

По ядерной ДНК неандертальцев из грунта пещер реконструировали их популяционную историю

Из осадочных отложений в пещерах на Алтае и в Испании извлекли ядерную ДНК неандертальцев и денисовцев; в некоторых образцах она представляла индивидуальные геномы. По этим данным построили филогенетическое дерево неандертальцев и реконструировали их популяционную историю. Описали узлы ветвления на линии неандертальцев около 135 тысяч лет назад и около 105 тысяч лет назад.

Мы уже писали про то, что палеогенетики научились [извлекать митохондриальную ДНК древних людей из грунта пещер](#). Теперь сделан еще один шаг – удалось извлечь и проанализировать ядерную ДНК неандертальцев из этого источника, которая содержит гораздо больше информации о популяционной истории неандертальцев, чем мтДНК. Статья с результатами этой прорывной работы [опубликована в Science](#), основные авторы представляют Институт эволюционной антропологии Общества Макса Планка.

Исследовали осадочные отложения из трех палеолитических пещер: это Денисова и Чагырская пещеры на Алтае и пещера Galería de las Estatuas («Галерея статуй») на севере Испании. В Денисовой пещере были найдены костные останки неандертальцев и денисовцев, в Чагырской – неандертальца, геномы которых секвенировали с высоким покрытием. В пещере Эстатуас помимо 500 с лишним артефактов мустьерской культуры была найдена фаланга пальца ноги неандертальца. Из грунта всех трех пещер ранее уже выделяли митохондриальную ДНК гоминин. В данной работе в Денисовой пещере исследовали те же три образца отложений (из слоев 11.4 и 15 в восточной камере и слоя 14.3 в главной камере), где раньше обнаружили мтДНК. Из пещер Чагырской и Эстатуас исследовали образцы из нескольких палеолитических слоев.

Сначала палеогенетики выделили мтДНК по тем же протоколам, которые были разработаны ранее (включающим обогащение геномных библиотек и гибридизацию). По данным о мтДНК построили филогенетическое дерево. Возраст мтДНК, выделенной из самого глубокого слоя пещеры Эстатуас определили в 136 тыс. лет назад, она оказалась сходной с мтДНК неандертальца из пещеры Холенштайн-Штадель (Германия), 120 тыс. лет назад.

Для выделения ядерной ДНК из грунта пещер авторы разработали специальные зонды и применили метод обогащения, направленный на 1,6 млн целевых SNP. Они также использовали методы выделения специфических «сайтов диагностики гоминин», чтобы с уверенностью отличить человеческую ДНК от ДНК животных, например пещерных медведей.

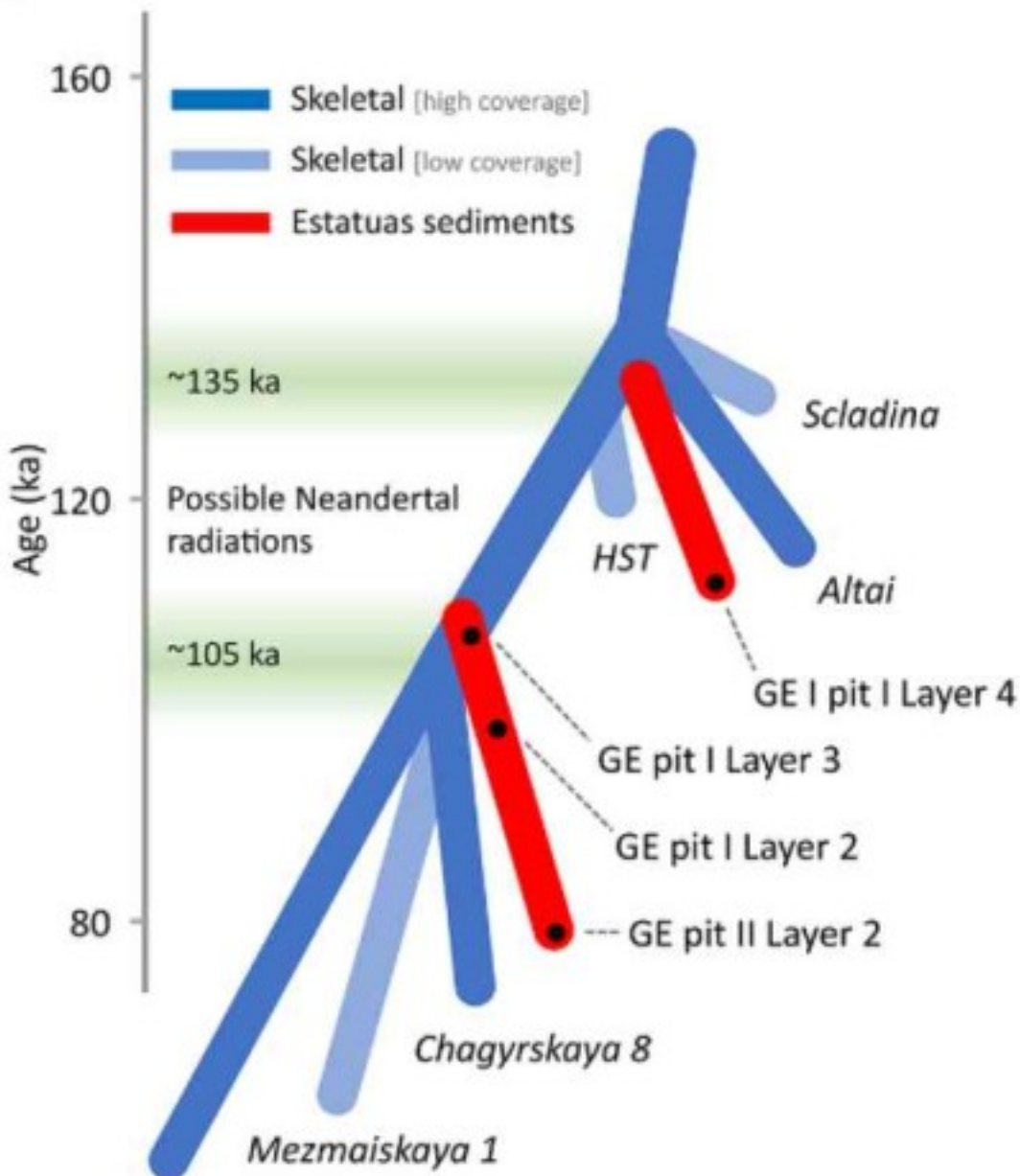
Два образца из Денисовой пещеры, содержащие неандертальскую мтДНК, обнаружили 90% фрагментов ядерной ДНК неандертальцев и только 2% фрагментов ядерной ДНК денисовцев. Вместе с тем, образцы, содержащие денисовскую мтДНК, в 65% случаев обнаруживали денисовские аллели ядерной ДНК, но не неандертальские аллели. Исследователи заключают, что образцы из Денисовой пещеры содержали либо неандертальскую, либо денисовскую ядерную ДНК, но не обе вместе. Ядерная ДНК из Чагырской пещеры и пещеры Эстатуас по всем информативным аллелям принадлежала неандертальцам.



Географическое расположение образцов древних людей с секвенированным геномом из костных останков (черные линии) и осадочных отложений (красные линии). Каждая линия обозначает один образец, возраст образцов соответствует длине линии (Vernot, et al. , 2021).

Пол индивидов, оставивших ДНК в грунте пещер, авторы определяли, используя соотношение фрагментов X-хромосомы и аутосом. Для Денисовой и Эстатуас удалось определить пол трех образцов как женский и трех – как мужской. Четыре из них имели мтДНК одного типа, так что предположительно принадлежали одному индивиду. А ДНК из Чагырской пещеры по пропорции X-хромосомы и аутосом попадала между мужской и женской, так что генетики сочли, что она принадлежит нескольким индивидам разного пола.

По ядерным геномным данным, полученным из костных останков всех изученных неандертальцев и из грунта трех пещер, авторы составили полную филогению неандертальцев. На общем филогенетическом дереве они расположили два узла ветвления. Возраст первого – около 135 тыс. лет назад, когда отделились друг от друга алтайские неандертальцы из Денисовой пещеры, неандертальцы из пещеры Складина (Бельгия), пещеры Холенштайн-Штадель (Германия) и наиболее древние неандертальцы из пещеры Эстатуас (из самого глубокого слоя осадков). Второй узел ветвления – около 105 тыс. лет назад разделил остальных неандертальцев из пещеры Эстатуас, неандертальцев из пещер Чагырская, Мезмайская (Краснодарский край) и Виндия (Хорватия).

C

Филогенетическое дерево неандертальцев с узлами ветвления 105 тыс. лет назад и 135 тыс. лет назад (Vernot, et al. , 2021).

Исследователи подчеркивают тот факт, что анализ ДНК из грунта дает информацию, не только на уровне популяции древних людей, но и на индивидуальном уровне. Можно предположить, что в будущем таким методом можно будет исследовать состав отдельных популяций неандертальцев и денисовцев.

текст Надежды Маркиной

Источник:

Benjamin Vernot, et al. // Unearthing Neanderthal population history using nuclear and mitochondrial DNA from cave sediments. // Science, 15 Apr 2021: eabf1667, DOI: [10.1126/science.abf1667](https://doi.org/10.1126/science.abf1667)