

dr hab. Zofia Sikorska-Piwowska

Warszawski Uniwersytet Medyczny, Zakład Anatomii Prawidłowej

dr inż. Sławomir Paśko

Politechnika Warszawska, Wydział Mechatroniki, Instytut Mikromechaniki i Fotoniki

Zastosowanie wielowymiarowej przestrzeni Eulera w analizie ruchów kończyn w lokomocji naczelnych

Synchronizacja ruchów kończyn w lokomocji naczelnych jest silnie związana z typem adaptacji i specjalizacji do danego środowiska. Kolejność ruchów kończyn jest cechą jakościową, która przyjmuje wartości dyskretne. Zakłada się niezmienność poszczególnych wzorców ruchowych kończyn w obrębie badanych populacji, które rozpatruje się jako odrębne formy. Za typ adaptacji przyjmuje się określony stan cech kończyn skorelowanych z cechami całego organizmu. Cechy te warunkują możliwość optymalnych rozwiązań funkcji lokomocyjnych w danym środowisku. Typami specjalizacji nazwano wyselekcjonowane zróżnicowania strukturalno czynnościowe kończyn powstałe m.in. na skutek intensyfikacji określonych funkcji lokomocyjnych. W obrębie naczelnych wyróżnia się typ adaptacji wspinającej czworonożnej ze specjalizacją ręki i stopy o palcach chwytnych, oraz typ adaptacji zwisowej prymitywnej ze specjalizacją ręki chwytnej bądź w kształcie haka ze zredukowanym kciukiem (Sikorska-Piwowska 1984). U form czworonożnych jak lemury czy mandryle i pawiany pierwszy tym adaptacji jest zarówno dla kończyn piersiowych i miedniczych. Drugi tym adaptacji dotyczy kończyn piersiowych jak u kapucynki, gibona i orangutana. Kończyny miedniczne tych form mają adaptację wspinającą czworonożną. Człowiek wykazuje typ adaptacji dwunożnej ludzkiej ze specjalizacją stopochodną dla kończyn miedniczych. Jego kończyna piersiowa zwolniona z lokomocji umożliwia precyzyjne ruchy ręki, która charakteryzuje się również prawdziwą opozycją kciuka. Synchronizacje ruchów lokomocyjnych kończyn u wyższych kręgowców były badane przez fizyków i matematyków jak np. Collins i Steward (1991) pod kątem różnorodnego ich sprzężenia w zależności od poszczególnych typów ruchów. Zakładamy, że badania nad synchronizacją ruchów kończyn naczelnych w lokomocji posłużą do weryfikacji powiązań filogenetycznych i będą stanowić przyczynek do wyjaśnienia postawy dwunożnej człowieka. Ewolucję lokomocji dwunożnej badali m.in. na przykładzie szympanśów Videan i McGrew (2002) czy Richmond wraz ze współpracownikami (2001) na przykładzie małp o adaptacji czworonożnej wspinającej.

Obserwacje nad synchronizacją ruchów kończyn zostały przeprowadzone w rezerwacie szympanśów w Parku Narodowym Sweet Water w Kenii, w rezerwacie orangutanów na Sumatrze, w rezerwacie lemurów Maramakotro na Madagaskarze oraz w ogrodach zoologicznych w Warszawie i Gdańsku. Materiał zawierał obserwacje na 9 gatunkach naczelnych, jak szympanś, bonobo, orangutan, gibbon, mandryl, pawian płaszczowy, kapucynka czubata i lemur katta. Do badań również włączono synchronizację ruchów człowieka w czasie lokomocji. W sumie zebrano informację o 102 osobnikach. Badania synchronizacji ruchów kończyn przeprowadzono w poszczególnych kategoriach ruchu jak marsz, bieg, skok i zwisowość, czyli przesuwanie się po gałęziach przy pomocy rąk. Dyskretne różnice między kolejnością stawiania kończyn zostały przeniesione do wielowymiarowej przestrzeni Eulera, w której każdy punkt reprezentował odrębny gatunek. Policzone odległości między tymi punktami, odległości Mahalanobisa oraz skorelowano ze sobą dane wejściowe. W ten sposób uzyskano informację, którą można odnieść do powiązań filogenetycznych poszczególnych gatunków. Na podstawie analizy odległości Mahalanobisa wyraźnie widoczna jest odrębność gatunku człowieka od pozostałych badanych form, co mówi o skoku jakościowym, jaki dokonał się w jego ewolucji.