oncoatlas

NGS в онкологии: возможности ОМС-анализа

ОнкоАтлас

пионер NGS-диагностики в онкологии

- Научно-производственная компания, ведущая разработки с 2012г.
- Первыми вывели на рынок зарегистрированные тест-системы для секвенирования нового поколения (NGS) .
- Признанный центр компетенций в онкологии: международный уровень подтвержден научными публикациями и участием в международных консорциумах.

Нас выбирают

Московская городская онкологическая больница

МКНЦ Московский клинический научный центр

ФГБУ "НМИЦ радиологии" Минздрава России

MEDSI медицина компетенций

ГБУЗ РЕСПУБЛИКАНСКИЙ МЕДИКО-ГЕНЕТИЧЕСКИЙ ЦЕНТР

НМИЦ ОНКОЛОГИИ им. Н. Н. Блохина

ОБЛАСТНАЯ ДЕТСКАЯ КЛИНИЧЕСКАЯ БОЛЬНИЦА

ГЕМОТЕСТ МЕДИЦИНСКАЯ ЛАБОРАТОРИЯ

NGS для анализа BRCA1/2 вошел в клинические рекомендации

NGS для анализа мутаций в генах BRCA1/2 предусмотрен Программой государственных гарантий с 2020 года
и во многих регионах включен в тарифы ОМС

Нозология	Рекомендовано
рак молочной железы	пациенток, имеющих личный/наследственный анамнез, у которых не выявлены частые наследственные мутации BRCA1 и BRCA2, следует направлять на […] NGS
рак предстательной железы	тестирование опухоли на наличие соматических мутаций в генах HRR методом NGS рекомендуется для всех пациентов с метастатическим РПЖ
рак яичников	рекомендовано молекулярно-генетическое исследование мутаций в генах BRCA1 и BRCA2 (метод не уточняется)
рак поджелудочной железы	определение герминальных и/или соматических мутаций BRCA1 и 2 целесообразно для всех пациентов (метод не уточняется)

МИНИСТЕРСТВО ЗДРАВООХРАНЕНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

Клинические рекомендации

Год утверждения (частота пересмотра):**2021**

NGS (Next Generation Sequencing) – технология будущего

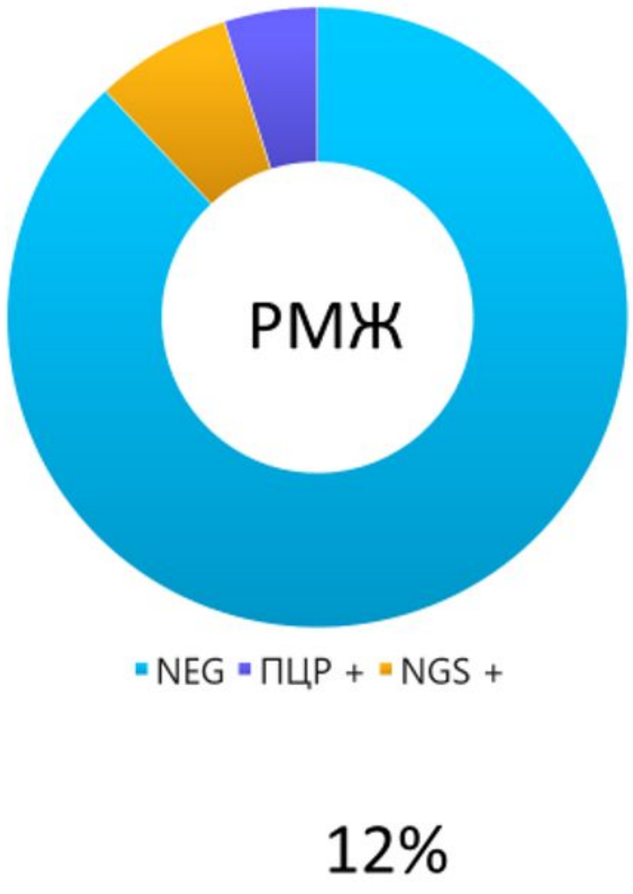
- **Прочтение всей последовательности гена**
  – выявление даже редких мутации и их однозначное определение

- **Десятки генов и тысячи мутаций “в одной пробирке”**
  – максимальная информативность без увеличения стоимости

- **Многократное прочтение отдельных молекул**
  – исключительная чувствительность



Роль NGS в BRCA тестировании РМЖ



12%

Для рака молочной железы NGS выявляет до 2 раз больше носителей мутаций в сравнении с ПЦР

«У пациентов с РМЖ частота повторяющихся вариантов составила 6,7%, при двухстороннем РМЖ (ДРМЖ) — 13,5%»

«При анализе кодирующей последовательности генов BRCA1/2 … Частота редких вариантов при РМЖ составила **11,1%**, при ДРМЖ — **26,5%**»

Строганова А.М., Поспехова Н.И., Головина Д.А. и др. Анализ результатов многолетнего массового скрининга мутаций в генах BRCA1/2 у больных с различными типами злокачественных новообразований. РМЖ. Медицинское обозрение. 2022

Чем так хорош NGS?

В гене BRCA1 – более 2700 наследственных мутаций и более 10 000 соматических

NGS секвенирование

полное прочтение генов, которое выявляет **все** клинически значимые мутации, в т.ч. неизвестные ранее.



ПЦР

8-10 известных наследственных мутаций.

НЕТ мутаций, характерных для Рака поджелудочной железы, Простаты, и соматических мутаций.

T300G

185delAG

2080delA

3819del5

3875del4

4153delA

5382insC

NGS выявляет: 100% носителей точечных мутаций

ПЦР выявляет: РМЖ и РЯ 50-70%, РПЖ и РПжЖ 15-30%

Тестировать всех?

THE AMERICAN SOCIETY OF Breast Surgeons - Official Statement -

Consensus Guideline on
Genetic Testing for Hereditary Breast Cancer


Walton A. Taylor, MD

Walton A. Taylor, MD, President of the American Society of Breast Surgeons

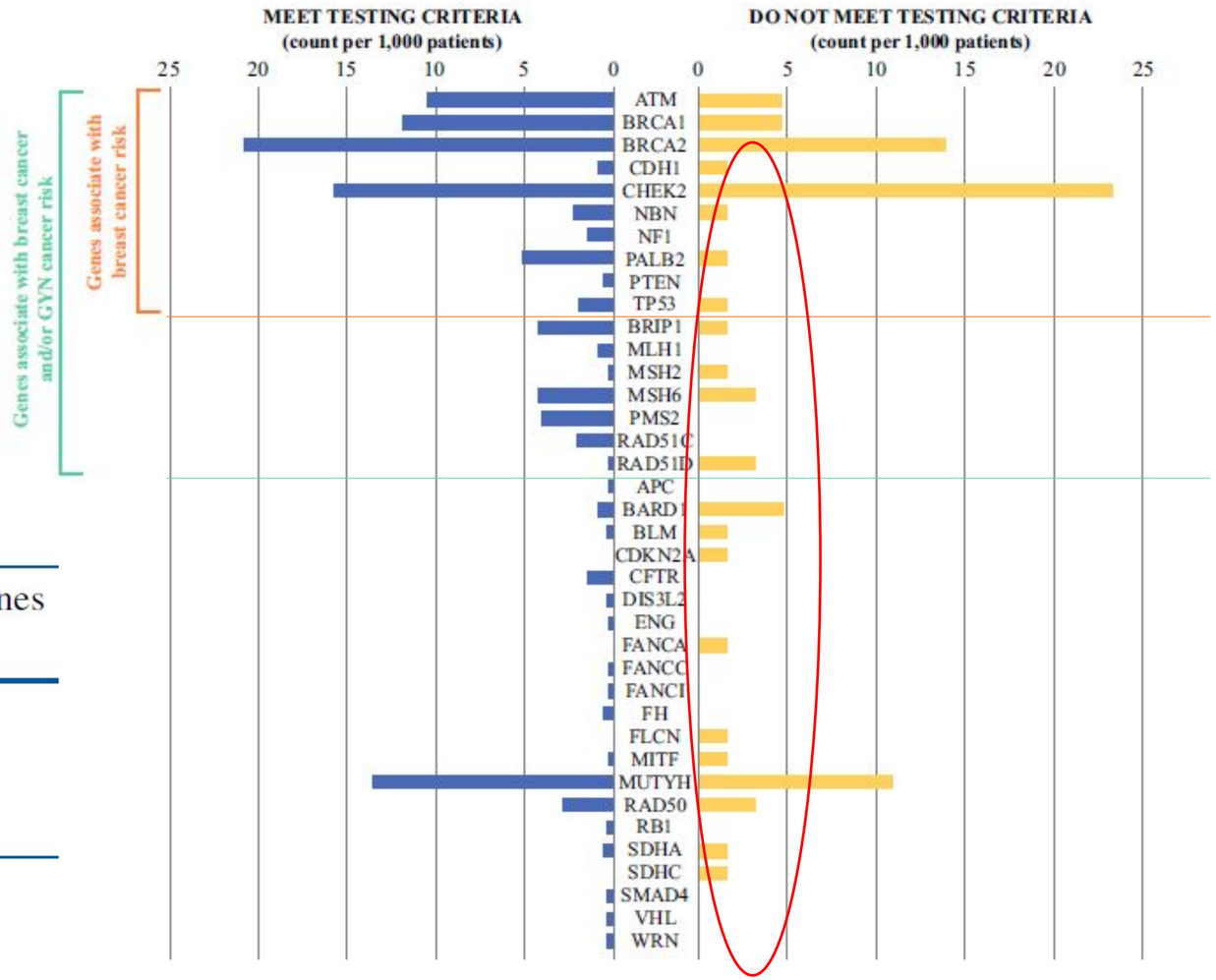
- Генетическое тестирование должно быть доступно всем пациентам с РМЖ

- Тем кто ранее делал тестирование и получал отрицательный результат, имеет смысл его повторить в расширенном формате

Тестировать всех?

Частота патогенных мутаций мало зависела от показаний к генетическому тестированию, особенно при мульти-генном тестировании

Positive result	*BRCA1/2* alone (%)	Breast cancer management genes (%)
In-criteria patients	3.2	6.9
Out-of-criteria patients	1.9	5.3



Yang S, Axilbund JE, O'Leary E, et al. Underdiagnosis of hereditary breast and ovarian cancer in Medicare patients: Genetic testing criteria miss the mark. Ann Surg Oncol. 2018;

Рекомендации по МГИ для РМЖ

МИНИСТЕРСТВО
ЗДРАВООХРАНЕНИЯ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

BRCA

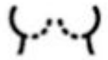
- **Рекомендуется** определение методом ПЦР в лимфоцитах крови наиболее частых герминальных мутаций в генах BRCA1/2 и консультация врача-генетика для определения тактики лечения в следующих случаях:

Комментарии: *пациенток, имеющих личный/наследственный анамнез, у которых не выявлены частые наследственные мутации, следует направлять на расширенное исследование герминальных и/или соматических мутаций с использованием высокопроизводительного секвенирования (NGS).*

Кого нужно тестировать?

- у женщин с подтвержденным РМЖ при отягощенном семейном анамнезе (наличие РМЖ у близких родственников в возрасте ⩽50 лет, рака яичников или маточных труб, рака поджелудочной железы, РМЖ у мужчины, метастатического рака предстательной железы);
- у женщин с подтвержденным РМЖ в возрасте ≤45 лет;
- у женщин ≤ 60 лет с тройным негативным фенотипом РМЖ;
- при первично-множественном РМЖ (включая, но не ограничиваясь установленным диагнозом рака контрлатеральной молочной железы, рака яичников или маточных труб, рака поджелудочной железы);
- при РМЖ у мужчин [1].

Наследственный рак: портрет пациента



Рак молочной железы

- Возраст до 50 лет
- Отягощенный семейный анамнез
- Множественный рак



Рак поджелудочной железы

- Аденокарцинома



Рак предстательной железы

- Возраст до 50 лет
- Метастатическое заболевание
- High-grade



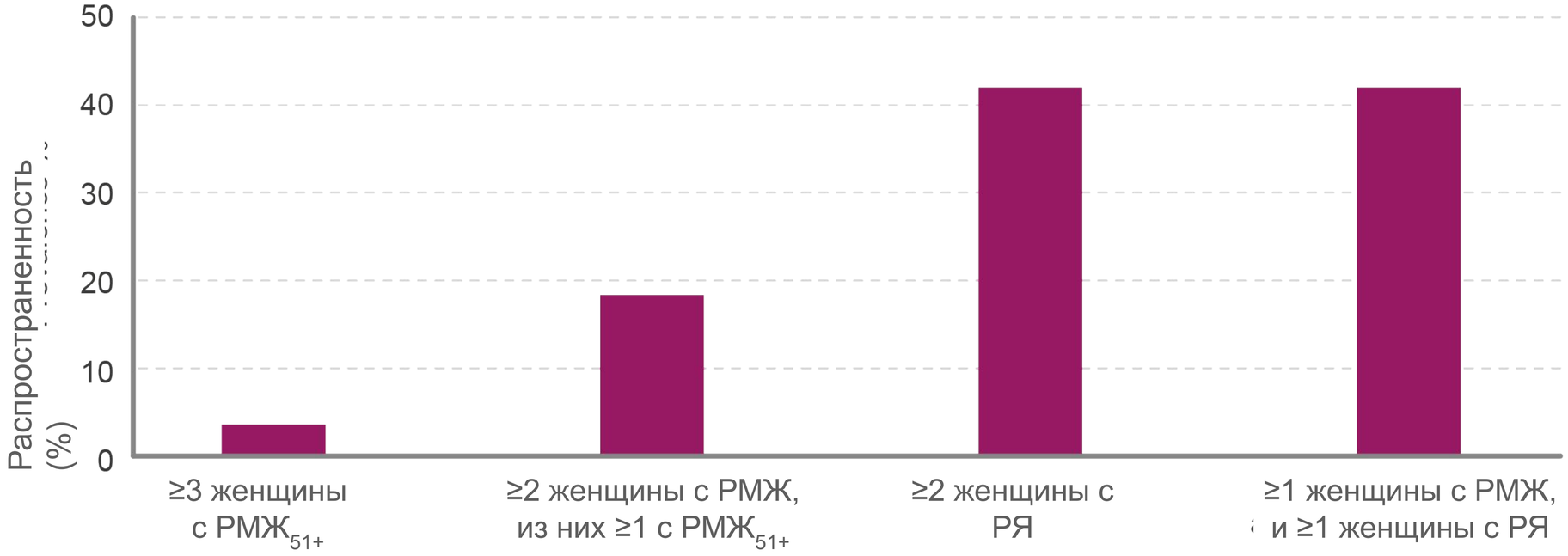
Рак яичников

- High-grade серозная карцинома

Распространенность *BRCA1/2* мутации выше у пациентов с семейным анамнезом рака молочной железы или яичников

В целом среди пациентов с семейным анамнезом рака молочной железы или яичников распространенность BRCAm составляет 24%

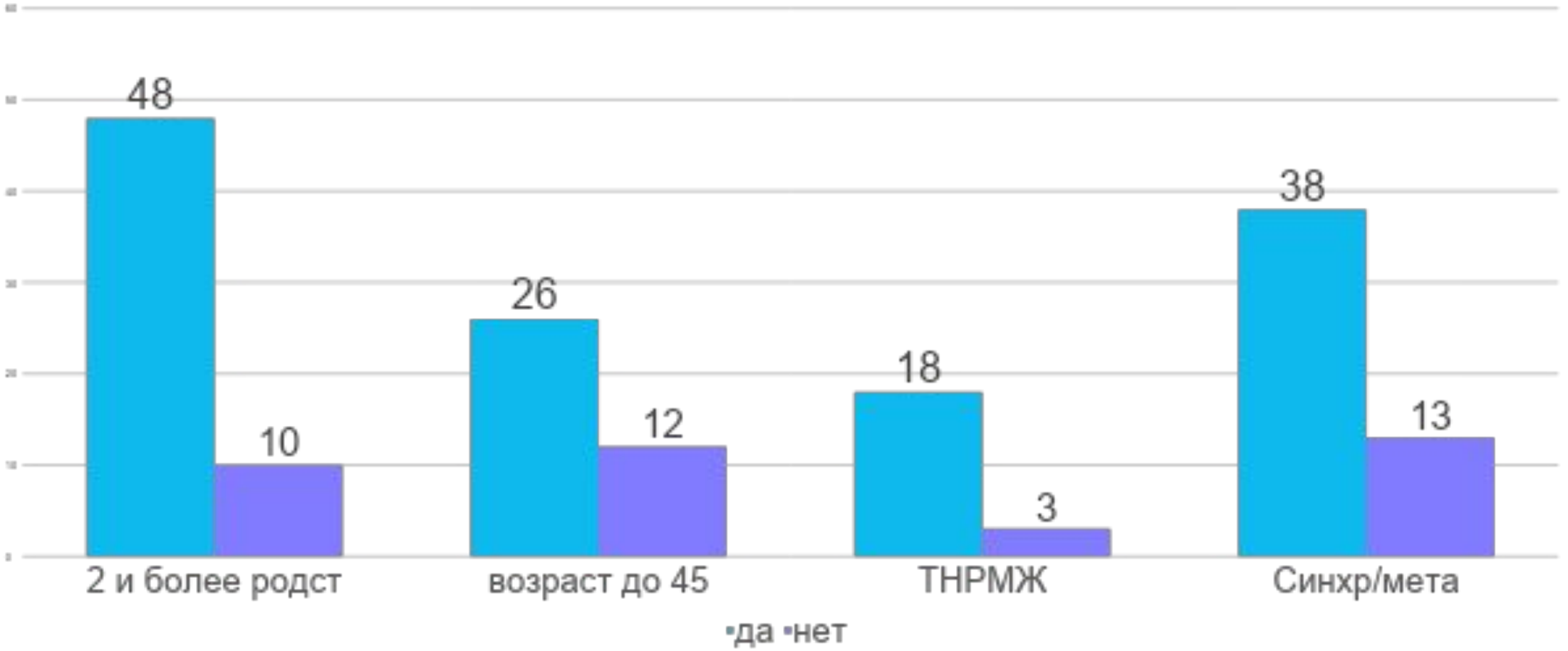
Распространенность *BRCA*1/2m в популяции с семейным анамнезом рака молочной железы или яичников



•*BRCA*m = мутация *BRCA*; $РМЖ_{51+}$ = рак молочной железы в возрасте ≥51 года; $РМЖ_{51-}$ = рак молочной железы в возрасте <51 года
•Kast et al., J Med Genet 2016; 53:465-471

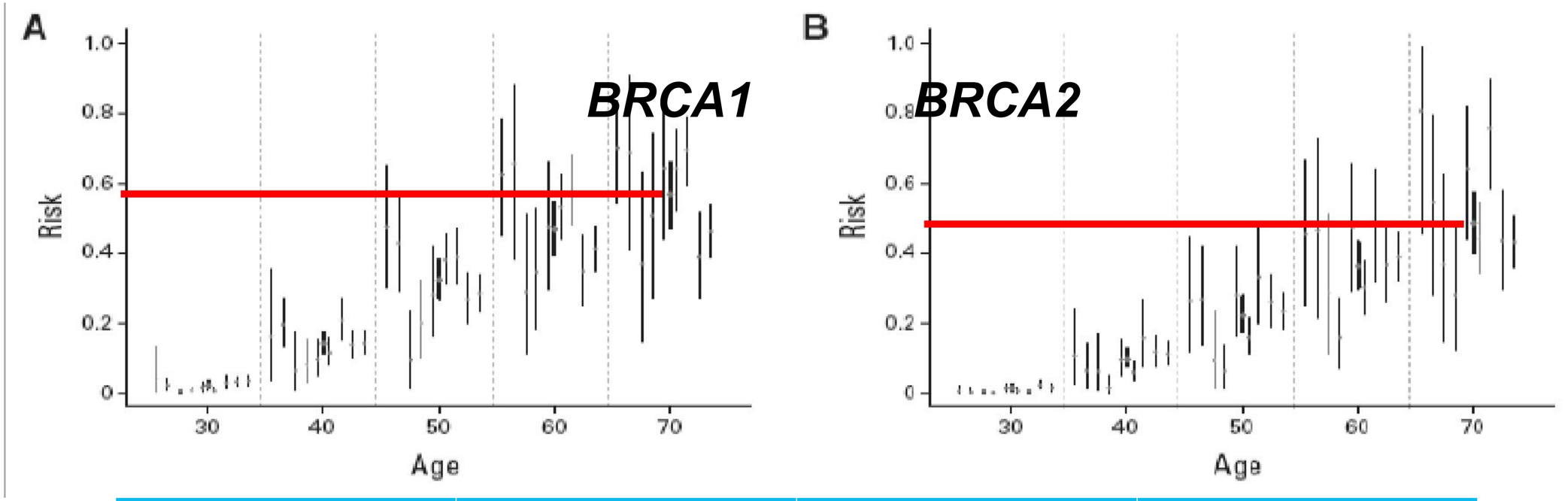
Влияние других факторов на частоту встречаемости мутаций генов BRCA1/2

Обследовано 513 женщин с РМЖ или РМЖ/РЯ с возможной наследственной предрасположенностью



- Собственные данные лаборатории молекулярной биологии МГОБ 62
- Исследования лейкоцитов перифкрической крови, проводились методом ПЦР с определением 8 наиболее часто встречающихся мутации в славянской популяции

Риск развития рака молочной железы у носителей мутаций BRCA1 и BRCA2



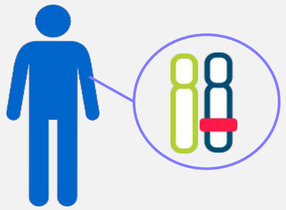
Возраст	*BRCA1 mut*	*BRCA2 mut*	Популяция в целом
50 лет	50%	28%	2%
70 лет	75%	64%	9,7%

Easton DF, Ford D, Bishop T, and the Breast Cancer Linkage Consortium, 1995. Am J Hum Gen 56:265-271.
Easton DF, et al., and the Breast Cancer Linkage Consortium, 1999. JNCI 91:1310-1319.
Ford D, Easton DF, Stratton M, Narod S, et al., 1998, Am J Hum Genetics 62:676-689.
Struewing JP, Harge P, Wacholder W, et al. NEJM, 1997. 336(20):1401-1408.
Ford D, Easton DG, Bishop T, Narod S, 1994. Lancet 343:692-695.

Герминальные и соматические мутации

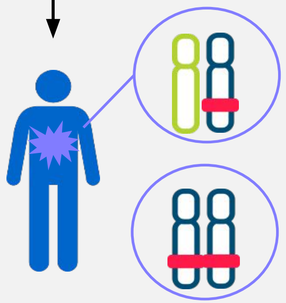
Герминальные мутации генов BRCA1/2 (унаследованные от родителя)

Все клетки имеют одну мутантную и одну нормальную копию BRCA1/2
(потеря функции одного аллеля гена BRCA1/2)



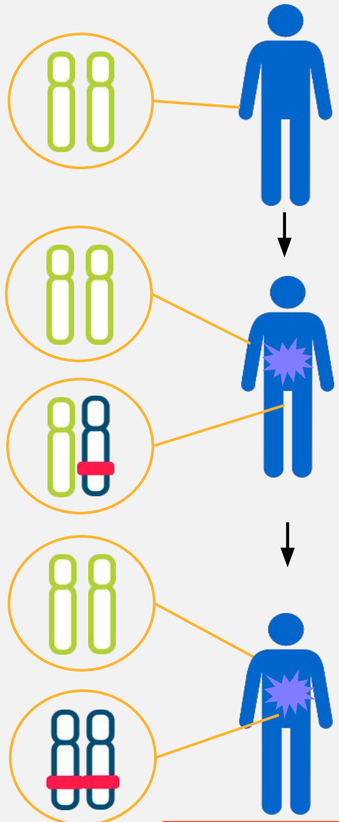
Соматическая мутация

Соматическая мутация приводит к потере функции второй копии гена BRCA1/2 в некоторых клетках
(потеря функции обоих аллелей гена BRCA1/2)



Большинство клеток теряют функции одного аллеля гена BRCA1/2. Некоторые клетки теряют функции обоих аллелей. Именно они становятся родоначальниками опухоли

Соматические мутации, при условии нормальных генов BRCA1/2, унаследованных от родителей



Все клетки имеют две нормальные копии генов BRCA1/2

Соматическая мутация в опухолевой клетке, приводящая к потере функции одного аллеля гена BRCA1/2

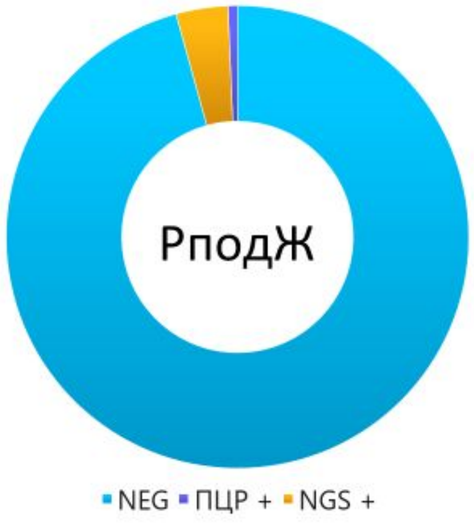
Второе событие в клетке приводит к потере функции обоих аллелей гена BRCA1/2

Большинство клеток остаются нормальными. Некоторые клетки теряют функции обоих аллелей гена BRCA. Именно они становятся родоначальниками опухоли

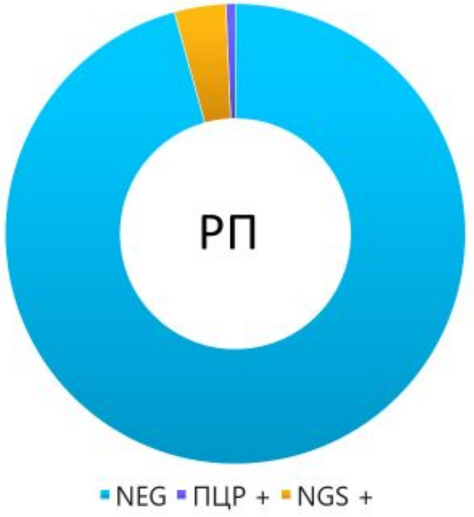
1. Wu et al. Gene Therapy 2017;24,601–609; 2. Castro E et al. Asian J Androl. 2012;14:409–414

Преимущество NGS в клинической практике

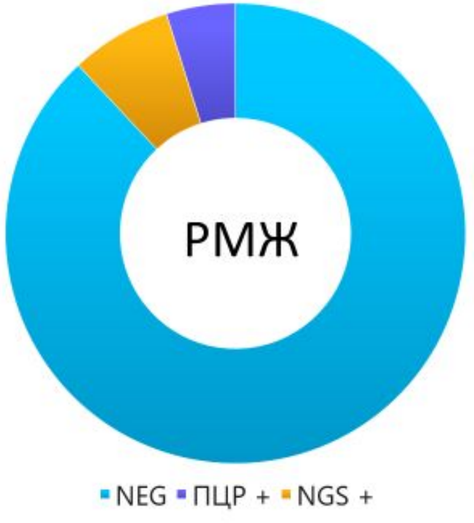
NGS до 10 раз повышает выявляемость носителей мутации



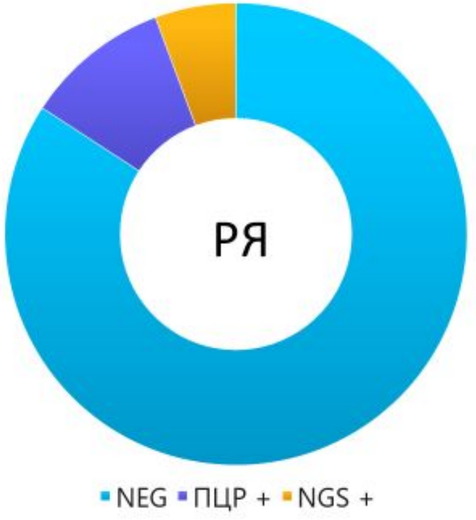
7%



9%



12%

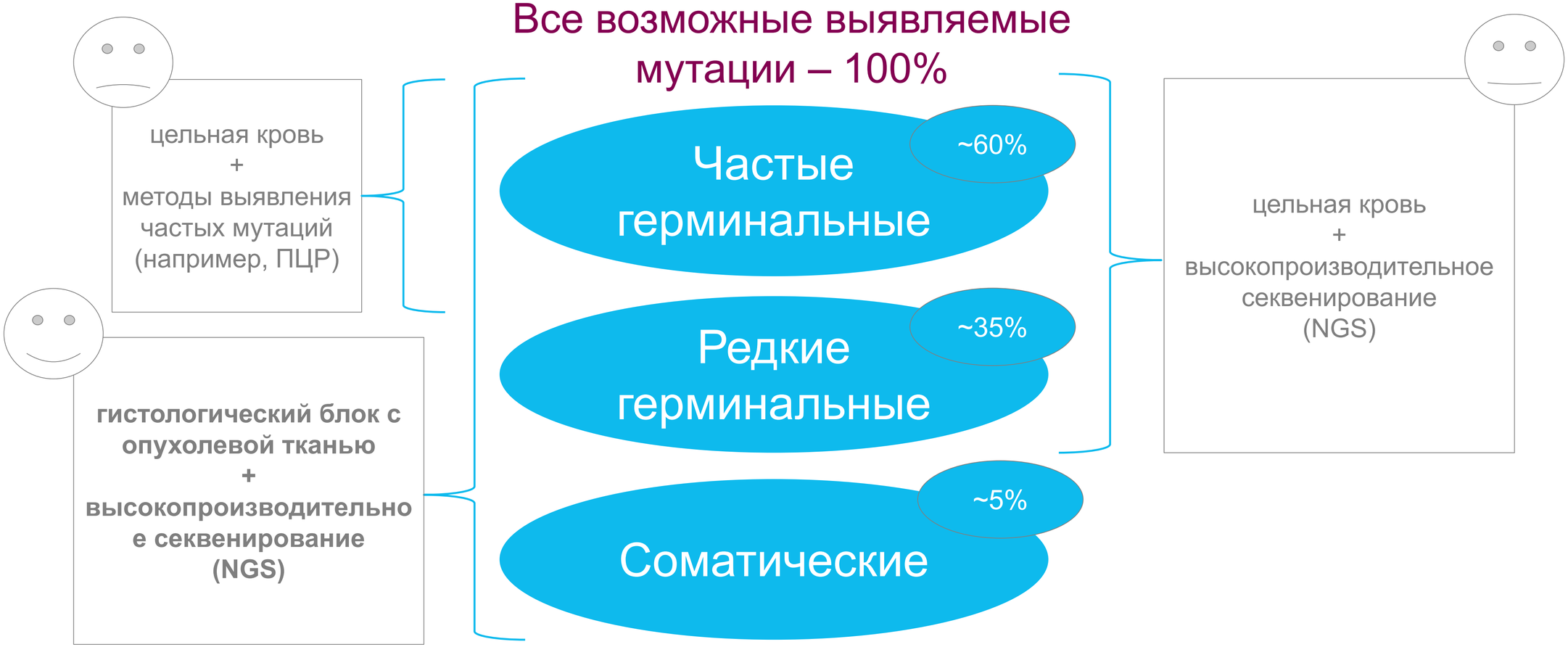


16%



*Данные от октября 2021г.

Подходы к BRCA-тестированию при РМЖ: материалы, методы и выявляемые мутации



В настоящее время для РМЖ достаточным является определение герминальных мутаций (оптимально – методом высокопроизводительного секвенирования)

Brian T.J. Hennessy et al. J Clin Oncol 28:3570-3576.
Ramūnas Janavičius. EPMA Journal (2010) 1:397–412

Что отправить на анализ?



Только наследственные мутации

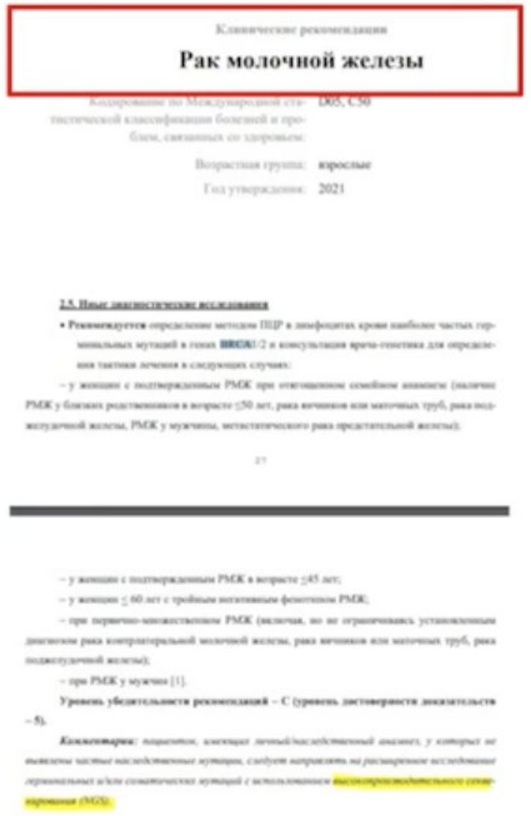
- Рак молочной железы
- Рака поджелудочной железы



Наследственные и соматические мутации

- Рак предстательной железы
- Рак яичников
- Рака поджелудочной железы

NGS в явном виде рекомендован как предпочтительный метод исследования



Клинические рекомендации

Рак молочной железы

Кодирование по Международной статистической классификации болезней и проблем, связанных со здоровьем: D05, C.50

Возрастная группа: взрослые

Год утверждения: 2021

2.5. Иные диагностические исследования

• **Рекомендуется** определение методом ПЦР в лимфоцитах крови наиболее частых герминальных мутаций в генах **BRCA**1/2 и консультация врача-генетика для определения тактики лечения в следующих случаях:

– у женщин с подтвержденным РМЖ при отягощенном семейном анамнезе (наличие РМЖ у близких родственников в возрасте ≤50 лет, рака яичников или маточных труб, рака поджелудочной железы, РМЖ у мужчины, метастатического рака предстательной железы);

27

– у женщин с подтвержденным РМЖ в возрасте ≤45 лет;

– у женщин ≤ 60 лет с тройным негативным фенотипом РМЖ;

– при первично-множественном РМЖ (включая, но не ограничиваясь установленным диагнозом рака контралатеральной молочной железы, рака яичников или маточных труб, рака поджелудочной железы);

– при РМЖ у мужчин [1].

Уровень убедительности рекомендаций – С (уровень достоверности доказательств – 5).

Комментарии: *пациенток, имеющих личный/наследственный анамнез, у которых не выявлены частые наследственные мутации, следует направлять на расширенное исследование герминальных и/или соматических мутаций с использованием высокопроизводительного секвенирования (NGS).*

Олапариб

Талазопариб



Клинические рекомендации

Рак предстательной железы

Кодирование по Международной статистической классификации болезней и проблем, связанных со здоровьем: C61

Возрастная группа: взрослые

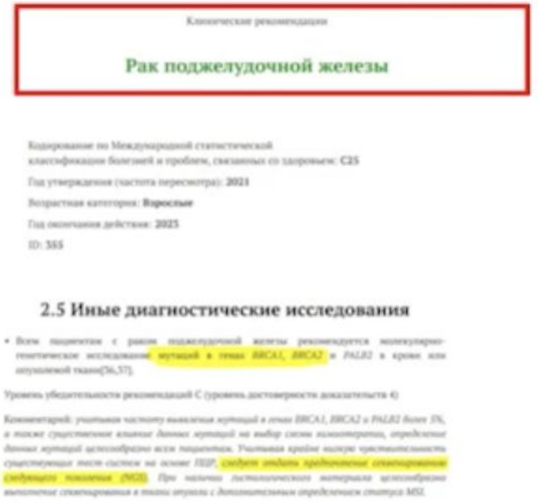
Год утверждения: 2021 г.

Генетическое тестирование на наличие герминальных мутаций генов, участвующих в репарации ДНК путем гомологичной рекомбинации (HRR) (например, *BRCA1, BRCA2, ATM* и др.) **рекомендуется для всех пациентов с местно-распространенным PПЖ и метастазами в регионарных лифоузлах** (N1). Исследование на соматические мутации генов HRR в потенциале позволит получить более полные результаты по сравнению с тестированием только герминальных мутаций. Тестирование опухоли на наличие соматических мутаций в генах HRR методом NGS **рекомендуется для всех пациентов с** метастатическим PПЖ [141].

Уровень убедительности рекомендаций – С (уровень достоверности доказательств – 5).

Комментарии: *как показала диагностическая часть исследования PROfound, проведенная с участием 4425 пациентов с мКРРПЖ, мутации генов HRR встречаются в 27,9 % случаев. В исследовании выявлен как герминальные, так и соматические мутации следующих 15 генов HRR: BRCA1, BRCA2, ATM, BRIP1, BARD1, CDK12, CHEK1, CHEK2, FANCL, PALB2, PPP2R2A, RAD51B, RAD51C, RAD51D и RAD54L. Данные мутации были обнаружены генетическим тестированием ДНК из опухолевой ткани методом секвенирования нового поколения (NGS) [142]. Выявление мутаций генов HRR может повлиять на тактику ведения пациентов (например, на назначение ингибиторов PARP (поли(АДФ-рибоза)полимеразы/ингибиторы**[**™**]**) [141].*

Олапариб



Клинические рекомендации

Рак поджелудочной железы

Кодирование по Международной статистической классификации болезней и проблем, связанных со здоровьем: **C25**

Год утверждения (частота пересмотра): **2021**

Возрастная категория: **Взрослые**

Год окончания действия: **2025**

ID: **355**

2.5 Иные диагностические исследования

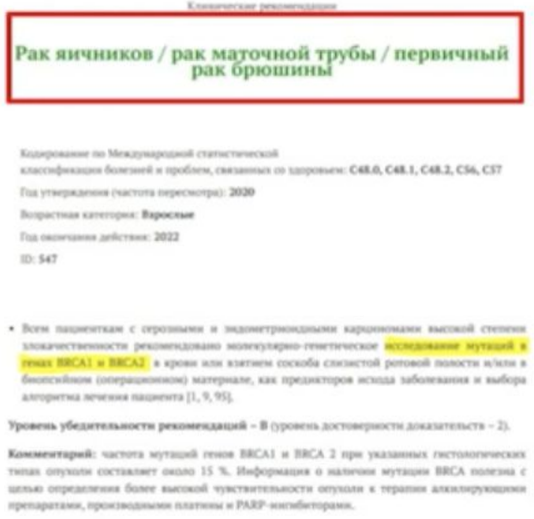
• Всем пациенткам с раком поджелудочной железы рекомендуется молекулярно-генетическое исследование мутаций в генах *BRCA1, BRCA2* и *PALB2* в крови или опухолевой ткани[36,37].

Уровень убедительности рекомендаций С (уровень достоверности доказательств 4)

Комментарий: учитывая частоту выявления мутаций в генах BRCA1, BRCA2 и PALB2 более 5%, а также существенное влияние данных мутаций на выбор схем химиотерапии, определение данных мутаций целесообразно всем пациентам. Учитывая крайне низкую чувствительность существующих тест-систем на основе ПЦР, следует отдать предпочтение секвенированию следующего поколения (NGS). При наличии гистологического материала целесообразно выполнение секвенирования в ткани опухоли с дополнительным определением статуса MSI.

Олапариб

FOLFIRINOX



Клинические рекомендации

Рак яичников / рак маточной трубы / первичный рак брюшины

Кодирование по Международной статистической классификации болезней и проблем, связанных со здоровьем: **C48.0, C48.1, C48.2, C56, C57**

Год утверждения (частота пересмотра): **2020**

Возрастная категория: **Взрослые**

Год окончания действия: **2022**

ID: **547**

• Всем пациенткам с серозными и эндометриоидными карциномами высокой степени злокачественности рекомендовано молекулярно-генетическое исследование мутаций в генах BRCA1 и BRCA2 в крови или взятием соскоба слизистой ротовой полости н/или в биопсийном (операционном) материале, как предикторов исхода заболевания и выбора алгоритма лечения пациента [1, 9, 95].

Уровень убедительности рекомендаций – В (уровень достоверности доказательств – 2).

Комментарий: частота мутаций генов BRCA1 и BRCA 2 при указанных гистологических типах опухоли составляет около 15 %. Информация о наличии мутации BRCA полезна с целью определения более высокой чувствительности опухоли к терапии алкилирующими препаратами, производными платины и PARP-ингибиторами.

Олапариб

Рак предстательной железы

BRCA 1

BRCA 2

ATM

Генетическое тестирование на наличие герминальных мутаций генов, участвующих в репарации ДНК путем гомологичной рекомбинации (HRR) (например, *BRCA1, BRCA2, ATM* и др.) **рекомендуется** для всех пациентов с местно-распространенным РПЖ и метастазами в регионарных лифоузлах (N1). Исследование на соматические мутации генов HRR в потенциале позволит получить более полные результаты по сравнению с тестированием только герминальных мутаций. Тестирование опухоли на наличие соматических мутаций в генах HRR методом NGS **рекомендуется** для всех пациентов с метастатическим РПЖ [141].

Уровень убедительности рекомендаций – С (уровень достоверности доказательств – 5).

Комментарии: *как показала диагностическая часть исследования PROfound, проведенная с участием 4425 пациентов с мКРРПЖ, мутации генов HRR встречаются в 27,9 % случаев. В исследовании выявляли как герминальные, так и соматические мутации следующих 15 генов HRR: BRCA1, BRCA2, ATM, BRIP1, BARD1, CDK12, CHEK1, CHEK2, FANCL, PALB2, PPP2R2A, RAD51B, RAD51C, RAD51D и RAD54L. Данные мутации были обнаружены генетическим тестированием ДНК из опухолевой ткани методом секвенирования нового поколения (NGS) [142]. Выявление мутаций генов HRR может повлиять на тактику ведения пациентов (например, на назначение ингибитора PARP (поли(АДФ-рибоза)полимеразы)олапариба**) [141].*

Клинические рекомендации Рак поджелудочной железы (ID:12). Год утверждения: 2021

FDA approves olaparib for HRR gene-mutated metastatic castration-resistant prostate cancer

Share Tweet Linkedin Email Print

Drug Approvals and Databases

Resources for Information | Approved Drugs

On May 19, 2020, the Food and Drug Administration approved olaparib (LYNPARZA, AstraZeneca Pharmaceuticals, LP) for adult patients with deleterious or suspected deleterious germline or somatic homologous recombination repair (HRR) gene-mutated metastatic castration-resistant prostate cancer (mCRPC), who have progressed following prior treatment with enzalutamide or abiraterone.

Молекулярная диагностика методом NGS

Рак молочной железы	BRCA1 BRCA2 **PIK3CA**^{FFPE}
Рак яичника	BRCA1 BRCA2
Рак предстательной железы	BRCA1 BRCA2 **ATM CHEK2 PALB2**
Рак поджелудочной железы	BRCA1 BRCA2 **PALB2**
Меланома кожи	BRAF NRAS **c-KIT**
Рак прямой/ободочной кишки	KRAS NRAS BRAF MSI
Рак лёгкого	BRAF EGFR

Что делать с результатами?

Патогенные варианты могут влиять на три типа клинических решений:

- Скрининг и профилактика: *раннее начало, МРТ вместо маммографии и УЗИ*
- Объем хирургического лечения: *одно-/двух-сторонняя мастэктомия*
- Лекарственная терапия: *препараты платины и PARP-ингибиторы (Олапариб, Талазопариб)*

Важно учитывать клинические особенности, в том числе семейный анамнез

Не забывайте спросить генетика, если чего-то не хватает или непонятно!

Как направить материал на тестирование

Заполнить форму 057/у, вписать *все необходимые маркеры*,
указать *метод NGS*

Приложить документы:

1. копию паспорта (страницы 2-3)
2. копию страницы паспорта с регистрацией
3. копию СНИЛС
4. копию полиса ОМС

ГБУЗ РЕСПУБЛИКАНСКИЙ МЕДИКО-ГЕНЕТИЧЕСКИЙ ЦЕНТР

НМИЦ ОНКОЛОГИИ им. Н. Н. Блохина

ФЕДЕРАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ЦЕНТР ФИЦ ФТМ ФУНДАМЕНТАЛЬНОЙ И ТРАНСЛЯЦИОННОЙ МЕДИЦИНЫ

ГОСУДАРСТВЕННОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ЗДРАВООХРАНЕНИЯ ЛИПЕЦКИЙ ОБЛАСТНОЙ ОНКОЛОГИЧЕСКИЙ ДИСПАНСЕР

2024

Секвенирование в лаборатории без секвенатора

Этапы NGS-анализа



Сбор образцов | Выделение ДНК | Подготовка библиотек | Секвенирование | Обработка данных | Отчёт

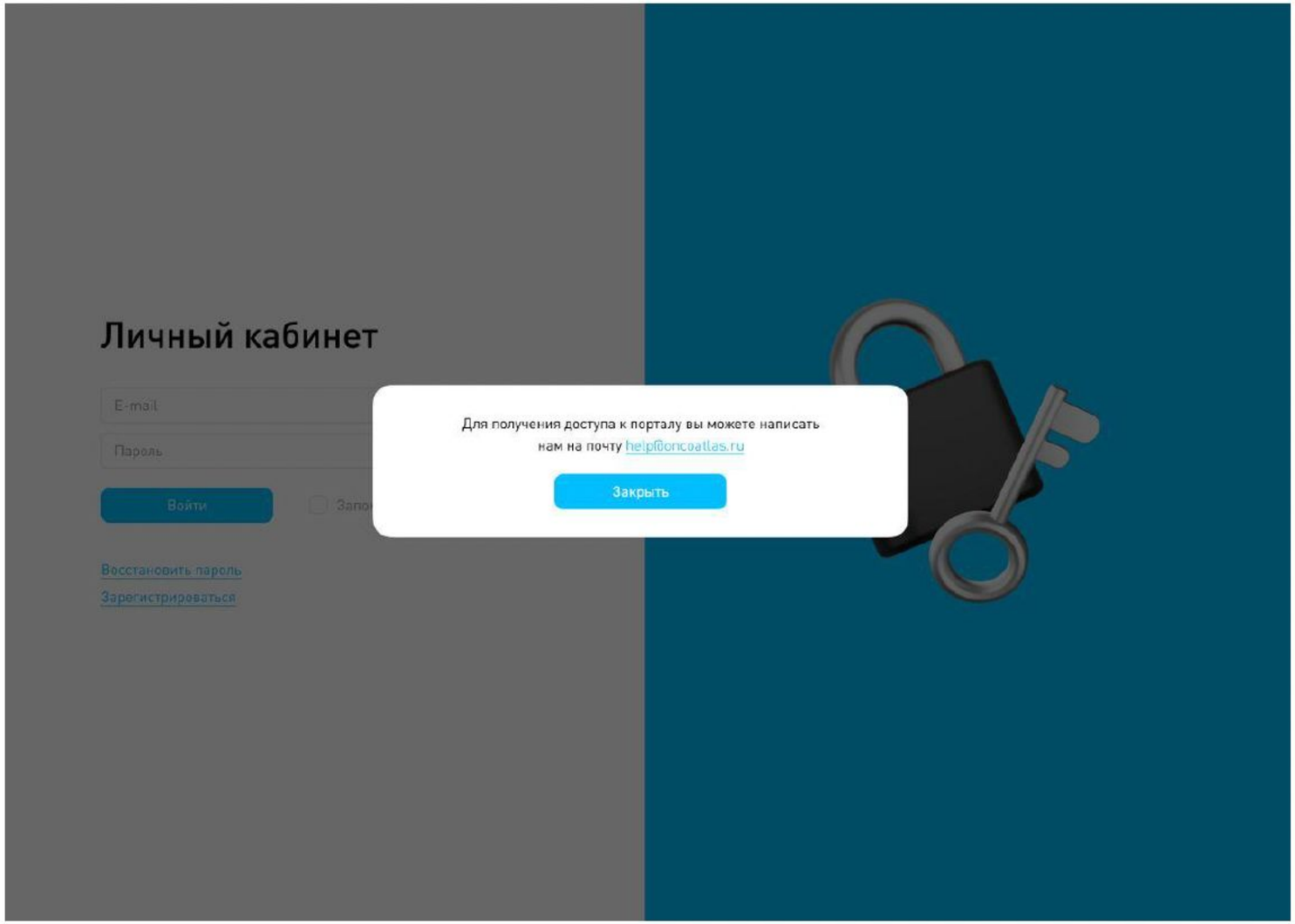
Может быть выполнено в лицензированной и оснащенной ПЦР-лабораторией

Секвенирование аутсорс

Анализ данных и получение результатов

Всю биоинформатическую обработку мы сделаем за вас и сформируем данные в удобный отчет.

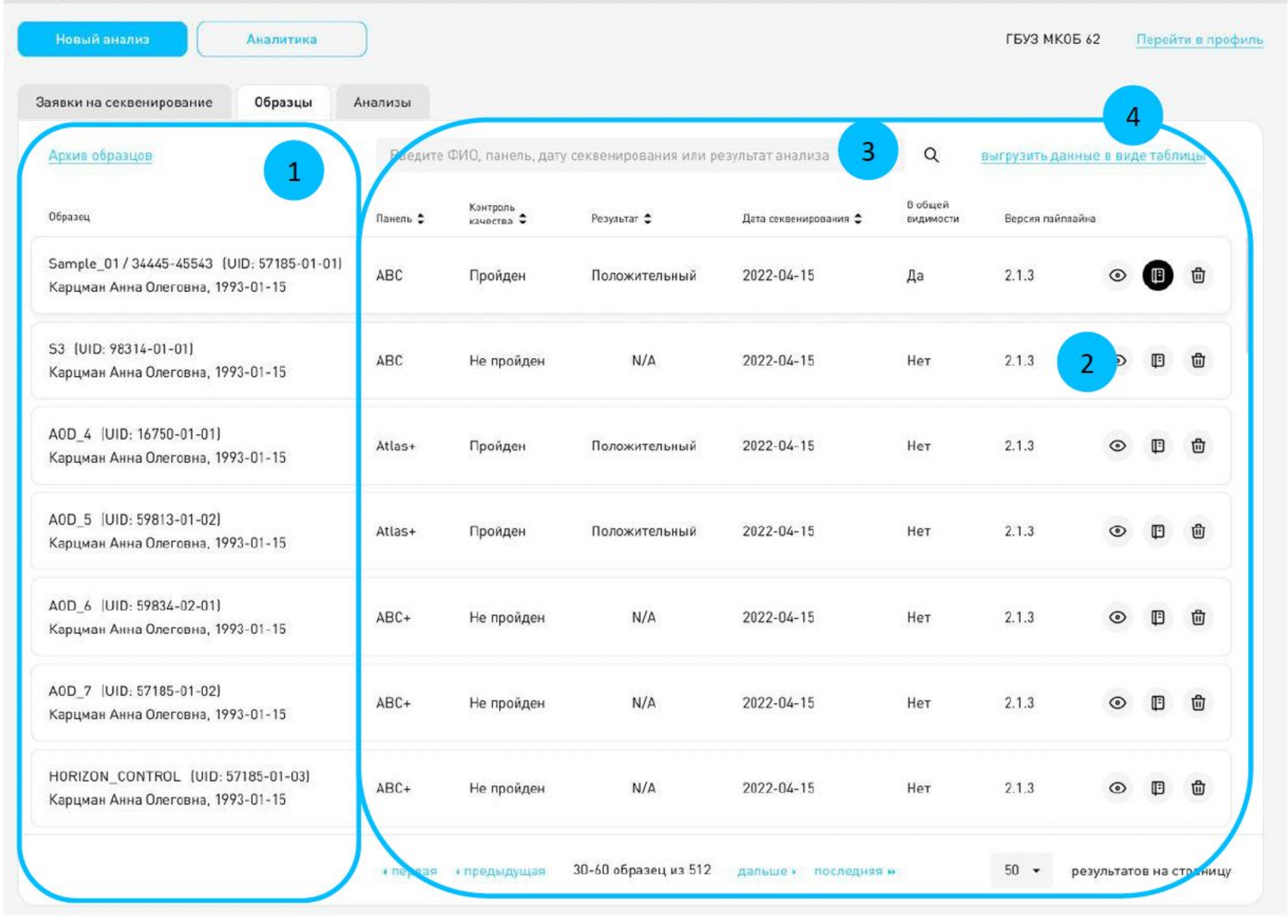
Для их получения нужно только зайти в личный кабинет Solo AVES.



Анализ данных и получение результатов

Простой и понятный интерфейс личного кабинета не даст запутаться

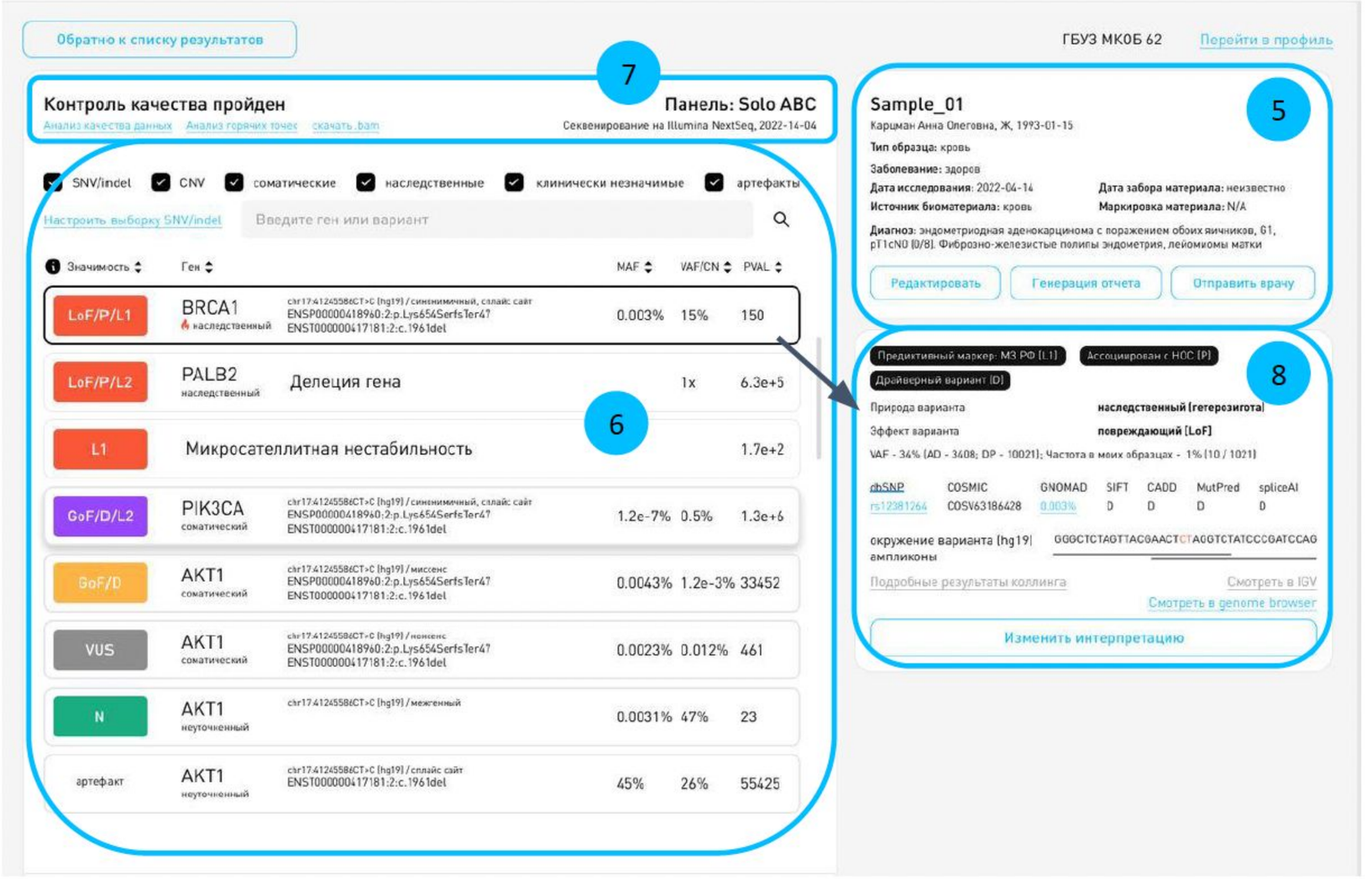
1. Архив образцов
2. Краткие сведения об образце
3. Поисковая строка для быстрой навигации по образцам
4. Сформировать данные в таблицу excel



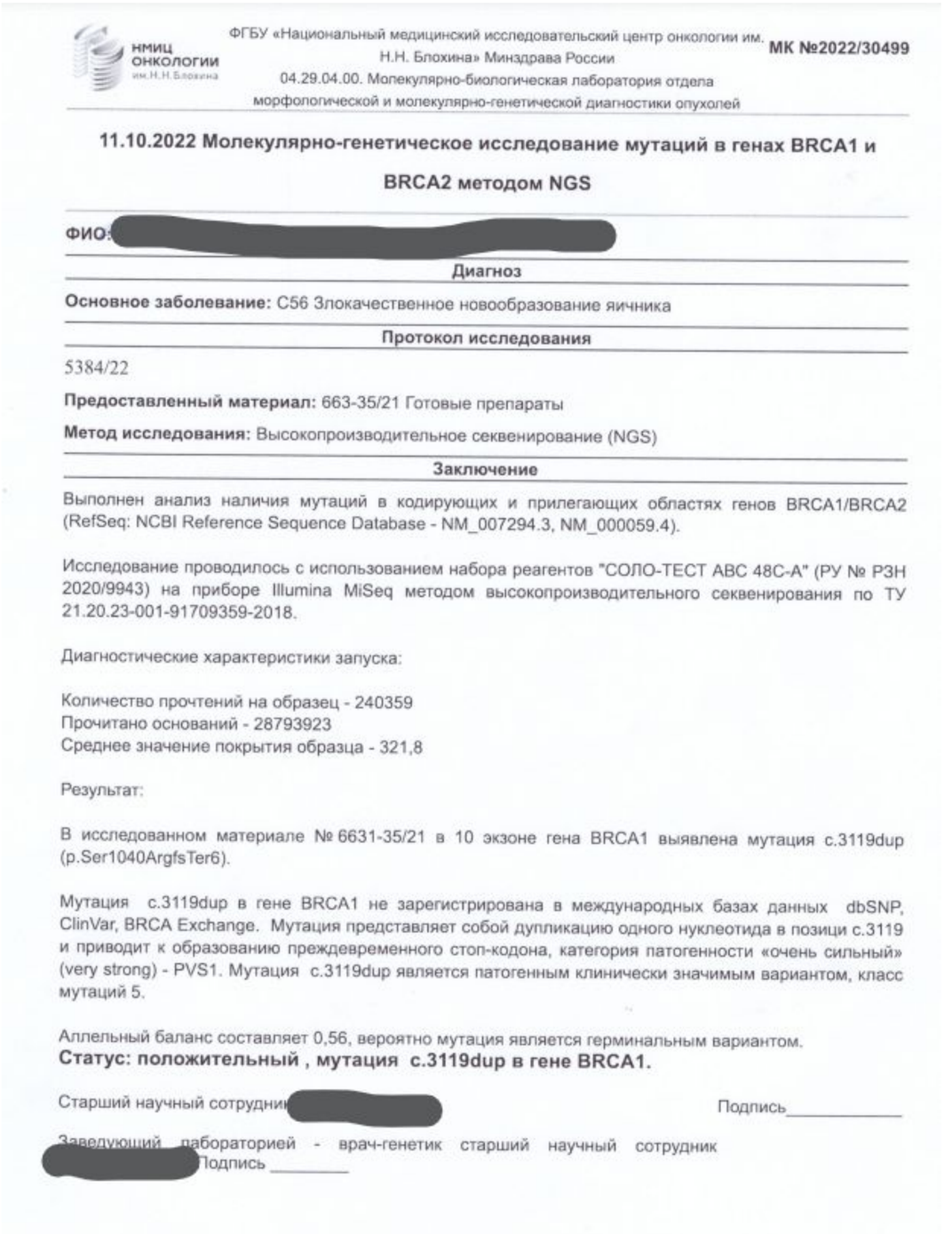
Анализ данных и получение результатов

Простой и понятный интерфейс личного кабинета не даст запутаться

5. Данные об образце, автоматическое формирование отчета, отправка данных врачу
6. Сведения о найденных мутациях
7. Сведения о прохождении контроля качества, анализ горячих точек, скачивание файлов.bam
8. Дополнительные сведения о найденной мутации



Результаты будут доступны в Личном кабинете



НМИЦ ОНКОЛОГИИ им. Н.Н. Блохина

ФГБУ «Национальный медицинский исследовательский центр онкологии им. Н.Н. Блохина» Минздрава России
04.29.04.00. Молекулярно-биологическая лаборатория отдела морфологической и молекулярно-генетической диагностики опухолей

МК №2022/30499

11.10.2022 Молекулярно-генетическое исследование мутаций в генах BRCA1 и BRCA2 методом NGS

ФИО: [redacted]

Диагноз

Основное заболевание: C56 Злокачественное новообразование яичника

Протокол исследования

5384/22

Предоставленный материал: 663-35/21 Готовые препараты

Метод исследования: Высокопроизводительное секвенирование (NGS)

Заключение

Выполнен анализ наличия мутаций в кодирующих и прилегающих областях генов BRCA1/BRCA2 (RefSeq: NCBI Reference Sequence Database - NM_007294.3, NM_000059.4).

Исследование проводилось с использованием набора реагентов "СОЛО-ТЕСТ ABC 48C-A" (РУ № РЗН 2020/9943) на приборе Illumina MiSeq методом высокопроизводительного секвенирования по ТУ 21.20.23-001-91709359-2018.

Диагностические характеристики запуска:

Количество прочтений на образец - 240359
Прочитано оснований - 28793923
Среднее значение покрытия образца - 321,8

Результат:

В исследованном материале № 6631-35/21 в 10 экзоне гена BRCA1 выявлена мутация c.3119dup (p.Ser1040ArgfsTer6).

Мутация c.3119dup в гене BRCA1 не зарегистрирована в международных базах данных dbSNP, ClinVar, BRCA Exchange. Мутация представляет собой дупликацию одного нуклеотида в позиции c.3119 и приводит к образованию преждевременного стоп-кодона, категория патогенности «очень сильный» (very strong) - PVS1. Мутация c.3119dup является патогенным клинически значимым вариантом, класс мутаций 5.

Аллельный баланс составляет 0,56, вероятно мутация является герминальным вариантом.
Статус: положительный , мутация c.3119dup в гене BRCA1.

Старший научный сотрудник [redacted] Подпись_____

Заведующий лабораторией - врач-генетик старший научный сотрудник [redacted] Подпись _____

Гены опухолевой супрессии. Биология мутаций BRCA



Гены BRCA1 и BRCA2 кодируют белки, которые «чинят» разрывы ДНК по образцу «целой» гомологичной хромосомы. Такой механизм называется **Репарация путем гомологичной рекомбинации** (англ. **HRR**).

Если из-за мутаций нарушена функция HRR клетка накапливает повреждения ДНК и перерождается в опухолевую. Такие опухоли особо чувствительна к веществам, которые приводят к разрывам ДНК, так как их нечем «чинить». Так работают противоопухолевые препараты:

PARP-ингибиторы дополнительно блокируют «починку» ДНК

Олапариб Талазопариб

- **Рак молочной железы** - мутации BRCA1/2
- **Рак яичников** - мутации BRCA1/2
- **Рак простаты** - мутации BRCA1/2 и еще 13 генов HRR

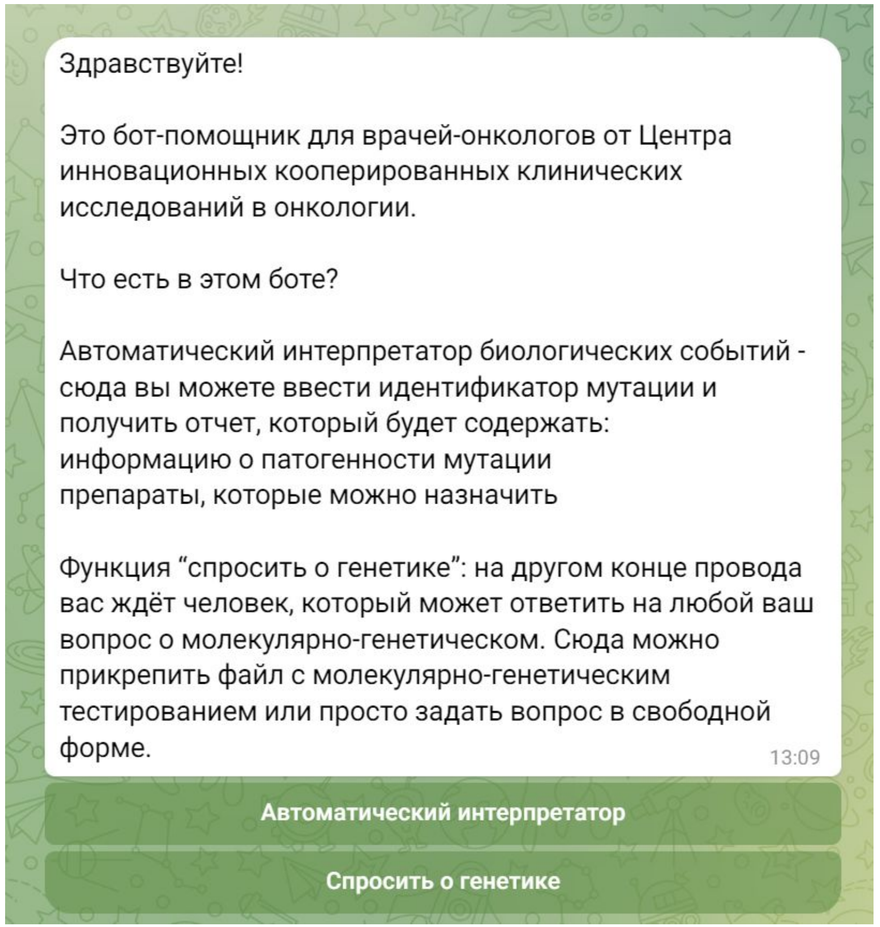
Препараты платины химически повреждают ДНК

Карбоплатин Цисплатин Оксалиплатин

- **Рак поджелудочной железы** - мутации BRCA1/2 и PALB2

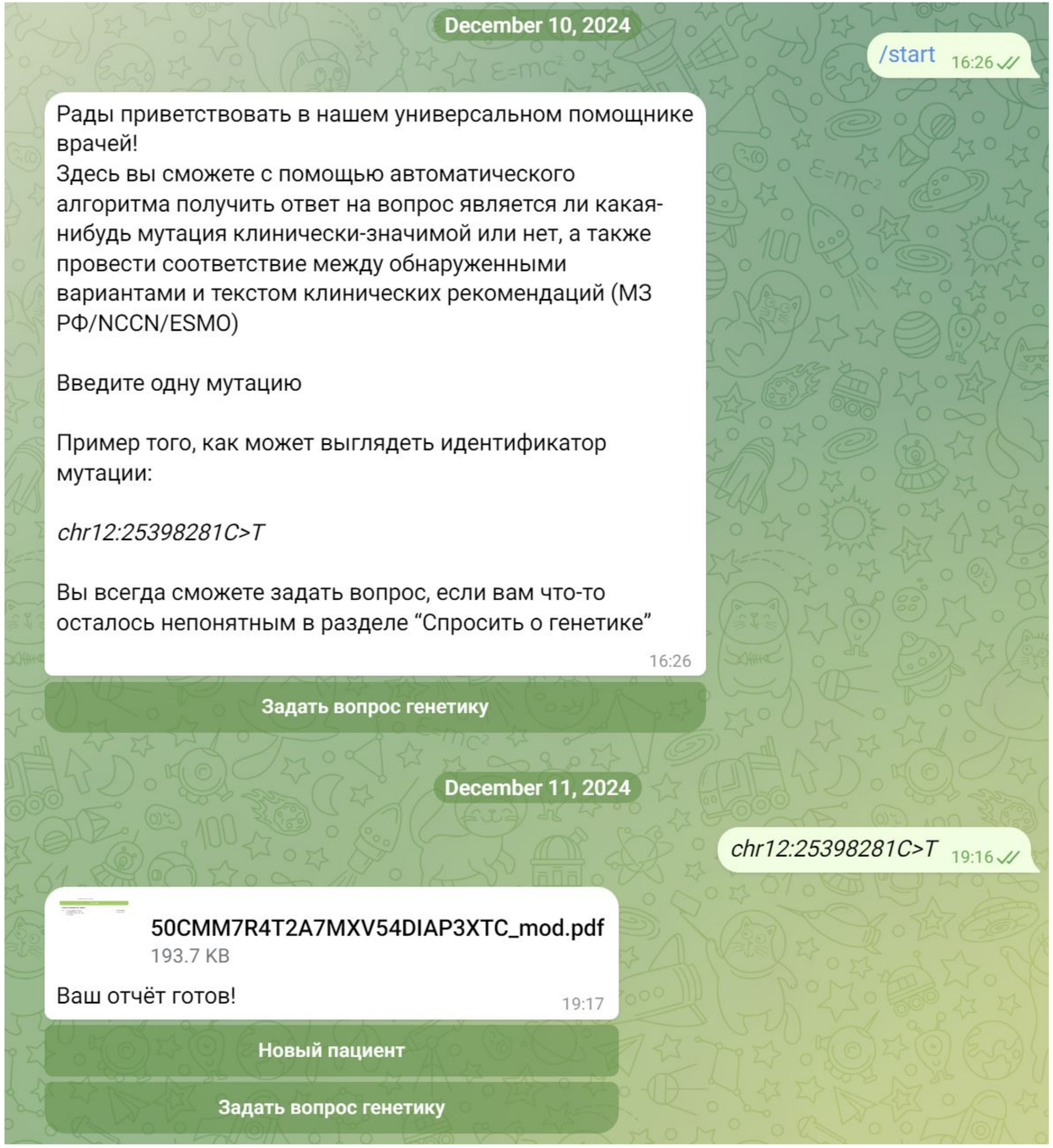
Чат-бот интерпретатор биологических событий

- Два режима:
  - Автоматическая интерпретация
  - Спросить о генетике



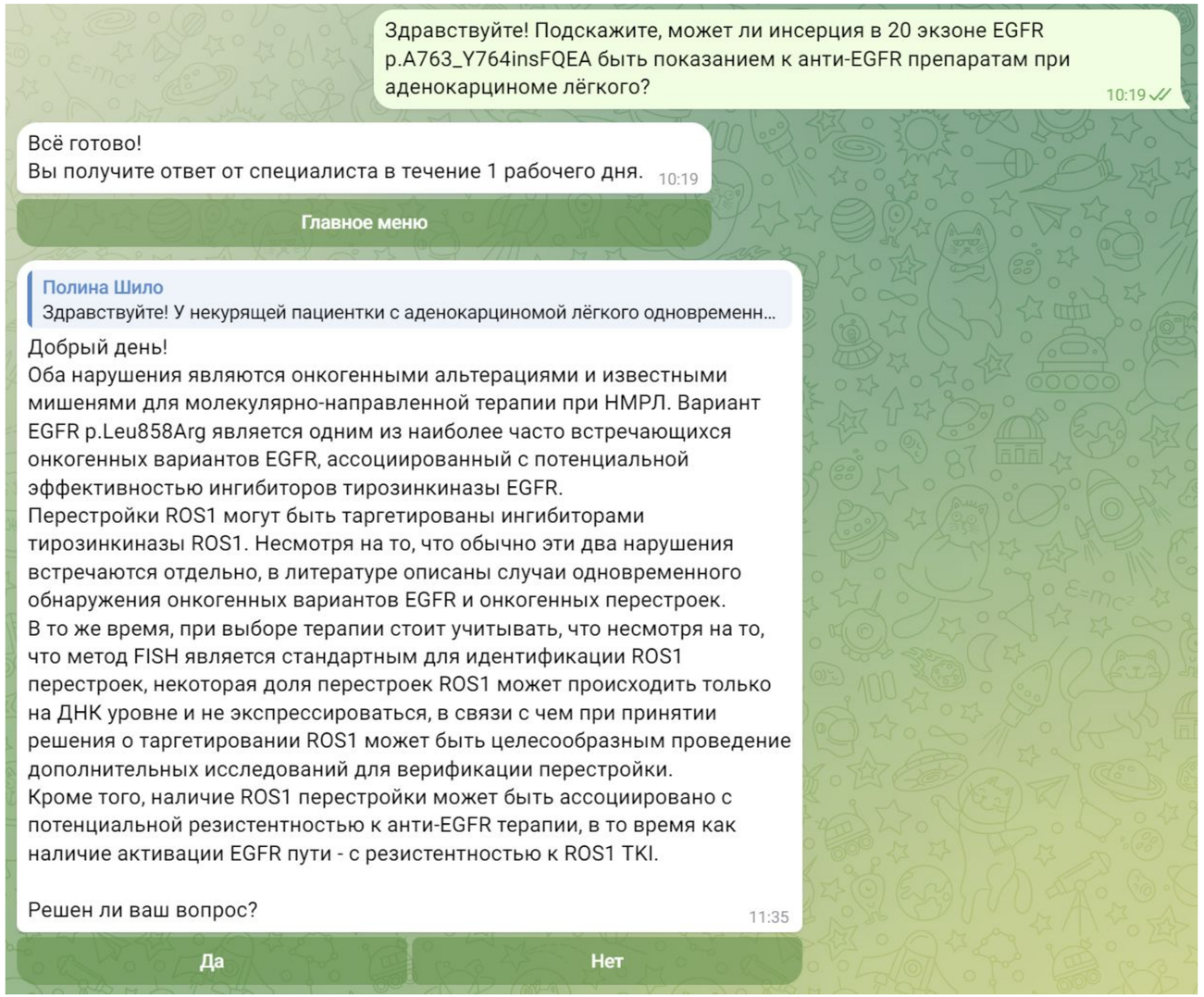
Чат-бот интерпретатор биологических событий

- Два режима:
  - **Автоматическая интерпретация**
  - Спросить у генетика



Чат-бот интерпретатор биологических событий

- Два режима:
  - Автоматическая интерпретация
  - **Спросить у генетика**



oncoatlas

Благодарю за внимание