

фармакотерапии ожирения // Эндокринология: Новости. Мнения. Обучение. – 2023. – Т. 12. – №. 4 (45). – С. 117-130.

1. Шелль, В. В. Современные препараты с различным характерным действием для похудения / В. В. Шелль, Ю. А. Чугунова // Современные научные исследования: проблемы, тенденции, перспективы : Сборник научных трудов по материалам XXVI Международной научно-практической конференции, Анапа, 17 июня 2024 года. – Анапа: ООО «Научно-исследовательский центр экономических и социальных процессов» в Южном Федеральном округе, 2024. – С. 226-232.

Сведения об авторах:

Коваленко Анна Сергеевна – обучающийся педиатрического факультета, Кемеровский государственный медицинский университет, Россия, г. Кемерово.

Тарасова Дарья Алексеевна – обучающийся педиатрического факультета, Кемеровский государственный медицинский университет, Россия, г. Кемерово.

Федорова Юлия Сергеевна – кандидат фармацевтических наук, доцент кафедры фармакологии, Кемеровский государственный медицинский университет, Россия, г. Кемерово.

Information about the authors:

Kovalenko Anna Sergeevna – student of the Faculty of Pediatrics, Kemerovo State Medical University, Russia, Kemerovo.

Tarasova Darya Alekseevna – student of the Faculty of Pediatrics, Kemerovo State Medical University, Russia, Kemerovo.

Fedorova Yulia Sergeevna – PhD in Pharm, Associate Professor of the Department of Pharmacology, Kemerovo State Medical University, Russia, Kemerovo.

БИОИНФОРМАТИЧЕСКИЙ АНАЛИЗ ГЕНА SLC7A11:

**РОЛЬ G4-СТРУКТУР, ГЕНЕТИЧЕСКИХ ВАРИАНТОВ И БЕЛКОВЫХ
ВЗАИМОДЕЙСТВИЙ В ФЕРРОПТОЗЕ И ОНКОЛОГИИ**

Коваль А. Н., Кожевников И. С., Малиновский М. В., Семёнов П. А.

Гомельский государственный медицинский университет,

Республика Беларусь, г. Гомель

BIOINFORMATIC ANALYSIS OF THE SLC7A11 GENE:

**THE ROLE OF G4 STRUCTURES, GENETIC VARIANTS, AND PROTEIN
INTERACTIONS IN FERROPTOSIS AND ONCOLOGY**

Аннотация: Ген SLC7A11, кодирующий транспортер xCT, регулирует ферроптоз и метаболизм глутатиона. Биоинформатический анализ выявил 108 G4-мотивов, 172 белковых взаимодействия и точечные варианты (ClinVar), влияющие на редокс-гомеостаз и онкологию. G4, генетические варианты и белковые сети – потенциальные биомаркеры и мишени для онкотерапии.

Ключевые слова: гуаниновые квадруплексы, SLC7A11, ферроптоз, генетические варианты, белковые взаимодействия, онкология, метаболизм глутатиона, митохондриальные функции.

Abstract: SLC7A11, encoding xCT, regulates ferroptosis and glutathione metabolism. Bioinformatic analysis identified 108 G4 motifs, 172 protein interactions, and ClinVar variants impacting redox homeostasis and oncogenesis. G4 structures, variants, and protein networks are potential biomarkers and therapeutic targets.

Keywords: guanine quadruplexes, SLC7A11, ferroptosis, genetic variants, protein interactions, oncology, glutathione metabolism, mitochondrial functions.

Введение

Гуаниновые квадруплексы (G4) – вторичные структуры ДНК, регулирующие транскрипцию и онкогенез [4]. Ген SLC7A11 кодирует xCT, обеспечивающий синтез глутатиона для защиты от ферроптоза – клеточной смерти, вызываемой железом [9]. Избыточная экспрессия SLC7A11 характерна для рака молочной железы, усиливая резистентность к терапии [8]. G4 и генетические варианты могут подавлять экспрессию SLC7A11, стимулируя ферроптоз [5].

Цель исследования – анализ G4, белковых взаимодействий и ClinVar вариантов SLC7A11 для оценки их роли в ферроптозе и онкологии. Новизна заключается в интеграции данных G4, TheBioGrid и ClinVar [1].

Объекты и методы исследования

Исследовался ген SLC7A11 (NCBI Gene ID: 23657), включая промотор (± 2000 п.н.), экзоны и интроны, с использованием последовательностей Ensembl (GRCh38, 2024). G4-мотивы анализировались алгоритмом G4IPDB (версия 2.0) с параметрами: G-тракт ≥ 3 нуклеотида, петля ≤ 7 нуклеотидов, cG score ≥ 150 , cG/cC ≥ 3 . Локализация G4 определялась через Biopython (версия 1.81). Белковые взаимодействия изучались по данным TheBioGrid (версия 4.4, 2024), сеть визуализирована опцией Network. ClinVar SNV (Single Nucleotide Variants – однонуклеотидные варианты) (GRCh38, 2024) аннотировались через UCSC Genome Browser. Статистический анализ проводился с использованием хи-квадрат и корреляции Спирмена (R, версия 4.4.0).

Результаты исследования и их обсуждение

1. Характеристика G4-мотивов. Анализ выявил 108 G4-мотивов в SLC7A11: 47 в смысловой, 61 в антисмысловой цепи, преимущественно в интронах (58 %) и промоторе (32 %) [10]. Локализация подтверждена Biopython и Ensembl [7]. Табл. 1 показывает стабильные мотивы (cG/cC ≥ 50), например, 5'-GGGGGGGGGTGGG-3' (cG score 1150).

Таблица 1

Ключевые G4-мотивы в SLC7A11

Локализация	Последовательность	Позиция (п.н.)	cG score	cG/cC	Роль
Промотор	5'-GGGGGGGGGTGGG-3'	96189-96201	1150	INF	Транскрипция
Антисмысловая	5'-GGAAGTGGGGGGGGCGG-3'	13469-13485	1140	114	Сайленсирование
Интрон 2	5'-GGGAGGCTGAGGCAGG-3'	43447-43463	230	11.5	Сплайсинг

2. Белковые взаимодействия. TheBioGrid показал 172 взаимодействия SLC7A11, включая SLC3A2, CD44, EGFR (табл. 2). SLC3A2 формирует хСТ, регулируя глутатион [5].

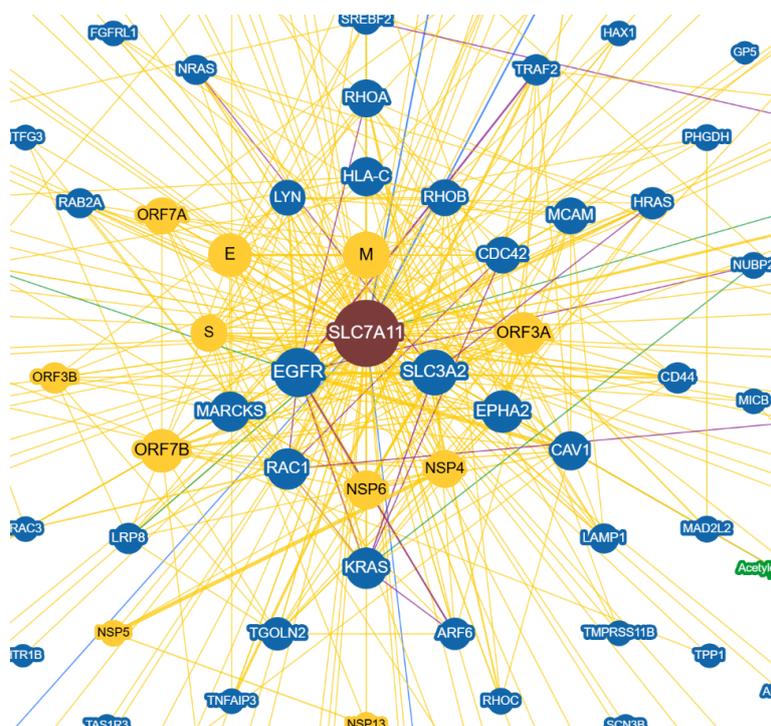


Рисунок 1. Сеть взаимодействий SLC7A11 (TheBioGrid, Network)

Таблица 2

Ключевые взаимодействия SLC7A11 (на основе TheBioGrid)

Интерактор	Метод	HTP Score	Роль
SLC3A2	Affinity Capture-MS	0.9448	хСТ-транспортер
CD44	Affinity Capture-Western	–	Онкогенез
EGFR	Affinity Capture-Western	–	Сигнальные пути

3. Генетические варианты. ClinVar выявил SNV в промоторе, экзонах, интронах (табл. 3). Промоторные SNV могут нарушать G4, экзонные – функцию хСТ [6].

Таблица 3

ClinVar варианты SLC7A11

ClinVar ID	Позиция	Локализация	Влияние
3165524	138179252	Экзон	Миссенс-мутация
3165526	138185123	Промотор	Нарушение G4

4. Клиническое значение. G4 и SNV снижают экспрессию SLC7A11, усиливая ферроптоз, что перспективно для рака молочной железы [8, 9]. SLC7A11 поддерживает митохондриальный редокс-гомеостаз, а его нарушения вызывают ROS-зависимый ферроптоз [3]. G4 и SNV – потенциальные биомаркеры прогноза и терапии [9].

5. Ограничения и перспективы. Отсутствует валидация G4 и патогенности

SNV. Планируется анализ в клеточных линиях [1].

Заключение

Анализ выявил 108 G4-мотивов, 172 взаимодействия и ClinVar SNV в SLC7A11, регулирующих ферроптоз и онкологию. G4, варианты и белковые сети – биомаркеры и мишени терапии. Требуется экспериментальная валидация [1].

Список литературы:

1. Коваль А. Н., Гельдимамедов Ч. А., Литвинчук А. В. и др. Обнаружение G-квадруплексов в митохондриальной ДНК методами биоинформатики как потенциальных мишеней вторичных метаболитов растений в терапии онкологических заболеваний // Актуальные проблемы химии и биохимии. – Ташкент, 2024. – С. 25-26.
2. Коваль А. Н., Сергеенко С. М., Гельдимамедов Ч. А. Гуаниновые квадруплексы в ДНК: новые горизонты для диагностики и терапии рака // Наука и практика: актуальные вопросы, достижения и инновации. – Пенза, 2024. – С. 134-136.
3. Chen X. et al. Broadening horizons: the role of ferroptosis in cancer // Nature reviews Clinical oncology. – 2021. – Vol. 18. – Issue 5. – P. 280-296.
4. Hänsel-Hertsch R. et al. G-quadruplex structures mark human regulatory chromatin // Nature genetics. – 2016. – Vol. 48. – Issue 10. – P. 1267-1272.
5. Koppula P. et al. Amino acid transporter SLC7A11/xCT at the crossroads of regulating redox homeostasis and nutrient dependency of cancer // Cancer communications. – 2018. – Vol. 38. – P. 1-13.
6. Landrum M. J. et al. ClinVar: improving access to variant interpretations and supporting evidence // Nucleic acids research. – 2018. – Vol. 46. – Issue D1. – P. D1062-D1067.
7. Mishra S. K. et al. G4IPDB: A database for G-quadruplex structure forming nucleic acid interacting proteins // Scientific reports. – 2016. – Vol. 6. – Issue 1. – P. 38144.
8. Sui S., Xu S., Pang D. Emerging role of ferroptosis in breast cancer: New

dawn for overcoming tumor progression // *Pharmacology & therapeutics*. – 2022. – Vol. 232. – P. 107992.

9. Su Z. et al. Regulation of SLC7A11 as an unconventional checkpoint in tumorigenesis through ferroptosis // *Genes & Diseases*. – 2025. – Vol. 12. – Issue 1. – P. 101254.

10. Varshney D. et al. The regulation and functions of DNA and RNA G-quadruplexes // *Nature reviews Molecular cell biology*. – 2020. – Vol. 21. – Issue 8. – P. 459-474.

Сведения об авторах:

Коваль Александр Николаевич – кандидат биологических наук, доцент, доцент кафедры биологической химии, Гомельский государственный медицинский университет, Республика Беларусь, г. Гомель.

Кожевников Иван Сергеевич – обучающийся, Гомельский государственный медицинский университет, Республика Беларусь, г. Гомель.

Малиновский Марат Витальевич – обучающийся, Гомельский государственный медицинский университет, Республика Беларусь, г. Гомель.

Семёнов Павел Андреевич – обучающийся, Гомельский государственный медицинский университет, Республика Беларусь, г. Гомель.

Information about authors:

Koval Alexander Nikolaevich – PhD in Biol, Associate Professor, Associate Professor of the Department of Biological Chemistry, Gomel State Medical University, Republic of Belarus, Gomel.

Kozhevnikov Ivan Sergeevich – student, Gomel State Medical University, Republic of Belarus, Gomel.

Malinovsky Marat Vitalyevich – student, Gomel State Medical University, Republic of Belarus, Gomel.

Semyonov Pavel Andreevich – student, Gomel State Medical University, Republic of Belarus, Gomel.

**АНАЛИЗ ТИПОВ ВОСПРИЯТИЯ ИНФОРМАЦИИ У СТУДЕНТОВ
МЕДИЦИНСКОГО ВУЗА**

Кононович И. М. Комаровский Р. И.

Гомельский государственный медицинский университет,

Республика Беларусь, г. Гомель

**ANALYSIS OF THE TYPES OF INFORMATION PERCEPTION AMONG
MEDICAL UNIVERSITY STUDENTS**

Kononovich I. M. Komarovskiy R. I.

Gomel state medical university, Republic of Belarus, Gomel