

Прочитали самый древний геном бактерии чумы

Палеогенетики секвенировали самый древний на сегодняшний день геном бактерии чумы *Yersinia pestis*, возрастом 5000 лет, найденной в останках охотника-собирателя в Латвии. Эта линия появилась всего лишь несколько сотен лет после отделения *Y. pestis* от своего предка *Y. pseudotuberculosis*. Авторы показали, что в то время бактерия не могла передаваться с блохами и, вероятно, вызывала лишь локальные вспышки септической чумы, которая была менее заразной и менее смертельной, чем появившаяся позже бубонная чума.

Возбудитель чумы *Yersinia pestis* обнаружен в останках охотника-собирателя возрастом 5000 лет в Латвии. Это самая древняя на сегодня чумная бактерия, геном которой удалось прочитать. О том, что из этого следует, [пишут авторы статьи в журнале Cell Reports](#).

Носителем возбудителя чумы оказался 20-30-летний мужчина (индивид RV 2039), костные останки которого (череп и нижняя челюсть) были найдены еще в конце XIX века на территории археологического памятника Риннукалнс на берегу реки Салаца. Он бы погребен под холмом из раковин пресноводных моллюсков, которых древние люди употребляли в пищу. Точнее, это были останки двух индивидов, предположительно древних. Долгое время они считались утраченными, а затем их обнаружили в коллекции знаменитого немецкого антрополога Рудольфа Вирхова. Впоследствии в том же месте были найдены останки еще двух охотников-собирателей.

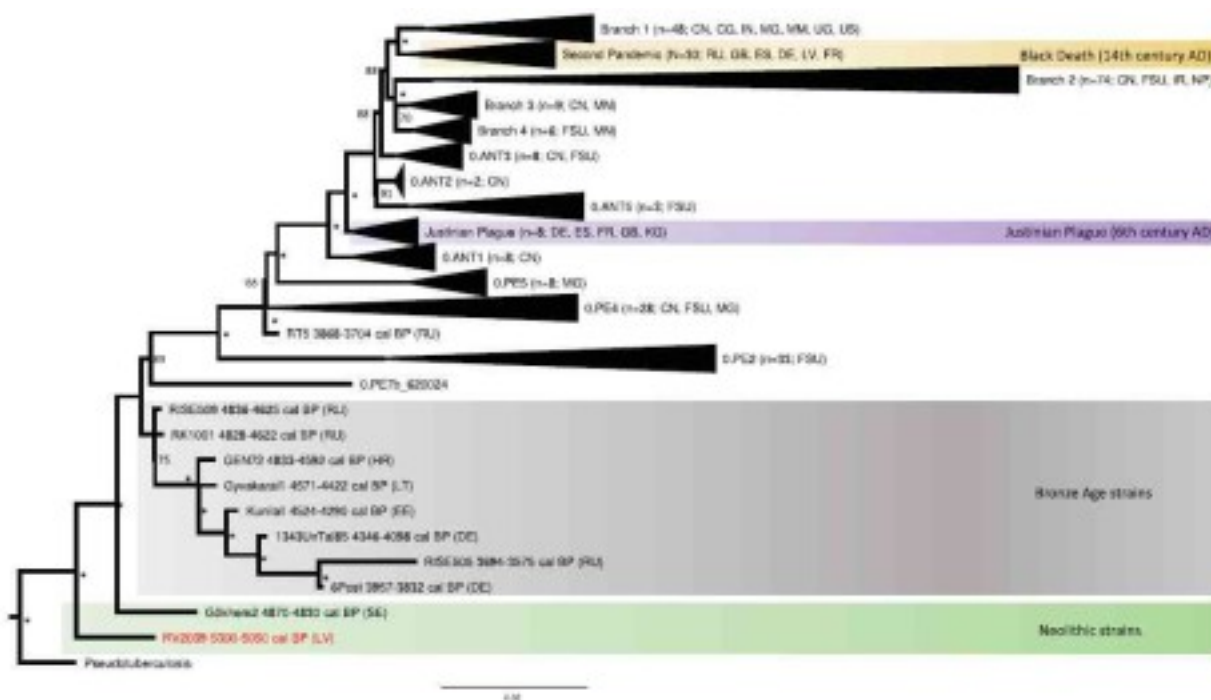
Палеогенетики под руководством специалистов из Кильского университета, Германия, исследовали ДНК всех четырех индивидов, включая анализ их бактериальных и вирусных патогенов. У RV 2039, датировка которого 5300 – 5050 лет назад, обнаружили ДНК *Yersinia pestis*.



Череп и нижняя челюсть RV 2039 из коллекции Рудольфа Вирхова.

Геном *Y. pestis*, включая хромосому и плазмиды, ученые секвенировали с высоким качеством. Прежде всего они обнаружили, что в плазмиде pMT1 отсутствует регион размером 20 kb, содержащий ген *ymt*, необходимый для передачи бактерии с блохами и радикально повышающий ее вирулентность. Но помимо гена *ymt* все остальные факторы вирулентности у RV 2039 были на месте, такие как гены *ureD*, *flhD*, *pde2* и плазмидный активатор *pla*.

Затем специалисты провели филогенетический анализ 278 геномов *Y. pestis*, включая RV 2039, ранее секвенированные древние и современные штаммы, а также геном предковой бактерии *Y. pseudotuberculosis*. Анализ показал, что RV 2039 находится в основании всех до сих пор известных образцов бактерии чумы, он расположен на наиболее древней ветви. Метод молекулярных часов показал, что RV 2039 отделился от ветви более поздних *Y. pestis* неолита и бронзового века 7100 лет назад. Эта совсем немногим позже того, когда *Y. pestis* отделилась от своего предка *Y. pseudotuberculosis*, 7400 лет назад.



Филогенетическое дерево, построенное по геномам 48 древних и 228 современных штаммов *Yersinia pestis*. Образец RV 2039 обозначен красным цветом.

Присутствие бактерии чумы в останках RV 2039 авторы подтвердили не только по ДНК, но и по белкам при помощи жидкостной хроматографической масс-спектрометрии. Этим методом им удалось помимо 118 белков человека найти три белка, специфичных для *Y. pestis*.

Анализ ДНК самих четырех индивидов не выявил родственных связей между ними. Их геномы продемонстрировали типичные для охотников-собирателей черты; они были генетически близки к охотникам-собираателям Восточной Европы на обширной территории от Балтийского моря до каспийских степей. Археологический и изотопный анализы говорят о том, что люди из Раннекаменного века вели образ жизни, типичный для охотников-собираателей Балтийского региона, живших на берегах рек и активно использовавших пресноводные ресурсы.

Итак, RV 2039 представляет собой очень раннюю линию *Y. pestis*, которая возникла около 7000 лет назад, всего лишь несколько сотен лет после обособления как таковой бактерии *Y. pestis* от *Y. pseudotuberculosis*. По-видимому, последующее ветвление и географическое распространение бактерии чумы происходило от 7000 до 5000 лет назад, этот период охватывает начало неолитизации в Европе (7500-5000 лет назад).

В свете полученных ими геномных данных авторы обсуждают, насколько вирулентна была древняя *Y. pestis* и насколько серьезную болезнь она могла вызывать. Современные бактерии чумы имеют природные резервуары в грызунах, но человеку передаются через блох как промежуточных хозяев. 5000 лет назад *Y. pestis* еще не имела генетической адаптации для передачи с блохами, следовательно могла заражать человека только через укусы. Можно предположить, что древние люди

употребляли грызунов в пищу и в процессе охоты могли получать укусы. Авторы обращают внимание также на то, что люди из Раннекаменного века могли контактировать с бобрами, которые известны как носители *Y. pseudotuberculosis* (возможно, и ранних форм *Y. pestis*).

5000 лет назад *Y. pestis* не могла вызывать бубонную чуму, для которой нужна передача с блохами. Существование в то время более редкой легочной чумы авторы ставят под сомнение, в том числе потому, что для эффективного распространения воздушно-капельным путем от человека к человеку в геноме бактерии не хватало одной важной мутации I259T. Они приходят к выводу, что люди через укус животного могли заразиться септической чумой, которая не так эффективно передается от человека к человеку. Можно предположить, что RV 2039 и другие ранние штаммы *Y. pestis* вызывали лишь локальные вспышки инфекции, но не эпидемии. Полученные данные не подтверждают выдвинутую ранее гипотезу, что эпидемия чумы могла стать причиной падения численности населения в неолитической Европе.

Лишь примерно через тысячелетие (3800 лет назад) *Y. pestis* приобрела мутации, необходимые для передачи человеку с блохами. Это было критическим шагом в эволюции бактерии, он повысил ее инфекционный потенциал и привел к тому, что чума стала гораздо более заразной и гораздо более смертельной болезнью.

текст Надежды Маркиной

Источник:

Julian Susat,1,11 Harald Lübke,2,11 Alexander Immel et al. A 5,000-year-old hunter-gatherer already plagued by *Yersinia pestis* // Cell Reports 35, 109278, June 29, 2021 <https://doi.org/10.1016/j.celrep.2021.109278>

[Статья в открытом доступе](#)