

DUŻE KOTOWATE W OGRODACH ZOOLOGICZNYCH: ZOOONOZY, ODWROTNE ZOOONOZY I BIOASEKURACJA

OGRODY ZOOLOGICZNE PRZESZŁY TRANSFORMACJĘ Z FUNKCJI ROZRYWKOWEJ DO OŚRODKÓW BADAŃ, EDUKACJI I OCHRONY GATUNKÓW, W TYM PROGRAMÓW HODOWLANYCH DUŻYCH KOTOWATYCH. ZWIERZĘTA TRZYMANE NA OGRANICZONEJ PRZESTRZENI I W WIĘKSZYM NIŻ W WARUNKACH NATURALNYCH ZAGĘSZCZENIU SĄ SZCZEGÓLNI NARAŻONE NA CHOROBY ZAKAŻNE I ICH TRANSMISJĘ MIĘDZYGATUNKOWĄ, W TYM RÓWNIEŻ OD CZŁOWIEKA. PANDEMIA COVID-19 UWIDOCZNIŁA PODATNOŚĆ WIELKICH KOTÓW NA KORONAWIRUSA SARS-COV-2, A OSTATNIE OGNISKA WYSOCE ZJADLIWEJ GRYPY PTAKÓW (H5N1) ORAZ PRZYPADKI GRUŹLICY POTWIERDZAJĄ SZEROKIE SPEKTRUM ZAGROŻEŃ. SKUTECZNA DIAGNOSTYKA, SZCZEPIENIA (TAM GDZIE DOSTĘPNE), BIOASEKURACJA, OGRANICZANIE KONTAKTÓW I KONTROLA ŁAŃCUCHA ŻYWIENIOWEGO SĄ KLUCZOWE DLA PREWENCJI. OCHRONA ZDROWIA KOTOWATYCH WYMAGA STAŁEGO MONITORINGU, WYSOKICH STANDARDÓW OPIEKI ORAZ MINIMALIZOWANIA RYZYKA ZWIĄZANEGO Z BLISKOŚCIĄ CZŁOWIEKA. WIEDZA NAUKOWA I DOŚWIADCZENIE PRAKTYKÓW POWINNY IŚĆ W PARZE, BY ZAPEWNIĆ KOTOWATYM JAK NAJLEPSZE WARUNKI ŻYCIA.

Zuzanna Trafas, Martyna Frątczak, Piotr Tryjanowski

Katedra Zoologii Wydziału Medycyny Weterynaryjnej i Nauk o Zwierzętach Uniwersytetu Przyrodniczego w Poznaniu

Kwestia zasadności istnienia ogrodów zoologicznych budzi dziś wiele kontrowersji. Część społeczeństwa uważa, że człowiek nie powinien przetrzymywać zwierząt poza ich naturalnym środowiskiem, na ograniczonej przestrzeni, narażając je na ciągłe obserwowanie przez zwiedzających. Choć w przeszłości funkcjonowanie ogrodów zoologicznych faktycznie opierało się głównie na dostarczaniu ludziom rozrywki, w ostatnich dekadach nastąpiła istotna transformacja – z placówek o charakterze czysto rekreacyjnym stały się one ważnymi ośrodkami ochrony przyrody i badań.

Od lat 80. XX wieku ogrody zoologiczne zaczęły wprowadzać programy hodowlane, mające na celu odbudowę po-

pulacji gatunków zagrożonych wyginięciem (3). W przypadku dzikich kotowatych działania te dotyczą m.in. tygrysa siberijskiego (*Panthera tigris altaica*), dla którego program prowadzony jest od 2012 roku oraz lamparta amurskiego (*Panthera pardus orientalis*), objętego programem hodowlanym od 2013 roku. Współpraca ogrodów zoologicznych na całym świecie obejmuje nie tylko wymianę osobników w celu utrzymania odpowiedniej puli genetycznej, lecz także ścisły kontakt z władzami krajów, na których obszarze żyją te kotowate. Przykładowo, wspólnie ustalane są procedury mające zapobiegać wchodzeniu drapieżników na tereny zamieszkałe przez ludzi, co mogłoby spowodować na nie zagrożenie ze strony mieszkańców (50).

Współczesne ogrody zoologiczne pełnią również ważną funkcję edukacyjną, podnosząc świadomość społeczną w zakresie ochrony dzikich zwierząt. Ma to szczególne znaczenie w świecie, w którym coraz więcej ludzi mieszka w miastach i nie ma bezpośredniego kontaktu z naturą. Możliwość zobaczenia dzikiego zwierzęcia z bliska ułatwia zrozumienie, dlaczego należy je chronić, a tym samym zwiększa chęć zaangażowania w działania prośrodowiskowe. Dodatkowo środki pozyskiwane przez ogrody zoologiczne – zarówno ze sprzedaży biletów, jak i z dotacji czy akcji, takich jak „adoptuj zwierzaka” – przeznaczane są na wspieranie organizacji zajmujących się ochroną gatunków zagrożonych wyginięciem (3).



JOACHIM SIKIERA

Lew afrykański (*Panthera leo*).

Problem chorób zakaźnych w ogrodach zoologicznych

Choć ogrody zoologiczne pełnią ważną rolę w ochronie gatunków, przetrzymywanie w nich dużych kotowatych wiąże się również z istotnymi zagrożeniami, spośród których jedno z najpoważniejszych stanowią choroby zakaźne. Wynika to z obecności zwierząt na ograniczonej przestrzeni i w większym niż w warunkach naturalnych zagęszczeniu, co sprawia, że patogeny mogą szybko przenosić się pomiędzy osobnikami i gatunkami. Dodatkowo, choroby zakaźne o charakterze zoonotycznym mogą poważnie zagrażać opiekunom zwierząt oraz zwiedzającym (47).

Warto zauważyć, że leczenie chorób zakaźnych zwierząt w ogrodach zoologicznych nie należy do łatwych, chociażby dlatego, że wciąż nie mamy pełnej wiedzy na temat działania niektórych farmaceutyków na poszczególne gatunki. Tymczasem w ich przypadku mogą występować znaczące różnice w metabolizmie oraz sposobie oddziaływania na organizm (8). Właśnie z tego powodu podstawą do prawidłowego funkcjonowania ogrodów zoologicznych jest prewencja chorób zarówno w odniesieniu do zdrowia indywidualnych osobników, jak i całych populacji (47). Szczególnie istotne są stały monitoring stanu zdrowia zwierząt oraz regularne badania kliniczne, ponieważ wiele chorób zakaźnych przebiega bez wyraźnej manifestacji (47).

COVID-19 u dużych kotowatych

Odnotowane przypadki

Zagrożenia związane z chorobami zakaźnymi w ogrodach zoologicznych szczegól-

nie uwidoczniła pandemia COVID-19. Przypadki zakażeń SARS-CoV-2 u dużych kotowatych zostały dokumentowane wtedy na całym świecie (Tabela 1).

Wśród jednych z pierwszych były przypadki zachorowań w 2020 roku w nowojorskim Bronx Zoo – u dwóch tygrysów malajskich (*Panthera tigris jacksoni*), dwóch tygrysów syberyjskich oraz trzech lwów afrykańskich (*Panthera leo*) (15,30). Jako pierwszy objawy ze strony układu oddechowego, choć niespecyficzne, wykazywał jeden z tygrysów malajskich. Wkrótce podobne symptomy pojawiły się u pozostałych zwierząt, a u jednego z tygrysów syberyjskich jakiś czas później stwierdzono bezobjawowy przebieg zakażenia (24, 30). W tym okresie ogród zoologiczny był zamknięty dla zwiedzających, a pracownikom z objawami klinicznymi nie wolno było stawiać się w pracy (5).

Warto zauważyć, że tygrysy były przetrzymywane w innym budynku niż lwy, co sugerowało różne źródło infekcji u tych gatunków. Po przeprowadzeniu analiz molekularnych stwierdzono, że u tygrysów i lwów zakażenie wywołały wirusy SARS-CoV-2 o dwóch różnych genotypach (30). Co ważne, po przebadaniu pracowników ogrodu zoologicznego wykazujących później objawy kliniczne COVID-19, potwierdzono tę samą sekwencję wirusa u jednego z opiekunów zwierząt, co u tygrysów, sugerując, że mógł być źródłem zakażenia dla zwierząt (15). W przypadku lwów źródło infekcji nie zostało zidentyfikowane (15).

W lipcu 2020 roku w prywatnym zoo w Johannesburgu w RPA, wykazano zakażenie SARS-CoV-2 u pumy płowej (*Puma concolor*), a rok później u trzech

lwów afrykańskich. Później potwierdzono, że lwy zostały zarażone przez kontakt z chorym pracownikiem zoo (15, 27). W grudniu 2020 roku kolejne przypadki zaobserwowano u trzech panter śnieżnych (*Panthera uncia*) w Louisville Zoo w Kentucky, w Stanach Zjednoczonych. Zwierzęta trzymane były osobno, lecz na sąsiadujących ze sobą wybiegach (46).

We wrześniu 2021 roku w Brookfield Zoo w Chicago w Stanach Zjednoczonych zakażenie COVID-19 zostało początkowo stwierdzone u tygrysa syberyjskiego. W przeciągu kolejnych 60 dni wirusa stwierdzono u kolejnego tygrysa syberyjskiego, dwóch lwów afrykańskich oraz trzech panter śnieżnych. W ciągu tego okresu, zakażenie SARS-CoV-2 zostało wykazane również u kotka cętkowanego (*Prionailurus viverrinus*) (2), co pokazało, jak łatwo patogen rozprzestrzenił się na kolejne, wrażliwe gatunki w obrębie jednej placówki.

Szybkie rozprzestrzenienie choroby zaobserwowano również w październiku 2021 roku w Denver zoo w Kolorado w Stanach Zjednoczonych. Początkowo zakażenie stwierdzono u dwóch tygrysów syberyjskich, z objawami kaszlu i wypływem z nosa. Tydzień później pracownicy zoo zaobserwowali te same objawy w dwóch stadach lwów afrykańskich liczących w sumie 11 osobników. Wybieg dla lwów znajdował się w odległości kilkuset metrów od wybiegu tygrysów (14).

Etiologia i objawy kliniczne

Za najbardziej prawdopodobną drogę transmisji SARS-CoV-2 uznaje się drogę kropelkową, a za główne źródło transmisji patogenu na kotowate bezpośredni lub pośredni kontakt z zakażonymi ludźmi (15). Wykazano, że jednorazowe rękawiczki i tkaninowe maseczki na twarz nie są dostateczną ochroną przed przeniesieniem wirusa z człowieka na te zwierzęta (5). Kotowate uznaje się za bardzo podatne na infekcję SARS-COV-2, co jest spowodowane dużym powinowactwem tego wirusa do receptora ACE2 (receptora enzymu konwertującego angiotensynę) (47). U kotowatych znajduje się on w dużych ilościach w nabłonku płuc, co ma związek z charakterystycznymi dla tej choroby objawami ze strony układu oddechowego. Innymi miejscami występowania receptora ACE2 są tkanki skóry i uszu, siatkówka oraz przewód pokarmowy, co może się wiązać z dodatkowymi symptomami (15).

Wśród dużych kotowatych notowano zarówno przypadki zakażeń przebiegających z objawami klinicznymi, jak i infekcje utajone. Najczęściej obserwowano

Tabela 1. Potwierdzone przypadki zakażenia koronawirusem SARS-CoV-2 odnotowane u kotowatych w ogrodach zoologicznych do 2024 roku.

Gatunek	Liczba potwierdzonych przypadków	Miejsce utrzymania	Źródło
Lew azjatycki (<i>Panthera leo persica</i>)	17	Ogród zoologiczny, Praga, Czechy; Rotterdam zoo, Holandia; Zoo Vandalur, Chennai, Indie; Safari Park, Etawah, Indie	10, 23, 32, 36, 37
Lew południowoafrykański (<i>Panthera leo krugeri</i>)	8	Pittsburgh zoo, Stany Zjednoczone; Bronx zoo, Nowy Jork, Stany Zjednoczone	2, 37, 42
Lew południowy (<i>Panthera leo menalochaita</i>)	15	Barcelona zoo, Hiszpania; Denver zoo, Kolorado, Stany Zjednoczone	12, 14, 37
Tygrys malajski (<i>Panthera tigris jacksoni</i>)	10	Bronx zoo, Nowy Jork, Stany Zjednoczone; Ogród zoologiczny, Praga, Czechy; Ogród zoologiczny, Tennessee, Stany Zjednoczone; Virginia Zoo, Stany Zjednoczone	2, 16, 33, 36, 37
Tygrys sumatrzański (<i>Panthera tigris sumatrae</i>)	1	Ogród zoologiczny, Praga, Czechy	36, 37
Tygrys syberyjski (<i>Panthera tigris altaica</i>)	10	Bronx zoo, Nowy Jork, Stany Zjednoczone; Denver zoo, Kolorado, Stany Zjednoczone; Brookfield zoo, Chicago, Stany Zjednoczone; Pittsburgh zoo, Stany Zjednoczone	2, 14, 37, 42
Pantera śnieżna (<i>Panthera unica</i>)	6	Brookfield zoo, Chicago, Stany Zjednoczone; Louisville zoo, Kentucky, Stany Zjednoczone	2, 37, 46
Ryś kanadyjski (<i>Lynx canadensis</i>)	4	Pittsburgh zoo, Stany Zjednoczone	37, 42
Puma płowa (<i>Puma concolor</i>)	1	Johannesburg, RPA	27, 37
Kotek bengalski (<i>Prionailurus bengalensis euptilurus</i>)	1	Ogród zoologiczny, Praga, Czechy	36, 37
Kotek cętkowany (<i>Prionailurus viverrinus</i>)	1	Brookfield zoo, Chicago, Stany Zjednoczone	2, 32

zaburzenia ze strony układu oddechowego, takie jak kaszel, kichanie, wypływ z nosa czy świszczący oddech, jednak nie stwierdzano istotnych trudności w oddychaniu. U pojedynczych osobników występowały objawy ogólne, m.in. apatia, gorączka, brak apetytu, wymioty oraz biegunka (5, 14, 15). W kilku przypadkach zaobserwowano także wypływ z oczu oraz wysunięcie trzeciej powieki (14). Opiekunowie zwierząt zgłaszali ponadto niewielkie zmiany w zachowaniu podopiecznych. Objawy kliniczne utrzymywały się do 16 dni (12).

Diagnostyka i leczenie

U kotowatych wykazujących objawy zakażenia wykonano badanie kliniczne, diagnostykę obrazową USG oraz RTG klatki piersiowej i jamy brzusznej (49). Pobrano próbki kału, wymazy z nosa i gardła oraz popłuczyny z tchawicy. Do molekularnego potwierdzenia zakażenia wykorzystano RTqPCR (15,24). Popłuczyny z tchawicy wykorzystywano również do izolacji wirusa, natomiast w surowicy oznaczano obecność swoistych przeciwciał (5). W badaniach krwi stwierdzano leukocytozę oraz podwyższony poziom azotu mocznikowego (BUN) (28).

W większości przypadków zakażeń SARS-CoV-2 u kotowatych objawy ustę-

powyły samoistnie po kilku dniach (30). W przypadkach, gdy podjęto leczenie, zastosowano antybiotyki (ampicylinę lub amoksycylinę), glikokortykosteroidy, niesteroidowe leki przeciwzapalne oraz płynoterapię (14, 20, 28). U zwierząt z obniżonym apetytem stosowano maropitant (5).

Wśród zakażonych tygrysów i lwów odnotowano przypadki śmiertelne, jak również zdecydowano się na przeprowadzenie eutanazji, co było spowodowane nasileniem objawów ze strony układu oddechowego. Za czynniki pogarszające stan zdrowia uznano podeszły wiek zwierzęcia, czego przykładami były 20-letni tygrys malajski z Angelina County w Stanach Zjednoczonych oraz 17-letnia samica tygrysa syberyjskiego z ogrodu zoologicznego w Borås w Szwecji (14, 15). Dzień przed śmiercią u tych zwierząt stwierdzono podwyższenie parametrów enzymów wątrobowych, BUN, kinazy kreatynowej, białka całkowitego oraz leukopenię (28).

Prewencja zakażeń

Wraz z rozwojem pandemii na rynek wypuszczono szczepionki przeciwko SARS-CoV-2 dla zwierząt. Pierwszą zarejestrowaną szczepionką tego typu była pochodząca z Rosji inaktywowana szczepionka Carnivac-Cova (38). Najlepiej udokumentowane zastosowanie miała

jednak szczepionka opracowana przez firmę Zoetis, po którą chętnie sięgano w amerykańskich ogrodach zoologicznych. W latach 2020-2023, spośród 55 ogrodów zoologicznych w Stanach Zjednoczonych, 76 % zadeklarowało zastosowanie tygrysów tym preparatem (20, 34). Szczepionkę tą zaleca się podawać dwukrotnie w odstępie 3 tygodni, a dawki przypominające należy aplikować co 6-12 miesięcy (20). Chociaż dostępne na rynku szczepionki nie zapewniają pełnej ochrony, to zmniejszają zachorowalność i śmiertelność (14).

Wśród kluczowych działań prewencyjnych jest unikanie bezpośredniego i pośredniego kontaktu zwierząt z osobami zakażonymi lub podejrzanymi o zakażenie. Pracownicy przygotowujący pożywienie dla zwierząt oraz wykonujący prace porządkowe na ich wybiegach powinni być zaopatrzeni w jednorazowe rękawiczki oraz ochronne maseczki na twarz wysokiej jakości. Klatki powinny być czyszczone przy pomocy natrysku wody o dużym ciśnieniu oraz środków dezynfekujących (5, 16). Pracownicy ogrodów zoologicznych z potwierdzoną chorobą powinni zostać odsunięci od wykonywania pracy (14). Warto również stosować bariery między zwierzętami i zwiedzającymi, które zapewnią dystans wynoszący minimum 1,8 metra.

Wysoce zjadliwa grypa ptaków (H5N1) w ogrodach zoologicznych

Odnotowane przypadki

W latach 2003–2004 na terenie ogrodu zoologicznego w Suphanburi w Tajlandii odnotowano przypadki śmiertelne wysoce zjadliwej grypy ptaków u dużych kotowatych trzymanych w zamknięciu – dwóch lampartów plamistych (*Panthera pardus*) oraz dwóch tygrysów azjatyckich (*Panthera tigris*). Źródłem zakażenia było najprawdopodobniej skażone mięso kur i przepiórek, a także bezpośredni kontakt pomiędzy zakażonymi osobnikami (25, 41).

W 2013 roku w ogrodzie zoologicznym w Jiangu w Chinach, w wyniku zakażenia wirusem H5N1, padł tygrys bengalski (*Panthera tigris tigris*) (19), a w latach 2014–2015 cztery tygrysy syberyjskie. Za możliwe źródło infekcji uznano zakażone pawie przebywające na terenie obiektu oraz skażone mięso drobiu (21). W 2016 roku, również w Chinach, w warunkach niewoli, potwierdzono zgon 3-letniego samca lwa z powodu infekcji H5N1 (7).

Kolejne przypadki odnotowano w 2024 roku w Wildlife World Zoo niedaleko Phoenix w Stanach Zjednoczonych, gdzie zakażenie grypą ptaków H5N1 z zejściem śmiertelnym odnotowano u pum płowych oraz gepardów (*Acinonyx jubatus*) (49). W tym samym roku w parku turystycznym Vuon Xoai w Đông Nai w Wietnamie odnotowano upadki 20 tygrysów i 1 lamparta, a w prywatnym safari My Quynh w Long An w Wietnamie 27 tygrysów i 3 lwów. Za źródło H5N1 uznano skażone mięso drobiowe, które otrzymywały zwierzęta (43).

Etiologia i objawy kliniczne

Dla zwierząt trzymanych w ogrodach zoologicznych, za główne źródła zakażenia grypą ptaków uznaje się potencjalnie skażone mięso drobiowe, jak również dzikie ptaki, które wlatują w obręb ich wybiegów lub mają kontakt z paszą i wodą. Szczególnie wysoki współczynnik zachorowań odnotowuje się w czasie sezonu migracyjnego ptaków (39, 49). Wirusy grypy ptaków mogą przenosić się bezpośrednio, przez wydzieliny z dróg oddechowych, oczu oraz kał lub pośrednio, przez skażony pokarm, środowisko i przedmioty (41). Podejrzewa się, że u dzikich kotowatych możliwa jest również bezpośrednia transmisja wirusa między osobnikami (13).

Zakażenia dzikich kotowatych wirusem grypy ptaków w większości kończą się zejściem śmiertelnym (19). Główne

objawy obserwowane u dzikich kotowatych przed zgonem to znacznie podwyższona wewnętrzna ciepłota ciała, niewydolność oddechowa, apatia i anoreksja (7, 41). Często notowano również wymioty oraz pojawienie się obfitej żółto-zielonej wydzieliny w jamie ustnej i nosowej (19). Zdarzały się przypadki nagłych padnięć zwierząt bez wcześniejszych, widocznych objawów klinicznych (21).

Diagnostyka, leczenie i prewencja

W diagnostyce stosuje się techniki molekularne, takie jak PCR lub RT-PCR, które umożliwiają szybkie i precyzyjne wykrycie materiału genetycznego wirusa (19, 7). U żywych zwierząt do badań można pobrać próbki krwi lub moczu (7), natomiast pośmiertnie – wymazy z nosa, gardła i tchawicy, a także próbki tkanek: serce z płynem osierdziowym, wątrobę, śledzionę, płuca, nerki oraz płyn mózgowo-rdzeniowy (19). Zakażenie wirusem grypy ptaków u kotowatych ma zazwyczaj gwałtowny przebieg, a leczenie objawowe rzadko przynosi oczekiwane rezultaty (7).

W ogrodach zoologicznych kluczowe przy zwalczaniu choroby znaczenie ma szybka izolacja każdego zwierzęcia, u którego pojawiły się objawy kliniczne, w celu ograniczenia ryzyka transmisji wirusa pomiędzy osobnikami (19). W prewencji ważną jest ścisła bioasekuracja – szczególnie zapobieganie kontaktom przetrzymywanych zwierząt z dzikimi ptakami, które mogą być nosicielami wirusa (13, 48). Dobrym rozwiązaniem jest montaż siatek ochronnych nad wybiegami, uniemożliwiających wlot ptaków (11). Dodatkowo, w ramach profilaktyki zaleca się unikanie podawania kotowatym surowego mięsa drobiowego, szczególnie pochodzącego z rejonów, gdzie odnotowano ogniska grypy ptaków lub podejrzewa się ich występowanie (11).

Gruźlica u dużych kotowatych

Potwierdzone przypadki gruźlicy

Gruźlicę, powodowaną przez bakterie *Mycobacterium tuberculosis* i *Mycobacterium bovis* u dużych kotowatych w ogrodach zoologicznych odnotowano m.in. u gepardów, lampartów, lwów, rysi, pum, panter śnieżnych oraz tygrysów bengalskich i tygrysów syberyjskich (41). Pierwszy raport dotyczący gruźlicy u tych zwierząt opublikowano w 1992 roku i obejmował przypadki zakażeń z lat 1951–1990 w ogrodzie zoologicznym w Lipsku w Niemczech. Chorobę potwierdzono tam u lampartów plamistych, tygrysów azjatyckich, pum płowych i rysi euroazjatyckich (*Lynx lynx*) oraz licznych

lwów afrykańskich. Kolejny przypadek pochodził z 1985 roku i dotyczył 8-letniego samca lwa afrykańskiego z ogrodu zoologicznego w Knoxville w Stanach Zjednoczonych, który został poddany eutanazji z powodu stopniowego pogarszania się stanu zdrowia (35, 45).

W 2001 roku u 8-letniego tygrysa syberyjskiego z ogrodu zoologicznego i botanicznego w Budapeszcie na Węgrzech pojawiły się epizody kaszlu. Pomimo leczenia, stan zwierzęcia się pogarszał – wystąpiły brak apetytu, wycieńczenie i zmniejszona aktywność. W 2002 roku podjęto decyzję o jego eutanazji. W aspiracie z tchawicy wykryto *Mycobacterium bovis* subsp. *caprae* – był to pierwszy potwierdzony przypadek zakażenia tym podgatunkiem bakterii u dużych kotowatych (29).

Na przełomie lat 2009–2010 w uniwersyteckim ogrodzie zoologicznym w Ibadan w Nigerii padła 15-letnia samica lwa afrykańskiego. W czasie sekcji zwłok pobrano próbki płuc i węzłów chłonnych śródpiersiowych, z których wykryto zakażenie *Mycobacterium tuberculosis* oraz *Mycobacterium bovis* (1).

W 2019 roku dorosła samica geparda przebywająca w centrum hodowlanym (Hoedspruit, RPA) wykazywała objawy przewlekłego zapalenia płuc. Po pozytywnym wyniku testu tuberkulinowego podejrzewano zakażenie *Mycobacterium bovis*, przez co zdecydowano o eutanazji zwierzęcia (26). Wśród świeższych przypadków znajduje się historia z Nowego Zoo w Poznaniu w Polsce, gdzie padła 4-letnia samica lwa afrykańskiego ewakuowana w 2022 roku z terenów objętych wojną na Ukrainie. Po przyjeździe do Polski nie wykazywała objawów klinicznych, jednak była wychudzona i w słabej kondycji ogólnej. Wykazywała również postępujący letarg. Zwierzę padło po trzech miesiącach pobytu w ogrodzie. W czasie wykonywanej później sekcji zwłok pobrano próbki z serca, płuc oraz krezki w celu przeprowadzenia badań histopatologicznych i bakteriologicznych. W diagnostyce laboratoryjnej wykonano m.in. test immunochromatograficzny, który wykazał obecność antygenów *Mycobacterium tuberculosis* (9). To podkreśla znaczenie kwarantanny, jako kluczowego elementu zapobiegania wprowadzaniu chorób zakaźnych do ogrodu zoologicznego. Jest to szczególnie istotne w przypadku zwierząt, o których stanie zdrowia lub historii medycznej brak dokładnych informacji. Dostęp do takich osobników powinni mieć wyłącznie wyznaczeni pracownicy, zobowiązani do przestrzegania zasad bioasekuracji i dokładnej dezynfekcji po opusz-



Gepard grzywiasty (*Acinonyx jubatus*).

czeniu obiektu. Okres kwarantanny powinien być wystarczająco długi (nawet do 90 dni), aby wykluczyć ryzyko wystąpienia chorób zakaźnych, a w jego trakcie należy przeprowadzić niezbędne szczepienia i badania diagnostyczne (4).

Etiologia i objawy kliniczne

W odnotowanych przypadkach gruźlicy u dziko żyjących lwów afrykańskich, lampartów i gepardów, zakażenia często były wywołane bakterią o tym samym genotypie, który występuje u bawołów afrykańskich. Podobna sytuacja została zaobserwowana u dziko żyjących hiszpańskich rysi (*Lynx pardinus*), u których wykryty genotyp bakteryjny został wcześniej zidentyfikowany również u bydła, dzików oraz danieli. Te informacje sugerują, że główną drogą zakażenia dla dzikich kotowatych są zainfekowane ofiary (41, 45). Dla kotowatych utrzymywanych w niewoli, jednym z ważnych źródeł zakażenia jest również kontakt z człowiekiem. Obserwowano to szczególnie w krajach, w których częstotliwość występowania gruźlicy u ludzi jest wysoka, a poziom bioasekuracji w ogrodach zoologicznych niski, m.in. w Nigerii (1).

Potwierdzeniem przenoszenia się choroby przez skażony pokarm są zmiany w jelitach i węzłach chłonnych krezkowych obserwowane u zakażonych kotowatych. Z drugiej strony, głównym organem dotkniętym zmianami w czasie gruźlicy są płuca, co wskazuje na przeniesienie się patogenu drogą kropelkową (45). Podejrzewa się, że do zakażenia może dojść również drogą przezskórną podczas ugryzień między osobnikami, dlatego bliski kontakt zwierząt znacznie

zwiększa prawdopodobieństwo zakażenia (40, 45). Obecnie za powód zwiększonej podatności na gruźlicę lub nawrót choroby utajonej uznaje się predyspozycje genetyczne przez chów wsobny zwierząt, stres i choroby współistniejące u zwierząt utrzymywanych w niewoli (41).

W udokumentowanych przypadkach gruźlicy u dzikich kotowatych tylko część zwierząt wykazywała objawy kliniczne (6). Symptomy najczęściej pojawiały się po narażeniu na silny stres (45). Do najczęściej obserwowanych objawów należały: utrata masy ciała, brak apetytu, kaszel i przyspieszony oddech, zmętnienie rogówki, wyłysienia, trudności w gojeniu się ran po ugryzieniach, hygromy (bezbolesne obrzęki wypełnione płynem, zwane również pseudokaletkami, powstające nad wypukłościami kostnymi) w stawach łokciowym i skokowym, owrzodzenia w okolicy stawu łokciowego, obrzęk okolicy podżuchwowej oraz powiększenie węzłów chłonnych. Obserwowano również niechęć do poruszania się, obrzęki stawów, osłabienie oraz znaczne pogorszenie ogólnej kondycji (18, 22, 29, 40, 41, 45). W miarę postępu zakażenia w niektórych przypadkach występowało również obniżenie płodności (18).

Diagnostyka, leczenie i prewencja

Diagnostyka gruźlicy u kotowatych opiera się głównie na badaniu pośmiertnym z oceną histopatologiczną, badaniach biologicznych próbek klinicznych (pobranych przyżyciowo lub pośmiertnie) oraz testach immunologicznych (45). Złotym standardem pozostaje izolacja *Mycobacterium* z zakażonych tkanek, jednak metoda ta jest czasochłon-

na i charakteryzuje się niską czułością w początkowych stadiach choroby. W oczekiwaniu na wynik hodowli możliwe jest wykonanie szybszych metod diagnostycznych, takich jak barwienie metodą Ziehla-Neelsena, immunohistochemia oraz testy molekularne, które mogą dostarczyć wstępne poszlaki diagnostyczne (6, 18, 41). Możliwy do przyżyciowego wykonania jest również test tuberkulinowy, oparty na odpowiedzi immunologicznej gospodarza.

W przypadku testu podskórnego konieczne jest dwukrotne unieruchomienie zwierzęcia w ciągu 72 godzin, co stanowi duże utrudnienie u dzikich kotowatych. Dlatego alternatywnie tuberkulinę podaje się w obręb powieki – dzięki temu nie ma potrzeby ponownego unieruchamiania, a ewentualny obrzęk i zaczerwienienie można łatwo zaobserwować gołym okiem (18, 31, 44).

Pomocne są również wymazy odciskowe ze zmian w tkankach lub z wydzielin – stanowią one przydatne narzędzie przesiewowe w przypadku podejrzenia gruźlicy (6). Do tego rodzaju testu można wykorzystać między innymi węzły chłonne tchawiczo-oskrzelowe, popłuczyny oskrzelowo-pęcherzykowe, wymazy ustno-gardłowe i z nosa oraz surowicę (6, 26, 29, 45). W celu identyfikacji źródła zakażenia, wykluczenia prątków atypowych oraz oceny ryzyka dla opiekunów zwierząt można przeprowadzić spoligotypowanie (identyfikację genetyczną bakterii *Mycobacterium tuberculosis*), PCR oraz sekwencjonowanie DNA – także z tkanek utrwalonych w parafinie (41).

Leczenie gruźlicy u dzikich kotowatych nie jest rekomendowane – zazwyczaj okazuje się nieskuteczne. W większości potwierdzonych przypadków klinicznych zdecydowano o przeprowadzeniu eutanazji (17, 40, 45). Zwierzęta podejrzane o zakażenie powinny zostać objęte kwarantanną (6), a przemieszczanie osobników z terenów, na których występuje gruźlica, należy ograniczyć do minimum (26). W przypadku przewożenia zwierząt wolno żyjących lub ich transferu między ogrodami zoologicznymi, wcześniejsze badania przesiewowe mogą znacząco zmniejszyć ryzyko rozprzestrzeniania się choroby (17).

W kwestii ochrony dzikich kotowatych w ogrodach zoologicznych, bardzo ważne jest rutynowe sprawdzanie stanu zdrowia opiekunów, którzy mają bliski kontakt ze zwierzętami. Wybiegi kotowatych powinny być tak zabezpieczone, by ich kontakt ze zwiedzającymi był maksymalnie ograniczony. Kolejnym ważnym punktem jest karmienie zwie-

rząt surowym mięsem z bezpiecznych źródeł i przebadanych na obecność *Mycobacterium*.

Uświadamianie zwiedzających, szczególnie w krajach endemicznych dla gruźlicy, na temat zagrożenia, jakie mogą nieświadomie sprowadzić na zwierzęta w ogrodach zoologicznych również jest kluczowe (1).

Podsumowanie

Zdrowie dzikich kotowatych, zarówno w naturalnym środowisku, jak i w ogrodach zoologicznych, jest nierozdzielnie związane z działalnością człowieka. Obok degradacji siedlisk i presji łowieckiej, to właśnie kontakt z ludźmi tworzy istotne ryzyko epidemiologiczne, obejmujące możliwość przenoszenia patogenów międzygatunkowych. W warunkach ogrodów zoologicznych szczególnego znaczenia nabierają odwrotne zoonozy, czyli choroby przechodzące z ludzi na zwierzęta. Ochrona kotowatych wymaga więc nie tylko działań w zakresie ochrony przyrody, ale także stałej kontroli zdrowotnej oraz minimalizowania zagrożeń związanych z bliskością człowieka. ●

Piśmiennictwo

- Adeogun A, Omobowale O, Owuamanam C, Alaka O, Taiwo V, van Sooling D, & Cadmus S: Mycobacterium tuberculosis and Dual M. tuberculosis/M. bovis Infection as the Cause of Tuberculosis in a Gorilla and a Lioness, Respectively, in Ibadan Zoo, Nigeria. „Case Reports in Veterinary Medicine”, 2016, 2016: 8568237.
- Allender, M. C., Adkesson, M. J., Langan, J. N., Delk, K. W., Meehan, T., Aitken-Palmer, C., (...) & Wang, L.: Multi-species outbreak of SARS-CoV-2 Delta variant in a zoological institution, with the detection in two new families of carnivores. „Transboundary and emerging diseases”, 2022, 69.5: e3060-e3075.
- Aziz N.: „The Conservation Mission of Zoos” organizacja wildwelfare.org, 2014.
- Bais B, Tak L, & Mahla S. (2017): Study of preventive health measures for wildlife in captivity: a review of management approaches. „Int J Avian Wildl Biol”, 2017, 2.3: 73-75.
- Bartlett S. L., Koepfel K. N., Cushing A. C., Bellon H. F., Almagro V., Gyimesi Z. S., (...) & Calle P. P.: Global retrospective review of severe acute respiratory syndrome SARS-CoV-2 infections in nondomestic felids: March 2020–February 2021. „Journal of Zoo and Wildlife Medicine”, 2023, 54.3: 607-616.
- Bernitz N., Kerr T. J., Goosen W. J., Chileshe J., Higgitt R. L., Roos E. O., (...) & Miller M. A.: Review of diagnostic tests for detection of Mycobacterium bovis infection in South African wildlife. „Frontiers in Veterinary Science”, 2021, 8: 588697.
- Che, Q., Wang H., Zhao L., Ma L., Wang R., Lei Y., (...) & Gao G. F.: First documented case of avian influenza (H5N1) virus infection in a lion. „Emerging Microbes & Infections”, 2016, 5.1: 1-3.
- Collins M.: „Zoo Animal Health” organizacja oza.org, 2024.
- Didkowska A., Krajewska-Wędzina M., Miller M., Bochniarz M., Kozińska M., Szacawa, E., (...) & Nowakiewicz A.: Mycobacterium caprae tuberculosis in a captive lion in Ukraine – Case Report, 2024.
- Dusseldorp F., Bruins-van-Sonsbeek L. G., Buskermolen M., Niphuis H., Dirven M., Whelan J., (...) & Tjon-A-Tsien A.: SARS-CoV-2 in lions, gorillas and zookeepers in the Rotterdam Zoo, the Netherlands,

a One Health investigation, November 2021. „Eurosurveillance”, 2023, 28.28: 2200741.

- EFSA Panel on Animal Health and Animal Welfare (AHAW), ECDC, Alvarez J., Boklund A., Dippel S., Dórea F., (...) & Melidou A.: Preparedness, prevention and control related to zoonotic avian influenza. „EFSA Journal”, 2025, 23.1: e9191.
- Fernández-Bellón H., Rodon J., Fernández-Bastit L., Almagro V., Padilla-Solé P., Lorca-Oró C., (...) & Vergara-Alert J.: Monitoring natural SARS-CoV-2 infection in lions (*Panthera leo*) at the Barcelona Zoo: Viral dynamics and host responses. „Viruses”, 2021, 13.9: 1683.
- Frymus T., Belák S., Egberin, H., Hofmann-Lehmann R., Marsilio F., Addie D. D., (...) & Hosie M. J.: Influenza virus infections in cats. „Viruses”, 2021, 13.8: 1435.
- Gallichotte E. N., Bashor L., Erbeck K., Croft L., Stache K., Long J., (...) & Ebel G. D.: SARS-CoV-2 outbreak in lions, tigers, and hyenas at Denver Zoo. „mSphere”, 2025, 10.2: e00989-24.
- Giraldo-Ramírez S., Rendon-Marín S., Jaimes J. A., Martínez-Gutiérrez M., & Ruiz-Saenz J.: SARS-CoV-2 clinical outcome in domestic and wild cats: A systematic review. „Animals”, 2021, 11.7: 2056.
- Grome H. N., Meyer B., Read E., Buchanan M., Cushing A., Sawatzki K., (...) & Dunn J.: SARS-CoV-2 outbreak among Malayan tigers and humans, Tennessee, USA, 2020. „Emerging Infectious Diseases”, 2022, 28.4: 833.
- Gumbo R., Goosen W. J., Buss P. E., de Klerk-Lorist L. M., Lyashchenko K., Warren R. M., (...) & Kerr T. J.: „Spotting” Mycobacterium bovis infection in leopards (*Panthera pardus*) – novel application of diagnostic tools. „Frontiers in Immunology”, 2023, 14: 1216262.
- Gumbo, R.: Detection of host and pathogen biomarkers for Mycobacterium bovis infection in African big cats (lions (*Panthera leo*), leopards (*Panthera pardus*), cheetahs (*Acinonyx jubatus*)). 2023. PhD Thesis. Stellenbosch: Stellenbosch University.
- He S., Shi J., Qi X., Huang G., Chen H., Lu C.: Lethal infection by a novel reassortant H5N1 avian influenza A virus in a zoo-housed tiger. „Microbes and Infection”, 2015, 17.1: 54-61.
- Heniff A. C., McAloose D., Crook E., & Harrison T. M.: SARS-CoV-2 morbidity, treatment interventions, and vaccination practices in tigers (*Panthera tigris* ssp.) in North American zoos. „Journal of the American Veterinary Medical Association”, 2024, 262.7: 1-7.
- Hu T., Zhao H., Zhang Y., Zhang W., Kong Q., Zhang Z., (...) & Zhang F.: Fatal influenza A (H5N1) virus infection in zoo-housed tigers in Yunnan Province, China. „Scientific Reports”, 2016, 6.1: 25845.
- Kamaruddin Z., Chong C. N., Hambali I. U., Jesse F. F. A., Wan-Nor F., Chung E. L. T., (...) & Che-Amat A.: Clinical management of elbow hygroma in a Malayan tigress (*Panthera tigris jacksoni*): A case report. „Adv. Anim. Vet. Sci.”, 2020, 8.2: 213-216.
- Karikalan M., Chander V., Mahajan S., Deol P., Agrawal R. K., Nandi S., (...) & Sharma G. K.: Natural infection of Delta mutant of SARS-CoV-2 in Asiatic lions of India. „Transboundary and emerging disease”, 2022, 69.5: 3047-3055.
- Kathiriya J. B., Bhedi K. R., & Sindhi S. H.: COVID-19: Veterinary Perspective. „Acta Scientiarum Veterinariae Sciences (ISSN: 2582-3183)”, 2022, 4.4.
- Keawcharoen J., Oraveerakul K., Kuiken T., Fouchier R. A., Amonsin A., Payungporn S., (...) & Poovorawan Y.: Avian influenza H5N1 in tigers and leopards. „Emerging Infectious Diseases”, 2004, 10.12: 2189.
- Kerr T. J., Gumbo R., Goosen W. J., Rogers P., Last R. D., & Miller M. A.: Novel techniques for detection of Mycobacterium bovis infection in a cheetah. „Emerging Infectious Diseases”, 2020, 26.3: 630.
- Koepfel K. N., Mendes, A., Strydom, A., Rotherham, L., Mulumba, M., & Venter, M.: SARS-CoV-2 reverse zoonoses to pumas and lions, South Africa. „Viruses”, 2022, 14.1: 120.
- Kuroda Y., Ozaki M., Sakai Y., Uchida-Fujii E., Hanada I., Yamamoto T., (...) & Maeda K.: An outbreak of SARS-CoV-2 omicron variant and deaths of three lions in a zoo. „One Health”, 2024, 19: 100870.
- Lantos Á., Niemann S., Mezósi L., Sós E., Erdélyi K., Dávid S., (...) & Somoskövi Á.: Pulmonary tuberculosis due to Mycobacterium bovis in captive Siberian tiger. „Emerging Infectious Diseases”, 2003, 9.11: 1462.
- McAloose D., Laverack M., Wang L., Killian M. L., Caserta L. C., Yuan F., ... & Diel D. G.: From people to Panthera: Natural SARS-CoV-2 infection in tigers and lions at the Bronx Zoo. „MBio”, 2020, 11.5: 10.1128.
- Miller M. A., Buss P., Sylvester T. T., Lyashchenko K. P., deKlerk-Lorist L. M., Bengis R., (...) & Olea-Popelka F.: Mycobacterium bovis in free-ranging lions (*Panthera leo*) – evaluation of serological and tuberculin skin tests for detection of infection and disease. „Journal of Zoo and Wildlife Medicine”, 2019, 50.1: 7-15.
- Mishra A., Kumar N., Bhatia S., Aasdev A., Kannappan S., Sekhar A. T., (...) & Singh V. P.: SARS-CoV-2 delta variant among Asiatic lions, India. „Emerging Infectious Diseases”, 2021, 27.10: 2723.
- Mitchell P. K., Martins M., Reilly T., Caserta L. C., Anderson R. R., Cronk B. D., ... & Diel D. G.: SARS-CoV-2 B.1.1.7 variant infection in Malayan tigers, Virginia, USA. „Emerging Infectious Diseases”, 2021, 27.12: 3171.
- Morozov, I., Gaudreault, N. N., Trujillo, J. D., Indran, S. V., Cool, K., Kwon, T., (...) & Richt, J. A. (2023): Preliminary study on the efficacy of a recombinant subunit SARS-CoV-2 animal vaccine against virulent SARS-CoV-2 challenge in cats. „Vaccines”, 2023, 11.12: 1831.
- Morris P. J., Thoen C. O., & Legendre A. M.: Pulmonary tuberculosis in an African lion (*Panthera leo*). „Journal of Zoo and Wildlife Medicine”, 1996, 392-396.
- Nagy A., Stará M., Vodička R., Černíková L., Jiřínková H., Krívda V., & Sedláčková K.: Reverse-zoonotic transmission of SARS-CoV-2 lineage alpha (B.1.1.7) to great apes and exotic felids in a zoo in the Czech Republic. „Archives of Virology”, 2022, 167.8: 1681-1685.
- Nederlof R. A., de la Garza M. A., & Bakker J.: Perspectives on SARS-CoV-2 Cases in Zoological Institutions. „Veterinary Sciences”, 2024, 11.2: 78.
- Sharun, K., Tiwari, R., Saied, A. A., & Dhama, K. (2021): SARS-CoV-2 vaccine for domestic and captive animals: An effort to counter COVID-19 pandemic at the human-animal interface. „Vaccine”, 2021, 39.49: 7119-7122.
- Sims L. D., Domenech J., Benigno C., Kahn S., Kamata A., Lubroth J., (...) & Roeder P.: Origin and evolution of highly pathogenic H5N1 avian influenza in Asia. „Veterinary Record”, 2005, 157.6: 159-164.
- Teppawar R. N., Chaudhari S. P., Moon S. L., Shinde S. V., Khan W. A., & Patil A. R.: Zoonotic tuberculosis: a concern and strategies to combat. „Basic biology and applications of actinobacteria”. IntechOpen, 2018.
- Terio K. A., McAloose D., & Mitchell E.: Felidae. „Pathology of Wildlife and Zoo animals”, 2018, 263.
- Tewari D., Miller R., Livengood J., Wang L., Killian M. L., Bustamante F., (...) & Rosenberg J.: SARS-CoV-2 infection dynamics in the Pittsburgh zoo wild felids with two viral variants (Delta and alpha) during the 2021–2022 pandemic in the United States. „Animals”, 2023, 13.19: 3094.
- Tuan P., Nam H.: “Tourism park where 20 tigers die from avian influenza closes down. Pismo vnexpress.net, 2024.
- Veterinary Practice: “Actiphage reveals early-stage active TB infection in lions”.
- Viljoen I. M., van Helden P. D., & Millar R. P.: Mycobacterium bovis infection in the lion (*Panthera leo*): Current knowledge, conundrums and research challenges. „Veterinary microbiology”, 2015, 177.3-4: 252-260.
- Wang L., Gyimesi Z. S., Killian M. L., Torchetti M., Olmstead C., Fredrickson R., & Terio K. A.: Detection of SARS-CoV-2 clade B.1.2 in three snow leopards. „Transboundary and Emerging Diseases”, 2022, 69.5: e3346-e3351.
- Wells S.: „Disease, laboratory diagnostics and the role of zoos in biodiversity”. Czasopismo The Veterinary Edge, 2024, Chertsey.
- Weston P.: “Bird Flu Is Sweeping Through Zoos Researchers warn of ‘grave implications’ for endangered animals”. Pismo motherjones.com, 2024.
- Weston P.: “Bird flu sweeps through zoos with ‘grave implications’ for endangered animals”. Dziennik theguardian.com, 2024.
- World Association of Zoos and Aquariums: WAZA.

Zuzanna Trafas, e-mail: trafas.zuzanna@gmail.com