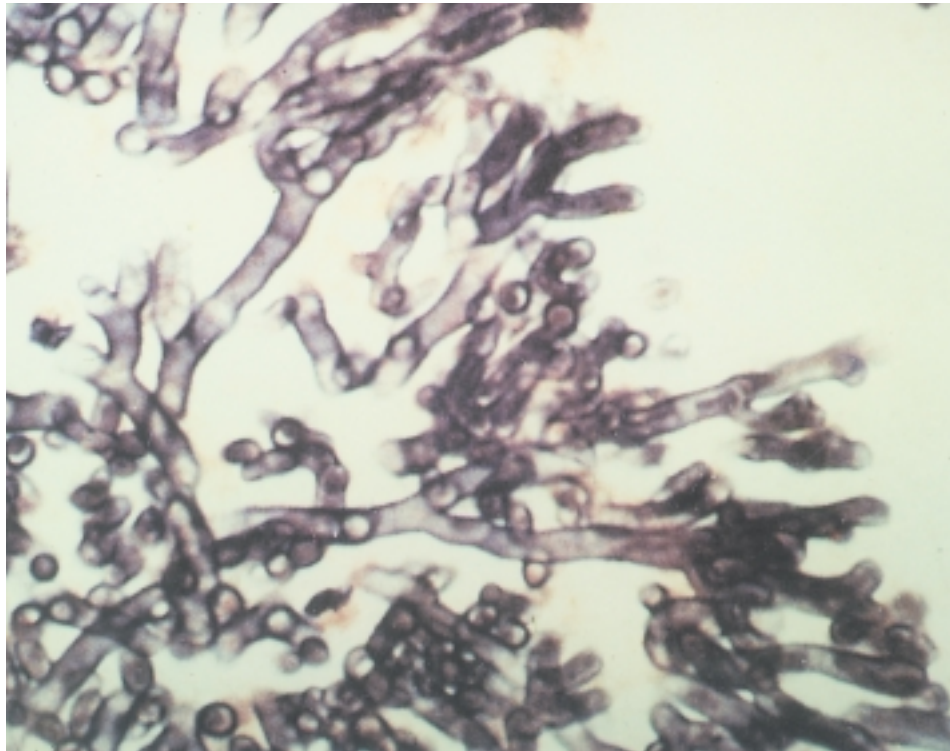


Airea girotzeko sistemen arriskuak

Arantza Sarasua Etxebarria eta Adelaida Uman Sanchez

CAF-Elhuyar Sariak. Hirugarren saria



A. SARASUA & A. UMANAN

Aireztapen-sistemetan onddoak hazten direnean, milaka espora mikroskopiko aireratzen dira.

Airea girotzeko sistemek gaitz askorekin lotura zuzena dute adituen ustez. Arnas traktuko gaixotasun asko, alergikoak zein infektziosoak, aireztapen-sistemek airetratutako mikroorganismoek eraginak dira. Sistema horien garbiketa sistematikoa eta kontrol zorrotza egin ezean, inguruko bakterioak eta onddoak hoditerietan ugaltu egingo dira. Jarraian, aireztapen-sistema abiaraztean, gela barruko airean hedatuko dira abiadura handiz, arnastean gaixotzeko arriskua gehituz. Dena den, pertsona gehienengan ez dute arazorik sortuko, aireztapen-sistemetan dauden mikroorganismo horiek ez direlako berez oso birulentoak. Baina alergikoek eta immunoeskasiaren bat duten pertsonen gaixotzeko arrisku handiagoa dute. Hainbat inguru berezitan, ospitalak kasu, arazo larria bihur daiteke aireztapen-sistemen kutsapena. Beraz, airea girotzeko sistemak neurrian erabili beharko ditugu, mantentze-lana nahitaezkoa dela ahaztu gabe.

Airea eta osasuna

Uda partean, hondartzatik etxeratzeko kotxea hartu eta berehala airea sakatzen dugunean, hori bedeinkapena! Edo udazkeneko lanegunetan, kanpoan sargori galanta dagoenean, bulegoko airea freskatzeko sistemarik ez balego! Baina kontuz, arnasten dugun aireak eta osasunak lotura zuzena dute.

Aire girotuarekin inoiz erlazionatu diren gaitzak 3 motatakoak dira:

1. Begien eta eztarriaren narritadura, sudurreko jarioa, buruko mina eta beste sintoma ez-espezifikoaren multzoa.
2. Alergiak.
3. Arnas traktuko infekzioak.

Arnas aparatuen bidez, inguruko airea etengabe barneratzen dugu oxigenoa eskuratzeko. Hori bai, oxigenoaz gain, airean dauden partikulak ere barneratzen ditugu, besteak beste, alergenak eta mikroorganismo infekziosoak. Zorionez, arnas aparatuko mukostan dauden babesbideek (ile, zilio, muki eta abar) kanpoan mantentzen dituzte airean etorritako partikula gehienak. Dena den, defentsa horiek gaindi daitezke eta airearen poluzio-maila handitu ahala gaixotzeko arriskua ere areagotu egiten da.

Bioaerosolak

Aireak beti ditu hautsa, polena, onddoen esporak, bakterioak, birusak eta abar; alda daitekeena partikula horien kontzentrazioa da.

“aireztapen-sistemen hodiekin bihurtzeko dituzten, inguruko mikroorganismoen hazkuntza gerta daiteke eta horiek, milaka aldiz ugaltzeko ondoren, abiadura handiz aireztatzen dira gela barnean, bioaerosolak eratuz”

Aireztapen artifizialak zirkuitu itxiak erabil ohi ditu eta gela barruko partikulak behin eta berriz aireztatzen ditu. Bestalde, sistema gehienek airea garbitu eta freskatzeko ura erabiltzen dute eta girotu ondoren, hoditeriaren bidez, aire freskoa banatu eta gela barrurantz

bultzatzen dute. Inguruan bizi diren hainbat onddo-espezie eta bakterio-espezie gutxirekin konformatzen dira eta hezetasuna eta materia organiko arrunta nahikoa dute ugaltzeko. Aireztapen-sistemen hodiekin, bereziki bihurtzeko edo geldituak dituztenean, zikinkeria (materia organikoa) metatzen dute eta inguruko mikroorganismoen hazkuntza ahalbidetzen dute. Mikroorganismo horiek, milaka aldiz ugaltzeko ondoren, abiadura handiz aireztatzen dira gela barnean, bioaerosolak eratuz. Bioaerosolak airean dauden mikroorganismoen edo haien zatien partikula fin-finak dira eta gaixotasun alergiko zein infekzioso batzuen agerpenaren erantzuleak dira¹.

Eraikuntza gaixoaren sindromea

Eraikuntza gaixoaren sindrome deritzo artifizialki aireztatutako bulegoetako langileen artean agertu ohi den sintoma-multzoari: begien eta eztarriaren narritadura, sudurreko jarioa, buruko mina, larruazaleko gaitzak, nekea, errinitis alergikoak, arnas traktuko gaixotasun infekziosoak eta abar. Ikerketa epidemiologiko asko saiatu dira langile horien ondoezak aireztapen-sistema motarekin eta bulego bakoitzean dauden mikroorganismoen eta beste partikulen kontzentrazioarekin lotzen. Eraikuntza gaixoaren sindromearen definizioa zabalegia denez, ikertzaile batzuen ustez, aireztapen artifiziala ezin da izan gaitz horien guztien erantzule bakarra, eragina baduen arren². Krisi alergikoak eta arnas traktuko hainbat gaixotasun infekziosoaren ageraldi batzuk, ordea, korrelazio zuzena eta adierazgarria dute airea girotzeko sistemekin³. ➔



ARTXIBOKOA

Eraikuntza gaixoaren sindrome deritzo artifizialki aireztatutako bulegoetako langileen artean agertu ohi diren gaitzen multzoari.

1. EDUARD W.
"Measurement methods and strategies for non-infectious microbial components in bioaerosols at the workplace".
Analyst 1996; 121(9):1197-1201.

2. VINCENT D, ANNESI I, FESTY B, LAMBROZO J.
"Ventilation system, indoor air quality, and health outcomes in Paris modern office workers".
Environ Res 1997; 75: 100-112.

3. TEEUW KB
VANDERBROUCKE-GRAULS CM, VERHOEF J.
"Airborne gram-negative bacteria and endotoxin in sick building syndrome. A study in Dutch governmental office buildings".
Arch Intern Med 1994; 154(20): 2339-2345.

Alergiak

Inguruan bizi diren beste izakien osagarri batzuk gure sistema immunea aktibatzen gaitu. Hori, sistemaren erantzuna egokia eta neurtua denean, onuragarria da, mikroorganismoak barneratzea oztopatzeko balio delako eta, beraz, gaixotasun infekziosoak ekiditeko. Hainbat pertsonengan, ordea, produktu horiek sorrarazita-ko erantzuna gehiegizkoa da eta kaltegarria suertatzen da. Horrelako erantzunak eragiten dituzten partikulei alergenok deritze eta erantzun ez-egoki horiek izateko joera duten pertsonen hipersentikor edo alergiko. Alergenok arnastu dituztenean alergikoen arnas traktuko mukosa handitu egiten da eta errinitisa edo asma-ren sintomak jasan beharko dituzte. Alergia horiek izateko joera, alde batetik, geneetan idatzitakoaren ondorioa da, baina, bestalde, krisi sintomatikoak gertatzeko alergenok zehatzak arnastu behar dira.

“aireztapen-sistema kutsatzen bada, gero eta alergenok mikrobiano gehiago aireeratuko ditu eta pertsona alergikoentzat arrisku-faktore bihurtzen dira”

Alergenok mota asko daude, batzuk mikrobianoak dira (onddoen esporak, bakterioen toxinak eta abar) eta beste asko animalien edo landareen osagarriak (polena, ileak...). Azken hauek geldoak dira, airean ugaltzen ez direnak, mikroorganismoak, berriz, aireztapen-sistemen barruan arin-arin ugaltzen dira, batez ere materia organikoa aurkituz gero. Ondorioz, aireztapen-sistema kutsatzen bada, gero eta alergenok mikrobiano gehiago aireeratuko ditu, aireko alergenoen kontzentrazioa gehituz. Ikerketa batzuek etxeko airearen kalitatea eta umeen krisi asmatikoak erlazionatu dituzte, aireztapen-sistema artifizialak, besteak beste, sintoma alergikoak eragiteko arrisku-faktore bat direla aditzera emanaz⁴. Ahal den neurrian, pertsona alergikoek airea kutsatua duten lekuetatik aldentzen saiatu beharko lukete eta haien etxeetan onddoen esporak, animalien ileak eta beste alergenok iturri guztiak desagerrarazten.

Infekzioak

Aireztapen-sistemak zabaltzen dituen mikroorganismoak bizitzeko gai baldin badira, gizakia infektatzeko eta gaixotasun infekziosoak eragiteko aukera dago; beraz, arrisku horiek baloratzeko aztertu behar ditugun aldeak birulentzia, ostalariaren egoera eta dosia dira.

Birulentzia

Aire-laginetan isolatu ohi diren mikroorganismoak 1. taulan zerrendatzen dira⁵. Onddo- eta bakterio-espezie asko aurki daitezke aire-sistematan, baina guztiek ez dute gaitasun berdina arnas traktuko infekzioak sorrarazteko.

“oro har, aireztapen-sistemak kolonizatzen dituzten mikroorganismoek gaixotasunak eragiteko gaitasun eskasa dute”

Gizakiaren mikroorganismo parasitorik birulentoenak, hain zuzen, ohituta daude gure lepotik bizitzen eta eskakizun zorrotzak izaten dituzte ugaltzeko: bitaminak, temperatura epela, materia organiko asko eta gozoa eta abar. Ondorioz, aske bizitzeko, giro-tenperaturaren eta janari gutxi izanik jai dute. Inguruan libre bizi diren espezieak, aldiz, edozein materia-mota aprobetxatzen ikasi dute eta temperatura- eta hezetasun-aldaketetara egokitu dira. Horrexegatik, oro har, aireztapen-sistemak kolonizatzen dituztenak inguruko mikroorganismo saprofitoak izango dira gehienak, gaixotasunak eragiteko gaitasun gutxiak, edo bestela esanda, birulentzia txikiak.

Dena dela, gaixotasun infekziosoaren agerpena bi izakiren arteko erlazioaren adierazlea da: mikroorganismoa eta ostalaria, hau da, gizakia bera.

Mikroorganismoak	Bakterioak	Onddoak
Infekzio oportunistak maiz eragiten dituztenak	<i>Pseudomonas</i> <i>Legionella</i> <i>Acinetobacter</i> <i>Staphylococcus</i>	<i>Aspergillus</i> <i>Penicillium</i> <i>Alternaria</i> <i>Cladosporium</i> <i>Fusarium</i> <i>Rhizopus</i>
Esporak, endotoxinak edo beste alergenok ekoizten dituztenak	<i>Bacillus</i> <i>Thermoactinomyces</i> <i>Arthrobacter</i> <i>Corynebacterium</i> <i>Citrobacter</i> <i>Enterobacter</i> <i>Klebsiella</i> <i>Blastobacter</i>	<i>Aureobasidium</i> <i>Epicoccum</i> <i>Helminthosporium</i> <i>Monilia</i> <i>Paecilomyces</i> <i>Phoma</i> <i>Trichoderma</i> <i>Wallenia</i>

1. taula. Aire-laginetan isolatu ohi diren mikroorganismoak.

4. JONES RC, HUGHES CR, WRIGHT D, BAUMER JH. "Early house moves, indoor air, heating methods and asthma". *Respir Med* 1999; 93(12): 919-922.

5. HUGENHOLTZ PH, FUERST J. "Heterotrophic bacteria in an air-Handling system". *Appl Environ Microbiol* 1992; 58: 3914-3920.

Ostalariaren egoera

Pertsona guztiek dute infekzioetatik babesteko sistema immunea. Horren funtzionamendua faktore batzuen arabera da, esaterako, adinak, nutrizio-egoerak eta hainbat gaixotasunek nabarmen eragiten diote. Hainbat defentsa-mekanismo garatzeke daude ume txikietan eta adinekoetan, aldiz, askotan akatsak edo agorraldiak agertzen dira.

Nutrizio-ekasua, alkoholismoa, infekzioak, diabetea eta, batez ere, sistema immunearen jatorrizko zein hartutako berezko eskasiak (ihesa, neutropenia eta abar) erabakigarriak dira aireztapen-sistemak hedatutako mikroorganismoak arnastu eta gaixotzeko arriskua baloratzeko orduan. Beraz, sistemak berdinak izan arren, arriskua oso bestelakoa da etxeetan, edo bulegoetan eta ospitaletan, edo beste inguru berezietan.

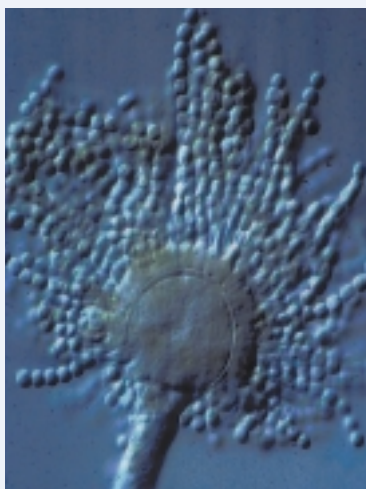
Ostalari baten defentsak gutxituak daudenean, berez birulentzia eskasekoa den mikroorganismo batek gaixotasuna sorraraz dezake. Mikroorganismo hori

“ostalari baten defentsak gutxituak daudenean, berez birulentzia eskasekoa den mikroorganismo batek gaixotasuna sorraraz dezake”

aprobetxategia edo oportunistak dela esaten dugu. Inguruko bakterio eta onddo saprofitoen artean horietako batzuk badaude. *Aspergillus* onddoa horietariko bat da, horren esporak, aireak hautsarekin batera eramanda, leku guztietan daude, etxeetan, eskoletan, kalean edo ospitaleetan. ➔

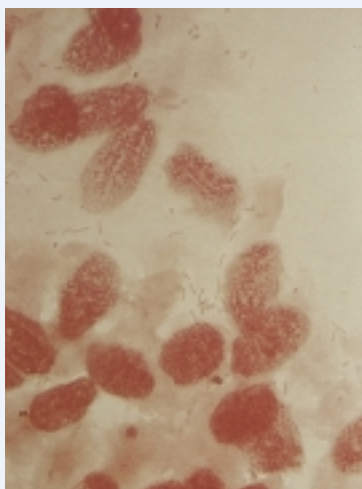
Mikroorganismo oportunistak

Aspergillus onddoa lizuna da, filamentu luzeak eratzen ditu landareetan edo lurlean, materia organikoa dagoen edozein lekutan. Filamentu batzuk isipu-itxura hartuz bereizten dira eta ondoren milaka espora txiki eta borobil eratzen dituzte. Esporak haize-lasterren bidez barreiatzen dira, eta leku egoki batera heltzen badira, espora bakoitzak mizelio berri bat sortuko du. *Aspergillus* onddoak 300 espezie ditu, baina horietako 17 baino ez dira gizakia erasotzeko gai eta horiek ere ez dira bereziki birulentoak. *Aspergillus* onddoek sortutako infekzioei aspergilosi deritze eta horien larritasuna beti ostalariaren egoera immunearen arabera da, gehien agertzen den forma klinikoa biriketako aspergilosia da. Berez ez dute gure arnas traktua inbaditzeko gaitasunik eta etengabe esporak arnasteak zerbait sortzekotan alergiak sortuko ditu, baina ez infekzioak. Baina ebakuntza-gelan kutsatzen diren gaixoak, askotan beste gaitz baten ondorioz immunoekasiaz dutenak, *Aspergillus* onddoak eragindako infekzioengatik hil daitezke. Badirudi, aspergilosiaren kasuan behintzat, ospitaleetan berritze-lanetan egotea dela kasu-kopuruaren gehikuntzarekin lotura handiena duen faktorea.



Aspergillus onddoaren ugaltzeko egiturak (esporoforoak).

ARTXIBOKOA



Biriketako makrofagoen barruan ikusten diren makilatxoak *Legionella pneumophila* bakterioak dira.

ARTXIBOKOA

Legionella pneumophila makila-itxurako bakterio txiki bat da. Inguruan beti urari lotuta aske bizi daiteke, baina gizakia-aren arnas traktuko mukosa inbaditzeko gai da, batez ere ostalariaren defentsak makalduta daudenean. Legionelosi ize-neko pneumonia atipikoa sortzen du eta batzuetan hilgarria gertatzen da⁶.

6. MA X, WANG Y, PENG X. "Investigation of an Legionnaires«disease outbreak associated with contaminated air-conditioning". *Chung Hua Liu Hsing Ping Hsueh Tsa Chih* 1998; 19(4):200-204.

Dosia

Gaixotasun infekziosoak sortzeko, espeziearen arabera ezberdina den gutxieneko mikroorganismo-kopurua amastu behar da. Horrela, gela bateko airean metro kubikoko 10-100 *Legionella* baleude, zaila litzateke barruan dagoen pertsonak infekzioa garatzeko behar den gutxieneko dosia amastea. Airea girotzeko sistemen hodiedetan *Legionella* finkatu eta ugaltzen bada, metro kubikoko milioika bakterio aireratu eta zabalduko ditu. Ondorioz, aire hori amasten duten pertsonen legionelosi harrapatzeko beharrezkoa den gutxieneko bakterio-kopurua erraz arnas dezakete⁷.

Dosiaren kontzeptu hori funtsezkoa da sistemen kontrolak nolakoak izan behar duten ulertzeko.

Arrisku bereziko inguruak

Hainbat leku arrisku berezikoak dira bertan daudenak direla eta, ospitalak kasu. Ospitaleratuak dauden pertsonen askotan immunoeskasiaren bat dute, gaitz bat edo beste dutelako edo kanpo-defentsa mekanikoak, hau da larruzak eta mukosak, urratuak dituztelako. Ondorioz, kalean kalterik eragiten ez duten hainbat mikroorganismo, *Aspergillus* ondooa kasu, ospitaleetan arazo larri bihur daitezke, bertan daudenen infekzioekiko sentikortasuna txit handiagoa delako. Ebakuntza-geletako aireztapena bereziki oso kontrolatuta dago eta hamaika ikerketa egin da ebakuntza-geletako aireztapen-sistemen funtzionamenduaren eta hartutako aspergilosiaren eta beste gaixotasun infekziosoen arteko erlazioa ikertzeko⁸.

Bestalde, gizakien hainbat jarduerak, beharra dela edo aisia dela, bioaerosolak sortzen dituzte. Simaurra astintzeak, adibidez, bere baitan dituen milaka mikroorganismo aireratzeko arriskua dakar. Modu berean, araztegiatan aritzen diren langileek¹⁵, edo dentistek kontsultetan¹⁶, bioaerosolak amasteko probabilitate handia dute eta alergia zein arnas traktuko infekzioak nozitzeko besteek baino arrisku handiagoa dute. Bainuetxeetan airea beti hezea da, horrek mikroorganismoen bizitzeko gaitasuna areagotzen du eta ur beroaren hoditerietan *Legionella* bakterioa arineketan haziko da. Beraz, airean dagoen mikroorganismo-kopurua beste lekuetan baino askoz handiagoa denez, bezero eta langileentzat errazagoa izango da, osasuntsu egon arren, infektatzeko behar den dosia amastea. Horrelako lekuetan, airearen kalitatea kontrolatu behar da, airean dagoen ondo- eta bakterio-kopurua neurtuz, eta aireztapen artifiziala baldin badago, mantentze-lanak zorrotzasunez egin eta sistematikoki garbitu beharra dago infekzioak sor ez daitezen⁹.

Sistemen mantentze-lana

Aireztapen-sistemak diseinatzean, ahalik eta bihurtu gutxien izaten saiatu behar da eta erraz garbitzen diren materialak erabili behar dira. Dena den, sistemek botatako airearen kalitatea kontrolatzea ezinbestekoa da, ondorengo pausoetan eta irudietan adierazten den moduan:

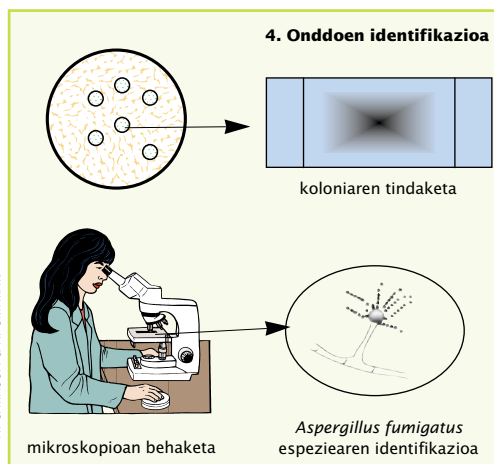
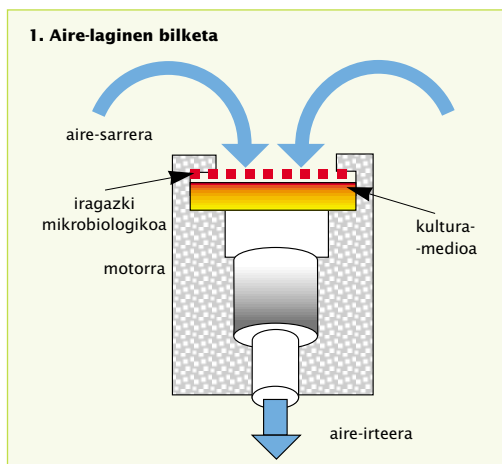


Bainuetxeetan airea beti hezea da eta horrek mikroorganismoen bizitzeko gaitasuna areagotzen du.

7. BROWN CM, NUORTI PJ, BREIMAN RF, HATHCOCK AL, FIELDS BS & COLS. "A community outbreak of Legionnaires disease linked to hospital cooling towers: an epidemiological method to calculate dose of exposure". *Int J Epidemiol* 1999; 28(2):353-359.

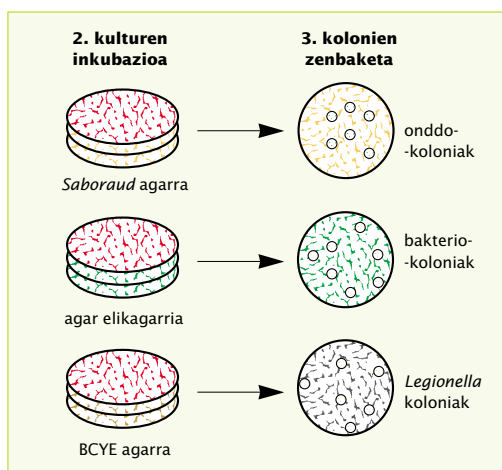
8. HARTEMANN P. "Control of Infection Risks related to Air and Water in the Hospital". *Rev Prat* 1998; 48(14):1547-1551.

9. SIGLER L, ABBOTT SP, GAUVREAU H. "Assessment of worker exposure to airborne molds in honeybee overwintering facilities". *Am Ind Hyg Assoc J* 1996; 57(5):484-490.



- 1) Aireztapen-sistematik datorren airea iragazki mikrobiologiko batetik pasarazten da. Iragazkian geratu ko dira aire horretan dauden mikroorganismoak.
- 2) Jarraian, kultura-medio ezberdinetan inkubatzen dira, 22 °C-tan gutxienez astebete, airean zeuden bakterioak eta onddoak hazi eta ikusteko moduko koloniak era daitezten.
- 3) Koloniak mikroorganismoen populazio homogeneoak dira, mikroorganismo bakar batetik sortuak. Beraz, iragazkian geratu diren onddoen esporak edo bakterioak zenbatzeko, haiek sortutako koloniak zenbatu baino ez dugu egin behar.
- 4) Onddo izpitsuen koloniak mikroskopioaren bidez identifikatu ahal dira, *Penicillium* eta *Aspergillus* espezieak bereizteko.

“aireztapen-sistemak diseinatzean, ahalik eta bihurgune gutxien izaten saiatu behar da eta sistemek botatako airearen kalitatea kontrolatzea ezinbestekoa da”



Azterketa guztiek onddo izpitsuen esporkopurua eta bakterio-kopurua neurtzen dituzte. Hainbat kasutan merezi du bakterio-espezie zehatz baten kontzentrazioa aztertzea. Horretarako iragazkia lortuz gero, lortu nahi dugun espeziearen hazkuntza soilik ahalbidetzen duen kultura-medio hautakorretan hazten dira; adibidez, BCYE agarrean *Legionella pneumophila* bakterioaren kontzentrazioa neurtzen da.

Airearen ikerketarekin batera, sistemen hodian azalean dauden bakterio- zein onddo-espezieak ikertu egin behar dira. Horretarako, neurri jakineko azalera kotoi esterilez igurzten da hoditeriaren hainbat puntutan eta bildutakoa aipatutako kultura-agarretan eroin eta inkubatu ondoren, zentimetro karratu batean dauden koloniak zenbatzen dira, zenbat mikroorganismo dauden jakiteko.

Kontrol horiek sistematikoki egin ahal dira edo sistemak garbitu ondoren, hau eraginkorra izan denentz jakiteko. Edonola ere, tokian tokiko erabilerak erabakitzen du aireztapen-sistemetan egin beharreko azterketa-mota eta maiztasuna. □