

Rengöring av bubbelpool gav diffus granulomatös lungsjukdom

Mykobakterier i vattenaerosol orsak till bubbelpoolsalveolit

EVA B E ANDERSSON, med dr, överläkare

eva.andersson@amm.gu.se
MAGNUS ÅKERSTRÖM, civilingenjör, yrkeshygieniker; båda Arbets- och miljömedicin

ERIK SVENSSON, med dr, överläkare, Bakteriologiska laboratoriet

SVEN LARSSON, professor, överläkare

HARALD FJÄLLBRANT, med dr, överläkare; de båda sistnämnda Lungmedicin och allergologi; samtliga Sahlgrenska universitetssjukhuset, Göteborg

Bubbelpooler blir allt vanligare i såväl hem som bad-, hotell- och spaanläggningar. Vi beskriver tre fall av säkerställd eller starkt misstänkt »hot tub lung« från samma arbetsplats och fyra fall med växt av mykobakterier i luftvägssekret, varav tre med akuta symtom. Samtliga var fastighetstekniker som arbetat med rengöring av filter till bubbelpooler. »Hot tub lung« är en diffus granulomatös lungsjukdom som orsakas av inandad vattenaerosol innehållande icke-tuberkulösa mykobakterier, vanligen tillhörande *Mycobacterium avium*-komplexet (MAC; dvs *Mycobacterium avium* och *Mycobacterium intracellulare*) [1]. Tidigare finns inte några fall av »hot tub lung« rapporterade från Sverige, och i engelsk litteratur finns endast enstaka rapporter om misstänkta yrkesrelaterade fall.

Det saknas en vedertagen svensk benämning för »hot tub lung«. Vi föreslår »bubbelpoolsalveolit« och använder oss fortsättningsvis av denna term.

Fallbeskrivningar

Fall 1. En 30-årig, rökande fastighetstekniker utan känd allergi, som i sitt arbete regelbundet skötte en bubbelpoolanläggning, insjuknade i början av februari 2007 med feberepisoder, andfäddhet, hosta och muskel- och ledvärk. Vid akutbesök den 12 februari noterades temperatur 38,4 °C, takypné, hjärtfrekvens 114, CRP 11 mg/l (<5 mg/l), perifer syremättnad (POX) 96 procent och PO₂ 8,2 kPa (10,6–13,8 kPa).

En vecka senare hade han en ny episod som vid akutbesök bedömdes som virusinfektion. Han sökte åter i mitten av mars med dyspné och blev inlagd på medicinavdelning. Man fann viss hypoxi (PO₂ 8,9 kPa), och lungemboli misstänktes; CRP var 16 mg/l. Lungröntgen bedömdes som väsentligen utan anmärkning, men DT med högupplösningsteknik



Figur 1. Högupplösande datortomografibild från insjuknandet i bubbelpoolsalveolit (hot tub lung) hos fall 1. Generellt utbredda centrilobulära mjölkglasliknande (ground glass) förändringar som är typiskt vid allergisk alveolit.

(HRCT) visade utbredd alveolitbild med mjölkglasliknande (ground glass) utseende utan bikakemönster (Figur 1).

Efter spontan förbättring skrevs patienten ut med sjukskrivning och remiss till lungmedicinisk klinik. Han hade fortsatta besvär av andfäddhet vid gång uppför, och efter ett besök på arbetet fick han en ny febertopp. Vid kontroll på lungmottagningen i slutet av mars fann man normal syresättning och spirometri men lätt sänkt diffusionskapacitet för CO (DLCO) (Tabell I). Lungröntgen visade diffust ökad interstitiell teckning. Inga precipiterande antikroppar ur standardpanelen påvisades. Bronkoskopi med bronkoalveolärt lavage visade lymfocytos (66 procent aktiverade lymfocyter och CD4/CD8-kvot 0,5). I transbronkiella biopsier påvisades epiteloïdcellsgranulom med jätteceller utan nekroser samt viss interstitiell inflammation.

I mitten av april var patienten betydligt förbättrad, med normal lungröntgen och diffusionskapacitet. Spirometri visade förbättrade värden (Tabell I). Diagnosen allergisk alveolit ansågs fastställd, och man avstod från farmakologisk behandling. Han besvärades dock av fortsatt trötthet och hade gått ner ca 5 kg i vikt. Han försökte återgå i arbete, men efter en knapp vecka fick han på nytt feber och andfäddhet. Lungröntgen visade inget nyttillkommet. Först i mitten av juni

■ sammanfattat

»Hot tub lung« är en allergisk alveolit-liknande, diffus granulomatös lungsjukdom orsakad av icke-tuberkulösa mykobakterier, ofta tillhörande *Mycobacterium avium*-komplexet.

Möjligheten av »hot tub lung« (bubbelpoolsalveolit) bör övervägas vid misstanke om exempelvis atypisk pneumoni, sarkoidos och allergisk alveolit samt vid oklar dyspné, särskilt med hypoxi.

Diagnosen ställs via anamnes på typiska symtom och

exponering för vattenaerosol, interstitiella lungförändringar på lungröntgen/högupplösande datortomografi och växt av icke-tuberkulösa mykobakterier i luftvägsprov. PAD-bilden liknar den vid allergisk alveolit.

I de flesta fall är avbruten exponering tillräckligt för bot.

Vid rengöring av utrustning där mykobakterier kan förekomma bör aerosolbildning undvikas. Högtryckstvätt bör inte användas.

TABELL I. Lungfunktionsvärden för fall 1–3 vid olika tidpunkter efter sjukdomsdebut. Spirometrivärden och förväntade värden enligt European Respiratory Society anges i liter. Diffusionskapacitet för CO (DLCO) anges som procent av förväntade värden. FVC = forcerad vitalkapacitet; FEV₁ = forcerad exspiratorisk enssekundsvolym.

	Fall 1			Fall 2			Fall 3		
	FVC	FEV ₁	DLCO, procent	FVC	FEV ₁	DLCO, procent	FVC	FEV ₁	DLCO, procent
Förväntade värden	5,6	4,7		4,9	4,0		5,2	4,3	
2–4 v	5,2	4,1	76	3,6	3,0		4,7	4,0	
4–6 v	5,8	4,4	90	4,0	3,5		4,0	3,8	
Ca 6 mån	6,7	5,1		4,8	3,9	74	5,6	4,3	144

kunde han träna och motionera obehindrat. Efter det att odling från bronkoalveolärt lavage utfallit positiv för *M avium* fastställdes slutligen diagnosen bubbelpoolsalveolit.

Vid utredning på Arbets- och miljömedicin vid Sahlgrenska universitetssjukhuset i maj framkom att det var rengöring av filter till en bubbelpoolanläggning som orsakade besvären. Reningsanläggningen fanns i ett teknikrum med begränsad ventilation. Filtret byttes två gånger per vecka och rengjordes med högtryckstvätt, vilket orsakade kraftig aerosolbildning. Skötselinstruktionerna från tillverkaren hade följts. För desinfektion av vattnet tillfördes väteperoxid (55–65 ppm), och vattnet passerade ultraviolett ljus.

Anläggningen hade varit i drift under ca ett halvår när patienten insjuknade. Två andra fastighetstekniker som utfört detta arbete sporadiskt samt under några veckor vid hans frånvaro insjuknade också (fall 2 och 3 nedan).

Yrkeshygieniker och läkare besökte arbetsplatsen. Vatten- och biofilmsprov från anläggningen togs för odling (Tabell II). Fastighetsteknikerna övergick till att använda vattenslang och andningsskydd vid rengöringen. Skötseln lades ut på entreprenad tills anläggningen kunde konverteras till rening med hjälp av sandfilter. I och med detta byggdes fastighetsteknikernas exponering för vattenaerosoler bort.

Fall 2. En 47-årig fastighetstekniker på samma arbetsplats, gräsallergiker, exrökare sedan 20 år, utvecklade diffus trötthet under ett par månader. Han sökte sedan akut i slutet av mars 2007 för frossa, hostattacker och ansträngningsdyspné. Vid inläggning var han takykard (hjärtfrekvens 117) och hypoxisk (saturation 85 procent, PO₂ 7,9 kPa). Lungemboli misstänktes men avskrevs efter skintigrafi. Vid en senare eftergranskning bedömdes lungröntgen och lungemboli-DT visa generaliserade lungparenkymförändringar.

TABELL II. Undersökta bubbelpooler och fastighetstekniker: odlingsresultat, förekomst av akuta symtom och diagnostiserad bubbelpoolsalveolit. Prov för odling har tagits från bubbelpool 1 och 2 vid flera tillfällen. MAC = *Mycobacterium avium*-komplexet; BAL = bronkoalveolärt lavage.

	Positiv odling av MAC	Akuta symtom	Bubbelpoolsalveolit
Bubbelpool 1	Vatten, biofilm		
Fastighetstekniker (fall 1)	BAL	X	X
Fastighetstekniker (fall 2)	Ej odlad	X	X
Fastighetstekniker (fall 3)	Ej odlad	X	X
Bubbelpool 2	Vatten, biofilm		
Fastighetstekniker (a)	Sputum, BAL	X	
Fastighetstekniker (b)	BAL	X	
Bubbelpool 3	Vatten, biofilm		
Fastighetstekniker (c)	Sputum×2	X	
Fastighetstekniker (d)	Sputum		

Syresättningen normaliserades efter ett par dagars vård. Efter utskrivning hade han fortsatta besvär av andfäddhet och trötthet. Spirometri visade sänkta värden (Tabell I).

I mitten av april fick han en ny episod av frossa efter exponering på arbetet. En månad senare var lungröntgen normaliserad, och han mädde betydligt bättre. Vid ny kontroll i augusti kände han sig återställd, spirometrivärdena var normaliserade, men diffusionskapaciteten var lätt sänkt. Fallet bedömdes som alveolit och starkt misstänkt bubbelpoolsalveolit. Luftvägsprov för mykobakterieodling var inte tagna.

Fall 3. En 35-årig fastighetstekniker på samma arbetsplats, pollenallergiker, icke-rökare, insjuknade i mitten/slutet av mars 2007 med hög feber och andningssvårigheter. Därefter följde en lång period av trötthet, subfebrilitet, andningssvårigheter och torrhosta. Han orkade inte arbeta och hade svårt att ta sig ett par trappor upp till sitt hem.

Vid besök i primärvården var SR 33. Tillståndet bedömdes som en infektion, och han fick två antibiotikakurer. Spirometri med några veckors mellanrum visade sjunkande värden (Tabell I). Lungröntgen gjord efter 1,5 månad var normal. I slutet av maj kände han sig relativt återställd.

Vid undersökning i oktober mädde han bra, med normal lungröntgen och diffusionskapacitet och förbättrade spirometrivärden (Tabell I). Lungröntgen från maj eftergranskades utan säkra förändringar. Fallet bedömdes som starkt misstänkt bubbelpoolsalveolit. För säker diagnos saknades röntgenfynd och positiv mykobakterieodling. HRCT och luftvägsodlingar var inte utförda.

Fler fastighetstekniker med symtom och positiva odlingar

Sommaren 2008 kontaktades Arbets- och miljömedicin vid Sahlgrenska universitetssjukhuset av personalen från en liknande anläggning, där man i stället för högtryckstvätt använt vattenslang för rengöring av filtren (Figur 2). Två fastighets-



Figur 2. Rengöring av filter med vattenslang.

»I litteraturen finns beskrivet ca 60–70 fall av bubbelpoolsalveolit hos immunkompetenta friska personer som använt bubbelbad ...«

tekniker (fastighetstekniker a och b i Tabell II) hade de senaste månaderna drabbats av episoder av feber, dyspné och muskelvärk efter rengöring av filtren, och en av dem hade sökt akut för detta. Den andre (fastighetstekniker b) hade även tidigare haft sådana episoder.

Utredning visade växt av *M avium* i bronkoalveolärt lavage hos båda; bronkoalveolärt lavage uppvisade lymfocytos hos den ene. På den andre gjordes ingen cytologisk analys. Lungröntgen visade inga säkra förändringar. Eftersom de endast hade episodvisa besvär bedömdes de ha inte fullt utvecklad bubbelpoolsalveolit, men troligen ett förstadium eller en lindrigare variant av sjukdomen. Försättningsvis användes skyddsutrustning vid rengöringsmomentet. Även denna anläggning byggdes senare om till rening med sandfilter.

Under hösten 2008 kom Arbets- och miljömedicin i kontakt med en tredje anläggning av samma slag. De två fastighetstekniker (fastighetstekniker c och d i Tabell II) som skötte denna hade inte haft några arbetsrelaterade besvär, men en hade haft akuta symtom med feber och andnöd vid bad i poolen. Båda hade positiva sputumodlingar för *M avium*. De avböjde utredning med bronkoskopi. Det fanns även uppgifter om att en tidigare anställd skulle ha haft besvär. Även denna anläggning konverterades till rening med sandfilter, och några månader därefter hade båda fastighetsteknikerna negativ sputumodling. De bedömdes inte ha bubbelpoolsalveolit, men de hade anmärkningsvärda fynd av mykobakterier i luftvägarna som försvann efter upphörd exponering.

Infektion orsakad av icke-tuberkulösa mykobakterier

Icke-tuberkulösa mykobakterier finns i jord, söt- och saltvatten och ibland även i kranvatten [2]. Smittspridning sker från sådana källor i omgivningen, både via inhalation och via nedsväljning, men det är sällsynt att smittkällan kan identifieras. Bakterierna smittar inte från person till person.

Studier från början av 1990-talet av icke-BCG-vaccinerade svenska skolbarn visade att många av barnen någon gång blivit smittade med icke-tuberkulösa mykobakterier, eftersom 10–32 procent av barnen hade ett positivt sk sensitivitetstest [3, 4]. De flesta av dem hade troligen haft asymtomatiska infektioner. Cervikal lymfadenit är annars den vanligaste kliniska manifestationen av infektion med icke-tuberkulösa mykobakterier hos barn. I en aktuell svensk studie baserad på hudtestning av icke-BCG-vaccinerade unga vuxna bedömdes minst 26 procent någon gång ha blivit smittade med icke-tuberkulösa mykobakterier [5].

Lunginflammation orsakad av icke-tuberkulösa mykobakterier är relativt ovanlig men ökar världen över [6]. Personer med nedsatt immunförsvar (såsom HIV-infektion) kan drab-

bas av generaliserad sjukdom, med hög mortalitet, orsakad av icke-tuberkulösa mykobakterier. Bland immunkompetenta personer har två grupper identifierats som har ökad risk att drabbas av lunginflammation: dels äldre män med kroniskt obstruktiv lungsjukdom och rökning i anamnesen, dels medelålders och äldre icke-rökande kvinnor [6]. Även personer med andra kroniska lungsjukdomar som cystisk fibros och pneumokonios kan drabbas. Långvarig behandling med en kombination av olika antibiotika krävs ofta.

Diffus granulomatös lungsjukdom orsakad av mykobakterier

I litteraturen finns beskrivet ca 60–70 fall av bubbelpoolsalveolit hos immunkompetenta friska personer som använt bubbelbad (i enstaka fall rapporteras samband med dusch) [1]. De har utvecklat en allergisk alveolit-liknande bild efter exponering för aerosol innehållande mykobakterier, i de flesta fall MAC. Episoder med feber, andnöd mm beskrivs hos en del, medan andra verkar debutera mer subakut med tilltagande andnöd och hosta. Av de beskrivna fallen förekommer andnöd hos alla, hosta hos 80 procent, feber hos 55 procent och viktnedgång hos 20 procent [1]. Reexponering ger i de flesta fall förnyade symtom.

Lungröntgen visar vanligen – men inte alltid – spridda interstitiella förändringar eller noduli. HRCT-förändringar finns hos alla, vanligen mjölkglasliknande (ground glass) förändringar och/eller spridda, ofta centrilobulära, nodulära förändringar [1, 7]. Lungfunktionsundersökning visar varierande påverkan av ventilationsförmåga och diffusionskapacitet. Hypoxi påvisas i hälften av fallen. Bronkoalveolärt lavage visar lymfocytos och PAD granulom, interstitiell inflammation och inslag av organiserande pneumoni med bindvävspluggar i bronkioli [1, 8, 9].

Så långt stämmer bilden med allergisk alveolit, men vid bubbelpoolsalveolit påvisas inte precipitiner ur standardpanelen, och odling av respiratoriska prov visar växt av mykobakterier. PAD-bilden brukar också avvika något från den vid allergisk alveolit, med dominans av mer välutvecklade granulom och mindre framträdande interstitiell inflammation [8, 9].

Det finns en diskussion i litteraturen om huruvida sjukdomen är att betrakta som allergisk alveolit, infektion, både- eller som en egen sjukdomsentitet. I en konsekutiv fallserie av allergisk alveolit (n=85) bedömdes 21 procent vara bubbelpoolsalveolit [10]. American Thoracic Society (ATS) har i sina riktlinjer om sjukdomar orsakade av icke-tuberkulösa mykobakterier kallat bubbelpoolsalveolit för »hypersensitivity-like disease« [11]. Enligt ATS kan diagnosen bubbelpoolsalveolit ställas även i avsaknad av PAD vid subakut insättande luftvägssymtom kopplat till exponering, positiv mykobakterieodling från luftvägar och eventuellt vatten samt typiska röntgenfynd.

ATS konstaterar också att en liknande sjukdomsbild har beskrivits hos personer som yrkesmässigt exponerats för skärvätske aerosoler [12], då ofta satt i samband med *Mycobacterium immunogenum*. Mykobakterien har dock inte odlats fram från de drabbades luftvägar, varför det är oklart om det är samma sjukdom.

Svårigheterna att diagnostisera bubbelpoolsalveolit belyses av våra fall, där patienterna fick diagnoser som infektion, lungemboli och allergisk alveolit. Om inte fall 1 blivit så noga

»Det viktigaste är att exponeringen upphör, och många har tillfrisknat efter någon månad utan annan behandling ...«

TABELL III. Sammanställning av iakttagelser vid de tre bubbelpoolanläggningarna.

	Bubbelpool		
	1	2	3
Användning av högtryckstvätt	Ja	Nej	Nej
Tillräcklig ventilation i teknikrummet	Nej	Nej	Ja
Synlig mikrobiologisk växt i anläggningen	Ja	Ja	Ja
Lämplig förvaring av filter mellan filterbyten	Nej	Ja/Nej	Ja

»När vi ställdes inför våra patienter fanns inga konstaterade fall av bubbl-poolsalveolit hos yrkesexponerade personer publicerade.«

undersökt och patienten hävdade att sjukdomen var arbetsorsakad, hade varken hans eller arbetskamraternas bubbl-poolsalveolit upptäckts.

Det viktigaste är att exponeringen upphör, och många har tillfrisknat efter någon månad utan annan behandling [1, 11]. En del har behandlats med steroider, som anses påskynda förbättringen i allvarliga fall, och/eller antimykobakteriella medel. Ingen kronisk sjukdomsbild eller dödsfall finns beskrivna [11].

Förekomst av icke-tuberkulösa mykobakterier i badmiljö

Icke-tuberkulösa mykobakterier är långsamväxande, hydrofoba bakterier som kan fästa på ytor i tex vattenledningar, där de bildar en biofilm [13]. De är motståndskraftiga mot de flesta desinfektionsmedel, tex klor [14]. Icke-tuberkulösa mykobakterier har påvisats i 65–82 procent av undersökta klorrenade pooler [15, 16].

I en amerikansk studie [17] fann man MAC och andra icke-tuberkulösa mykobakterier i 72 procent av de luft- och vattenprov som slumpvis togs från 18 badanläggningar. Halterna var signifikant lägre i de klor- och bromrenade poolerna än i de pooler som renades med hjälp av väteperoxid och UV-ljus. I samma studie påvisades icke-tuberkulösa mykobakterier i ett av nio kranvattenprov.

Höga halter har dock påvisats i duschhuvuden, och man har spekulerat över om den moderna människans frekventa duschande kan ligga bakom ökningen av sjukdom associerad med icke-tuberkulösa mykobakterier [18].

Provtagning i de tre anläggningarna

De tre bubblpoolanläggningarna, byggda 2004–2006, är snarlikt uppbyggda med endast mindre skillnader i konstruktion och personalens skötsel (Tabell III). Rutinmässiga od-

lingar för *Pseudomonas* och *Legionella* från anläggningarna var negativa. Vattenprov och prov från biofilm togs i de tre anläggningarna i samband med patientfallen och analyserades med avseende på mykobakterier (Tabell II) och endotoxin. Halterna av endotoxin var inte anmärkningsvärt höga i vattenproven eller vid luftmätning under filterrengöringsmomentet. Prov från anläggning 1 analyserades först utomlands med PCR-teknik för påvisande av mykobakterier, eftersom odling av vatten då inte utfördes i Sverige. Därefter har prov analyserats genom direktmikroskopi och kvalitativ odling på Bakteriologiska laboratoriet i Göteborg.

M avium påvisades i samtliga anläggningar i samband med patientutredningarna och i enstaka prov även M fortuitum. Förekomst av icke-tuberkulösa mykobakterier i vatten och biofilm är i sig inte anmärkningsvärt, eftersom bakterierna är vanligt förekommande. Exponeringen bedöms ha varit högst vid skötsel av bubblpool 1 och lägst vid bubblpool 3 (Tabell III), vilket tycks stämma med sjukdomsintensiteten. För fortsatta undersökningar har en kvantitativ analysmetod arbetats fram.

Yrkesorsakad bubbl-poolsalveolit finns knappt beskrivet

När vi ställdes inför våra patienter fanns inga konstaterade fall av bubbl-poolsalveolit hos yrkesexponerade personer publicerade. Ett misstänkt fall från Nya Zeeland rapporterades 2008 hos en 17-årig kvinnlig siminstruktör [19]. Det finns ett utbrott hos badvakter med diffus granulomatös lungsjukdom beskrivet från en inomhusbassäng där mycket vattensprutande utrustning hade installerats [20]. Höga endotoxinhalter uppmättes, men sjukdomsorsaken klarades inte; senare har icke-tuberkulösa mykobakterier föreslagits [1, 2].

Med tanke på hur vanliga icke-tuberkulösa mykobakterier är i vår miljö får de medicinska riskerna vid exponering generellt bedömas som små. Vi rekommenderar dock att man försöker undvika aerosolbildning vid rengöring av utrustning där mykobakterier kan förekomma. Högttrycksvätt bör inte användas.

■ Potentiella bindningar eller jävsförhållanden: Inga uppgivna.

REFERENSER

- Sood A, Sreedhar R, Kulkarni P, Nawoor AR. Hypersensitivity pneumonitis-like granulomatous lung disease with nontuberculous mycobacteria from exposure to hot water aerosols. *Environ Health Perspect*. 2007;115(2):262-6.
- Falkinham JO 3rd. Nontuberculous mycobacteria in the environment. *Clin Chest Med*. 2002;23(3):529-51.
- Larsson LO, Magnusson M, Skoogh BE, Lind A. Sensitivity to sensitins and tuberculin in Swedish children. IV. The influence of BCG-vaccination. *Eur Respir J*. 1992;5(5):584-6.
- Larsson LO, Bentzon MW, Lind A, Magnusson M, Sandegård G, Skoogh BE, et al. Sensitivity to sensitins and tuberculin in Swedish children. Part 5: A study of school children in an inland rural area. *Tuber Lung Dis*. 1993;74(6):371-6.
- Fjällbrant H, Rutqvist A, Widström O, Zetterberg G, Ridell M, Larsson LO. Tuberculin skin test reactivity of health care students in a country with a low prevalence of tuberculosis. *Int J Tuberc Lung Dis*. 2010;14(10):1272-9.
- Glassroth J. Pulmonary disease due to nontuberculous mycobacteria. *Chest*. 2008;133(1):243-51.
- Hartman TE, Jensen E, Tazelaar HD, Hanak V, Ryu JH. CT findings of granulomatous pneumonitis secondary to *Mycobacterium avium*-intracellulare inhalation: »Hot tub lung«. *AJR Am J Roentgenol*. 2007;188(4):1050-3.
- Khoor A, Leslie KO, Tazelaar HD, Halmers RA, Colby TV. Diffuse pulmonary disease caused by nontuberculous mycobacteria in immunocompetent people (hot tub lung). *Am J Clin Pathol*. 2001;115(5):755-62.
- Agarwal R, Nath A. Hot-tub lung: hypersensitivity to *Mycobacterium avium* but not hypersensitivity pneumonitis. *Respir Med*. 2006;100(8):1478.
- Hanak V, Golbin JM, Ryu JH. Causes and presenting features in 85 consecutive patients with hypersensitivity pneumonitis. *Mayo Clin Proc*. 2007;82(7):812-6.
- Griffith DE, Aksamit T, Brown-El-liot BA, Catanzaro A, Daley C, Gordon F, et al. An official ATS/IDSA statement: diagnosis, treatment, and prevention of nontuberculous mycobacterial diseases. *Am J Respir Crit Care Med*. 2007;175(4):367-416.
- Beckett W, Kallay M, Sood A, Zuo Z, Milton D. Hypersensitivity pneumonitis associated with environmental mycobacteria. *Environ Health Perspect*. 2005;113(6):767-70.
- Falkinham JO. The changing pattern of nontuberculous mycobacterial disease. *Can J Infect Dis*. 2003;14(5):281-6.
- Taylor RH, Falkinham JO 3rd, Norton CD, LeChevallier MW. Chlorine, chloramine, chlorine dioxide, and ozone susceptibility of *Mycobacterium avium*. *Appl Environ Microbiol*. 2000;66(4):1702-5.
- Iivanainen E, Northrup J, Arbeit RD, Ristola M, Katila ML, von Reyn CF. Isolation of mycobacteria from indoor swimming pools in Finland. *APMIS*. 1999;107(2):193-200.
- Havelaar AH, Berwald LG, Groot-huis DG, Baas JG. Mycobacteria in semi-public swimming-pools and whirlpools. *Zentralbl Bakteriol Mikrobiol Hyg B*. 1985;180(5-6):505-14.
- Glazer CS, Martyny JW, Lee B, Sanchez TL, Sells TM, Newman LS, et al. Nontuberculous mycobacteria in aerosol droplets and bulk water samples from therapy pools and hot tubs. *J Occup Environ Hyg*. 2007;4(11):831-40.
- Feazel LM, Baumgartner LK, Peterson KL, Frank DN, Harris JK, Pace NR. Opportunistic pathogens enriched in showerhead biofilms. *Proc Natl Acad Sci U S A*. 2009;106(38):16393-9.
- Yu TC, Ahmed R, Yap E, Kumar S. Dyspnoea in a 17-year-old swim instructor: a diagnosis of hot tub lung. *NZ Med J*. 2008;121(1284):78-80.
- Rose CS, Martyny JW, Newman LS, Milton DK, King TE Jr, Beebe JL, et al. »Lifeguard lung«: endemic granulomatous pneumonitis in an indoor swimming pool. *Am J Public Health*. 1998;88(12):1795-800.