

Zrozumienie wpływu zmian klimatycznych na dawne społeczności ludzkie stało się ostatnio ważnym tematem badań w archeologii. Wykorzystanie dostępnych wskaźników do rekonstrukcji klimatu (nacieki jaskiniowe, osady jeziorne itp.) umożliwia identyfikację korelacji czasowych między zarejestrowanymi wahaniami klimatu a rozwojem dawnych społeczeństw. Jednak dostępne dane mają stosunkowo niską rozdzielczość czasową i niekoniecznie są dostępne dla najgęściej zaludnionych regionów. Ponadto dane środowiskowe nie pozwalają określić wpływu fluktuacji klimatycznych na samych ludzi, jako organizmów biologicznych. Dlatego w pełni wiarygodne powiązanie przyczynowe zmieniającego się klimatu z jakimikolwiek zmianami w zachowaniu człowieka lub kulturze materialnej pozostaje bardzo trudne, jeśli nie niemożliwe.

Najbardziej powszechnym wskaźnikiem klimatycznym jest proporcja trwałych izotopów tlenu, ^{18}O i ^{16}O , wyrażona jako wartość $\delta^{18}\text{O}$. Wraz ze wzrostem temperatury wzrasta szybkość parowania wody, a ponieważ cząstki wody z lżejszym izotopem ^{16}O odparowują łatwiej, wartość $\delta^{18}\text{O}$ w pozostałej wodzie jest wyższa. Poprzez spożycie wody ta sygnatura izotopowa wpływa na skład wody w organizmie i jest również odzwierciedlona w ludzkim szkliwie. Śledzenie zmian w warstwach przyrostowych szkliwa umożliwia zatem wgląd w zmiany temperatury i wilgotności w ciągu kilku lat okresu kształtowania się zębów we wczesnym okresie życia.

W ramach tego projektu opracujemy i przetestujemy nowe podejście do badania zmienności klimatu w przeszłości, oparte na bezpośredniej rekonstrukcji krótkoterminowych wahań klimatu lokalnie na stanowiskach archeologicznych przy użyciu sekwencji pomiarów $\delta^{18}\text{O}$ o wysokiej rozdzielczości w przyrostowych warstwach ludzkiego szkliwa. Dodatkowo wykorzystamy także inne wskaźniki biochemiczne, takie jak stosunek $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$ i pomiary stężeń pierwiastków, aby zrozumieć, w jaki sposób sygnały z indywidualnej mobilności i/lub zmiennych źródeł wody pitnej mogą zakłócać sygnał ze zmienności klimatu. Dla każdego zęba planujemy wykonać co najmniej 100 indywidualnych pomiarów $\delta^{18}\text{O}$ wzdłuż osi wzrostu przy użyciu mikrosondy jonowej o wysokiej rozdzielczości (SHRIMP), umożliwiającej rekonstrukcję wahań klimatycznych z rozdzielczością dwutygodniową. Rozdzielczość innych wskaźników będzie niższa (dwa miesiące) ze względu na ograniczenia stosowanej metody, spektrometrii mas z indukcyjnie sprzężoną plazmą (LA ICP MS), ale wciąż wystarczająca do wykrycia wzorców sezonowości.

W stosunkowo liczbnym zbiorze szczątków zębów ludzkich z północnej Mezopotamii i Iranu, składającym się z ok. 200 osobników, będziemy szukać wzorców sezonowości i fluktuacji klimatu wykorzystując informacje stratygraficzne i datowania radiowęglowe na wszystkich badanych stanowiskach, aby opracować długoterminową chronologię bezpośredniego wpływu klimatu na społeczności ludzkie. Na poziomie poszczególnych stanowisk archeologicznych zbadamy, czy obserwowane sygnały sezonowe i lokalne trendy krótkoterminowe są skorelowane z występowaniem rozwojowych defektów szkliwa (i zębiny, jeśli będzie odpowiednio dobrze zachowana) jako wyznacznika stresu środowiskowego.

Skoncentrujemy się na dwóch okresach powszechnie uznawanych za dotknięte długotrwałymi suszami, tj. na przejściu od wczesnej do środkowej epoki brązu (ok. 2200-2000 p.n.e.) oraz przejściu od późnej epoki brązu do epoki żelaza (ok. 1200-800 p.n.e.). Porównując dwa regiony o różnym środowisku, tj. stosunkowo wilgotną strefę rolnictwa deszczowego w północnej Mezopotamii oraz irański Płaskowyż Centralny z niższymi opadami atmosferycznymi i rolnictwem zwykle opartym na irygacji w stożkach aluwialnych, będziemy w stanie rozróżnić tendencje regionalne i globalne. Będziemy mogli także ocenić stopień, w jakim klimat ma bezpośredni wpływ na wzrost i rozwój zębów na poziomie indywidualnym i społecznościowym, w kontekście adaptacji behawioralnych, ostatecznie prowadzących do zmian społecznych. Ostatecznym efektem projektu będzie opracowanie nowego i elastycznego narzędzia zwiększającego naszą zdolność do identyfikowania wpływu krótkoterminowych wahań klimatu na dawne populacje ludzkie.