

Les mycobactéries peuvent parfois nous réserver d'étranges surprises !

Françoise Portaels, Professeur émérite

Correspondance: portaels@itg.be; portaelsf@yahoo.fr

Mots-clés. - Mycobactériose, Mycobactéries non tuberculeuses, Infection nosocomiale, Tourisme médical.

Résumé. - Les espèces de mycobactéries les plus connues sont *M. tuberculosis* et *M. leprae*, responsables de la tuberculose et de la lèpre. Il existe aussi de nombreuses autres espèces présentes dans l'environnement qui, « en principe », sont non pathogènes pour l'homme, sauf si elles sont accidentellement introduites dans le corps humain. Elles peuvent alors engendrer des maladies mycobactériennes (mycobactérioses), avec des manifestations cliniques pulmonaires, cutanées ou disséminées. L'origine de ces mycobactérioses peut être iatrogène, nosocomiale ou provenir de la présence de biofilms dans l'environnement. Elles peuvent aussi survenir lors de tatouages, maquillages permanents, piercing ou injections de botox, d'où l'importance de se méfier de certaines procédures cosmétiques et du tourisme esthétique. L'incidence de ces mycobactérioses reste inconnue mais le nombre de cas rapportés semble néanmoins en nette augmentation au cours de ces dernières années, principalement dans les pays industrialisés et dans les pays émergents.

Trefwoorden. - Mycobacteriële ziekte, Niet-tuberculeuze mycobacteriën, Nosocomiale infectie, Medische toerisme.

Samenvatting. - *Mycobacteriën kunnen ons soms nare verrassingen bezorgen!*

De meest bekende species mycobacteriën zijn *M. tuberculosis* en *M. leprae*. Ze zijn verantwoordelijk voor het ontstaan van tuberculose en leprosy. Er zijn nog tal van andere species aanwezig in het milieu die 'in principe' niet pathogen zijn voor de mens, tenminste als ze niet toevallig in het menselijk lichaam zijn binnengebracht. Dan kunnen ze mycobacteriële ziektes doen ontstaan met klinische uitingen van long- en huidinfecties en gedissemineerde infecties. Zij kunnen van een iatrogene, nosocomiale oorsprong zijn of anders voortkomen uit de aanwezigheid van biofilms in het milieu. Zij kunnen ook optreden bij tattoos en bij permanente make-up, piercings of botox-injecties, – reden genoeg om wantrouwig te zijn ten opzichte van cosmetische handelingen en esthetisch toerisme. De frequentie waarmee deze mycobacteriële ziektes optreden is onbekend maar dit getal is de laatste jaren toch duidelijk aan het stijgen, vooral dan in de geïndustrialiseerde en opkomende landen.

Keywords. - Mycobacteriosis, Nontuberculous mycobacteria, Nosocomial infection, Medical tourism.

Summary. – *Mycobacteria may sometimes provide strange surprises!*

The most important mycobacterial species are *M. tuberculosis* and *M. leprae*, responsible for tuberculosis and leprosy. The vast majority of nontuberculous mycobacterial species are environmental mycobacteria that are, in general, not pathogenic for humans. They may, however, be accidentally introduced in the human body and lead to mycobacterial diseases (mycobacterioses) with pulmonary, cutaneous or disseminated manifestations. Mycobacterioses may result from iatrogenic or nosocomial infections and from environmental biofilms. Cosmetic procedures such as tattoos, permanent make ups, piercings, botox injections, may also lead to mycobacterioses. We should beware of medical tourism which is gaining

popularity. The incidence of mycobacterioses remains unknown but the number of reported cases is increasing, particularly in industrialized and emerging countries.

1. Introduction

Le genre *Mycobacterium* comprend actuellement plus de 190 espèces (Tortoli et al. 2019) dont les plus connues sont *Mycobacterium tuberculosis* ou Bacille de Koch, *M. leprae* et *M. ulcerans*, respectivement responsables de la tuberculose, de la lèpre et de l'ulcère de Buruli.

Au niveau mondial environ 10 millions de personnes ont contracté la tuberculose en 2018 (WHO 2019 a). La lèpre et l'ulcère de Buruli, deux maladies mycobactériennes négligées, viennent en deuxième et troisième position, avec respectivement plus de 200.000 (WHO 2019 b) et plus de 2000 nouveaux cas par an (WHO 2019 c).

D'autres maladies mycobactériennes (aussi appelées « mycobactérioses ») sont causées par des mycobactéries dites "atypiques" ou non tuberculeuses (MNT). Ces mycobactéries sont omniprésentes dans l'environnement et les maladies qu'elles engendrent semblent en expansion actuellement (Guglielmetti et al. 2015).

Les maladies mycobactériennes peuvent être classées en deux grands groupes : celles qui sont contagieuses (tuberculose et lèpre) et celles qui sont non contagieuses (ulcère de Buruli et autres mycobactérioses).

Les mycobactérioses autres que l'ulcère de Buruli sont décrites comme étant rares (1-2 cas pour 100 000 habitants) mais leur fréquence reste largement inconnue (Cassidy et al. 2009). Elles semblent néanmoins en augmentation dans les pays où la vaccination BCG a été supprimée et chez les patients immunodéprimés (traitements immunosuppressifs, infection par le VIH) ou ayant recours à certaines procédures cosmétiques. En effet, des traumatismes, des injections et opérations chirurgicales favorisent la pénétration des MNT. Bien que non contagieuses, ces mycobactérioses semblent donc occuper à l'heure actuelle une place non négligeable parmi les maladies infectieuses (Guglielmetti et al. 2015).

Les mycobactérioses se manifestent par une symptomatologie variée, pulmonaire (formes les plus fréquentes dans les pays industrialisés), cutanée (formes ubiquitaires), sous-cutanée, ganglionnaire, ostéo-articulaire ou intramusculaire (Portaels 1995). Des formes disséminées sont également décrites, essentiellement chez des patients immunodéprimés. Selon certaines études réalisées aux USA, les formes pulmonaires se rencontrent dans 77% des cas de mycobactérioses (Shih et al. 2018).

Les MNT sont omniprésentes dans l'environnement aquatique et terrestre. La plupart des espèces sont saprophytes mais il arrive qu'elles deviennent pathogènes. On les appelle alors « mycobactéries opportunistes ». Les animaux peuvent également développer des infections opportunistes dues aux MNT. Plusieurs noms d'espèces de MNT proviennent d'ailleurs de noms d'animaux, comme, par exemple, *M. xenopi* (pathogène des grenouilles), *M. avium* (pathogène des oiseaux) ou *M. chelonae* (pathogène des tortues).

L'environnement est le réservoir des MNT. Il faut néanmoins distinguer *l'environnement naturel* de *l'environnement artificiel*, ce dernier étant créé par l'homme (eaux de distribution, aquariums, bassins de natation), car des espèces différentes sont présentes dans ces deux types d'environnements. Elles s'y multiplient à l'intérieur de biofilms, principalement dans l'environnement artificiel (Portaels 1995).

Les biofilms forment des entités physiologiques complexes adhérant aux surfaces (environnement aqueux, sol, corps humain, instruments médicaux). Les colonies bactériennes sont fixées sur un support et enfermées dans une "gangue" (polysaccharides, protéines) qui les protègent contre toute agression extérieure comme, par exemple, les produits désinfectants (Hall-Stoodley & Stoodley 2005). La porte d'entrée des MNT peut être pulmonaire (inhalation d'aérosols), gastro-intestinale (ingestion) ou cutanée (injection, chirurgie, blessures) (Portaels 1995).

De nombreux exemples d'infections causées par des MNT sont décrits dans la littérature. Ces publications ne mentionnent pas toujours le dénominateur. Il est dès lors difficile d'évaluer l'ampleur du problème. Une étude réalisée dans l'état de l'Oregon (USA), mentionne un taux de détection annuel de 7.2 cas pour 100.000 habitants (Cassidy et al. 2009).

Le présent travail concerne uniquement les maladies mycobactériennes autres que l'ulcère de Buruli et plus particulièrement les mycobactéries iatrogènes et nosocomiales, ainsi que celles liées à des procédures cosmétiques ou engendrées par des biofilms présents dans certains environnements.

2. Mycobactéries iatrogènes et nosocomiales

Les MNT étant présentes partout dans l'environnement, celles-ci peuvent être à l'origine d'infections iatrogènes (provoquées par un acte médical ou par des médicaments) et nosocomiales (contractées lors d'un séjour à l'hôpital).

Les espèces les plus fréquemment rencontrées sont : *M. abscessus*, *M. chelonae* et *M. fortuitum*. D'autres espèces telles que *M. xenopi*, *M. haemophilum*, *M. kansasii* et *M. avium* sont également mises en cause.

Ces infections peuvent se développer suite à divers types de pénétrations cutanées telles que des injections intramusculaires, dialyse, mésothérapie (technique consistant en l'injection dans le derme de faibles quantités de médicaments à l'aide d'un appareil muni de plusieurs aiguilles), interventions chirurgicales, laparoscopie (exploration de la cavité abdominale par introduction d'un laparoscope à travers la paroi de l'abdomen), liposuccion (opération chirurgicale visant à aspirer des amas graisseux), acuponcture, traitements au laser. Des endoscopes mal stérilisés sont également à l'origine de telles infections (Neves et al. 2015). Habituellement, on distingue d'une part les endoscopes qui pénètrent dans des cavités stériles (laparoscopes, arthroscopes) qui doivent obligatoirement être totalement stériles, et d'autre part, les endoscopes moins invasifs (endoscopes bronchiques et digestifs) pour lesquels la désinfection est considérée comme « acceptable ». Rappelons que la stérilisation est une opération qui détruit tous les micro-organismes vivants. La désinfection est une opération au résultat momentané permettant d'éliminer ou de tuer les micro-organismes en fonction des objectifs fixés (Guimard & Portaels 1996).

Bien que la littérature sur le sujet soit abondante, dans cet article, nous ne reprenons que quelques exemples de mycobactéries survenues suite à des effractions cutanées.

En Colombie, sur une période de cinq mois, sur 2000 patients ayant reçu une injection de lidocaïne, 350 (18%) ont développé des **abcès post-injection** causés par *M. abscessus* (Villanueva et al. 1997). En Colombie (Correa et al. 2010) et en France

(Regnier et al. 2009), des patients traités par **mésothérapie** et ayant reçu de multiples injections de lidocaïne, ont également développé des abcès causés par *M. chelonae*, *M. abscessus* et *M. fortuitum*. L'origine de ces infections se situe au niveau de solutions de lidocaïne contaminées par des mycobactéries.

Des cas d'ostéo-arthrites dues à *M. chelonae* sont décrits en Chine suite à un traitement par **acuponcture** (Woo et al. 2001). Plus grave encore, toujours en Chine, des cas de tuberculose cutanée sont découverts chez 56 personnes sur 2561 (2,2%) traitées par acuponcture (Liu et al. 2014 ; He et al. 2014). Les aiguilles étaient mal stérilisées, réutilisées et partagées entre divers acuponcteurs.

La **chirurgie plastique** n'est pas non plus épargnée. Aux Etats-Unis, suite à de la chirurgie plastique (seins et oreilles), des abcès causés par *M. chelonae* se sont développés chez 34 patients sur 82 (41%). Les solutions commerciales de violet de gentiane utilisées par le chirurgien pour marquer l'endroit des excisions, étaient contaminées par *M. chelonae* (Safranek et al. 1987).

Entre janvier 1988 et mai 1993, suite à des **interventions chirurgicales** réalisées dans la clinique du Sport à Paris, 58 cas d'infections osseuses dues à *M. xenopi*, sont dépistés sur un total 3244 patients (1,8%) opérés pour hernies discales ou douleurs lombaires. Les opérations auraient été effectuées avec du matériel chirurgical mal stérilisé. Les arthroscopes (non stérilisables en autoclave) auraient été insuffisamment désinfectés car trempés pendant un temps trop court dans un liquide désinfectant. Ils auraient ensuite été rincés avec de l'eau du robinet contaminée par *M. xenopi*, et non avec de l'eau stérile (Astagneau et al. 2001). A noter que *M. xenopi* est un contaminant fréquent des eaux de distribution et que cette espèce n'a jamais été isolée de l'environnement naturel (Portaels 1995).

3. Mycobactérioses suite à des procédures cosmétiques

Les mycobactérioses engendrées par des procédures cosmétiques telles que des tatouages, maquillages permanents, piercings et injections de toxine botulinique, ne peuvent pas, à proprement dit, être considérées comme iatrogènes ou nosocomiales car ces pratiques sont rarement exercées par des professionnels de la santé ou en milieu hospitalier.

Le **tatouage** est actuellement de plus en plus populaire de par le monde. Aux Etats-Unis, environ 30% des adultes portent au moins un tatouage (Velez et al. 2018). Des cas de mycobactérioses suite à des tatouages sont décrits quasi partout en Europe, en Asie (Thaïlande, Israël), aux USA et en Amérique latine (Brésil). Les espèces incriminées sont les mêmes que celles responsables d'infections iatrogènes ou nosocomiales (Conaglen et al. 2013 ; Mudaledla et al. 2015).

L'origine des infections est diverse : instruments non stériles, utilisation d'eau non stérile pour diluer l'encre ainsi que des produits manufacturés contaminés par des mycobactéries (Kennedy et al. 2012).

Des cas de mycobactérioses sont également rapportés suite à l'application de **maquillage permanent**. Comme pour les tatouages, l'encre utilisée était contaminée par une mycobactérie (*M. haemophilum*) (Giullieri et al. 2011).

Le **piercing** (oreilles, sourcils, mamelons...) peut également engendrer des infections mycobactériennes (Horii & Jackson 2010).

Un cas d'infection par *M. abscessus* suite à l'inoculation de toxine botulinique est aussi rapporté (Fang & Sun 2019).

4. Le tourisme médical

Au cours des deux dernières décennies, on a vu se développer un nouveau style de tourisme : le tourisme médical. Il consiste à subir des interventions (principalement chirurgicales) dans des pays où on peut allier des interventions médicales à des activités touristiques et où les frais chirurgicaux sont moins élevés que dans le pays de résidence. Ce tourisme médical concerne principalement des procédures cosmétiques telles que la mésothérapie, la chirurgie mammaire, l'abdominoplastie et la liposuccion (Jabbour et al., 2019) mais aussi des traitements dentaires, ceux liés à l'infertilité et à la chirurgie de l'obésité (Parel-Amini et al., 2019).

Outre les aspects financiers, ce tourisme médical présente d'autres avantages tels que l'aspect touristique du pays choisi, l'organisation de voyages et de séjours par des agences spécialisées dans le domaine, une liste d'attente plus courte que dans le pays de résidence et l'anonymat assuré par le fait que les interventions sont effectuées dans un pays étranger (Klein et al. 2017). L'Amérique Latine (la République Dominicaine en particulier) est privilégiée par les Nord-Américains, tandis que les Européens privilégiennent l'Afrique du Nord (Tunisie et Maroc), certains pays de l'Europe de l'Est (Bulgarie, Roumanie) ou la Turquie (Klein et al. 2017). La Thaïlande, le Vietnam et la Chine font également partie des pays où le tourisme médical est en expansion (Singh et al. 2016 ; Jabbour et al. 2019). On estime à plus de 1 million le nombre de Nord-Américains qui se rendent chaque année à l'étranger pour y subir des interventions de chirurgie plastique (Green et al. 2017).

Ce tourisme médical n'est pas sans danger et plusieurs aspects négatifs sont à signaler. Les consultations préopératoires sont parfois inadéquates et le suivi opératoire est souvent de courte durée. De plus, après l'intervention, les patients souhaitent profiter de leurs vacances et risquent de s'adonner à des activités contre-indiquées en période de convalescence. Si la compétence du personnel médical local n'est pas nécessairement mise en cause, l'utilisation de solutions injectables et d'instruments mal stérilisés constituent des facteurs aggravants. Certaines études ont démontré que les risques d'infections liés aux soins de santé étaient plus élevés dans les pays en développement ou émergents que dans les pays industrialisés (Allegranzi et al., 2011).

Il est difficile d'évaluer l'importance des complications liées aux MNT dans les pays où le tourisme médical est en expansion, par rapport à la situation dans les pays industrialisés, vu l'absence de données fiables et de dénominateurs.

5. Origine des contaminations

Qu'il s'agisse d'infections iatrogènes, nosocomiales ou de procédures cosmétiques, les MNT responsables de ces mycobactérioses sont toutes des mycobactéries de l'environnement. Elles sont inoculées à l'homme par l'intermédiaire de matériel mal (ou non) stérilisé (instruments chirurgicaux, aiguilles, endoscopes), par l'utilisation de solutions (commerciales ou non) contaminées par des mycobactéries ou via l'air environnant. Il a été démontré que l'air de la salle opératoire pouvait aussi être contaminé par des MNT et infecter des patients pendant une chirurgie à cœur ouvert

(Stammers et al. 2016). L'analyse des empreintes génétiques des souches isolées au cours des diverses études mentionnées plus haut confirme qu'il s'agit, dans la plupart des cas, de souches identiques. Dans certaines études, la même souche est mise en évidence dans l'environnement ou dans des solutions.

Les MNT sont beaucoup plus résistantes aux désinfectants que *M. tuberculosis* ou d'autres micro-organismes. La plupart des cas d'abcès post-injection décrits dans la littérature depuis des décennies, sont liés à l'utilisation d'aiguilles mal stérilisées. L'usage d'antiseptiques inappropriés pour la désinfection de matériel pouvant être contaminé par des mycobactéries en est souvent la cause. Tel est le cas de l'utilisation de produits à base d'ammoniums quaternaires comme le chlorure de benzalkonium (Tiwari et al. 2003). La stérilisation d'instruments comme les endoscopes qui ne peuvent pas être autoclavés s'avère particulièrement problématique (Guimard & Portaels 1996). Les endoscopes doivent impérativement être convenablement nettoyés avant d'être désinfectés et stérilisés, afin d'éliminer les matières organiques adhérentes, sources de biofilms. Parmi les produits les plus régulièrement utilisés pour la désinfection des endoscopes non-autoclavables, l'ortho-phtalaldéhyde et l'acide peracétique sont plus efficaces que le glutaraldéhyde. De plus, le glutaraldéhyde possède la propriété de fixer les biofilms, d'où l'importance d'un nettoyage manuel des endoscopes avant l'utilisation de produits désinfectants (Neves et al. 2015).

6. Mycobactérioses engendrées par des biofilms dans l'environnement

Les douches, baignoires, jacuzzis, bains bouillonnants, bassins de natations, aquariums... sont autant d'endroits où des biofilms peuvent se former si ceux-ci ne sont pas régulièrement nettoyés. Des micro-organismes peuvent s'y développer et en particulier les MNT.

Le granulome des piscines et des aquariums est la mycobactérose la plus connue et la mieux étudiée. Il s'agit d'une affection cutanée causée par *M. marinum* qui peut survenir lors de contacts avec des parois de piscines ou lors du nettoyage d'aquariums (Slany et al. 2012).

D'autres mycobactérioses, moins connues, peuvent être engendrées par la présence de biofilms dans lesquels des mycobactéries se sont multipliées.

Un des cas les plus spectaculaires met en cause un salon de beauté californien spécialisé en soins de pédicures, où 110 clientes ont développé une furonculeuse due à *M. fortuitum*, suite à des bains de pieds. Le fait de se raser les jambes, avant de fréquenter ce salon, était un facteur de risque d'infection (Winthrop et al. 2002). Des études ultérieures effectuées en Californie, ont démontré que 97% des bains de 18 salons différents étaient contaminés par des mycobactéries parmi lesquelles *M. fortuitum* était l'espèce la plus fréquente (Vugia et al. 2005).

7. Traitement

Les MNT sont résistantes à la plupart des médicaments antituberculeux. Il est important d'identifier la MNT afin d'utiliser un traitement efficace contre l'espèce en cause. Les infections dues à *M. abscessus*, *M. fortuitum* et *M. chelonae* sont parmi les plus difficiles à traiter et le recours à la chirurgie s'avère parfois indispensable (Griffith et al. 2007 ; Esteban & Ortiz-Perez 2009).

8. Défis actuels

La plupart des infections iatrogènes, nosocomiales ou liées à des procédures cosmétiques sont des maladies de la civilisation. Chirurgie plastique, mésothérapie, liposuction, acuponcture, tatouage, procédures cosmétiques diverses et la fréquentation de salons de beauté ont de plus en plus de succès à l'heure actuelle, non seulement dans les pays industrialisés mais aussi dans les pays émergents. Toutes ces pratiques devraient faire l'objet d'une réglementation sanitaire stricte afin d'éviter le développement d'infections dues à des mycobactéries de l'environnement. La plupart des cas de mycobactériose ne sont pas déclarés, surtout lorsqu'ils proviennent de pays en développement ou émergents. De plus, la déclaration de tels cas n'est pas obligatoire dans la plupart des pays industrialisés (Shih et al. 2018). Le manque de déclaration des cas rend la surveillance des maladies engendrées par des MNT difficile et constitue un frein pour la détection d'éventuels foyers d'infections. L'incidence des mycobactérioses à MNT est probablement sous-estimée et mériterait d'être mieux étudiée.

Conclusions

Pour les maladies mycobactériennes comme pour toute maladie, le dépistage précoce couplé à une prise en charge appropriée, constitue la première priorité.

Parmi les maladies causées par des mycobactéries, la tuberculose est actuellement la plus meurtrière malgré l'existence d'un traitement efficace depuis plus de 50 ans.

Les autres maladies mycobactériennes sont, soit reconnues par l'OMS comme maladies négligées (lèpre et ulcère de Buruli), soit mal connues quant à leur incidence et leur prévalence. Le nombre de publications consacrées aux maladies causées par des mycobactéries de l'environnement est en progression depuis plusieurs décennies. L'importance des mycobactérioses iatrogènes, nosocomiales, celles liées aux procédures cosmétiques et au tourisme médical, mérite une attention particulière, vu leur popularité grandissante. Des réglementations sanitaires strictes devraient être appliquées, principalement au niveau des pratiques exercées hors milieu médical et par du personnel non médical.

La déclaration des cas devrait être encouragée afin de mieux connaître l'importance des mycobactérioses causées par des MNT par rapport aux autres maladies mycobactériennes.

Références

Allegranzi, B., Bagheri Nejad, S., Combescure, C., Graafmans, W., Attar, H., Donaldson, L. & Pittet, D. 2011. Burden of endemic health-care-associated infection in developing countries: systematic review and meta-analysis. - Lancet, 377: 228-241.

Astagneau, P., Desplaces, N., Vincent, V., Chicheportiche, V., Botherel, A., Maugat, S., Lebascler, K., Léonard, P., Desenclos, J., Grosset, J., Ziza, J. & Brücker, G. 2001. *Mycobacterium xenopi* spinal infections after discectomy: investigation and screening of a large outbreak. - Lancet, 358 (9283):747-751.

Cassidy, P.M., Hedberg, K., Saulson, A., McNelly, E. & Winthrop, K.L. 2009. Nontuberculous mycobacterial disease prevalence and risk factors: a changing epidemiology. - Clin Infect Dis., 49 (12):e124-129.

Conaglen, P.D., Laurenson, I.F., Sergeant, A., Thorn, S.N., Rayner, A. & Stevenson, J. 2013. Systematic review of tattoo-associated skin infection with rapidly growing mycobacteria and public health investigation of a cluster in Scotland, 2010. - Euro Surveill., 18 (32):20553.

Correa, N.E., Cataño, J.C., Mejía, G.I., Realpe, T., Orozco, B., Estrada, S., Vélez, A., Vélez, L., Barón, P., Guzmán, A. & Robledo, J. 2010. Outbreak of mesotherapy-associated cutaneous infections caused by *Mycobacterium chelonae* in Colombia. - Jpn. J. Infect. Dis., 63 (2):143-145.

Esteban, J. & Ortiz-Pérez, A. 2009. Current treatment of atypical mycobacteriosis. - Expert Opin. Pharmacother., 10 (17):2787-2799.

Fang, R.Y. & Sun, Q.N. 2019. *Mycobacterium abscessus* infections following injection of botulinum toxin. – J. Cosmet. Dermatol., 00: 1-3.

Green, D.A., Whittier, S., Greendyke, W., Win, C., Chen, X. & Hamele-Bena, D. 2017. Outbreak of rapidly growing nontuberculous mycobacteria among patients undergoing cosmetic surgery in the Dominican Republic. – Ann. Plast. Surg., 78 (1):17-21.

Griffith, D.E., Aksamit, T., Brown-Elliott, B.A., Catanzaro, A., Daley, C., Gordin, F., Holland, S.M., Horsburgh, R., Huitt, G., Iademarco, M.F., Iseman, M., Olivier, K., Ruoss, S., von Reyn, C.F., Wallace, R.J. Jr. & Winthrop, K.; ATS Mycobacterial Diseases Subcommittee; American Thoracic Society; Infectious Disease Society of America. 2007. An official ATS/IDSA statement: diagnosis, treatment, and prevention of nontuberculous mycobacterial diseases. - Am. J. Respir. Crit. Care Med., 175:367-416.

Giulieri, S., Morisod, B., Edney, T., Odman, M., Genné, D., Malinvernini, R., Hammann, C., Musumeci, E., Voide, C., Greub, G., Masserey, E., Bille, J., Cavassini, M. & Jaton, K. 2011. Outbreak of *Mycobacterium haemophilum* infections after permanent makeup of the eyebrows. – Clin. Infect. Dis., 52 (4):488-491.

Guglielmetti, L., Mougari, F., Lopes, A., Raskine, L. & Cambau, E. 2015. Human infections due to nontuberculous mycobacteria: the infectious diseases and clinical microbiology specialists' point of view. - Future Microbiol., 10: 1467-1483.

Guimard, Y. & Portaels, F. 1996. Pseudo-infections à mycobactéries atypiques : détection, prévention et recommandations. - Bull. Séanc. Acad. R. Sci. Outre-Mer ; 42: 221-236.

Hall-Stoodley L. & Stoodley P. 2005. Biofilm formation and dispersal and the transmission of human pathogens. - Trends Microbiol., 13 (1):7-10.

He, F., Hu, D., Yu, X., Li, F., Chen, E., Wang, X., Huang, D., Lin, Z. & Lin, J. 2014. An outbreak of *Mycobacterium tuberculosis* infection associated with acupuncture in a private clinic of Zhejiang Province, China, 2012. – Int. J. Infect. Dis., 29:287-291.

- Horii K.A. & Jackson M.A. 2010. Images in clinical medicine. Piercing-related nontuberculous mycobacterial infection. – N. Engl. J. Med., 362 (21):2012.
- Jabbour, S.F., Malek, A.E., Kechichian, E.G., Tomb, R.R. & Nasr, M.W. 2019. Nontuberculous mycobacterial infections after cosmetic procedures: A systematic review and management algorithm. – Dermatol. Surg., 00: 1-10.
- Kennedy, B.S., Bedard, B., Younge, M., Tuttle, D., Ammerman, E., Ricci, J., Doniger, A.S., Escuyer, V.E., Mitchell, K., Noble-Wang, J.A., O'Connell, H.A., Lanier, W.A., Katz, L.M., Betts, R.F., Mercurio, M.G., Scott, G.A., Lewis, M.A. & Goldgeier, M.H. 2012. Outbreak of *Mycobacterium cheloneae* infection associated with tattoo ink. – N. Engl. J. Med., 367 (11):1020-1024.
- Klein, H.J., Simic, D., Fuchs, N., Schweizer, R., Mehra, T., Giovanoli, P. & Plock, J.A. 2017. Complications after cosmetic surgery tourism. - Aesthet. Surg. J., 37 (4):474-482.
- Liu, Y., Pan J, Jin, K., Liu, C., Wang, J., Chen, L., Chen, L. & Yuan, J. 2014. Analysis of 30 patients with acupuncture-induced primary inoculation tuberculosis. - PLoS One, 9 (6):e100377.
- Mudedla, S., Avendano, E.E. & Raman, G. 2015. Non-tuberculous mycobacterium skin infections after tattooing in healthy individuals: A systematic review of case reports. - Dermatol. Online J. Jun 16; 21(6).
- Neves, M.S., da Silva, M.G., Ventura, G.M., Côrtes, P.B., Duarte R.S. & de Souza, H.S. 2016. Effectiveness of current disinfection procedures against biofilm on contaminated GI endoscopes. – Gastrointest. Endosc., 83 (5):944-953.
- Parel-Amini, L., Uçkay, E.M., Rüegg, A. Homsy, B., Pittet-Cuénod, A. & Modarressi, A. 2019. Les enjeux du tourisme chirurgical dans le domaine de la chirurgie esthétique. - Ann. Chir. Plast. Est., 64 (4) : 293-297.
- Portaels, F. 1995. Epidemiology of mycobacterial diseases. - In: Clinics in Dermatology. Schuster M. (ed), Mycobacterial diseases of the skin. Elsevier Sciences Inc, New York, 3: pp. 207-222.
- Regnier, S., Cambau, E., Meningaud, J.P., Guihot, A., Deforges, L., Carbone, A., Bricaire, F. & Caumes, E. 2009. Clinical management of rapidly growing mycobacterial cutaneous infections in patients after mesotherapy. – Clin. Infect. Dis., 49(9):1358-1364.
- Safranek, T.J., Jarvis, W.R., Carson, L.A., Cusick, L.B., Bland, L.A., Swenson, J.M. & Silcox, V.A. 1987. *Mycobacterium cheloneae* wound infections after plastic surgery employing contaminated gentian violet skin-marking solution. – N. Engl. J. Med., 317 (4):197-201.
- Shih, D.C., Cassidy, P.M., Perkins, K.M., Crist, M.B., Cieslak, P.R. & Leman, R.L. 2018. Extrapulmonary nontuberculous mycobacterial disease surveillance - Oregon, 2014-2016. - MMWR Morb. Mortal. Wkly. Rep., 67 (31):854-857.

Singh, M., Dugdale, C.M., Solomon, I.H., Huang, A., Montgomery, M.W., Pomahac, B., Yawetz, S., Maguire, J.H. & Talbot, S.G. 2016. Rapid-growing mycobacteria infections in medical tourists: Our experience and literature review. – *Aesthet. Surg. J.*, 36 (8):NP246-253.

Slany, M., Jezek, P., Fiserova V., Bodnarova, M., Stork, J., Havelkova, M., Kalat, F. & Pavlik, I. 2012. *Mycobacterium marinum* infections in humans and tracing of its possible environmental sources. - *Can. J. Microbiol.*, 58 (1):39-44.

Stammers, A.H. & Riley, J.B. 2016. The heater cooler as a source of infection from nontuberculous mycobacteria. - *J. Extra. Corpor. Technol.*, 48 (2):55-59.

Tiwari, T.S., Ray, B., Jost, K.C. Jr., Rathod, M.K., Zhang, Y., Brown-Elliott, B.A., Hendricks, K. & Wallace, R.J. Jr. 2003. Forty years of disinfectant failure: outbreak of postinjection *Mycobacterium abscessus* infection caused by contamination of benzalkonium chloride. – *Clin. Infect. Dis.*, 36(8):954-962.

Tortoli, E., Meehan, C.J., Grottola, A., Fregni Serpini, G., Fabio, A., Trovato, A., Pecorari, M. & Cirillo, D.M. 2019. Genome-based taxonomic revision detects a number of synonymous taxa in the genus *Mycobacterium*. – *Infect. Genet. Evol.*, 75: 013983.

Velez, L., Harb, J., Anuszewski, S. & Wesson, S. 2018. Cutaneous *Mycobacterium massiliense* infection from tattooing: a common yet under-reported and persistent epidemic hazard for dermatologists. – *B.M.J. Case Rep.*, Jan 12; pii: bcr-2017-222762.

Villanueva, A., Calderon, R.V., Vargas, B.A., Ruiz, F., Aguero, S., Zhang, Y., Brown B.A., Wallace, R.J. Jr. 1997. Report on an outbreak of post injection abscesses due to *Mycobacterium abscessus*, including management with surgery and clarithromycin therapy and comparison of strains by random amplified polymorphic DNA polymerase chain reaction. – *Clin. Infect. Dis.*, 24:1147-1153.

Vugia, D.J., Jang, Y., Zizek, C., Ely J., Winthrop, K.L. & Desmond, E. 2005. Mycobacteria in nail salon whirlpool footbaths, California. - *Emerg. Infect. Dis.*, 11 (4):616-618.

Winthrop, K.L., Abrams, M., Yakrus, M., Schwartz, I., Ely, J., Gillies, D. & Vugia, D.J. 2002. An outbreak of mycobacterial furunculosis associated with footbaths at a nail salon. – *N. Engl. J. Med.*, 346 (18):1366-1371.

WHO. 2019 a. Tuberculosis. Fact-sheets., 17 Oct. 2019.

WHO. 2019 b. Leprosy. Fact-sheets., 10 Sept. 2019.

WHO. 2019 c. Buruli ulcer (*Mycobacterium ulcerans* infection). Fact-sheets., 21 May 2019.

Woo, P.C., Li, J.H., Tang, W. & Yuen, K. 2001. Acupuncture mycobacteriosis. - *N. Engl. J. Med.*, 345 (11):842-843.

