

Drogi szerzenia się babeszjozy u zwierząt

Wojciech Zygmier¹, Grzegorz Kotowski^{2,3}

z Zakładu Parazytologii i Inwazjologii Katedry Nauk Przedklinicznych Instytutu Medycyny Weterynaryjnej SGGW w Warszawie¹ oraz Arswet – Lecznicy dla Zwierząt w Warszawie² i Labros – Specjalistycznej Przychodni Weterynaryjnej w Warszawie³

Babeszjoza jest przenoszona przez kleszcze pasażniczą chorobą ssaków i ptaków powodowaną przez pierwotniaki z rodzaju *Babesia*, które dzielą się na tzw. małe i duże gatunki. Inwazja po raz pierwszy została opisana w 1888 r. przez rumuńskiego naukowca Victora Babeşu, który wykrył pasożyta wewnątrz erytrocytów bydła, a później również owiec, z hemoglobinurią. Babeş sądził, że wykrył bakterię, dlatego nadał jej nazwę *Haematococcus bovis*. Pięć lat później, gdy okazało się, że odkryty przez Babeşu patogen jest pierwotniakiem, przyjęto nazwę rodzajową *Babesia* (1, 2, 3). Od tego czasu opisano ponad 100 gatunków pierwotniaków z tego rodzaju, z czego większość występuje u ssaków, a jedynie kilkanaście gatunków u ptaków, m.in. u kiwi, pingwinów czy kormoranów (4, 5).

Gatunki babeszji wykryte w Polsce

W Polsce dotychczas wykryto co najmniej 10 gatunków pierwotniaków z rodzaju *Babesia*, spośród których wszystkie pasożytują u ssaków, choć niektóre z nich mogą być obecne również we krwi ptaków, co omówiono w dalszej części artykułu (5). Gatunki pasożyta stwierdzone w Polsce u żywicieli pośrednich lub ostatecznych to: *B. canis*, *B. vogeli*, *B. vulpes*, *B. gibsoni*, *B. microti*, *B. venatorum*, *B. divergens*, *B. occultans*, *B. capreoli* oraz jeden nieokreślony gatunek, filogenetycznie zbliżony do gatunku *B. crassa* wykazujący podobieństwo sekwencji fragmentu genu małej podjednostki rybosomu na poziomie 95,7% (6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 14, 15). Gatunki *B. canis*, *B. vogeli*, *B. gibsoni* i *B. vulpes* pasożytują u psów oraz innych psowatych (6, 7, 11, 16, 17). Gatunek *B. microti* jest pasożytem różnych gryzoni, spośród których w Polsce

głównym żywicielem pośrednim są norniki (18, 19). Z kolei żywicielem pośrednim gatunków, takich jak *B. venatorum*, *B. divergens*, *B. occultans* i *B. capreoli*, są dzikie i domowe przeżuwacze (20, 21, 22, 23). Należy tutaj wspomnieć, że spośród występujących w Polsce gatunków pierwotniaków z rodzaju *Babesia* gatunki, takie jak *B. microti*, *B. venatorum* i *B. divergens* mogą pasożytować również u człowieka, powodując u zarażonych osób babeszjozę objawową lub inwazję o przebiegu podklinicznym, aczkolwiek występujące w Polsce szczepy *B. microti* na ogół nie mają charakteru o potencjale zoonotycznym (10, 24, 25, 26, 27). Człowiek może zarazić się też innymi niewystępującymi w Polsce gatunkami, których żywicielem pośrednim są przeżuwacze. Do tych gatunków pasożytów należą: *B. duncani*, *B. crassa*, *B. odocoilei*. Przy czym, jak już wspomniano, nie jest wykluczone, że gatunek *B. crassa* może być obecny w Polsce. Ponadto u ludzi stwierdzano inwazje spowodowane przez inne nienazwane jeszcze i słabo poznane gatunki z rodzaju *Babesia* np. CA1, CA3, CA4, CN1 czy FR1 (28, 29, 30, 31, 32).

Najprawdopodobniej najpowszechniej występującymi gatunkami w Polsce są *B. canis* i *B. microti*, a niektóre z pierwotniaków z rodzaju *Babesia* (np. *B. vogeli* czy *B. gibsoni*) wykrywane były dotychczas w Polsce w pojedynczych badaniach i dotyczyły niewielkiej liczby żywicieli (7, 12, 14, 19, 33, 34). Ponadto w Polsce stwierdzono występowanie podobnych do pierwotniaków z rodzaju *Babesia* piroplazm z rodzaju *Theileria*, takich jak: *Theileria equi* (zaliczanej wcześniej do rodzaju *Babesia* i nazywanej wtedy *Babesia equi*) i *Theileria capreoli* (35, 36, 37, 38). Warto również wspomnieć, że Adaszek i wsp. (39) opisali przypadek kota zarażonego nieokreślonym gatunkiem pierwotniaka z rodzaju *Babesia*. Ponadto należy podkreślić, że wszystkie stwierdzone w Polsce pasożyty u psów gatunki pasożyta (*B. canis*, *B. gibsoni*, *B. vulpes*, *B. vogeli*) oraz gatunek *B. microti* wykrywane były również w różnych częściach świata u kotów, u których również pasożytują swoiste dla tych żywicieli gatunki, m.in. *B. felis*, *B. cati*, *B. herpailuri* czy *B. pantherae* (40). Gatunki te jednak nie były stwierdzane w Polsce.

Oprócz wymienionych gatunków występujących w Polsce pierwotniaków z rodzaju *Babesia* należy uwzględnić możliwość występowania lub pojawienia się w przyszłości pasożytującego u koni gatunku *B. caballi*, którego jednym z żywicieli ostatecznych jest powszechnie występujący w Polsce kleszcz łąkowy *Dermacentor reticulatus* (41, 42). A jak podają Bělková i wsp. (43), wzrastający zasięg występowania kleszcza łąkowego, co obserwowane jest również w Polsce i ma związek ze zmniejszającą się powierzchnią zalesienia (44, 45), zwiększa ryzyko powstania aktywnych ognisk babeszjozy koni.

Cykl rozwojowy

Żywicielem ostatecznym pierwotniaków z rodzaju *Babesia* są kleszcze należące w większości do rodziny Ixodidae, choć w przypadku części gatunków nie jest wykluczone, że mogą to być również kleszcze

The routes of babesiosis spreading in animals

Zygnier W.¹, Kotomski G.^{2,3}, Division of Parasitology and Parasitic Diseases, Department of Preclinical Sciences, Institute of Veterinary Medicine, Warsaw University of Life Sciences-SGGW¹, Arswet – Veterinary Surgery in Warsaw², and Labros – Specialized Veterinary Surgery in Warsaw³

Babesiosis is a protozoan, tickborne disease of mammals and birds caused by the parasites of the genus *Babesia*. The pathogen is transmitted by ticks as its final host. Moreover, large *Babesia* species are transmitted transovarially, and in this way next generation of ticks is carrying the parasite. Infected ticks are spread among animals, and many studies showed that migratory birds play an important role in transmission of both, vectors and babesiosis. It was also shown that in some mammals babesiae are transmitted transplacentally, and this is apparently the major route of infection in voles. Other way of passing the infection was identified in fighting dogs. It is speculated, that during dogfighting the exchange of blood from wounds of animals may lead to infection. However, oral route of passing babesiosis cannot be excluded. It was confirmed in mice after administration of blood, corpses of mice and also ticks carrying *Babesia microti* or *Babesia canis*. Beside these routes, there is also possible iatrogenic way of parasite transmission during blood transfusion, organ transplantation or with contaminated instruments. This article presents current data on the spreading of *Babesia* spp. in non-endemic geographical regions.

Keywords: babesiosis, blood, ticks, routes of infection.

z rodziny Argasidae. Ssaki i ptaki są natomiast żywicielem pośrednim tych pierwotniaków (4, 5, 46). Do zarażenia żywicieli pośrednich dochodzi podczas ssania krwi przez zarażone kleszcze, które wraz ze swoją śliną wprowadzają do rany w skórze żywiciela sporozoioty będące stadium inwazyjnym pierwotniaka. Zasadlające czerwone krwinki sporozoioty przekształcają się w kolejne stadium rozwojowe nazywane trofozoitami, które rosną a następnie dzielą się na komórki potomne noszące nazwę merozoitów. Powstające wewnątrz erytrocytów merozoity opuszczają krwinki, doprowadzając do ich rozpadu, po czym zasiedlają kolejne erytrocyty, w których ponownie przekształcają się w trofozoity prowadzące do powstania kolejnego pokolenia merozoitów. Cykli trofozoit – merozoit może być wiele, a ten etap cyklu rozwojowego pasożyta określany jest terminem merogonii. Żywiciel ostateczny będący krwio pijnym pasożytem zewnętrznym zaraża się, pobierając krew wraz z obecnymi wewnątrz krwinek pierwotniakami (4).

By zwiększyć szansę na zarażenie żywiciela ostatecznego, pasożyt krwi prowadzi do powstawania na powierzchni erytrocytów specjalnych struktur (VESA, variant erythrocyte surface antigen) powodujących ich przyleganie do komórek śródbłonkowych w naczyniach włosowatych, zatrzymując w ten sposób krwinki czerwone w najmniejszych naczyniach krwionośnych. Zjawisko to występuje również w naczyniach włosowatych skóry, w wyniku czego wzrasta prawdopodobieństwo zarażenia pasożytującego na skórze kleszcza, a ponadto zapobiega pasażowi zatrzymanych w naczyniach włosowatych zarażonych krwinek przez śledzionę, chroniąc w ten sposób pierwotniaka przed makrofagami śledziony (47).

Pobrana przez kleszcze krew żywiciela zawierająca pasożytnicze pierwotniaki dociera do jego jelita, w którym uwolnione z erytrocytów merozoity przekształcają się w gamonty. Te po połączeniu się ze sobą tworzą posiadającą zdolność ruchu zygotę nazywaną ookinetą. Ookinety zasiedlają ślinianki kleszczy oraz jajniki samic kleszczy, w których jako sporokinety zarażają zarodki kolejnego pokolenia kleszczy. W ten sposób ze składanych przez samicę kleszcza jaj wykluwają się larwy tych roztoczy zarażone pierwotniakiem. Ta droga zarażenia nosi nazwę zarażenia transowarialnego, które według obecnego stanu wiedzy występuje jedynie u dużych gatunków pierwotniaków z rodzaju *Babesia* (4, 48). Ponadto u pierwotniaków z rodzaju *Babesia* występuje zjawisko określane jako zarażenie transstadialne, które oznacza zdolność pasożyta do przetrwania metamorfozy kleszczy, tj. przekształcenia do kolejnego aktywnego stadium rozwojowego (49).

W tym miejscu warto w skrócie przedstawić cykl rozwojowy kleszczy, w którym występują formy rozwojowe, takie jak: jajo, larwa, nimfa i osobniki dorosłe. W przypadku kleszczy z rodziny Ixodidae występuje tylko jedno stadium nimfy, natomiast u kleszczy z rodziny Argasidae kilka stadiów nimfy. Każde stadium rozwojowe odżywia się krwią jeden raz, z wyjątkiem osobników dorosłych z rodziny Argasidae, które mogą pobierać krew wielokrotnie, by po kopulacji samica mogła złożyć jaja. Przy czym w przypadku kleszczy z rodziny Argasidae nie jest konieczna kopulacja przed każdym złożeniem jaj, gdyż samice mogą zachować nasienie z wcześniejszych kopulacji w endospermatoforach, które wprowadzane są przez samce za pomocą ich narządów gębowych (47, 50, 51, 52).

Przebieg inwazji

Zarówno u ssaków, jak i u ptaków, w zależności od gatunku pasożyta oraz innych czynników inwazja może mieć przebieg bezobjawowy, łagodny, umiarkowany lub ciężki (4, 5, 26, 40, 53, 54, 55). W przypadku większości gatunków występujących u ptaków przebieg inwazji jest bezobjawowy, choć patogenność pierwotniaków z rodzaju *Babesia* u tych zwierząt wciąż nie jest dobrze poznana. Prawdopodobnie jedynie kilka gatunków, takich jak *B. uriae*, *B. shortii* czy *B. peircei*, może powodować u ptaków zmiany patologiczne i wystąpienie objawów klinicznych (5). U nurzyków zwyczajnych zarażonych *B. uriae* dochodziło do rozwoju zapalenia płuc (56). Z kolei u sokołów zarażonych *B. shortii* występowały objawy neurologiczne, regurgitacja, a w odchodach obecna była krew. Zwierzęta były sennie, nie miały apetytu, a postępująca choroba prowadziła do ich wychudzenia (57). W badaniach ptaków morskich zarażonych różnymi pasożytami krwi w Afryce Południowej uznano inwazję *B. peircei* za przyczynę śmierci pingwina królewskiego (58). Parsons i wsp. (59) stwierdzili u pingwinów przyładkowych zarażonych według tych autorów najprawdopodobniej *B. peircei* (gatunek określono na podstawie badania mikroskopowego) zmiany w morfologicznym obrazie krwi, takie jak niedokrwistość regeneratywna i leukocytoza, wskazujące na hemolizę i stan

zapalny, oraz zmiany biochemiczne, takie jak wzrost aktywności kinazy kreatynowej oraz obniżenie stężenia kwasu moczowego i hipoalbuminemię wskazujące według tych autorów na upośledzenie funkcjonowania wątroby.

W przeciwieństwie do ptaków przebieg inwazji u ssaków jest znacznie lepiej poznany. W zależności od gatunku, o czym już wyżej wspomniano, babeszjoza u różnych gatunków ssaków może prowadzić do niedokrwistości i innych zmian w morfologii krwi, zaburzeń endokrynologicznych oraz do rozwoju zespołu uogólnionej reakcji zapalnej, niewydolności wielonarządowej, a nawet wstrząsu septycznego, co wielokrotnie było przedstawiane na łamach różnych krajowych czasopism weterynaryjnych, w tym również „Życia Weterynaryjnego” (37, 39, 54, 60, 61, 62, 63, 64, 65).

Drogi szerzenia się inwazji

Pierwotniaki z rodzaju *Babesia* rozprzestrzeniają się głównie za pośrednictwem żywicieli pośrednich, którzy w porównaniu do żywicieli ostatecznych samodzielnie pokonywać mogą znacznie większe odległości. Kleszcze natomiast dzięki zarażeniu transowarialnemu i transstadialnemu odgrywają rolę w utrzymywaniu ognisk inwazji w rejonach endemicznego występowania tych pasożytów (47, 66). Żywiciele pośredni, pokonując większe dystanse, przenosić mogą zarówno pierwotniaka we własnym organizmie, jak i pasożytyjące na nich zarażone kleszcze, które mogą pozostawać przyklepione do skóry żywiciela w zależności od stadium rozwojowego od kilku do kilkunastu dni (52). W ten sposób babeszjoza może pojawiać się w rejonach dotychczas dla niej nieendemicznych. W tym przypadku szczególną rolę odgrywać mogą ptaki wędrowne, które – pokonując znaczne odległości – przenoszą kleszcze zarażone zarówno pierwotniakami z rodzaju *Babesia*, jak i innymi wirusowymi i bakteryjnymi patogenami obecnymi w organizmach tych roztoczy (67, 68, 69). Wilhelmsson i wsp. (70) wykryli w Szwecji trzy gatunki pierwotniaków z rodzaju *Babesia*, takie jak *B. venatorum*, *B. microti* i *B. capreoli* w tkankach 26 z 1051 kleszczy *Ixodes ricinus* zdjętych z 749 ptaków wędrownych należących do 35 różnych gatunków, z czego niemal wszystkie infestacje spowodowane były przez larwy bądź nimfy, a to oznacza, że kleszcze te w następnym stadium rozwojowym (nimfa lub osobnik dorosły) mogły zarazić babeszjozą kolejnego żywiciela. Oprócz kleszcza pospolitego (*I. ricinus*) z ptaków zdjęto również niewielką liczbę głównie larw i nimf kleszczy *I. frontalis*, *Haemaphysalis punctata* oraz *Hyalomma marginatum*, które nie były jednak zarażone pierwotniakami z rodzaju *Babesia* (70).

Ponadto kleszcze zarażone omawianym pierwotniakiem krwi oraz innymi drobnoustrojami chorobotwórczymi mogą być wprowadzone do rejonów nieendemicznych na skórze zwierząt towarzyszących podczas podróży turystycznych (71). W zawlekanii kleszczy do rejonów nieendemicznych rolę odgrywa również sprowadzanie, zarówno drogą legalną, jak i nielegalną, gadów egzotycznych. U niemal

80% sprowadzonych do Polski gadów egzotycznych stwierdzono na ich skórze kleszcze z rodzaju *Amblyomma* oraz z gatunku *Hyalomma egyptium* (72, 73). W Izraelu w organizmie kleszczy *H. egyptium* zdjętych z żółwi śródziemnomorskich (*Testudo graeca*) wykryto DNA *Babesia microti*, gatunku, który może być również groźny dla człowieka, o czym już wcześniej wspomniano (74).

W 2010 r. ukazała się praca, w której niemieccy naukowcy opisali badanie występowania DNA przenoszonych przez kleszcze *I. ricinus* patogenów w tkankach tych pasożytów zdjętych z dziko żyjących ptaków i gryzoni. Wśród wykrytych patogenów stwierdzono obecność pierwotniaków *B. microti* i *B. divergens* zarówno w kleszczach zdjętych z ptaków, jak i ssaków. Złapane ptaki z pasożytującymi u nich kleszczami należały do rzędu wróblowatych i znalazły się wśród nich m.in. takie gatunki, jak kos zwyczajny, pokrzewka czarnogłowa, rudzik zwyczajny, gil zwyczajny, pokrzywnica czy trzcinniczek zwyczajny. Spośród uzyskanych przez autorów badań wyników szczególnie interesujące jest wykrycie DNA *B. microti* w tkankach pasożytujących u ptaków larw kleszcza *I. ricinus* (75). Wynik ten jest szczególnie ciekawy ze względu na fakt, że *B. microti* należy do małych gatunków z rodzaju *Babesia*, a te, o czym już wcześniej wspomniano, nie są przenoszone u kleszczy drogą transowarialną, na co zwracają uwagę autorzy cytowanych badań (4, 48, 75). Z kolei larwy kleszczy, o czym również wcześniej wspomniano, pobierają krew tylko jeden raz (52). W związku z tym można wyciągnąć wniosek, że larwy *I. ricinus* zarażyły się

B. microti, pobierając krew ptaków, które nie są uznawane za żywiciela tych pierwotniaków. A zatem ptaki z rzędu wróblowatych mogą rozprzestrzeniać inwazję *B. microti*, nie tylko przenosząc na sobie zarażone kleszcze, ale również przenosząc tego pierwotniaka w swoim organizmie, stanowiąc jakiś, być może o nie-dużym znaczeniu, rezerwuuar inwazji dla kleszczy.

Zarażenia śródmaciczne

Oprócz przenoszenia pierwotniaków za pośrednictwem żywiciela ostatecznego, w przypadku niektórych gatunków pasożyta wykazano również występowanie zjawiska zarażenia śródmacicznego. Zjawisko to opisano zarówno w przypadku dużych, jak i małych gatunków pierwotniaków z rodzaju *Babesia*. Mierzejewska i wsp. (76) opisali pierwszy przypadek prawdopodobnego zarażenia przez łożysko szceniąt owczarka środkowoazjatyckiego pierwotniakiem *B. canis*. Inwazja u sukki miała przebieg bezobjawowy, u szceniąt natomiast wystąpiły objawy choroby. Kolejny podobny przypadek, również spowodowany przez *B. canis*, opisano dwa lata później u teriera rosyjskiego. W tym przypadku jednak objawy inwazji występowały u sukki w czasie ciąży oraz u szceniąt w wieku 8–9 tygodni (77). W obydwu przypadkach badania molekularne wykazały 100% podobieństwo DNA pasożyta wyizolowanego od sukki i ich szceniąt (76, 77). Autorzy obydwu opisów przypadków nie wykluczają możliwej drogi zarażenia wraz z mlekiem lub siarą, choć dotychczas laktogenna droga zarażenia pierwotniakami z rodzaju *Babesia* nie została

WETERYNARYJNE ANALIZATORY LABORATORYJNE



NOWOŚĆ biochemia sucha

- 29 parametrów
- 13 gat. zwierząt
- 9 konfiguracji dysków
- wbudowana drukarka + transmisja danych
- od 2 zł / ozn.



**BIOCHEMIA NA DYSKI
MINDRAY Vetube 30**

mindray
animalcare



- 1 zł/bad.
- 4 diff
- 23 param.
- 2 odczynniki
- różne formy finansowania + leasing + raty + dzierżawa + wykup używanego

**HEMATOLOGIA
MINDRAY BC-30 Vet**

www.AnalizatoryWeterynaryjne.pl

Zamów demo: Dominika 726 300 777 ◦ Oliwia 667 300 762 ◦ Marek 601 845 055

stwierdzona (76, 77). U psów wykazano również zarażenie śródmaciczne spowodowane przez *B. gibsoni*, gatunek należący do małych pierwotniaków z rodzaju *Babesia*. W tym przypadku szczenięta nie przeżyły inwazji, a padnięcia występowały pomiędzy 14. a 39. dniem życia (78). Stwierdzano jednak również przypadki ciężarnych suk zarażonych *B. gibsoni*, których szczenięta rodziły się wolne od inwazji (79). W 2011 r. ukazała się praca opisująca przypadki babeszjozy u trzech psów w Portugalii w roku 2009. Autorzy przyjęli podejrzenie pionowego zarażenia u szczenięcia owczarka niemieckiego spowodowanego przez *B. vulpes*. Pierwotniak w tamtym czasie określany był jako *B. microti*-like lub *Theileria annae*. Ponadto w tamtym czasie za rejon endemiczny dla *B. vulpes* uznawano Hiszpanię, natomiast nie stwierdzano tej inwazji w Portugalii. Jako że szczenię urodziło się Portugalii i nigdy jej nie opuszczało, a jedynie jego matka wyjeżdżała do Niemiec, gdzie odbywało się krycie, a w drodze powrotnej suka przebywała przez 10 dni w Galicji w Hiszpanii, uznano za możliwe zarażenie suki w Hiszpanii (za pośrednictwem kleszcza), czego konsekwencją mogło być śródmaciczne zarażenie szczenięcia (80).

Zarażenia przez łożysko opisywano również u gryzoni. W Ameryce Północnej u myszaka białostopowego (rodzina chomikowate) wykazano występowanie naturalnych zarażeń śródmacicznych spowodowanych przez *B. microti* (81). Z kolei Bednarska i wsp. (82) udowodnili eksperymentalnie możliwość transplacentalnych zarażeń spowodowanych przez *B. microti* u laboratoryjnego szczepu myszy BALB/c. W warunkach naturalnych wysoki odsetek zarażeń przez łożysko spowodowanych przez *B. microti* stwierdzono również u norników: zwyczajnego i północnego (19). Badania Tołkacz i wsp. (19) wykazały, że zarażenia śródmaciczne u norników mogą być jedną z dróg rozprzestrzeniania babeszjozy lub wręcz główną drogą szerzenia tej inwazji, a same norniki mogą być znaczącym rezerwuarem pasożyta. Wnioski takie można wyciągnąć w oparciu o wyniki badań przeprowadzonych przez Welc-Fałęciak i wsp. (27) oraz Tołkacz i wsp. (19). Welc-Fałęciak i wsp. (27) wykazali znaczną ekstensywność inwazji u norników pomimo stosunkowo niskiego odsetka zarażeń *B. microti* u przenoszących pasożyta kleszczy *I. ricinus*. Z kolei Tołkacz i wsp. (19) wykryli DNA *B. microti* u 98% płodów i 70% osesków (urodzonych już w laboratorium) nornika zwyczajnego odłowionego w warunkach naturalnych (w tym odłowionych w warunkach naturalnych ciężarnych samic). W przypadku nornika północnego liczby te wynosiły odpowiednio 46% oraz 86%. Ponadto autorzy tych badań nie stwierdzili wpływu wrodzonego zarażenia u osesków norników na ich przeżycie, co może być przyczyną wysokiej ekstensywności inwazji u norników pomimo niskiego odsetka zarażeń u kleszczy (19). A zatem przypuszczać można, że transplacentalne zarażenia *B. microti* u norników mogą być główną drogą szerzenia inwazji wśród tych zwierząt i powodować mogą, że norniki są jednym z głównych rezerwuarów inwazji.

Oprócz psów i gryzoni przypadki inwazji śródmacicznych opisywano również u bydła zarażonego

B. bovis (83, 84). Ponadto Rojas-Pirela i wsp. (85) w swojej pracy przeglądowej na temat wrodzonych zarażeń spowodowanych przez pasożyty należące do typu Apicomplexa wspominają też o śródmacicznych inwazjach u kotów. W cytowanych w tej pracy publikacjach brak jednak artykułów opisujących takie zjawisko u kotów.

Warto również wspomnieć, że wrodzona babeszjoza opisywana była też u ludzi. Te inwazje spowodowane były przez *B. microti*. Objawy zarażenia ujawniały się u dzieci w wieku kilku tygodni. Stwierdzano u nich obniżenie apetytu, gorączkę, niedokrwistość, małopłytkowość i powiększenie śledziony (86, 87, 88, 89, 90).

Zarażenia przez pogryzienie

Inną drogą zarażenia obserwowaną u psów było przeniesienie pasożyta w wyniku pogryzienia. Dotychczas ten sposób szerzenia się inwazji u psów opisano jedynie u *B. gibsoni*. Autorzy z różnych części świata zwracali uwagę, że zwłaszcza w rejonach nieendemicznych dla *B. gibsoni* pierwotniak ten wykrywany był znacznie częściej lub wręcz wyłącznie u psów ras walczących, takich jak bulterier, american pit bull terrier, amstaff czy tosa. Cechą charakterystyczną dla ras tych psów był w większości przypadków bezobjawowy przebieg inwazji z czasową przerywaną parazytemią (79, 91, 92, 93). W USA Niestat i wsp. (94) porównali odsetek zarażeń u psów w typie bulterier, u których postępowanie wymiaru sprawiedliwości potwierdziło udział w zorganizowanych nielegalnych walkach psów, z psami w tym samym typie, co do których nie było żadnych informacji wskazujących na udział w takich walkach. W tych badaniach analiza regresji logistycznej wykazała, że u psów w typie bulterier zarażonych *B. gibsoni* iloraz szans wskazujących na udział w walkach psów jest 21-krotnie większy (94). A zatem można przypuszczać z dużym prawdopodobieństwem, że pies rasy walczącej zarażony *B. gibsoni* brał udział w walkach psów, szczególnie w rejonach nieendemicznych dla *B. gibsoni*.

Nie jest do końca jasne, w jaki sposób dochodzi do zarażenia podczas walki. Sugestia, że najprawdopodobniej zarażenie następuje w wyniku kontaktu krwi jednego psa z raną u drugiego psa podczas walki, wysunęli Irizarry-Rovira i wsp. (95). Autorzy ci opisać przypadek 10-letniej suki mieszańca pogryzionej przez trzy psy rasy pit bull terrier, u której po dwóch miesiącach od zdarzenia rozpoznano inwazję, której suka nie przeżyła. Był to pierwszy przypadek inwazji *B. gibsoni* rozpoznany w stanie Indiana w USA (95). Inni autorzy opisujący przypadki tej inwazji u psów ras walczących również uznają, że najbardziej prawdopodobną drogą zarażenia jest kontakt krwi jednego psa z raną u drugiego z walczących psów (79, 91). Jefferies i wsp. (79) zwracają jednak uwagę, że potwierdzenie tej drogi zarażenia może być trudne. Odnosząc się do spekulacji na temat sposobu przeniesienia pasożyta z jednego psa na drugiego, warto wspomnieć o pokarmowej drodze zarażenia pierwotniakami z rodzaju *Babesia*, co udowodniono eksperymentalnie, zarażając doustnie myszy zarówno krwią

z *B. microti*, jak i podając im do zjedzenia zwłoki innych myszy zarażonych wcześniej *B. microti*. Po doustnym podaniu krwi z pierwotniakiem zarażeniu uległo 3,7% myszy, natomiast na skutek kanibalizmu zarażonych zostało 15,1% zwierząt (96). Innym przykładem zarażenia drogą pokarmową jest przeprowadzony przez rumuńskich i czeskich naukowców eksperyment, w którym myszy i myszokoczki zarażono doustnie przecierem z kleszczy *D. reticulatus* zarażonych *B. canis*. Przez cały czas trwania eksperymentu stan zdrowia zwierząt nie uległ zmianie. U 33% zwierząt (zarówno myszy, jak i myszokoczków) DNA *B. canis* wykryto we krwi oraz tkankach uzyskanych podczas sekcji, którą przeprowadzono po 30 dniach od zarażenia (97). Autorzy tego eksperymentu sugerują, że jego wynik może być wyjaśnieniem faktu wykrywania DNA *B. canis* w kale owadożernych nietoperzy, które nie żywią się wprawdzie kleszczami, jednak mogą zjadać owady krwio pijne. DNA *B. canis* znajdowano także w mięśni sercowym padłych nietoperzy oraz w kleszczach pasożytniczych u nietoperzy, a niebędących żywicielem *B. canis*, takich jak *Ixodes simplex* czy *Ixodes vespertilionis* (97, 98). Przytoczone przykłady badań nie dają jednoznacznej odpowiedzi, czy gryzonie bądź nietoperze mogą ulec zarażeniu typowo psim gatunkiem, jakim jest *B. canis*, natomiast mogą wskazywać na możliwość doustnego zarażenia *B. gibsoni* u walczących psów na skutek połknięcia krwi zarażonego psa. Inną możliwością, której chyba nikt dotychczas nie sprawdzał, jest obecność pierwotniaka w ślinie psa, co mogłoby prowadzić do zarażenia na skutek wprowadzenia śliny do rany w skórze drugiego psa podczas pogryzienia.

Niezależnie od sposobu przeniesienia inwazji *B. gibsoni* u psów podczas walki, zarażenia bezpośrednie pomiędzy żywicielami pośrednimi przyczyniać się mogą do rozprzestrzeniania się tego gatunku w rejonach nieendemicznych, w których nie występuje gatunek kleszcza będący żywicielem ostatecznym *B. gibsoni*. Karasová i wsp. (99) zwracają uwagę, że walczące psy mogą być rezerwuarem tego gatunku pierwotniaka, a hodowla psów tych ras może sprzyjać rozprzestrzenianiu się tej inwazji bez udziału wektora. Karasová i wsp. (99) oraz Irwin (55) sugerują, że popularność psów tych ras oraz ich mieszańców może doprowadzić do pojawienia się babeszjozy psów spowodowanej przez *B. gibsoni* we wszystkich krajach, w których praktykowane są walk psów (w większości krajów nielegalnie). Warto tutaj zaznaczyć, że pierwszy przypadek tej inwazji w Europie stwierdzono w Hiszpanii w 1981 r., kolejne pojedyncze przypadki w latach 1998–2001 we Włoszech i Hiszpanii. Do 2022 r. pasżyż ten został wykryty w Hiszpanii, we Włoszech, na Chorwacji, w Serbii, Rumunii, w Węgrzech, w Czechach, Słowacji, Niemczech i w Polsce (99, 100, 101). Pierwszy przypadek w Polsce opisany został w 2018 r. i dotyczył 4-letniego amstaffa, a kolejne trzy przypadki opisano w roku 2020 (7, 102). Ze względu na fakt, że u większości psów należących do ras walczących przebieg inwazji jest bezobjawowy, można przypuszczać z dużym prawdopodobieństwem, że przypadków tych w Polsce jest obecnie znacznie więcej.

Nienaturalne drogi zarażenia

Oprócz naturalnych i najprawdopodobniej nie do końca jeszcze poznanych dróg przenoszenia babeszjozy należy również wspomnieć o zarażeniach jatrogennych. Najczęstszą drogą jatrogennego zarażenia opisywaną u ludzi jest przetoczenie krwi zawierającej pierwotniaka. Ukazało się wiele prac, w których opisano zarażenia u ludzi będące konsekwencją transfuzji krwi, z czego część z nich była śmiertelna (103, 104, 105, 106). Zarażenia te wynikają z bezobjawowego przebiegu inwazji u dawców krwi. W części przypadków przetwarzana nie była krew pełna, lecz produkty z krwi, takie jak koncentrat krwinek czerwonych oraz świeżo mrożone osocze (103, 104). Badania dawców krwi wykazały bezobjawowe zarażenia, przy czym pacjent, któremu przetoczono świeżo mrożone osocze, przetaczane miał również inne produkty, takie jak krew pełna i koncentrat krwinek czerwonych pochodzące od sześciu różnych dawców, z których jeden miał dodatni wynik badania na obecność przeciwciał przeciwko *B. microti*. Dawcy krwi, z której uzyskano osocze, nie byli jednak badani w kierunku babeszjozy ze względu na niewielkie ryzyko zarażenia za pośrednictwem tego produktu krwi (104). Według Levin i Krause (107) babeszjoza w USA jest najczęstszą chorobą przenoszoną za pośrednictwem transfuzji krwi. Problem ten wynika z bezobjawowego przebiegu inwazji u dawców. Warto również zaznaczyć, że pacjenci wymagający przetoczenia krwi to osoby ciężko chore, należące w większości do dwóch grup: noworodków i osób w podeszłym wieku. Jest to powodem ciężkiego przebiegu babeszjozy u tych pacjentów, a śmiertelność wynosi u tych ludzi ok. 20%. W związku z tym rekomendowane są przesiewowe badania krwi dawców na obecność przeciwciał przeciwko *B. microti* oraz DNA tego pierwotniaka (107).

Babeszjozę w wyniku transfuzji krwi wykazano również u psów w badaniach eksperymentalnych, opisano także przypadek kliniczny u 2,5-letniej suki, której przetoczono krew po operacji owariohisterektomii. W badaniu rozmazu krwi u tej suki stwierdzono wewnątrz erytrocytów obecność piroplazm małych. Dawcą była sterylizowana suka rasy american pit bull terier, u której przebieg był bezobjawowy, a w rozmazie krwi nie znajdowano pierwotniaków z rodzaju *Babesia*. W badaniu PCR natomiast u obu suk (dawcy i biorcy) potwierdzono inwazję *B. gibsoni* (108, 109). Obecnie rekomendowane jest badanie krwi od psów dawców metodą PCR na obecność pierwotniaków z rodzaju *Babesia*, w szczególności psów należących do ras walczących lub wykazujących agresywne zachowania (110).

Innym przykładem jatrogennego zarażenia *B. microti* u ludzi jest przeszczep narządów. W 2016 r. opublikowano opis dwóch przypadków klinicznych pacjentów, którzy mieli przeszczepione nerki od jednego dawcy zarażonego wcześniej *B. microti* (111). U obu biorców nerek poddanych leczeniu immunosupresyjnemu po około ośmiu tygodniach rozpoznano babeszjozę. Dawcą nerek była osoba, która zmarła na skutek urazów. Bezpośrednio przed śmiercią dawca nerek miał wykonane liczne przetoczenia krwi i produktów

krwi pochodzące od 33 dawców. Przeprowadzone po przeszczepach nerek dochodzenie wykazało, że spośród 33 dawców krwi tylko jedna osoba, 52-letni mężczyzna, mogła być zarażona wcześniej *B. microti*. U tego dawcy wynik badania PCR był ujemny, jednakże stwierdzono u niego obecność przeciwciał przeciwko temu pierwotniakowi. Dawca krwi pochodził z rejonu endemicznego dla *B. microti* (hrabstwo Washington w stanie Minnesota, USA). Około półtora miesiąca przed oddaniem krwi, po urlopie spędzonym na kempingu, dawca krwi miał przez ok. półtorej doby gorączkę i dreszcze oraz nadmiernie się pocił, a jego żona potwierdziła fakt znalezienia kleszcza na jego ciele. Przetoczony dawcy nerek koncentrat krwinek czerwonych pochodził z krwi pobranej od tego dawcy krwi 15 dni wcześniej (111).

Omawiając zarażenia jatrogenne, należy wspomnieć również o sugestiach różnych autorów, że przeniesienie inwazji u psów może nastąpić za pośrednictwem zanieczyszczonych krwią igieł oraz sprzętu do kopiowania ogonów czy przycinania uszu zgodnie ze wzorcami niektórych ras (99, 109). Należy przy tym zaznaczyć, że obecnie w Polsce przycinanie psom uszu oraz ogona są niezgodne z prawem.

Podsumowanie

Omówione drogi zarażenia babeszjozą pokazują, jak duże możliwości rozprzestrzeniania posiadają te pasożyty. Różne sposoby przenoszenia inwazji, w tym również z pominięciem wektora, mogą być przyczyną wykrywania w rejonach nieendemicznych kolejnych nowych gatunków pierwotniaka, co obserwowane jest również w Polsce. Wydaje się prawdopodobne, że wciąż nie wszystkie drogi szerzenia babeszjozy u różnych gatunków zwierząt zostały poznane. Przykładowo, Metcalf (112) sugeruje, że nasienie koni zanieczyszczone krwią zwierzęcia zarażonego *B. caballi* lub *Th. equi* może być źródłem zarażenia kłaczy, choć według wiedzy autorów ta droga zarażenia nie została dotychczas stwierdzona w przypadku babeszjozy.

Piśmiennictwo

- Uilenberg G.: *Babesia* – A historical overview. *Veterinary Parasitology*, 2006, **138**, 3.
- Earle D.P.: A biblical disease updated. *Transactions of the American Clinical and Climatological Association*, 1989, **100**, 132–141.
- Köhler M., Köhler W.: Zentralblatt für Bakteriologie – 100 years ago: Victor Babeş and enzootic haemoglobinuria of cattle. *International Journal of Medical Microbiology*, 2003, **293**, 233–239.
- Homer M.J., Aguilar–Delfin I., Telford III S.R., Krause P.J., Persing D.H.: Babesiosis. *Clinical Microbiology Reviews*, 2000, **13**, 451–469.
- Ebani V.V., Mancianti F.: Potential Role of Avian Populations in the Epidemiology of *Rickettsia* spp. and *Babesia* spp. *Veterinary Sciences*, 2021, **8**, 334. Doi: 10.3390/vetsci8120334.
- Zygner W., Górski P., Wędrychowicz H.: Detection of the DNA of *Borrelia afzelii*, *Anaplasma phagocytophilum* and *Babesia canis* in blood samples from dogs in Warsaw. *Veterinary Record*, 2009, **164**, 465–467.
- Teodorowski O., Kalinowski M., Skrzypczak M., Witt K., Madany J., Winiarczyk S., Adaszek Ł.: *Babesia gibsoni* infection in dogs in Poland. *Polish Journal of Veterinary Sciences*, 2020, **23**, 469–471.
- Welc-Fałęciak R., Werszko J., Cydzik K., Bajer A., Michalik J., Behnke J.M.: Co-Infection and Genetic Diversity of Tick-Borne Pathogens in Roe Deer from Poland. *Vector-Borne and Zoonotic Diseases*, 2013, **13**, 277–288.
- Staniec M., Adaszek Ł., Winiarczyk M., Skrzypczak M., Nowakiewicz A., Buczek K., Winiarczyk S.: Detection of *Babesia occultans* protozoa

in cattle from territory of eastern Poland. *Tierärztliche Praxis. Ausgabe G, Grosstiere/Nutztiere*, 2018, **46**, 257–259.

- Zygner W., Baška P., Wiśniewski M., Wędrychowicz H.: The Molecular Evidence of *Babesia microti* in Hard Ticks Removed from Dogs in Warsaw (central Poland). *Polish Journal of Microbiology*, 2010, **59**, 95–97.
- Mierzejewska E.J., Dwuźnik D., Koczowska J., Stańczak Ł., Opalińska P., Krokowska-Paluszak M., Wierzbicka A., Górecki G., Bajer A.: The red fox (*Vulpes vulpes*), a possible reservoir of *Babesia vulpes*, *B. canis* and *Hepatozoon canis* and its association with the tick *Dermacentor reticulatus* occurrence. *Ticks and Tick-borne Diseases*, 2021, **12**, 101551. Doi: 10.1016/j.ttbdis.2020.101551.
- Wójcik-Fatla A., Zajac V., Sawczyn A., Cisak E., Dutkiewicz J.: *Babesia* spp. in questing ticks from eastern Poland: prevalence and species diversity. *Parasitology Research*, 2015, **114**, 3111–3116.
- Skotarczak B., Cichocka A.: Isolation and amplification by polymerase chain reaction DNA of *Babesia microti* and *Babesia divergens* in ticks in Poland. *Annals of Agricultural and Environmental Medicine*, 2001, **8**, 187–189.
- Grochowska A., Dunaj J., Pancewicz S., Czupryna P., Majewski P., Wondim M., Tryniszewska E., Moniuszko-Malinowska A.: Detection of *Borrelia burgdorferi* s.l., *Anaplasma phagocytophilum* and *Babesia* spp. in *Dermacentor reticulatus* ticks found within the city of Białystok, Poland—first data. *Experimental and Applied Acarology*, 2021, **85**, 63–73.
- Dwuźnik-Szarek D., Mierzejewska E.J., Alsarraf M., Alsarraf M., Bajer A.: Pathogens detected in the tick *Haemaphysalis concinna* in Western Poland: known and unknown threats. *Experimental and Applied Acarology*, 2021, **84**, 769–783.
- Barash N.R., Thomas B., Birkenheuer A.J., Breitschwerdt E.B., Lemer E., Qurollo B.A.: Prevalence of *Babesia* spp. and clinical characteristics of *Babesia vulpes* infections in North American dogs. *Journal of Veterinary Internal Medicine*, 2019, **33**, 2075–2081.
- Beck A., Huber D., Polkinghorne A., Kurilj A.G., Benko V., Mrljak V., Rljčić S., Kusak J., Reil I., Beck R.: The prevalence and impact of *Babesia canis* and *Theileria* sp. in free-ranging grey wolf (*Canis lupus*) populations in Croatia. *Parasites & Vectors*, 2017, **10**, 168. Doi: 10.1186/s13071-017-2106-8.
- Siński E., Bajer A., Welc R., Pawełczyk A., Ogrzewalska M., Behnke J.M.: *Babesia microti*: prevalence in wild rodents and *Ixodes ricinus* ticks from the Mazury Lakes District of North-Eastern Poland. *International Journal of Medical Microbiology*, 2006, **296** (Suppl 40), 137–143.
- Tołkacz K., Bednarska M., Alsarraf M., Dwuźnik D., Grzybek M., Welc-Fałęciak R., Behnke J.M., Bajer A.: Prevalence, genetic identity and vertical transmission of *Babesia microti* in three naturally infected species of vole, *Microtus* spp. (Cricetidae). *Parasites & Vectors*, 2017, **10**, 66. Doi: 10.1186/s13071-017-2007-x.
- Gray A., Capewell P., Loney C., Katzer F., Shiels B.R., Weir W.: Sheep as Host Species for Zoonotic *Babesia venatorum*, United Kingdom. *Emerging Infectious Diseases*, 2019, **25**, 2257–2260.
- Decaro N., Larocca V., Parisi A., Losurdo M., Lia R.P., Greco M.F., Miccolis A., Ventrella G., Otranto D., Buonavoglia C.: Clinical bovine piroplasmiasis caused by *Babesia occultans* in Italy. *Journal of Clinical Microbiology*, 2013, **51**, 2432–2434.
- Calleja-Bueno L., Sainz Á., García-Sancho M., González-Martín J.V., Díaz-Regañón D., Rodríguez-Franco F., Agulla B., Tormo B., Villacusa A.: First detection of *Anaplasma phagocytophilum* and *Babesia divergens* and high infection rates of *Anaplasma marginale* and *Babesia bigemina* in cattle in extensive grazing systems of Central Spain. *Transboundary and Emerging Diseases*, 2021, in press. Doi: 10.1111/tbed.14394.
- Fanelli A.: A historical review of *Babesia* spp. associated with deer in Europe: *Babesia divergens/Babesia divergens*-like, *Babesia capreoli*, *Babesia venatorum*, *Babesia cf. odocoilei*. *Veterinary Parasitology*, 2021, **294**, 109433. Doi: 10.1016/j.vetpar.2021.109433.
- Yang Y., Christie J., Köster L., Du A., Yao C.: Emerging Human Babesiosis with “Ground Zero” in North America. *Microorganisms*, 2021, **9**, 440. Doi: 10.3390/microorganisms9020440.
- Michel A.O., Mathis A., Ryser-Degiorgis M.P.: *Babesia* spp. in European wild ruminant species: parasite diversity and risk factors for infection. *Veterinary Research*, 2014, **45**, 65. Doi: 10.1186/1297-9716-45-65.
- Welc-Fałęciak R., Pawełczyk A., Radkowski M., Pancewicz S.A., Zająkowska J., Siński E.: First report of two asymptomatic cases of human infection with *Babesia microti* (Franca, 1910) in Poland. *Annals of Agricultural and Environmental Medicine*, 2015, **22**, 51–54.
- Welc-Fałęciak R., Bajer A., Behnke J.M., Siński E.: Effects of host diversity and the community composition of hard ticks (Ixodidae) on *Babesia microti* infection. *International Journal of Medical Microbiology*, 2008, **298** (Suppl. 1), 235–242.
- Swei A., O'Connor K.E., Couper L.I., Thekkiniath J., Conrad P.A., Padgett K.A., Burns J., Yoshimizu M.H., Gonzales B., Munk B., Shirkey N., Konde L., Ben Mamoun C., Lane R.S., Kjemtrup A.: Evidence for

- transmission of the zoonotic apicomplexan parasite *Babesia dun-cani* by the tick *Dermacentor albipictus*. *International Journal for Parasitology*, 2019, 49, 95–103.
29. Hashemi-Fesharki R., Uilenberg G.: *Babesia crassa* n.sp. (Sporozoa, Babesiidae) of domestic sheep in Iran. *Veterinary Quarterly*, 1981, 3, 1–8.
 30. Scott J.D., Sajid M.S., Pascoe E.L., Foley J.E.: Detection of *Babesia odo-coilei* in Humans with Babesiosis Symptoms. *Diagnostics*, 2021, 11, 947. Doi: 10.3390/diagnostics11060947.
 31. Scott J.D., Scott C.M.: Human Babesiosis Caused by *Babesia dun-cani* Has Widespread Distribution across Canada. *Healthcare*, 2018, 6, 49. Doi: 10.3390/healthcare6020049.
 32. Bonsergent C., de Carné M.C., de la Cotte N., Moussel F., Perronne V., Malandrin L.: The New Human *Babesia* sp. FR1 Is a European Member of the *Babesia* sp. MO1 Clade. *Pathogens*, 2021, 10, 1433. Doi: 10.3390/pathogens10111433.
 33. Dunaj J., Trzeszczkowski A., Moniuszko-Malinowska A., Rutkowski K., Panczewicz S.: Assessment of tick-borne pathogens presence in *Dermacentor reticulatus* ticks in north-eastern Poland. *Advances in Medical Sciences*, 2021, 66, 113–118.
 34. Zygmier W., Jaros S., Wędrychowicz H.: Prevalence of *Babesia canis*, *Borrelia afzelii*, and *Anaplasma phagocytophilum* infection in hard ticks removed from dogs in Warsaw (central Poland). *Veterinary Parasitology*, 2008, 153, 139–142.
 35. Teodorowski O., Kalinowski M., Winiarczyk D., Janecki R., Winiarczyk S., Adaszek Ł.: Molecular surveillance of tick-borne diseases affecting horses in Poland—Own observations. *Veterinary Medicine and Science*, 2021, 7, 1159–1165.
 36. Sawczuk M., Maciejewska A., Skotarczak B.: Identification and molecular characterization of *Theileria* sp. infecting red deer (*Cervus elaphus*) in northwestern Poland. *European Journal of Wildlife Research*, 2008, 54, 225–230.
 37. Adaszek Ł., Winiarczyk S.: Przypadek babeszjozy u konia. *Medycyna Weterynaryjna*, 2008, 64, 1317–1319.
 38. Skotarczak B., Adamska M., Sawczuk M., Maciejewska A., Wodecka B., Rymaszewska A.: Coexistence of tick-borne pathogens in game animals and ticks in western Poland. *Veterinarni Medicina*, 2008, 53, 668–675.
 39. Adaszek Ł., Łukaszewska J., Winiarczyk S., Kunkel M.: Pierwszy przypadek babeszjozy u kota w Polsce. *Życie Weterynaryjne*, 2008, 83, 668–670.
 40. Penzhorn B.L., Oosthuizen M.C.: *Babesia* Species of Domestic Cats: Molecular Characterization Has Opened Pandora's Box. *Frontiers in Veterinary Science*, 2020, 7, 134. Doi: 10.3389/fvets.2020.00134.
 41. Földvári G., Široký P., Szekeres S., Majoros G., Sprong H.: *Dermacentor reticulatus*: a vector on the rise. *Parasites & Vectors*, 2016, 9, 314. Doi: 10.1186/s13071-016-1599-x.
 42. Tirosh-Levy S., Gottlieb Y., Fry L.M., Knowles D.P., Steinman A.: Twenty Years of Equine Piroplasmosis Research: Global Distribution, Molecular Diagnosis, and Phylogeny. *Pathogens*, 2020, 9, 926. Doi: 10.3390/pathogens9110926.
 43. Bělková T., Bártová E., Řičařová D., Jahn P., Jandová V., Modrý D., Hrazdilová K., Sedláčková K.: *Theileria equi* and *Babesia caballi* in horses in the Czech Republic. *Acta Tropica*, 2021, 221, 105993. Doi: 10.1016/j.actatropica.2021.105993.
 44. Zajac Z., Woźniak A., Kulisz J.: Density of *Dermacentor reticulatus* Ticks in Eastern Poland. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 2020, 17, 2814. Doi: 10.3390/ijerph17082814.
 45. Mierzejewska E.J., Estrada-Peña A., Bajer A.: Spread of *Dermacentor reticulatus* is associated with the loss of forest area. *Experimental & Applied Acarology*, 2017, 72, 399–413.
 46. Baneth G., Nachum-Biala Y., Birkenheuer A.J., Schrege M.E., Prince H., Florin-Christensen M., Schnitger L., Aroch I.: A new piroplasmid species infecting dogs: morphological and molecular characterization and pathogeny of *Babesia negevi* n. sp. *Parasites & Vectors*, 2020, 13, 130. Doi: 10.1186/s13071-020-3995-5.
 47. Chauvin A., Moreau E., Bonnet S., Plantard O., Malandrin L.: *Babesia* and its hosts: adaptation to long-lasting interactions as a way to achieve efficient transmission. *Veterinary Research*, 2009, 40, 37. Doi: 10.1051/vetres/2009020.
 48. Howell J.M., Ueti M.W., Palmer G.H., Scoles G.A., Knowles D.P.: Transovarial transmission efficiency of *Babesia bovis* tick stages acquired by *Rhipicephalus (Boophilus) microplus* during acute infection. *Journal of Clinical Microbiology*, 2007, 45, 426–431.
 49. Karbowiak G., Biernat B., Stańczak J., Werszko J., Sytykiewicz H.: The role of particular ticks developmental stages in the circulation of tick-borne pathogens in Central Europe. 6. *Babesia*. *Annals of Parasitology*, 2018, 64, 265–284.
 50. Vial L.: Biological and ecological characteristics of soft ticks (Ixodida: Argasidae) and their impact for predicting tick and associated disease distribution. *Parasite*, 2009, 16, 191–202.
 51. Kaufmann W.R.: Factors that determine sperm precedence in ticks, spiders, and insects: a comparative study. W: Bowman A.S., Nuttall P.: *Ticks: Biology, Diseases and Control*. Cambridge University Press, Cambridge, 2008, s. 164–185.
 52. Zygmier W., Wędrychowicz H.: Biologia kleszczy właściwych jako wektora chorób zakaźnych i pasożytniczych. *Postępy Mikrobiologii*, 2008, 47, 293–297.
 53. Onyiche T.E., Suganuma K., Igarashi I., Yokoyama N., Xuan X., Thekisoe O.: A Review on Equine Piroplasmosis: Epidemiology, Vector Ecology, Risk Factors, Host Immunity, Diagnosis and Control. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 2019, 16, 1736. Doi: 10.3390/ijerph16101736.
 54. Sawczuk M.: Babeszjoza u bydła. *Wiadomości Parazytologiczne*, 2007, 53, 73–79.
 55. Irwin P.J.: Canine babesiosis: from molecular taxonomy to control. *Parasites & Vectors*, 2009, 2 (Suppl 1), S4. Doi: 10.1186/1756-3305-2-S1-S4.
 56. Yabsley M.J., Greiner E., Tseng E.S., Garner M.M., Nordhausen R.W., Ziccardi M.H., Borjesson D.L., Zabolotzky S.: Description of novel *Babesia* species and associated lesions from common murrets (*Uria aalge*) from California. *Journal of Parasitology*, 2009, 95, 1183–1188.
 57. Tarello W.: Effective imidocarb dipropionate therapy for *Babesia shortii* in falcons. *Veterinary Record*, 2006, 158, 239–240.
 58. Parsons N.J., Voogt N.M., Schaefer A.M., Peirce M.A., Vanstreels R.E.: Occurrence of blood parasites in seabirds admitted for rehabilitation in the Western Cape, South Africa, 2001–2013. *Veterinary Parasitology*, 2017, 233, 52–61.
 59. Parsons N.J., Gous T.A., Schaefer A.M., Vanstreels R.E.: Health evaluation of African penguins (*Spheniscus demersus*) in southern Africa. *Onderstepoort Journal of Veterinary Research*, 2016, 83, a1147. Doi: 10.4102/ojvr.v83i1.1147.
 60. Karamon J., Sroka J., Cencek T., Zdybel J.: Piroplazmoza koni. *Życie Weterynaryjne*, 2010, 85, 977–979.
 61. Zygmier W., Gójska-Zygmier O., Górski P., Bartosik J.: Ponad 20 lat badań nad babeszjozą psów na Wydziale Medycyny Weterynaryjnej SGGW w Warszawie. *Medycyna Weterynaryjna*, 2017, 73, 606–612.
 62. Adaszek Ł., Górna M., Milczak A., Ziętek J., Winiarczyk S.: Babeszjoza bydła. *Życie Weterynaryjne*, 2010, 85, 37–41.
 63. Gójska-Zygmier O., Zygmier W.: Hiperaldosteronizm u psów z babeszjozą. *Życie Weterynaryjne*, 2019, 94, 134–141.
 64. Zygmier W., Gójska-Zygmier O.: Zespół eutyreozy chorobowej w przebiegu babeszjozy psów. *Życie Weterynaryjne*, 2011, 86, 297–299.
 65. Zygmier W., Gójska-Zygmier O.: Babeszjoza psów jako posocznica pierwotniacza. *Życie Weterynaryjne*, 2012, 87, 575–577.
 66. Bonnet S., Jouglin M., L'Hostis M., Chauvin A.: *Babesia* sp. EU1 from Roe Deer and Transmission within *Ixodes ricinus*. *Emerging Infectious Diseases*, 2007, 13, 1208–1210.
 67. Hubálek Z.: An annotated checklist of pathogenic microorganisms associated with migratory birds. *Journal of Wildlife Diseases*, 2004, 40, 639–659.
 68. Hildebrandt A., Franke J., Meier F., Sachse S., Dorn W., Straube E.: The potential role of migratory birds in transmission cycles of *Babesia* spp., *Anaplasma phagocytophilum*, and *Rickettsia* spp. *Ticks and Tick-borne Diseases*, 2010, 1, 105–107.
 69. Hasle G., Leinaas H.P., Røed K.H., Øines Ø.: Transport of *Babesia vectorum*-infected *Ixodes ricinus* to Norway by northward migrating passerine birds. *Acta Veterinaria Scandinavica*, 2011, 53, 41. Doi: 10.1186/1751-0147-53-41.
 70. Wilhelmsson P., Pawełczyk O., Jaenson T.G.T., Waldenström J., Olsen B., Forsberg P., Lindgren P.E.: Three *Babesia* species in *Ixodes ricinus* ticks from migratory birds in Sweden. *Parasites & Vectors*, 2021, 14, 183. Doi: 10.1186/s13071-021-04684-8.
 71. Buczek A., Buczek W.: Importation of Ticks on Companion Animals and the Risk of Spread of Tick-Borne Diseases to Non-Endemic Regions in Europe. *Animals*, 2021, 11, 6, doi: 10.3390/ani11010006.
 72. Nowak M.: Charakterystyka gatunków kleszczy (Acari: Ixodida) zawlekanych na egzotycznych gadach do Polski. *Wiadomości Parazytologiczne*, 2010, 56, 29–42.
 73. Nowak M.: Parasitisation and localisation of ticks (Acari: Ixodida) on exotic reptiles imported to Poland. *Annals of Agricultural and Environmental Medicine*, 2010, 17, 237–242.
 74. Mucmuoglu K.Y., Arslan-Akveran G., Aydogdu S., Karasartova D., Kosar N., Gureser A.S., Shacham B., Taylan-Ozkan A.: Pathogens in ticks collected in Israel: I. Bacteria and protozoa in *Hyalomma aegyptium* and *Hyalomma dromedarii* collected from tortoises and camels. *Ticks and Tick-borne Diseases*, 2022, 13, 101866. Doi: 10.1016/j.ttbdis.2021.101866.
 75. Franke J., Fritzsche J., Tomaso H., Straube E., Dorn W., Hildebrandt A.: Coexistence of Pathogens in Host-Seeking and Feeding Ticks within a Single Natural Habitat in Central Germany. *Applied and Environmental Microbiology*, 2010, 76, 6829–6836.
 76. Mierzejewska E.J., Welc-Fałęciak R., Bednarska M., Rodo A., Bajer A.: The first evidence for vertical transmission of *Babesia canis* in a litter of Central Asian Shepherd dogs. *Annals of Agricultural and Environmental Medicine*, 2014, 21, 500–503.

77. Adaszek Ł., Obara-Galek J., Piech T., Winiarczyk M., Kalinowski M., Winiarczyk S.: Possible vertical transmission of *Babesia canis canis* from a bitch to her puppies: a case report. *Veterinarni Medicina*, 2016, **61**, 263–266.
78. Fukumoto S., Suzuki H., Igarashi I., Xuan X.: Fatal experimental transplacental *Babesia gibsoni* infections in dogs. *International Journal for Parasitology*, 2005, **35**, 1031–1035.
79. Jefferies R., Ryan U.M., Jardine J., Broughton D.K., Robertson I.D., Irwin P.J.: Blood, Bull Terriers and Babesiosis: further evidence for direct transmission of *Babesia gibsoni* in dogs. *Australian Veterinary Journal*, 2007, **85**, 459–463.
80. Simões P.B., Cardoso L., Araújo M., Yisaschar-Mekuzas Y., Baneth G.: Babesiosis due to the canine *Babesia microti*-like small piroplasm in dogs – first report from Portugal and possible vertical transmission. *Parasites & Vectors*, 2011, **4**, 50. Doi: 10.1186/1756-3305-4-50.
81. Tufts D.M., Diuk-Wasser M.A.: Transplacental transmission of tick-borne *Babesia microti* in its natural host *Peromyscus leucopus*. *Parasites & Vectors*, 2018, **11**, 286. Doi: 10.1186/s13071-018-2875-8.
82. Bednarska M., Bajer A., Drozdowska A., Mierzejewska E.J., Tolkacz K., Welc-Fałęciak R.: Vertical Transmission of *Babesia microti* in BALB/c Mice: Preliminary Report. *PLoS One*, 2015, **10**, e0137731. Doi: 10.1371/journal.pone.0137731.
83. De Vos A.J., Imes G.D., Cullen J.S.: Cerebral babesiosis in a new-born calf. *Onderstepoort Journal of Veterinary Research*, 1976, **43**, 75–78.
84. Yeruham I., Avidar Y., Aroch I., Hadani A.: Intra-uterine Infection with *Babesia bovis* in a 2-day-old Calf. *Journal of Veterinary Medicine B Infectious Diseases and Veterinary Public Health*, 2003, **50**, 60–62.
85. Rojas-Pirela M., Medina L., Rojas M.V., Liempi A.I., Castillo C., Pérez-Pérez E., Guerrero-Muñoz J., Aranedo S., Kemmerling U.: Congenital Transmission of Apicomplexan Parasites: A Review. *Frontiers in Microbiology*, 2021, **12**, 751648. Doi: 10.3389/fmicb.2021.751648.
86. Joseph J.T., Purtilk K., Wong S.J., Munoz J., Teal A., Madison-Antenucci S., Horowitz H.W., Agüero-Rosenfeld M.E., Moore J.M., Abramovsky C., Wormser G.P.: Vertical Transmission of *Babesia microti*, United States. *Emerging Infectious Diseases*, 2012, **18**, 1318–1321.
87. Iyer S., Goodman K.: Congenital Babesiosis From Maternal Exposure: A Case Report. *Journal of Emergency Medicine*, 2019, **56**, e39–e41.
88. Aderinboye O., Syed S.S.: Congenital Babesiosis in a Four-Week-Old Female Infant. *Pediatric Infectious Disease Journal*, 2010, **29**, 188–188.
89. Surra N.D., Jesus J.E.: The Anemic and Thrombocytopenic Febrile Neonate. *Journal of Emergency Medicine*, 2015, **48**, 675–678.
90. Saetre K., Godhwani N., Maria M., Patel D., Wang G., Li K.I., Wormser G.P., Nolan S.M.: Congenital Babesiosis after Maternal Infection with *Borrelia burgdorferi* and *Babesia microti*. *Journal of the Pediatric Infectious Diseases Society*, 2018, **7**, e1–e5. Doi: 10.1093/jpids/pix074.
91. Matsuu A., Kawabe A., Koshida Y., Ikadai H., Okano S., Higuchi S.: Incidence of canine *Babesia gibsoni* infection and subclinical infection among Tosa dogs in Aomori Prefecture, Japan. *Journal of Veterinary Medical Science*, 2004, **66**, 893–897.
92. Birkenheuer A.J., Correa M.T., Levy M.G., Breitschwerdt E.B.: Geographic distribution of babesiosis among dogs in the United States and association with dog bites: 150 cases (2000–2003). *Journal of the American Veterinary Medical Association*, 2005, **227**, 942–947.
93. Macintire D.K., Boudreaux M.K., West G.D., Bourne C., Wright J.C., Conrad P.A.: *Babesia gibsoni* infection among dogs in the southeastern United States. *Journal of the American Veterinary Medical Association*, 2002, **220**, 325–329.
94. Niestat L., Gupta M., Touroo R., Brandler E.: Comparison of *Babesia gibsoni* infection in pit bull-type dogs with and without a known history of involvement in organized dogfighting. *Forensic Science International: Animals and Environments*, 2022, **2**, 100044. Doi: 10.1016/j.fsiae.2022.100044.
95. Irizarry-Rovira A.R., Stephens J., Christian J., Kjemtrup A., DeNicola D.B., Widmer W.R., Conrad P.A.: *Babesia gibsoni* Infection in a Dog from Indiana. *Veterinary Clinical Pathology*, 2001, **30**, 180–188.
96. Malagon F., Tapia J.L.: Experimental transmission of *Babesia microti* infection by the oral route. *Parasitology Research*, 1994, **80**, 645–648.
97. Corduneanu A., Ursache T.D., Taulescu M., Sevastre B., Modrý D., Mihalca A.D.: Detection of DNA of *Babesia canis* in tissues of laboratory rodents following oral inoculation with infected ticks. *Parasites & Vectors*, 2020, **13**, 166. Doi: 10.1186/s13071-020-04051-z.
98. Hornok S., Estók P., Kováts D., Flaisz B., Takács N., Szőke K., Krawczyk A., Kontschán J., Gyuranecz M., Fedák A., Farkas R., Haarsma A.J., Sprong H.: Screening of bat faeces for arthropod-borne apicomplexan protozoa: *Babesia canis* and *Besnoitia besnoiti*-like sequences from Chiroptera. *Parasites & Vectors*, 2015, **8**, 441. Doi: 10.1186/s13071-015-1052-6.
99. Karasová M., Tóthová C., Grelová S., Fialkovičová M.: The Etiology, Incidence, Pathogenesis, Diagnostics, and Treatment of Canine Babesiosis Caused by *Babesia gibsoni* Infection. *Animals*, 2022, **12**, 739. Doi: 10.3390/ani12060739.
100. Suarez L.M., Espino A., Goicoa A., Fidalgo L.E., Santamarina G.: Fatal *Babesia gibsoni* infection in a dog from Spain. *Veterinary Record*, 2001, **148**, 819–820.
101. Teodorowski O., Kalinowski M., Winiarczyk D., Dokuzejlül B., Winiarczyk S., Adaszek Ł.: *Babesia gibsoni* Infection in Dogs—A European Perspective. *Animals*, 2022, **12**(6), 730. Doi: 10.3390/ani12060730.
102. Adaszek Ł., Łyp P., Pobłocki P., Skrzypczak M., Mazurek Ł., Winiarczyk S.: The first case of *Babesia gibsoni* infection in a dog in Poland. *Veterinarni Medicina*, 2018, **63**, 225–228.
103. Dobroszycki J., Herwaldt B.L., Boctof F., Miller J.R., Linden J., Eberhard M.L., Yoon J.J., Ali N.M., Tanowitz H.B., Graham F., Weiss L.M., Wittner M.: A Cluster of Transfusion-Associated Babesiosis Cases Traced to a Single Asymptomatic Donor. *Journal of the American Medical Association*, 1999, **281**, 927–930.
104. Ngo V., Civen R.: Babesiosis acquired through blood transfusion, California, USA. *Emerging Infectious Diseases*, 2009, **15**, 785–787.
105. Cangelosi J.J., Sarvat B., Sarria J.C., Herwaldt B.L., Indrikovs A.J.: Transmission of *Babesia microti* by blood transfusion in Texas. *Vox Sanguinis*, 2008, **95**, 331–334.
106. Fox L.M., Wingerter S., Ahmed A., Arnold A., Chou J., Rhein L., Levy O.: Neonatal babesiosis: case report and review of the literature. *Pediatric Infectious Disease Journal*, 2006, **25**, 169–173.
107. Levin A.E., Krause P.J.: Transfusion-transmitted babesiosis: Is it time to screen the blood supply? *Current Opinion in Hematology*, 2016, **23**, 573–580.
108. Botros B.A., Moch R.W., Barsoum I.S.: Some observations on experimentally induced infection of dogs with *Babesia gibsoni*. *American Journal of Veterinary Research*, 1975, **36**, 293–296.
109. Stegeman J.R., Birkenheuer A.J., Kruger J.M., Breitschwerdt E.B.: Transfusion-associated *Babesia gibsoni* infection in a dog. *Journal of the American Veterinary Medical Association*, 2003, **222**, 959–963.
110. Wardrop K.J., Birkenheuer A., Blais M.C., Callan M.B., Kohn B., Lappin M.R., Sykes J.: Update on Canine and Feline Blood Donor Screening for Blood-Borne Pathogens. *Journal of Veterinary Internal Medicine*, 2016, **30**, 15–35.
111. Brennan M.B., Herwaldt B.L., Kazmierczak J.J., Weiss J.W., Klein C.L., Leith C.P., He R., Oberley M.J., Tonnetti L., Wilkins P.P., Gauthier G.M.: Transmission of *Babesia microti* Parasites by Solid Organ Transplantation. *Emerging Infectious Diseases*, 2016, **22**, 1869–1876.
112. Metcalf E.S.: The role of international transport of equine semen on disease transmission. *Animal Reproduction Science*, 2001, **68**, 229–237.

Dr hab. Wojciech Zygner,
e-mail: wojciech_zygner@sggw.edu.pl