

## **Adaptacyjne zmiany kształtu czaszki u delfinów butlonosych (*Tursiops spp.*): wnioskowanie w oparciu o połączenie analiz morfologicznych i genomowych**

Ssaki są bardzo różnorodnymi zwierzętami, wykazującymi duże różnice w stylu życia, zachowaniach i kształtach ciała. Uderzającym tego przykładem jest różnorodność czaszek, które w wielu grupach mogą być bardzo zmodyfikowane. Delfiny są jedną z takich grup, u której niektóre kości pyska są wyjątkowo wydłużone w stosunku do blisko spokrewnionych ssaków lądowych. Uważa się, że niektóre z tych modyfikacji są związane ze zróżnicowanymi wymaganiami żywieniowymi w oceanie, a zatem wynikają z bezpośredniego działania doboru naturalnego, lecz nigdy nie zostało to formalnie przetestowane. Przetestowanie tej hipotezy jest ważne, ponieważ zmiany morfologiczne mogą mieć również inne przyczyny niż dobór naturalny. W przypadku zmian kształtu czaszki, nawet jeśli są one wynikiem doboru, nie musi to wynikać z adaptacji do różnych rodzajów pokarmu, biorąc pod uwagę, że głowa pełni wiele ważnych funkcji (np. oddychanie, aktywność mózgu, czynności sensoryczne).

Ten projekt ma na celu sprawdzenie, czy zmiany kształtu czaszki u delfinów są spowodowane doбором naturalnym wynikającym z różnic w rodzaju ofiar. Zostanie to dokonane w oparciu o badania delfinów butlonosych (rodzaj *Tursiops*), ponieważ ten rodzaj reprezentuje dużą różnorodność w rodzaju ofiar między gatunkami i populacjami w obrębie każdego gatunku. Co więcej, delfiny butlonosowe były przedmiotem intensywnych badań, dzięki czemu dostępne są liczne okazy muzealne i próbki tkanek z całego świata, co pozwala na kompleksowe badania bez potrzeby inwazyjnego pobierania próbek od zwierząt w środowisku naturalnym. Dzikie delfiny butlonose zazwyczaj wykazują różnice między populacjami żyjącymi głównie w głębokich wodach oceanicznych a tymi żyjącymi głównie w pobliżu wybrzeży. Wykazano, że takie populacje charakteryzują się powtarzalnymi różnicami w kształcie czaszki.

W ramach tego projektu najpierw oszacowane zostaną różnice w kształcie czaszki między delfinami butlonosymi z całego świata, za pomocą trójwymiarowych modeli okazów muzealnych stworzonych z kilku wysokiej jakości fotografii cyfrowych. Następnie zostanie wykorzystane specjalistyczne oprogramowanie do oznaczenia kluczowych cech w modelach 3D każdej czaszki oraz do porównania kształtu zwierząt w różnych środowiskach. Umożliwi to wskazanie, które cechy czaszki najbardziej przyczyniają się do różnic w kształcie między środowiskami, ale nie pozwoli to na przetestowanie efektów doboru. W celu ich przetestowania, przeanalizujemy zmienność genów, o których wiadomo, że wpływają na kształt czaszki u ssaków, dla każdej populacji delfinów, która będzie również analizowana pod kątem różnic w kształcie czaszki. Ponieważ dobór naturalny może działać tylko na cechy, które mają silne podłoże genetyczne, dobór może wpływać na skład genetyczny zwierzęcia w przewidywalny sposób. Dlatego porównując geny, o których wiadomo, że wpływają na kształt czaszki u ssaków, z zaobserwowanymi zmianami kształtu czaszki u delfinów, możemy przetestować związek między konkretnymi zmianami kształtu czaszki a działaniem doboru na geny leżące u podstaw tych zmian.

Wstępne badania przeprowadzone przez kierownika projektu wykazały skuteczność takiego podejścia. Badania dotyczące zmian kształtu czaszki badanych w 2D u delfinów wykazały zróżnicowanie między populacjami żyjącymi w różnych środowiskach. Inny projekt, dotyczący zmienności genetycznej w całym genomie, wykazał obecność sygnału doboru naturalnego w genach wpływających na długość czaszki między populacjami delfinów, które różniły się głównie długością czaszek. Planowany projekt będzie się opierał na tych wstępnych obserwacjach, wykonując bardziej kompleksowe i realistyczne analizy trójwymiarowych kształtów oraz analizując geny związane z różnicami morfologicznymi w sposób bardziej kompleksowy. Do analiz genetycznych zostanie zastosowana technika zwana przechwytywaniem egzonomów w celu wyizolowania tylko interesujących nas genów, a następnie określenia ich sekwencji dla kilku próbek delfinów z całego świata za pomocą technologii genomowych.

Projekt ten umożliwi zatem formalne przetestowanie hipotezy, że dobór naturalny jest potencjalną przyczyną zmian kształtu czaszki delfinów butlonosych, łącząc najnowocześniejsze analizy morfologiczne i genomowe. Protokół opracowany w tym projekcie można będzie łatwo dostosować do innych cech morfologicznych lub fizjologicznych, a także do innych gatunków, a zatem będzie on użyteczny do szerokiego spektrum problemów badawczych. Dlatego ten projekt umożliwi nie tylko zrozumienie historii ewolucyjnej delfinów butlonosych, ale również dostarczy cennego wkładu w badania nad historią ewolucyjną ssaków. Co więcej, jeśli wiadomo, że miejscowa populacja jest przystosowana do swojego środowiska, wówczas jest mniej prawdopodobne, że w przypadku wyginięcia zostanie ona zastąpiona przez zwierzęta z innych regionów. W związku z tym projekt dostarczy również informacji ważnych dla ochrony tych zwierząt, identyfikując populacje, które mają wyższy priorytet ochronny, gdyż charakteryzują się określonymi cechami morfologicznymi, które prawdopodobnie są adaptacyjne.