

Fish and human mycobacterioses caused by *Mycobacterium marinum* and other nontuberculous mycobacteria

Antychowicz J., Lipiec M.¹, Pękala A.²,
Department of Microbiology¹, Department of Fish
Diseases², National Veterinary Research Institute
in Pulawy

The aim of this paper is to present the current information concerning mycobacterioses in fish and man. Also the results of authors' studies are introduced and discussed. Nontuberculous mycobacteria (NTM), especially *M. marinum*, are often the causative agents of warm water aquarium fish infections and sporadically could also affect the man. Typically, the infections may most often appear in aquarists and in swimming pool users. The knowledge about NTM infections in humans is rather scant, diagnostic procedures overdue and therapy long and difficult. The authors suggest that aquarium fish infected with *M. marinum* should be medicated with the combination of rifampin and isoniazid to prevent spreading the disease to the whole fish population and to the humans. It was also concluded that marketed tropical aquarium fishes should be eventually certified as free from mycobacteriosis.

Keywords: aquarium fish, mycobacteriosis, diagnosis, treatment, control.

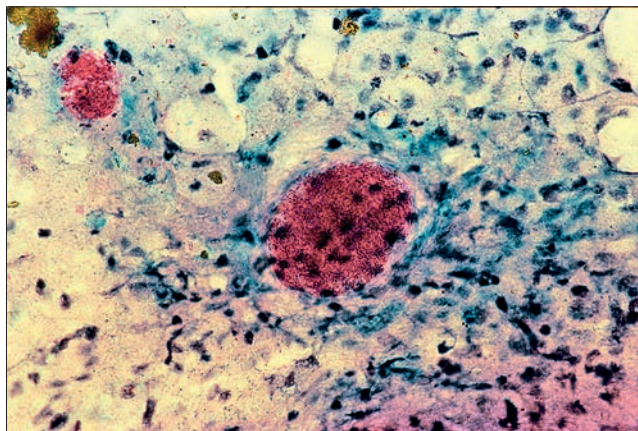
Mykobakteriozy ryb i ludzi wywoływane przez *Mycobacterium marinum* i inne prątki niegruźlicze

Jerzy Antychowicz, Marek Lipiec¹, Agnieszka Pękala²

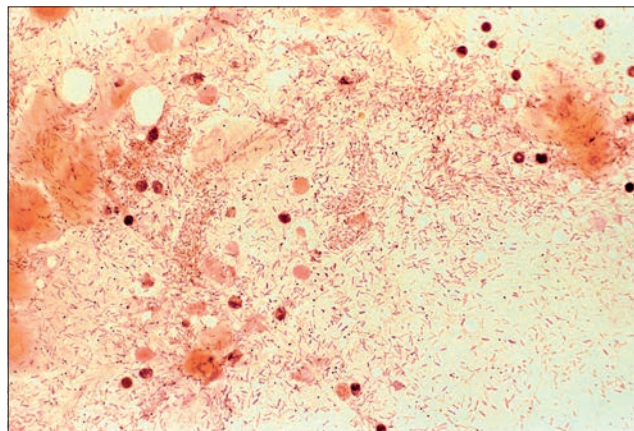
z Zakładu Mikrobiologii¹ oraz Zakładu Chorób Ryb² Państwowego Instytutu Weterynaryjnego – Państwowego Instytutu Badawczego w Puławach

Mycobacterium marinum, *M. fortuitum* i *M. chelonae* zalicza się do grupy prątków niegruźliczych (nontuberculous mycobacteria – NTM). *Mycobacterium marinum* jest wolno rosnącym prątkiem chromogennym, natomiast *M. fortuitum* i *M. chelonae* należą do szybko rosnących prątków niechromogennych (1, 2, 3). Prątki niegruźlicze drobnoustrojami najczęściej o wysmukłym kształcie (do 5 µm długości), nieruchliwymi i kwasoopornymi, odporne są na odbarwienie kwaśnym alkoholem w barwieniu metodą Ziehl-Neelsena. Są szeroko rozpowszechnione w różnych środowiskach naturalnych (4). W Europie i w Stanach Zjednoczonych Ameryki jednym z najbardziej rozpowszechnionych prątków niegruźliczych jest *M. marinum* (ryc. 1, 2). Bakteria ta występuje szczególnie często na obszarach znajdujących się

w pobliżu akwenów i w wodzie. Można ją wyizolować z wody morskiej i śródlądowej, a nawet z głębinowych wód kopalnianych (5) oraz od ryb morskich i słodkowodnych. Według Gang i wsp. (3) *M. marinum* może przez dłuższy czas utrzymywać się w środowisku wodnym, a w określonych, niekorzystnych dla gospodarzy warunkach wywołuje u niego zakażenie. Na mykobakteriozę chorują ryby i płazy, a niekiedy również człowiek (1, 6, 7). Najnowsze badania wykazały, że bakterie te występują w postaci różnych odmian genotypowych, wywołujących niekiedy różne objawy kliniczne. Badania przeprowadzone w USA (8) wykazały, że u izolatów *M. marinum* pochodzących z różnych rejonów kraju występować mogą istotne różnice genotypowe. Nie udało się wówczas wykazać związku przyczynowego między określonym



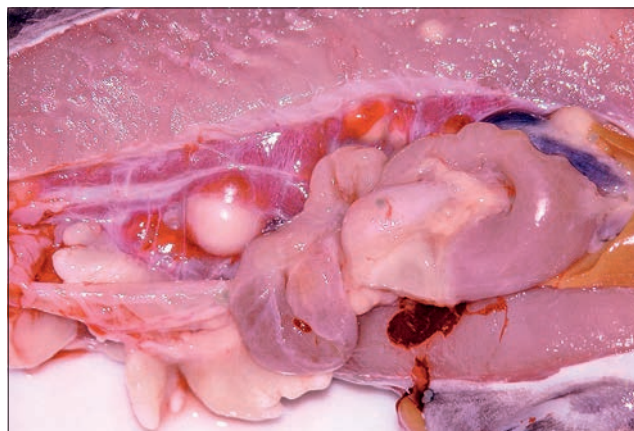
Ryc. 1. Skupisko *Mycobacterium marinum* w tkankach ryby akwariowej, barwienie metodą Ziehl-Neelsena



Ryc. 2. Rozsiane *M. marinum* w rozmazie ze śledziny ryby akwariowej, barwienie metodą Ziehl-Neelsena



Ryc. 3. Ubytki skóry i znaczne wychudzenie u sumów afrykańskich (*Clarias gariepinus*) chorych na mykobakteriozę – fotografia przyżyciowa



Ryc. 4. Guzki na otrzewnej i w mięśniach u suma afrykańskiego (*Clarias gariepinus*) chorego na mykobakteriozę

genotypem mykobakterii a ich patogennością. Obecnie uważa się, że różne genotypy *M. marinum* zawierają swoiste zestawy czynników wirulencji warunkujących zakażenia u różnych gospodarzy, czyli gatunków zwierząt wrażliwych na zakażenie (9).

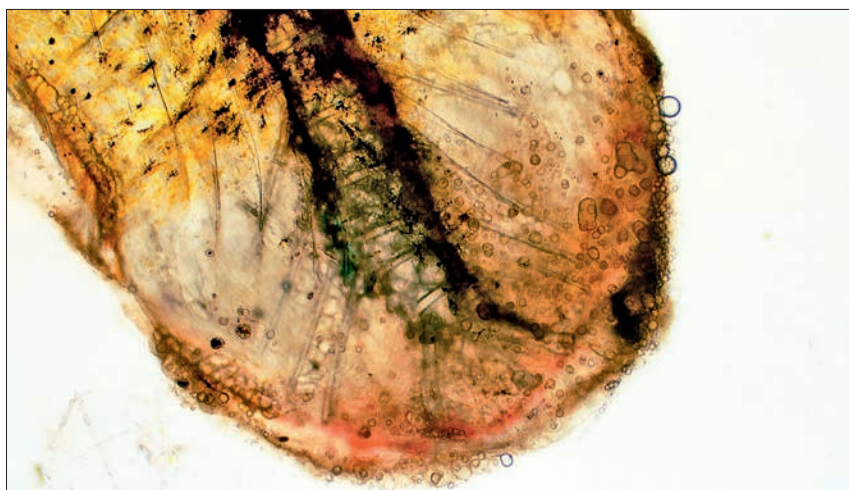
Mykobakterioza ryb

Mycobacterium marinum, rzadziej *M. fortuitum* i *M. abscessus* mogą być czynnikami etiologicznymi mykobakterioz ryb. Prątki *M. marinum* występują u ryb należących do ponad 150 gatunków. Mykobakterioza wywołwana przez te bakterie występuje najczęściej u tropikalnych ryb akwariowych należących do następujących rodzin: karpiołate, żyworodne, labiryntowe, pielęgnicowate i kłasczowate. Z naszej wieloletniej praktyki wynika, że mykobakterioza jest najgroźniejszą i najczęściej występującą chorobą zakaźną ryb akwariowych. Badając ryby przeznaczone do konsumpcji, stwierdzaliśmy kilkakrotnie mykobakteriozę jedynie u suma afrykańskiego (*Clarias gariepinus*; ryc. 3, 4). Ryby te pochodzą z polskich „superintensywnych hodowli basenowych” (10). W Izraelu, jak podają Ucko i Colorni (7), zakażenia *M. marinum* stwierdzano u różnych gatunków ryb słodkowodnych

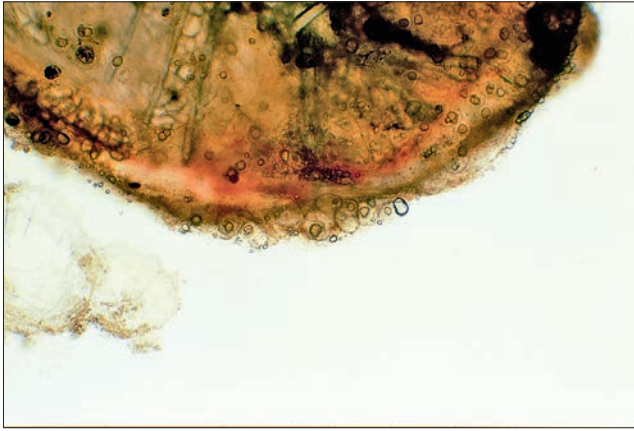
i morskich wolno żyjących, jak i hodowlanych, w tym m.in. u karpia koi (*Cyprinus carpio*), węzogłów (*Channa striata*), okoni morskich (*Dicentrarchus labrax*), a także żółwi szylkretowych (*Eretmochelys imbricata*). W dostępnym piśmiennictwie brak jest danych odnośnie do mykobakteriozy u ryb dzikich i hodowlanych w Polsce, aczkolwiek panuje pogląd, że łosoś, karp, sandacz, węgorz i sum europejski wykazują pewną wrażliwość na zakażenie mykobakteriami.

Objawy kliniczne i zmiany anatomopatologiczne

U chorych ryb stwierdza się zazwyczaj postępujące wychudzenie, otwarte wrzody na powłokach zewnętrznych, a w powłokach wewnętrznych i narządach wewnętrznych guzki bardzo różnej wielkości (makroskopowe i mikroskopowe) oraz różnego kształtu guzki (ryc. 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11). Stwierdza się je najczęściej



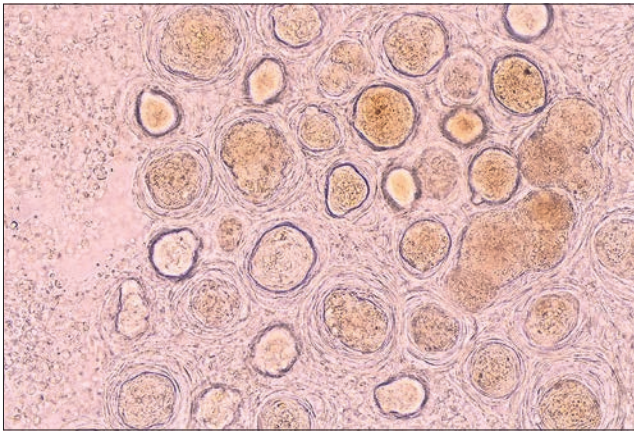
Ryc. 5. Guzki na resztkach zniszczonej przez *M. marinum* płetwy ogonowej ryby akwariowej gurami – fotografia przyżyciowa



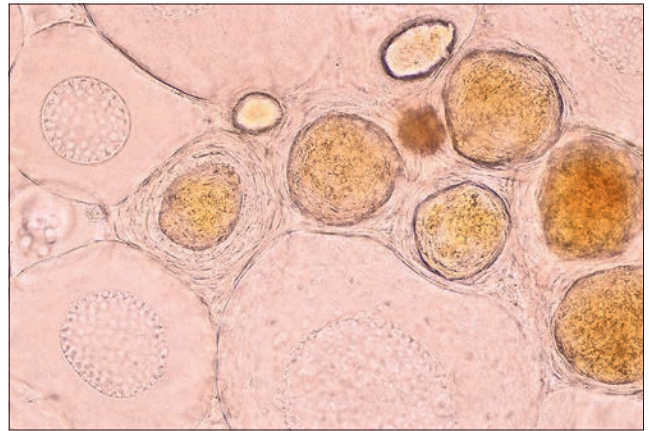
Ryc. 6. Guzki na resztkach zniszczonej przez *M. marinum* płetwy ogonowej ryby akwariowej gurami – fotografia przyżyciowa



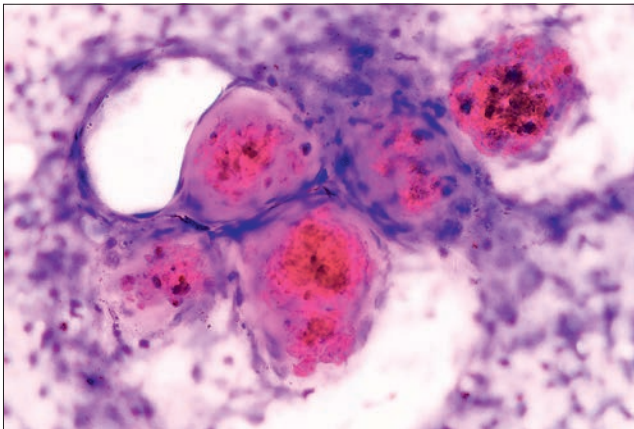
Ryc. 7. Guzki *M. marinum* w obwodowej części płetwy ogonowej ryby akwariowej – fotografia przyżyciowa



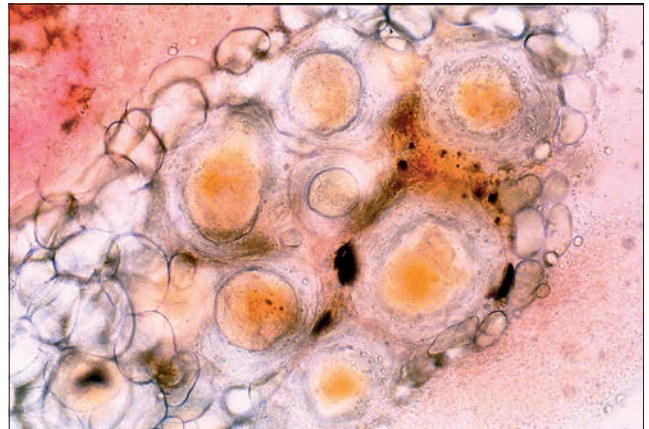
Ryc. 8. Guzki *M. marinum* w nerce ryby akwariowej – preparat niebarwiony



Ryc. 9. Mikroskopowe guzki *M. marinum* w jajniku ryby akwariowej; w lewej i dolnej części fotografii trzy niezniszczone komórki jajowe



Ryc. 10. Komórki jajowe ryby akwariowej zarażonej *M. marinum* – barwienie metodą Ziehl-Neelsena



Ryc. 11. Mikroskopowe guzki *M. marinum* w tłuszczu otrzewnym ryby akwariowej – preparat niebarwiony

w nerkach, śledzionie i wątrobie, niekiedy również w płetwach, skórze, gonadach, sercu, mięśniach i skrzelach. U niektórych ryb może wystąpić wytrzeszcz gałek ocznych, ubytki skóry, nastroszenie łusek, wzdęcie jamy ciała, ubytki płetw i deformacja kręgosłupa. W niektórych przypadkach ryby sną, nie wykazując wyraźnych objawów klinicznych. W związku z tym przy każdym trudnym do wytłumaczenia śnięciu ryb w akwarium należy podejrzewać mykobakteriozę i przeprowadzić

badanie w tym kierunku. Warto również przeprowadzić analizę roli pasożytów towarzyszących mykobakteriozie. W badaniach własnych stwierdzaliśmy kilkakrotnie, że w sąsiedztwie guzków występujących w ścianie jelit występują znaczne ilości nicieni *Capilaria* spp.

Źródła i drogi zakażenia u ryb

Zwykle do zakażenia hodowli dochodzi wskutek zakupu ryb chorych, ale

niewykazujących objawów. Zakażenie akwariów, w tym podłoża roślin, innych zwierząt i sprzętów jest permanentne i długotrwałe. Źródłami zakażeń mykobakteriami dla ryb zdrowych są przede wszystkim: ryby chore, osady denne i zalegające, między innymi w filtrze, odchody, szczątki pokarmu oraz zakażony pokarm. Ryby zakażają się przez kontakt bezpośredni, za pośrednictwem wody, transowaryjnie oraz po spożyciu ryb chorych na mykobakteriozę.



Ryc. 12. Gupiki z populacji intensywnie, spontanicznie zakażonej *M. marinum* spożywające specjalnie przygotowaną i przyklejoną do szyby karmę zawierającą leki przeciwgruźlicze



Ryc. 13. Sytuacja z ryc. 12 po 10 minutach spożywania karmy przez ryby - widoczne znikające resztki karmy leczniczej

Czynniki usposabiające do wystąpienia mykobakteriozy u ryb akwariowych

Duże zagęszczenie ryb w akwarium, zły stan higieny i nieodpowiednie żywienie są warunkami sprzyjającymi do powstawania mykobakterioz u ryb, ale choroby te mogą występować również w dobrze prowadzonych hodowlach ryb, szczególnie jeżeli zakażenie nastąpiło wcześniej – u poprzedniego właściciela, a infekcja utrzymywała się u ryb w postaci bezobjawowego nosicielstwa. Nawrót mykobakteriozy może również być związany z nieskuteczną dezynfekcją zbiornika po likwidacji chorych ryb, a przed wprowadzeniem nowej obsady. Należy pamiętać, że bakterie są nie tylko w rybach, ale i w osadach dennych oraz złożach filtra, na roślinach i na różnych występujących w akwarium zwierzętach wodnych. Dezynfekcja jest szczególnie uciążliwa w dużych akwariach morskich o bogatym wyposażeniu i obsadzie różnych organizmów, nie tylko ryb.

Rozpoznanie

Guzki gruźlicze, będące reakcją organizmu na mykobakterie, jakie wniknęły do ciała ryby, często nie są widoczne gołym okiem. Stwierdzenie różnej wielkości guzków za pomocą mikroskopu w „preparatach gniecionych” sporządzonych z wycinków nerek, śledziony czy też innych narządów ryby, nawet bez barwienia, jest dobrą metodą stosowaną we wstępnym rozpoznawaniu mykobakteriozy. Stwierdzenie obecności drobnych, kwasoopornych pałeczek w patologicznych zmianach, m.in. w guzkach, barwionych metodą Ziehl-Neelsena potwierdza, że zachodzi duże prawdopodobieństwo zakażenia prątkami, najczęściej *M. marinum*. Ostatecznym potwierdzeniem obecności któregoś z prątków u ryb jest jednak dopiero izolacja mykobakterii na specjalnych podłożach (np. Lowensteina-Jensena lub

Petragnianiego) i określenie gatunku wyodrębnionego szczepu. Do rozpoznania mykobakterii używa się obecnie najczęściej testów genotypowych, np. GenoType AS, CM.

Leczenie ryb i dezynfekcja zakażonych akwariów i sprzętu

Powszechnie uważa się, że mykobakterioza ryb jest chorobą nieuleczalną, a zakażoną populację ryb powinno się eliminować z dalszej hodowli. Nosicielstwo *Mycobacterium marinum* jest u ryb akwariowych bardzo rozpowszechnione, zachodzi więc duże prawdopodobieństwo, że po wprowadzeniu nowych ryb i po upływie pewnego czasu choroba pojawi się u ryb-nosicieli w postaci klinicznej, stwarzając zagrożenie dla pozostałych ryb i dla ludzi obsługujących akwarium. Biorąc te wszystkie czynniki pod uwagę, uważamy, że nie należy rezygnować z prób „leczenia populacji ryb” w zakażonym przez mykobakterie akwarium, a szczególnie z prób zapobiegania rozprzestrzeniania się tej bakterii w całej populacji zasiedlających go ryb. Przed terapią należy przeprowadzić dokładne mycie i czyszczenie akwarium oraz montaż nowego silnego filtra. Warunki fizykochemiczne wody akwariowej powinny być cały czas optymalne dla ryb określonego gatunku, a karma dla nich odpowiednia. Wiadomo, że rezultaty leczenia czy też profilaktyki zależą w dużym stopniu nie tylko od wyboru preparatu, ale od sposobu jego podania i czasu stosowania. Terapeutyk powinien działać na bakterie znajdujące się w rybach oraz występujące w środowisku wodnym akwarium. Jeżeli wyleczenie wszystkich znajdujących się w akwarium ryb jest niemożliwe, to terapia może w znacznym stopniu ograniczyć śmiertelność występującą w skali populacji i zmniejszyć prawdopodobieństwo zakażenia się ludzi obsługujących

akwarium. Stosowanie leków antybakteryjnych do wody eliminuje mykobakterie ze środowiska oraz zapobiega przenikaniu ich z wody przez skrzel, skórę i przewód pokarmowy do organizmu zdrowych ryb.

Do prób leczenia mykobakteriozy używano najczęściej terapeutyków, takich jak: oksytetracyklina, kanamycyna, streptomycyna, izoniazyd i rimfapicyna. Wyniki leczenia nie były zawsze jednoznaczne, co wskazuje na to, że bakterie znajdujące się w głębi tkanek ryby są trudno dostępne dla terapeutyków, a oprócz tego są one zabezpieczone przed działaniem czynników zewnętrznych w związku z unikalną budową ściany komórkowej, o zawartości nawet do 25% wosków.

Próby zahamowania rozwoju mykobakteriozy w populacji gupików za pomocą równoczesnego stosowania rifampicyny i izoniazidu w karmie i do wody dały bardzo zachęcające rezultaty. Oddana do naszej zachęcy populacja ryb od przeszło 15 lat była zakażona *Mycobacterium marinum* i groziło jej całkowite wymarcie z powodu tego zakażenia. W pewnym okresie, pomimo zachowanej u pewnego procentu gupików wysokiej rozrodczości, więcej ryb ginęło z powodu mykobakteriozy niż się rodziło. Po trzykrotnym w ciągu miesiąca zastosowaniu rifampicyny i izoniazidu w karmie i do wody śnięcia niemal ustały, a populacja zaczęła się powiększać, osiągając liczbę z 25 do ponad 200 ryb. **Ryciny 12 i 13** przedstawiają pobieranie przez gupiki karmy zawierającej leki. Celem zabiegu było głównie zahamowanie rozprzestrzeniania się mykobakterii na całą populację ryb znajdujących się w akwarium. W przypadku gdy poszczególne ryby wykazują nasilone objawy kliniczne i wyraźne zmiany anatomopatologiczne należy wybiórczo przeprowadzić ich likwidację. Do dezynfekcji akwarium, po usunięciu całej obsady, najczęściej stosuje się: nadmanganian potasu, chloraminę i 2% aldehyd glutarowy.

Mykobakterioza u ludzi

Niegruźlicze prątki, w tym *M. marinum*, stanowią szczególne zagrożenie dla ludzi o osłabionym układzie odpornościowym, powodując u nich, uogólnione, a nawet śmiertelne zakażenie (11). Niektóre szczepy mykobakterii mogą niekiedy wywołać chorobę również u ludzi posiadających sprawny układ immunologiczny.

Objawy kliniczne i zmiany patologiczne u ludzi

U ludzi mykobakterioza na tle zakażenia *M. marinum* i innymi prątkami występującymi u ryb najczęściej objawia się w postaci trudno gojących się zmian zapalnych i ubytków skóry zwykle nieustępujących po zastosowaniu konwencjonalnych preparatów leczniczych (ryc. 14). W większości przypadków proces chorobowy jest bardzo powolny, ale niekiedy choroba rozwija się szybko. Według Lee i wsp. (12) prątki niegruźlicze wywołują nie tylko zmiany skórne, ale również chorobę płuc, zapalenie węzłów chłonnych, rzadziej zakażenie układu kostnego. Slany i wsp. (13) opisali przypadek źle leczonej mykobakteriozy stawów, która przekształciła się w uogólnioną mykobakteriozę kości i jąder. Według Aubury i wsp. (14) około 1/3 zbyt późno rozpoznanych przypadków prowadzi do zakażenia głębiej położonych tkanek, kaletki i kości. Johnson i Stout (15) podkreślają długi, bo ponad 3,5 miesiąca, średni czas upływający pomiędzy pojawieniem się objawów zakażenia a prawidłowym rozpoznaniem. Zwracają oni również uwagę na długi – ponad 5 miesięcy – czas leczenia zakażenia. Proces chorobowy może rozprzestrzenić się w całym organizmie, powodując *tenosynowitis*, *arthritis* i *osteomyelitis*. Uważa się, że tylko niektóre genotypy *M. marinum* wywołują u ludzi zakażenia w głębszych tkankach. Układ immunologiczny człowieka nie jest bowiem w stanie poradzić sobie z niektórymi genotypami mykobakterii.



Źródła i drogi zakażenia

Uogólnione zakażenia tymi bakteriami notuje się najczęściej u ludzi o znacznie osłabionym układzie odpornościowym występującym niekiedy po operacji lub w przebiegu AIDS. Niewłaściwie leczona mykobakterioza skóry może po kilku tygodniach doprowadzić do rozwoju gruczolnych ziarniniaków. W jednym z opisanych przypadków mykobakteriozy o mało nie doszło do amputacji palca (12).

Ludzie zakażają się stosunkowo często *Mycobacterium marinum* podczas czyszczenia akwarium, w którym przebywają ryby będące nosicielami tej bakterii lub ryby chore na mykobakteriozę. Potwierdzeniem tego były badania Slany i wsp. (13), które wykazały, że profile VNTR (variable number of tandem repeats), czyli zmiennej liczby powtórzeń miejsc tandemowych w genomach zawierających powtarzające się motywy nukleotydów ACTACTACTACT... izolatów tej bakterii pochodzących od ryb akwariowych i od chorujących na mykobakteriozę ich właścicieli, były identyczne.

Mykobakteriozę skóry u ludzi należy podejrzewać szczególnie, jeżeli pacjent miał często do czynienia z akwarium lub z publicznym basenem kąpielowym. Szczególne niebezpieczeństwo zakażenia się *Mycobacterium marinum* występuje, jeżeli skóra rąk lub nóg jest uszkodzona. Początkowo zakażenie ma charakter miejscowy. Po zakażeniu się w basenie kąpielowym zmiany pojawiają się na kolanach i łokciach, natomiast gdy do zakażenia doszło w trakcie czyszczenia akwarium – na palcach i rękach (ryc. 14). Po ukłuciu ręki kolcem ryby lub ostrym promieniem jej płetwy czy też po ukąszeniu przez rybę, gdy bakteria dostanie się do krwiobiegu człowieka, mogą wystąpić objawy zapalenia stawów. Mykobakteriozą można zakazić się również za pośrednictwem przedmiotów używanych do czyszczenia zbiorników, w których hodowane są ryby tropikalne.

Jeden z hodowców ryb akwariowych dopiero po przypadkowym kontakcie



z nami dowiedział się, że od wielu miesięcy ma źle leczoną mykobakteriozę skóry. W przypadku braku natychmiastowego leczenia miejscowego i uogólnienia się zakażenia jedynym sposobem terapii jest stosowanie iniekcji odpowiednich antybiotyków. Kuracja może trwać ponad trzy miesiące.

Rozpoznanie

Van Ingen (16) podkreśla, że prawidłowa i szybka diagnostyka zakażeń wywołanych przez prątki niegruźlicze u ludzi wymaga zazwyczaj ściślej współpracy lekarzy różnych specjalności, głównie klinicystów, radiologów i mikrobiologów. Izolacja i hodowla *M. marinum* jest standardową metodą identyfikacji mykobakterii u ludzi. Należy jednak liczyć się z tym, że tą metodą wykrywa się tylko 70–80% przypadków choroby. W temperaturze 25–32°C bakterie te rosną 7–21 dni. Jeżeli hodowla nie powiedzie się, ale okoliczności i objawy kliniczne wskazują na mykobakteriozę, wówczas należy rozważyć stosowanie terapii, szczególnie jeżeli biopsja wykaże obecność kwasoodpornych bakterii w pobranym wycinku tkanki. Metoda PCR jest stosowana szeroko w rozpoznawaniu choroby, jednak zwykle w połączeniu z innymi, tradycyjnymi metodami diagnostycznymi (17). Warto wiedzieć, że podczas przeprowadzania manipulacji w akwarium można się również zakazić bakteriami rodzaju *Vibrio*.

Podsumowanie

Wiele lat światowych badań diagnostycznych wskazuje, że częstotliwość występowania mykobakteriozy u ryb akwariowych i ludzi na świecie nie maleje, a mykobakterioza stanowi stałe zagrożenie szczególnie dla dzieci i osób dorosłych zajmujących się akwarystyką bez stosowania odpowiednich zabezpieczeń odsłoniętych części rąk. Leczenie zakażeń mykobakteriami jest trudne i długotrwałe zarówno u ludzi, jak i ryb. Na szczęście mykobakterioza ludzi mająca



Ryc. 14. Podejrzenie zakażenia *M. marinum* u akwarysty, u którego stwierdzono zmiany ziarniniakowe typowe dla mykobakteriozy i którego ryby od dłuższego czasu chorowały na zakażenie *M. marinum*

źródło u chorych na tę chorobę ryb czy też w wodzie i osadach dennych w akwarium występuje stosunkowo rzadko i można się jej ustrzec, stosując odpowiednie środki ochronne. Coraz częściej wyrażany jest pogląd, że osoby zajmujące się handlem rybami ozdobnymi powinny każdorazowo ostrzegać klientów o zagrożeniach związanych z mykobakteriozą, a nawet prowadzić sprzedaż odpowiednich, długich, szczelnych i nieprzemakalnych, gumowych rękawic chroniących przed kontaktem skóry rąk z mykobakteriami podczas czyszczenia akwarium. Celowe wydaje się również wprowadzenie certyfikacji dużych komercyjnych hodowli ryb akwariowych jako wolnych od zakażeń prątkami kwasoopornymi.

Piśmiennictwo

1. Fabroni C., Buggiani G., Lotti T.: Therapy of environmental mycobacterial infections. *Dermatol. Ther.* 2008, **21**, 162–166.
2. Runyon E.H.: Anonymus mycobacteria in pulmonary diseases. *Med. Clin. North. Am.* 1959, **43**, 273–290.
3. Gang S., Chao Ch., Ling L., Xiaohong G., Xueyuan L., Feng P., Jian M., Qian G.: Discriminatory potential of a novel set of variable number of tandem repeats for genotyping *Mycobacterium marinum*. *Vet. Microbiol.* 2011, **152**, 200–204.
4. Dodiuk-Gad R., Dayachenko P., Ziv M., Shani-Adir A., Oren Y., Mendelovici S., Shafer J., Chazan B., Raz R., Keness Y., Rozenman D.: Nontuberculous mycobacterial infections of the skin: a retrospective study of 25 cases. *J. Am. Acad. Dermatol.* 2007, **57**, 413–420.
5. Huaman M.A., Ribes J.A., Lohr K.M., Evans M.E.: Mycobacterium marinum Infection after exposure to coal mine water. *Open Forum Infect Dis.* 2015.3(1)205.
6. Petrini B.: *Mycobacterium marinum*: ubiquitous agent of waterborne granulomatous skin infections. *Eur. J. Clin. Microbiol. Infect. Dis.* 2006, **25**, 609–613.
7. Ucko M., Colorni A.: *Mycobacterium marinum* Infections in Fish and Humans in Israel. *J. Clin. Microbiol.* 2005, **43**(2), 892–895.
8. Clemons B.M.: *Strain typing Mycobacterium marinum from outbreaks at zebrafish research facilities*. Syracuse NY, 2015. Honors Theses 59.
9. Weerdenburg E.M., Abdallah A.M., Rangkuti F., Abd El Ghany M., Otto T.D., Adroub S.A., Molenaar D., Ummels R., Ter Veen K., van Stempvoort G., van der Sar A.M., Ali S., Langridge G.C., Thomson N.R., Pain A., Bitter W.: Genome-wide transposon mutagenesis indicates that *Mycobacterium marinum* customizes its virulence mechanisms for survival and replication in different hosts. *Infect Immun.* 2015, **83**, 1778–1788.
10. Antychowicz J., Lipiec M., Matusiewicz J.: Infection of African catfish (*Clarias gariepinus*) in an intensive culture facility *Mycobacterium marinum*. *Bull. Eur. Ass. Fish Path.* 2003, **232**, 60–66.
11. Kishihara Y., Nakashima K., Nukina H., Hayashi J., Kashiwagi S.: Two cases of acquired immunodeficiency syndrome with disseminated non-tuberculous mycobacterial infection *Kansenshogaku Zasshi.* 1993, **67**, 1223–1227.
12. Lee W.J., Kang S.M., Sung H., Won C.H., Chang S.E., Lee M.W., Kim N.M., Choi J.M., Moon K.C.: Nontuberculous mycobacterial infections of the skin: a retrospective study of 29 cases. *J. Dermatol.* 2010, **37**, 965–972.
13. Slany M., Jezek P., Bodnarowa M.: Fish tank granuloma caused by *Mycobacterium marinum* in two aquarists: two case reports. *Bio. Med. Research International.* 2013, Article ID 161329.
14. Aubury A., Chosidow O., Caumes E., Robert J., Cambau E.: Sixty– three cases of *Mycobacterium marinum* infection: clinical features, treatment, and antibiotic susceptibility of causative isolates. *Arch. Intern. Med.* 2002, **162**, 1746–1752.
15. Johnson M.G., Stout J.E.: Twenty-eight cases of *Mycobacterium marinum* infection: retrospective case series and literature review. *Infection* 2015, **43**, 655–662.
16. Van Ingen J.: Diagnosis of nontuberculous mycobacterial infections. *Semin Resp. Crit Care Med.* 2013, **34**, 103–109.
17. Bonamonte D., De Vito D., Vestita M., Delvecchio S., Rannieri L.D., Santantonio M., Angelini G.: Aquarium-borne *Mycobacterium marinum* skin infection. Report of 15 cases and review of the literature. *Eur. J. Dermatol.* 2013, **23**, 510–516.