 (0,505–0,935)	0,02
8	Здоровые с нормальным ИМТ	152	0,595	0,405	45,4 (69)	28,3 (43)	26,3 (40)		
9	СД 2	181	0,503	0,497	27,1 (49)	46,4 (84)	26,5 (48)	0,813 (0,608–1,087)	0,186
10	Здоровые с ожирением	184	0,554	0,446	37,0 (68)	37,0 (68)	26,1 (48)		

**Таблица 2. Клинико-лабораторные характеристики в зависимости от генотипа Ala54Thr гена FABP2 у пациентов с СД 2 (n=181)****Table 2. Clinical-laboratory characteristics depending on the genotype Ala54Thr gene FABP2 in patients with type 2 diabetes mellitus (n=181)**

Показатель	Генотип		
	Thr/Thr	Ala/Thr	Ala/Ala
Число пациентов	49	84	48
ИМТ, кг/м <sup>2</sup>	31,11±0,200	32,11±0,109	31,45±0,133
Талия, см	101,64±2,188	98,30±2,679	102,07±3,504
Бедра, см	103,45±2,773	102,87±3,249	105±3,242
Пол женский/мужской	34/15	51/33	33/15
Холестерин, ммоль/л	5,13±0,175	5,26±0,123	5,23±0,126
Триглицериды, ммоль/л	1,82±0,061	1,92±0,126	1,62±0,188
ЛПВП, ммоль/л	1,44±0,118	1,29±0,110	1,38±0,161
ЛПНП, ммоль/л	2,88±0,143	3,08±0,142	2,81±0,23
АСТ	21,38±0,126	23,71±0,071	19,12±0,157
АЛТ	24,61±0,169	26,89±0,083	22,53±0,152
НбА <sub>1с</sub>	8,58±0,182	8,03±0,139	7,97±0,156
Общий билирубин	11,89±0,122	10,94±0,099	10,5±0,184
Глюкоза, ммоль/л	9,41±0,208	8,67±0,114	8,11±0,172

Примечание. ЛПВП – липопротеины высокой плотности, ЛПНП – липопротеины низкой плотности.

жанием ПНЖК [12]. Одним из традиционных мясных блюд у якутов является жеребятина, в жире которой отмечается высокое содержание ПНЖК [13]. Как отмечает в своих исследованиях М. Слободчикова и соавт. (2018 г.), в жире якутской лошади по сравнению с оленьим и свиным жиром довольно высокое содержание ПНЖК семейства  $\omega$ -6, концентрация которых составляет от 15,49 до 21,07% от суммы жирных кислот. При этом авторы установили, что из всех образцов жира только внутренний жир якутской лошади имеет наибольшую концентрацию  $\alpha$ -линоленовой (ПНЖК семейства  $\omega$ -3) кислоты – 3,7–3,87% [14]. По данным А. Абрамова и соавт. (2018 г.), жиры филе пресноводных рыб рек Якутии обладают хорошей биологической ценностью за счет низкого содержания насыщенных жирных кислот и высокого содержания мононенасыщенных жирных кислот и ПНЖК [15]. Э. Насибулина и соавт. (2013 г.) полагают, что аллель Thr благоприятствует проявлению выносливости [16]. Следовательно, можно предположить, что высокая частота встречаемости данного аллеля является следствием адаптации к условиям жизни в Якутии, а также специфической диеты с высоким содержанием ПНЖК.

### Заключение

Таким образом, аллель Thr не связан с повышенным риском развития СД 2 у якутов (ОШ 0,75, 95% ДИ 0,58–0,97;  $p=0,04$ ). В то же время носительство аллеля Thr у больных СД 2 влияет на антропометрические и биохимические показатели крови в сторону повышения показателей. Высокая распространенность негативного аллеля Thr среди якутской популяции, вероятно, – следствие традиционного типа питания якутов и адаптации к холоду.

**Раскрытие интересов.** Авторы декларируют отсутствие явных и потенциальных конфликтов интересов, связанных с публикацией настоящей статьи.

**Disclosure of interest.** The authors declare that they have no competing interests.

**Вклад авторов.** Авторы декларируют соответствие своего авторства международным критериям ICMJE. Все авторы в равной степени участвовали в подготовке публикации: разработка концепции статьи, получение и анализ фактических данных, написание и редактирование текста статьи, проверка и утверждение текста статьи.

**Authors' contribution.** The authors declare the compliance of their authorship according to the international ICMJE criteria. All authors made a substantial contribution to the conception of the work, acquisition, analysis, interpretation of data for the work, drafting and revising the work, final approval of the version to be published and agree to be accountable for all aspects of the work.

**Источник финансирования.** Авторы декларируют отсутствие внешнего финансирования для проведения исследования и публикации статьи.

**Funding source.** The authors declare that there is no external funding for the exploration and analysis work.

**Информированное согласие на публикацию.** Пациенты подписали форму добровольного информированного согласия на публикацию медицинской информации.

**Consent for publication.** Written consent was obtained from the patients for publication of relevant medical information and all of accompanying images within the manuscript.

**Соответствие принципам этики.** Протокол исследования был одобрен локальным комитетом по биомедицинской этике при ФГБНУ ЯНЦ КМП (протокол №58 от 11.07.2023). Одобрение и процедуру проведения протокола получали по принципам Хельсинкской конвенции.

**Ethics approval.** The study was approved by the Local Committee on Biomedical Ethics at the Yakut Science Centre of complex medical problems (No. 58 & dated 11.07.2023). The approval and procedure for the protocol were obtained in accordance with the principles of the Helsinki Convention.

## Список сокращений

АЛТ – аланинаминотрансфераза  
 АСТ – аспартатаминотрансфераза  
 ДИ – доверительный интервал  
 ИМТ – индекс массы тела  
 ОШ – отношение шансов

ПДРФ – полиморфизм длин рестрикционных фрагментов  
 ПНЖК – полиненасыщенные жирные кислоты  
 СД 2 – сахарный диабет 2-го типа  
 HbA<sub>1c</sub> – гликированный гемоглобин

## ЛИТЕРАТУРА/REFERENCES

1. Yoroidaka A, Kurita S, Kita T. HbA<sub>1c</sub> measurement may save COVID-19 inpatients from overlooked diabetes. *J Diabetes Invest.* 2022;13(11):1925-33. DOI:10.1111/jdi.13869
2. International diabetes federation Diabetes Atlas, 10th edition, 2021. Available at: <https://diabetesatlas.org/atlas/tenth-edition/> Accessed: 02.11.2023.
3. Сунцов Ю.И., Кудрякова С.В., Болотская Л.Л. Значение Государственного регистра больных сахарным диабетом в развитии диabetологической службы. *Сахарный диабет.* 2002;5(1):28-33 [Suntsov YuI, Kudryakova SV, Bolotskaya LL. Znachenie Gosudarstvennogo registra bol'nykh sakharnym diabetom v razvitiy diabetologicheskoy sluzhby. *Diabetes Mellitus.* 2002;5(1):28-33 (in Russian)]. DOI:10.14341/2072-0351-5850
4. Дедов И.И., Шестакова М.В., Викулова О.К., и др. Эпидемиологические характеристики сахарного диабета в Российской Федерации: клинико-статистический анализ по данным регистра сахарного диабета на 01.01.2021. *Сахарный диабет.* 2021;24(3):204-21 [Dedov II, Shestakova MV, Vikulova OK, et al. Epidemiological characteristics of diabetes mellitus in the Russian Federation: clinical and statistical analysis according to the Federal diabetes register data of 01.01.2021. *Diabetes Mellitus.* 2021;24(3):204-21 (in Russian)]. DOI:10.14341/DM12759
5. Ogurtsova K, Guariguata L, Barengo NC, et al. IDF diabetes Atlas: Global estimates of undiagnosed diabetes in adults for 2021. *Diabetes Res Clin Pract.* 2022;183:109118. DOI:10.1016/j.diabres.2021.109118
6. Ширинкина А.С., Максимов А.Ю. Генетические факторы предрасположенности к сахарному диабету 2-го типа. *Вестник Пермского федерального исследовательского центра.* 2020;(2):66-74 [Shirinkina AS, Maksimov AYU. Genetic predisposition factors for type 2 diabetes. *Perm Federal Research Center Journal.* 2020;2:66-74 (in Russian)]. DOI:10.7242/2658-705X/2020.2.7
7. Alharbi KK, Khan IA, Bazzi MD, et al. A54T polymorphism in the fatty acid binding protein 2 studies in a Saudi population with type 2 diabetes mellitus. *Lipids Health Dis.* 2014;13:61. DOI:10.1186/1476-511X-13-61
8. Илларионов В.В., Илларионова Т.В. Якутская национальная кухня: традиции и современность. *Manuscript.* 2019;12(12):115-9 [Illarionov VV, Illarionova TV. Yakut national cuisine: traditions and modernity. *Manuscript.* 2019;12(12):115-9 (in Russian)]. DOI:10.30853/manuscript.2019.12.21
9. Бойко Н.Н. Разбудить «внутреннего врача». М.: Родная страна, 2011 [Boiko N.N. Razbudit' «vnutrennego vracha». Moscow: Rodnaia strana, 2011 (in Russian)].
10. Павлова Н.И., Крылов А.В., Алексеев В.А., Бочуров А.А. Ассоциация полиморфизма Ala54Thr гена FABP2 с ожирением в популяции якутов. *Современные проблемы науки и образования.* 2023;(2):67 [Pavlova NI, Krylov AV, Alekseev VA, Bochurov AA. Association of FABP2 gene Ala54Thr polymorphism with obesity in the Yakut population. *Modern Problems of Science and Education.* 2023;(2):67 (in Russian)]. DOI:10.17513/spno.32482
11. Ensembl. Genome browser. Available at: [https://feb2023.archive.ensembl.org/Homo\\_sapiens/Variation/Population?db=core;r=4:119320247-119321247;v=rs1799883;vdb=variation;vf=91279531](https://feb2023.archive.ensembl.org/Homo_sapiens/Variation/Population?db=core;r=4:119320247-119321247;v=rs1799883;vdb=variation;vf=91279531). Accessed: 02.11.2023.
12. Мисникова И.В. Роль нутригеномики в коррекции метаболических нарушений. *Альманах клинической медицины.* 2015;1(1):42-5 [Misnikova IV. The role of nutrigenomics in the correction of metabolic disorders. *Almanac of Clinical Medicine.* 2015;1(1):42-5 (in Russian)]. DOI:10.18786/2072-0505-2015-1-42-45
13. Слободчикова М.Н., Иванов Р.В., Васильева В.Т. Жир лошади якутской породы лошади – перспективное сырье для производства продуктов питания функционального назначения. Арктика XXI век. *Гуманитарные науки.* 2019;(1):36-47 [Slobodchikova MN, Ivanov RV, Vasilyeva VT. The fat horses of the yakut breed of horses is a promising raw material for the production of food products of functional purpose. Arctic XXI century. *Humanities.* 2019;(1):36-47 (in Russian)].
14. Слободчикова М.Н., Васильева В.Т., Иванов Р.В., Лебедева У.М. Новые аспекты безотходного использования вторичного сырья коневодства в Якутии. *Вопросы питания.* 2018;87(4):87-92 [Slobodchikova MN, Vasilyeva VT, Ivanov RV, Lebedeva UM. New aspects of non-waste use of secondary raw materials of horse breeding in Yakutia. *Vopr Pitan.* 2018;87(4):87-92 (in Russian)]. DOI:10.24411/0042-8833-2018-10046
15. Абрамов А.Ф., Салова Т.А., Степанов К.М., и др. Пищевая и биологическая ценность пресноводных рыб рек Якутии. Под ред. М.П. Неустроева. Новосибирск: СибАК, 2018 [Abramov AF, Salova TA, Stepanov KM, et al. Pishchevaia i biologicheskaiia tseinnost' presnovodnykh ryb rek Yakutii. Pod red. MP Neustroeva. Novosibirsk: SibAK, 2018 (in Russian)].
16. Насибулина Э.С., Борисова А.В., Ахметов И.И. Изучение ассоциации полиморфизма Ala54Thr гена FABP2 с риском развития ожирения, жировой массой тела и физической активностью. *Вопросы питания.* 2013;82(5):23-8 [Nasibulina ES, Borisova AV, Akhmetov II. Study on association of FABP2 gene Ala54Thr polymorphism with risk of obesity, body fat mass and physical activity. *Vopr Pitan.* 2013;82(5):23-8 (in Russian)]. PMID:24640155

Статья поступила в редакцию / The article received: 13.07.2023



OMNIDOCTOR.RU