

## Тибетский коридор состоит из каналов и барьеров для генетических потоков

**Проведено полногеномное исследование популяций Тибетского коридора, отличающихся генетическим и лингвистическим разнообразием. Авторы подтвердили барьерную роль Тибетского нагорья и связь между генетикой и географическим ландшафтом. Население северной части Тибетского коридора генетически тяготеет к тибетцам, а население южной части – к популяциям Юго-Восточной Азии. Исследователи описали две генетически изолированные популяции и выявили неполное соответствие между разнообразием генов и языков.**

В журнале Cell Reports [опубликовано полногеномное исследование](#) популяций Тибетского коридора в сопоставлении с окружающими популяциями. Тибетский коридор, точнее «Тибето – и-коридор» (Tibetan-Yi Corridor, TYS) тянется вдоль восточной части Тибетского нагорья, отделяя его от Восточной Азии. В течение тысячелетий он служил перекрестком миграций различных групп людей. Ландшафт этого региона включает множество рек и хребтов, что создает условия как для каналов миграций, так и для барьеров между ними. Тибетский коридор отличается исключительно высоким генетическим разнообразием: в него входят три наиболее высокогорных провинции Китая, где проживает 20 крупных этнических групп; здесь распространены более 300 языков. Наиболее известные народы этого региона – это тибетцы, китайцы хань и народ «и» (Yi), название которого пошло от топонима Tibetan-Yi Corridor. Популяции TYS говорят преимущественно на языках тибето-бурманской группы, которая относится к сино-тибетской языковой семье. По последним данным лингвистов, прародина этой языковой семьи – север Китая, долина реки Янцзы, а тибето-бурманские языки возникли в популяциях, мигрирующих на запад и юг — на Тибетское нагорье и по Тибетскому коридору. Расположение Тибетского коридора у подножья Тибетского нагорья предполагает его роль как генетического барьера между популяциями тибетцев и китайцев хань.

В данной работе исследователи собрали образцы ДНК от 248 человек из региона TYS (242 человек, представляющих 16 этнических групп) и северного Китая (6 человек) для полногеномного секвенирования. Геномы секвенировали с покрытием от 5x до 25x. Полученные геномные данные сравнили с таковыми из баз данных “1000 Genomes Project”, “Simons Genome Diversity Project” и других полногеномных исследований тибетцев и хань.

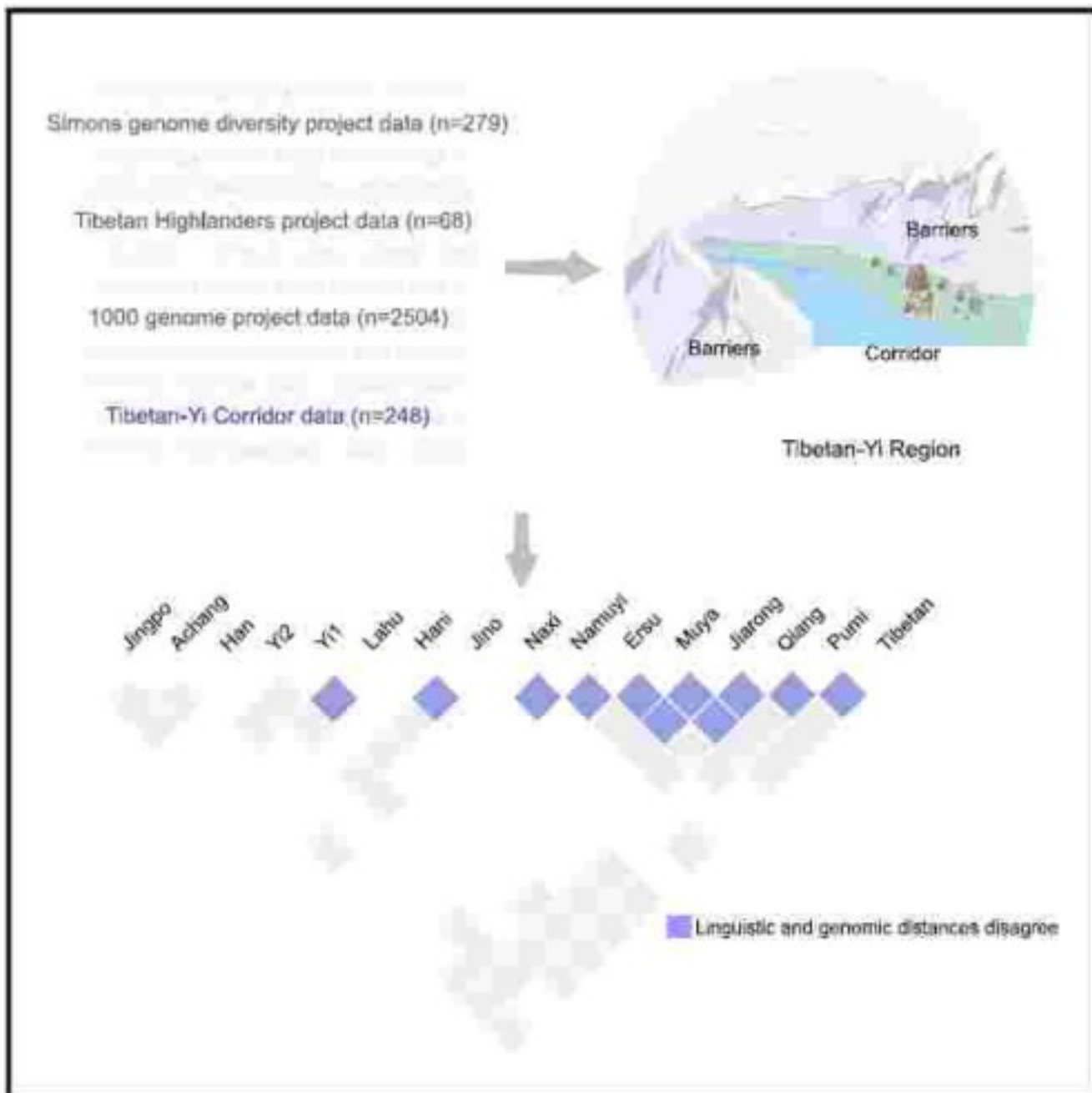
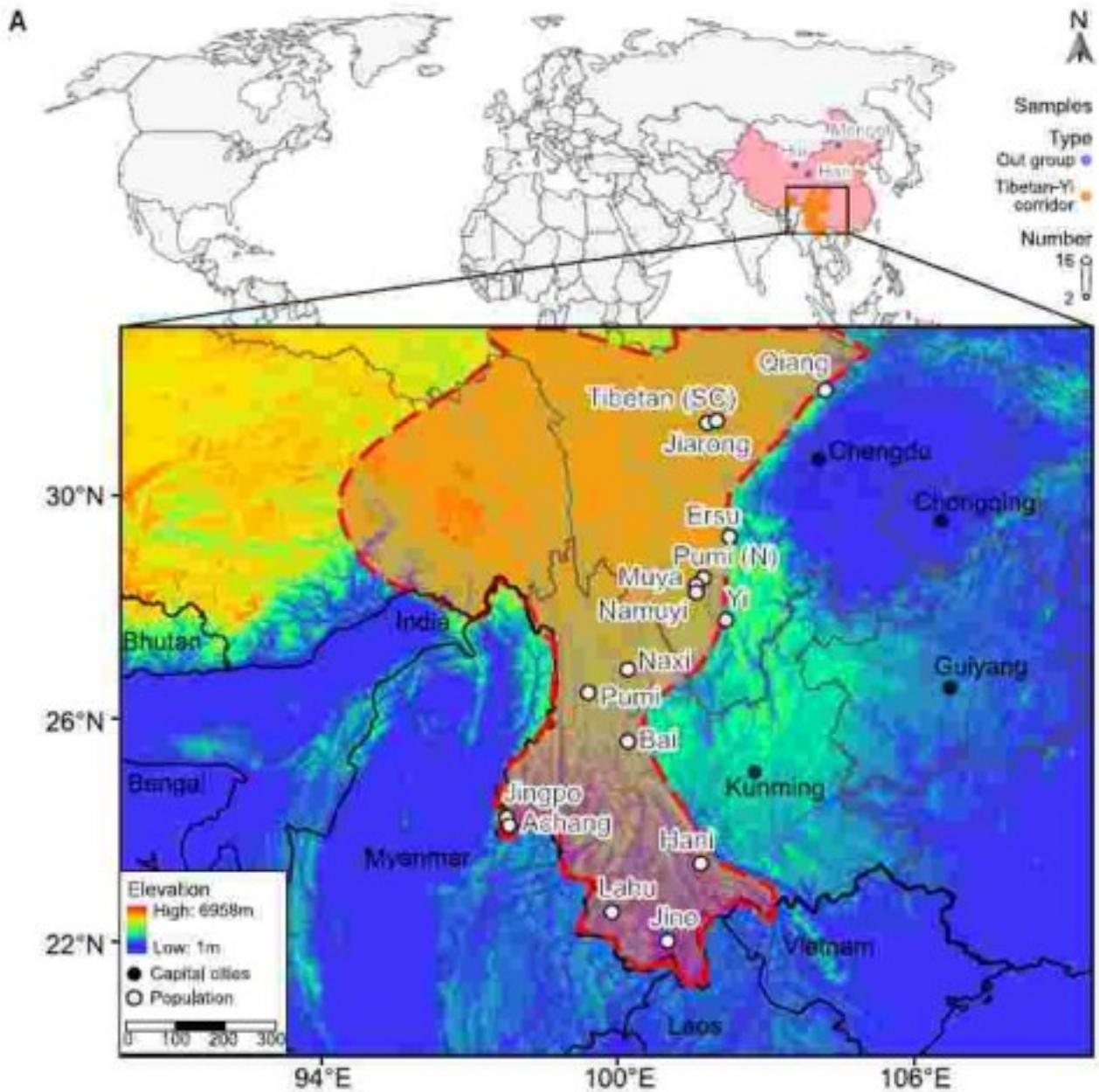


Схема исследования: используемые базы данных и изучаемые популяции (Zhang et al., 2022).



Популяции Тибетского коридора (регион ограничен красным пунктиром) (Zhang et al., 2022).

Авторы провели анализ главных компонент, включающий геномы из Тибетского коридора и других популяций. Анализ показал, что популяции Тибетского коридора входят в кластер с другими восточноазиатскими группами. Анализ fineSTRUCTURE, основанный на сходстве гаплотипов, также как и f3 статистика, подтвердили, что те и другие генетически близки.

Анализ предковых компонентов ADMIXTURE продемонстрировал общность основных предковых компонентов у популяций Тибетского коридора и восточноазиатских. У первых добавляется также небольшая доля предковых компонентов Центральной Азии, Америки и Западной Евразии. Вместе с тем между разными популяциями Тибетского коридора наблюдается значительное генетическое разнообразие.

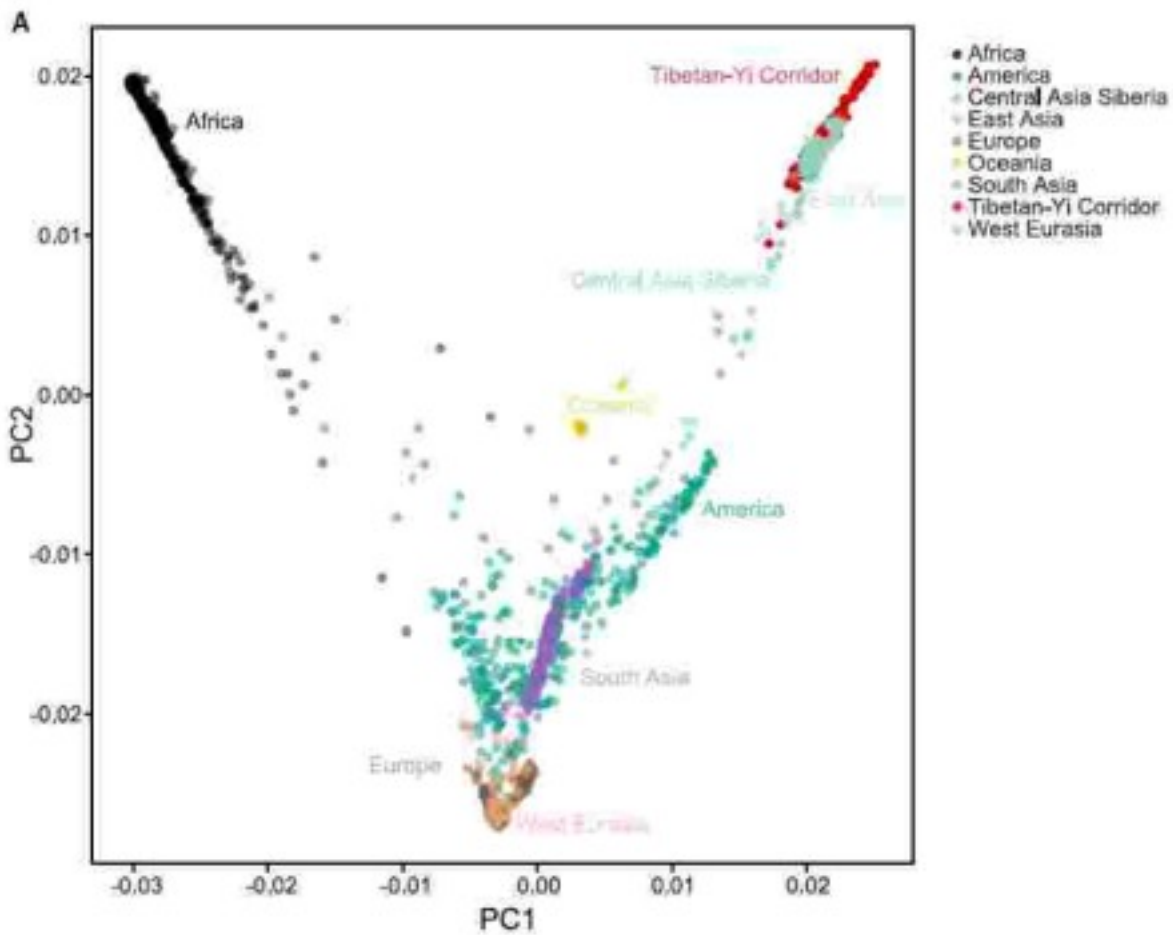


График анализа главных компонент популяций Тибетского коридора и глобальных баз данных (Zhang et al., 2022).

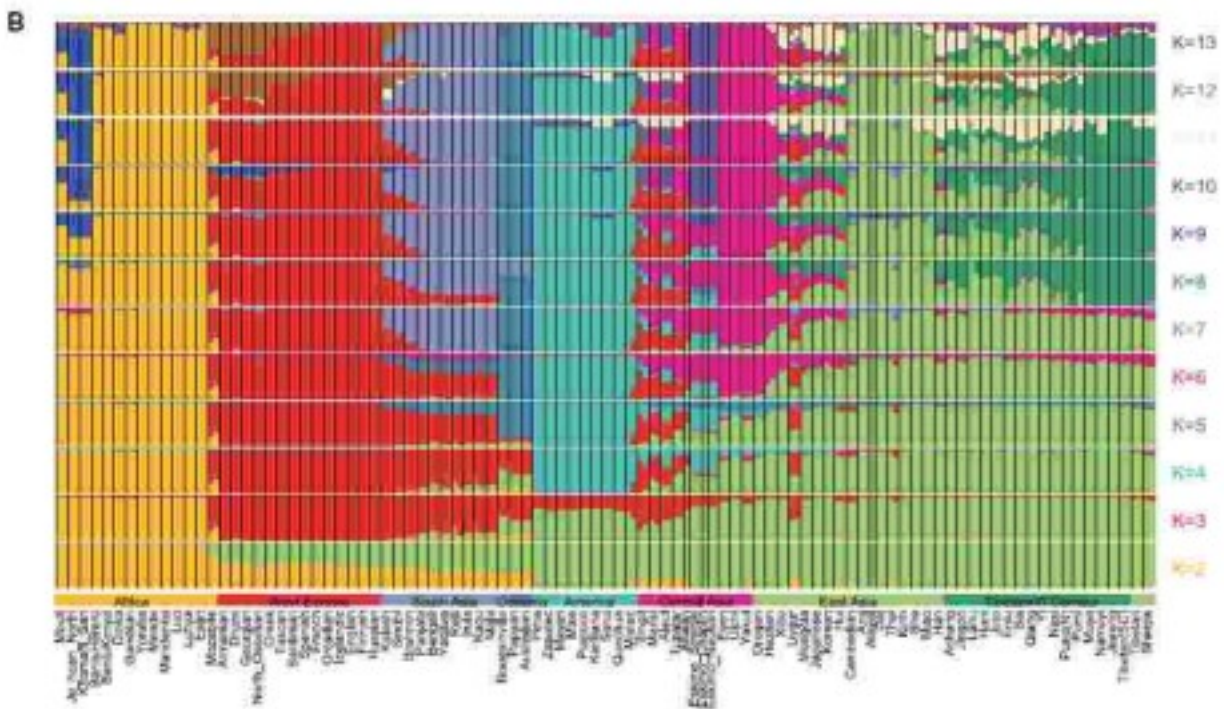


График анализа ADMIXTURE популяций Тибетского коридора (в правой части) и других популяций мира (Zhang et al., 2022).

По анализу ADMIXTURE популяции Тибетского коридора разделились на северные и южные. В северных популяциях значительную долю занимал предковый компонент высокогорного Тибета, это говорит об их сходной генетической истории с

тибетцами. Однако в дальнейшем популяции Тибетского коридора испытали генетический дрейф.

Популяции юга Тибетского коридора, по результатам нескольких методов анализа, демонстрировали генетическую близость к Восточной Азии, особенно к населению Таиланда и Камбоджи. По этим результатам можно предположить общее происхождение популяций юга Тибетского коридора, других регионов южного Китая и Юго-Восточной Азии, которое отличается от происхождения популяций севера Тибетского коридора и Тибетского нагорья.

Одна из доминирующих популяций на востоке Тибетского коридора – китайцы хань, что обусловлено их историческими миграциями в этот регион. Начиная с Династии Мин (17-18 вв), Тибетский коридор выполнял роль моста между Тибетским нагорьем и более восточной частью Китая. От 18-го до 20-го веков сюда мигрировало еще больше китайцев хань. Анализ ADMIXTURE показал, что популяции на востоке Тибетского коридора сходны друг с другом, а по fineSTRUCTURE они входят в один кластер с китайцами хань.

Популяция «и» — одна из крупнейших в Тибетском коридоре, она распространилась к северу в конце 2-го века. Как было показано раньше, у «и» имеются генетические связи и с тибетцами, и с хань. Еще одна крупная популяция цян отличается наибольшим разнообразием среди сино-тибетских популяций по мтДНК. Специалисты предполагают, что от нее пошло распространение сино-тибетских языков.

Популяция ачанов, в отличие от других, состоит лишь из одного предкового компонента, также найденного у качинов. Эти две популяции имеют признаки генетической изоляции от других, филогенетический анализ разместил их на одной генетической ветви. Обе популяции испытали генетический дрейф. У ачанов выявлены самые длинные участки гомозиготности (RON), это говорит о том, что в их истории не обошлось без инбридинга.

Исследователи отмечают, что далеко не во всех популяциях наблюдается соответствие генетического и лингвистического разнообразия, что предполагает нелинейный характер популяционной истории.

Для выявления потоков эффективных миграций и генетических барьеров авторы использовали метод EEMS. Он показал, что склоны Тибетского нагорья служили барьером для генетических потоков между Восточной Азией и Тибетом. Другой барьер был найден на юго-востоке Юннаня. Как миграционные барьеры, так и коридоры ориентированы в северо-южном направлении. Анализ f3 статистики показал, что популяции на юге Тибетского коридора смешивались с популяциями на севере, что говорит о событиях миграций с севера на юг.

Исторические, лингвистические и археологические источники указывают на движение популяций с севера на юг, от долины реки Янцзы до Тибетского коридора. Вероятно, так же распространялись тибето-бурманские языки — на юго-запад Юннаня и далее в Юго-Восточную Азию. Генетические данные не противоречат этой гипотезе. В итоге, все говорит о том, что Тибетский коридор использовался не только для культурного обмена, но и для биологического транзита.

*текст Надежды Маркиной*

#### **Источник:**

Zhe Zhang et al. The Tibetan-Yi region is both a corridor and a barrier for human gene flow // Cell Reports 39, 110720, April 26, 2022 <https://doi.org/10.1016/j.celrep.2022.110720>

[Статья в свободном доступе](#)