

Снитко А.С., Лукьянов В.Д.

ЭВОЛЮЦИЯ ЛИНИЙ ВОЗБУДИТЕЛЯ ТУБЕРКУЛЕЗА: МАТЕМАТИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ КОЭВОЛЮЦИИ ЧЕЛОВЕКА И ПАТОГЕНА ОТ ПАЛЕОЛИТА ДО НЕОЛИТА

Научный руководитель: ст. преп. Емельянова Н.А.

Кафедра пульмонологии, фтизиатрии, аллергологии и профпатологии с курсом повышения квалификации и переподготовки

Белорусский государственный медицинский университет, г. Минск

Актуальность. Туберкулез (ТБ) остается одной из ведущих причин смертности от инфекционных заболеваний, ежегодно унося более 1.5 млн жизней (ВОЗ, 2022). Исторически ТБ сыграл ключевую роль в демографической динамике: в палеолите он мог вызывать вымирание малых групп охотников-собирателей, а в неолите стал эндемичным благодаря росту населения. Изучение этих механизмов позволяет: выявить эволюционные адаптации человека к туберкулезу. Оптимизировать современные стратегии борьбы с заболеванием, особенно для уязвимых групп (изолированные сообщества, пациенты с сопутствующими патологиями).

Цель: сравнить влияние ТБ на популяции палеолита и неолита с помощью математического моделирования, чтобы определить ключевые факторы: демографические параметры, роль потомства в поддержании численности популяции.

Материалы и методы. Используются исторические и генетические сведения о штаммах *M. tuberculosis* (Cardona et al., 2020), результаты данных медицинских карт стационарных пациентов отделения лекарственно чувствительного туберкулеза ГУ «РНПЦ пульмонологии и фтизиатрии», находившихся на лечении в 2019-2024 годах (n=80, мужчины n=56, женщины n=24, у 17 из которых есть дети). Модель SEIR с половым диморфизмом: S (Susceptible) – восприимчивые: здоровые люди, E (Exposed) – инфицированные (латентная форма), с вероятностью f прогрессирования процесса, I (Infectious) – пациенты с активным процессом, R (Recovered) – выздоровевшие после перенесенного заболевания. Статистический анализ проводился с использованием модели PRCC чувствительности, критерий χ^2 , t-теста.

Результаты и их обсуждение. В палеолите демографическая динамика составила λ (рождаемость)=0.0778, f(вероятность быстрого прогрессирования)=20%, высокая летальность и снижение численности населения за 100 лет в группах численностью до 50 человек на 80%; в неолите рассчитан рост популяции на 45% за тот же период благодаря высокой рождаемости ($\lambda=0.1278$), f=8%, низкой летальности. В группе женщин с детьми (n=17) прогностически выявлена нулевая смертность, тогда как среди пациентов без детей вероятность летальности составила 12% (p=0.03). «Древние» штаммы вызывали быстрое вымирание, но «современные» (менее вирулентные) способствовали эндемичности.

Выводы. Туберкулез в палеолите был фактором вымирания малых групп до 80%, но в неолите рост населения позволил инфекции стать управляемой. Ключевым фактором выживания стала высокая рождаемость ($\lambda > 0.1$).

Данные о высокой летальности в малых группах (аналог палеолита) могут быть использованы для изолированных сообществ (коренные народы, тюрьмы, лагеря беженцев), где туберкулез быстро приводит к вымиранию. Адаптация SEIR-модели для анализа ограниченных групп (например, ВИЧ-инфицированных) позволяет предсказывать вспышки туберкулеза.