

<https://doi.org/10.34883/PI.2023.14.2.001>
УДК 616.89-008.441.44:[159.922+577.2]-004.85



Давидовский С.В.

Белорусская медицинская академия последипломного образования, Минск,
Беларусь

Опыт использования метода машинного обучения при оценке значимости социально-психологических и молекулярно-генетических факторов, ассоциированных с суицидальным поведением

Конфликт интересов: не заявлен.

Подана: 14.04.2023

Принята: 18.05.2023

Контакты: davidouski@yandex.by

Резюме

Введение. В настоящее время показано, что использование машинного обучения позволяет значительно улучшить прогнозирование вероятности совершения суицида по сравнению с методами, основанными на классических статистических подходах.

Цель исследования. Изучить социально-психологические и молекулярно-генетические факторы, ассоциированные с риском суицидального поведения, используя методы машинного обучения.

Материалы и методы. В исследовании приняли участие 299 человек в возрасте от 18 до 75 лет. Группа исследования состояла из лиц, совершивших самоповреждения различными способами, лиц, находящихся в состоянии расстройства адаптации и суицидальных попыток не совершавших, и молодых людей в возрасте 18–27 лет, у которых на момент обследования психические расстройства отсутствовали, суицидальные попытки эти лица ранее не совершали.

В процессе проведения анализа оценивались социальный статус (образование, доход, наличие работы, семейный статус, особенности воспитания), индивидуальные особенности (личностный опросник Г. Айзенка, тест-опросник Г. Шмишека – К. Леонгарда) и частота встречаемости генотипов и аллелей генов HTR1, BDNF, COMT, SKA 2. При оценке полученных данных использовались следующие алгоритмы: метод несущих векторов (SVC ROC), метод случайного леса (RandomForest ROC), метод ближайших соседей (KNeighborsClassifier ROC), перцепционный анализ (LogisticRegression ROC) из библиотеки программирования Python.

Результаты и обсуждение. Статистическая значимость получена для 4 предикторов: наличие высшего образования, отсутствие наказаний в детстве, наличие генотипа HTR1A G/G и черта характера «демонстративность».

Выводы. 1. Наличие высшего образования и отсутствие наказаний в детском возрасте уменьшают вероятность попадания в группу суицидального риска. 2. Важно наличие не только генетической предрасположенности, которая зависит от пола, но и черт характера, обуславливающих нахождение человека в состоянии хронического

стресса. 3. Использование машинного обучения позволяет критически оценить установившиеся представления о факторах суицидального риска и разработать новые подходы к профилактике суицидального поведения.

Ключевые слова: машинное обучение, прогнозирование, суицид, ген HTR1A

Davidouski S.

Belarusian Medical Academy of Postgraduate Education, Minsk, Belarus

Using Machine Learning Method in Assessing the Significance of Socio-Psychological and Molecular-Genetic Factors Associated with Suicidal Behavior

Conflict of interest: nothing to declare.

Submitted: 14.04.2023

Accepted: 15.05.2023

Contacts: davidouski@yandex.by

Abstract

Introduction. The use of machine learning can significantly improve the prediction of the probability of committing suicide, compared with methods based on classical statistical approaches.

Purpose. To study the socio-psychological and molecular genetic factors of suicidal risk using machine learning methods.

Materials and methods. The study involved 299 people aged 18 to 75 years. The study group consisted of people who committed self-harm in various ways, people who were in a state of adjustment disorder and did not make suicidal attempts, and young people aged 18–27 who had no mental disorders at had not previously committed suicide attempts. In the course of the analysis, social status (education, income, employment, marital status, upbringing characteristics), individual characteristics (G. Eysenck's personality questionnaire; G. Schmishek – K. Leonhard's test questionnaire) and the frequency of occurrence of genotypes and alleles of the HTR1 genes were assessed BDNF, COMT, SKA 2. When evaluating the obtained data, the following algorithms were used: SVC ROC; RandomForest ROC; KNeighborsClassifier ROC; LogisticRegression ROC from Python programming library.

Results and discussion. Statistical significance was obtained for 4 predictors: the presence of higher education, the absence of punishment in childhood, the presence of the HTR1A G/G genotype, and the level of demonstrativeness.

Conclusions. 1. The presence of higher education and the absence of punishment in childhood is a factor in the prediction of suicides. 2. It is important to have not only a genetic predisposition, but also character traits, causing a person to be in a state of chronic stress. 3. The use of machine learning makes it possible to critically evaluate established ideas about suicidal risk factors and develop new approaches to the prevention of suicidal behavior.

Keywords: machine learning, suicidal behavior, suicide, gene HTR1A

■ ВВЕДЕНИЕ

Машинное обучение в широком смысле является одним из методов искусственного интеллекта, который автоматически определяет параметры для достижения оптимального решения задачи. В отличие от традиционных статистических методов, подходы, основанные на использовании машинного обучения, позволяют одновременно учитывать многочисленные факторы и их сложные взаимодействия [1, 2]. Это подразумевает поиск неких новых закономерностей в имеющихся доступных массивах информации с использованием машинного обучения. Нахождение ранее неизвестных закономерностей, имеющих практическую ценность, может использоваться при построении инструментов определения суицидального риска [2, 3]. Недавний метаанализ показал, что новые исследования в области машинного обучения привели к значительному улучшению прогнозирования результатов, связанных с самоубийством, по сравнению с предыдущими исследованиями с использованием меньших выборок и классических статистических подходов [1].

Так стало возможным определение «временного критерия» при оценке критериев суицидального риска. Установлено, что наличие аффективного расстройства является фактором, актуальным на протяжении длительного периода времени, тогда как назначение и прием фармакотерапии, госпитализация являются актуальными для оценки риска суицидальных действий в ближайшее время [4].

В рамках настоящего исследования с использованием методов машинного обучения были проанализированы социально-психологические данные лиц, совершивших суицидальную попытку, и частота встречаемости генотипов и аллелей генов HTR1, BDNF, COMT, SKA 2, в той или иной степени ассоциированных с риском совершения суицида. Исследование проводилось в рамках научно-исследовательской работы «Разработать критерии риска суицидального поведения у лиц призывного возраста на основе анализа социально-психологических факторов и выявления генетических маркеров» (2020–2021 гг.) (государственная регистрация № 20200577) Государственной программы научных исследований «Фундаментальные и прикладные науки – медицине» на 2016–2020 годы и научно-исследовательской работы «Разработать метод диагностики преднамеренного самоповреждения на основе комплексного анализа социально-психологических факторов и молекулярно-биологических маркеров» Государственной научно-технической программы Республики Беларусь «Новые методы оказания медицинской помощи», подпрограмма «Внутренние болезни», 2016–2020 годы (государственная регистрация № 20201167).

■ ЦЕЛЬ ИССЛЕДОВАНИЯ

Изучить социально-психологические и молекулярно-генетические факторы суицидального риска с использованием методов машинного обучения.

■ МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

В исследовании участвовали 299 человек в возрасте от 18 до 75 лет включительно. В исследовании приняли участие:

- лица, совершившие суицидальные попытки с использованием различных способов самоповреждения (144 человека, из них 50 женщин и 94 мужчины);
- лица, находящиеся в состоянии расстройства адаптации и суицидальных попыток не совершавшие (40 человек, из них 30 мужчин и 10 женщин);

- молодые люди в возрасте 18–27 лет, у которых были исключены психические расстройства и которые ранее суицидальных попыток не совершали (115 человек).
Критерии включения в исследование: возраст 18–75 лет, отсутствие интеллектуальной недостаточности, способность понимать заданные вопросы, наличие письменного согласия. Критерии исключения: наличие тяжелых соматических заболеваний, наличие острой психотической симптоматики (бреда и галлюцинаций).

Оценивались социальный статус испытуемых (пол, возраст, образование, наличие работы, уровень дохода, особенности воспитания (полная или неполная семья)), наличие наказаний в детстве и их выраженность. Индивидуальные и характерологические особенности определялись с использованием личностного опросника Г. Айзенка и теста-опросника Г. Шмишека – К. Леонгарда. Использование личностного опросника Г. Айзенка позволило исключить из исследования лиц, предоставляющих недостоверные сведения (при наличии по шкале «ЛЖИ» 5 и более баллов полученные данные не учитывались). Выраженность мотивации к совершению процедуры оценивалась по 10-балльной аналоговой шкале [5].

Исследования базировались на принципах, изложенных в Хельсинкской декларации Всемирной медицинской ассоциации «Этические принципы медицинских исследований с участием человека в качестве объекта исследования». Пациенты включались в исследование после получения письменного согласия, форма информированного согласия была утверждена на заседании комитета по этике государственного учреждения «Республиканский научно-практический центр психического здоровья» от 24.09.2019 № 3 и комитета по этике государственного учреждения образования «Белорусская медицинская академия последипломного образования» от 13.06.2017 № 2.

Выделение ДНК проводилось с помощью набора NucleoSpin Blood (Macherey-Nagel, Germany) согласно протоколу фирмы-изготовителя. Каждый образец ДНК пациентов анализировался на соответствующий полиморфизм методом аллельной дискриминации с использованием полимеразной цепной реакции в режиме реального времени (ПЦР-PB). Исследование и анализ результатов оптических измерений были выполнены на приборах CFX 96 connect и CFX 96 Touch (Bio-Rad, USA). ПЦР-PB проводилась в конечном объеме реакционной смеси 25 мкл, содержащей 0,1 мМ дНТФ (каждого), 2 мМ MgCl₂, 500 нМ олигонуклеотидных праймеров и зондов, соответствующих полиморфизму (табл. 1), 1,25 Me Taq-ДНК-полимеразы. Все реагенты – производства ОДО «Праймтех», Беларусь. Перечень исследуемых генов и названия полиморфизмов представлены в табл. 1.

Полученные результаты обработаны с использованием классических методов математической статистики и методов машинного обучения, использовались следующие алгоритмы: метод несущих векторов (SVC ROC), метод случайного леса

Таблица 1
Исследуемые гены и полиморфные локусы (полиморфизмы)
Table 1
Investigated genes and polymorphic loci (polymorphisms)

№ п/п	Ген	Полиморфизм
1	HTR1A	rs6295 (G/C)
2	BDNF	rs6265 (G/A)
3	COMT	rs4680 (G/A)
4	SKA 2	rs7208505 (C/T)

(RandomForest ROC), метод ближайших соседей (KNeighborsClassifier ROC), переспексионный анализ (LogisticRegression ROC) из библиотеки программирования Python.

На первоначальном этапе гипотеза о наличии статистической взаимосвязи при анализе номинальных и порядковых переменных проверялась по критерию χ^2 при стандартном уровне значимости $p \leq 0,05$. В случае бинарного значения исследуемого фактора в качестве меры эффекта рассчитывались отношение шансов и его интервальная оценка (доверительный интервал). Анализ квазиколичественных переменных выполнялся с помощью непараметрических критериев Манна – Уитни и Краскела – Уоллиса соответственно для двух и трех сравниваемых групп.

■ РЕЗУЛЬТАТЫ

На 1-м этапе исследования [6, 7] анализировались социально-психологические данные и частота встречаемости генотипов и аллелей генов HTR1, BDNF, COMT, SKA 2 у 160 человек, разбитых на 3 группы:

- группу лиц, совершивших самоповреждения с использованием высоколетальных способов самоповреждения (ГЛИВСС), в количестве 40 человек (30 мужчин и 10 женщин);
- группу лиц, совершивших самоповреждения различными способами (ГЛССРС), в количестве 80 человек (40 мужчин и 40 женщин);
- в качестве группы сравнения (ГС) использована группа лиц, находящихся в состоянии расстройства адаптации, суицидальных попыток ранее не совершавших (40 человек, 30 мужчин и 10 женщин).

Все пациенты ГС имеют диагноз только из группы F43 («реакция на тяжелый стресс и нарушения адаптации»). В двух остальных группах психическая патология более разнообразна, но диагнозы из группы F43 также являются преобладающими (ГЛИВСС – 40%; ГЛССРС – 40%). Также часто в качестве основного или сопутствующего отмечались диагнозы из группы F10 (36,3% в ГЛССРС и 50,0% в ГЛИВСС). В 8 случаях (10,0%) в ГЛССРС диагностировано расстройство настроения (группа F32, 6 случаев у женщин и 2 у мужчин). В ГЛИВСС расстройство настроения диагностировано в 2 случаях (по одному у мужчин и женщин). В ГЛИВСС также отмечалось значительное число лиц с диагнозом из группы F06.

Группы суицидального риска (ГЛИВСС и ГЛССРС) отличались от ГС по семейному статусу (преобладали неженатые и незамужние: ГЛИВСС – 30%, ГЛССРС – 31,3%, ГС – 7,5%), условиям проживания (характерно проживание в одиночестве: ГЛИВСС – 35,0%, ГЛССРС – 20,0%, ГС – 12,5%), уровню образования (преобладало среднее и среднее специальное образование: ГЛИВСС – 75,0%, ГЛССРС – 76,3%, ГС – 32,5%) и типу темперамента. В группах суицидального риска преобладали флегматический (ГЛИВСС – 48,6%, ГЛССРС – 26,9%, ГС – 2,9%) и меланхолический (ГЛИВСС – 37,1%, ГЛССРС – 43,3%, ГС – 62,9%) типы темперамента. Статистически значимая связь между группами суицидального риска отмечалась по особенностям воспитания, выраженности мотивации к совершению суицида и черте характера «возбудимость». У лиц, входящих в ГЛССРС, выраженность данной черты характера соответствует понятию «акцентуация характера» и не характерна для индивидов ГЛИВСС, но при этом группы суицидального риска отличаются от ГС способностью к вытеснению («демонстративность»). Имеющиеся статистически значимые попарные различия в группах ($p \leq 0,05$) отражены в табл. 2 (выделено серым фоном).

Таблица 2
Попарные связи между группами
Table 2
Pairwise connections between groups

Показатель	ГС – ГЛССРС	ГС – ГЛИВСС	ГЛССРС – ГЛИВСС
Семейный статус	есть	есть	нет
Условия проживания	есть	есть	нет
Особенности воспитания	нет	есть	есть
Образование	есть	есть	нет
Темперамент	есть	есть	нет
Демонстративность	есть	есть	нет
Застывание	есть	нет	нет
Возбудимость	есть	есть	есть
Группа диагнозов F10	есть	есть	нет
Группа диагнозов F43	есть	есть	нет
Мотивация	есть	есть	есть

Выраженность мотивации к совершению суицида являлась сильным дифференцирующим фактором ($p=0,00$), пациенты с уровнем мотивации, близким к среднему (4–7), в основном входят в ГЛССРС (61,3%), с высоким (8 баллов и более) – в ГЛИВСС (77,5%).

Молекулярно-генетическое исследование установило, что частота встречаемости аллеля С гена HTR1A у лиц мужского пола ГЛИВСС достоверно выше по сравнению с ГЛССРС ($p=0,04$).

Были также получены достоверные различия по частоте встречаемости аллеля G гена BDNF у лиц женского пола ГЛИВСС по сравнению с лицами женского пола ГС ($p=0,04$) и ГЛССРС ($p=0,05$). В отношении генотипов и аллелей генов COMT, SKA 2 статистически значимых различий между группами исследования выявлено не было вне зависимости от пола.

На 2-м этапе исследования групп [8] сравнивались лица мужского пола, использующие высоколетальные способы самоповреждения (ГЛИВСС), с выраженной мотивацией к совершению суицида с лицами призывного возраста (ЛПВ). В группу ЛПВ

Таблица 3
Частота встречаемости генотипов и аллелей генов HTR1, BDNF, COMT, SKA 2 у лиц мужского пола ГЛИВСС, %
Table 3
The frequency of occurrence of genotypes and alleles of the HTR1, BDNF, COMT, SKA 2 genes in GLIV males, %

Показатель	HTR1A			BDNF			COMT			SKA 2		
	G/G	G/C	C/C	G/G	G/A	A/A	G/G	G/A	A/A	C/C	C/T	T/T
Генотип	13,3	53,3	33,3	67	30	3	26,7	40	33,3	16,7	50	33,3
Аллель 1	G – 40			G – 81,7			G – 46,7			C – 41,7		
Аллель 2	C – 60			A – 18,3			A – 53,3			T – 58,3		
ГЛИВСС – ГС	$\chi^2 - 0,1$ $p - 0,75$			$\chi^2 - 0,17$ $p - 0,68$			$\chi^2 - 0,0$ $p - 0,99$			$\chi^2 - 0,17$ $p - 0,68$		
ГЛИВСС – ГЛССРС	$\chi^2 - 4,08$ $p - 0,04^*$			$\chi^2 - 0,37$ $p - 0,54$			$\chi^2 - 1,7$ $p - 0,19$			$\chi^2 - 2,95$ $p - 0,09$		

Примечание: * наличие достоверных различий при $p<0,05$.

Таблица 4
Сравнение фактора «особенность воспитания» в группах исследования
Table 4
Comparison of the factor "peculiarities of education" in the study groups

Особенности воспитания	ЛПВ	ГЛИВСС
Полная семья	68,8%	64,2%
Неполная семья, сирота	31,2%	35,8%
p	0,553	

Примечание: p – показатель уровня значимости.

включались лица мужского пола в возрасте 18–27 лет, у которых на момент прохождения психиатрической экспертизы психические расстройства не диагностированы, суицидальные попытки в анамнезе отсутствовали. Анализировались социально-психологические и молекулярно-генетические факторы, ассоциированные с суицидальным поведением. Группы исследования были идентичны по показателю воспитания в неполной семье.

Статистически значимые различия между группами исследования (ЛПВ и ГЛИВСС) получены по типам темперамента «меланхолик» и «флегматик» ($p \leq 0,05$), чертам характера «возбудимость» ($p = 0,025$) и «дистимичность» ($p \leq 0,05$), что обусловлено наличием значимых различий между лицами, воспитанными в полных семьях. Установлено, что для лиц из полной семьи ГЛИВСС характерны наличие более частых наказаний в детстве ($p = 0,004$), флегматический тип темперамента ($p \leq 0,05$), более низкий уровень образования ($p = 0,004$) и нейротизма ($p = 0,002$), отсутствие акцентуации по черте характера «возбудимость» ($p = 0,049$), «дистимичность» ($p = 0,017$), «тревожность» ($p = 0,049$), «демонстративность» ($p = 0,005$) и «гипертимность» ($p = 0,016$).

При проведении молекулярно-генетических исследований анализировали частоту встречаемости генотипов и аллелей генов HTR1, BDNF, COMT, SKA 2. Статистически значимой разницы между группами исследования по частоте встречаемости данных генотипов и аллелей выявлено не было. Однако при анализе взаимосвязи типа темперамента с полиморфизмом вышеперечисленных генов получены статистически значимые различия между группами при сочетании полиморфизма HTR1A с темпераментом «флегматик» и «меланхолик» (табл. 5).

Шансы попасть в ГЛИВСС возрастали только у лиц с флегматическим типом темперамента и генотипом HTR1A C/C (табл. 6).

Это произошло за счет флегматиков с двумя другими генотипами гена HTR1A (генотипами по аллелю G), доли которых гораздо меньше и не имеют статистически значимых различий с долями таких же флегматиков в ЛПВ (табл. 6).

В последующем группа ЛПВ была объединена с предыдущими группами исследований (ГС, ГЛССРС, ГЛИВСС). На данном этапе в статистическом анализе участвовало 225 человек (182 мужчины и 43 женщины), из дальнейшего исследования исключены лица, индивидуально-психологические данные которых недостоверны, и лица, у которых молекулярно-генетические исследования не проводили, что является необходимым условием для применения метода машинного обучения. Использовались 4 алгоритма (SVC ROC; RandomForest ROC; KNeighborsClassifier ROC; LogisticRegression ROC), что позволило получить удовлетворительную прогностическую модель 3 (area >85%) алгоритмов из 4 (рис. 1).

Таблица 5
Встречаемость сочетаний типов темперамента с генотипами гена HTR1A
Table 5
The occurrence of combinations of temperament types with genotypes of the HTR1A gene

Сочетание типа темперамента с генотипом HTR1A		ЛПВ	ГЛИВСС
Количество		92	30
Меланхолик	HTR1A G/G	20,7%*	3,3%*
	HTR1A G/C	16,3%	20,0%
	HTR1A C/C	31,5%	13,3%
Сангвиник	HTR1A G/G	2,2%	
	HTR1A G/C	1,1%	
	HTR1A C/C	1,1%	
Флегматик	HTR1A G/G	2,2%	6,7%
	HTR1A G/C	4,3%	6,7%
	HTR1A C/C	8,7%*	40,0%*
Холерик	HTR1A G/G	2,2%	3,3%
	HTR1A G/C	4,3%	3,3%
	HTR1A C/C	5,4%	3,3%
Всего		100,0%	100,0%
p (χ^2)		0,013	

Примечание: * значимость на уровне $p \leq 0,05$.

Это позволило вывить следующие факторы, сопряженные с риском суицида:

- 1) дистимичность, тревожность, экзальтированность, пол, полиморфизм гена HTR1A;
- 2) особенности воспитания, нейротизм, полиморфизм генов HTR1A, BDNF;
- 3) наличие психического расстройства, особенности воспитания, полиморфизм гена BDNF.

Таким образом, была подтверждена значимость фактора «особенность воспитания» и психологических характеристик: нейротизм, тревожность и дистимичность. Как уже указывалось ранее, для лиц из полной семьи ГЛИВСС характерны наличие более частых наказаний в детстве (особенности воспитания), флегматический тип темперамента, что сочеталось с более низким уровнем нейротизма, отмечались также черты характера дистимичность и тревожность.

Таблица 6
Отношение шансов на попадание в группу суицидов в зависимости от наличия сочетания флегматического темперамента с генотипом HTR1A C/C
Table 6
The ratio of the chances of falling into GLIVS, depending on the presence of a combination of phlegmatic temperament with the HTR1A C/C genotype

Сочетание		Исход			OR	95% ДИ
		«Случай» (ГЛИВСС)	«Контроли» (ЛПВ)	Всего		
Фактор риска	Флегматик-HTR1A C/C	12	8	20	7,000	2,501–19,594
	Другое сочетание	18	84	102		
	Всего	30	92	122		

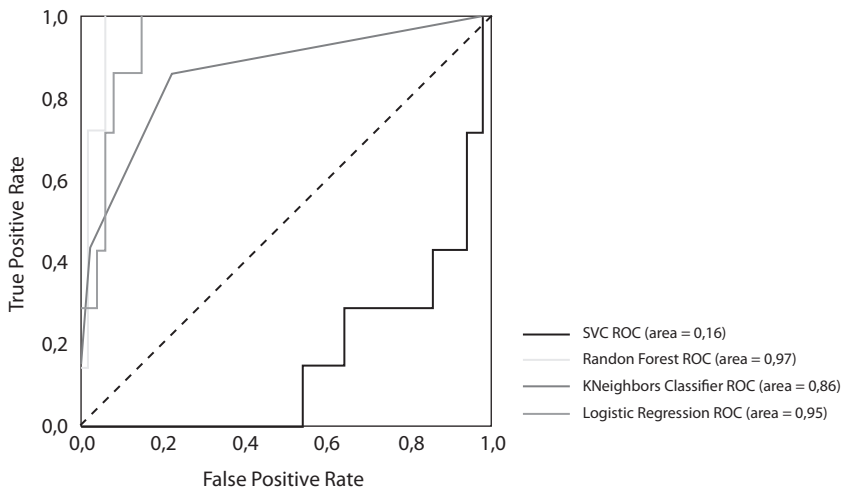


Рис. 1. ROC-кривые для алгоритмов машинного обучения
Fig. 1. ROC curves for machine learning algorithms

Для определения статистической значимости выявленных факторов выполнялся множественный регрессионный анализ с использованием модели логистической регрессии. Переменные, вносящие статистически незначимый вклад в предсказательную способность модели, исключались из дальнейшего анализа. Предсказательная способность модели исследована с помощью ROC-кривой (рис. 2).

Площадь под ROC-кривой составляет 0,86, этот показатель характеризует вероятность правильного прогноза модели. Установлено, что требуемой значимостью (на уровне $\leq 0,05$) обладают коэффициенты при 4 предикторах: наличие высшего

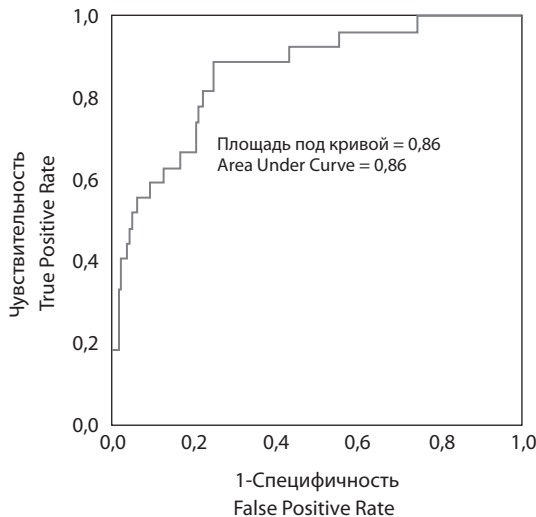


Рис. 2. ROC-кривая для модели логистической регрессии
Fig. 2. ROC curve for logistic regression model

Таблица 7
Коэффициенты логистической регрессии
Table 7
Logistic regression coefficients

Предиктор		b	p	exp(b)	95% ДИ для exp(b)	
					Ниж. гр.	Верх. гр.
Образование	Общее среднее	−,0448	0,688	0,639	0,072	5,690
	Среднее специальное	−0,802	0,455	0,448	0,054	3,688
	Высшее	−2,744	0,020	0,064	0,006	0,654
Условия восп.	Не наказывали	−1,745	0,031	0,175	0,036	0,855
	Редко наказывали	−0,906	0,194	0,404	0,103	1,587
Темперамент	Меланхолик	1,211	0,146	3,355	0,656	17,168
	Сангвиник	−18,085	0,999	0,0	0,0	
	Флегматик	1,288	0,169	3,624	0,579	22,689
HTR1A	HTR1A G/G	−1,854	0,036	0,157	0,028	0,884
	HTR1A G/C	−0,845	0,149	0,429	0,136	1,353
COMT	COMT G/G	−0,579	0,441	0,560	0,128	2,450
	COMT G/A	−0,810	0,179	0,445	0,136	1,452
SKA 2	SKA 2 C/C	−1,702	0,140	0,182	0,019	1,745
	SKA 2 C/T	0,945	0,095	2,573	0,848	7,803
Демонстративность		0,185	0,018	1,204	1,032	1,404
Застревание		0,054	0,471	1,056	0,911	1,223
Возбуждение		−0,071	0,209	0,931	0,833	1,041
Гипертимность		0,012	0,841	1,012	0,902	1,135
Дистимность		0,065	0,339	1,067	0,934	1,220
Тревожность		−0,025	0,651	0,975	0,874	1,088
Эмотивность		0,003	0,969	1,003	0,866	1,162
Циклотимность		0,028	0,655	1,029	0,909	1,163
Константа		−3,469	0,147	0,031		

образования, отсутствие наказаний в детстве, наличие генотипа HTR1A G/G и уровень демонстративности. Для первых 3 предикторов значение exp(b) меньше 1 (регрессионный коэффициент отрицателен), то есть наличие высшего образования, отсутствие наказаний и наличие генотипа HTR1A G/G уменьшают шансы попадания в группу с высокой суицидальной мотивацией. Значение exp(b) при показателе демонстративности больше 1 (регрессионный коэффициент положителен), то есть повышенный уровень демонстративности увеличивает шанс попадания в группу с высокой суицидальной мотивацией. Данные о коэффициентах логистической регрессии приведены в табл. 7.

■ ОБСУЖДЕНИЕ

При проведении данного исследования использовались не только методы машинного обучения, но и классические статистические методы обработки данных, что позволило подтвердить статистическую значимость полученных результатов, в отличие от аналогичных исследований, имеющих в научной литературе, когда исследования проводят на больших массивах данных без подтверждения статистической значимости выявленных факторов [1, 2].

Выявлены факторы (наличие высшего образования, воспитание не в полной семье), сопряженные с вероятностью совершения суицида, они описаны в научной литературе, однако не включены в известные оценочные шкалы риска суицида. Следует отметить, что важно не только наличие высшего образования, но и отсутствие выраженной черты характера «демонстративность», что свидетельствует об отсутствии стремления к вытеснению отрицательных эмоциональных переживаний и может указывать на способности справляться с возникающими жизненными трудностями, а не избегать их. В связи с этим хочется отметить результаты лонгитюдного исследования, проведенного в Швеции на протяжении 38-летнего периода, которое выявило связь между низким уровнем интеллекта и последующим суицидальным поведением у лиц мужского пола [9].

В настоящее время установлено, что успеваемость в школе коррелирует с тестами интеллекта на уровне $r=0,5$, некоторые авторы отмечают корреляцию теста Равена со школьными баллами от 0,3 до 0,72 [10]. Отмечена также корреляция между коэффициентом интеллекта ребенка и его статусом во взрослом возрасте, которая может составлять до $r=0,8$ [11]. Высокий социальный статус, как правило, взаимосвязан с высоким уровнем дохода, что не характерно для лиц, входящих в группу суицидального риска. Для лиц с высоким интеллектом характерна способность к формированию «зрелых» психологических защит (в данном случае отмечено отсутствие акцентуации по черте характера «демонстративность»), что позволяет более эффективно совладать с негативными эмоциями в состоянии стресса, избегая эффекта «туннельного мышления», когда человек зафиксирован на своих переживаниях и не может найти выход из сложившейся ситуации. Как писал известный американский суицидолог Э. Шнейдман, «не психическое расстройство, а невыносимая душевная боль является причиной суицида» [12].

Подтверждена значимость постстрессовых нарушений в детском возрасте (фактор «особенности воспитания»), что обуславливает нахождение ребенка в состоянии хронического стресса, провоцируя таким образом неконтролируемый выброс кортизола и гиперактивацию гипоталамо-гипофизарно-надпочечниковой оси, что приводит к нарушению формирования нейронной архитектуры мозга [13]. В настоящее время установлено, что пренатальный стресс влечет за собой негативное программирование функций гиппокампа, амигдалы, фронтальной коры – отсюда проблемы когнитивной сферы. Стресс в детском возрасте на фоне преимущественной уязвимости гиппокампа, в котором большую роль играют глутаматзависимые процессы потенцирования, порождает когнитивные дефициты, ранние школьные проблемы и является основанием для плохого психического здоровья в целом, сопутствуя индивидууму всю его последующую жизнь в форме разнообразных психических расстройств и аддикций, являясь основанием для формирования суицидального поведения [14, 15].

В то же время проведенное исследование не подтвердило значимость таких хорошо изученных факторов суицидального риска, как отсутствие семьи, работы, проживание в одиночестве, низкий уровень дохода. Это может быть обусловлено тем, что человек с уровнем интеллекта выше среднего имеет хороший профессиональный статус, как правило, создает семью, что исключает проживание в одиночестве. Наличие зрелых психологических защит помогает ему избегать межличностных конфликтов и быть социально адаптированным, а если он сталкивается с социальными и личностными потрясениями, то зрелые психологические защиты помогают ему защитить свое «я» и адаптироваться к стремительно изменяющейся ситуации.

Проведенное исследование также дает возможность лучшего понимания имеющихся расхождений между данными полигеномных исследований, когда вклад наследственности оценивается в пределах 4% [16, 17], и данными по генетической эпидемиологии, согласно которым наследственная предрасположенность варьируется от 17% до 55% [18], а также значения вклада индивидуально-психологических черт личности в формировании суицидальности, которые при акцентированности некоторых черт характера могут обуславливать нахождение человека в состоянии хронического стресса, что приводит к накоплению негативных эмоций и переживаний (низкий уровень нейротизма, наличие черты характера «дистимичность», флегматический тип темперамента), создавая таким образом возможности для реализации генетической предрасположенности к суицидальному поведению.

■ ВЫВОДЫ

1. Наличие высшего образования и отсутствие наказаний в детском возрасте уменьшают вероятность попадания в группу суицидального риска.
2. Важно наличие не только генетической предрасположенности, которая зависит от пола, но и индивидуально-психологических черт личности, обуславливающих нахождение человека в состоянии хронического стресса.
3. Использование машинного обучения позволяет критически оценить устоявшиеся представления о факторах суицидального риска и разработать новые подходы к профилактике суицидального поведения.

■ ЛИТЕРАТУРА/REFERENCES

1. Boudreaux E.D., Rundensteiner E., Liu F. Applying Machine Learning Approaches to Suicide Prediction Using Healthcare Data: Overview and Future Directions. *Front Psychiatry*. 2021;3:12. doi: 10.3389/fpsy.2021.707916
2. Burke T.A., Ammerman B.A., Jacobucci R. The use of machine learning in the study of suicidal and non-suicidal self-injurious thoughts and behaviors: A systematic review. *Journal of affective disorders*. 2019;245:869–884. doi: 10.1016/j.jad.2018.11.073
3. Barros J. Suicide detection in Chile: proposing a predictive model for suicide risk in a clinical sample of patients with mood disorders. *Brazilian Journal of Psychiatry*. 2017;39(1):1–11.
4. Walsh C.G., Ribeiro J.D., Franklin J.C. Predicting risk of suicide attempts over time through machine learning. *Clinical Psychological Science*. 2017;5(3):457–469. doi: 10.1177/2167702617691560
5. Davidouski S.V., Meshsheriakov Y.V. Assessment of the expression of motivation to commit suicide as a method for identification of persons with suicidal behavior. *Psihiatrija Psihoterapija i klinicheskaja psihologija*. 2022;13(2):123–128. (in Russian)
6. Davidouski S., Ibragimova J. Features of the genotype of individuals who have committed suicide attempts. *Psihiatrija Psihoterapija i klinicheskaja psihologija*. 2019;10(3):417–427. (in Russian)
7. Davidouski S., Ibragimova J. Analysis of social factors and individual psychological characteristics of persons who committed suicidal attempt. *Psihiatrija Psihoterapija i klinicheskaja psihologija*. 2020;11(3):531–545. (in Russian)
8. Davidouski S., Ibragimova J. Assessment of genetic predisposition and individual psychological characteristics of male persons who made suicidal attempt. *Psihiatrija Psihoterapija i klinicheskaja psihologija*. 2022;13(4):44–49. (in Russian)
9. Hansson Bittar N., Falkstedt D., Sörberg Wallin A. How intelligence and emotional control are related to suicidal behavior across the life course – A register-based study with 38-year follow-up. *Psychol Med*. 2020;50(13):2265–2271. doi: 10.1017/S0033291719002423
10. Druzhinin V.N. *Cognitive abilities: structure, diagnostics, development*. M.: SPb.: Imaton-M. 2001; 223 p. (in Russian)
11. Ushakov D.V. *Psychology of intelligence and giftedness*. M. Izd-vo "Institut psikhologii" RAN". 2011; 464 p. (in Russian)
12. Shneidman E. *Suicide as a mental pain*. Kogito-Tsentr, 2018. (in Russian)
13. Frankova I.A. Life on the Edge: Social Stress, Trauma and Psychoptology (Review of the 29th Congress of the European College of Neuropsychopharmacology). *Psikhiatrija i Psikhofarmakologiya*. 2017;19(2):52–57. (in Russian)
14. Charmandari E., Kino T., Souvatzoglou E., Chrousos G.P. Pediatric stress: hormonal mediators and human development. *Horm. Res*. 2003;59(4):161–79. doi: 10.1159/000069325
15. Lupien S.J., McEwen B.S., Gunnar M.R., Heim C. Effects of stress throughout the lifespan on the brain, behaviour and cognition. *Nat. Rev. Neurosci*. 2009;10(6):434–445. doi: 10.1038/nrn2639
16. Rozanov V.A., Mazo E., Kulemin N.A. Genome-Wide Association Studies in Suicidology: An Analysis of Recent Advances. *Genetika*. 2020;56(7):741–761. (in Russian)
17. Mullins N. Dissecting the shared genetic architecture of suicide attempt, psychiatric disorders, and known risk factors. *Biol. Psychiatry*. 2022;91(3):313–327. doi: 10.1016/j.biopsych.2021.05.029
18. Voracek M. Genetics of suicide: A systematic review of twin studies. *Wien. Klin. Wochenschr*. 2007;119(15/16):463–475. doi: 10.1007/s00508-007-0823-2