

## Палеогенетики проверили гипотезу о длительной изоляции Сардинии

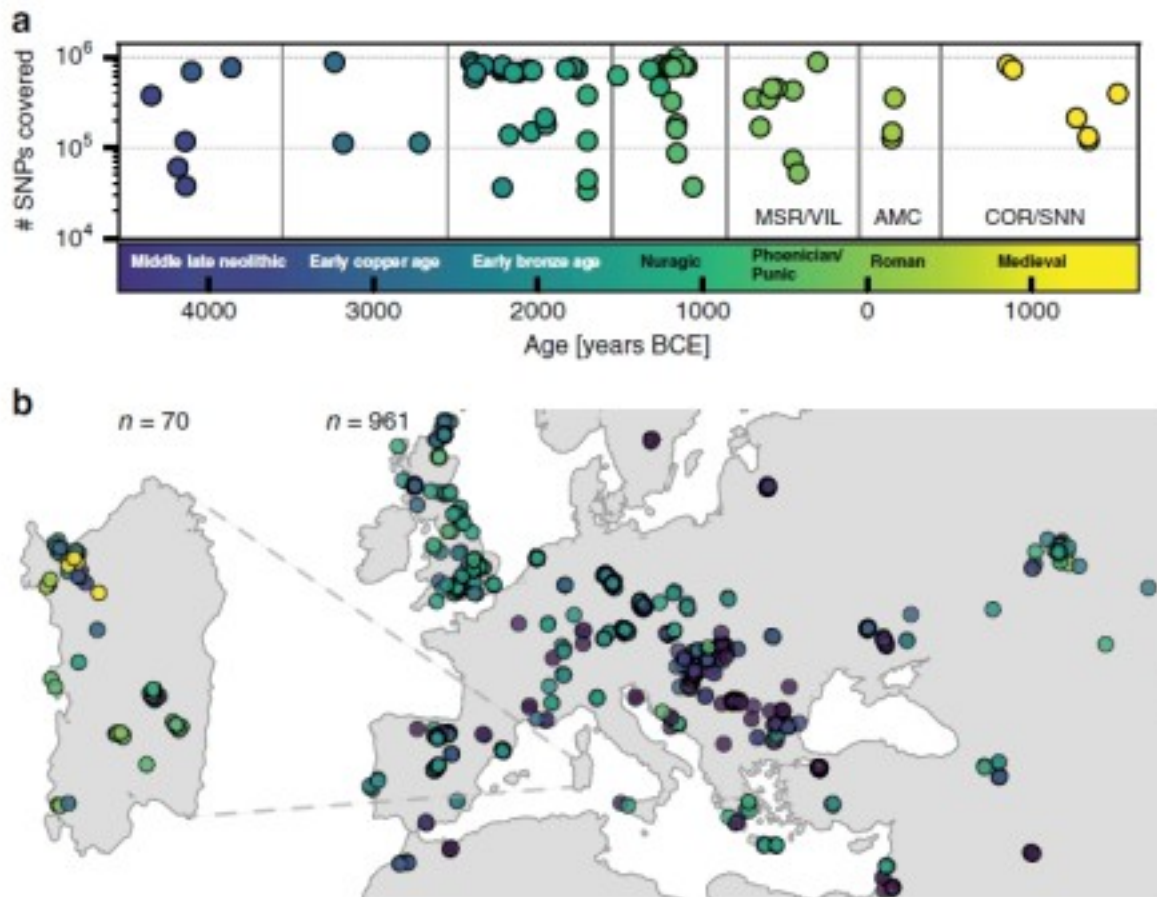
Путем анализа 70 древних геномов от неолита до средних веков генетики проверили предположение о длительной изоляции Сардинии, население которой генетически близко к неолитическим европейцам. Показано, что в течение неолита, бронзового века и вплоть до нурагического периода (второе тысячелетие до н.э.) на острове сохранялась генетическая стабильность. В отличие от материковой Европы, Сардиния не испытала степного генетического влияния. Начиная с первого тысячелетия до н.э., начинаются миграционные потоки на Сардинию, главным образом из восточного и северного Средиземноморья, которые прерывают период генетической изоляции.

Остров Сардиния представляет собой особый интерес для генетиков. Есть гипотеза, что его население ведет свое начало от неолитической популяции Южной Европы, которая на острове была практически изолирована с позднего бронзового века до настоящего времени. Загадка Сардинии возникла тогда, когда в геноме «альпийского ледяного человека» Этци возрастом более 5000 лет, обнаружили поразительно высокое сходство с геномами современных жителей Сардинии. Потом такое же сходство было найдено в геномах охотников-собирателей из разных частей Европы.

Древнейшие останки человека на Сардинии датируются временем 20 тыс. лет назад. Судя по археологическим данным, в мезолите население Сардинии было немногочисленным, популяция начала расти с началом неолитического перехода в шестом тысячелетии до н.э. В позднем неолите месторождение обсидиана на Сардинии послужило тому, что она оказалась включена в пути средиземноморской торговли. Около 1600 до н.э. на Сардинии возникает нурагическая культура, для которой характерно строительство огромных каменных башен, они носят название нураги. В IX-VIII веках до н.э. Сардинию колонизировали финикийцы, а в VI веке до н.э. она была занята карфагенянами. С 237 г. н.э. Сардиния принадлежала Римской империи, в VI веке вошла в состав Византии.

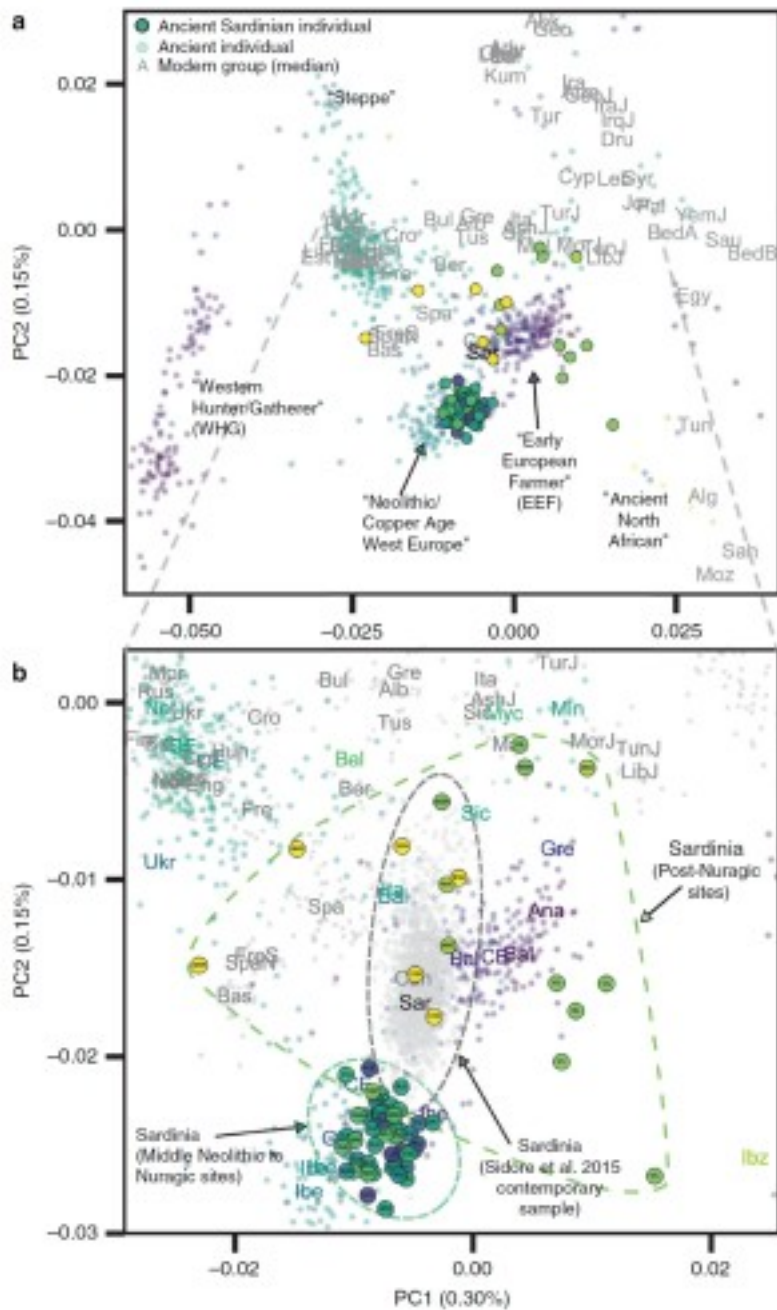
Генетики проверили гипотезу длительной изоляции острова путем анализа ДНК 70 древних жителей Сардинии от среднего неолита до Средних веков. Результаты этой работы [опубликованы в журнале Nature communications](#). Полногеномные данные были получены от индивидов с датировками от 4100 до н.э. до 1500 н.э. Собранные образцы охватывали следующие временные периоды: средний и поздний неолит (4100–3500 до н.э.), ранний медный век (3500–2500 до н.э.), ранний бронзовый век (2500–1500 до н.э.), нурагический период (1500–900 до н.э.), финикийско-пунический период, период Римской империи, Средние века.

ДНК 70 индивидов секвенировали со средним покрытием целевых SNP 1,02x, охвачено в среднем почти 500 тысяч SNP на геном. Геномные данные анализировали в контексте 972 древних геномов, 1963 современных европейских геномов и 1577 геномов современных жителей Сардинии.



Вверху: распределение изученных образцов древнего населения Сардинии по временным периодам; цвет кружочков соответствует хронологической шкале. По вертикали отражено количество изученных SNP на геном. Внизу: расположение на карте древних изученных образцов населения Сардинии, материковой Европы и Северной Африки.

По полногеномным данным авторы провели анализ главных компонент. На рисунке показана проекция древних геномов на пространство, образованное современными геномами Евразии и Северной Африки. Внизу увеличен регион, особенно значимый для Сардинии. Исследователи отмечают, что индивиды с Сардинии периода среднего-позднего неолита генетически близки к неолитическим популяциям материковой Европы, в особенности Иберии и Южной Франции. Как и неолитические популяции материковой Европы, в генетическом пространстве они расположены неподалеку от ранних европейских земледельцев (EEF), несколько сдвинуты от них к западным охотникам-собирателям (WHG).



а. График анализа главных компонент, проекция древних геномов на пространство, образованное современными геномами Западной Евразии и Северной Африки. б. Увеличение на регион, наиболее значимый для Сардинии. Цвета образцов даны в соответствии с хронологической шкалой на предыдущем рисунке. Желтым цветом обозначены современные геномы с Сардинии.

Исследователи провели анализ гаплогрупп митохондриальной ДНК и Y-хромосомы в древних образцах от среднего неолита до нурагического периода. МтДНК этих образцов относилась к макро-гаплогруппам HV, JT, U и X, этот спектр сходен с таковым в других популяциях европейского неолита. Из 31 гаплотипов Y-хромосомы более половины принадлежали к гаплогруппам R1b-V88 или I2-M223, которые также преобладают в неолите Иберии.

На графике предковых компонент ADMIXTURE видно, что население Сардинии на протяжении от среднего неолита через бронзовый век до нурагического периода не претерпевало существенных генетических изменений. Аналогичный результат был получен и другими методами. Так, генетическое расстояние между древними индивидами с Сардинии разных временных периодов оказалось очень незначительным. Результаты анализа qpAdm не отвергают модель, в соответствии с которой население Сардинии среднего/позднего неолита было непосредственными предками населения нурагического периода.

Авторы вычислили, что компонент западных охотников-собирателей в геномах Сардинии от среднего неолита до нурагического периода постоянен и составляет около 17%. Методами анализа генетического смешения в населении Сардинии этих эпох не выявлено заметного степного компонента, в отличие от населения материковой Европы, например, Иберии.

Анализируя более поздние геномы, исследователи находят генетические изменения по отношению к нурагическому периоду. У жителей Сардинии появляется степной компонент (голубой цвет на графике) и увеличивается доля ближневосточного компонента (оранжевый цвет).

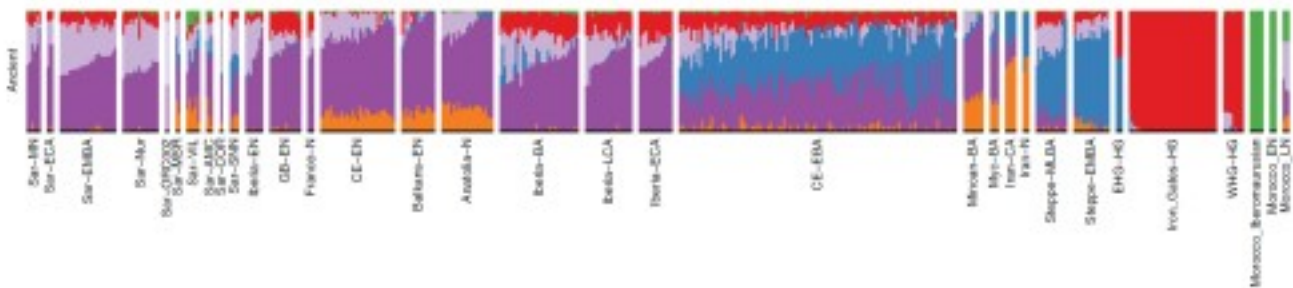


График ADMIXTURE (k=6) геномов населения Сардинии от среднего неолита (Sar-MN) до Средних веков (Sar-Cor, Sar-SNN) в сравнении с другими древними геномами.

Современное население острова генетически сдвинуто к северному и восточному Средиземноморью. График ADMIXTURE показывает, что в современных геномах Сардинии имеется некоторый степной генетический компонент (но меньший, чем у континентальных европейцев), а также восточноевропейский компонент, характерный для сицилийцев и греков. Чтобы разобраться в природе этого компонента, исследователи рассмотрели несколько вариантов моделей смешения с помощью анализа qpAdm. Более всего соответствовала реальности модель смешения трех источников: нурагического населения Сардинии, северного Средиземноморья и восточного Средиземноморья. В поздний период в популяции Сардинии также увеличивается разнообразие гаплогрупп.

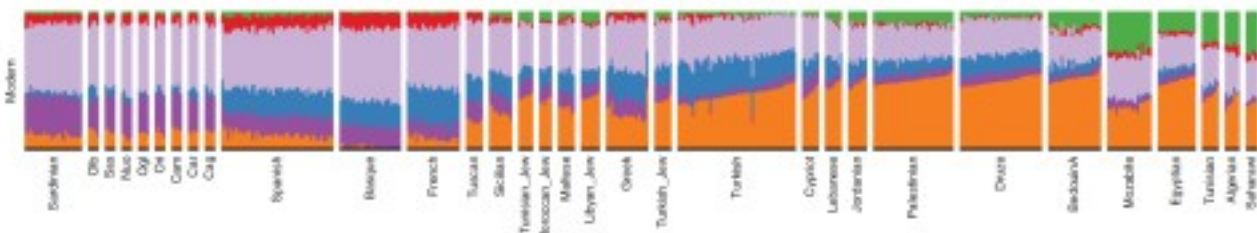


График ADMIXTURE (k=6) современного населения Сардинии в сравнении с современным населением Европы и Северной Африки.

Моделирование по qpAdm геномов современных жителей Сардинии показало, что в дополнение к изначальным компонентам анатолийского неолита и западных охотников-собирателей, которые были и раньше, у них имеется компонент степного бронзового века (Steppe-EMBA), иранского неолита (Iran-N) и североафриканского неолита (Morocco-EN).

Анализ генетической структуры современной популяции Сардинии показал, что население северо-востока острова генетически сдвинуто к материковым популяциям Южной Европы, а население юго-запада тяготеет к восточному Средиземноморью.

На основании полученных данных авторы прослеживают генетическую историю популяций Сардинии. Подтверждается гипотеза, что население среднего и позднего неолита Сардинии является прямыми потомками ранненеолитических популяций, расселившихся по средиземноморскому побережью. В этих популяциях смешаны генетические компоненты западных охотников-собирателей (WHG) и ранних европейских земледельцев (EEF). Это говорит о существовании неолитического потока генов, распространившегося по Средиземноморью, отмечают авторы, его культурным проявлением стала [культура импрессо, или культура кардиальной керамики](#). Компонент WHG на Сардинии выше, чем в материковой Европе, что может говорить о некоем временном сдвиге, так как известно, что доля этого компонента увеличивается со временем.

От среднего неолита до начала первого тысячелетия до н.э. в населении Сардинии сохраняется генетическая стабильность, в

отличие от популяций материковой Европы, которые около 3000 до н.э. затронул генетический поток степного происхождения. Генетика говорит в пользу того, что Сардиния была изолирована от генетических потоков материковой Европы бронзового века. Хотя археологические данные показывают, что Сардиния была включена в торговую сеть Средиземноморья этого периода, остается предположить, что эти торговые отношения не сопровождались генетическим обменом. Интересно, что и с началом нурагического периода не появляются следы генетического обмена, хотя по предположениям археологов башни-нураги возникли на Сардинии как результат миграции с востока, например микенцев.

Генетические изменения, которые появляются после окончания нурагического периода, говорят о миграционных потоках из других регионов Средиземноморья и согласуются с исторически зафиксированными событиями. Так, в первом тысячелетии до н.э. на Сардинии появляются крупные финикийские и пунические поселения, которые располагались в основном вдоль южного и западного побережий, в то же время корсиканские скотоводы занимают северо-восточную часть острова.

Таким образом, палеогенетика подтверждает генетическую изоляцию Сардинии, но уточняет, что эта изоляция продолжалась с середины неолита до железного века и была ограничена вторым тысячелетием до н.э., после чего Сардиния оказалась под влиянием миграционных потоков, в основном из северного и восточного Средиземноморья.

*текст Надежды Маркиной*

**Источник:**

Joseph H. Marcus et al. Genetic history from the Middle Neolithic to present on the Mediterranean island of Sardinia // Nature communications (2020) 11:939 | <https://doi.org/10.1038/s41467-020-14523-6>

<https://www.nature.com/articles/s41467-020-14523-6>