

Polýs znaczy „wiele”

Okładkę pisma „The Anatomical Record” z lipca 2021 roku ozdabia coś, co przypomina cztery niewielkie owłosione jasnym futrem dłonie z czarnymi zagiętymi pazurami. Tematem wyróżnionej w ten sposób pracy zamieszczonej w numerze jest dokładna analiza dwóch łap kangura szarego (po angielsku w tekście artykułu nazywane „hands” – ręce), obu opatrzonych siedmioma palcami.

Od razu wyjaśniam, bo nie jest to wiedza dla większości z nas oczywista, że normą u kangura jest, podobnie jak u człowieka, pięć palców. Niezwykłość opisywanego przypadku podkreślił fakt, że to drugi w historii zarejestrowany przypadek polidaktylii u torbaczy.

Polidaktylia, czyli nadmiarowa liczba palców u zwierząt, nie jest wcale bardzo rzadkim zjawiskiem. Najczęściej dodatkowe są palce skrajne – odpowiedniki naszego kciuka i małego palca. Dotychczasowa wiedza wskazuje, że polidaktylię powodują różne zmiany genetyczne, stąd opisuje się wiele jej wariantów. Często występuje ona jako jedna z wielu cech zespołów chorobowych o podłożu genetycznym.

Wyjątkowy okaz kangura szarego został upolowany przez legalnie działających myśliwych w Zachodniej Australii. W trakcie oprawiania zwierzyny przypadek uznano za interesujący dla naukowców, dlatego odcięte blisko nadgarstków łapy przesłano do laboratorium Medical, Molecular and Forensic Science Uniwersytetu w Murdoch w Australii. Wyobrażam sobie, że po otwarciu przesyłki naukowcy musieli zakrzyknąć: „A gdzie reszta?!”. Bo chociaż jeden z dodatkowych palców raczej nie był funkcjonalny, drugi za to był w pełni sprawny, miał oddzielne mięśnie i ścięgna. Niestety badacze nie mogli ustalić jednoznacznie, czy duplikacji uległy dwa różne palce leżące obok siebie, czy skrajny palec uległ dwukrotnemu powieleniu. Każda z tych wersji występuje niezwykle rzadko u innych zwierząt. Brak całego ciała kangura uniemożliwił dokładne przebadanie układu mięśni, ścięgien i nerwów – nie wiadomo, czy stopy zwierzęcia miały nadmierną liczbę palców oraz czy inne szczegóły anatomiczne wskazywałyby na zespół chorobowy, któremu towarzyszy polidaktylia. Tajemnica została pożarta przez nieświadomych myśliwych.

Więcej szczęścia miał Ernest Hemingway, który w 1930 roku dostał podarunek od zaprzyjaźnionego marynarza: białą kotkę z większą niż u zwykłych kotów liczbą palców. Fascynacja pisarza zjawiskowym zwierzęciem, któremu nadał imię Śnieżka, sprawiła, że do dziś koty z polidaktylią nazywane są kotami Hemingwaya. Muzeum – dom z ogrodem pisarza na Key West na Florydzie zamieszkuje około 60 półdziko żyjących kotów z polidaktylią, prawdopodobnie potomków Śnieżki.

Na statkach koty z polidaktylią miały przynosić szczęście. Ich niezwykle łapy dawały im, według opowieści, dodatkową zręczność we wspinaniu się po linach i elementach konstrukcyjnych statków, gdzie wyłapywały uciążliwe gryzonie. Uważa się, że linia kotów sześciopalczastych wywodzi się z Bostonu, skąd stopniowo rozprzestrzeniły się po wschodnim wybrzeżu USA w miarę tego, jak statki handlowe z Bostonu zawijały do kolejnych portów ze swoimi zwierzęcymi pasażerami.

Polidaktylia występuje u zwierząt dzikich, ale także tych hodowanych przez ludzi, np. owiec, krów, świń, koni, kur, kaczek, psów, kotów, świnek morskich, myszy i innych. Niekiedy polidaktylia wpisana jest wręcz w cechę rasy, np. u niektórych kur oraz psów. Szpic Norsk Lundehund używany był do polowania na maskonury. Oprócz posiadania sześciu palców psy te potrafią rozkładać przednie łapy na boki i kłaść łeb na plecach, wyginając szyję w tył o 180 stopni. To sprawia, że wspaniale wspinają się po skałach i przeciskają przez wąskie, nawet pionowe szczeliny skalne.

U ludzi polidaktylia obejmuje całe spektrum wariantów. Więcej niż pięć palców może występować u jednej lub dwóch dłoni, jednej lub dwóch stóp, w niektórych przypadkach i u stóp i u dłoni. Najczęściej dodatkowy palec pojawia się po zewnętrznej (od małego palca) lub wewnętrznej (od kciuka) stronie. Rzadziej zdarzają się dodatkowe palce wewnętrzne (między palcami 1 i 2, 2 i 3, 3 i 4, 4 i 5). Czasem palce są jedynie walcowatym fragmentem miękkich tkanek zakończonym paznokciem, bez kości. Innym wariantem jest palec z kośćmi, ale bez stawów. Na drugim końcu tego spektrum znajdują się w pełni wykształcone palce, mające kości i stawy, ruchome i sprawne.

Dotąd zidentyfikowano 39 zmian genetycznych, które skutkują polidaktylią, z czego duża część jest jedną z klinicznych manifestacji zespołów chorobowych, np. trisomii chromosomu 13 czy też niedokrwistości Fanconiego.

Częstość występowania polidaktylii u ludzi jest wyższa niż można by sądzić, w zależności od wariantu występuje 0,37 do 1,2 przypadków na 1000 urodzonych dzieci, przy czym dwukrotnie częściej u mężczyzn niż u kobiet. Znaczne różnice obserwuje się także w grupach etnicznych. U Afrykanów będzie to 10 razy częściej niż u Europejczyków, przy czym jest to zwykle duplikacja małego palca u dłoni. U rdzennych mieszkańców Ameryk oraz Azjatów dodatkowy palec częściej znajduje się od strony kciuka.

Różnorodność polidaktylii można tłumaczyć złożonością procesu kształtowania się kończyn w rozwoju zarodka. Zależy on od wielu genów, przy czym ważne jest nie tylko, czy są odczytywane, ale także to, na jakim poziomie się to odbywa. Dodatkowe palce mogą upośledzać ruch dłoni czy stóp, mogą być źródłem bólu i problemów natury społecznej (niskiej samooceny, trudności w nawiązywaniu relacji), dlatego często są chirurgicznie usuwane w dzieciństwie. Z punktu widzenia teorii ewolucji polidaktylia może być jednak uznana nie tyle za chorobę, co różnorodność cech człowieka, i jest tak zwaną „innowacją”, bo oto pojawia się coś nowego, czego większość osobników w populacji nie posiada. W rzadkich przypadkach można uznać, że dodatkowe palce dają większe możliwości.

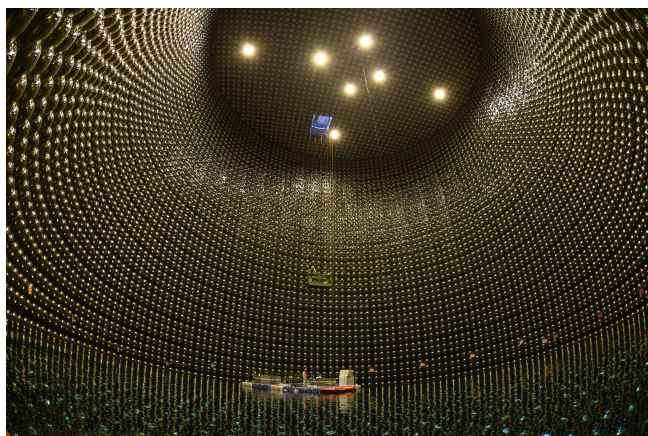
Dokładne badanie dwóch osób, matki i syna, obdarzonych 6 palcami opisane zostały w „Nature Communications”

w 2019 roku. Autorzy nawiązują do pomysłów bioinżynierów, aby tworzyć dodatkowe, sztuczne części ciała człowieka i integrować je z układem nerwowym. Praca opisuje osoby obdarzone wyjątkowym wariantem polidaktylii. W materiałach filmowych możemy oglądać testy, którym poddani zostali badani. Dodatkowy palec znajduje się u nich między kciukiem a palcem wskazującym. Ma trzy paliczki, staw zawiasowy łączący z kośćmi śródreżca (taki jak pozostałe palce 2–5), jednak oprócz zwykłych ma także dodatkowy mięsień, którego układ i miejsca przyczepu są takie jak w kciuku. Z drugiej strony, kciuk badanych osób ma (inny niż zwykle) staw kulisty panewkowy, który pozwala na większą jego ruchomość.

Dokładne testy wykazały, że dodatkowe palce mają swoje autonomicznie działające ścięgna, mięśnie i nerwy. Okazało się, że w korze mózgowej istnieje oddzielny obszar będący reprezentacją dodatkowych palców. Sprawność i siła wszystkich palców była wysoka, a w specjalnie stworzonej grze komputerowej sześciopalczaści byli lepsi niż pięciopalczaści. Badani byli też w stanie zawiązać sznurówki u butów jedną ręką i lepiej radzili sobie z manipulacją niewielkimi przedmiotami.

Polując na neutrino, czyli z pamiętnika fizyka Dzień pierwszy

Joanna ZALIPSKA*



Rys. 1. Wnętrze detektora Super-Kamiokande częściowo wypełnionego wodą. Na wewnętrznych ściankach detektora widać zamontowane fotopowielacze. Na wodzie znajduje się pływający pomost umożliwiający prace przy fotopowielaczach

Dzwoni budzik. Siódma rano. Budzi się piękny dzień w Alpach Japońskich i zaczynam kolejny dzień pracy jako fizyk neutrin. Punktualnie 7:45 łączymy się z poprzednią szychtą, odprawiamy się w Kenkyu-to (po japońsku to oznacza laboratorium) i jedziemy do kopalni. Przed wjazdem do kopalni sprawdzamy, czy system utrzymujący niski poziom radonu naturalnie występującego w kopalni funkcjonuje poprawnie, i pozostaje tylko wsiąść do samochodu i wjechać do tunelu. Wjeżdżamy do wnętrza góry Ikenoyama. Po około pięciu minutach jazdy lądujemy kilometr pod ziemią i wchodzimy do naszego laboratorium, gdzie znajduje się jedna z największych na świecie pułapek na neutrino.

Pozostając pod wrażeniem tych rewelacji, sięgam do krótkiego filmu BBC, który przedstawia rodzinę Da Silva z Brazylii. Z dwudziestu sześciorga jej członków czternaścioro ma po sześć palców u dłoni. Chłopiec w rękawicach jest bramkarzem i twierdzi, że lepiej chwyta piłkę. Mała dziewczynka gra na pianinie i ma większy zasięg palców na klawiaturze. Wujek z pięcioma palcami biegającymi po gryfie wygrywa gorące rytmy na gitarze. Jedna z dojrzałych kobiet u manicurzystki żartuje, że może nosić więcej pierścionków, i dodaje, że kiedy była w kolejnych ciążach w trakcie USG interesowała ją nie płeć dziecka, ale czy będzie miało 6 palców.

Czemu oglądasz coś takiego? Pyta jedenastoletni Nikodem, wpatrując się z osłupieniem w ekran mojego komputera, kiedy oglądam siedmiopalczaste łapki kangura uchwycone na zdjęciu rtg. Cóż, zastanawiam się. Ten kangur nie uciekł przed myśliwym, ale być może gdzieś jego potomstwo odziedziczyło dar, a nie przekleństwo, siedmiu palców?

Marta FIKUS-KRYŃSKA

*Narodowe Centrum Badań Jądrowych, Departament Badań Podstawowych, Zakład Fizyki Wielkich Energii

Gigantyczny zbiornik w kształcie walca o średnicy i wysokości 40 metrów mieści 50 kiloton ultra-czystej wody. W tej to wodzie iskrzą neutrino. Promieniowanie Czerenkowa emitowane przez powstałe w oddziaływaniu miony, elektrony i piony rejestrowane jest przez ponad 11 tysięcy detektorów światła – fotopowielaczy umieszczonych na ściankach walca. Ten walec to detektor zwany Super-Kamiokande (rys. 1). O tym, jak Super-Kamiokande rejestruje promieniowanie Czerenkowa, dowiesz się z rozdziału na końcu artykułu.

Jesteśmy w kopalni, żeby monitorować działanie naszego detektora. Robimy dzienny obchód i sprawdzamy, czy system wodny nie przecieka, czy klimatyzacja w pomieszczeniach z elektroniką dobrze działa i czy w elektronice zbierającej sygnały z fotopowielaczy nic się nie popsuło w ciągu nocy. Następnie pozostaje 8 godzin dyżuru i monitorowania pracy detektora zbierającego dane – czyli łapania neutrin.

Co to są te neutrino i skąd się biorą? Neutrino jest cząstką elementarną. Mamy ich trzy: neutrino elektronowe, neutrino mionowe i neutrino taonowe (ν_e , ν_μ , ν_τ). Neutrino elektronowe jest neutralnym, czyli o ładunku elektrycznym równym zero, towarzyszem elektronu w grupie cząstek zwanych leptonami. Do leptonów należy również cięższy brat elektronu – mion ze swoim neutralnym towarzyszem neutrinem mionowym, oraz lepton tau z neutrinem taonowym. Neutrino bardzo licznie występują w otaczającym nas świecie. Produkuje je na przykład Słońce, i każda inna gwiazda, w reakcjach termojądrowych. W wyniku tych reakcji powstają neutrino elektronowe. Są one dość nisko