

Mykobakterie chorobotwórcze dla ryb i ludzi

JERZY ANTYCHOWICZ, MAREK LIPIEC*

Zakład Chorób Ryb, *Zakład Mikrobiologii Państwowego Instytutu Weterynaryjnego
– Państwowego Instytutu Badawczego, Al. Partyzantów 57, 24-100 Puławy

Antychowicz J., Lipiec M.

Mycobacteriaceae pathogenic for fish and human

Summary

A broad review of publications concerning Mycobacteriaceae occurring in fish and humans have been presented. The most recent findings on *Mycobacterium marinum*, *M. fortuitum* and *M. chelonae*, including author's original findings on *M. marinum*, were analysed. The characteristics of these bacteria, their pathogenicity and currently used therapeutic methods for mycobacteria affected fish and humans have also been described.

Keywords: Mycobacteriaceae, fish

Rodzina *Mycobacteriaceae* obejmuje jeden rodzaj – *Mycobacterium*, w którego obrębie wyróżnia się 54 gatunki bakteryjne występujące u ludzi i zwierząt. Od dawna stwierdzano u tropikalnych ryb morskich, hodowanych w akwarium, zmiany patologiczne podobne do tych, które powstają często w przebiegu gruźlicy ssaków. Udowodniono przy tym, że czynnikiem wywołującym te zmiany jest *Mycobacterium marinum*. Początkowo sądzono, że *M. marinum* występuje jedynie u ryb morskich (stąd nazwa gatunkowa *marinum*), wkrótce jednak pojawiły się doniesienia o izolacji tej bakterii od ryb bytujących w wodach śródlądowych. Obecność *M. marinum* zaczęto stwierdzać również u ludzi (6, 35). W ostatnim okresie udowodniono, że u ryb i ludzi występują oprócz *M. marinum* również *M. fortuitum* i *M. chelonae* (14). Wykazano przy tym, że bakterie te występować mogą w różnego typu zbiornikach wodnych, zarówno w wodzie, jak i osadach dennych.

M. marinum, *M. fortuitum* i *M. chelonae* różnią się od siebie szybkością wzrostu i wytwarzaniem lub brakiem wytwarzania ciemnożółtego barwnika pod wpływem światła, a także niektórymi cechami biochemicznymi (tab. 1).

Etiologia

Izolaty *M. marinum* stanowią jednolitą grupę bakterii, odrębną antygenowo od innych mykobakterii. *M. marinum* cechuje stosunkowo długi okres wzrostu, w temp. 25°C okres ten wynosi zwykle 3-4 tygodnie, niekiedy jednak nawet w niższej temperaturze (20-23°C) wzrost bakterii na podłożu Löwensteina-Jensena obserwuje się już po 7-14 dniach. Kolonie tej bakterii są gładkie, wilgotne lub szorstkie i suche. Inkubowane w ciemności nie wykazują obecności pigmentu, natomiast po umieszczeniu hodowli w świetle

nabierają cytrynowo-żółtego zabarwienia (są fotochromogenne).

Tab. 1. Podstawowe cechy różnicujące *M. chelonae*, *M. fortuitum* i *M. marinum*

Charakterystyka	<i>M. chelonae</i> *	<i>M. fortuitum</i> *	<i>M. marinum</i> *
Wzrost:			
Tempo wzrostu	szybkie	szybkie	powolne
W temp. 25°C	+	+	+
W temp. 37°C	-	+	-
W temp. 45°C	-	-	-
Pigmentacja	brak pigmentu	brak pigmentu	fotochromogen
Test niacynowy	-/+**	-	-
Enzymy:			
Arylsulfataza	+	+	d***
Katalaza	+	+	d***
Redukcja azotanów	-	+	-
Redukcja tellurynu potasu	+	+	-
Hydroliza Tween 80	d***	-/+	+
Ureaza	+	+	+
Nikotynamidaza	-	-	+
Pyrazynamidaza	+	+	+
Wzrost na podłożu Mc Conkeya	-	+	+
Pobór żelaza	nb	+	-
Rozkład cukrów	nb	+	-

Objaśnienia: * wybrane dane z podręcznika Bergey's Manual of Systematic Bacteriology, 1986, 2, 1435-1457 (37); ** większość szczepów jest ujemna; *** 11-89% szczepów jest dodatnia; nb – nie badano

Izolaty *M. fortuitum* stanowią również jednolitą antygenowo grupę, różniącą się wyraźnie od innych mykobakterii. Wzrost tych bakterii następuje stosunkowo szybko. W temperaturze pokojowej na podłożu BA lub BBL kolonie *M. fortuitum* są widoczne już po 5-7 dniach. Przy posiewie pierwotnym (bezpośrednio z tkanki chorej ryby) wzrost kolonii może przedłużyć się jednak do kilku tygodni.

W obrębie gatunku *M. chelonae* niektórzy badacze rozróżniają dwa podgatunki, a mianowicie *M. chelonae subsp. chelonae* i *M. chelonae subsp. abscessus* (34). Wzrost kolonii bakterii *M. chelonae* w temperaturze 15-22°C trwa zwykle do 5 tygodni (na podłożach BIA, TSA i AO), ale w niektórych przypadkach są one widoczne już po 7 dniach.

Kolonie *M. fortuitum* i *M. chelonae* są jasnokremowe lub jasnożółte i nie zmieniają zabarwienia pod wpływem światła (są niechromogenne). Bardzo stare hodowle *M. chelonae* mogą jednak przybierać kolor purpurowy.

M. fortuitum i *M. chelonae* w przeciwieństwie do *M. marinum* mają zdolność wzrostu na wybiórczym podłożu Mc Conkeya.

Występowanie

Nigrelli i Vogel (25) opublikowali listę 151 gatunków ryb wód śródlądowych i morskich, u których rozpoznano mykobakteriozę; przypuszcza się, że wszystkie ryby są wrażliwe na zakażenie prątkami. Najbardziej wrażliwe na infekcję są ryby akwariowe, ponieważ ciągły stres, który odczuwają, wówczas gdy hoduje się je w akwariach nieadekwatnych do ich potrzeb, wywołuje u nich zjawisko ciągłej immunosupresji. W poszczególnych populacjach ryb akwariowych, śródlądowych i morskich nosicielstwo prątków lub obecność klinicznej postaci mykobakteriozy notuje się często, z przypadków tych najczęściej izoluje się *M. marinum*, rzadziej *M. fortuitum*.

M. fortuitum występuje głównie u ryb wód śródlądowych, zarówno u ryb tropikalnych, jak i u ryb strefy umiarkowanej. Bakterie tę wyizolowano, między innymi, od takich popularnych ryb akwariowych, jak: neon innesa (*Hypessobrycon innesi*) (30), dyskowiec (*Symphysodon aquifaciatus*), gupik (*Pecillia reticulata*) (9), pielęgnica pawiooka (*Astronotus ocellatus*) i bojownik syjamski (*Betta splendens*) (27).

M. chelonae występuje głównie u zimnowodnych ryb łososiowatych, szczególnie u młodych osobników w okresie ich przebywania w wylęgarni. Obecność tej bakterii stwierdzano u łososia atlantyckiego (*Salmo salar*) (11) i turbota (*Scophthalmus maximus*) (2), ale również u niektórych ryb ozdobnych, np. u pielęgnicy meeki (*Cichlasoma meeki*) (21) i karasia ozdobnego (*Carassius auratus*) (28).

Antychowicz i wsp. (3) opisali przypadek mykobakteriozy u sumów afrykańskich (*Clarias gariepinus*) hodowanych do celów konsumpcyjnych (ryc. 1, 2) oraz liczne przypadki infekcji *Mycobacterium sp.* u ryb

akwariowych, np. u gurami (*Trichogaster trichopterus*) (ryc. 3). Sumy afrykańskie hodowano w obiekcie o zamkniętym obiegu wody podgrzewanej do temperatury 22-25°C. Ze zmian chorobowych charakterystycznych dla mykobakteriozy wym. autorzy wyizolowali *M. marinum* (ryc. 4) i wykluczyli równocześnie obecność innych czynników chorobotwórczych. W piśmiennictwie światowym brak było dotąd jakiegokolwiek wzmianki o przypadkach mykobakteriozy u sumów afrykańskich.

Infekcje atypowych mykobakterii, szczególnie *M. marinum*, stwierdza się dosyć często u ludzi. W samych tylko Stanach Zjednoczonych w latach 1993-1996 stwierdzono infekcje *M. marinum* u 635 pacjentów. Bakterie izolowano ze zmian skórnych i stawów, sporadycznie z krwi, limfy i płuc. Stwierdzono przy tym, że *M. marinum* występuje stosunkowo często u osób hobbystycznie zajmujących się hodowlą ryb akwariowych (22), a więc ryby oraz zakażone akwarie są tu niewątpliwie źródłem infekcji.

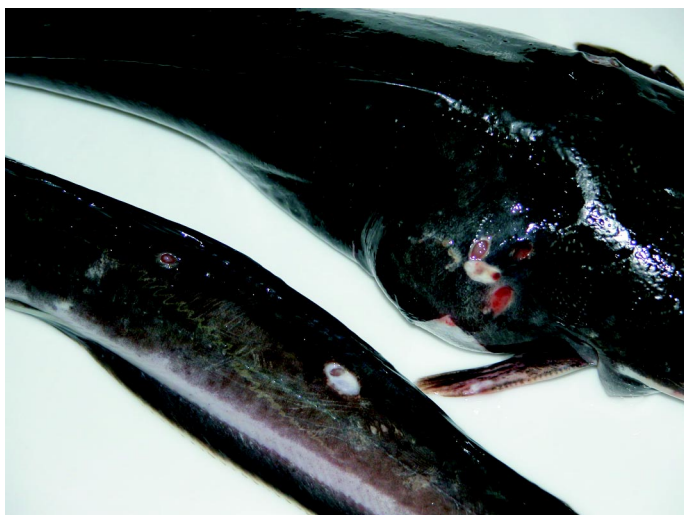
Z badań Butler i wsp. (12) przeprowadzonych w latach 1993-1996 wynika, że od ludzi znacznie częściej niż *M. marinum* izoluje się *M. fortuitum* (5601 przypadków) i *M. chelonae* (1789 przypadków). Obecność tych bakterii stwierdzano głównie w: skórze, kościach, płucach, gruczołach limfatycznych i w stawach, niekiedy w innych narządach wewnętrznych. W skórze bakterie te wywołują owrzodzenia lub zakażenia przyranne.

Przypuszcza się, że ryby nie są źródłem infekcji *M. chelonae* u ludzi, ponieważ izolaty tej bakterii pochodzące od ludzi mają zdolność wzrostu w temperaturze 37°C, natomiast uzyskane od ryb rosną w zakresie 20-30°C. Szczepy *M. chelonae* izolowane od ludzi różnią się ponadto od szczepów izolowanych od ryb właściwościami fenotypowymi.

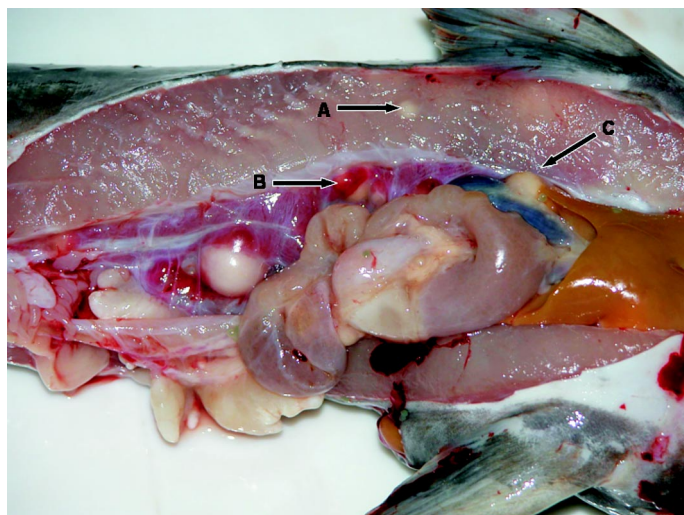
M. marinum, *M. fortuitum* i *M. chelonae* występują u ludzi zarówno w klimacie ciepłym, np. w Tajlandii (8), jak i w strefie umiarkowanej, a mianowicie w: Szwecji, Holandii, Belgii, Anglii (26), Francji (5), Szwajcarii (33), w Kanadzie (10) i USA (24). Początkowo uważano, że mykobakteriozy mogą występować jedynie u ludzi o obniżonej odporności, np. wskutek ciężkiej operacji lub infekcji HIV. Ostatnio stwierdzono jednak, że infekcje tymi prątkami występują także u ludzi, u których układ odpornościowy funkcjonuje normalnie (15).

Źródła i drogi zakażenia

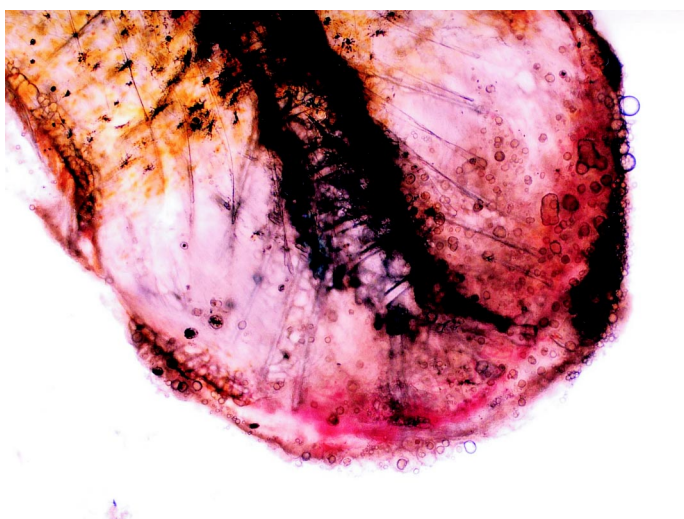
Źródłem zakażenia mykobakteriami dla ryb są inne chore ryby. Siewstwo bakterii do wody następuje przez otwarte zmiany skórne, wraz z moczem lub kałem. Ryby mogą zakażać się bezpośrednio przez kontakt z chorymi osobnikami. Źródłem zakażenia może być również środowisko wodne, ponieważ mykobakterie mogą występować przez dłuższy czas w wodzie i w osadach dennych. Według Reichenbach-Klinke (29), mykobakterie pochodzące od ryb mogą przeżyć w środowisku wodnym ponad 2 lata.



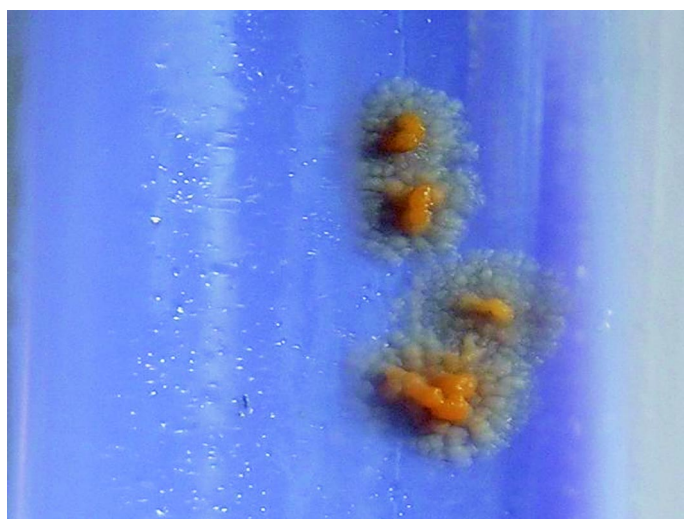
Ryc. 1. Zmiany patologiczne wywołane przez *M. marinum* u suma afrykańskiego: powiększenie jamy ciała, ubytki skóry i mięśni



Ryc. 2. Zmiany patologiczne wywołane przez *M. marinum* u suma afrykańskiego guzki różnej wielkości w mięśniach – A, w nerkach – B, w wątrobie – C



Ryc. 3. Zmiany wywołane przez *Mycobacterium sp.* u gurami. Liczne guzki w mięśniach ogona, zanik płetwy ogonowej



Ryc. 4. Kolonie *M. marinum* na podłożu Stonebrinka (temp. inkubacji 25°C, czas inkubacji 30 dni, średnica kolonii około 3 mm)

Mykobakterie wnikają do ciała ryb poprzez mechanicznie uszkodzoną skórę i skrzela. Ryby mogą zakażać się również podczas pobierania pokarmu zanieczyszczonego odchodami ryb chorych na mykobakteriozę (31). Według Beeworth i wsp. (7), ryby drapieżne mogą się zarażać mykobakteriami po zjedzeniu ryby, która jest nosicielem tych bakterii. Wektorami mykobakterii mogą być bezkręgowce wodne, np. ślimaki oraz płazy i gady ziemno-wodne (18).

Obecność mykobakterii w guzkowatych zmianach w jajnikach niektórych ryb oraz wewnątrz ziaren ikry sugeruje, że mogą one być przenoszone transowarialnie. Ashburner (4) dostarczył dowodów na to, że prątki mogą być przenoszone za pośrednictwem ikry z jednej wylęgarni do drugiej. Nie udowodniono jednak dotychczas, że przenoszą się one z jajnika ikrzycy do jej komórek jajowych.

Ludzie zarażają się *M. marinum* najczęściej podczas manipulacji z rybami akwariowymi lub podczas czyszczenia akwariów (5, 13, 20, 23, 33). Okres inkubacji

tego typu zakażenia wynosi 2-3 tygodnie (20). U akwarystów bramą wejścia mykobakterii są skaleczenia skóry rąk. Innym źródłem zakażenia tymi mykobakteriami u ludzi jest woda basenów pływackich. Infekcje tego typu określa się jako „chorobę basenową”. Infekcje mykobakterii mogą mieć również charakter szpitalnych, przyrannych zakażeń pooperacyjnych. Na uwagę zasługuje fakt, że przypadki infekcji *M. marinum* opisane u ludzi na Tajwanie miały nie tylko postać infekcji skóry, ale także objawiały się stanem zapalnym kaletki stawowych i patologicznymi zmianami w kościach (36, 38).

Patogeneza

W przebiegu mykobakteriozy u ryb występuje zwykle wychudzenie; ryby sną w ciągu kilku miesięcy lub kilku lat (14). Infekcja mykobakterii może mieć również charakter bezobjawowego nosicielstwa. Czynniki usposabiającymi do wystąpienia tej choroby są: niewystarczająca ilość i jakość pokarmu, nieodpowied-



Ryc. 5. Zmiany na przedramieniu wywołane przez *M. marinum*: ognisko zapalne w skórze



Ryc. 6. Zmiany na dłoni wywołane przez *M. marinum* – ogniska zapalne w skórze i w mięśniach

nie dla ryb danego gatunku parametry wody oraz nadmierne zagęszczenie ryb. Mykobakterie rozwijają się u ryb zwykle w śledzionie, nerkach i wątrobie. W wielu przypadkach proces chorobowy rozwija się bardzo powoli i wówczas trwać on może nawet 2 lata lub dłużej.

U ludzi mykobakterie rozwijają się głównie w skórze (ryc. 5, 6), niekiedy w kaletkach stawowych lub płucach.

Objawy kliniczne i zmiany anatomopatologiczne

W przebiegu mykobakteriozy ryby stopniowo tracą apetyt, przestają pobierać karmę, chudną, stają się osowiałe. Często pływają wolno tuż pod powierzchnią wody, wykazując przy tym objawy duszności. W trakcie rozwoju procesu chorobowego obserwuje się również zblednięcie skrzelii oraz wygaszenie naturalnego zabarwienia skóry. Guzki mogą powodować odpadanie części zewnętrznych płetw (ryc. 3). Niekiedy na płetwach oraz w skórze pojawiają się niewielkie, płaskie owrzodzenia, a w mięśniach ubytki (ryc. 1). W przypadku zniszczenia wątroby lub nerek stwierdza się duże ilości płynu w jamie ciała i torebkach łuskowych doprowadzające do patologicznego powiększenia jamy ciała (ryc. 1) oraz nastroszenia łusek. Jeżeli proces chorobowy dotyczy narządu wzroku, co

zdarza się stosunkowo często, wówczas obserwuje się silne wysadzenie gałek ocznych. U zimnowodnych ryb łososiowatych infekcja mykobakterii objawia się głównie śnięciami i odbarwieniem skóry. Ozdrowieńcy wykazują zahamowanie wzrostu i opóźnienie dojrzewania płciowego.

Najbardziej charakterystycznymi zmianami chorobowymi występującymi w przebiegu mykobakteriozy w narządach wewnętrznych ryb są białoszare guzki gruźlicze (ryc. 1), aczkolwiek nie stwierdza się ich we wszystkich przypadkach. U ryb guzki te występują najczęściej w śledzionie, nerkach i wątrobie. Zmianom tym towarzyszy zwykle powiększenie tych narządów i zapalenie otrzewnej. W jamie ciała ryb występuje wówczas krwisty lub ropny płyn.

U ludzi chorych na mykobakteriozę wywołaną *M. marinum*, *M. fortuitum* i *M. chelonae* najczęściej występują zmiany skórne (ryc. 5, 6). Zmiany te trudno się goją, a proces chorobowy trwa zwykle kilka miesięcy, a niekiedy kilka lat. Okresy poprawy występują na przemian z zaostrzaniem się procesu chorobowego. Niekiedy w skórze i pod nią obserwuje się występowanie ropni (ryc. 6). Według Hisamichi i wsp. (19), po 2,5 miesiącach intensywnego leczenia skórnych infekcji *M. marinum* u ludzi zmiany goją się z wytworzeniem blizn, natomiast inni badacze uważają, że leczenie skórnych infekcji *M. chelonae* i *M. fortuitum* może przeciągnąć się do 6 miesięcy. Nieleczona, uogólniona infekcja narządowa *M. marinum* może być nawet przyczyną śmierci.

Rozpoznawanie

Metoda stosowana do wstępnego rozpoznania mykobakteriozy u ryb polega na wykonaniu cienkich rozmazów z narządów wewnętrznych lub zmian skórnych i zabarwieniu ich metodą Ziehl-Neelsena. Na podstawie obecności kwasoopornych pałeczek, zabarwionych na czerwono, występujących w preparatach zwykle w niewielkich skupieniach, można podejrzewać, że przyczyną infekcji są prątki.

Celem ostatecznego rozpoznania choroby przeprowadza się próbę izolacji bakterii na specjalnych podłożach, takich jak: BA, Löwensteina-Jensena (BBL) – *M. marinum* i *M. fortuitum*, BHIA, TSA, AO – słodkowodne *M. chelonae*, MSA-B – słonowodne *M. chelonae*. W przypadku izolacji mykobakterii bada się właściwości izolatów.

W diagnostyce mykobakteriozy stosuje się ostatnio metody immunocytochemiczne oraz immunoenzymatyczne (17). W rozpoznawaniu zakażeń *M. marinum*, *M. fortuitum* i *M. chelonae* znalazła również zastosowanie technika PCR (32). Metoda ta pozwala nie tylko na szybką identyfikację mykobakterii patogennych dla ryb, ale również na rozróżnianie ich poszczególnych gatunków (w ciągu 1-2 dni). Ena i wsp. (15) stwierdzili, że metoda PCR-PCA jest bardziej czuła i dokładniejsza niż klasyczna metoda identyfikacji bakterii za pomocą testów biochemicznych.

Zapobieganie, zwalczanie i leczenie

Profilaktyka mykobakterioz u ryb polega, między innymi, na pasteryzacji pokarmu. Jest to szczególnie istotne, jeżeli ryby karmi się innymi rybami lub odpadami z przetworów rybnych. Ryby akwariowe przed dopuszczeniem do obrotu powinny być badane w kierunku nosicielstwa prątków, a hodowla ryb powinna odbywać się przy zapewnieniu warunków optymalnych dla danego gatunku.

Według Freichs (16), ryby konsumpcyjne chore na mykobakteriozę powinny się likwidować, aczkolwiek w związku z bardzo rzadkimi dotąd przypadkami tego typu, nie znalazło to odzwierciedlenia w przepisach weterynaryjnych.

U ludzi, a niekiedy również u ryb akwariowych podejmuje się próby leczenia. Według Van Duijina (35), w leczeniu ryb skuteczne są sulfizoksazol z doksacyliną lub minocyklina. U małych ryb autor ten zaleca kąpiel w roztworze tetracykliny lub chloraminy. W terapii ryb słodkowodnych zaleca się isoniazyd i rifampicynę. W praktyce stosowane są również cotrimoksazol i etambutol (26).

Według Aubry i wsp. (5), w leczeniu infekcji *M. marinum* u ludzi najczęściej stosuje się klarytromycynę i rifampicynę. Autorzy ci stwierdzili pozytywny wynik leczenia u 87% pacjentów. Hisamichi i wsp. (19) osiągnęli również dobre rezultaty w leczeniu skórnych infekcji *M. marinum* przez stosowanie minocykliny oraz klarytromycyny w połączeniu z rifampicyną i etambutolem.

W ostatnim okresie wykazano, że powierzchowne infekcje skóry *M. marinum* u ludzi można wyleczyć stosując klarytromycynę, etambutol i rifampin (1, 23). Według Lewis i wsp. (23) leczenie trwa zwykle 3-4 miesiące. W przypadkach głębszych zmian okres ten może jednak przedłużyć się, a nawet może wystąpić konieczność przeprowadzenia zabiegu chirurgicznego.

Piśmiennictwo

1. Amoateng-Adjepong Y., Salloum A., St Martin D., Coles M. J.: Mycobacterium marinum infection in Connecticut: report of four cases. *Conn. Med.* 2003, 67, 333-335.
2. Angulo L., Lopez J., Vicente J., Saborido A.: Haemorrhagic areans in the mouth of farmed turbot, *Scophthalmus maximus* (L.). *J. Fish Dis.* 1994, 17, 163.
3. Antychowicz J., Lipiec M., Matusiewicz J.: Infection of African catfish (*Clarias gariepinus*) in an intensive culture facility Mycobacterium marinum. *Bull. Eur. Ass. Fish Pathol.* 2003, 2, 60-66.
4. Ashburner L. D.: Mycobacteria in hatchery confined chinook salmon (*Oncorhynchus tshawytscha* Walbaum) *J. Fish Biol.* 1977, 10, 523-528.
5. Aubry 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.
6. Barrow G. P. I., Hewitt M.: Skin infections with Mycobacterium marinum from a tropical fish tank. *British Med. J.* 1971, 2, 505-506.
7. Beeworth W., Eysing B., Kessel U.: Mycobacteria in arthropods of different biotypes. *Znt. bl. Bakteriologie, Parasitenkunde, Infektion – Krankheiten und Hygiene. I. Orginale* 1979, 244, 50-57.
8. Bovornkitti S., Pushpakorn R., Nana A., Charoenratanaukul S.: Dissertation of reported cases of nontuberculous mycobacteriosis in Thailand. *Siriraj Hospital Gazette* 1991, 43, 392-396. (abstr.)
9. Bragg R. R., Huchzermeyer H. F., Hanish M. A.: Mycobacterium fortuitum isolated from three species of fish in South Africa. *Onderstepoort J. Vet. Res.* 1990, 57, 101-102.
10. Brown J., Kelm M., Bryan L. E.: Infection of the skin by Mycobacterium marinum. Report of five cases. *Can. Med. Assoc. J.* 1977, 177, 912-914.
11. Bruno D., Griffiths J., Mitchell C., Wood B., Fletcher Z., Dobroniewski F., Hastings T.: Pathology attributed to Mycobacterium chelonae infection among farmed and laboratory-infected Atlantic salmon *Salmo salar*. *Dis. Aquat. Org.* 1998, 33, 101-109.
12. Butler W. R., Crawford J. T., Shutt K.: Nontuberculous Mycobacteria Reported to the Public Laboratory Information System by State Public Health Laboratories United States. 1993-1996. Centers Control and Prevention, National Center for Infectious Diseases, Atlanta, GA 30333, 1999.
13. Causero A., Screm C., Beltrame A., Mastidoro L.: Mycobacterium marinum: a case of skin granuloma complicated by tenosynovitis of the extensors. *Chir. Organ. Mov.* 2003, 88, 93-97.
14. Decostere A., Hermans K., Haesebrouck F.: Piscine mycobacteriosis: a literature review covering the agent and the disease it causes in fish and humans. *Vet. Microbiol.* 2004, 99, 159-166.
15. Ena P., Sechi L. A., Saccabusi S., Molicotti P., Lorrain M. P., Siddi M., Zanetti S.: Rapid identification of cutaneous infections by nontubercular mycobacteria by polymerase chain reaction-restriction analysis length polymorphism of the hsp 65 gene. *Int. J. Dermatol.* 2001, 40, 495-499.
16. Freichs G. N.: Mycobacteriosis: Nocardiosis, [w:] Inglis V., Roberts R. J., Bromage N. R. (wyd.): *Bacterial Disease of Fish*. Blackwell Science Ltd., Oxford 1994.
17. Gomez S., Bernabe A., Gomez M. A., Navarro J. A., Sanchez J.: Fish mycobacteriosis: morphological and immunocytochemical aspects. *J. Fish Dis.* 1993, 16, 137-141.
18. Hernandez-Divers S. J., Shearee D.: Pulmonary Mycobacteriosis caused by Mycobacterium haemophilum and M. marinum in a royal python. *J. Am. Vet. Med. Assoc.* 2002, 220, 1661-1663, 1650.
19. Hisamichi K., Himura M., Yamazaki M., Matsuhita A., Ogawa H.: Efficacy of oral minocycline and hyperthermic treatment in a case of atypical mycobacterial skin infection by Mycobacterium marinum. *J. Dermatol.* 2002, 29, 810-811.
20. Kiesch N.: Aquariums and mycobacterioses. *Rev. Med. Brux.* 2000, 21, 255-256.
21. Landsdell W., Dixon B., Smith N., Benjamin L.: Isolation of several Mycobacterium species from fish. *J. Aquat. Anim. HLTh* 1993, 5, 73-76.
22. Lehane L., Rawlin G. T.: Topically acquired bacterial zoonoses from fish: a review. *Med J. Aust.* 2000, 173, 256-259.
23. Lewis F. M., Marsh V. J., von Reyn C. F.: Fish tank exposure and cutaneous infection due to Mycobacterium marinum: tuberculin skin, testing, treatment, and prevention. *Clin. Infect. Dis.* 2003, 37, 390-397.
24. Mollohan C. S., Romer M. S.: Public health significance of swimming pool granuloma. *Am. J. Public Health.* 1961, 51, 883-891.
25. Nigrelli R. F., Vogel H.: Spontaneous tuberculosis in fishes and in other cold-blooded vertebrates with special referencis to Mycobacterium fortuitum from fish and human lesions. *Zoologica.* 1963, 48, 130-143.
26. Pattyn S. R.: Mycobacterium marinum, [w:] Kubica G. P., Wayne L. G.: *The Mycobacteria: A Sourcebook Part B*. Marcel Dekker, New York 1984, s. 1137-1139.
27. Puttinaowarat S., Thompson K. D., Kolk A., Adams A.: Identification of Mycobacterium spp. Isolated from snakehead, *Channa striata* (Fowler), and Siamese fighting fish, *Betta splendens* (Regan), using polymerase chain reaction-reverse cross blot hybridization (PCR-RCHB). *J. Fish Dis.* 2002, 25, 235-243.
28. Reddacliff G. L., Hornitzky M., Carson J., Petersen R., Zelski R.: Mortalities of goldfish, *Carassius auratus* (L.) associated with *Vibrio cholerae* (non 01) infection. *J. Fish Dis.* 1993, 16, 517-520.
29. Reichenbach-Klinke H. H.: Some aspects of mycobacterial infections in fish. *Symp. Zool. Soc. London* 1972, s. 17-24.
30. Ross A. J., Brancato F.: Mycobacterium fortuitum Cruz from the tropical fish *Hypophessobrycon innesi*. *J. Bacteriol.* 1959, 78, 392-395.
31. Ross A. J., Johnson H. E.: Studies of transmission of mycobacterial infections of chinook salmon. *Progr. Fish-Cult.* 1962, 24, 147-149.
32. Talaat A. M., Reimschuessel R., Wasserman S. S., Trucksis M.: Goldfish, *Carassius auratus*, a novel animal model for the study of Mycobacterium marinum pathogenesis. *Infect. Immun.* 1998, 66, 2938-2942.
33. Trampuz A., Garzoni C., Fluckiger U., Zimmerli W.: Persistent ulcers on the hand of an aquarium owner. *Scand. J. Infect. Dis.* 2002, 34, 630-632.
34. Tsang A. Y., Barr V. L., McClatchy J. K., Goldberg M., Drupa I., Brennan P. J.: Antigenic relationship of the Mycobacterium fortuitum – Mycobacterium chelonae complex. *Int. J. Syst. Bacteriol.* 1984, 34, 35-44.
35. Van Duijn C.: Tuberculosis in fishes. *J. Small Animal Practice.* 1981, 22, 391-411.
36. Van Seymortier P., Verellen K., De Jonge I.: Mycobacterium marinum causing tenosynovitis. „Fish tank finger”. *Acta Orthop. Belg.* 2004, 70, 2279-2282.
37. Wayne L. G., Kubica G. P.: Family Mycobacteriaceae. W *Bergey's Manual of Systematic Bacteriology*. Vol 2, wyd. Sneath P. H. A., Mair N. S., Sharpe M. E., Williams, Wilkins, Baltimore 1986, 1436-1457.
38. Wu T. S., Chiu C. H., Su L. H., Lee M. H., Chiang P. C., Kuo A. J., Wu T. L., Leu H. S.: Mycobacterium marinum infection in Taiwan. *J. Microbiol. Immunol. Infect.* 2002, 35, 42-46.

Adres autora: prof. dr hab. Jerzy Antychowicz, ul. Norwida 3/6, 24-100 Puławy; e-mail: antych@piwet.pulawy.pl