

Choroby przenoszone przez wektory

Susan E. Little

Terminem *chorób przenoszonych przez wektory* określa się różnego typu choroby zaraźliwe, wywoływane przez patogeny przenoszone przez stawonogi lub innych biologicznych pośredników. Przeniesienie choroby odbywa się głównie podczas ssania krwi przez zarażonego owada lub pasożytujące roztocze. Może mieć także miejsce, kiedy kręgowiec połknie zarażony organizm przenosiciela lub gdy dojdzie do zanieczyszczenia rany kałem wektora zawierającym materiał zaraźliwy. Bez względu na drogę transmisji, wektor jest krytycznym ogniwem w przeniesieniu choroby i cechuje się, przynajmniej częściowo, pasożytniczym stylem życia. Jego styl życia jest oczywiście dostosowany do tego, w jaki sposób zwierzę naraża się na zarażenie i jak dana choroba jest przenoszona.

Choroby przenoszone przez stawonogi odgrywają kluczową rolę w medycynie weterynaryjnej, a szczególnie w parazytologii od ponad wieku. W 1889 r. doktorzy Theobald Smith, Frederick Kilborne i Cooper Curtice zakończyli pracę na temat transmisji *Babesia bigemina*, będącej czynnikiem etiologicznym teksańskiej gorączki bydła przenoszonej przez *Rhipicephalus (Boophilus)* spp. Następnie wykorzystali zdobytą wiedzę do opracowania i wdrożenia efektywnego programu erydakcji choroby w Stanach Zjednoczonych (Logue, 1995). Odkrycie naukowców było pierwszym raportem pokazującym transmisję inwazji przez stawonogi, który otworzył drogę do wytłumaczenia wielu innych przykładów relacji wektor – patogen. W ostatnich latach wiedza dotycząca znaczenia chorób przenoszonych przez wektory gwałtownie wzrosła, zarówno w medycynie weterynaryjnej, jak i w dziedzinie zdrowia publicznego. Stało się tak szczególnie w Ameryce Północnej, gdzie opisano nowe czynniki wywołujące choroby.

Oczywisty wzrost częstości wykrywania chorób przenoszonych przez wektory przypisuje się różnym czynnikom, m.in. rosnącej populacji wektorów i ich rozprzestrzenianiu się na nowe obszary oraz poznawaniu nowych gatunków wektorów. Czynnikiemami tymi są również powiększający się teren zamieszkiwania i wzrost populacji dzikich zwierząt będących rezerwuarem wektorów, a także ostatnio występujące zmiany biogeograficzne i klimatyczne sprzyjające rozwojowi populacji wektorów (Gratz, 1999). Istnieje jeszcze inne możliwe wytłumaczenie rosnącej świadomości występowania chorób przenoszonych przez wektory. Jest nim zwiększająca się rozpoznawalność tych patogenów dzięki udoskonaleniu metod wykrywania, które wykorzystują raczej techniki molekularne niż klasyczne metody mikrobio-

logiczne. Wiele z organizmów opisanych w tym rozdziale zidentyfikowano dzięki metodzie sekwencjonowania kwasów nukleinowych i nie zostały one jeszcze wyizolowane w hodowlach.

Stawonogi są wektorami prawie każdej ważnej grupy patogenów, włączając wirusy, riketsje i inne bakterie, pierwotniaki oraz helminty. Wiele z tych czynników chorobotwórczych wnika do organizmu żywiciela podczas ssania jego krwi. Mimo to nie można ograniczać się wyłącznie do układu krążenia, ponieważ patogeny przenoszone przez wektory mogą wnikać właściwie do każdego systemu organów. Stawonogi mogą przenosić choroby **mechanicznie**, co oznacza, że wektor jest czasowo nosicielem patogenów, np. przenosi je na zanieczyszczonych częściach aparatu gębowego. Stawonóg może być także wektorem **biologicznym**, co oznacza, że pozostaje zarażony przez dłuższy czas i w wielu przypadkach stanowi nieodzowną część cyklu rozwojowego określonego patogenu. Jeżeli między czynnikiem patogennym a wektorem istnieje długotrwała ewolucyjna zależność, wektor biologiczny może związać się blisko z patogenem i utrzymywać zarażenie **transstadialnie**, podczas przechodzenia z postaci niedojrzałej w dorosłą lub **transowarialnie**, kiedy patogeny przenoszone są z samicy na potomstwo. Dodatkowo, niektóre patogeny mogą być przenoszone poziomo w populacji stawonogów przez kontakty seksualne między poszczególnymi osobnikami lub jednocześnie żerowanie na kręgowcach.

Tradycyjnie, stawonogi będące wektorami nabywają czynnik chorobowy podczas żerowania na zarażonym kręgowcu, który jest **żywicielem rezerwuarowym**. Dlatego czynnik patogenny do przetrwania w środowisku potrzebuje zarówno aktywnej populacji wektorów, jak i zarażonego żywiciela rezerwuarowego. Czasami kręgowce mogą zostać zarażone jedynie przejściowo, a czynnik chorobowy pozostaje w chronicznie zarażonym stawonogu lub/i drogą transowarialną przenosi się na następne pokolenie stawonogów. W takim przypadku zarażony stawonóg może przenieść patogen na kręgowego **żywiciela wzmacniającego**, u którego może rozwinąć się krótkotrwała choroba, zdolna przenieść się na pozostałe wektory w danej populacji. W innych systemach utrzymanie zarażenia u kręgowego żywiciela rezerwuarowego może odbywać się przez gatunek stawonogów, który nie żeruje na ludziach i zwierzętach domowych. W takiej sytuacji, często pokrewny gatunkowo stawonóg jest potrzebny jako **wektor pomostowy**, aby przenieść zarażenie z dziko żyjącego wektora rezerwuarowego na zwierzęta towarzyszące, hodowlane oraz ludzi.

Wektory i organizmy patogenne przez nie przenoszone w czasie rozwoju ewolucyjnego wytworzyły bliskie związki. Gatunek stawonoga, który może pełnić efektywną rolę pośrednika biologicznego dla danego organizmu patogennego jest często ograniczony do jednego lub kilku blisko spokrewnionych organizmów, które są **pierwotnymi wektorami** dla specyficznego czynnika chorobotwórczego. Jednak w pewnych przypadkach wykrywane są inne, **wtórne wektory**, które posiadają zdolność do przenoszenia przynajmniej niektórych szczepów z danego gatunku patogenu. Chociaż wtórne wektory mogą posiadać ograniczone zdolności do przenoszenia choroby, w niektórych regionach mogą mieć duże znaczenie dla rozprzestrzeniania się patogenów. Wpływają również na ich zdolność do przetrwania w środowisku i przenoszenie na nowe tereny. Podobnie, jeden wektor może być jednocześnie nosicielem wielu różnych patogenów. Narażenie na kontakt z wektorami będącymi nosicielami wielu patogenów stwarza ryzyko wystąpienia **infekcji/inwazji mieszanych**, co może zaostrzać objawy kliniczne u zarażonego zwierzęcia (Thomas et al., 2001).

Współczynnik transmisji dla danego patogenu definiuje się jako liczbę zarażeń, które mają miejsce w określonej jednostce czasu. Na współczynnik transmisji ma wpływ charakterystyka wektora, żywicieli rezerwurowi i sam czynnik patogenny. Dodatkowo bezpośrednio zmienne, takie jak długość życia oraz różnorodność gatunków wektorów występujących na danym terenie, długość i zdolność do przetrwania infekcji/inwazji w żywicielu rezerwurowym, a także oddziaływanie między wektorami, rezerwuarami i patogenem, mają wpływ na współczynnik transmisji patogenu wywołującego chorobę przenoszoną przez wektory. Dla przykładu **zewnętrzny okres inkubacji** potrzebny do rozwoju patogenu w organizmie wektora do postaci inwazyjnej będzie miał bezpośredni wpływ na szybkość, z jaką wektor będzie przenosił dany organizm patogenny po jego pobraniu, a długość tego okresu może być regulowana temperaturą otoczenia. Podobnie **wewnętrzny okres inkubacji** jest potrzebny, aby żywiciel rezerwurowy – kręgowiec rozwinął stałe zarażenie i mógł przekazywać chorobę kolejnym wektorom, co oczywiście wpływa bezpośrednio na rozpowszechnianie choroby w populacji wektorów (Reisen, 2002).

Aby kręgowiec był efektywnym żywicielem rezerwurowym, jego organizm musi nie tylko być wrażliwy na zarażenie i być w stanie zarażać kompetentne, zdolne do przekazywania choroby wektory, lecz także musi dzielić wspólną niszę środowiska z wektorami, co umożliwi im stały i bliski kontakt. Na przykład żywiciel rezerwurowy i wektor muszą mieć podobne zwyczaje, funkcjonować wspólnie w tym samym czasie dnia i pory roku, aby narażenie na zachorowanie i przekazanie choroby było w ogóle możliwe. Bez częstych ekologicznych interakcji choroby przenoszone przez wektory nie byłyby zdolne przetrwać nawet wtedy, gdy na danym terenie znajduje się duża liczba kręgowców – żywicieli rezerwurowych, stawonogów – wektorów oraz patogenów.

WIRUSY PRZENOSZONE PRZEZ STAWONOGI

Wiele ważnych patogennych wirusów jest przenoszonych przez stawonogi (tab. 5-1). Zaliczane są one często do ar-

bowirusów, włączając członków *Togaviridae*, *Flaviviridae*, *Bunyaviridae* i *Reoviridae*. Jak do tej pory, najpopularniejszymi wektorami przenoszącymi arbowirusy są komary. Większość znanych arbowirusów jest zoonotyczna, ich żywicielami rezerwurowymi i wzmacniającymi są wolno żyjące ptaki, szczury i w pewnych przypadkach zwierzęta domowe. Wszystkie te zwierzęta są źródłem zakażenia dla komarów i stwarzają ryzyko infekcji zarówno dla zwierząt, jak i dla ludzi. Inne arbowirusy mające znaczenie dla weterynarii i zdrowia publicznego są przenoszone przez kuczmany (z gatunku *Culicoides*) lub mechanicznie przez pchły, komary lub meszki z rodziny *Simuliidae*.

Zapalenie mózgu u koni

Wirusy zapalenia mózgu koni są prawdopodobnie najbardziej znanymi w weterynarii wirusowymi czynnikami chorobotwórczymi przenoszonymi przez komary. Grupa tych wirusów należących do rodziny *Togaviridae* składa się z dużej liczby spokrewnionych serowarów wschodniego, zachodniego i wenezuelskiego wirusa zapalenia mózgu koni, które są potocznie nazywane skrótami pochodzącymi od ich nazw angielskich, odpowiednio jako EEE (Eastern Equine Encephalitis), WEE (Western Equine Encephalitis), oraz VEE (Venezuelan Equine Encephalitis). Serowary wirusa VEE są dalej dzielone na typy endemiczne i epizootyczne. Serowary EEE i WEE bytują u wróblowatych żywicieli rezerwurowych i w komarach żerujących na ptakach. Cykl życiowy epizootycznego wirusa VEE został słabiej poznany, ale wydaje się, że do utrzymania się w środowisku wirus wymaga żywiciela rezerwurowego jakim są ptaki, dużej liczby komarów służących jako wektory oraz koni pełniących rolę żywicieli wzmacniających. U koni zwykle występuje wysoka wiremia, co stanowi źródło infekcji dla komarów. Na rynku dostępne są szczepionki pomocne w ochronie koni przed wirusami zapalenia mózgu (Tabamo i Donahue, 1999; Weaver et al., 2004).

Flawiwirusy

Innymi ważnymi dla weterynarii wirusami przenoszonymi przez komary są należące do flawiwirusów wirus Zachodniego Nilu i wirus japońskiego zapalenia mózgu. Obie choroby, aby przetrwać w środowisku potrzebują żywiciela rezerwurowego – ptaka oraz wektora – komara. Zarażenie koni, ludzi i – co rzadko się zdarza – psów wirusem Zachodniego Nilu może doprowadzić do rozwoju choroby przebiegającej z gorączką, która w zaawansowanych przypadkach kończy się zapaleniem mózgu i śmiercią. Wirus, który pierwotnie występował w Afryce został przeniesiony do Ameryki Północnej w roku 1999 i od tego czasu zaadaptował się na terenie Stanów Zjednoczonych. Konie nie stanowią źródła infekcji wirusa Zachodniego Nilu dla komarów. Na rynku dostępne są szczepionki służące do uodparniania koni przeciwko temu wirusowi (Dauphin i Zientara, 2006). Przełamania wirusa japońskiego zapalenia mózgu w Azji, występujące zwykle u koni i ludzi, zdarzają się także u świń i to właśnie one okazują się być dla tego wirusa żywicielem wzmacniającym (Wu, Huang i Chien, 1999).

TABELA 5-1
Choroby wirusowe przenoszone przez stawonogi mające znaczenie w weterynarii

Choroba	Czynnik epizootiologiczny	Rodzina wirusów	Wektor	Rezerwuuar	Gatunki zakażone
Zapalenia mózgu i rdzenia koni	Wirus wschodniego zapalenia mózgu i rdzenia kręgowego koni (EEEV)	<i>Togaviridae</i>	Komary	Ptaki wróblowate	Konie, ptaki, psy, świnie, człowiek
	Wirus zachodniego zapalenia mózgu i rdzenia koni (WEEV)	<i>Togaviridae</i>	Komary	Ptaki wróblowate	Konie, człowiek
	Wirus enzootycznego wenezuelskiego zapalenia mózgu i rdzenia kręgowego koni (enVEEV)	<i>Togaviridae</i>	Komary	Głównie gryzonie; także ptaki, oposy, nietoperze	Konie, człowiek
	Wirus epizootycznego wenezuelskiego zapalenia mózgu i rdzenia kręgowego koni (epVEEV)	<i>Togaviridae</i>	Komary	Ptaki, konie	Konie, człowiek
Gorączka Zachodniego Nilu	Wirus gorączki Zachodniego Nilu (WNV)	<i>Flaviviridae</i>	Komary	Ptaki	Konie, człowiek, psy
Japońskie zapalenie mózgu	Wirus japońskiego zapalenia mózgu (JEV)	<i>Flaviviridae</i>	Komary	Ptaki, konie, świnie	Konie, świnie, człowiek
Gorączka Doliny Rift	Wirus gorączki Doliny Rift (RVFV)	<i>Bunyviridae</i>	Komary	Przeżuwacze	Bydło, kozy, owce, człowiek
Choroba niebieskiego języka, epizootyczna choroba krwotoczna (BT, BHD)	Reovirus	<i>Reoviridae</i>	Kuczmany	Przeżuwacze	Owce, kozy, jelenie
Afrykański pomór koni (AHS)	Wirus afrykańskiego pomoru koni	<i>Reoviridae</i>	Kuczmany	Dzikie koniowate, konie	Konie, muły, osły
Kleszczowa gorączka Kolorado	Wirus kleszczowej gorączki Kolorado	<i>Reoviridae</i>	<i>Dermacentor</i> spp.	Gryzonie	Człowiek
Kompleks odkleszczowych zapaleń mózgu (choroba skokowa owiec, powassańskie zapalenie mózgu, rosyjskie wiosenno-letnie zapalenie mózgu, omska gorączka krwotoczna)	Wirusy odkleszczowych zapaleń mózgu	<i>Flaviviridae</i>	<i>Ixodes</i> spp., <i>Dermacentor</i> spp., <i>Haemaphysalis</i> spp.	Rozmaty	Człowiek, owce, bydło, konie, psy, świnie i inne
Afrykański pomór świń	Wirus afrykańskiego pomoru świń	<i>Asfarviridae</i>	<i>Ornithodoros</i> spp., <i>Stomoxys calcitrans</i>	Kleszcze, dzikie świnie, świnie	Świnie
Myksomatoza	Wirus myksomatozy	<i>Poxviridae</i>	Pchły, komary, meszki	Królki, zające	Królki europejskie
Niedokrwistość zakaźna koni (NZK)	Wirus zakaźnej niedokrwistości koni	<i>Retroviridae</i>	Bolimuszka, ślepaki	Konie	Konie i inne koniowate
Ospa ptasia	Wirusy ospy drobiu, kanarków, gołębi	<i>Poxviridae</i>	Komary, pchły	Ptaki	Ptaki

Buniawirusy

Choroby wywoływane przez buniawirusy, takie jak gorączka doliny Rift są także zaliczane do chorób arbowirusowych. Gorączka doliny Rift występuje endemicznie w Afryce i utrzymuje się w środowisku dzięki obecności komarów oraz żywiciela rezerwuarowego należącego w tym przypadku do przeżuwaczy. Zdarzały się epidemie na wielką skalę dotykające bydło i ludzi. Mimo że gorączka doliny Rift jest zoonozą, w przypadku której ludzie zakażają się przez bezpośredni kontakt z zainfekowanym zwierzęciem lub przez ukłucie komara, choroba ta u człowieka przebiega z wysoką zachorowalnością lecz małą śmiertelnością (Gerdes, 2004).

Reowirusy

Czynnikami etiologicznymi **choroby niebieskiego języka** i **epizootycznej choroby krwotocznej** (EHD) są blisko spokrewnione wirusy z rodziny *Reoviridae*, przenoszone do organizmów przeżuwaczy za pośrednictwem kuczmanów (rodzaj *Culicoides*). *Culicoides variipennis* jest uważany za głównego wektora dla obu jednostek chorobowych w Ameryce Północnej. W Australii ważniejszą rolę odgrywa *Culicoides brevitarsis*, a *Culicoides imicola* jest istotnym wektorem w południowej Europie, Afryce i na Bliskim Wschodzie. Wyróżnia się ponad 25 serotypów wirusa choroby niebieskiego języka i przynajmniej 10 serotypów EHD. Mimo to, że wiele gatunków przeżuwaczy jest wrażliwych na wirus choroby niebieskiego języka, najczęściej występuje ona u owiec, okazjonalnie u kóz i rzadko u bydła (Barratt-Boyes i MacLachlan, 1995). Chorobę charakteryzują wrzodziejące zmiany w jamie ustnej, dookoła nozdry, korony kopyta oraz w przestrzeniach międzypalcowych. W zaawansowanej postaci choroby widoczne są zaburzenia w oddychaniu powstające wskutek krwawych wylewów i wysięków opłucnowych, które objawiają się sinicą powodującą niebieskawe zabarwienie języka. Wylewy krwawe są także charakterystyczne dla EHD, a choroba ta w Ameryce Północnej jest popularną jednostką występującą u jeleni. Bydło i owce są wrażliwe na wirusa EHD, ale większość przypadków tej choroby u zwierząt domowych ma charakter subkliniczny **Wirus Ibaraki** – uważany za przynależny do grupy wirusów EHD – jest przyczyną choroby bydła przebiegającej z gorączką, której rezultatem są owrzodzenia jamy ustnej oraz degeneracja mięśni poprzecznie prążkowanych (szkieletowych) (Inaba, 1975).

Wirus afrykańskiego pomoru koni (AHS) należy do rodziny *Reoviridae* i także przenoszony jest między końmi przez kuczmany z rodzaju *Culicoides*, *C. imicola* i *Culicoides bolitinos*. Wirus ten wywołuje silną, często śmiertelną chorobę koni i innych koniowatych zamieszkujących sąsiadujące z Saharą terytoria Afryki. Przelamania tej choroby notowano także na Bliskim Wschodzie i w południowej Europie. Podczas epidemii, występujących po długich okresach suszy zakończonych deszczami, mechaniczne przeniesienie wirusa jest również możliwe przez inne krwiopijne muchówki. Psy mogą zostać zainfekowane wirusem AHS, jednak nie odgrywają żadnej roli w epidemiologii choroby. U zainfekowanych koni rozwija się gorączka, mogą dołączyć się objawy

ze strony układu oddechowego i/lub znaczny obrzęk okolicy twarzowej głowy. We wrażliwej populacji koni śmiertelność na tle AHS może sięgać 50–95%. U mułów i osłów choroba ma łżejszy przebieg z niższą śmiertelnością, natomiast u zebr zakażenie rzadko kończy się śmiercią (Mellor i Hamblin, 2004).

Wirusy przenoszone przez kleszcze

Wirusy mogą być także przenoszone przez kleszcze. Na przykład *Coltivirus*, czynnik etiologiczny gorączki kleszczowej Kolorado, u ludzi jest przenoszony od szczura – żywiciela rezerwuarowego na człowieka za pośrednictwem kleszcza *Dermacentor andersoni*. Choroba jest najczęściej notowana w zachodnich stanach USA oraz Kanadzie. Rozwija się szybko, po 4–5 dniach od ukłucia kleszcza, manifestując się gorączką i objawami podobnymi do grypy. Gorączka ma często charakter dwufazowy. Podobne choroby ludzi i zwierząt, włączając te wywoływane przez flawiwirusy, wchodzi w skład kompleksu zapaleń mózgu przenoszonych przez kleszcze (TBE), takich jak choroba skokowa owiec, zapalenie mózgu na tle wirusa Powassan, TBE, rosyjskie wiosenno-letnie zapalenie mózgu i omska gorączka krwotoczna. Wszystkie te choroby przenoszone są przez kleszcze twarde, należące do rodzajów *Ixodes*, *Dermacentor* i *Haemaphysalis* (Dumpis, Crook i Oksi, 1999; Emmons, 1988). Niektórzy autorzy przypuszczają, że niektóre gatunki wywołujące choroby włączone do kompleksu TBE mogą być także przenoszone przez pchły. Nie jest to jednak temat dobrze poznany. Choroba skokowa owiec pierwotnie występuje u owiec, jednak infekcja ta może dotyczyć także bydła, koni, świń i ludzi. U osobników dotkniętych chorobą początkowo rozwija się gorączka, a następnie stopniowo dołączają się objawy neurologiczne. U owiec często charakterystycznym symptomem jest nieprawidłowy chód (Gritsun, Nuttall, i Gould, 2003). Zapalenie mózgu wywołwane przez wirusa Powassan (*Powassan encephalitis*) obserwowane jest głównie u ludzi zamieszkujących zachodnie tereny Stanów Zjednoczonych, zachodniej Kanady i byłego Związku Radzieckiego. Natomiast TBE, rosyjskie wiosenno-letnie zapalenie mózgu i omska gorączka krwotoczna częściej występują u ludzi zamieszkujących Europę i północną Azję (Gritsun, Nuttall i Gould, 2003). Wszystkie ssaki są wrażliwe na infekcję wirusami należącymi do kompleksu TBE. Choroba u ludzi może rozwinąć się po spożyciu niepasteryzowanych produktów nabiałowych, szczególnie pochodzących z mleka koziego (Dumpis, Crook i Oksi, 1999).

Afrykański pomór świń (ASF) wywołwany jest przez wirus obecnie zaliczany, razem z innymi wirusami ASF-podobnymi, do rodziny *Asfarviridae*. Może być przenoszony między osobnikami drogą pośrednią i bezpośrednią. Źródłem zakażenia mogą być także kleszcze z rodzaju *Ornithodoros*, u których patogen jest zdolny do rozprzestrzeniania się transstadialnie, transowarialnie oraz poprzez kontakty seksualne przez całe lata. Przetrwały w populacji kleszczy wirus stanowi stałe źródło zakażenia dla świń i jest przenoszony na wrażliwe osobniki przy każdej okazji żerowania kleszcza (Ploveright, 1981). Kłujące muchówki, włą-

czając *Stomoxys calcitrans*, mogą także mechanicznie przetransmitować wirus ASF między świniami (Mellor, Kitching i Wilkinson, 1987). Zakażenie u świń charakteryzuje się wysoką gorączką, anoreksją, krwotokami i gwałtowną śmiercią. Jeśli chorobę wywołują wysoce zjadliwe szczepy wirusa, śmiertelność może sięgać nawet do 100% (Mebus, 1988). Mniej zjadliwe szczepy wywołują chroniczną postać choroby, charakteryzującą się utratą masy ciała, objawami ze strony układu oddechowego i powiększonymi węzłami chłonnymi (Mebus, 1988). Leczenie i szczepionki przeciwko ASF nie są dostępne.

Mechaniczne przenoszenie wirusów przez owady

Mechaniczna transmisja wirusów przez owady także jest możliwa. Chociaż **transmisja jatrogena** poprzez igły umożliwia przetransmitowanie patogenów, w przypadku niektórych czynników chorobotwórczych obecność owadów – wektorów znacząco zwiększa możliwości rozprzestrzeniania się choroby w populacji. Dla przykładu, wirus myksomatozy królików jest mechanicznie przetransmitowany między osobnikami przez owady pijące krew, takie jak komary i pchły. Wirus może przeżyć i pozostać zaraźliwy w organizmie pchły przez wiele miesięcy. W Ameryce, u zainfekowanych dzikich królików rozwijają się tylko łagodne włókniaki, ale gdy ten sam wirus dostanie się do populacji królików zamieszkujących Europę, zapadają one na ciężką, często śmiertelną chorobę, charakteryzującą się wysoką wiremią i postępującymi rozrostowymi zmianami skórными. Te cechy doprowadziły do wykorzystania tego wirusa jako narzędzia w próbach biologicznej kontroli populacji królików w Australii i Europie. Jednak w czasach populacja europejskich królików rozwinęła odporność na użyte szczepy wirusa myksomatozy i tym samym kontrola populacji stała się nieefektywna (Kerr i Best, 1998).

Wirus zakaźnej anemii koni stanowi następny przykład patogenu przetransmitowanego mechanicznie przez stawonogi. Infekcja rozprzestrzenia się między osobnikami żyjącymi w stosunkowo bliskim sąsiedztwie za pośrednictwem much ssących krew, zwłaszcza przez bąki z rodziny *Tabanidae* i ślelaki z rodzaju *Chrysops*. Te duże, kłujące owady powodują podrażnienie skóry i ból w miejscu ukłucia. Konie często nie mogą skutecznie pobierać paszy, ponieważ starają się bronić przed pokłuciami. Mimo tej obrony, muchy szybko powracają kłując tego samego lub innego osobnika, czego rezultatem jest mechaniczna transmisja wirusów (Issel et al., 1988). U większości zainfekowanych koni nie rozwinięto się kliniczny obraz choroby. Niemniej jednak u niektórych zwierząt rozwija się postać ostra, przebiegająca z wysoką gorączką i kończąca się śmiercią w ciągu 2–3 tygodni od zakażenia. U innych osobników choroba ma charakter chroniczny, ze sporadycznie występującą gorączką, osowiałością, anemią i krwotocznymi wybroczynami. Bez względu na obraz choroby, zainfekowane osobniki pozostają nosicielami wirusa przez całe życie, stanowiąc rezerwuaria infekcji dla innych zwierząt (Coggins, 1984). Do identyfikacji bezobjawowych nosicieli stosuje się test immunodifuzyjny w żelu agarowym

(test Cogginsa), a zarażone zwierzęta są separowane od pozostałych koni.

Ospa ptaków występuje u drobiu, kanarków, gołębi i u wielu gatunków dzikich ptaków. Wywołwana jest przez różne gatunki wirusów ospy ptasiej, które mogą być mechanicznie przetransmitowane przez komary lub przez bezpośredni kontakt między ptakami. Infekcje łączono także z obecnością pcheł *Echidnophaga gallinarum*, bytujących na drobiu (Gustafson et al., 1997). Infekcja wirusowa przebiega z rozwijającymi się rozrostowymi zmianami skórными, które są widoczne na nieopierzonej skórze (dziób, woskówka, kończyny) i mają tendencje do krwawień. Sporadycznie, zwłaszcza kiedy wirus wnika do organizmu drogą aerogenną lub pokarmową, objawy mogą dotyczyć jamy ustnej i górnych dróg oddechowych. Zakażenie skutkuje spowolnieniem wzrostu i spadkiem parametrów produkcyjnych, ale większość zarażonych ptaków przeżywa infekcję. Śmiertelność, jeżeli wystąpi, jest związana z zaawansowanymi zmianami w jamie ustnej i układzie oddechowym. Natomiast w przypadku dzikiego ptactwa, silne zmiany na kończynach i w rejonie oczu skutkują zaburzeniami w poruszaniu się i widzeniu, co powoduje osłabienie możliwości zdobywania pokarmu, a chore ptaki stanowią jednocześnie łatwą zdobycz dla drapieżników. Nie istnieje specyficzne leczenie, natomiast dostępna jest szczepionka przeciwko wirusowi ospy ptaków, mająca zastosowanie u drobiu.

RIKETSJE PRZETRANSMITOWANE PRZEZ WEKTORY

Termin *rickettsia* odnosi się do grupy obligatoryjnych, wewnątrzkomórkowych, Gram-ujemnych bakterii z rzędu *Rickettsiales*. Obecnie wyróżnia się dwie główne rodziny: ***Rickettsiaceae***, do której należą rodzaje *Rickettsia*, *Orientia* oraz *Coxiella*, a także rodzina ***Anaplasmataceae*** z rodzajami *Anaplasma*, *Ehrlichia*, *Wolbachia* i *Neorickettsia*. Filogenetyczna reorganizacja ostatniej grupy, przeprowadzona w 2001 r., dała w rezultacie wiele zmian taksonomicznych, szczególnie na poziomie rodzaju (Dumler et al., 2001). Zdolność do przetrwania w środowisku i przetransmitowania się między osobnikami uzależniona jest od obecności wektorów należących do bezkręgowców. Kleszcze, jak do tej pory, są najpopularniejszą grupą wektorów dla riketsji, jednak niektóre riketsje, jak na przykład osobniki należące do rodzaju *Wolbachia* i *Neorickettsia* używają jako wektorów helminatów (tab. 5-2).

Wiele riketsji od dawna było identyfikowanych jako czynniki chorobotwórcze w medycynie weterynaryjnej i ludzkiej. W ostatnich latach gromadzono dowody potwierdzające znaczenie riketsji w patologii chorób (tab. 5-2). Gatunki riketsji różnią się między sobą wektorami, żywicielami rezerwuarnymi i komórkami w których bytują, łączy je natomiast wrażliwość na tetracykliny. Ta uniwersalna cecha sprawiła, że tetracykliny, a szczególnie doksylicyklin, są lekami z wyboru w leczeniu zakażeń wywołanych przez riketsje u ludzi i zwierząt (Raoult i Drancourt, 1991). Dotychczas, z wyjątkiem erlichiozy monocytarnej koni (*Potomac horse fever*), nie ma dostępnych komercyjnych szczepionek,

TABELA 5-2

Choroby wywoływane przez riketsje przenoszone przez stawonogi mające znaczenie w weterynarii

Choroba	Czynnik epizootologiczny	Wektor podstawowy	Rezerwuuar
Gorączka plamista Gór Skalistych	<i>Rickettsia rickettsii</i>	<i>Dermacentor</i> spp.	Gryzonie
Tyfus plamisty	<i>Rickettsia prowazekii</i>	<i>Pediculus humanus</i>	Człowiek, latające wiewiórki
Tyfus endemiczny, tyfus szczyrzy	<i>Rickettsia typhi</i>	<i>Xenopsylla cheopis</i> ; inne pchły	Gryzonie, inne ssaki
Choroba podobna do tyfusu szczyrzego	<i>Rickettsia felis</i>	<i>Ctenocephalides felis</i>	Oposy
Ospa riketsjowa	<i>Rickettsia akari</i>	Roztocze <i>Liponyssoides</i> spp.	Gryzonie
Gorączka Q	<i>Coxiella burnetii</i>	<i>Amblyomma</i> spp., inne kleszcze	Różne ssaki
Gorączka tsutsugamushi	<i>Orientia tsutsugamushi</i>	Roztocze <i>Leptotrombidum</i> spp.	Gryzonie
Anaplazmoza bydła	<i>Anaplasma marginale</i>	<i>Dermacentor</i> spp.	Bydło
Anaplazmoza psów	<i>Anaplasma phagocytophilum</i>	<i>Ixodes</i> spp.	Gryzonie, przeżuwacze
	<i>Anaplasma platys</i>	<i>Rhipicephalus sanguineus</i> *	Psy
Erlichioza psów	<i>Ehrlichia canis</i>	<i>Rhipicephalus sanguineus</i>	Psy
	<i>Ehrlichia ewingi</i>	<i>Amblyomma americanum</i>	Psy, jeleni wirginijski
	<i>Ehrlichia chaffeensis</i>	<i>Amblyomma americanum</i>	Jeleni wirginijski
Kowdrioza	<i>Ehrlichia ruminantium</i>	<i>Amblyomma</i> spp.	Przeżuwacze
Zatrucie łososiowe psów	<i>Neorickettsia helminthoeca</i>	<i>Nanophyetus salmincola</i>	Ryby łososiowate
Monocytna erlichioza koni	<i>Neorickettsia risticii</i>	<i>Acanthatrium oregonense</i>	Nietoperze, chruściki

* Podejrzewa się transmisję przez *R. sanguineus*, ale nie została ona w pełni potwierdzona.

których działanie jest wystarczająco skuteczne w walce z riketsjami. Dlatego bardzo istotne w zapobieganiu tym chorobom jest kontrolowanie populacji kleszczy i innych wektorów w środowisku.

Rickettsiaceae

Gorączka plamista Gór Skalistych

Najlepiej znanym członkiem rodziny *Rickettsiaceae* w Ameryce jest gatunek *Rickettsia rickettsii*, czynnik etiologiczny gorączki Gór Skalistych. Organizm patogenny jest przenoszony przez kleszcze między szczyrami, które są jednocześnie żywicielami rezerwuuarowymi i wzmacniającymi, a psami i ludźmi. Gatunki kleszczy *Dermacentor* są najważniejszymi wektorami tego patogenu w Ameryce Północnej. *R. rickettsii* jest w stanie utrzymać się w środowisku dzięki zdolności przenoszenia się w populacji kleszczy drogą transowarialną oraz drogą bezpośrednią. Populacja zakażonych kleszczy stanowi rezerwuuar patogenu (McDade i Newhouse, 1986). *Rhipicephalus sanguineus* oraz *Amblyomma cajennense* są ważnymi wektorami dla *R. rickettsii* w Meksyku, Ameryce Centralnej i Ameryce Południowej, a w ostatnim czasie były one uwikłane w wybuch choroby u ludzi i psów zamieszkujących południowo-zachodnie Stany Zjednoczone (Demma et al., 2005).

Szczyry są uważane za najważniejszą grupę żywicieli rezerwuuarowych i wzmacniających, należących do kręgowców i występujących w naturze. Jednak w rozprzestrzenianiu się *R. rickettsii* istotną rolę odgrywa także *R. sanguineus*, który preferuje żerowanie na psach na każdym etapie cyklu życiowego, a jego rola w rozprzestrzenianiu się infekcji u ludzi i psów sugeruje obecność innych żywicieli należących do kręgowców. Pełne wyjaśnienie roli innych kleszczy jako wektorów dla *R. rickettsii*, takich jak *Amblyomma americana*

lub *Haemaphysalis leporispalustris*, wymaga dalszych badań. Zrozumienie epidemiologii *R. rickettsii* jest skomplikowane przez obecność różnorodnych, blisko spokrewnionych ze sobą gatunków *Rickettsia*, takich jak *Rickettsia conorii* lub *Rickettsia japonica*, które mogą dawać reakcje krzyżowe w badaniach serologicznych (Brouqui et al., 2007).

Infekcja na tle *R. rickettsii* przebiega z gorączką, często wysoką. Choroba występuje głównie u psów i ludzi, chociaż gorączka plamista Gór Skalistych była także rozpoznawana u kotów. Patogen infekuje i niszczy komórki śródbłonna, czego konsekwencją jest progresywne martwicowe zapalenie naczyń. Często widoczna jest również trombocytopenia. U ludzi chorujących na gorączkę plamistą Gór Skalistych często rozwija się nieswędząca wysypka, która w charakterystyczny sposób pojawia się na skórze przedramion, nadgarstkach i kostkach po 3–4 dniach od początku wystąpienia gorączki (Thorner et al., 1998). Wybroczyny lub podskórne wylewy krwawe mogą występować u niektórych zakażonych psów, jednak wysypka nie jest u nich objawem charakterystycznym. W Europie i Afryce kleszcze przenoszą *R. conorii*, która wywołuje gorączkę Boutonne (gorączka plamista) charakteryzującą się łagodniejszym przebiegiem. Stale opisywanych jest wiele chorób powodowanych przez riketsje, tj. *Rickettsia parkeri* i *Rickettsia amblyommii*, przebiegających z wysypką i gorączką, i mających znaczenie dla zdrowia publicznego (Azad i Beard, 1998).

Inne riketsje

Inne riketsje ważne z punktu widzenia zdrowia publicznego to *Rickettsia typhi*, przenoszona przez pchły, wywołująca chorobę zwaną **tyfusem endemicznym** lub **mysim**, oraz *Rickettsia prowazekii*, która jest czynnikiem chorobotwórczym **tyfusu plamistego** (dur plamisty), występującego u ludzi

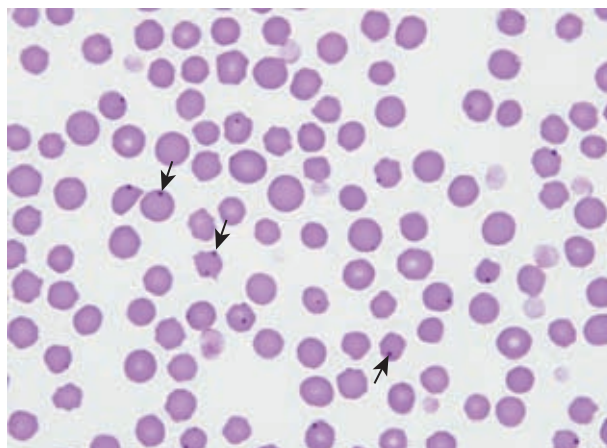
i przenoszonego za pośrednictwem wszy. Oba patogeny odpowiedzialne są u ludzi za infekcję przypominającą gorączkę plamistą. Inna riketsja, *Coxiella burnetii*, powoduje **gorączkę Q** u ludzi i zwierząt. Przenoszenie patogenu przez kleszcze może mieć miejsce, ale większość przypadków chorobowych u ludzi było następstwem wdychania zanieczyszczonego riketsjami kurzu (Terheggen i Leggat, 2007). Roztocze także przenoszą niektóre z patogenów należących do riketsji, np. *Rickettsia akari*, czynnik patologiczny **ospy riketsjowej**, która jest gorączkową chorobą ludzi obserwowaną głównie na terenach zurbanizowanych oraz *Orientia tsutsugamushi*, wywołującą **gorączkę tsutsugamushi** (*scrub typhus*), występującą w Azji i Australii (Boyd, 1997; Chattopadhyay i Richards, 2007).

Anaplasmataceae

Do rodziny *Anaplasmataceae* należy wiele różnorodnych patogenów, takich jak *Anaplasma marginale* i *Ehrlichia canis*, która jest ważna i znana w weterynarii od wielu dekad oraz wiele innych patogenów poznanych niedawno i opisanych jako ważne czynniki zoonotyczne oraz patogeny istotne w medycynie weterynaryjnej. Mimo że poszczególne gatunki riketsji różnią się między sobą rodzajem komórek, które zakażają i odmiennymi żywicielami, ich wspólną cechą jest wrażliwość na doksycyklinę, a także, z wyjątkiem rodzajów *Neorickettsia* i *Wolbachia*, wszystkie są przenoszone przez kleszcze z rodziny *Ixodidae*. Obserwowano także bezpośrednie przenoszenie mechaniczne niektórych riketsji pasożytniczych we krwi przez pchły lub przez przypadkowe lub celowe kontaminacje krwi.

Rodzaj *Anaplasma*

A. marginale, która jest przyczyną anemii i gorączki u bydła, przenoszona jest między zwierzętami za pośrednictwem dwóch rodzajów kleszczy: *Dermacentor* i *Rhipicephalus* (*Boophilus*). Patogen może być także przenoszony mechanicznie przez krwiopijne muchówki (np. *Tabanus* spp.) (Ewing, 1981; Hawkins, Love i Hidalgo, 1982). Morule *A. marginale* znajdują się w erytrocytach bydła (ryc. 5-1). *Anaplasma* (*Ehrlichia*) *platys* zakaża płytki krwi u psów. Choć nie do końca to udowodniono, najprawdopodobniej patogen ten dostaje się do organizmu psa za sprawą *R. sanguineus* i może być przyczyną łagodnej choroby gorączkowej, przebiegającej z cykliczną trombocytopenią, która może zaostrzać się przy infekcjach współtowarzyszących. Zarówno *A. marginale*, jak i *A. platys* nie okazały się zarazkami zoonotycznymi. Jednak *Anaplasma phagocytophilum*, która przenoszona jest od gryzoni, żywicieli rezerwuarów, przez kleszcze z rodzaju *Ixodes*, może zarażać wiele różnych gatunków zwierząt kręgowych włączając ludzi. Mikroorganizm ten pierwotnie był kojarzony z *Ehrlichia equi* i z ludzką granulocytarną erlichiozą (HGE), występującymi w Ameryce Północnej oraz *Ehrlichia phagocytophila* występującą w Europie. Wiele szczepów *A. phagocytophilum* powoduje ostrą gorączkową chorobę u ludzi, koni, psów i przeżuwaczy (Dumler et al., 2005). Choroba nazwana jest *granulocytarną anaplazmozą* lub w przypadku bydła w Europie – *gorączką odkleszczową*.

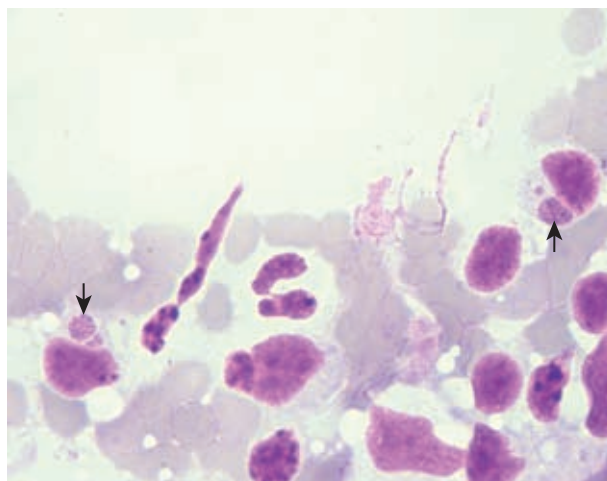


RYCINA 5-1. *Anaplasma marginale* (strzałki) w erytrocytach bydła. (Dzięki uprzejmości K. Kocan, Oklahoma State University).

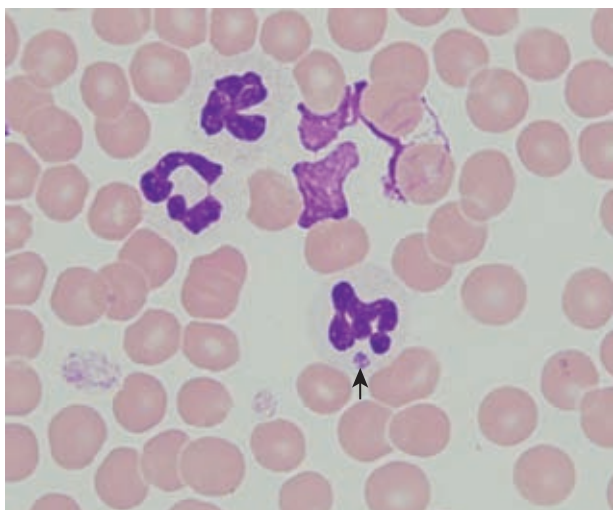
Rodzaj *Ehrlichia*

Gatunki ważne w medycynie weterynaryjnej i dla zdrowia publicznego to *E. canis* wywołująca monocytarną erlichiozę psów (ryc. 5-2), *Ehrlichia ewingii* infekująca neutrofile (ryc. 5-3) i *Ehrlichia chaffeensis* będąca czynnikiem etiologicznym monocytarnej erlichiozy ludzi, obserwowanej także u psów. Wszystkie trzy patogeny uznano za potencjalne czynniki zoonotyczne, a ludzie zarażają się w trakcie pokłuc przez kleszcze (Parola, Davoust i Raoult, 2005).

E. canis powoduje ciężką gorączkową chorobę psów, charakteryzującą się trombocytopenią, powiększeniem węzłów chłonnych, objawami ze strony narządu wzroku i skazą krwotoczną. Chroniczna infekcja może prowadzić do wycieńczenia organizmu, hipoplazji szpiku kostnego i niedokrwistości aplastycznej. Patogen jest zdolny przetrwać w populacji psów i jest przenoszony między osobnikami przez *R. sanguineus*. *Dermacentor variabilis* także został uznany za zdolnego do przenoszenia *E. canis* (Johnson et al., 1998).



RYCINA 5-2. Morule (strzałki) *Ehrlichia canis* wewnątrz krążących monocytów. (Dzięki uprzejmości E. Johnson, Oklahoma State University).



RYCINA 5-3. Morula (strzałka) *Ehrlichia ewingii* wewnątrz neutrofilu.

Infekcja na tle *E. ewingii* ma lżejszy przebieg, niemniej jednak w niektórych częściach południowych Stanów Zjednoczonych choroba psów spowodowana *E. ewingii* występuje częściej niż ta wywoływana przez *E. canis* (Liddell et al., 2003). Chociaż inne kleszcze mogą być wektorami infekcji, w rozprzestrzenianiu się *E. ewingii* największe znaczenie odgrywa *A. americanum*. Zarówno psy, jak i jelenie mogą być rezerwuarem infekcji dla kleszczy (Anziani, Ewing i Barker, 1990; Yabsley et al., 2002).

E. chaffeensis także może zarażać psy, ale rzadko kiedy choroba manifestuje się objawami klinicznymi. Niemniej jednak ten sam patogen u ludzi wywołuje monocytarną erlichiozę, która uważana jest za najpowszechniejszą chorobę odkleszczową u ludzi zamieszkujących wiele terenów południowych Stanów Zjednoczonych. *E. chaffeensis* utrzymuje się w środowisku w cyklu, w którym istotną rolę pełni kleszcz *A. americanum* oraz jelen w irginijski, będący pierwotnym żywicielem rezerwuarem (Lockhart et al., 1997).

Choroba Heartwater (kowdrioza)

Inny czynnik etiologiczny, *Ehrlichia ruminantium* (wcześniej *Cowdria ruminantium*) jest przyczyną choroby Heartwater, zwanej inaczej kowdriozą. Występuje ona u przeżuwaczy w Afryce, a także na terytorium Karaibów, gdzie patogen i kleszcz będący wektorem zostały zawleczone i utrwalone w środowisku. Patogen ten jest przenoszony przez różne gatunki kleszczy *Amblyomma*, może także powodować chorobę u psów i ludzi (Allsopp i Allsopp, 2001; Allsopp, Louw i Meyer, 2005). Wiele dzikich przeżuwaczy, na przykład antylopy i gnu, są rezerwuarami żywicielami dla *E. ruminantium*. Po ukłuciu przez kleszcza, patogen wnika do żywiciela, zasiedla i namnaża się w komórkach śródbłonki, czego następstwem jest rozwój choroby gorączkowej i zapalenia naczyń. Potoczna nazwa choroby związana jest z obecnością płynu w worku osierdziowym, gromadzącym się w jej ostrej postaci. Mimo że nie notowano endemicznych cykli choroby w kontynentalnej Ameryce,

zdarzają się okazjonalne przypadki choroby, a lokalnie występujące kleszcze i dzikie zwierzęta uznaje się za skuteczne wektory i żywicieli rezerwuarów (Burridge et al., 2002; Uilenberg, 1982). Całkiem niedawno, organizmy podobne do *E. ruminantium* wyizolowane z *A. americanum* na terenach południowych Stanów Zjednoczonych określono jako czynnik wywołujący chorobę u kóz. Czynnikiem ten jest także zaangażowany w wywoływanie infekcji u ludzi (Loftis et al., 2006).

Rodzaj *Neorickettsia*

Organizmy należące do rodzaju *Neorickettsia* są wyjątkowe wśród patogenów należących do riketsji, ponieważ są przenoszone raczej przez przywry niż przez stawonogi. Dlatego infekcja ma częściej miejsce po spożyciu ryb, niż po pokłuciu przez kleszcza czy innego ektopasożyta.

Neorickettsia helminthoeca jest przenoszona przez *Nanophyetus salmincola*, przywrę psów i innych kręgowców, i wywołuje chorobę zwaną **zatruciem łososiowym**. Riketsje zasiedlają tkanki przywry, następnie przenoszone są na jej potomstwo i za pośrednictwem ślimaków dostają się do organizmów ryb łososiowatych, które pełnią rolę żywiciela pośredniego. Z chwilą kiedy pies zje rybę, jednocześnie zaraża się riketsją i przywrą. Choroba przebiega z wysoką śmiertelnością. Towarzyszą jej objawy kliniczne ze strony przewodu pokarmowego, obserwuje się także powiększone węzły chłonne oraz bardzo wysoką gorączkę, która na krótko przed śmiercią przechodzi w hipotermię. Chore psy tracą apetyt i chudną. Mimo że wiele kręgowców, włączając ludzi, może być zainfekowanych *N. salmincola*, zatrucie łososiowe na tle *N. helminthoeca* wydaje się występować tylko u psów i dzikich psowatych. Zatrucie łososiowe ograniczone jest do obszarów północno-zachodniego Pacyfiku, gdzie występuje wektor – przywra, chociaż raportowano również przypadki choroby w Brazylii (Headley et al., 2006).

Neorickettsia risticii jest pokrewną riketsją, która wywołuje chorobę zwaną **gorączką koni Potomacu** lub **monocytarną erlichiozą koni**. Występuje ona sporadycznie na terenach Ameryki Północnej, chociaż notowano jej przypadki także w Europie. Konie zarażają się po zjedzeniu chruścików, w których znajdują się metacerkarie przywry nietoperzy *Acanthatrium oregonense* (Pusterla et al., 2003). Infekcja ma ostry przebieg z gorączką, która może być bardzo wysoka. Obserwuje się także otumanienie chorych zwierząt, brak apetytu, odwodnienie, ronienia, biegunkę oraz kulawizny. Patogeny znajdowane są w monocytach. Chociaż *N. risticii* nie była obserwowana u ludzi, patogen jej pokrewny, *Neorickettsia sennetsu*, jest dobrze znana jako czynnik patologiczny wywołujący gorączkę Sennetsu w Japonii i Malezji. Cykl życiowy *N. sennetsu* nie został poznany (Rikihisa, 2006).

Rodzaj *Wolbachia*

Przedstawiciele rodzaju *Wolbachia* znani są jako endosymbiotyczne organizmy bytujące w różnych helmintach oraz stawonogach (Fenn et al., 2006). Gatunki należące do *Wolbachia* znajdują się w wielu nicieniach, włączając *Dirofilaria immitis*, czynnik etiologiczny robaczycy serca (Sironi et al., 1995). Istnieją dowody na to, że gatunki *Wolbachia*

odgrywają rolę w procesie zapalnym na tle dirofilariozy, a eliminacja riketsji daje w rezultacie zmniejszenie żywotności nicieni i mniejsze szanse na ich przetrwanie (Genchi et al., 1998; Kramer et al., 2005). Zrozumienie roli gatunków należących do *Wolbachia* w patogenezie choroby serca – dirofilariozy oraz ich wpływ na przetrwanie nicieni ciągle pozostają w kręgu badań.

INNE PATOGENY BAKTERYJNE PRZENOSZONE PRZEZ WEKTORY

Wiele innych bakteryjnych patogenów jest przenoszonych przez wektory należące do stawonogów. Niektóre z tych chorób uważane są za ważne dla zdrowia zwierząt hodowlanych i towarzyszących człowiekowi. Ważne rodzaje bakterii to *Borrelia*, *Bartonella*, *Mycoplasma* i *Yersinia* (tab. 5-3).

Rodzaj *Borrelia*

Najbardziej poznana i jednocześnie najczęściej diagnozowaną w Stanach Zjednoczonych bakterią przenoszoną przez stawonogi jest *Borrelia burgdorferi*, czynnik patologiczny choroby z Lyme, czyli inaczej boreliozy. Ponad 20 000 przypadków tej choroby jest opisywana każdego roku w całych Stanach Zjednoczonych. W Europie, borelioza u ludzi i psów może być wywoływana przez *B. burgdorferi*, *Borrelia garinii* lub *Borrelia afzelii*. *B. burgdorferi* jest zdolna przetrwać w środowisku dzięki obecności szczurów pełniących funkcję żywicieli rezerwurowych i kleszczy z rodzaju *Ixodes*, będących wektorami. Najważniejszym wektorem dla *B. burgdorferi* we wschodnich Stanach Zjednoczonych jest *Ixodes scapularis*, natomiast *Ixodes pacificus* jest odpowiedzialny za większość infekcji mających miejsce na Wybrzeżu

Zachodnim. Inne kleszcze *Ixodes* mogą przenosić bakterie, ale rzadko żerują na ludziach i psach (Oliver et al., 2003). Jelenie są ważnymi żywicielami dla dorosłych kleszczy i stanowią istotne ogniwo w rozwoju populacji kleszczy na danym terenie, nie są one jednak kompetentnymi żywicielami rezerwurowymi dla *B. burgdorferi* (Telford et al., 1988).

Endemiczna transmisja boreliozy w Ameryce Północnej wydaje się ograniczona do terenów północno-wschodnich, górnego obszaru środkowego zachodu i stanów Zachodniego Wybrzeża. Laboratoryjnie potwierdzone **autochtoniczne infekcje** (infekcja przenoszona lokalnie w odróżnieniu od infekcji importowanej) na tle *B. burgdorferi* w południowych stanach Maryland lub Virginii nie były odnotowywane. Na południowych terenach USA Choroba z Lyme występuje bardzo rzadko lub wcale (Wormser et al., 2006). Infekcja u psów występuje równoległe z infekcją u ludzi. W publikacjach zwraca się uwagę na fakt, że większość psów oznaczonych jako pozytywne w kierunku *B. burgdorferi* zamieszkujących tereny nieendemiczne, podróżowała do miejsc, gdzie choroba występuje endemicznie (Duncan et al., 2004). Mało tego, wiele psów mieszkających na terenach nieendemicznych posiadało przeciwciała przeciwko *B. burgdorferi*.

Psy chorujące na chorobę z Lyme przede wszystkim gorączkują i tracą apetyt, a do tego dołącza się zapalenie wielostawowe i powiększenie węzłów chłonnych. Rzadko dochodzi do nefropatii przebiegającej z utratą białka, której konsekwencją są obrzęki, utrata masy ciała, wymioty oraz biegunka. U ludzi ostra postać boreliozy charakteryzuje się bólem głowy, gorączką, bólami mięśni i stawów, a u około 70% pacjentów występuje wysypka nazywana rumieniem wędrującym (średnica zmian > 5 cm), rozwijająca się w miejscu ukłucia kleszcza lub w innym. Objaw ten nie

TABELA 5-3

Choroby bakteryjne przenoszone przez stawonogi mające znaczenie w weterynarii

Choroba	Czynnik epizootologiczny	Wektor podstawowy	Rezerwuwar
Choroba z Lyme, borelioza	<i>Borrelia burgdorferi</i> ; także <i>Borrelia afzeli</i> i <i>Borrelia garinii</i> w Europie	<i>Ixodes scapularis</i> , inne kleszcze z rodzaju <i>Ixodes</i>	Myszy, inne gryzonie
Spirochetoza ptaków	<i>Borrelia anserina</i>	<i>Argas persicus</i>	<i>Argas persicus</i>
Nawracające gorączki odkleszczowe	Różne gatunki z rodzaju <i>Borrelia</i>	<i>Ornithodoros</i> spp.	Gryzonie
Dur powrotny	<i>Borrelia recurrentis</i>	<i>Pediculus humanus</i>	Człowiek
Borelioza bydła	<i>Borrelia theileri</i>	<i>Rhipicephalus</i> spp.	Bydło
Gorączka okopowa, gorączka pięciodniowa	<i>Bartonella quintana</i>	<i>Pediculus humanus</i>	Człowiek
Choroba kociego pazura	<i>Bartonella henselae</i> , <i>Bartonella clarridgeiae</i>	Pchły (<i>Ctenocephalides felis</i>)	Koty
Bartoneleza psów	Różne gatunki z rodzaju <i>Bartonella</i>	Podjeżewa się kleszcze	Nieznany
Zakaźna anemia kotów	<i>Mycoplasma haemofelis</i> , <i>Mycoplasma haemominutum</i>	Podjeżewa się pchły	Koty
Mykoplazmoza hemotropowa psów	<i>Mycoplasma haemocanis</i>	<i>Rhipicephalus sanguineus</i>	Psy
Tularemia	<i>Francisella tularensis</i>	Różne kleszcze, komary	Króliki, inne ssaki
Dżuma	<i>Yersinia pestis</i>	<i>Xenopsylla cheopis</i> ; inne pchły	Gryzonie
Zakaźne zapalenie rogówki i spojówki bydła (IBK)	<i>Moraxella bovis</i>	<i>Musca autumnalis</i>	Bydło

występuje jednak u psów. Jeżeli infekcja nie jest leczona od początku ostrej fazy, ludzie mogą cierpieć na chroniczną, uogólnioną chorobę, której efektem jest zapalenie stawów, zapalenie serca lub objawy neurologiczne. Nie wyjaśniono jeszcze, czy zapalenie mięśnia sercowego i objawy neurologiczne u psów mogą być związane z zarażeniem *B. burgdorferi* (Littman et al., 2006).

Inne choroby wywołane przez przedstawicieli rodzaju *Borrelia*

Inne choroby wywołane przez bakterie *Borrelia* to spirochetozę ptaków, bydłęca borelioza i gorączka (dur) powrotna.

Spirochetoza ptaków wywoływana przez *Borrelia anserina* występuje u indyków, kurcząt, gęsi, bażantów i innych ptaków. Chore ptaki gorączkują i są sine. Infekcja jest przenoszona przez kał kleszcza miękkiego *Argas persicus* i gatunków mu pokrewnych. Infekcja może utrzymywać się przez długi okres w populacji kleszczy miękkich, ponieważ bakterie mają zdolność do transmisji transowarialnej (Zaheer, Soliman i Diab, 1977).

Odkleszczowa gorączka powrotna (dur powrotny) wywoływana jest przez dużą liczbę kleszczy miękkich przenoszących bakterie *Borrelia*, takie jak *Borrelia hermsii*, *Borrelia turicata* i *B. parkeri*. Każda z tych bakterii przenoszona jest przez kleszcza miękkiego z rodzaju *Ornithodoros* (Barbour i Hayes, 1986). Choroba ta występuje w Azji, Europie, Afryce i Ameryce Północnej, a szczególnie często notowana jest u ludzi zamieszkujących zachodnie Stany Zjednoczone (Dworkin, Schwan i Anderson, 2002).

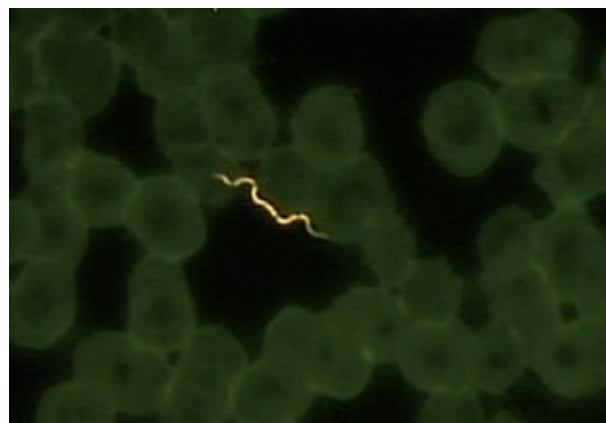
Dur powrotny przenoszony przez wszy jest wywołany przez *Borrelia recurrentis* i przenoszony przez wesz ludzką *Pediculus humanus*. Infekcja występuje tylko u ludzi, przebiega epidemicznie w czasie głodu, wojen i masowych migracji, a zwierzęta nie są żywicielami rezerwuarnymi (Raoult i Roux, 1999).

Bydłęca borelioza wywoływana przez *Borrelia theileri* jest relatywnie łagodną chorobą występującą u bydła, owiec i koni, a infekcja przenoszona jest przez kleszcze *Rhipicephalus*, włączając podgatunki *Boophilus*. Bydłęca borelioza zwana także *kleszczową spirochetozą* występuje od Afryki po Australię oraz w centralnych i południowych częściach Ameryki Północnej (Smith et al., 1985).

Inne pokrewne gatunki *Borrelia* to *Borrelia miyamotoi* i *Borrelia lonestari* (ryc. 5-4). Obie bakterie są spirochetami przenoszonymi przez kleszcze twarde, które zarażają zarówno kleszcze, jak i ssaki (Fukunaga et al., 1995; Moyer et al., 2006).

Gatunki *Bartonella*

Wiele gatunków *Bartonella* jest przenoszonych przez kleszcze i wywołuje choroby u ludzi, psów i kotów. **Gorączka okopowa (gorączka wołyńska)**, przebiegająca z różnym nasileniem gorączkowa choroba ludzi charakteryzująca się powiększeniem śledziona, wywoływana jest przez *Bartonella quintana* i przenoszona przez zainfekowaną wesz *P. humanus*. Gorączka okopowa zyskała taką nazwę, ponieważ choroba była rozpowszechniona wśród żołnierzy w czasie



RYCINA 5-4. Gatunek krętka wywołujący nawracającą gorączkę (*Borrelia lonestari*) w rozmazie krwi jelenia wirginijskiego.

Pierwszej Wojny Światowej. Infekcja ta nie jest zoonozą i raczej ludzie niż zwierzęta są żywicielami rezerwuarnymi (Maurin i Raoult, 1996). Dla kontrastu, **choroba kociego pazura** wywoływana przez *Bartonella henselae* i *Bartonella clarridgeiae* jest typową zoonozą. Ludzie najczęściej zostają zainfekowani podczas pogryzienia lub zadrapania przez zakażone koty, u których *B. henselae* lub *B. clarridgeiae* występuje na pazurach i na zębach. Infekcja u osób immunokompetentnych zwykle ogranicza się do samolimitującej, łagodnej choroby gorączkowej z powiększeniem węzłów chłonnych. Czynnikiem etiologicznym choroby kociego pazura wydaje się nie przenosić na ludzi przez stawonogi. Jednak *B. henselae* może być przenoszona z zainfekowanych kotów na zdrowe osobniki, szczególnie kocięta, przez pchły oraz przez kontakt bezpośredni, dlatego kontrola populacji pcheł ma duże znaczenie w zwalczaniu bakteriemii u kotów (Foil et al., 1998; Foley et al., 1998). Oprócz charakterystycznej choroby gorączkowej wywołanej przez *Bartonella* u ludzi ze sprawnym układem immunologicznym, infekcja obydwoma patogenami, zarówno *B. quintana*, jak i *B. henselae* może wywołać potencjalnie śmiertelną bakteryjną angiomatozę u pacjentów immunoniekompetentnych (Koehler et al., 1997).

B. quintana i *B. henselae* razem z innymi gatunkami *Bartonella*, takimi jak *Bartonella vinsonii* subspp. *berkhoffii* i *Bartonella elizabethae*, były w ostatnich latach identyfikowane jako patogeny psów. Organizmy te kojarzono z zapaleniem mięśnia sercowego, zapaleniem wsierdzia i ziarninowym zapaleniem węzłów chłonnych (Kelly et al., 2006; Morales et al., 2007). Mimo że nie zidentyfikowano jeszcze stawonogów będących wektorami powyższych gatunków *Bartonella* u psów, jako najbardziej prawdopodobne brane są pod uwagę kleszcze. Infekcja u ludzi i inne towarzyszące choroby były obserwowane i kojarzone z psimi gatunkami *Bartonella* (*B. vinsonii* subspp. *berkhoffii*). Droga transmisji na ludzi nie jest wyjaśniona, ale bezpośredni kontakt podczas pogryzień lub zadrapań wydaje się prawdopodobnym sposobem przenoszenia infekcji (Chomel et al., 2006).