

Különcök a baktériumok között

PAPP HENRIETT

Léteznek az élővilágban egy csoport, melyeket rendszertanilag a baktériumok közé sorolunk, viselkedésük és tulajdonságaik mégis jelentősen eltérnek az általános orvosi bakteriológiában közismert fajokétól. Az emberek többsége feltehetően hallott már a tuberkulózisról és a lepráról, sokan valószínűleg azzal is tisztában vannak, hogy ezen fertőzésekért a *Mycobacterium* nemzetség különböző fajtái felelősek. A tuberkulózist a *Mycobacterium tuberculosis* csoport tagjai okozzák (*Mycobacterium tuberculosis*, *Mycobacterium africanum*, *Mycobacterium pinnipedii* stb.), míg a lepra okozója a *Mycobacterium leprae*. A tuberkulózisról tudni lehet, hogy már a történelmi kor előtt jelen volt, egy közlemény szerint egy 500 ezer éves törökországi *Homo erectus* maradványából is ki tudták mutatni. A betegség súlyosságát mutatja, hogy 2014-ben világszerte 1,5 millió ember halálát okozta a tuberkulózis. A tudomány fejlődésével egyre jobb eredmények érhetők el a gyógyítása terén, a WHO 2015-ben kiadott összefoglalója szerint az 1990-es évek óta a halálozási ráta 47%-kal csökkent, a betegséget azonban még nem győztük le. Napjainkban a fő problémát azok a *Mycobacterium*-törzsek és terjedésük okozzák, amelyek ellenállóvá válnak bizonyos anti-tuberkulotikumokkal szemben. A *Mycobacterium* nemzetséghez tartoznak azok a fajok is, amelyeket nem tuberkulózist okozó vagy atípusos mycobacteriumoknak nevezünk. Ezen baktériumok világa tudományos tekintetben lenyűgöző, egészségügyi szempontból viszont félelmetes.

Általános jellemzők

A mycobacterium elnevezés megtévesztően hangozhat, hiszen a „myco” előtag gombát jelent, nevükben azonban ott van a baktérium szó is. Ezek a mikroorganizmusok tényleg baktériumok. Elnevezésük arra utal, hogy a folyadékok felszínén gombaszerű lepedék létrehozására képesek.

A mycobacteriumok saválló baktériumok, nehezen festődnek. Sejtfaluk fontos alkotója a viasz és egy mikolsav ne-

vű hosszú láncú zsírsav, melyet először 1938-ban vontak ki a *Mycobacterium tuberculosis*-ból. A környezetben széles körben elterjedtek, így például megtalálhatóak a talajban, a levegőben és a természetes vizekben is, bizonyos képviselőik kimutathatók a csapvízből is. A mycobacteriumok az aerob körülmé-



1. ábra. A fotokromogén *Mycobacterium kansasii* telepei szilárd táptalajon (Forrás: <http://www.wikiwand.com/es/Mycobacterium>)

nyeket kedvelik, tehát légzésükhöz és szaporodásukhoz feltétlenül oxigént igényelnek. Mikroszkóp alatt figyelve őket 0,2–0,6 µm x 1–10 µm nagyságú, egyenes vagy enyhén hajlott pálcákat láthatunk.

Táptalajon tenyésztve rendkívül változatosak; sima és rücskös felszínű, valamint pigmentált és nem pigmentált telepeket képeznek. Ismeretesek olyan fajok is, melyek csak fény jelenlétében képeznek pigmenteket, ezeket fotokromogéneknek nevezzük, képviselőjük például a *Mycobacterium kansasii*,

illetve léteznek szkotokromogén fajok is, melyek fényben és sötétben is képesek pigment termelésére (pl. *Mycobacterium scrofulaceum*, 1. ábra).

Jelenleg több mint 170 mycobacterium-faj tartanak számon, melyek közül körülbelül 25-nek van szerepe emberi fertőzésekben. A nemzetség tagjai biofilmképzésre

képesek, mely hidrofób tulajdonságuk miatt előnyös számukra, ezért túlélési stratégiaként alkalmazzák. Ez azt jelenti, hogy felületre tapadva sejteikből létrehoznak egy vékony, hártyszerű képződményt. Ezek a sejtek egymással összeköttetésben állnak, a felület molekuláival viszont nincsenek kölcsönhatásban. Fontos kiemelni még, hogy nagyon nagy az ellenálló képességük, akár néhány hónapig is életképesek maradhatnak, az UV-sugárzásnak és a hőnek azonban kevésbé állnak ellen.

Rendszertani hovatartozásukat tekintve az *Actinobacteria* osztály, *Actinomycetales* rend, *Corynebacteriinae* alrend *Mycobacteriaceae* családjába sorolhatók. A nem tuberkulózist okozó mycobacteriumok jelentősebb képviselői között említhető a *Mycobacterium chelonae*, a *Mycobacterium fortuitum*, a *Mycobacterium kansasii*, a *Mycobacterium gordonae*, a *Mycobacterium abscessus*, a *Mycobacterium avium* és a *Mycobacterium intracellulare*.

Miért fontos beszélni róluk?

A nem tuberkulózist okozó mycobacteriumok főleg legyengült immunrendszerű egyéneknél okozhatnak betegséget, így sok más hajlamosító tényező mellett megemlíthetjük a cukorbetegséget, a hosszan tartó szteroidkezelést, a szervtranszplantációt, a cisztás fibrózist, a HIV-fertőzést stb. A mycobacterium-fajok környezetben való elterjedése általánosan ismert, levegőből vagy csapvízből vett mintából is nagy számban kimutathatók. Jelen vannak a természetes vizekben, az élelmiszerekben és az otthoni környezetben is. Ezek között említhető a rossz szociális körülmények között élő családok

házainak padlója, mely nincs lebetonozva, vagy a jakuzzik és a nagy zuhanyrózsák egyre elterjedtebb otthoni használata, ezek nem megfelelő tisztán tartása, tehát az épített környezetben ugyanúgy előfordulnak, mint a természetes környezetben. Ettől függetlenül nem kell megijednünk, hiszen a baktériumok világának számos más olyan képviselője van, melyek egészséges szervezetben nem okoznak betegséget, a körülmények megváltozása esetén viszont képesek erre. Itt megjegyezném azt is, hogy a nem tuberkulózt okozó mycobacteriumok ugyanígy jelen lehetnek az emberi légutakban, de a gyomor-bélrendszer felső szakaszának normál biotájában is előfordulnak betegség okozása nélkül.

Járványtanuk

A nem tuberkulózt okozó mycobacteriumok által kiváltott fertőzések a legtöbb iparilag fejlett országban előfordulnak körülbelül hasonló gyakorisággal, az elérhető pontos információ azonban limitált, mivel a fertőzés nem jelentésköteles. Az elmúlt években megnőtt a mycobacteriális fertőzések jelentősége, sőt egyes fajok járványos elterjedéséről számoltak be a tetoválásokkal, kozme-

avium komplex által okozott tüdő-, nyirokcsomó- és bőrfertőzések. Európában nagyon kevés adat áll rendelkezésünkre, teljes Magyarországra kiterjedő járványtani felmérés pedig eddig még nem készült. Egy horvát tanulmány azonban kimutatta, hogy a nem tuberkulózt okozó, tüdőből származó mycobacterium-mintákból kimutatott kórokozók száma jelentősen nőtt a 2006 és 2010 közötti négyéves periódusban, 2009-ben egy kiugró csúcsot mutatva, melyet a csapvíz szennyezettségének tulajdonítottak (2. ábra).

Milyen betegségeket okozhatnak?

A leggyakrabban előforduló fertőzések a tüdőt, valamint a bőrt és a lágy részeket érintik, ezen kívül előfordulhat gyermekeknel nyirokcsomó gyulladása esetén, ha a kórokozó elterjed a szervezetben, vagy például HIV-fertőzötteknél.

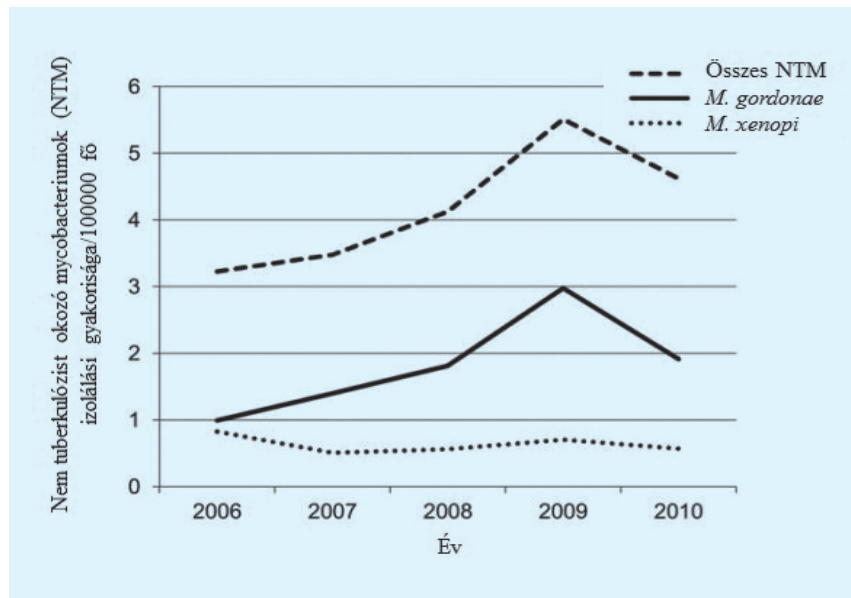
A tüdőt érintő fertőzések rendszerint olyan betegeknel jelentkeznek, akiknél már jelen van egy tüdőt érintő alapbetegség, például cisztás fibrózis vagy krónikus obstruktív tüdőbetegség. Röntgenfelvételeken a tüdőtuberkulózishoz hasonló képet mutatnak, így csak ez alapján nem különíthetők el attól. A bőr- és lágyrész-

Sok példát látunk a bakteriológiában arra, hogy a kórokozónak sokszor elég egy emberi szem számára láthatatlan behatolási kapu, hogy a szervezetben képesek legyenek fertőzést okozni. Így mutattak már ki Venezuelában akupunktúrás kezelés után *Mycobacterium fortuitum* által okozott szubkután (bőr alatti) csomót, mely később kifehélyesedett. New Yorkban 19 beteget diagnosztizáltak ugyanabban a szalonban készült tetoválás utáni mycobacteriális bőrfertőzéssel. Ilyen fertőzések könnyen előfordulhatnak, ha a tetováló festék hígítását csapvízzel végzik.

Laboratóriumi diagnosztika

A nem tuberkulózt okozó mycobacteriumok diagnosztikája a főbb pontokon megegyezik a tuberkulóziséval. Így alkalmazzák a mikroszkópos vizsgálatot, mely során a mintából kenetet készítenek, megfestik, és fénymikroszkóp alatt vizsgálják. A tapasztalt szeműek ekkor láthatják a festési eljárásból adódóan piros színű saválló pálcákat (3. ábra).

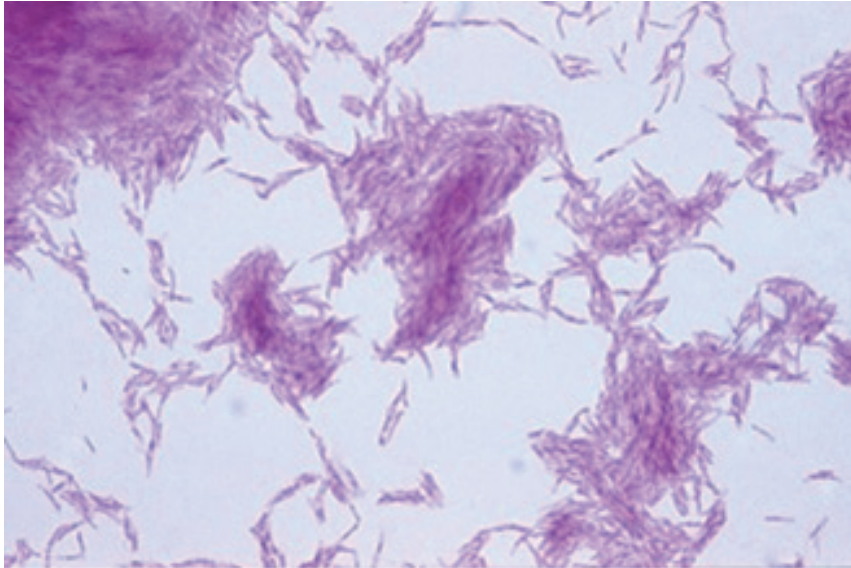
Mint nagyon sok baktériumot, a mycobacteriumokat tenyésztani lehet folyékony, illetve szilárd táptalajon is. Tenyésztésük azonban eltér az átlagtól, hiszen speciális tápközeget igényelnek. Azt meghatározni, hogy pontosan melyik faj a fertőzés okozója, hagyományos módszerekkel szinte lehetetlen a nagyon hasonló morfológiai sajátosságok miatt. Igaz ugyan, hogy a tapasztalt szem sokévi munka után már képesé válhat bizonyos fajok elkülönítésére a morfológia alapján, a pontos diagnózis felállításához ez nem elegendő. Az elmúlt néhány évtized azonban ezen a területen is jelentős technikai és metodikai fejlesztést hozott. Elérhetővé vált a PCR (polimeráz láncreakció), mely során a mycobacteriumok örökítő anyagának (DNS-ének) egy specifikus szakaszát sokszorozzák fel, majd ezzel dolgoznak tovább a fajsztínt meghatározás során. Léteznek hibridizációs technikák, mely során az örökítő anyag két szálának elválasztása után azokat más nukleinsavszálakkal helyezik egy reakcióba, így azok a bázispárosodás szabályai szerint párosodhatnak az örökítő anyag szálaival. Kereskedelmi forgalomban kaphatók már olyan vizsgálati tesztek is, melyek képesek a *Mycobacterium tuberculosis* komplex és a nem tuberkulózt okozó mycobacteriumok között különbséget tenni legalább nemzetség szinten, illetve néhány esetben azok között differenciálni, de csak korlátozott számú fajt képesek kimutatni, ami sok



2. ábra. A leggyakoribb nem tuberkulózt okozó mycobacteriumok izolálási gyakorisága 2006 és 2010 között Horvátországban (Forrás: Jankovic és munkatársai, 2013)

tikai iparral összefüggő bőr-és lágyrész fertőzések vonatkozásában. Szintén egyre gyakrabban figyelnek fel rájuk implantátumok beültetése kapcsán is. Az USA-ban gyakoriak a *Mycobacterium*

szek fertőzései első olvasásra és ránézésre ijesztő képet jeleníthetnek meg. Ezzel célozom nem a riasztgatás, mindössze anynyí, hogy felhívjam a figyelmet a fertőzések lehetőségére.



3. ábra. *Mycobacterium*ok mikroszkópos képe (Forrás: <http://bacterioweb.univ-fcomte.fr/photo2detail.php?id=188>)

esetben kevésnek bizonyul. Nagy áttörést hozott a DNS-szekvenálás, mely anyagi megfontolások miatt Magyarországon még nem mindenhol építhető be a rutin klinikai diagnosztikába.

Terápia

A terápia meghatározásához elengedhetetlenül fontos a kitenyészett törzs antibiotikum-érzékenységének meghatározása, és a kezelés során ennek folyamatos követése. A nem tuberkulózist okozó fertőzések kezeléséről nem jelenthetünk ki túl sok általánosságot, amit a fajok fent bemutatott sokszínűsége is alátámaszt. A kezelés egynél több terápiás szer bevetését igényli, és hosszú időt vesz igénybe, 4–6 héttől kezdve akár 3–6 hónapot is felöllelhet. Ugyanakkor bizonyos fajok, például a *Mycobacterium xenopi* által okozott fertőzések kezelése 1–2 évig is elhúzódhat. A fertőzés súlyosságától függően a terápiát naponta vagy bizonyos időközönként végzik. A kezelés szempontjából nagyon fontos annak megállapítása, hogy a kimutatott nem tuberkulózist okozó mycobacterium valóban kórokozó-e. A kezelő orvos ennek függvényében hozza meg a döntést a terápia elindításáról.

Első ránézésre talán rémisztőnek tűnhet a mycobacteriumok világa, azonban szükséges, hogy látókörünket folyamatosan szélesítsük, tájékozódjunk. Tudományos szempontból mindenképpen érdemes erre a területre több figyelmet fordí-

tani, hiszen metodikai területen bizonyosan elegendő fejlesztési lehetőség áll még rendelkezésünkre.

Irodalom

- Griffith DE, Aksamit T, Brown-Elliott BA, Catanzaro A, Daley C, Gordin F, Holland SM, Horsburgh R, Huit G, Iademarco MF, Iseman M, Olivier K, Ruoss S, von Reyn CF, Wallace RJ Jr, Winthrop K, ATS Mycobacterial Diseases Subcommittee, American Thoracic Society, Infectious Disease Society of America. An official ATS/IDSA statement: diagnosis, treatment, and prevention of nontuberculous mycobacterial diseases. *Am J Respir Crit Care Med*. 2007. 175:367-416.
- Guevara-Patiño A, Sandoval de Mora M, Farreras A, Rivera-Olivero I, Fermin D, de Waard JH. Soft tissue infection due to *Mycobacterium fortuitum* following acupuncture: a case report and review of the literature. *J Infect Dev Ctries*. 2010. 4(8):521-5.
- Jankovic M, Samarzija M, Sabol I, Jakopovic M, Katalinic Jankovic V, Zmak L, Ticac B, Marusic A, Obrovac M, van Ingen J. Geographical distribution and clinical relevance of nontuberculous mycobacteria in Croatia. *Int J Tuberc Lung Dis*. 2013. 17:836-41.
- Wang SH, Pancholi P. Mycobacterial skin and soft tissue infection. *Curr Infect Dis Rep*. 2014. 16:438.

Az írás a Magyar Tudományos Akadémia Természettudományi Kutatóközpontja (MTA TTK) és a Tudományos Ismeretterjesztő Társulat (TIT) közös ismeretterjesztő cikkpályázatára érkezett pályázat.

E számunk szerzői

DR. CSABA GYÖRGY professor emeritus, Semmelweis Egyetem, Genetikai, Sejt- és Immunbiológiai Intézet, Budapest; KERESZTY ZSOLT meteoritikai szakértő, az MTA Csillagászati és Földtudományi Kutatóközpont Asztrofizikai és Geokémiai Laboratóriumának külső munkatársa, Győr; K. SZÚCS FERENC PhD, geológus, professor emeritus, Wallhalla, Amerikai Egyesült Államok; DR. KUBASSEK JÁNOS geográfus, a Magyar Földrajzi Múzeum igazgatója, Erd; DR. LOVAS REZSŐ akadémikus, professor emeritus, MTA Atommagkutató Intézet, Debrecen; PAPP HENRIETT PhD, Szegedi Tudományegyetem Általános Orvostudományi Kar, Interdiszciplináris Orvostudományok Doktori Iskola, Klinikai Mikrobiológiai Diagnosztikai Intézet, Szeged; DR. SILBERER VERA vegyész, szakértő, Budapest; SZILI ISTVÁN ny. főiskolai tanár, Székesfehérvár; TRÁJER ATTILA PhD. MTA-PE Limnóökológiai Kutatócsoport, Veszprém; DR. UJFALUDI LÁSZLÓ egyetemi tanár, professor emeritus, Eszterházy Károly Főiskola, Fizikai és Élelmiszerfizikai Tan-szék, Eger; VERES ZSOLT geológia-földrajz szakos tanár, Vásárhelyi Pál Szakgimnázium és Kollégium, Békéscsaba; DR. VOJNITS ANDRÁS biológus, Budapest.

Májusi számunkból

Rihmer Zoltán–Gonda Xénia–Rihmer Annamária: Kreativitás és pszichiátriai betegségek

Király Márton: Sóolvadékos atomreaktorok

Tószegi Zsuzsanna: Irinyi János, a tudós vegyész és feltaláló

Biró Tamás: A Visegrádi-hegység vulkanizmusa

Szili István: Az Év emlőse, kétéltűje és hala

Korsós Zoltán: Egy Arany-kép története

Sümei Pál–Gulyás Sándor–Sümei Balázs Pál: Új-Zélandon jártunk, mesterségünk címe a löszkutatás