

Stanisława Tylewska-Wierzbanowska, Beata Fiecek, Tomasz Chmielewski*

Samodzielna Pracownia Riketsji, Chlamydii i Krętków Odzwierzęcych,
Narodowy Instytut Zdrowia Publicznego – Państwowy Zakład Higieny

Wpłynęło w październiku, zaakceptowano w listopadzie 2017 r.

Streszczenie: Gorączki powrotne zaliczane są z jednej strony do nowych bądź nawracających chorób zagrażających człowiekowi z drugiej strony nadal należą do chorób zaniedbywanych, które przyciągają niewielką uwagę badaczy i opinii publicznej w krajach rozwiniętych. Rodzaj *Borrelia* dzieli się na dwie duże grupy. Do pierwszej z nich należą krętki *Borrelia burgdorferi* sensu lato, wywołujące boreliozę z Lyme, po raz pierwszy wyizolowane z kleszczy *Ixodes dammini*. Druga duża grupa krętków rodzaju *Borrelia* zawiera ponad 20 gatunków związanych z gorączkami powrotnymi, które przenoszone są głównie przez miękkookrywowe kleszcze, z wyjątkiem *B. recurrentis* przenoszonych przez wszy. Porównując DNA różnych gatunków w obrębie tego rodzaju, okazało się, że podobieństwo pomiędzy nimi często jest niewielkie i np. podobieństwo sekwencji DNA *B. miyamotoi* z *B. burgdorferi* s.s. i *B. garinii* wynosi 13%, a z *B. afzelii* 8%. Podobieństwo DNA *B. miyamotoi* z przedstawicielami grupy gorączek powrotnych przenoszonych przez kleszcze, jest bliższe i wynosi z *B. hermsii* – 4%, *B. turicatae* – 41% i *B. parkeri* 51%. Objawy gorączek powrotnych przenoszonych przez wszy oraz przez kleszcze są bardzo podobne. Dla obu rodzajów gorączek powrotnych charakterystyczna jest nagła, wysoka gorączka, z dreszczami, silnym bólem głowy, bólami mięśni i stawów, ospałością, światłowstrętem i kaszlem.

1. Wprowadzenie 2. Systematyka – klasyfikacja 3. Objawy kliniczne 4. Podsumowanie

Relapsing fevers

Abstract: Relapsing fevers are considered, on the one hand, emerging or re-emerging diseases, and on the other hand, they still belong to neglected diseases which attract little attention of researchers and the public in developed countries. Genus *Borrelia* is divided into two large groups. The first of these is *Borrelia burgdorferi* sensu lato – the etiologic agent of Lyme disease, first isolated from the *Ixodes dammini* tick. The second large group of *Borrelia* spirochetes contains more than 20 species associated with relapsing fever, which are mainly transmitted by soft ticks, with the exception of *B. recurrentis* transmitted by lice. Comparison of the DNA of different species within this genus showed that the similarity between them is often small, e.g. the DNA homology between *B. miyamotoi* and *B. burgdorferi* s.s. or *B. garinii* is 13%, and *B. afzelii* only 8%, whereas the *B. miyamotoi* DNA has a profile similar to the representatives of the tick-borne relapsing fevers, such as *B. hermsii* (44%), *B. turicatae* (41%), *B. parkeri* (51%). Symptoms of relapsing fevers transmitted by lice and by ticks are very similar. The following symptoms are characteristic for both types of relapsing fevers: high fever with sudden onset, chills, severe headache, muscle and joint pain, drowsiness, photophobia and cough.

1. Introduction. 2. Systematics – classification. 3. Clinical symptoms. 4. Summary

Słowa kluczowe: *Borrelia*, gorączki powrotne

Key words: *Borrelia*, relapsing fevers

1. Wprowadzenie

Czynnikiem etiologicznym gorączek powrotnych są różne gatunki krętków rodzaju *Borrelia*. Powszechnie, rodzaj *Borrelia*, chociaż obejmuje bardzo dużą grupę krętków o znacznej różnorodności, kojarzy się przede wszystkim z boreliozą z Lyme. Borelioza z Lyme wywoływana jest przez grupę krętków *Borrelia burgdorferi* sensu lato, natomiast gorączki powrotne przenoszone przez kleszcze lub wesz ludzką stanowią odrębną grupę w skład której wchodzi około 20 gatunków krętków [30].

Wzorcowym gatunkiem dla rodzaju *Borrelia* był krętek *B. anserina*, przenoszony przez miękkookrywowe kleszcze rodzaju *Argas*, przede wszystkim *A. persulcatus*. Jako pierwszy opisał ten rodzaj krętków francuski badacz Amedee Borrel (1867–1936), który porównując je ze znanymi w tym czasie krętkami, *Treponema pal-*

lidum, opisał znaczące różnice w ich morfologii. Choć przypisywany tym krętkom układ peritrychalny rzęsek, był nieprawdziwy, dla uhonorowania autora pierwszego opisu nowego rodzaju krętków, nadano im nazwę pochodzącą od jego nazwiska – *Borrelia*. Obecnie gatunek *B. anserina* występuje rzadko. Jest on chorobotwórczy dla różnych gatunków ptaków i może powodować ogromne straty w fermach drobiu. Ptaki zarówno, domowe, jak np. kury, indyki, kaczki oraz dzikie ptaki łowne – bażanty, kuropatwy, są głównym gospodarzem tego gatunku. Między ptakami krętki przenoszone są przez kleszcze rodzaju *Argas*. Patogen ten obecnie stanowi problem głównie w Afryce Saharyjskiej, a także w innych krajach rozwijających się [13, 30].

Gorączki powrotne przenoszone przez kleszcze wywoływane są przez co najmniej 15 gatunków krętków rodzaju *Borrelia* chorobotwórczych dla człowieka

* Autor korespondencyjny: Dr hab. n. med. Tomasz Chmielewski, prof. nadzw. NIZP-PZH, Samodzielna Pracownia Riketsji, Chlamydii i Krętków Odzwierzęcych, Narodowy Instytut Zdrowia Publicznego – Państwowy Zakład Higieny, ul. Chocimska 24, 00-791 Warszawa; tel. 22 542 12 61; e-mail: tchmielewski@pzh.gov.pl

i są przenoszone na ludzi przez różne gatunki kleszczy rodzaju *Ornithodoros*. Rezerwuarem krętków odpowiedzialnych za gorączki powrotne są gryzonie i inne małe zwierzęta, jak myszy, szczury, wiewiórki, króliki oraz jaszczurki i sowy.

Gorączki powrotne zaliczane są z jednej strony do nowych bądź nawracających chorób zagrażających człowiekowi (emerging, re-emerging diseases) z drugiej strony nadal należą do chorób zaniedbywanych (neglected diseases), które przyciągają niewielką uwagę badaczy i opinii publicznej w krajach rozwiniętych. Według Światowej Organizacji Zdrowia (WHO), w krajach o niskim i średnim poziomie ekonomicznym i sanitarnym, głównie w ubogich regionach tropikalnych, gorączki powrotne są bardzo częstymi zachorowaniami, a w ich następstwie dochodzi do przewlekłej niepełnosprawności. Jak ostrzega WHO, choroby wywoływane przez te krętki mogą wkrótce wystąpić na całym świecie

i dlatego należy je ograniczać, między innymi przez szeroko pojętą profilaktykę. Dotychczasowe zaniedbania muszą zostać zlikwidowane. Najczęściej zaniedbywane choroby zakaźne są powodowane lub rozprzestrzeniane przez owady i inne stawonogi, których kontrola jest trudna i kosztowna. Jednak w przypadku wszystkich tych wektorów działanie kontrolne jest podobne, dzięki czemu lepsza koordynacja działań może poprawić skuteczność ich działań.

2. Systematyka – klasyfikacja

Na podstawie analizy sekwencji rRNA DNA i innych konserwatywnych genów (np.: *fla*, *hbb*) ustalono, że rodzaj *Borrelia* dzieli się na dwie duże grupy (Tabela I).

Do pierwszej z nich należą krętki wywołujące boreliozę z Lyme, po raz pierwszy wyizolowane z kleszczy

Tabela I
Systematyka i cechy charakterystyczne krętków rodzaju *Borrelia*

Kompleks/grupa	Gatunek / Genogatunek	Wektor	Wywoływana choroba	Występowanie
<i>B. burgdorferi</i> sensu lato	<i>B. burgdorferi</i> sensu stricto	<i>Ixodes</i> spp.	Borelioza z Lyme	USA, Europa, Azja
	<i>B. afzelii</i>			Europa
	<i>B. garinii</i>			Europa, Azja
Grupa gorączek powrotnych	<i>B. recurrentis</i>	<i>Pediculus humanus</i>	Gorączka powrotna przenoszona przez wszy	Ameryka Płd., Europa, Afryka, Azja
	<i>B. anserina</i>	<i>Argas</i> spp.	Borelioza ptasia	Cały świat
	<i>B. brasiliensis</i>	<i>Ornithodoros brasiliensis</i>	nieznana	Brazylia
	<i>B. tillae</i>	<i>O. zumpti</i>	nieznana	Płd. Afryka
	<i>B. coriaceae</i>	<i>O. coriaceus</i>	Epizootyczne ronienie bydła	USA
	<i>B. baltazardii</i>	nieznany	Gorączki powrotne przenoszone przez kleszcze miękkie	Iran
	<i>B. caucasica</i>	<i>O. verrucosus</i>		Kaukaz
	<i>B. crocidurae</i>	<i>O. sonrai</i>		Afryka, Bliski Wschód, Centralna Azja
	<i>B. dugesii</i>	<i>O. dugesii</i>		Meksyk
	<i>B. duttonii</i>	<i>O. moubata</i>		Afryka
	<i>B. graingeri</i>	<i>O. graingeri</i>		Wsch. Afryka
	<i>B. harveyi</i>	nieznany		Afryka
	<i>B. hermsii</i>	<i>O. hermsi</i>		Zach. USA, Kanada
	<i>B. hispanica</i>	<i>O. erraticus</i>		Hiszpania, Portugalia, Maroko, Algieria
	<i>B. latyschewii</i>	<i>O. tartakovi</i>		Iran, Centralna Azja
	<i>B. mazzotti</i>	<i>O. tulajae</i>		Meksyk, Gwatemala
	<i>B. parkeri</i>	<i>O. parkeri</i>		Zach. USA
	<i>B. persica</i>	<i>O. tholozani</i>		Śr. Wschód, Centralna Azja
	<i>B. turicatae</i>	<i>O. turicatae</i>		USA, Meksyk
	<i>B. venezuelensis</i>	<i>O. rudis</i>		Ameryka Śr.
	<i>B. miyamotoi</i> ¹	<i>Ixodes persulcatus</i> , <i>I. ricinus</i> , <i>I. dammini</i>	Borelioza Miyamotoi	Japonia, Azja, Europa, USA
	<i>B. theileri</i> ¹	<i>Rhipicephalus evertsi</i>	Borelioza bydłęca	Płd. Afryka, Australia

¹ gorączki powrotne przenoszone przez kleszcze twardookrywe

Ixodes dammini. W skład jej wchodzi trzy chorobotwórcze dla człowieka genogatunki: *B. burgdorferi*, *B. afzelii* i *B. garinii* oraz kilkanaście genogatunków potencjalnie chorobotwórczych, takich jak *B. japonica*, *B. lusitaniae*, *B. tanukii*, *B. turdi*, *B. sinica*, *B. spielmanii* i *B. valesiana*. Wszystkie krętki należące do tej grupy przenoszone są przez twardookrywowe kleszcze rodzaju *Ixodes* i należą do kompleksu *Borrelia burgdorferi* sensu lato [5, 6].

Druga duża grupa krętków rodzaju *Borrelia* zawiera ponad 20 gatunków związanych z gorączkami powrotnymi, które przenoszone są głównie przez miękkookrywowe kleszcze, z wyjątkiem *B. recurrentis* przenoszono przez wszy [2, 6].

Poszczególne gatunki tych krętków związane są ściśle z określonym przenosicielem (wektorem). Uznano, że bakterie te wykazują wysoką swoistość i powinowactwo do swojego wektora, jeden gatunek – jeden wektor [13]. W związku z tym podzielono je wraz z wywoływanymi przez nie chorobami na dwie grupy: gorączka powrotna przenoszona przez wszy, z jednym przedstawicielem: *Borrelia recurrentis*, przenoszonym przez wesz odzieżową (*Pediculus humanus*) oraz druga grupa, gorączki powrotne przenoszone przez kleszcze, z wieloma gatunkami, przenoszonymi przez miękkookrywowe kleszcze rodzaju *Argas* i *Ornithodoros* [6, 13, 30]. Najlepiej poznanym, wzorcowym gatunkiem w tej grupy jest *Borrelia hermsii*.

Stwierdzono, że w przypadku gorączki powrotnej przenoszonej przez wszy, po pobraniu przez wesz krwi człowieka zakażonego krętkami *Borrelia recurrentis*, bakterie penetrują jelito owada, przenikają do jego hemolimfy i namnażają się. Zakażenie jednak nie jest przenoszone wraz ze śliną wszy na kolejnego żywiciela, ani transowarialnie na jej potomstwo. Jedynym źródłem zakażenia dla człowieka jest rozgnieciona, zakażona wesz, z której w ten sposób uwalniają się krętki, mające zdolność przenikania przez nieuszkodzoną skórę i błony śluzowe. Gorączki powrotne przenoszone przez wszy szerzą się epidemicznie i związane są zazwyczaj ze zdarzeniami katastroficznymi, takimi jak wojny lub klęski głodu, które prowadzą do przemieszczania się ludzi, powodując nadmierne zatłoczenie w pewnych rejonach i rozprzestrzenianie się wszawicy. Ostatnia, wielka epidemia wystąpiła podczas II wojny światowej i obejmowała północną Afrykę i Europę. Szacuje się, że w jej wyniku zmarło około 50 tysięcy ludzi [30]. Obecnie, gorączka przenoszona przez wszy występuje endemicznie na wyżynach centralnej i wschodniej Afryki (Etiopia, Sudan, Somalia, Czad) oraz w Południowej Ameryce, w Andach (Boliwia, Peru).

Zastosowanie metod molekularnych pozwoliło na ocenę stopnia pokrewieństwa pomiędzy izolowanymi szczepami rodzaju *Borrelia* i różnicowanie grup gorączek powrotnych. Porównując DNA różnych gatunków krętków w obrębie tego rodzaju, okazało się, że podo-

bieństwo pomiędzy nimi często jest niewielkie i np. podobieństwo sekwencji DNA *B. miyamotoi* z *B. burgdorferi* sensu stricto i *B. garinii* wynosi 13%, a z *B. afzelii* 8%. Umiarkowane podobieństwo DNA *B. miyamotoi* wykazuje także z przedstawicielami grupy gorączek powrotnych przenoszonych przez kleszcze, takimi jak np.: *B. hermsii* (44%), *B. turicatae* (41%), *B. parkeri* (51%) [2, 22]. Badania te wskazują na istnienie odrębnych grup gorączek powrotnych przenoszonych, np. przez twardookrywowe kleszcze, różniących się pewnymi cechami od grupy gorączek powrotnych przenoszonych przez kleszcze miękkie *Argasida* [1, 7, 14, 17, 18, 21, 26].

W związku z tym proponowane jest utworzenie trzeciej grupy gorączek powrotnych.

Badania molekularne krętków izolowanych z kleszczy zainicjowało w ostatnich latach zmiany, w niektórych bowiem przypadkach ponownie wykryto zapomniane już gatunki, jak np. *B. merionesi*, występujące w północnej Afryce, opisano nowe gatunki, jak *B. miyamotoi*. Ponadto proponowani są kolejni kandydaci nowych gatunków: *Candidatus B. johnsonii*, *B. lonestari*, *B. mvumii* i *B. texasensis* W.D. Johnson Jr. [30].

Niewiele jest publikacji, opisujących nowe krętki z grupy gorączek powrotnych, zawierających dane na temat ich chorobotwórczości i rozpowszechnienia. Badając we Francji nietoperze bytujące na budynkach mieszkalnych i pasożytujące na nich kleszcze *Argas vespertilionis*, stwierdzono obecność krętków *Borrelia* spp. wywołujących gorączkę powrotną [27]. Były one bardzo podobne do krętków występujących także w Wielkiej Brytanii, które były tam przyczyną wielu ciężkich zakażeń, w tym przypadków śmiertelnych [8].

Coraz częściej zwraca się uwagę na występowanie gorączek powrotnych u zwierząt hodowlanych oraz dziko żyjących. Uważa się, że opisywane obecnie zakażenia *B. theileri*, można traktować jako ponownie odkryte [1, 2]. Zakażenia te mające ogromne znaczenie w weterynarii, występują w rejonach gdzie możliwości diagnostyczne są ograniczone i dlatego wpływ ich na produkcję zwierzęcą nie jest zbadany [10]. Ponadto, ten gatunek krętka chociaż związany jest z gorączką powrotną, przenoszony jest przez kleszcze twardookrywowe z rodzaju *Rhipicephalus*. Filogenetycznie zbiór szczepów (ang.: *cluster*) *B. theileri* jest blisko spokrewniony z innym przenoszonym przez kleszcze twarde, przedstawicielem gorączek powrotnych, opisanym w Stanach Zjednoczonych, gatunkiem *B. lonestari*, który przenoszony jest przez *Amblyomma americanum* i inne gatunki kleszczy twardych. *B. lonestari* jest związany z ludzkimi zmianami skórnymi występującymi po ukłuciu przez kleszcza [14]. Niedawno drobnoustrój podobny do *B. lonestari* został opisany w kleszczach *Haemaphysalis* i u wschodniego jelenia sika (*Cervus nippon yesoensis*) w Japonii, co sugeruje, że gatunek ten ma znacznie bardziej globalne rozprzestrzenienie

niż wcześniej sądzono [31]. Podobnie, w Portugalii wykryto dwie blisko spokrewnione podgrupy rodzaju *Borrelia* wywołujących gorączki powrotne, bytujące w kleszczach *Haemaphysalis punctata* i *Rhipicephalus sanguineus* [23]. Ponieważ gatunki te zostały wykryte także w kleszczach *Argas* spp. obserwacje te obalają istniejącą zasadę podziału krętków na przenoszone przez kleszcze międko- i twardookrywowe.

Poszukując szczepów w kolekcji ATCC lub depozując sekwencje w GenBanku, można spotkać proponowany nowy rodzaj, wydzielony w rodzaju *Borrelia*, klasyfikowany jako *Borrelia*. Ta zaproponowana terminologia wynika z analizy połączonych danych opisujących sekwencje 25 białek i kodujących je genów w 38 szczepach rodzaju *Borrelia*, reprezentujących 18 gatunków. Głębokie różnice wykazane pomiędzy szczepami wywołującymi gorączki powrotne a grupą odpowiedzialną za boreliozę z Lyme, spowodowała, że niektórzy badacze wprowadzają nazwę *Borrelia* dla przedstawicieli tej ostatniej grupy. Wielu badaczy jednak uważa, że przyczyni się to do zamieszania w i tak już skomplikowanej taksonomii tej grupy krętków. W związku z tym dotychczas nie przyjęto nowej nazwy i nie wyodrębniono nowego rodzaju. Ponieważ prowadzone są obecnie gorące dyskusje i spory, konieczne będzie rozstrzygnięcie tej debaty przez właściwe komitety taksonomiczne [5].

3. Objawy kliniczne

Objawy gorączek powrotnych przenoszonych przez wszy oraz przez kleszcze są bardzo podobne (Tabela II). Obserwowane różnice mogą być związane z właści-

wościami wywołujących je szczepów, wielkością dawki zakażającej, stanem odporności gospodarza i ogólnym stanem zdrowia chorego [3, 4, 16, 19, 28, 31].

Czas inkubacji zakażenia, zwłaszcza gorączki powrotnej przenoszonej przez wszy, jest trudny do ustalenia, ponieważ ekspozycja na wszy jest rozciągnięta w czasie jak również kontakt z kleszczem może być niezauważony. Przyjmuje się, że w przypadku gorączki przenoszonej przez kleszcze czas inkubacji choroby jest krótszy, następnie okresy wysokiej gorączki i bezgorączkowe są także krótsze w porównaniu z gorączką powrotną, przenoszoną przez wszy. Dla obu rodzajów gorączek powrotnych charakterystyczna jest nagła, wysoka gorączka, z dreszczami, silnym bólem głowy, bólami mięśni i stawów, ospałością, światłowstrętem i kaszlem. Początkowo stwierdza się podbiegnięte krwią spojówki, wybroczyny, powiększenie i tkiwość wątroby oraz śledziony. Rzadziej stwierdza się sztywność karku, szmery i rżenie w płucach, powiększenie węzłów chłonnych i żółtaczkę. W przebiegu choroby, gorączka okresowo nasila się i towarzyszy jej przyśpieszony oddech i częstoskurcze. Częste są krwawienia (rzadko obfite) z nosa, wylewy podspojówkowe, krwioplucie, krwimocz. Występujące zapalenie tęczówki może prowadzić do stałego upośledzenia widzenia. Mogą wystąpić objawy zapalenia płuc, oskrzeli lub zapalenie ucha środkowego. Często, pod koniec pierwszego epizodu gorączki może wystąpić na tułowi wysypka trwająca 1 do 2 dni. Objawy neurologiczne, takie jak śpiączka, porażenie nerwów czaszkowych, porażenie połowiczne, zapalenie mózgu i ataki padaczkowe obserwowane są u około 30% chorych. Zapalenie mięśnia sercowego z arytmia, krwotok mózgowy i niewydolność wątroby są najczęstszą przyczyną zgonów.

Tabela II
Objawy kliniczne gorączek powrotnych

Objawy kliniczne	Średnia częstość objawów	
	w chorobie przenoszonej przez wszy	w chorobie przenoszonej przez kleszcze
Śmiertelność	4–40%	2–5%
Czas inkubacji	4–18 dni	4–18 dni
Czas trwania 1-szego ataku gorączki	5–6 dni	3 dni
Czas trwania okresu bezgorączkowego	9 dni	7 dni
Czas trwania nawrotów gorączki	2 dni	2–3 dni
Liczba nawrotów	1–5	0–13
Maksymalna temperatura	38,3–38,9	
Powiększenie śledziony	77%	41%
Powiększenie wątroby	66%	17%
Żółtaczka	36%	7%
Wysypka	8%	28%
Objawy ze strony układu oddechowego	34% (kaszel)	16%
Objawy ze strony ośrodkowego układu nerwowego	30%	9%

Pierwszy epizod gorączkowy kończy się zwykle w 3–6 dniu. Po 7–10 dniach, gorączka i inne objawy choroby powracają. Krętki pojawiają się we krwi w okresach gorączkowych, znikają wraz ze spadkiem temperatury i ponownie powracają do krwiobiegu w kolejnym epizodzie gorączkowym. Bakteriemia w przebiegu gorączki powrotnej przenoszona przez wszy, może osiągać liczbę 100 000 krętków/mm³ krwi. W okresie bezgorączkowym krętki obecne są w narządach wewnętrznych skąd po namnożeniu ponownie wysiewają się do krwiobiegu, jednak zmienione antygenowo, co pozwala im uniknąć neutralizacji przez swoiste przeciwciała skierowane przeciw pierwotnej wersji antygenowej krętków, odpowiedzialnej za pierwotną bakteriemię i pierwszy epizod gorączki. Nowy wzór antygenowy stymuluje produkcję nowych przeciwciał skierowanych przeciw zmienionym antygenom krętków, co umożliwia ich usunięcie z krwiobiegu. Ten cykliczny proces zmienności antygenowej i produkcji swoistych przeciwciał są odpowiedzialne za powtarzające się nawroty choroby.

Borrelia miyamotoi – krętki zaliczane do grupy wywołującej gorączki powrotne, które zostały wyizolowane z kleszczy *Ixodes persulcatus* w Japonii w latach 1990–1992, na wyspie Hokkaido przez Kenji Miyamoto. W 1995 roku, genom krętków izolowanych na Hokkaido został zbadany przez M. Fukunaga i wsp., którzy stwierdzili, że jest to nowy gatunek krętków i nazwali go *B. miyamotoi* [11]. Nazwa gatunkowa *miyamotoi* została nadana przez Masahito Fukunaga, dla uhonorowania K. Miyamoto, który pierwszy wyizolował z kleszczy te krętki [12].

B. miyamotoi izolowano z kleszczy w Azji (w Japonii i Rosji), w Ameryce Północnej (w Stanach Zjednoczonych i Kanadzie) oraz w Europie (we Francji, Czechach, Norwegii, Polsce, Belgii, Wielkiej Brytanii, Danii, Estonii, Szwecji, Szwajcarii, Niemczech i na Węgrzech) [16].

W przeciwieństwie do wcześniej opisanych krętków z grupy gorączek powrotnych przenoszonych przez kleszcze, które występują raczej lokalnie, *B. miyamotoi* i wywoływane przez nie zakażenia wykrywane są na półkuli północnej, w całej strefie umiarkowanej. W związku z tym wywołwana przez nie borelioza Miyamoto (*B. miyamotoi* disease) została uznana za nowo pojawiające się zagrożenie (emerging disease) [15, 20].

Dotychczas opisano jedynie kilkadziesiąt udokumentowanych przypadków zachorowań u ludzi. Zarówno w USA jak i w Europie stwierdzono, że *B. miyamotoi* wywołuje zapalenie opon mózgowo-rdzeniowych i mózgu [24, 29]. Objawom towarzyszy zwykle gorączka sięgająca 40°C (u ponad 10% badanych wystąpiło od dwóch do trzech epizodów gorączki), ból głowy, zawroty głowy, znużenie, dreszcze, pocenie się, wzmożone pragnienie, bóle mięśni i stawów, mdłości, wymioty oraz zaburzenia w funkcji nerek (skąpomocz,

leukocyty, erytrocyty, komórki nabłonka w moczu) [9, 25]. Przejściowo u chorych może wystąpić leukopenia i trombocytopenia oraz wzrost enzymów AST/ALT. W Polsce, w Narodowym Instytucie Zdrowia Publicznego – Państwowym Zakładzie Higieny, materiał genetyczny krętków *B. miyamotoi* metodą PCR i sekwencjonowaniem stwierdzono dotychczas u jednego chorego (opis przypadku w druku).

4. Podsumowanie

Czynnikiem etiologicznym gorączek powrotnych są różne gatunki krętków należących do rodzaju *Borrelia*. Zaliczane są one z jednej strony do nowych bądź nawracających chorób zagrażających człowiekowi (emerging, re-emerging diseases) z drugiej strony nadal należą do chorób zaniebawianych (neglected diseases). Przyszłe badania powinny obejmować ustalenie częstości ich występowania i rozpowszechnienia w różnych rejonach geograficznych. Opracowanie łatwej do wdrożenia diagnostyki będzie mieć kluczowe znaczenie dla dokładnego zbierania tych danych. Obecnie diagnostyka opiera się głównie na wykrywaniu DNA krętków metodami PCR lub Real time-PCR. Nie są dostępne komercyjne testy określające poziom swoistych przeciwciał. Badania kliniczne, epidemiologiczne i ekologiczne, w tym rola rezerwuaru zwierzęcego lub wektora (kleszcze i wszy), pozwolą na zidentyfikowanie możliwości zapobiegania tym zakażeniom, gdyż dotychczas nie wyprodukowano skutecznej szczepionki.

Piśmiennictwo

1. Barbour A.G.: Phylogeny of a relapsing fever *Borrelia* species transmitted by the hard tick *Ixodes scapularis*. *Infect. Genet. Evol.* 27, 551–558 (2014)
2. Barbour A.G., Miller S.C.: Genome sequence of *Borrelia parkeri*, an agent of enzootic relapsing fever in Western North America. *Infect. Genet. Evol.* 2, 14 (2014)
3. Castilla-Guerra L., Martin-Martin J., Colmenero-Camacho M.A.: Tick-borne relapsing fever, Southern Spain, 204–2015. *Emerg. Infect. Dis.* 22, 2217–2219 (2016)
4. Christensen A.M., Pietralczyk E., Lopez J.E., Brooks C., Schriener M.E., Wozniak E., Stermole B.: Diagnosis and management of *Borrelia turicatae* infection in febrile soldier, Texas, USA. *Emerg. Infect. Dis.* 5, 883–884 (2017)
5. Cutler S.J., Ruzic-Sabljic E., Podkonjak A.: Emerging borreliae – expanding beyond Lyme borreliosis. *Mol. Cell. Probes.* 31, 23–27 (2017)
6. Cutler S.J., Moss J., Fukunaga M., Wright D.J.M., Fekade D., Warrell D.: *Borrelia recurrentis* characterization and comparison with relapsing-fever, Lyme – associated, and other *Borrelia* spp. *Int. J. Syst. Bacteriol.* 47, 958–968 (1997)
7. Elbir H., Fotso-Fotso A., Diatta G., Trape J.F., Armathau C., Renaud F., Durand P.: Ubiquitous bacteria *Borrelia crociduræ* in Western African ticks *Ornithodoros sonrai*. *Parasit. Vectors.* 8, 477 (2015)

8. Evans N.J., Bown K., Timofte D., Simpson V.R., Birtles R.J.: Fatal borreliosis in bat caused by relapsing fever spirochete, United Kingdom. *Emerg. Infect. Dis.* **15**, 1331–1333 (2009)
9. Fiecek B., Chmielewski T., Tylewska-Wierzbanowska S.: *Borrelia miyamotoi* – new etiologic agent of neuroborreliosis. *Przegl. Epidemiol.* **71**, 531–538 (2017)
10. Fotso-Fotso A., Drancourt M.: Laboratory diagnosis of tick-borne African relapsing fevers: latest developments. *Front. Public. Health.* **3**, 251, (2015)
11. Fukunaga M., Takahashi Y., Tsuruta Y., Matsushita O., Ralph D., McClelland M., Nakao M.: Genetic and phylogenetic analysis of *Borrelia miyamotoi* sp. nov. isolated from the ixodid tick *Ixodes persulcatus*, the vector of Lyme disease in Japan. *Int. J. Syst. Bacteriol.* **45**, 804–810 (1995)
12. Henry R.: Etymology: *Borrelia miyamotoi*. *Emerg. Infect. Dis.* **20**, 1390 (2014)
13. Johnson Jr. W.D.: *Borrelia* species (Relapsing fever) (w) Principles and Practice of Infectious Diseases, red. Mandell G.L., Douglas R.G., Bennett J.E., Churchill Livingstone Inc., New York, 1995, s. 2141–2143
14. Jordan B.E., Onks K.R., Hamilton S.W., Hayslette S.E., Wright S.M.: Detection of *Borrelia burgdorferi* and *Borrelia lonestari* in birds in Tennessee. *J. Med. Entomol.* **46**, 131–138 (2009)
15. Koetsveld J., Draga R.O.P., Wagemakers A., Manger A., Oei A., Visser C.E., Hovius J.W.: *In vitro* susceptibility of the relapsing fever spirochete *Borrelia miyamotoi* to antimicrobial agents. *Antimicrob. Agents. Chemother.* DOI:10.1128/AAC.00535-17 (2017)
16. Krause P.J., Fish D., Narasimhan S., Barbour A.G.: *Borrelia miyamotoi* infection in nature and in humans. *Clin. Microbiol. Infect.* **7**, 631–639 (2015)
17. Kumsa B., Socolovschi C., Raoult D., Parola P.: New *Borrelia* species detected in ixodid ticks in Oromia, Ethiopia. *Ticks. Tick. Borne. Dis.* **6**, 401–407 (2015)
18. Lee J.K., Smith W.C., McIntosh C., Ferrari F.G., Moore-Henderson B., Varela-Stokes A.: Detection of a *Borrelia* species in questing Gulf Coast ticks, *Amblyomma maculatum*. *Ticks. Tick. Borne. Dis.* **5**, 449–452 (2014)
19. Leen I., Bruynseels P., Mukandi B.K., van Oort M., van den Akken M.: A 13-year old girl with pancytopenia at the presentation of a *Borrelia hispanica* infection: a case report and review of the literature. *J. Medical. Case. Reports.* **11**, 51 (2017)
20. Magnarelli L.A., Anderson J.F., Johnson R.C.: Cross-reactivity in serological tests for Lyme disease and other spirochetal infections. *J. Infect. Dis.* **156**, 183–188 (1987)
21. McCoy B.N., Maiga O., Schwan T.G.: Detection of *Borrelia theileri* in *Rhipicephalus geigy* from Mali. *Ticks. Tick. Borne. Dis.* **5**, 401–403 (2014)
22. McDowell J.V., Tran E., Hamilton D., Wolfgang J., Miller K., Marconi R.T.: Analysis of the ability of spirochete species associated with relapsing fever, avian borreliosis, and epizootic bovine abortion to bind factor H and cleave C3b. *J. Clin. Microbiol.* **41**, 3905–3910 (2003)
23. Nunes M., Parreira R., Maia C., Lopes N., Fingerle V., Vieira M.L.: Molecular identification of *Borrelia* genus in questing hard ticks from Portugal: phylogenetic characterization of two novel relapsing fever-like *Borrelia* sp. *Infect. Genet. Evol.* **40**, 266–274 (2016)
24. Platonov A.E., Karan L.S., Kolyasnikova N.M., Makhneva N.A., Toporkova M.G., Maleev V.V., Fish D., Krause P.J.: Humans infected with relapsing fever spirochete *Borrelia miyamotoi*, Russia. *Emerg. Infect. Dis.* **17**, 1816–1823 (2011)
25. Sarksyian D.S., Maleev V.V., Platonov A.E., Platonova O.V., Karan L.S.: Relapsing (recurrent) disease caused by *Borrelia miyamotoi*. *Ter. Arkh.* **87**, 18–25 (2015)
26. Schwan T., Anderson J.M., Lopez J.E., Fischer R.J., Raffel S.J., McCoy B.N., Safronetz D., Sogoba N., Maiga O., Traore S.F.: Endemic foci of the tick-borne relapsing fever spirochete *Borrelia crocidurae* in Mali, West Africa, and the potential for human infection. *Plos Negl. Trop. Dis.* **6**, 11 (2012)
27. Socolovschi C., Tahar Kernif T., Didier Raoult D., Philippe Parola P.: *Borrelia*, *Rickettsia*, and *Ehrlichia* Species in Bat Ticks, France, 2010. *Emerg. Infect. Dis.* **18**, 1966–1975 (2012)
28. Toledo A., Monzón J.D., Coleman J.L., Garcia-Monco J.C., Benach J.L.: Hypercholesterolemia and ApoE deficiency result in severe infection with Lyme disease and relapsing-fever *Borrelia*. *Proc. Natl. Acad. Sci. USA*, **112**, 5491–5496 (2015)
29. Wagemakers A., Staarink P.J., Sprong H., Hovius J.W.: *Borrelia miyamotoi*: a widespread tick-borne relapsing fever spirochete. *Trends. Parasitol.* **31**, 260–269 (2015)
30. Wang G., Schwartz I.: Genus II. *Borrelia* Swellengrebel 1907, (w) Bergey's Manual of Systematic Bacteriology, red. Goodfellow M., Kampf P., Chun J., De Vos P., Rainey F.A., Whitman W.B., Springer, New York, 2011, s. 484–498
31. Wilder H.K., Wozniak E., Huddleston E., Tata S.R., Fitzkee N.C., Lopez J.E.: Case report: a retrospective serological analysis indicating human exposure to tick-borne relapsing fever spirochetes in Texas. *Plos Negl. Trop. Dis.* DOI:10.1371/journal.pntd.0003617 (2015)