Денисовцы в своей пещере жили долго

Надежда Маркина

Генетики частично прочитали еще два генома денисовского человека

В новой статье команды Сванте Паабо представлены антропологические и генетические данные по двум образцам – двум зубам из Денисовой пещеры. Поскольку генетически подтвердилась их принадлежность к денисовскому человеку, а не к неандертальцам, число проанализированных геномов денисовцев теперь увеличилось до трех (фаланга пальца и два зуба). По результатам их исследования можно сделать вывод, что эти представители «параллельного человечества» жили в Денисовой пещере долго, а может быть, заселяли ее дважды, по очереди с неандертальцами.

История находок в Денисовой пещере

О денисовском человеке – еще одном виде человека, живущем в Евразии одновременно с сапиенсами и неандертальцами – мир узнал после того, как Сванте Паабо секвенировал сначала митохондриальный, а потом ядерный геном из фаланги пальца, найденной в 2008 году в Денисовой пещере на Алтае (образец Denisova 3). Таким образом, это первый вид *Homo*, описанный не морфологически, а генетически. Сравнение его с современными популяциями показало, что денисовцы оставили 4-5% своей ДНК в геномах современных жителей Океании и около 0,2% в геномах американских индейцев и в азиатских популяциях.

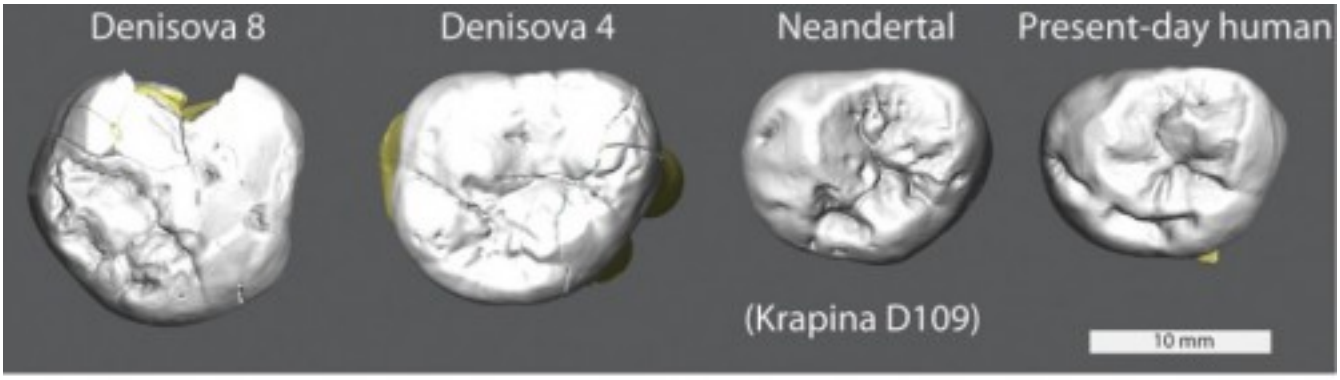
Еще раньше, в 2000 году в Денисовой пещере был найден зуб, моляр (образец Denisova 4). Его мтДНК секвенировали, и оказалось, что она отличается от мтДНК фаланги пальца всего на две позиции, а значит, зуб принадлежит к тому же виду, что и фаланга. В 2010 году в Денисовой пещере нашли другой зуб, также моляр (Denisova 8), а кроме того – фалангу пальца ноги, которую сначала приняли за денисовский образец, но по анализу ядерного генома отнесли к неандертальцам.

В недавней статье, опубликованной в журнале PNAS, коллектив под руководством Сванте Паабо представил морфологические данные по обоим зубам из Денисовой пещеры и данные секвенирования ДНК — ядерной из зуба Denisova 4 и митохондриальной и ядерной — из зуба Denisova 8.

У денисовцев были большие зубы

Датировку зубов осуществляли радиоуглеродным методом в соответствии со слоям, в которых они были найдены. Возраст образца Denisova 4 по радиоуглеродной датировке составил 48,6 +- 2,3 тысячи лет, образец Denisova 8 старше, порядка 110 тысяч лет (его возраст был уточнен в ходе генетического анализа, исходя из скорости мутаций человеческой ДНК в 2.5×10^{-8} на нуклеотид в год).

Зуб Denisova 8 определили как верхний моляр, скорее всего третий. Оба денисовских зуба, отличаются крупными размерами, они массивнее, чем соответствующие зубы сапиенсов и неандертальцев. При этом более древний Denisova 8 крупнее, чем Denisova 4, и по размеру приближается к зубам *Homo erectus*.

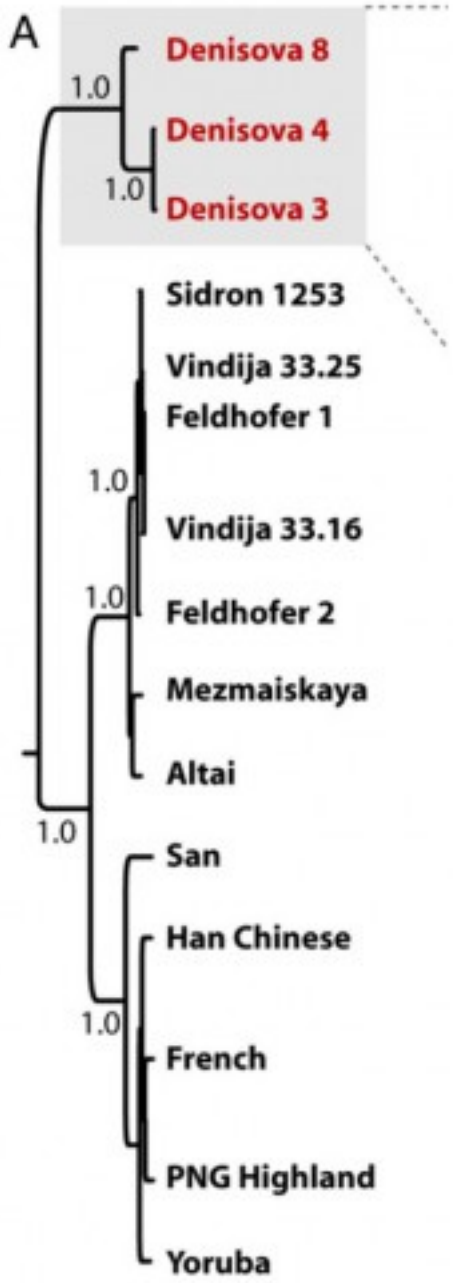


Поверхность зубов Denisova 8 и Denisova 4 и третьих моляров неандертальца и современного человека

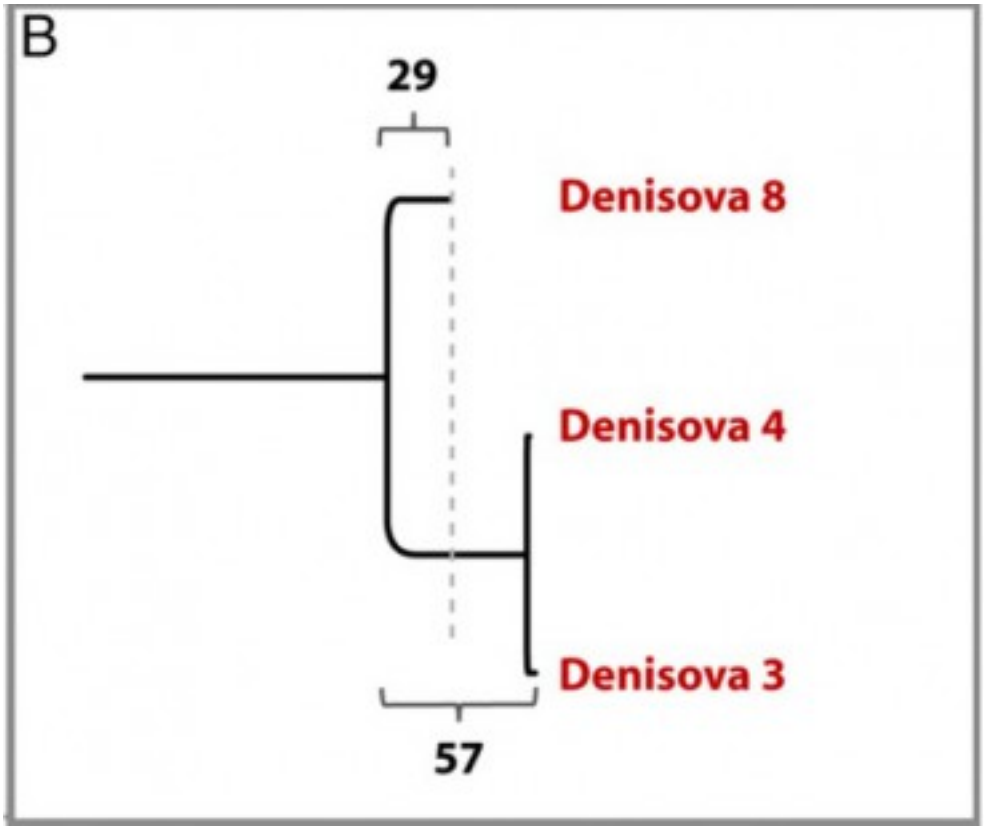
По выделенной из дентина зубов ДНК, прежде всего, определили пол. Как известно, денисовская фаланга пальца принадлежала женщине (девочке). А обладатели обоих зубов, Denisova 4 и Denisova 8, как показал анализ, были мужчинами.

Митохондриальная ДНК

МтДНК из зуба Denisova 4 уже была секвенирована ранее, теперь же к ней добавилась мтДНК из зуба Denisova 8; все три образца сравнили с неандертальцами и современным человеком. Митохондриальный геном Denisova 4 и Denisova 8 секвенировали с покрытием 72X и 119X соответственно (цифра указывает, сколько раз был прочитан каждый нуклеотид, и характеризует степень надежности). По мтДНК авторы построили филогенетическое дерево, связывающее все образцы денисовцев с семью образцами неандертальцев, а также с древними и современными митохондриальными геномами человека современного вида. Как видно на дереве, все три денисовских образца (из двух зубов и фаланги пальца) образовали кластер, отдельный от неандертальцев.



А. Эволюционные связи мтДНК трех образцов денисовцев, семи образцов неандертальцев и пяти современных людей из разных популяций. В качестве корня дерева использована мтДНК шимпанзе.



В. Число различий между мтДНК трех образцов денисовцев и их общего предка.

Авторы подсчитали число нуклеотидных замен, произошедших со времени жизни общего предка трех денисовских образцов. Это число для Denisova 4, Denisova 3 и Denisova 8 составило 55, 57 и 29 соответственно. Это подтверждает, что образец Denisova 8 примерно вдвое старше, чем два предыдущих (в мтДНК накопилось меньше различий со времени жизни их общего предка).

Оценили степень разнообразия денисовской мтДНК, подсчитав наибольшее число различий в трех образцах, оно составило 86. Для сравнения, в семи неандертальских образцах наибольшее число различий составило 51, а в 311 образцах современного человека – 118. Из этих цифр можно сделать вывод о меньшем митохондриальном разнообразии неандертальцев, чем двух других видов человека.

Ядерная ДНК

Из образцов Denisova 4 и Denisova 8 удалось секвенировать только малую часть ядерной ДНК: 1,0 Mb из Denisova 4 и 24,1 Mb из Denisova 8. Это сильно отличается от генома Denisova 3 (из фаланги пальца), который в 2012 г. Сванте Паабо секвенировал полностью и с высоким покрытием 30X (каждый нуклеотид прочитан 30 раз, это гарантия надежности). Тем не менее, удалось сравнить ДНК этих трех образцов. Для сравнения подсчитывали число нуклеотидных замен в ДНК Denisova 4 и Denisova 8 относительно того же фрагмента ДНК Denisova 3 и относительно ДНК неандертальцев и людей из современных популяций. Различий с Denisova 3 оказалось намного меньше, чем с неандертальцами и современными геномами. Это доказывает то, что ядерная ДНК из обоих зубов действительно принадлежит денисовцам.

Такими образом, число прочитанных геномов денисовцев увеличилось до трех.

В то же время, разнообразие ядерной ДНК (по методу average pairwise divergence) в пределах трех денисовцев оказалось больше, чем у семи неандертальцев, несмотря на то, что все денисовские образцы взяты из одного места, а неандертальские разбросаны по Евразии.

Что нового узнали про денисовцев

Три прочитанных генома денисовцев позволяют делать некоторые предположения о времени и характере их проживания. Большой разрыв во времени между образцами Denisova 8 и Denisova 3 и 4 приводит авторов к мысли, что либо они жили в Денисовой пещере очень и очень долго, либо заселялись в нее дважды. Не исключено, что денисовцы жили здесь «по очереди» с неандертальцами. А возможно, они все это время жили в Южной Сибири или еще где-то поблизости, а на Алтай периодически заходили.

Характерно, что как митохондриальная, так и ядерная ДНК денисовцев оказалась более разнообразна, чем неандертальская ДНК.

Авторы обращают внимание и на то, что вклад неизвестной гоминиды, бывшей общим предком денисовцев, неандертальцев и сапиенсов, различен в разных денисовских образцах. Более древний Denisova 8 несет большую долю этого древнего предкового компонента, чем два других.

Ну и остается надеяться на последующие находки денисовских образцов, которые позволят выделить ДНК хорошего качества, чтобы уточнить эти предположения и получить новые знания об этом, все еще загадочном, параллельном виде человека.

Источник:

Nuclear and mitochondrial DNA sequences from two Denisovan individuals

Susanna Sawyer, Gabriel Renaud, Bence Viola, Jean-Jacques Hublin, Marie-Theres Gansauge, Michael V. Shunkov, Anatoly P. Derevianko, Kay Prüfer, Janet Kelso, and Svante Pääbo

Статью можно скачать здесь PNAS-2015-Sawyer-1519905112