

КАЗАНСКИЙ
ГОСУДАРСТВЕННЫЙ
МЕДИЦИНСКИЙ
УНИВЕРСИТЕТ



Опосредованные методы обнаружения возбудителей паразитических инфекций

*Когда паразита не видно, но его присутствие можно
обнаружить*

Кафедра медицинской биологии и генетики
доц. Салафутдинов И.И.



Опосредованные методы обнаружения паразитозов включают в себя серологические тесты, которые выявляют антитела к паразитам в крови (например, ИФА), инструментальные методы, такие как УЗИ и МРТ, позволяющие увидеть изменения в органах и паразитарные кисты, а также ПЦР-диагностику, которая обнаруживает генетический материал паразитов в образцах.

Серологические методы (анализ крови) **Иммуноферментный анализ (ИФА)**: это один из самых распространенных видов серологических тестов, который определяет наличие антител различных классов (**IgM**, **IgG**) к антигенам конкретных паразитов. Определение антител к паразитам: проводится при подозрении на наличие паразитов в других органах (например, печени, легких) или для подтверждения диагноза, особенно при сложных случаях.

Инструментальные методы исследования УЗИ, МРТ, КТ: эти методы позволяют визуализировать внутренние органы и обнаружить изменения, вызванные паразитами, такие как утолщение стенок органов, увеличение протоков, аномальные формы.

Рентгенография: может быть полезна для определения локализации гельминтов в некоторых случаях.

Другие методы **Полимеразная цепная реакция (ПЦР)**: современный и высокоинформативный метод, обнаруживающий генетический материал паразита даже при его низкой концентрации. Он требует дорогостоящего оборудования и подходит для подтверждения диагноза, а не для массового скрининга.

Лабораторные исследования мокроты и мочи: в некоторых случаях может потребоваться исследование других биологических жидкостей на наличие паразитов или их фрагментов.

Общий анализ крови: позволяет оценить общее состояние организма и выявить косвенные признаки паразитарной инвазии, например, повышение уровня эозинофилов.

**Введение:**

Что такое опосредованные методы?

Почему нужны не прямые методы?

Паразит может находиться не в кишечнике, а в других органах (печень, легкие, мозг, мышцы).

Паразит может быть на личиночной стадии или не выделять яйца.

Инвазия может быть малой интенсивности, и паразита сложно обнаружить напрямую.

Методы выявляют не самого паразита, а следы его присутствия в организме: антитела, изменения в органах, генетический материал.



Основные группы методов

Какие бывают опосредованные методы?

Содержание:

Серологические (анализ крови на антитела). Пример: ИФА

Инструментальные (визуализация органов). Пример: УЗИ, МРТ, КТ, рентген

Молекулярно-генетические. Пример: ПЦР

Дополнительные лабораторные тесты. Пример: Общий анализ крови, исследование мокроты/мочи





Иммуноферментный анализ (ИФА) ИФА — «золотой стандарт» серодиагностики.

Обнаруживает специфические антитела (IgM, IgG, IgA), которые вырабатывает иммунная система в ответ на антигены паразита.

Преимущества:

- Высокая чувствительность и специфичность.
- Позволяет определить стадию заболевания (острая, хроническая, реинфекция) по классу антител.
- Автоматизация процесса.



Клинические примеры серодиагностики

Примеры из практики: Что значат разные антитела?

- **Острая стадия (подозрение):** IgM+ (недавнее заражение). Действия: Повторить ИФА через 2-3 недели для оценки динамики.
- **Хроническая стадия/иммунитет:** IgG+ (организм встречался с паразитом). Действия: Сопоставить с клиникой и другими анализами.
- **Активная инфекция:** IgM+ и IgG+ (обострение или недавняя инфекция). Действия: Подтверждение ПЦР, начало лечения.
- **Отсутствие инвазии:** IgM- и IgG-. Действия: Искать другие причины симптомов.



Применение и значение серологических тестов

Когда назначают анализы на антитела?

- Подозрение на **внекишечные формы паразитозов** (эхинококкоз, токсокароз, описторхоз, трихинеллез).
- **Подтверждение диагноза при отрицательном результате** прямых методов.
- **Дифференциальная диагностика** со схожими по симптомам заболеваниями.
- **Оценка эффективности** проведенного лечения (динамика уровня антител).

**Клинический кейс: Диагностика эхинококкоза**

Пример комплексной диагностики на практике

Жалобы пациента: Тяжесть в правом подреберье, слабость.

1-й шаг: УЗИ брюшной полости. Обнаружена киста в печени.

2-й шаг: Серология (ИФА). Обнаружены высокие титры IgG к *Echinococcus granulosus*. Это подтверждает паразитарную природу кисты.

3-й шаг: Подтверждение (при необходимости). ПЦР для идентификации вида паразита.

Диагноз: Эхинококкоз печени.

Вывод: Для постановки диагноза потребовалось сочетание **инструментального и серологического методов.**



Ограничения и сложности опосредованной диагностики

Что может осложнить диагностику?

Перекрестные реакции: Антитела к одному паразиту могут реагировать на антигены другого (ложноположительный результат).

«Серологический шум»: Наличие антител (IgG) может говорить о старой, уже излеченной инфекции, а не о текущей проблеме.

Иммуносупрессия: У ослабленных пациентов антитела могут не вырабатываться в достаточном количестве (ложноотрицательный результат).

Дороговизна и доступность: Высокотехнологичные методы (ПЦР, МРТ) доступны не во всех клиниках



Инструментальные методы

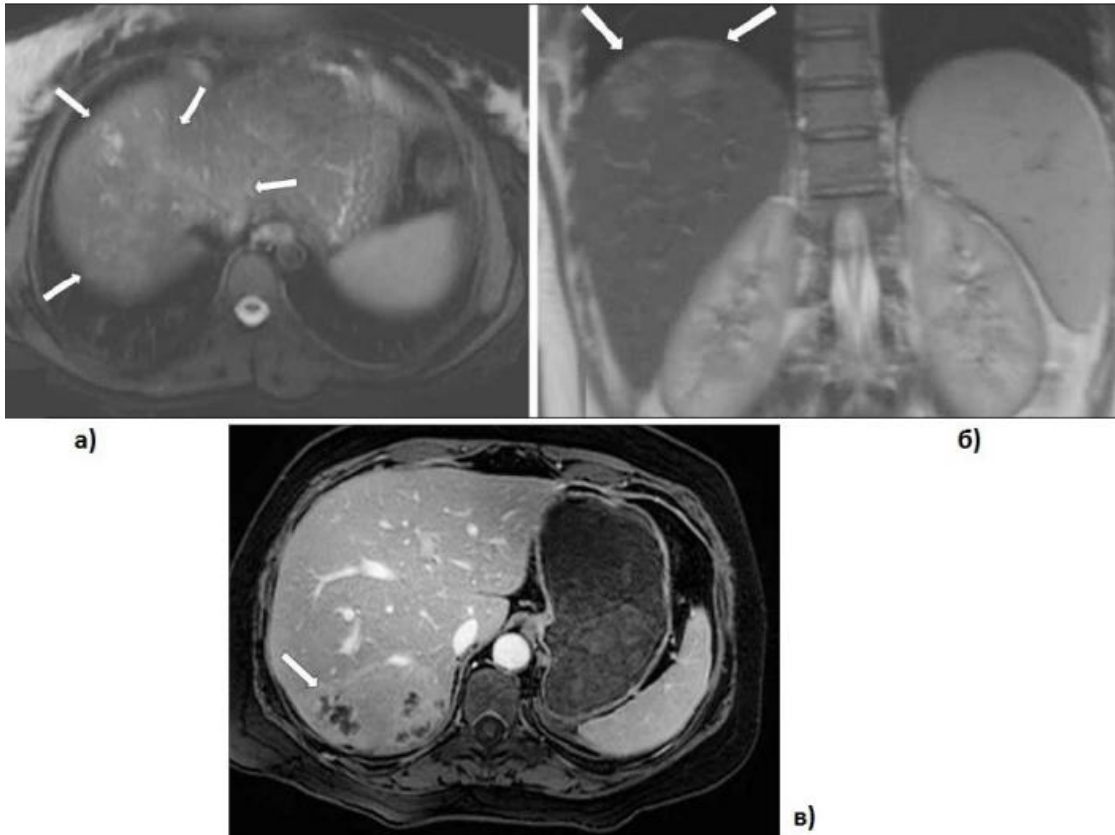
Визуализация внутренних органов (УЗИ, МРТ, КТ)

Увидеть последствия инвазии

Цель: Обнаружить структурные изменения в органах, вызванные паразитами.

Что выявляют:

- **Паразитарные кисты** (например, при эхинококкозе).
- **Утолщение стенок** органов и протоков (например, при описторхозе).
- **Очаги воспаления и кальцинаты.**
- **Аномальные образования.**

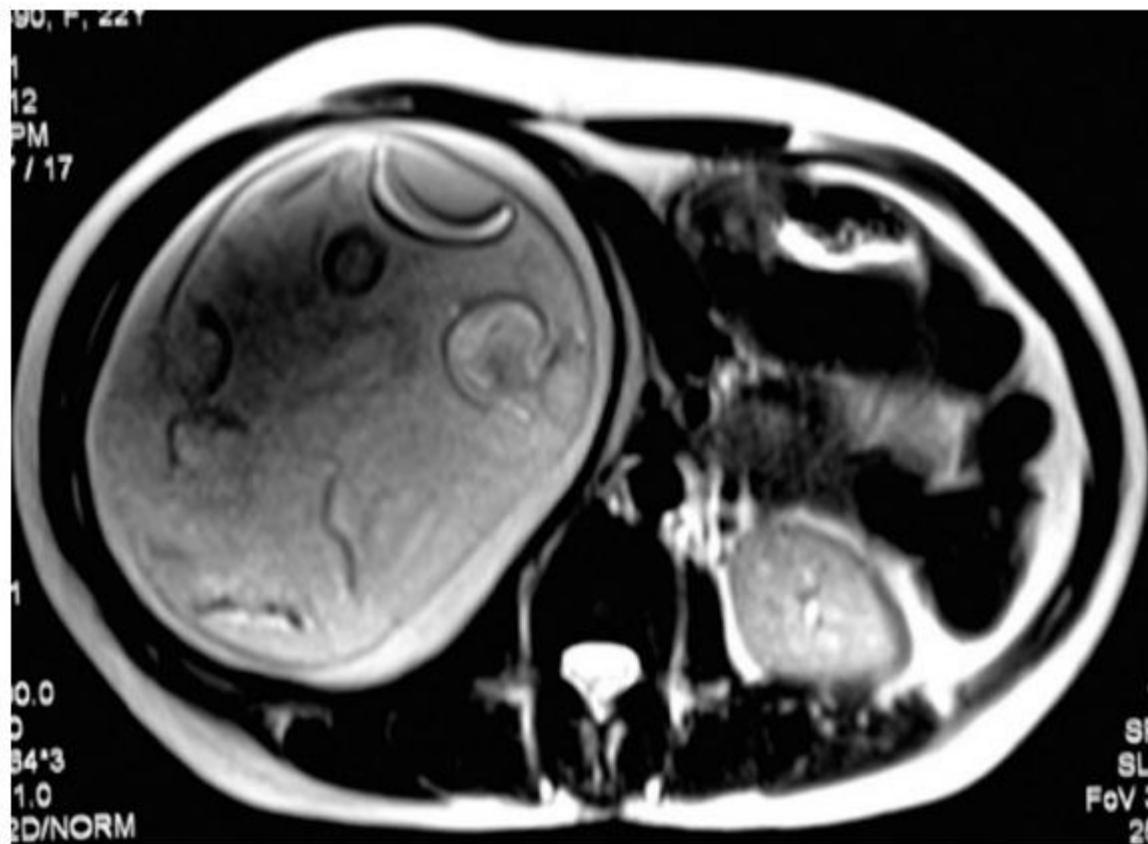


Печеночная двуустка: длина 20-30 мм, ширина 8-13 мм.

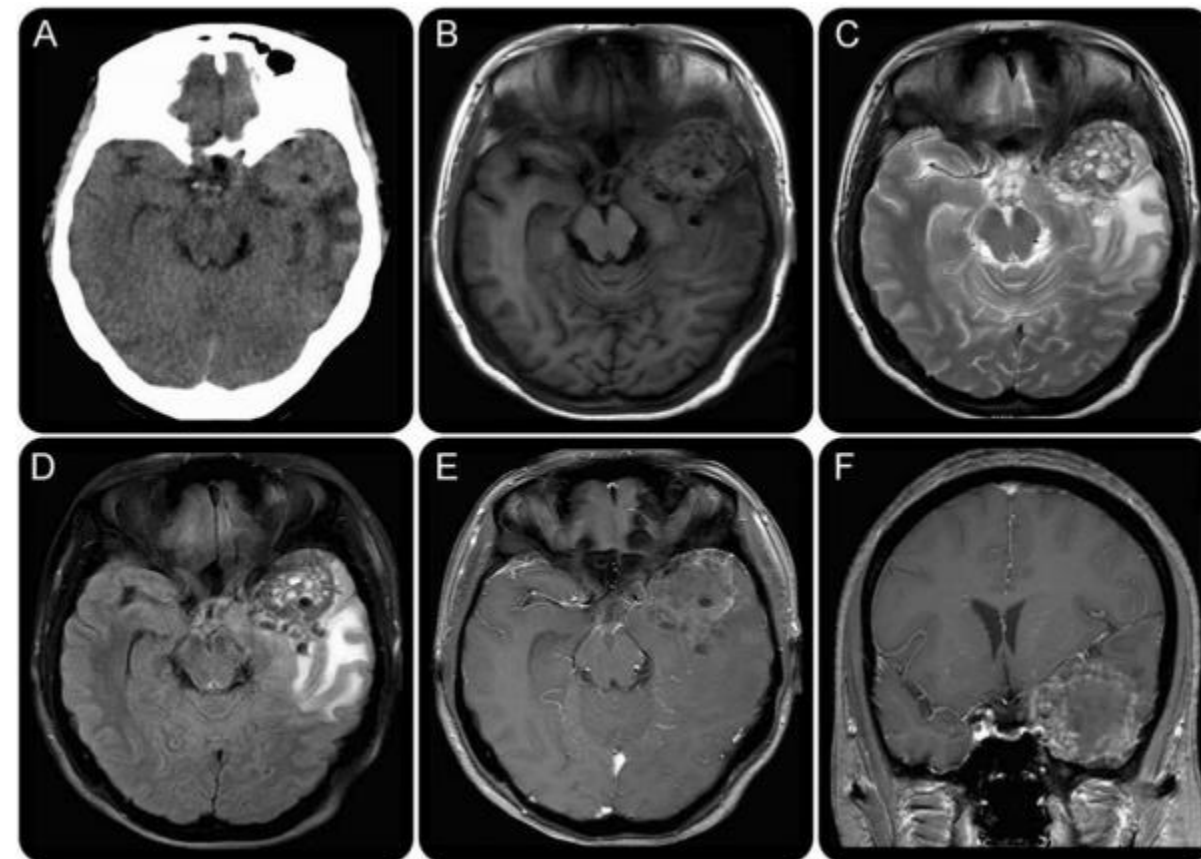
Гигантская двуустка: длина до 7-8 см, ширина до 12 мм. Яйца крупные (150-190 на 75-90 мкм).

Фасциолез – гельминтоз, заражению которым больше всего подвержены жвачные животные (коровы и овцы), но могут болеть и люди.

Возбудителями данного заболевания являются трематоды – гигантская (*Fasciola gigantica*) и печеночная двуустки (*F. Hepatica*).



Эхинококкоз



Цистицеркоз



Рентгенография и другие инструментальные методы

Дополнительные методы визуализации

Рентгенография:

Может выявить локализацию некоторых гельминтов (например, *Dirofilaria* в легких).

Показывает кальцинированные очаги.

Фиброгастроскопия: Может использоваться для забора материала и визуальной оценки повреждений



ПЦР-диагностика

ПЦР: Точность молекулярной генетики

Суть метода: Обнаруживает уникальный генетический материал (ДНК/РНК) паразита в образцах (кровь, биоптат, кал).

Преимущества:

- Высокая точность и специфичность.
- Работает даже при мизерном количестве паразита.

Недостатки:

- Высокая стоимость. Требуется сложное оборудование.
- Не подходит для массового скрининга.

Роль: Идеален для окончательного подтверждения диагноза



Дополнительные лабораторные исследования

Косвенные признаки и альтернативные биоматериалы

Общий анализ крови (ОАК):

- **Эозинофилия** — повышение уровня эозинофилов — классический, но не специфичный признак паразитоза.

Анемия, лейкоцитоз.

- **Исследование мокроты:** При подозрении на парагонимоз (легочный сосальщик).
- **Исследование мочи:** При подозрении на шистосомоз



Ограничения и сложности опосредованной диагностики

Что может осложнить диагностику?

- **Перекрестные реакции:** Антитела к одному паразиту могут реагировать на антигены другого (ложноположительный результат).
- **«Серологический шум»:** Наличие антител (IgG) может говорить о старой, уже излеченной инфекции, а не о текущей проблеме.
- **Иммуносупрессия:** У ослабленных пациентов антитела могут не вырабатываться в достаточном количестве (ложноотрицательный результат).
- **Дороговизна и доступность:** Высокотехнологичные методы (ПЦР, МРТ) доступны не во всех клиниках.



Вызовы современной паразитологии

Почему старых методов уже недостаточно?

Содержание:

Локализация: Внекишечные и тканевые формы паразитов (эхинококкоз, токсоплазмоз).

Низкая интенсивность инвазии: Паразитов мало, их не видно в микроскоп.

"Стертая" клиническая картина: Хронические формы, маскирующиеся под другие заболевания.

Необходимость видовой идентификации: Для выбора правильной тактики лечения.

Вывод: Требуются высокочувствительные и специфичные методы, выходящие за рамки традиционной микроскопии

Метод	Что обнаруживает	Преимущества	Недостатки	Основное применение
ИФА	Антитела (IgG, IgM)	Высокая чувствительность, определение стадии	Непрямой метод, возможны ложные результаты	Скрининг, подтверждение, оценка эффективности лечения
ПЦР	ДНК/РНК паразита	Высокая точность, прямое обнаружение	Высокая стоимость, сложное оборудование	Точное подтверждение вида паразита
УЗИ/МРТ	Структурные изменения органов	Визуализация масштабов поражения	Не выявляет причину изменений (нужны другие тесты)	Диагностика кист, абсцессов, фиброза
ОАК	Эозинофилия, анемия	Быстро, доступно, неспецифичный маркер	Косвенный признак, причина не ясна	Первичный скрининг, оценка общего состояния



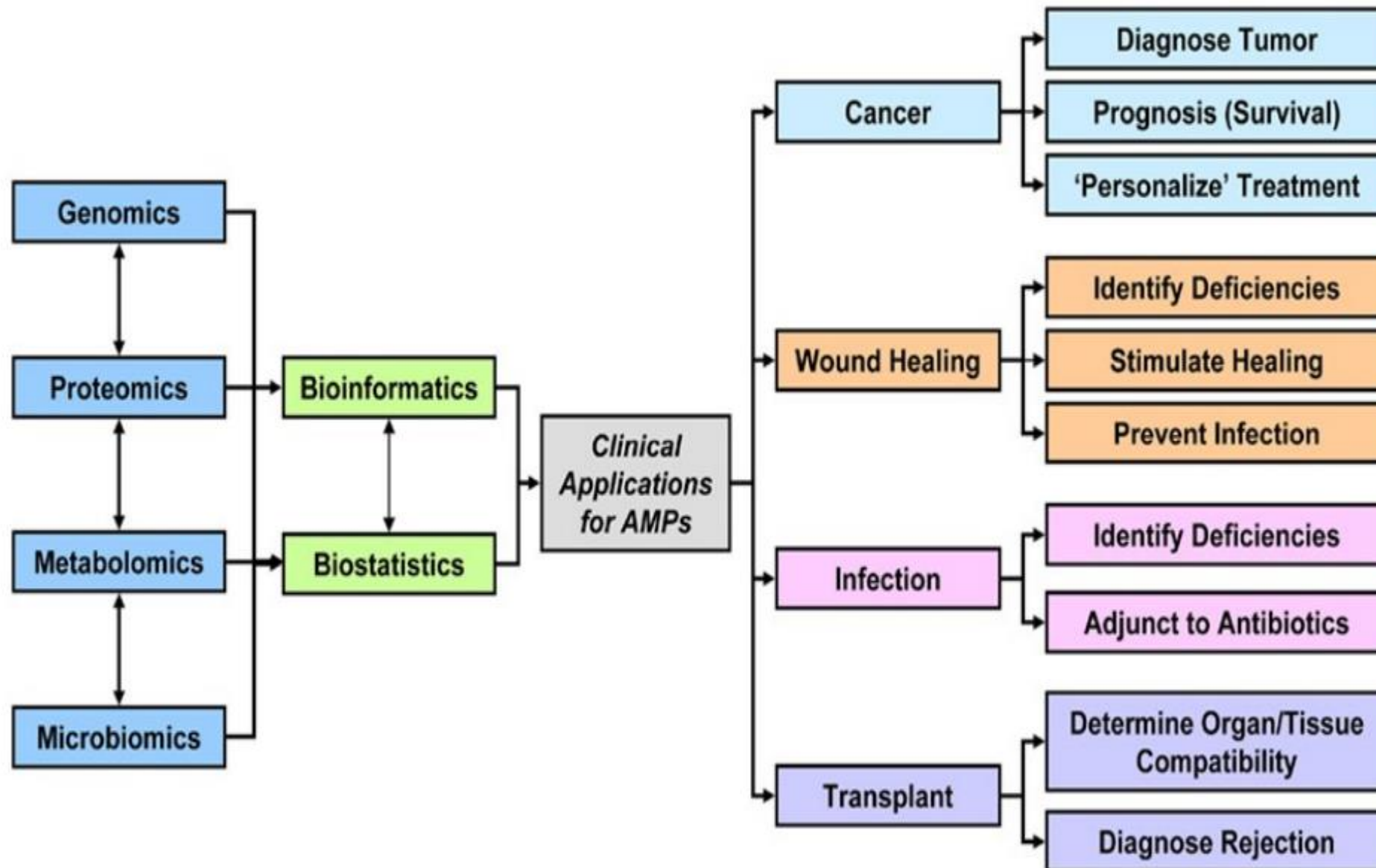
ПЦР: Найти по уникальному «штрих-коду»

ПЦР в реальном времени (qPCR): Не только обнаруживает ДНК, но и позволяет количественно оценить паразитарную нагрузку.

Мультиплексная ПЦР: Одновременное выявление 5-10 и более возбудителей в одной реакции.

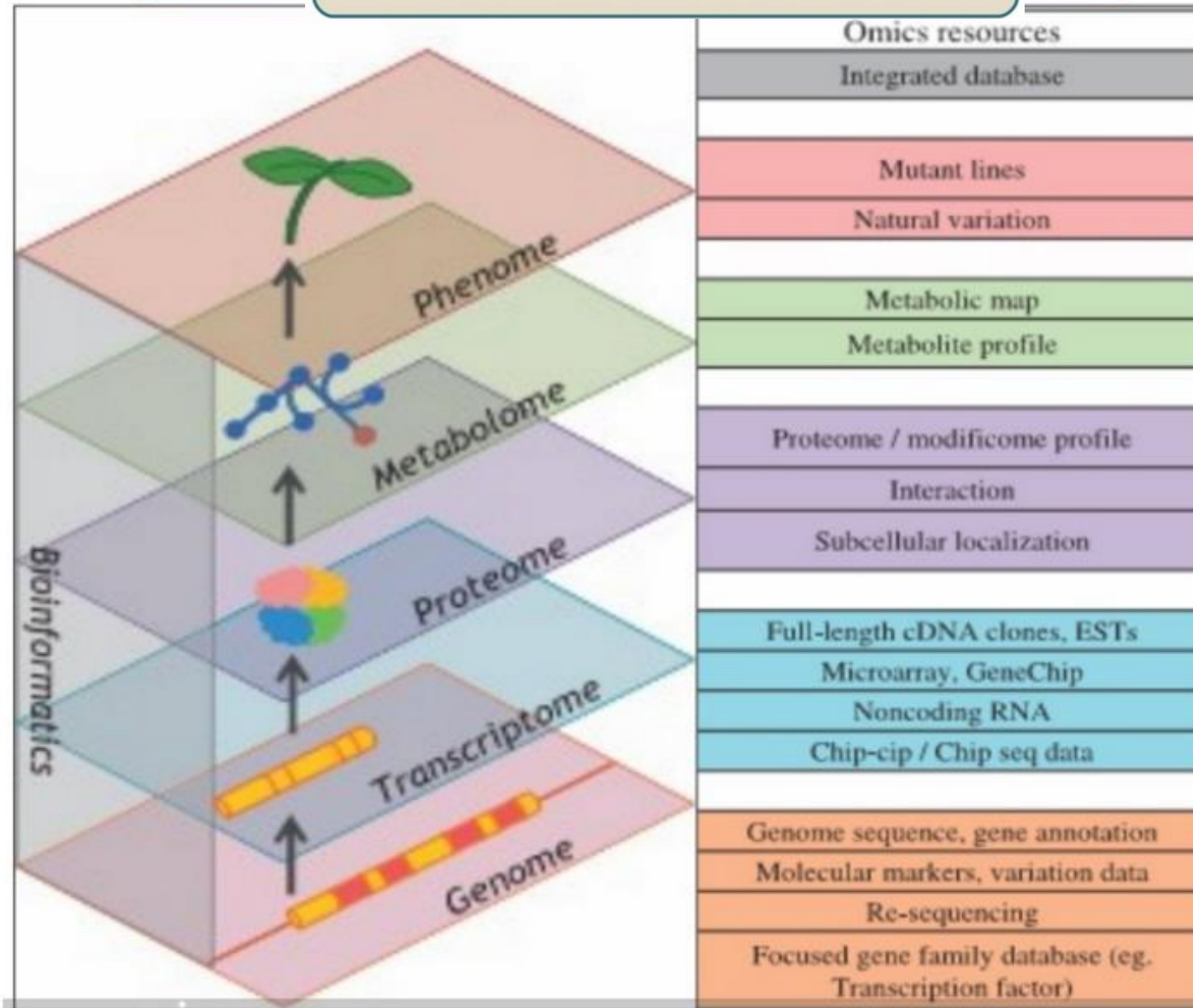
Преимущества: Прямое обнаружение, высочайшая специфичность, скорость (2-3 часа).

Недостатки: Не отличает живых паразитов от мертвых после лечения.





Omics Platforms





P4 medicine: how systems medicine will transform the healthcare sector and society

[Mauricio Flores](#)^{1,‡} [Gustavo Glusman](#)^{2,‡} [Kristin Brogaard](#)² [Nathan D Price](#)² and [Leroy Hood](#)²

[Author information](#) ► [Copyright and License information](#) ► [Disclaimer](#)

The publisher's final edited version of this article is available at [Per Med](#)
See other articles in PMC that [cite](#) the published article.

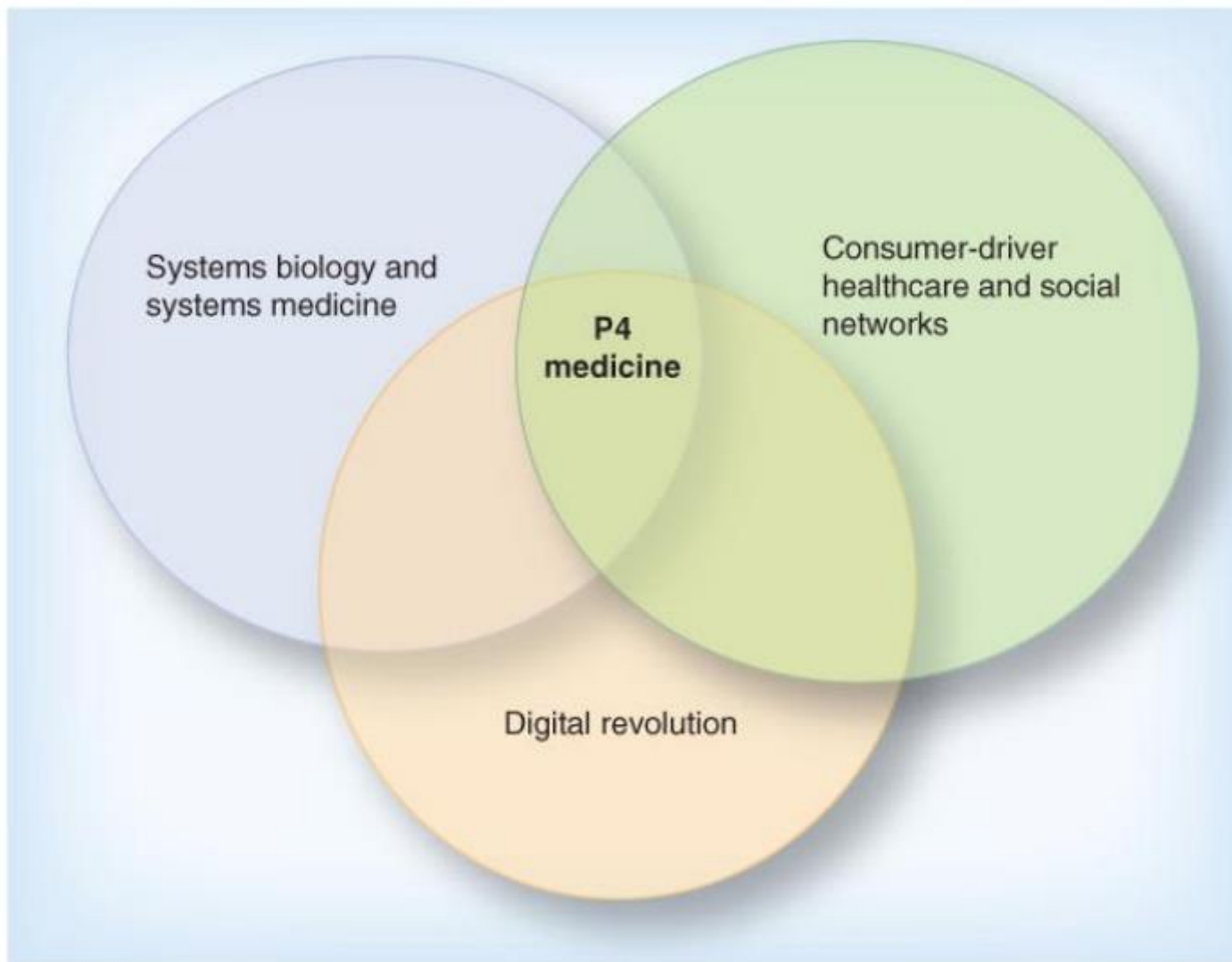
Abstract

Go to:

Ten years ago, the proposition that healthcare is evolving from reactive disease care to care that is predictive, preventive, personalized and participatory was regarded as highly speculative. Today, the core elements of that vision are widely accepted and have been articulated in a series of recent reports by the US Institute of Medicine. Systems approaches to biology and medicine are now beginning to provide patients, consumers and physicians with personalized information about each individual's unique health experience of both health and disease at the molecular, cellular and organ levels. This information will make disease care radically more cost effective by personalizing care to each person's unique biology and by treating the causes rather than the symptoms of disease. It will also provide the basis for concrete action by consumers to improve their health as they observe the impact of lifestyle decisions. Working together in digitally powered familial and affinity networks, consumers will be able to reduce the incidence of the complex chronic diseases that currently account for 75% of disease-care costs in the USA.

Keywords: big data, knowledge network, learning healthcare, new taxonomy of disease, omics studies, P4 medicine, personal data clouds, systems biology, systems medicine, wellness industry

The vision of medicine that is predictive, preventive, personalized and participatory ('P4') has long been



Predictive,
Preventive,
Personalized
Participatory

Providing
Preemptive
Point of care



Геномика и Метагеномика

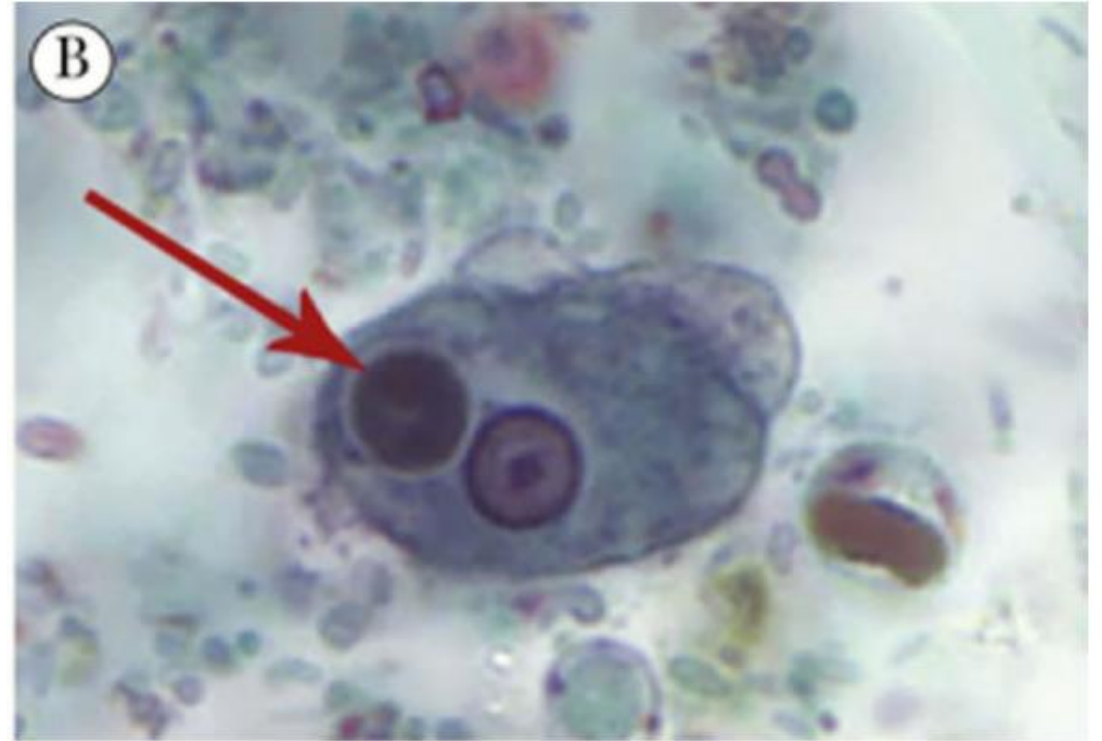
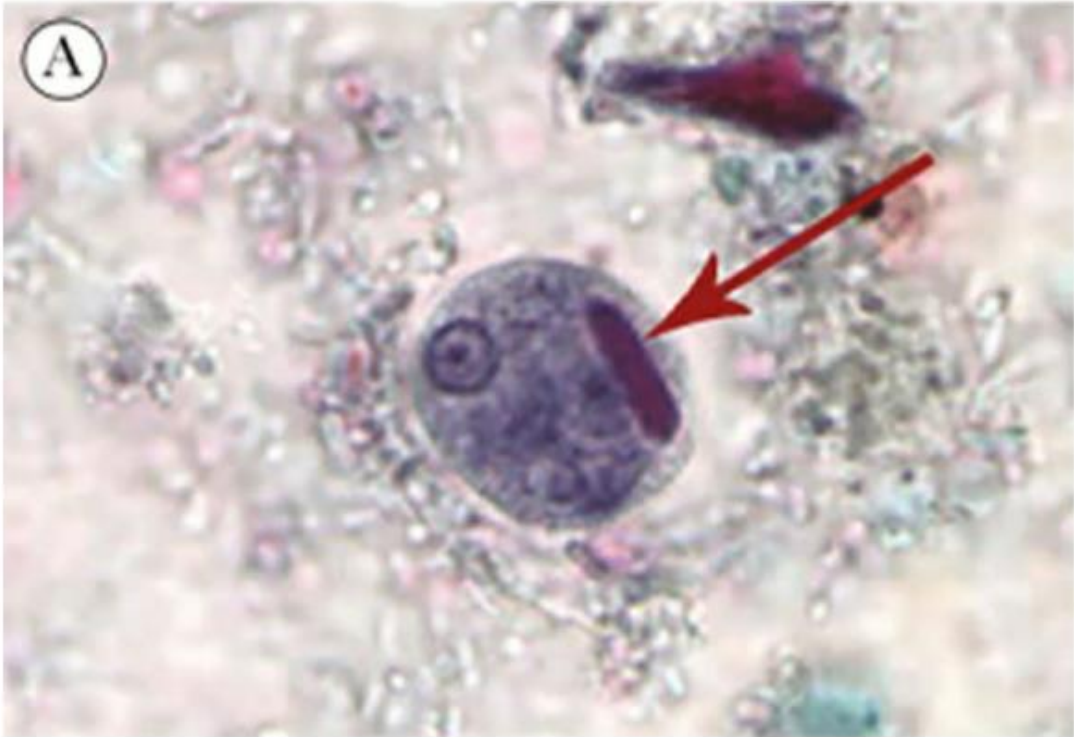
Что скрывает ваш микробиом?

Секвенирование нового поколения (NGS):

Пан-паразитарный метагеномный анализ: Позволяет обнаружить ЛЮБОГО паразита в образце (кал, кровь, спинномозговая жидкость) без предварительных предположений.

Таксономическое разрешение: Точное определение до вида и даже штамма.

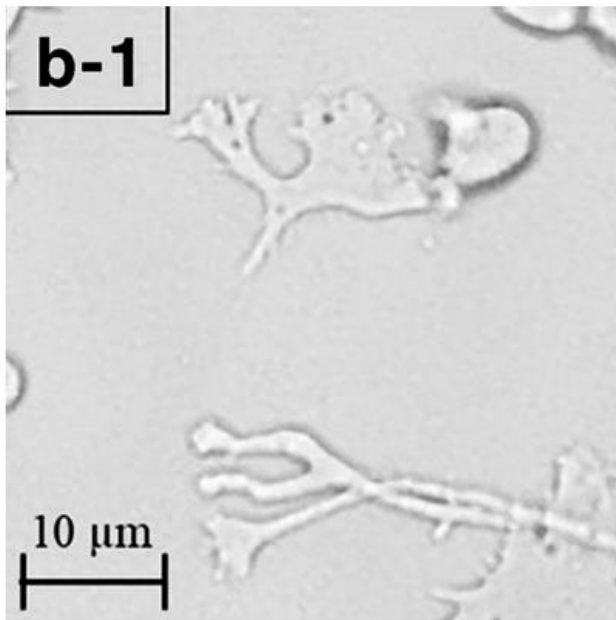
Выявление сочетанных инвазий



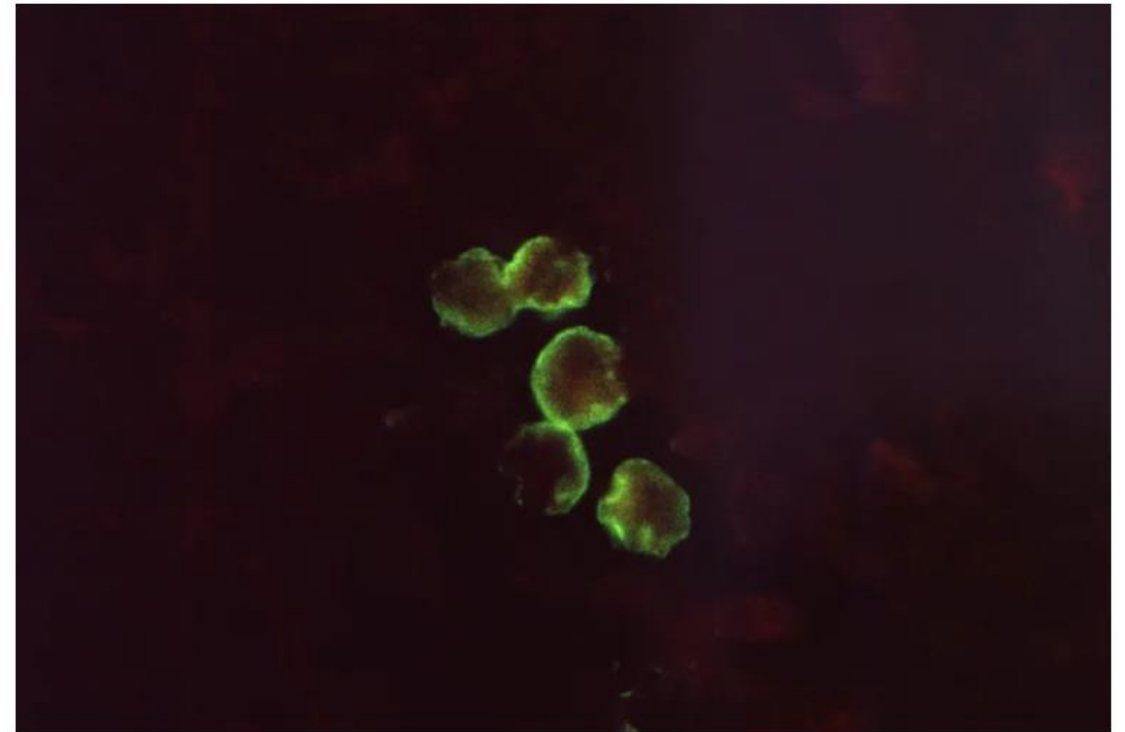
Entamoeba histolytica — протозойный паразит, который вызывает амебический колит и абсцессы печени.

Схема работы NGS: Образец -> Выделение всей ДНК -> Секвенирование -> Сравнение с базой данных -> Вывод: обнаружены *Entamoeba histolytica*, *Blastocystis hominis*.

Простейшие



Balamuthia mandrillaris

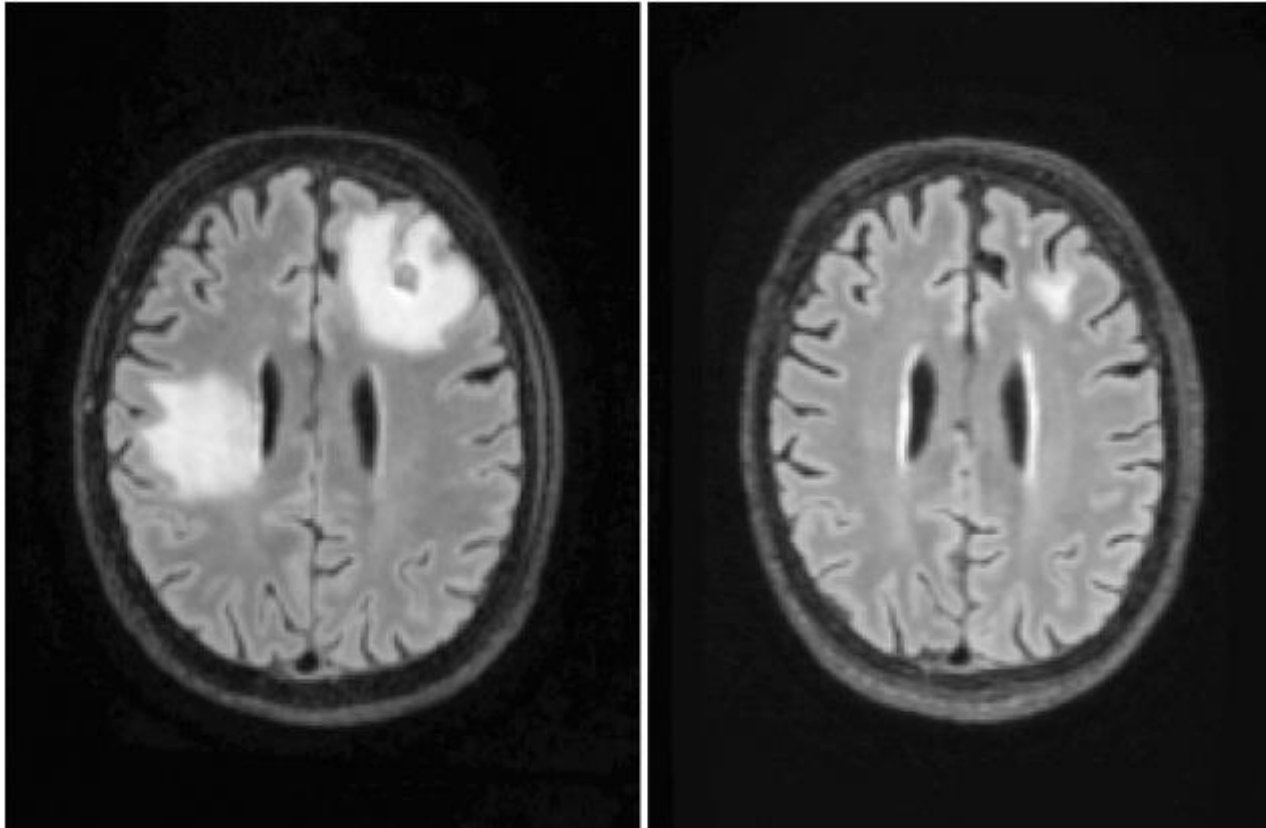


Окраска амебы *Naegleria fowleri* флюоресцентными антителами

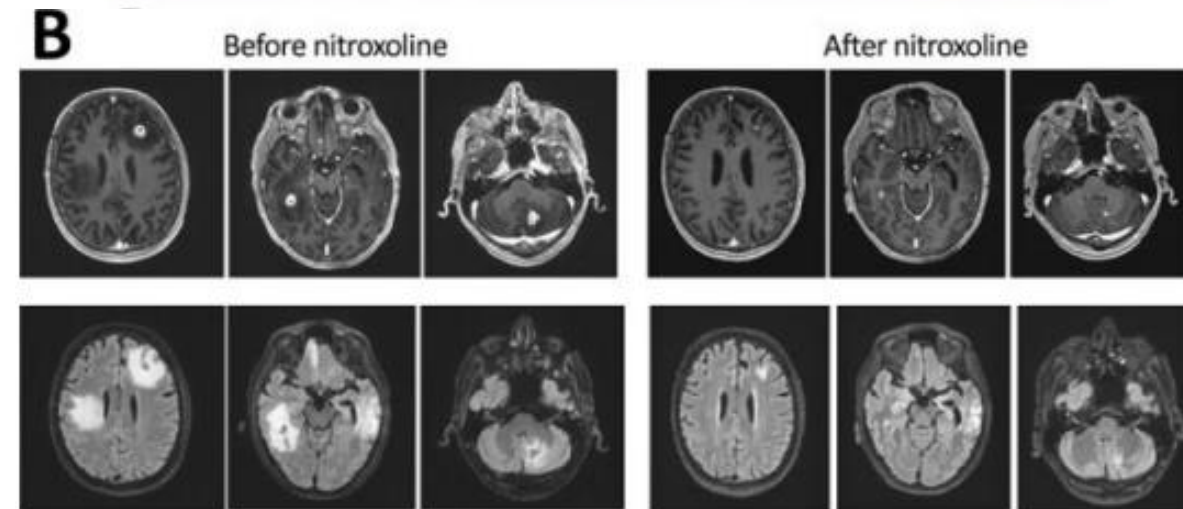
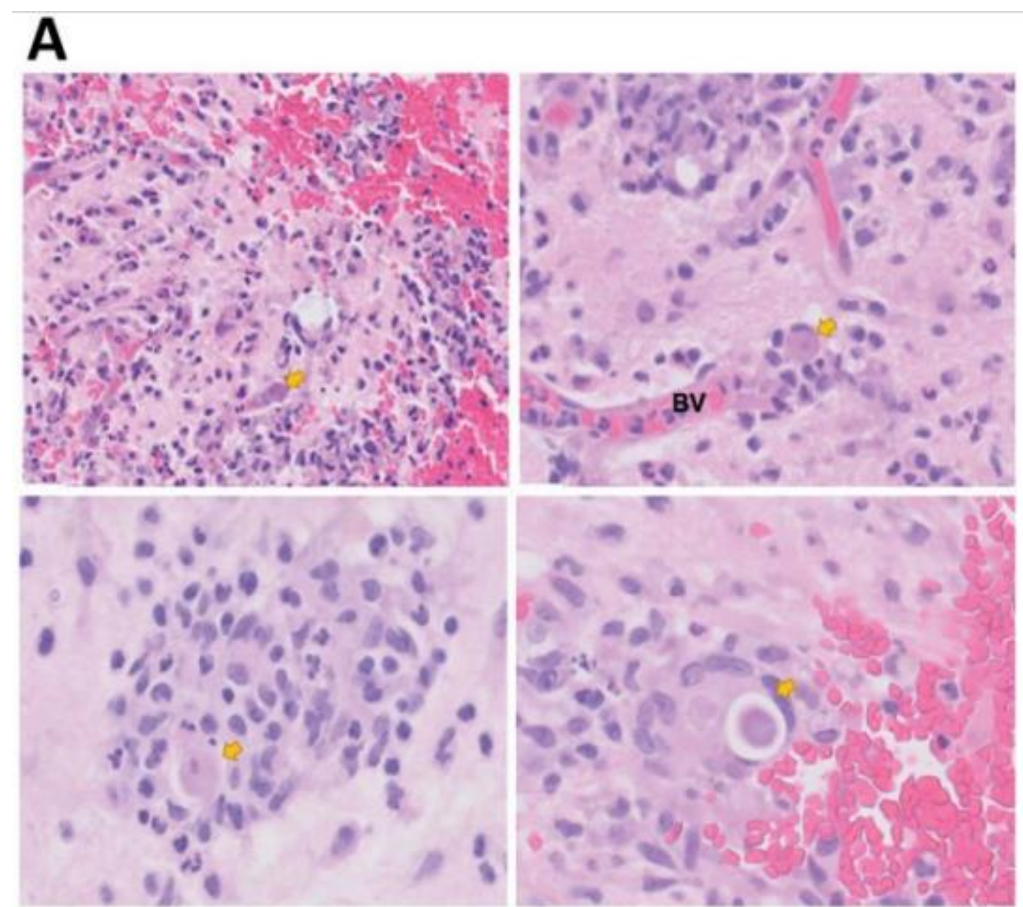
Заражении мозга одноклеточной амебой *Balamuthia mandrillaris* — исторически летальность таких случаев составляла более 90%.

Заражение произошло на севере Калифорнии летом 2021 года. В одну из больниц штата поступил 54-летний мужчина с дезориентацией, нарушением речи и частичным параличом. После проведения томографии оказалось, что в его мозге начались масштабные повреждения неизвестной природы.

Было решено провести полное чтение ДНК из образца мозга. Это позволило сопоставить данные о генетическом материале в биопсии с последовательностью ДНК этой редкой амебы и таким образом надежно подтвердить факт инфекции.

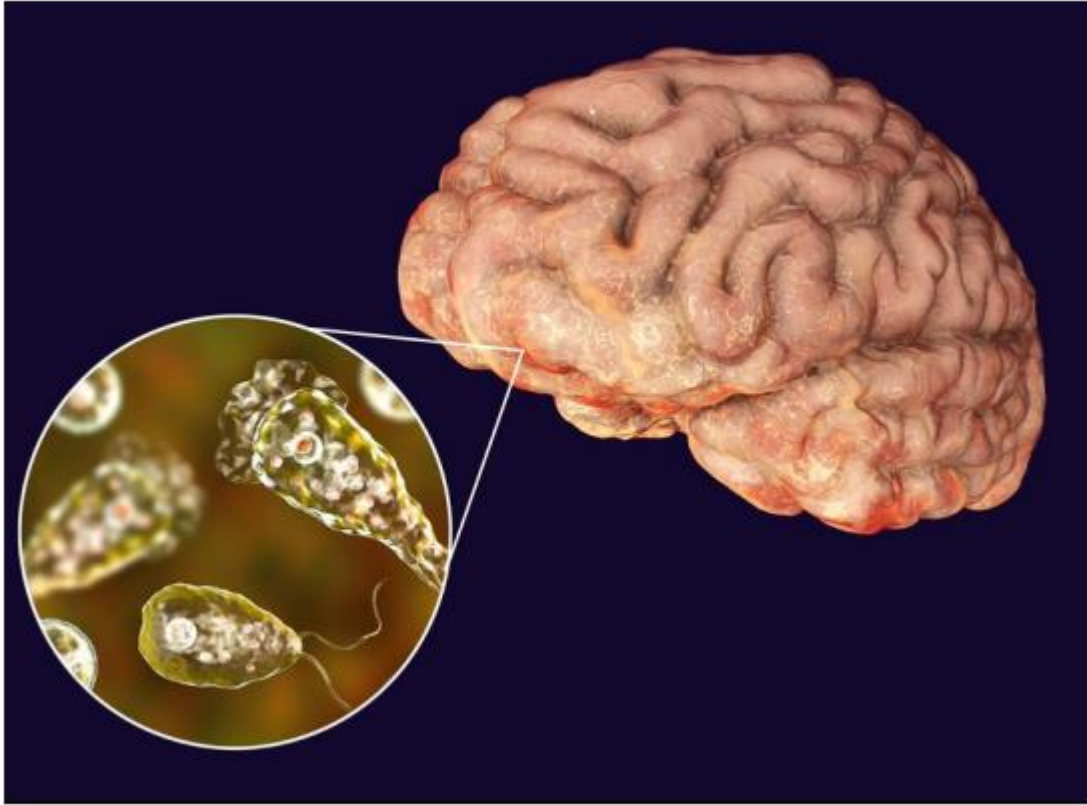


MRI scans of a man whose brain was infected with the amoeba *Balamuthia mandrillaris* show a dramatic difference in inflammation (white) before and after (right) treatment with an experimental drug



Сама амеба *Balamuthia mandrillaris*, как и ее несколько более известная дальняя родственница, амеба *Naegleria fowleri* (Неглерия Фоулера), в норме обитает в почве и воде и ведет свободный образ жизни — то есть не является паразитом. Очень редко она способна проникнуть в мозг.

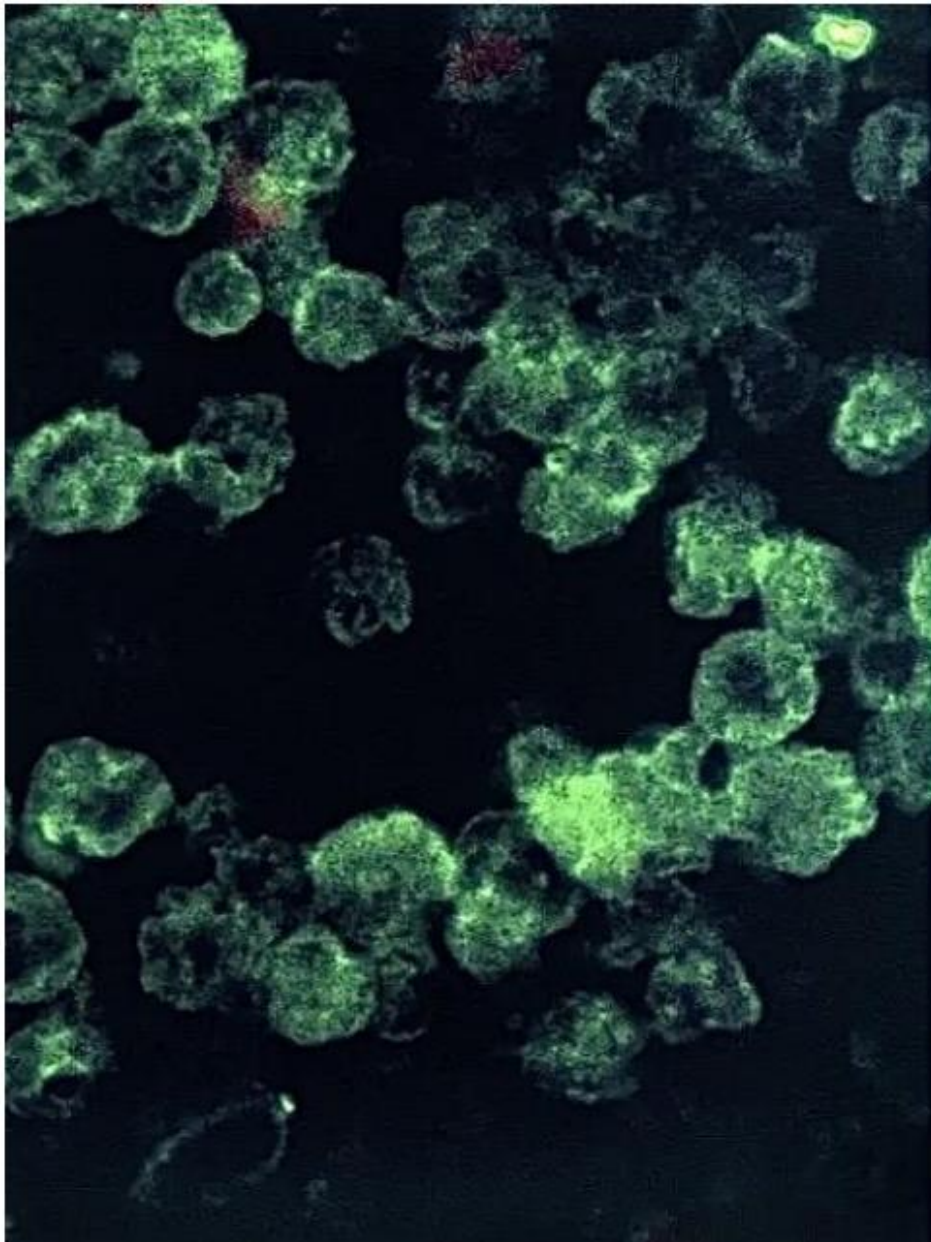
В случае неглерии это происходит в результате купания в теплой воде зараженных стоячих водоемов, когда амеба попадает в носовую полость ныряльщика, а затем через обонятельный эпителий проникает в обонятельные нервы и в конечном итоге переселяется в мозг.



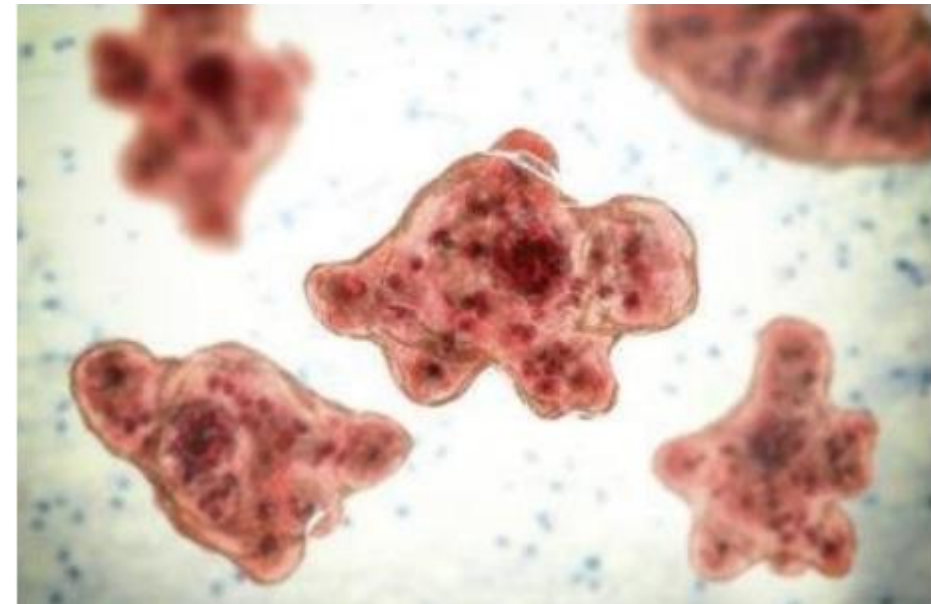
13-летний подросток из Флориды Калев Зигельбауэр (Caleb Ziegelbauer) после семейного отдыха 1 июля 2022 года в Порт-Шарлотт (Port Charlotte) попал на больничную койку с подозрением на первичный амёбный менингоэнцефалит (ПАМ)

Спасти пациента удалось только потому, что несколько лет назад исследователи из Калифорнийского университета и биолaborатории, спонсируемой фондом Марка Цукерберга и его жены Присциллы Чан, провели лабораторное тестирование библиотеки более чем из двух тысяч соединений на предмет их воздействия на баламутию.

Нитроксолин, используемый обычно для лечения бактериальных инфекций (и терапии одного из видов рака мочевого пузыря), оказался неожиданно эффективен в борьбе с поедающей нейроны амёбой — прогресс комбинированной терапии был замечен уже на 15-й день, и с тех пор состояние пациента не ухудшалось



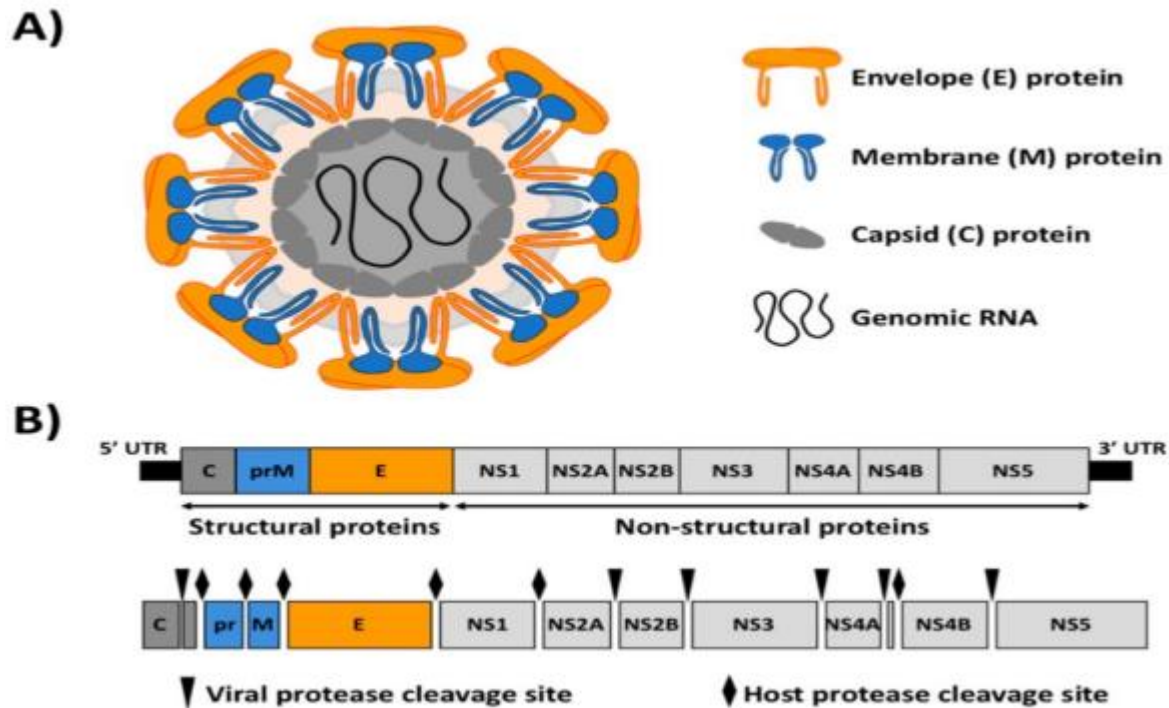
амеба *Naegleria fowleri*



<https://people.com/health/florida-teen-hospitalized-due-to-brain-eating-amoeba-following-family-beach-trip/>

Вирс Зика переносится в основном комарами рода *Aedes* (*Stegomyia*), в основном *Aedes aegypti*, кровососущая активность которых приходится на дневные часы.

Симптомы заболевания не развиваются; в остальных случаях симптомы проявляются в виде сыпи, лихорадки, конъюнктивита, болей в мышцах и суставах, общего недомогания и головной боли и продолжаются от двух до семи дней.



вид вирусов рода *Flavivirus* (семейство *Flaviviridae*)

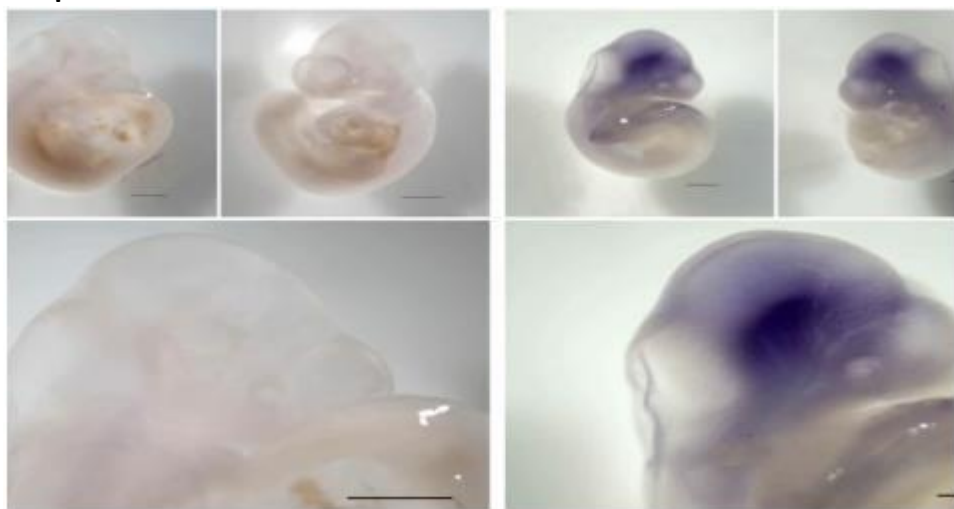
Вирусная инфекция Зика во время беременности может приводить к рождению детей с микроцефалией и другими врожденными пороками развития, а также к преждевременным родам и выкидышу.

У детей и взрослых инфицирование вирусом Зика может приводить к развитию синдрома ГийенаБарре, невропатии и миелиту.



В феврале 2016 г. ВОЗ объявила заболеваемость энцефалопатией, обусловленной вирусом Зика, чрезвычайной ситуацией в области здравоохранения, имеющей международное значение, после чего была подтверждена причинно-следственная связь между инфицированием вирусом Зика и врожденными пороками развития.

Начиная с 2017 г. количество случаев болезни, вызванной вирусом Зика, снижается, однако низкоинтенсивная передача вируса продолжается в нескольких странах Америки и других эндемичных регионах.



Впервые вирус обнаружили в 1947 году в Уганде. Сегодня вспышки зафиксированы в Северной и Южной Америке, а также Азиатско-Тихоокеанском регионе.



вирус проникает в зародыш еще до имплантации в матку

Протеомика в диагностике паразитарных инфекций

Проблема традиционной диагностики:

- Микроскопические методы: требуют экспертизы, трудозатратны
- Серологические тесты: перекрестные реакции, низкая специфичность
- Молекулярные методы (ПЦР): дороги, сложны в исполнении

Протеомика как решение: • Высокая чувствительность и специфичность

- Быстрые результаты
- Множественная детекция патогенов

Принципы протеомной диагностики

Основы протеомного подхода

Типы биомаркеров:

1. **Белки-биомаркеры хозяина** - изменения в протеоме человека
2. **Паразитарные белки** - прямая детекция белков паразита
3. **Модифицированные белки** - фрагменты и посттрансляционные модификации

Источники биологического материала:

- Сыворотка/плазма крови
- Моча
- Слюна
- Кал
- Тканевые образцы

Современные протеомные технологии

Платформы для протеомной диагностики **MALDI-TOF MS** (Matrix-Assisted Laser Desorption Ionization)

- **Принцип:** Ионизация белков лазером
- **Преимущества:** Быстрота, высокая пропускная способность
- **Применение:** Идентификация паразитов, векторов LC-MS/MS (Liquid Chromatography-Mass Spectrometry)
- **Принцип:** Разделение + масс-спектрометрия
- **Преимущества:** Высокая чувствительность, точность
- **Применение:** Поиск биомаркеров, количественный анализ SELDI-TOF MS (Surface-Enhanced Laser Desorption Ionization)
- **Принцип:** Селективное связывание на чипах
- **Преимущества:** Профилирование сложных образцов
- **Применение:** Паттерн-анализ сывороточных белков

Болезнь Шагаса - модельный пример

Trypanosoma cruzi: Комплексный протеомный подход

Идентифицированные биомаркеры:

- MIP1 alpha - провоспалительный маркер
- C3a анафилатоксин - компонент комплемента
- Фрагменты фибронектина (28.9 кДа)
- Аполипопротеин A1 - негативный маркер
- C3 фрагменты - укороченные формы

Диагностические алгоритмы:

- **Чувствительность:** до 100%
- **Специфичность:** до 98%
- **Метод:** Комбинация 3-5 биомаркеров

Успешные примеры применения

Клинические применения протеомики

➤ **Малярия (*Plasmodium spp.*)**

- Биомаркер: Гем из гемозоина
- Метод: Прямая лазерная десорбция
- Чувствительность: <10 паразитов/мкл крови

➤ **Шистосомоз (*Schistosoma japonicum*)**

- Биомаркеры: 10 паразитарных + 242 белка хозяина
- Метод: Label-free протеомика
- Результат: Мониторинг лечения и прогрессии

➤ **Онхоцеркоз (*Onchocerca volvulus*)**

- Биомаркеры: Инозин, гипоксантин (плазма)
- Метод: LC-MS метаболомика
- Специфичность: 89-96%

Внеклеточные везикулы как биомаркеры

Новое направление в диагностике

➤ Преимущества EV-биомаркеров:

- Содержат специфичные белки паразитов
- Стабильны в биологических жидкостях
- Отражают активность инфекции

➤ Применение:

- **Филяриатозы:** Белки в везикулах детектируются масс-спектрометрией
- **Лейшманиоз:** EV-специфичные антигены
- **Токсоплазмоз:** Бладизоитные маркеры (BSM, BCLA)

➤ Методы анализа:

- Протеомный анализ

РНК-секвенирование

- ELISA, Western blot валидация

Рабочий процесс протеомной диагностики

1. Подготовка образцов

- Сбор биологического материала
- Экстракция белков
- Фракционирование (опционально)

2. Масс-спектрометрический анализ

- MALDI-TOF: Прямой анализ
- LC-MS/MS: Хроматографическое разделение
- Целевой/нецелевой анализ

3. Анализ данных

- Идентификация белков/пептидов
- Статистический анализ
- Построение диагностических алгоритмов

4. Валидация

- ROC-анализ
- Кросс-валидация
- Клинические испытания

Биоинформатические инструменты

Программное обеспечение и базы данных

Специализированные инструменты:

- TaxIt - таксономическая идентификация
- Purple - селекция специфичных пептидов
- MASCOT - идентификация белков

Базы данных:

- UniProt - последовательности белков
- NCBI Protein - геномные данные паразитов
- Специализированные библиотеки MALDI-TOF

Анализ данных:

- Машинное обучение для классификации
- Многомерный статистический анализ
- Построение решающих деревьев

Преимущества и ограничения

Критический анализ технологии

Преимущества:

- ✓ Высокая специфичность (до 99%)
- ✓ Быстрая диагностика (минуты-часы)
- ✓ Множественная детекция паразитов
- ✓ Мониторинг эффективности лечения
- ✓ Неинвазивные методы (кровь, моча)

Ограничения:

- ✗ Высокая стоимость оборудования
- ✗ Требуется экспертизы в протеомике
- ✗ Ограниченные коммерческие базы данных
- ✗ Стандартизация протоколов
- ✗ Валидация в разных популяциях

Клинические применения по заболеваниям

Специфичные протеомные подходы

Простейшие:

- Малярия: Гем-биомаркеры, белки плазмодиев
- Лейшманиоз: SELDI-профилирование сыворотки
- Трипаносомоз: Специфичные антигенные белки
- Токсоплазмоз: EV-биомаркеры, цист-ассоциированные белки

Гельминты:

- Шистосомоз: Яичные антигены, метаболиты
- Филяриатозы: Пуриновые метаболиты
- Эхинококкоз: Серологические биомаркеры
- Фасциолез: SELDI-паттерны

Членистоногие:

- Клещи: MALDI-TOF идентификация видов
- Комары: Детекция инфицированности плазмодиями

Метаболомика

Диагностика по "метаболическому портрету"

Суть: Паразит изменяет метаболизм хозяина. Мы можем детектировать эти изменения.

Метод: ЯМР-спектроскопия и Масс-спектрометрия для анализа всего набора малых молекул (метаболитов) в крови или моче.

Создание "метаболических сигнатур" конкретных паразитозов.

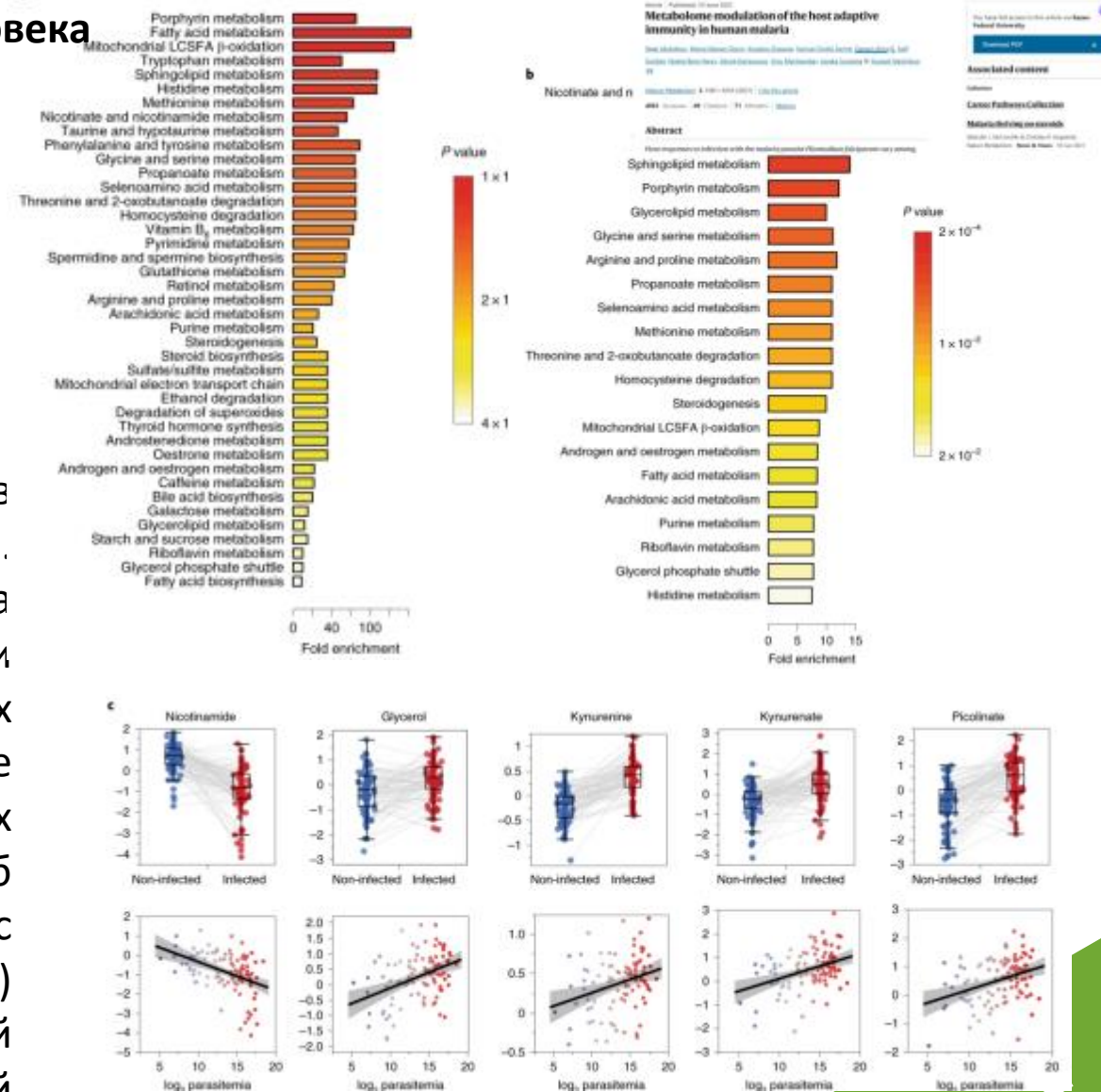
Быстрая и неинвазивная диагностика по анализу мочи.

Мониторинг эффективности лечения в реальном времени.

Уникальный "метаболический профиль" крови при малярии, отличающийся от профиля здорового человека



Метабономика выделяется в приложениях для *Plasmodium* spp. биология. (A) Интегрированная карта пораженной метаболической сети плазмодия на разных этапах жизненного цикла. (B) Исследование противомаларийных метаболических отпечатков пальцев и способ действия проверенных соединений с противомаларийной активностью. (C) Исследование связи между реакцией хозяина и метаболической пластичностью паразитов во время инфекции.



Метаболитный набор обогащения. Анализ инфекции и метаболитов, связанных с паразитаемией.

Клинический кейс: От симптома к диагнозу с помощью омиков

Сложный случай диареи неустановленной этиологии

- **Пациент:** С иммунодефицитом, хроническая диарея.
- **Традиционные методы:** Микроскопия кала, ИФА, ПЦР на основные патогены — отрицательно.
- **Результат NGS-анализа кала:** Обнаружена ДНК *Cyclospora cayetanensis* и *Dientamoeba fragilis* (редкие патогены, которые часто пропускаются).
- **Результат метаболомики мочи:** Выявлена специфическая метаболическая сигнатура, характерная для протозойных инвазий.
- **Заключение:** Успешная этиотропная терапия назначена на основе комплексных данных омиксных технологий.
- **Вывод:** Омиксные технологии открывают новую эру в диагностике сложных и атипичных случаев.

Интеграция данных и будущее

Диагностика 4.0: Цифровая паразитология

- **Мультиомиксный подход:** Совместный анализ данных геномики, протеомики и метаболомики для построения целостной модели болезни.
- **Искусственный интеллект:**
 - **Для анализа изображений:** Автоматическое распознавание паразитов на микрофотографиях или паразитарных кист на МРТ.
 - **Для интерпретации омиксных данных:** Нахождение сложных паттернов и биомаркеров.
- **Технологии "лаборатория-на-чипе" (Lab-on-a-Chip):** Создание портативных устройств для экспресс-диагностики на основе омиксных биомаркеров.

Заключение и выводы

Эволюция диагностического процесса

- **Прошрое:** Микроскоп + серология.
- **Настоящее:** Триада: Серология + Визуализация + Молекулярная диагностика (ПЦР).
- **Будущее:** Интегративная платформа, где данные классических методов объединяются с **омиксными технологиями** и анализируются с помощью **искусственного интеллекта** для постановки точного, персонализированного диагноза.

Современная диагностика паразитозов — это синергия традиционных и прорывных технологий.



Спасибо
за внимание!