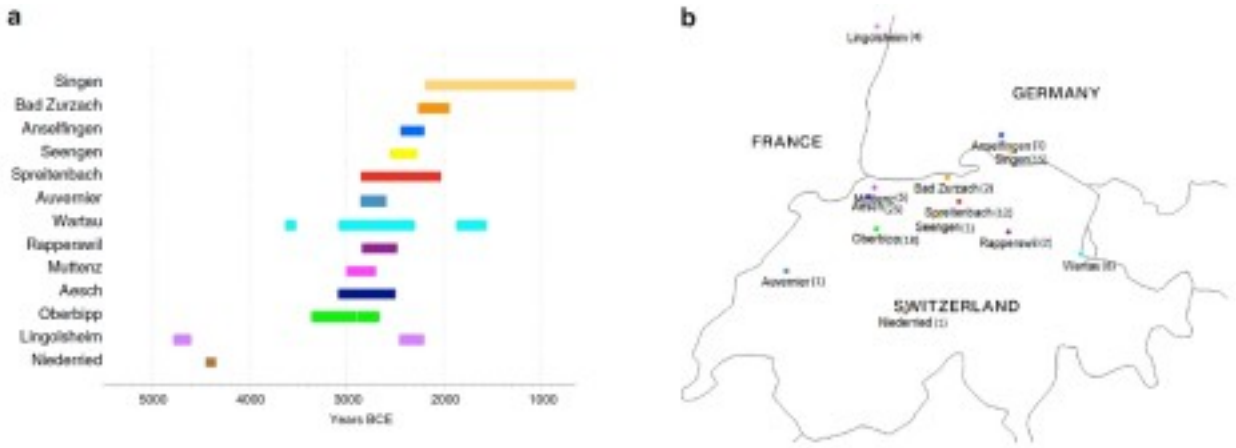
Генетический сдвиг в Центральной Европе на переходе от неолита к бронзе

Почти сотня исследованных древних геномов из Швейцарии и окружающих территорий позволили проследить за появлением и динамикой степного генетического компонента в Центральной Европе 2800 – 2500 лет до н.э., который привел к генетическому сдвигу на переходе от финального неолита к бронзовому веку. Авторы также выявили некоторые особенности социальной структуры общества в этот период.

Популяционная история Швейцарии времен неолита и ранней бронзы детально исследована палеогенетиками из Германии (Институт истории наук о человеке Общества Макса Планка, Университет в Тюбингене), Австралии и Швейцарии, статья с результатами этой работы опубликована в журнале Nature Communications. Авторы проследили за появлением и динамикой степного генетического компонента в изученных геномах Центральной Европы, а также постарались охарактеризовать социальную и демографическую структуру общества на переходе от позднего неолита к бронзовому веку.

Материалом послужили 96 древних геномов. Образцы для извлечения ДНК были взяты из 13 захоронений неолита и раннего бронзового века с территории Швейцарии, южной Германии и Франции (Эльзас). Исследовано также по одному геному раннего железного века и римского периода. Из останков извлекли и исследовали 263 митохондриальных генома, а 96 индивидов были отобраны для исследования ядерных геномов.



Расположение археологических сайтов, откуда были взяты образцы для исследования, на географической карте и на хронологической шкале.

Что касается митохондриальной ДНК, то в исследованных образцах она относилась к гаплогруппам N1a, W, X,H, T2, J, K и U (U2, U3, U4, U5a, U5b и U8).

ДНК 96 индивидов, отобранных для ядерного анализа, генотипировали по 1,2 млн SNP, включая 49 704 SNP на X-хромосоме и 32 670 SNP на Y-хромосоме. Данные генотипирования 96 индивидов скомбинировали с опубликованными данными по 399 древним геномам этого периода из Центральной и Западной Европы, а также из Анатолии и причерноморских степей. В анализе использовали также современные геномы, генотипированные по панели Human origins.

Геномные данные по 96 изученным древним индивидам и по 52 ранее опубликованным спроецировали на график анализа главных компонент 1960 современных индивидов из 36 европейских популяций.

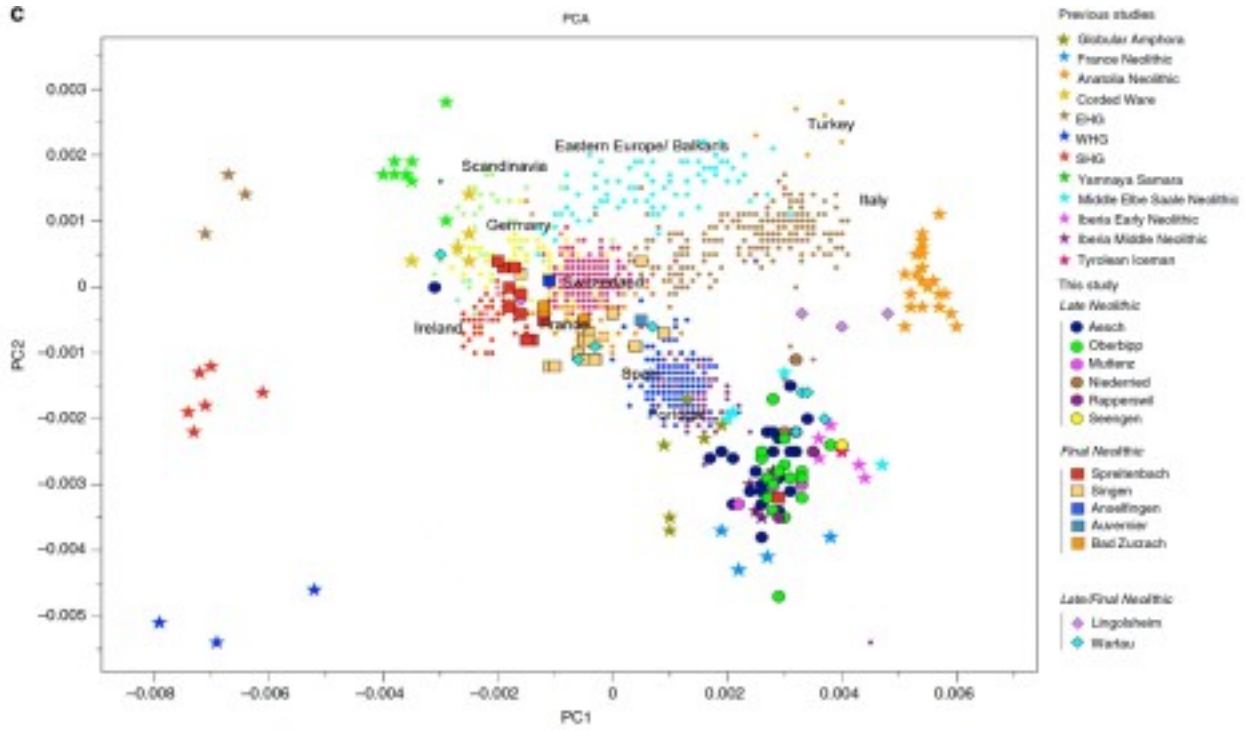


График анализа главных компонент. Изученные в работе древние геномы (96) обозначены кружками (поздний неолит), квадратами (финальный неолит); ранее изученные древние геномы (399) обозначены звездами; современные геномы (1960) – мелкими значками.

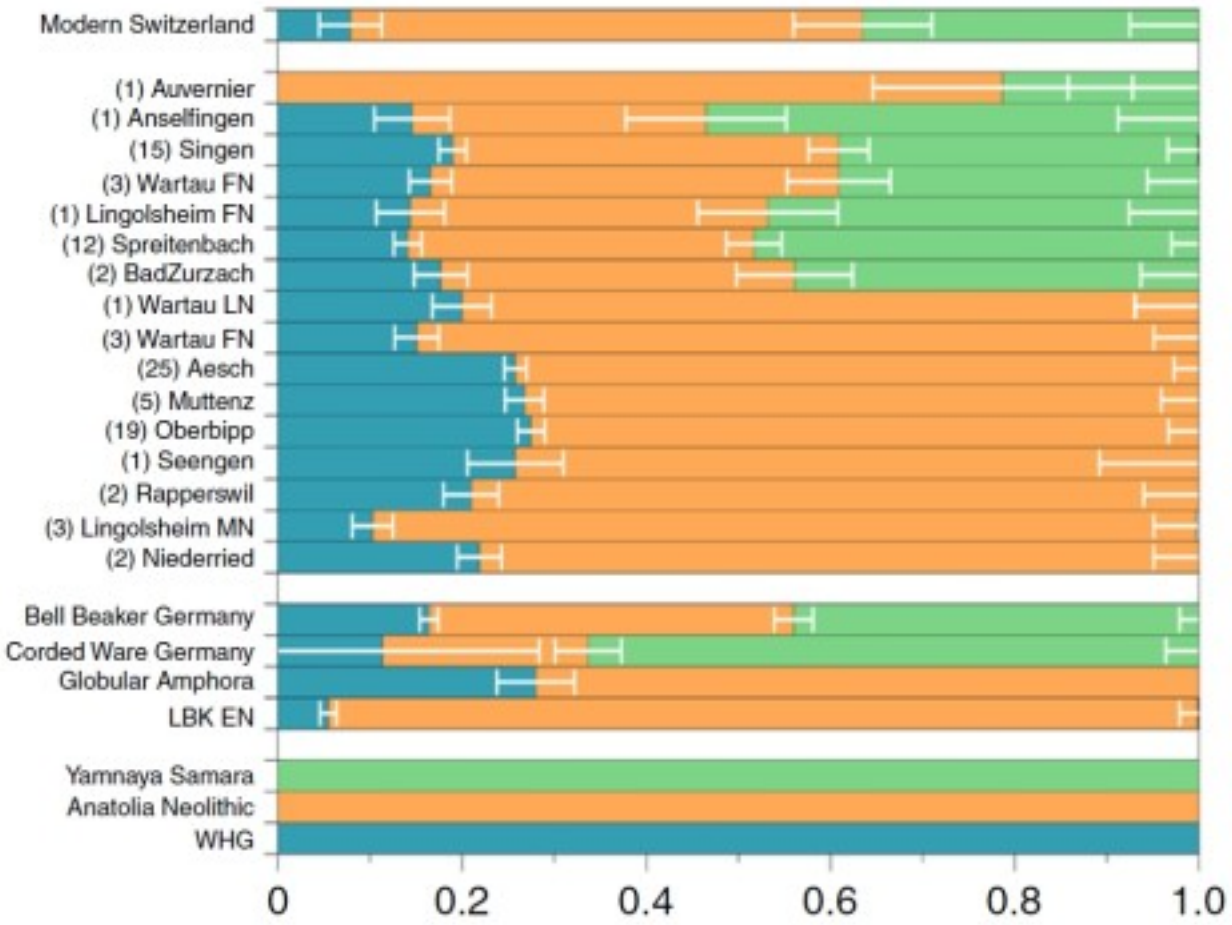
На графике главных компонент геномы секвенированные в данной работе, расположились между западными охотниками-собирателями, анатолийскими земледельцами и степными скотоводами ямной культуры (образцы из Самары). Они сгруппировались в два генетических кластера, различающихся по временным периодам. Один кластер, более древний, включает образцы с датировками 4770–2500 до н.э., другой, более молодой, — образцы с датировками 2900–1750 до н.э.

В первом кластере самые древние индивиды, как и в других регионах Европы, оказались генетически близки к ранним земледельцам из Анатолии. Более молодые индивиды этого кластера оказались генетически сдвинуты к западным охотникам-собирателям и к современным популяциям Сардинии, а также к индивидам раннего и среднего неолита из Иберии или Центральной Германии. Это отражает увеличение доли генетического компонента западных охотников-собирателей в позднем неолите, что также было описано в других регионах Европы.

Второй, более молодой кластер генетически приближается к группам, ассоциированным со степными скотоводами (ямной культурой). Это отражает то же явление, которое раньше было показано для других регионов Европы – степной генетический компонент, который достигает Центральной Европы в финальном неолите- раннем бронзовом веке и изменяет европейский генофонд. Близость к степным популяциям отмечается для образцов моложе 2700 до н.э. относительно более старших. Изученные образцы финального неолита генетически близки также к образцам культуры шнуровой керамики.

Все образцы финального неолита и раннего бронзового века попадают в пределы генетической изменчивости современных европейцев, но ни один не перекрывается с современными жителями Швейцарии, что говорит о более поздних генетических изменениях, произошедших в регионе.

Для моделирования происхождения изученных древних индивидов авторы использовали программу qpAdm. Более древние геномы (раннего и среднего неолита) моделируются из смешения двух источников – западных охотников-собирателей (голубой цвет на рисунке) и анатолийских земледельцев (оранжевый цвет). Индивиды моложе 2700 до н.э. содержат значительное количество генетического компонента ямной культуры (зеленый цвет), доля этого компонента различна в разных сайтах и имеет тенденцию снижаться со временем. Степной генетический компонент обнаружился и в современном населении Швейцарии.



Модель qpAdm происхождения древних швейцарских геномов их трех источников: западные охотники собиратели (WHG, голубой цвет), анатолийский неолит (оранжевый цвет) и компонент ямной культуры (зеленый цвет).

Авторы подчеркивают, что, в отличие от предыдущих исследований, им удалось изучить достаточное количество геномов переходного периода от неолита к бронзовому веку. Поэтому они четко показали, что степной генетический компонент отсутствует в геномах старше 2700 до н.э. Появляясь около 2800 до н.э., он быстро увеличивается от 0 до 60% и затем в следующие несколько тысяч лет снижается до 25-35%.

Влияние степной миграции не менее ярко проявляется в анализе Y-хромосомной изменчивости изученных древних индивидов. Спектр Y-хромосомных гаплогрупп не приводится в основном тексте статьи, но его можно найти в Supplementary Information. Характерно, что в образцах разных временных периодов состав гаплогрупп меняется. В образцах старше 2600 до н.э. обнаружены только гаплогруппы, принадлежащие к кладам **I 2a** и **G2a**, за исключением двух самых молодых, несущих гаплогруппу **R1b**. В более молодом захоронении Spreitenbach, ассоциированном с культурой шнуровой керамики, присутствуют только гаплогруппы **I2c** и **I2a**, в захоронении Lingolsheim того же времени обнаружена **R1b**. Все образцы моложе 2200 до н.э. несут гаплогруппу **R1b** за исключением одного, принадлежащего к гаплогруппе **R1a**. На рисунке показано, как состав гаплогрупп меняется со временем и переходит к абсолютному преобладанию Y-хромосомной линии степного происхождения **R1b.** Для информации – список Y-хромосомных гаплогрупп по ранее опубликованным геномам, ассоциированным с археологическими культурами, можно найти в Supplementary Data 3 к статье на сайте.

Состав Y-хромосомных гаплогрупп в изученных археологических сайтах в разные временные периоды.

Ученые проанализировали также гендерные различия в составе геномов древних швейцарцев. Сравнение степного генетического компонента по аутосомам и по X-хромосоме показывает, что этот компонент был принесен в регион преимущественно мужской частью населения. О мужском характере ямной миграции специалисты говорили и раньше.

У нескольких женщин из исследованных захоронений в Швейцарии степной компонент в геномах не был обнаружен, хотя прошло уже 1000 лет со времени его появления в регионе. Из этого факта ученые заключают, что общество центральных европейцев того времени носило патрилокальный характер: мужчины проживали в том месте, где они родились, а женщин в жены брали из других регионов. Это было показано и в других исследованиях. В данной работе этот вывод подтверждается и исследованием родственных связей, которое удалось провести в пяти захоронениях. 21 мужчина был захоронен вместе со своими кровными родственниками – отцом, братом или сыном, и лишь четыре женщины оказались в таком положении. Но раз женщин брали из других регионов, и у некоторых из них не было степного генетического компонента, значит, одновременно с индивидами широко распространенной в Европе культуры шнуровой керамики проживали и другие популяции, генетически отличные от них.

«Поскольку родители женщин, привезенных из других регионов, не имели степного генетического компонента, значит, в Центральной Европе проживали и такие популяции. Возможно, они жили в долинах Альп, которые были меньше связаны с равнинами», — говорит Йоханнес Краузе, руководитель работы, в пресс-релизе на сайте EurekAlert .

Ученые надеются, что дальнейшие исследования помогут пролить свет на культурные взаимоотношения населения Центральной Европы в переходный период от неолита к бронзовому веку.

Анализируя частоту разных аллелей у древних швейцарцев, аллель толерантности к лактозе, который генетически обеспечивал способность усваивать молоко, генетики нашли у индивида с датировкой 2100 до н.э., и это самое древнее его обнаружение у европейца.

Ученые также сравнили современное население Швейцарии с популяциями финального неолита, чтобы оценить роль последующих миграций в генофонде населения. Они отмечают генетические изменения, произошедшие, по-видимому, в ходе миграций от 375 до 538 н.э., а затем в течение периода Римской империи, когда много людей из разных мест мигрировали в Европу.

Швейцария разделена на три лингвистических региона: немецкоязычный, франкоязычный и италоязычный. По методу поиска сходных аллелей для всех трех регионов гипотеза чистой генетической преемственности с неолита была отвергнута. Анализ показал, что наименьшее сходство с группами финального неолита и ранней бронзы отмечается у италоязычного населения. Что касается остальных групп, то франкоязычное население разделяет больше аллелей с более древними неолитическими группами, а германоязычное население – с менее древними группами бронзового века.

текст Надежды Маркиной

Источник:

Anja Furtwängler et al. Ancient genomes reveal social and genetic structure of Late Neolithic Switzerland // Nature Communications (2020) 11:1915 https://doi.org/10.1038/s41467-020-15560-x

Статья в открытом доступе