Дочь неандерталки и денисовца

Палеогенетики прочитали ДНК из очередного костного фрагмента из Денисовой пещеры. Их ждало удивительное открытие — это оказался геном ребенка (девочки) от союза денисовского мужчины и неандертальской женщины. Интересно, что ее отец-денисовец в своей родословной имел неандертальца, а мать-неандерталка оказалась в родстве с европейскими неандертальцами. Жизнь древних видов людей, наших соседей по Евразии, становится все интереснее.

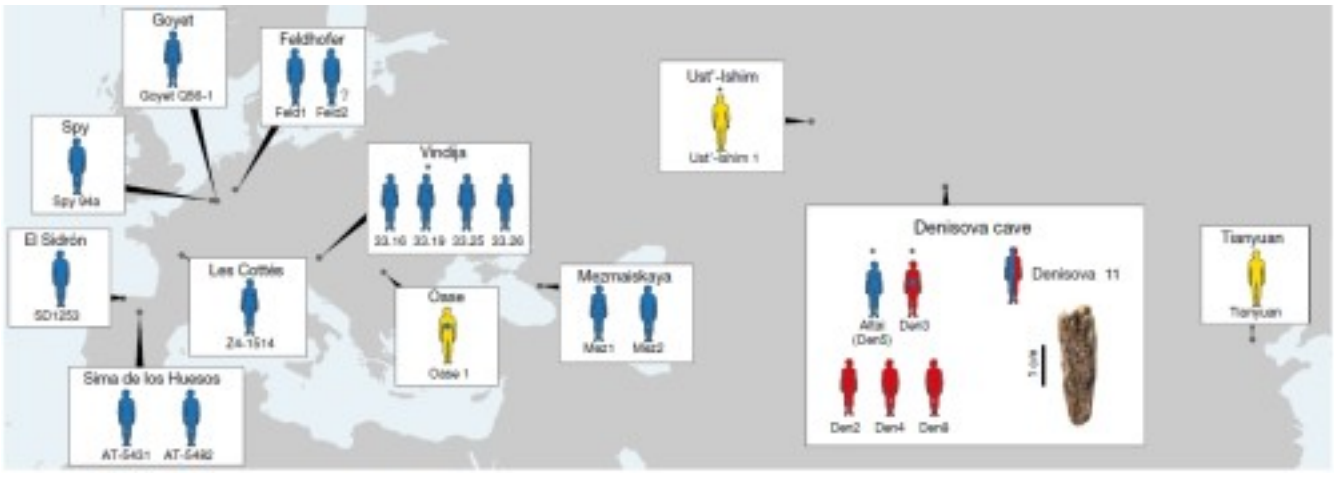
Разные виды человека, одновременно жившие в позднем плейстоцене в Евразии, встречались и метисировались, о чем свидетельствуют фрагменты ДНК одних видов, найденные в геноме других. Однако до сих пор палеогенетики находили генетическое наследие неандертальцев и денисовцев в геноме современного человека, а также ДНК современного человека – в геноме неандертальца. И вот впервые удалось получить непосредственное доказательство метисации неандертальцев и денисовцев и, что еще удивительнее, найти потомка от этого союза в первом поколении. Такая удача выпала коллективу генетиков Института эволюционной антропологии Общества Макса Планка под руководством проф. Сванте Паабо: они прочитали геном древнего индивида из Денисовой пещеры, который оказался ребенком от неандертальской женщины и денисовского мужчины. Статья с результатами работы опубликована в Nature .

Неандертальцы и денисовцы жили на просторах Евразии до тех пор, пока не оказались вытеснены современным человеком, примерно до 40 тысяч лет назад. Останки неандертальцев найдены как в Западной Евразии, так и в Южной Сибири, на Алтае, в то время как единственное место обнаружения костей денисовцев – это алтайская Денисова пещера, где неандертальцы тоже обитали. Анализ генома одного и другого вида показал, что они разошлись между собой около 400 тысяч лет назад.

Исследованный в данной работе образец из Денисовой пещеры – это фрагмент длинной кости, получивший наименование Denisova 11. Радиоуглеродным методом ранее было определено, что он старше 50 тыс. лет, а уточненная датировка показала возраст 90 тыс. лет. По толщине кортикального слоя кости ученые вычислили и биологический возраст индивида на момент смерти – 13 лет. Митохондриальная ДНК, ранее извлеченная из кости, оказалась полностью неандертальской.

Теперь же ученые приступили к анализу ядерного генома. Его удалось секвенировать со средним покрытием 2,6х (число прочтений каждого нуклеотида), что совсем неплохо для древнего генома. Секвенирование последовательностей Х-хромосомы показало, что это женщина, точнее девочка, учитывая возраст.

Чтобы выяснить, от каких именно гоминин (видов человека) произошла Denisova 11, авторы сравнили ее геном с геномом алтайского неандертальца из Денисовой пещеры (его наименование Denisova 5), и геномом денисовца (Denisova 3). Как показал анализ, 38,6% ДНК Denisova 11 содержат аллели, полученные из неандертальского генома, и 42,3% ДНК – аллели, полученные из денисовского генома. Таким образом, девочка Denisova 11 оказалась неандертальско-денисовским метисом с примерно равными вкладами каждого из видов.



Образцы современного человека старше 40 тыс. лет назад (желтые), неандертальцев (синие) и денисовцев (красные), ядерные геномы которых были прочитаны. Звездочка указывает на геномы, секвенированные с высоким покрытием.

Это могло произойти, если Denisova 11 принадлежала к смешанной неандертальско-денисовской популяции, возникшей от раннего скрещивания, или же если ее непосредственные родители принадлежали к разным видам. Анализ доли участков неандертальского и денисовского происхождения в геноме Denisova 11 соответствовал сценарию, согласно которому Denisova 11 – потомок первого поколения (F1) от метисации двух видов. А с учетом неандертальской мтДНК исследователи сделали вывод, что она родилась от неандертальской матери и денисовского отца.

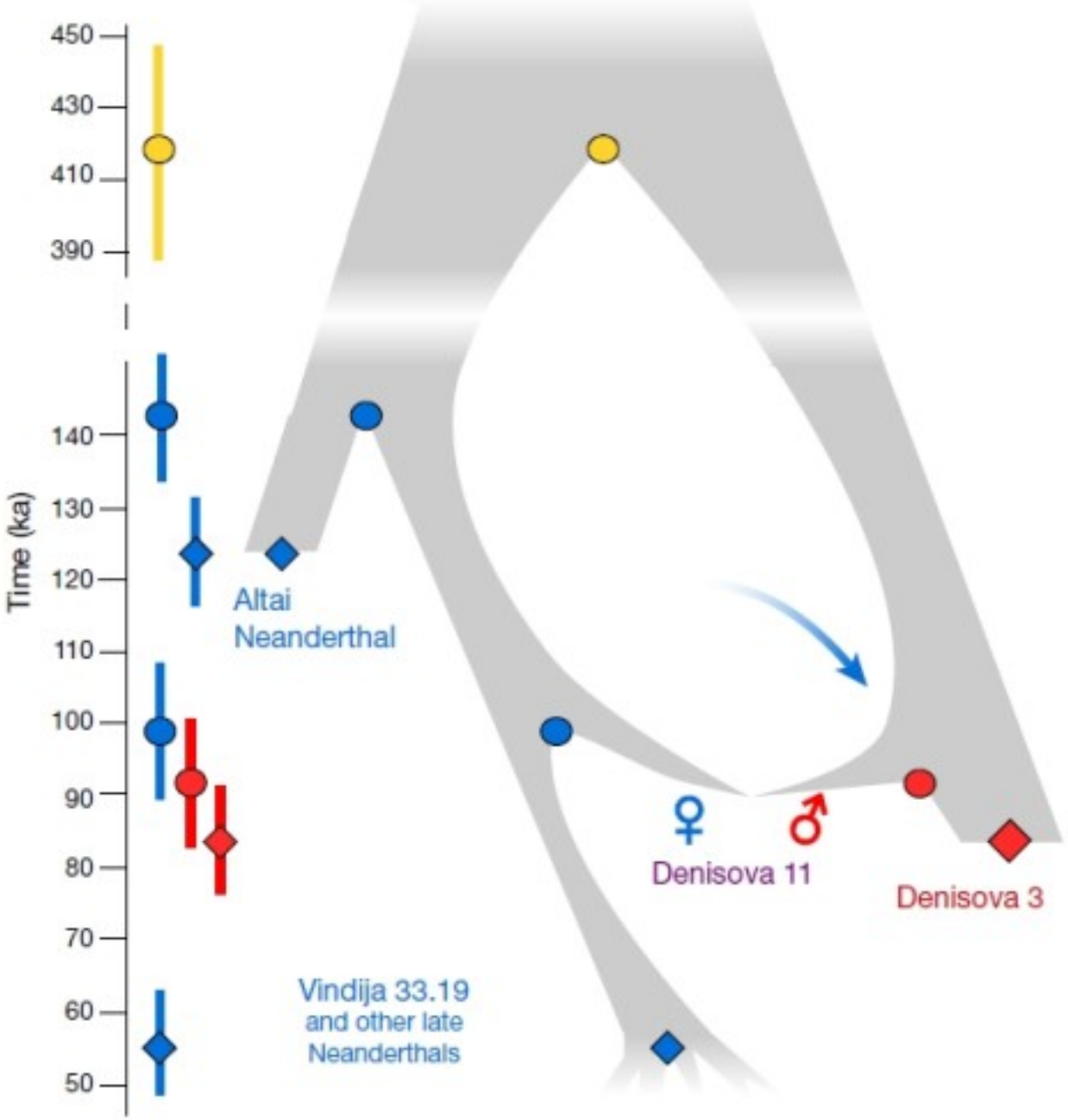
«Мы предполагали ранее, что неандертальцы и денисовцы встречались, и у них могли рождаться дети, — говорит Вивиан Слон, первый автор статьи, в пресс-релизе на сайте EurekAlert, — но я никогда не думала, что мне посчастливится исследовать реального ребенка от этого союза».

Более подробный анализ показал, что денисовец, который стал отцом девочки Denisova 11, имел некоторый неандертальский компонент в геноме. Исследователи подсчитали, что неандерталец отметился на его генеалогическом дереве от 300 до 600 поколений назад. Причем этот его неандертальский предок принадлежал к другой популяции, чем мать Denisova 11.

Затем авторы провели поиск родственников неандертальской матери Denisova 11 среди секвенированных геномов неандертальцев. Поиск показал, что некоторые аллели у Denisova 11 оказались общими с алтайским неандертальцем, а некоторые – с неандертальцем из хорватской пещеры Виндия (Vindija 33.19), причем, как ни удивительно, с хорватским неандертальцев родство оказалось выше. Они сделали вывод, что мать Denisova 11 происходила из популяции, которая имела общих предков с европейскими неандертальцами примерно за 40 тыс. лет назад до жизни неандертальца из Виндии. Что касается денисовского отца Denisova 11, то его общий предок с Denisova 3 жил примерно за 7 тыс. лет назад до Denisova 3.

Исследователи отмечают необычный факт, что неандертальцы из Сибири, жившие примерно 90 тыс. лет назад, оказались в более близком родстве с европейскими неандертальцами, жившими на 20 тыс. лет позже, чем с более ранними неандертальцами, жившими в той же пещере. Можно предположить, что восточные неандертальцы распространялись с Западную Европу или что западные неандертальцы достигали Сибири. Проверить, какая из этих гипотез более вероятна, можно будет лишь путем секвенирования геномов ранних неандертальцев из Западной Европы.

На рисунке представлена реконструированная схема родственных связей всех упомянутых древних индивидов, которая привела к рождению Denisova 11.



Родственные связи и генетические потоки между изученными неандертальцами и денисовцами. Цветными кружками показаны точки расхождения эволюционных линий. Желтым здесь обозначен общий предок неандертальцев и денисовцев.

Подводя итог, исследователи подчеркивают, что геном Denisova 11 представил прямые доказательства двух эпизодов генетического смешения между неандертальцами и денисовцами. Более поздний эпизод – связь неандерталки и денисовца – родителей Denisova 11, а более ранний эпизод оставил след в происхождении ее отца. К тому же авторы вспоминают и палеолитического сапиенса Oase1, в геноме которого были найдены признаки метисации с неандертальцами всего за шесть поколений до жизни индивида. Все это показывает, что метисация живших одновременно разных видов человека, древних и современного, была не таким уже редким событием. Смешиванию видов препятствовало то, что ареалы ненандертальцев и денисовцев перекрывались довольно ограниченно. Кроме того, возможно, их межвидовые метисы имели сниженную жизнеспособность. Современный человек, появившись в Евразии, распространился очень широко, что позволило ему встречаться с обоими древними видами, генетическое наследство которых сохранилось в его геноме.

«Это поразительно, что мы нашли неандертальско-денисовского ребенка среди горстки тех индивидов, геномы которых секвенировали, — говорит Сванте Паабо в пресс-релизе. – Неандертальцы и денисовцы имели не слишком много возможностей встречаться. Но когда они встречались, они вступали в связь гораздо чаще, чем мы думали раньше».

текст Надежды Маркиной

Источник:

The genome of the offspring of a Neanderthal mother and a Denisovan father

Viviane Slon et al.

Nature (2018)