

Intrahospitalne infekcije v zvezi s klimatizacijo

UDK 613.14:362.111

INTERDEPENDENCE OF INTRA-HOSPITAL INFECTIONS AND AIR-CONDITIONING. *The patient's immediate environment is considered as one of the categories of the individual patient care concept. Appropriate air-conditioning does not merely affects the patient's well-being, but also plays an important part in the therapy. Standards for typical hospital sickrooms referring to the quality of air imply temperature, humidity, schedule of air changing, noise and pressure conditions. The author lists out some procedures used to meet these standards, gives an example of bacteria counting in the hospital rooms and points to the importance of the mode of making the patient's bed referring to the bacteriological contamination of the environment.*

POVZETEK. *Ožje bolnikovo okolje je eno izmed kategorij koncepta individualne nege bolnika. Ustrezna klimatizacija ni namenjena samo dobremu počutju bolnika, temveč je tudi pomemben del zdravljenja. Za tipične bolniške prostore so izdelani standardi, ki predpisujejo zahtevano kvaliteto zraka: temperaturo, vlago, število izmenjav zraka, šumnost v prostoru in ustrezne tlačne razmere.*

Avtor navaja nekatere postopke, s katerimi dosežemo navedene kvalitete, primer štetja bakterij v prostorih in važno vlogo načina postiljanja bolnikove postelje za bakteriološko onesnaženje okolja.

Če hočemo v nekem prostoru ustvariti določene pogoje temperature, vlage, hitrosti gibanja ter čistosti zraka, moramo ta prostor klimatizirati. Pri sodobni zasnovi bolnišnic je klimatizacija v praksi že postala pogoj za normalno delo. Zaradi vse intenzivnejše rabe vseh vrst medicinskih aparatov, močnejše razsvetljave in večjega števila osebja pri delu z bolniki so se močno povečali toplotni izvori, zato moramo prostore, kot npr. za operacije, intenzivno nego itd., hladiti tudi v zimskem času. S postavljanjem najzahtevnejših prostorov (OP sobe) v notranjost bolnišnice in obdajanjem teh prostorov s sterilnimi hodniki ter spremljajočimi prostori (recovery, anestezijska priprava bolnikov, kirurško umivanje) je odpadla nekdanja možnost zasilnega prezračevanja skozi okna. Z večanjem števila medicinskega osebja ob bolniku ter intenzivnejše izrabe izredno dragega prostora je bilo potrebno celotno količino zraka v prostoru že zaradi osnovnih higienskih predpisov večkrat na uro zamenjati. Pri uporabi elektronskih aparatov ob bolniku se pojavi velika nevarnost iskrenja (statična elektrika). To nevarnost lahko v veliki meri omilimo s primerno vlago v samem prostoru. Okolje, v katerem so bolnišnice, je iz dneva v dan bolj onesnaženo, zato moramo ta zrak s filtri primerno

očistiti. S klimatsko napravo zadostimo vsem naštetim pogojem, saj po eni strani dovajamo sveži obdelani zrak (gretje, hlajenje, vlaženje, filtracija) v prostor, na drugi strani pa odstranjujemo izrabljeni zrak.

VPLIV KLIMATIZACIJE NA BOLNIKA

V bolnišnicah klimatizacija ni toliko namenjena za ustvarjanje določenega komforta kakor za del bolnikove terapije. Poizkusi ob primerjavi dveh skupin bolnikov so pokazali, da so se tistim v klimatiziranih prostorih (ob optimalnih pogojih okolice) hitreje povračale vitalne funkcije ter povečala stopnja perspiracije kot skupini, ki se je zdravila v nekontroliranih pogojih okolice. Težave med vzdrževanjem elektrolitskega ravnotežja se ob višjih temperaturah in manjši vlažnosti zraka pri opečenih bolnikih močno povečajo zaradi dodatnega izgubljanja tekočine. Pri tireotoksikozi bolniki zelo težko prenašajo vroč in vlažen zrak, na splošno pa tudi toplotna nihanja. Zaradi povečane presnove je tvorba toplote večja in lahko pride do situacije, da se v telesu nastala toplota ne more več sprosti oddajati prek kože. Takim bolnikom najbolj pomagamo s prostorom, v katerem je suh zrak. Klimatizacija kot del bolnikove terapije je zelo pomembna še pri bolnikih s poškodbami glave, zastrupitvah itd.

KAKOVOST ZRAKA

Šele nedavno je bil glavni namen kakovosti zraka v zagotavljanju takega okolja, v katerem ni prahu in vonja ter je primeren za bivanje človeka ali za druge posebne namene. Ob današnjem popolnejšem poznavanju bakteriološke infekcije in boljšem razumevanju ter potencialne nevarnosti ter hkrati večje dojemljivosti za infekcijo bolnika kot zdravega človeka je potrebno pri klimatizaciji upoštevati tudi aerobne bakterije. Še do nedavnega so lahko s filtri odstranjevali iz zračnega toka le razmeroma majhen del patogenih organizmov. Danes je s tehnologijo absolutnih visoko učinkovitih filtrov stanje povsem drugačno. Prav zaradi omenjene nekdanje nepopolne filtracije je večina strokovnjakov menila, da je primerneje uporabljati samo sveži zrak, ki vsebuje le malo patogenih organizmov, kakor pa primešavati svežemu še odpadni zrak iz operacijskih sob in drugih občutljivih prostorov. Danes je s poskusi že dokazano, da pravilno projektirani sistemi klimatizacije, ki uporabljajo stopenjsko filtracijo, dosegajo popolnoma čist zrak ne glede na to, ali uporabljamo sveži ali obtočni zrak. Pripomniti velja, da zahtevajo takšni sistemi skrbno vzdrževanje in nadzor. Ob tako zasnovanem sistemu klimatizacije izvira onesnaženje, ki ga potem še najdemo v zraku, le še od bolnikov, osebja, obiskovalcev in kot posledica raznih z nego bolnika zvezanih aktivnosti. Primer štetja bakterij v raznih prostorih dobro vzdrževane bolnišnice dajo naslednje rezultate:

Bolniška soba	353	—	1800	povpr.	883	bakterij/m ³
Hodnik	212	—	2826	povpr.	848	bakterij/m ³
Pralnica	883	—	2755	povpr.	1766	bakterij/m ³
OP hodnik	141	—	4592	povpr.	818	bakterij/m ³
OP sobe	35	—	2826	povpr.	353	bakterij/m ³

Ker še do danes ni natanko raziskan vpliv števila bakterij na pojav infekcije (čeprav je nakazana povezava med infekcijo in kvaliteto zraka), se danes največ uporabljajo priporočila oziroma zgornje dovoljene meje števila bakterij za določene namembne bolniške prostore. Poudariti velja, da je treba doseči številčno kar najnižje vrednosti bakterij, zlasti še v OP sobah, opeklinskih oddelkih, intenzivni negi itd. Poleg odstranjevanja vonja je klimatizacija potrebna še posebno zaradi razredčevanja bakteriološkega onesnaženja in hkrati za odstranjevanje že obstoječega onesnaženja. Število izmenjav zraka v posameznih prostorih je med drugim odvisno od namembnosti prostora, števila osebja, stopnje pomembnosti prostora, toplotne obremenitve itd. Zrak lahko bakteriološko očistimo na več načinov, eden izmed njih je uporaba ultravioletnih sterilizacijskih svetilk. Ta način se na splošno uporablja bolj malo, predvsem zaradi problemov vzdrževanja, omejitev pri lokaciji teh luči, varnostnih ukrepov za osebje in bolnike ter možnosti, da nekateri bakteriološko okuženi oddelki niso dovolj dolgo izpostavljeni sevanju. Zato se te svetilke uporabljajo danes izključno samo za sterilizacijo prostorov, medtem ko bakteriološko očistimo zrak z absolutnimi filtri. Na samo kakovost zraka močno vpliva tudi zajetje zraka za klimatski sistem. Zajetje ne sme biti blizu tal, kotlovnih dimnikov ali peči za odpadke ter izpuhov drugih klimatskih sistemov. Pri zajetju zraka blizu tal je zaradi izpuhov motornih vozil, organskih ali anorganskih gnojil, zemeljskih bakterij velika nevarnost zastrupitve (npr. plinska gangrena). Pri takih zajetjih je treba poleg absolutnih filtrov vgraditi še filtre na aktivno oglje. Zaradi zmeraj hujše polucije v industrializiranih mestnih predelih so ljudje izpostavljeni dolgotrajni manjši ali srednji poluciji, ki sicer ne vodi do hospitalizacije in s tem do izolacije bolnika, čeravno ima tako izpostavljanje ob temperaturnih inverzijah lahko hude posledice posebej pri starejših ljudeh in pri kardiopulmonarnih bolnikih, vendar to pomeni potencialno nevarnost za zdravje.

GIBANJE ZRAKA

Do kakšnega onesnaženja pride že samo pri rutinski pripravi bolnikove postelje glede na način njegovega dela, nam prikazuje naslednja tabela:

Soba z mirujočim bolnikom	1200 bakterij/m ³
Normalno pripravljane postelje	3530 bakterij/m ³
Bolj energično pripravljane postelje	4945 bakterij/m ³
Zelo energično pripravljane postelje	6080 bakterij/m ³
10 min po pripravljanih posteljah	2120 bakterij/m ³
30 min po pripravljanih posteljah	1270 bakterij/m ³

Pravilno izvedena klimatizacija lahko disperzijo tako dvignjenih bakterij močno zmanjša. Res pravilno gibanje zraka je tisto, ki najbolj pripomore k odplavljanju bakterij. Kot vrhunec tehnologije se je razvil laminar flow. V operacijsko polje vpihujemo sterilni zrak ali od strani ali, kar je že bolje, odgoraj. Hitrosti gibanja zraka v sredini polja so majhne, ob robovih polja pa so hitrosti večje in tako tvorijo zračno zaveso. Enak sistem se uporablja tudi za obravnavo posebej občutljivih bolnikov (opekline, transplantiranci, bolniki ob radiaciji in hemoterapiji).

V bolnišnicah so velik problem hodniki, stopnišča, jaški za dvigala ter drugi instalacijski jaški, ker prihaja zaradi naravnega vzgona do strujanja zraka iz onesnaženih kleti skozi celotni objekt proti vrhu. To nekontrolirano gibanje zraka nam povzroča velike težave pri ustvarjanju ustreznih tlačnih razmer. Podtlak v prostorih dosežemo z različnimi razmerji dovodnega in odvodnega zraka. Podtlak moramo ustvariti v močno okuženih prostorih, sanitarijah, izolacijah, prostorih za radioaktivno terapijo, obdukcijskih prostorih itd.

Strujanje zraka mora biti izvedeno tako, da se zrak giblje od čistejšega proti vedno bolj umazanemu delu.

Obratno moramo za operacijske prostore doseči dovolj visok nadtlak, ki preprečuje vdor obdajajočega okuženega zraka v čisti prostor. Tudi v tem primeru je strujanje zraka v smeri od najčistejšega proti najbolj onesnaženemu. Obdajajoči sterilni hodniki, priprava bolnika in recovery pa morajo biti ravno tako v določenem nadtlaku proti drugim obdajajočim prostorom

Vzdrževanje določenih tlačnih razmer je možno le pri povsem zaprtem prostoru. Zato je izvedba stikov pri vratih in drugih odprtinah zelo pomembna. Kakršnokoli odpiranje vrat takoj zniči ustvarjeno tlačno razmerje in s tem zaporo proti okuženemu zraku. Brž ko nastane odprtina, pride zaradi toplotnih tokov (vzrok temu so različne temperaturne razmere dveh sosednjih prostorov) do močnega strujanja zraka.

Hkratno štetje bakterij v OP sobi in v obdajajočih prostorih ob normalnih delovnih pogojih nam daje rezultate, razvidne iz te tabele. Tabela prikazuje relativno majhno število bakterij v OP sobi v primeri z obema ostalima prostoroma, kar je predvsem posledica manjše aktivnosti v OP sobi in ustreznem nadtlaku.

TABELA

ST. bakt/m ³ v uri in prostoru	7	8	9	10	11	12
OP soba	565	355	424	141	106	212
Substerilizacija	1484	388	848	530	742	812
Priprava bolnika	565	1166	777	706	848	1272

Če v bolnišnicah izbiramo ne samo zaradi kompenzacije različnega sončnega sevanja in orientacije stavbe, ampak tudi zato, da v največji meri zmanjšamo možnost za mešanje zraka v različnih oddelkih. Posledica izbire raznih con je bodisi uvedba ločenih zajetij samo svežega zraka ali pa ob uporabi obtočnega zraka uvedba različnih klimatizacijskih enot, kar je odvisno od specifičnih zahtev različnih oddelkov glede infekcij.

Pri konceptu naprav, ločenih po oddelkih, je možno obratovati ob izpadih električne energije za najnujnejše uporabnike prek agregatske mreže. Ločene klimatske enote pomenijo tudi določeno varnost v primeru okvar, saj nam v tem

primeru iz obratovanja izpade le del naprav, to pa ovira delo le enega oddelka. Več ločenih enot pomeni hkrati tudi možnost, da uporabimo napravo za najnujnejše uporabnike v času, ko so druge naprave v rednem vzdrževanju. Za vzdrževanje zahtevanih tlačnih razmer je zelo pomembno, da dovod in odvod delujeta hkrati. Zaradi možnosti naravnih zračnih tokov je potrebno izpuhe za različne cone (OP, kuhinja, patologija, sanitarije) med seboj čimbolj ločiti.

FILTRACIJA

Pri normalni filtraciji zraka za klimatske naprave imamo koncentracijo prahu od 0,2 do 2 miligrama na m³. Pri atmosferskem prahu gre za mešanico dimov, megle, hlapov, suhih delcev in vlaken. Sestava atmosferskega prahu je odvisna od geografske lege in je odraz delovanja okolice. Poleg omenjenih nečistoč imamo v atmosferskem zraku še žive organizme (virusi, bakterije), ki med drugim lahko povzročajo tudi alergične reakcije. Velikost delcev v atmosferskem prahu ima razpon od 0,01 mikrometra do velikosti žuželk. Prav ta razlika v velikosti onemogoča načrtovanje univerzalnega filtra. Različna uporaba zahteva različno učinkovitost filtracije. Pri industrijskem prezračevanju želimo npr. odstraniti le tiste večje delce, ki bi povzročili okvaro aparatov ter hkrati preprečili zamazanost notranjih površin. Zal pa so prav najmanjši delci prahu hkrati tudi največji onesnaževalci notranjosti klimatiziranih prostorov. Če hočemo odstraniti te male delce, moramo uporabiti elektronske filtre ali pa suhe absolutne filtre (npr. OP prostori, sterilni prostori z radioaktivnimi snovmi itd).

Najvažnejše karakteristike, ki vplivajo na lastnosti oz. konstrukcijo filtra, so: Velikost in oblika prašnih in drugih delcev, specifična teža, koncentracija itd. Na uspešnost filtra močno vpliva tudi hitrost gibanja zraka skozi filter.

Pri konstruiranju in izbiri filtra je najvažnejša zahteva po stopnji izločanja prahu oz. čistosti prepuščenega zraka. Čim manjši je prah, tem težje je povečati izločanje prahu.

Da bi lahko različne filtre med seboj primerjali, moramo za vse imeti na razpolago ustrezne ateste, izdelane na osnovi standardiziranih meritev. Če pa hočemo filtre med seboj primerjati, moramo dobro poznati tudi same metode testiranja.

Lastnosti, ki medsebojno ločijo posamezne filtre, so:

Stopnja izločanja prahu, zračni upor, življenjska doba oziroma zmogljivost zadržanega prahu. Stopnja izločanja prahu oz. izkoristek filtra meri sposobnost zračnega filtra, da izloči iz zračnega toka prašne in druge delce. Za področje uporabe je prav povprečni izkoristek filtra najvažnejša postavka. Zračni upor pomeni padec statičnega tlaka ob prehodu zraka skozi filter. Življenjsko dobo oz. zmogljivost zadržanega prahu določa količina točno definiranega prahu, ki ga filter lahko zadrži med obratovanjem pri nazivnem pretoku zraka in maksimalnem zračnem uporu oz. preden se izkoristek zaradi zbranega prahu močno zmanjša. Omenjeni podatki so nam nujno potrebni, da lahko določimo, kdaj je treba zamenjati filtre.

Za posamezne tipične bolniške prostore so izdelani standardi (DIN, ASHRAE), ki natančno predpisujejo zahtevano kakovost zraka (minimalno število

izmenjav zraka, zadostno temperaturo in vlago zraka, šumnost v prostoru, stopnjo filtracije ter ustrezne tlačne razmere).

Primer:

	temp.	rel. vl.	menjave zr.	filtrac.	šumnost
OP sobe	21° C	60 ‰	60 m ³ /hxm ²	B2+C+S	45 dB(A)
Kirur, umivanje	22° C	55 ‰	20 m ³ /hxm ²	B2+C+C	35 dB(A)
Bolniške sobe	22° C	45 ‰	10 m ³ /hxm ²	B2+C	35 dB(A)

Da bi lažje razumeli oznake filtrov (po DIN standardih) B2, C, S itd., objavljamo primerjalno tabelo, iz katere je razvidna v procentih izražena uspešnost izločanje prahu določene sestave (po ASHRAE standardih).

A	65 ‰	C ₂	75	90 ‰
B ₁	65	C ₃	90	98 ‰
B ₂	80	Q, R, S		99,97 ‰
C ₁	45			

Q, R, S so oznake za absolutne filtre (hepa filtri) — njihova stopnja izločanja se začne pri 99,97 (do 99,997 ‰) — kar pomeni, da prepustijo maksimalno le 0,03 ‰ delcev, večjih od 0,3 mikroma.

Zaradi boljše predstave o velikosti nečistoč v zraku ter možnosti za izločanje le-teh je prikazana tabela, ki ponazarja možnost za uporabo posameznih filtrov.

Velikost (mikron)	0,01	0,1	1	10	100
Nečistoče	oljna megla		premogov prah		mivka
	virusi		bakterije		
Tip filtra	absolutni filtri		običajni filtri		

Vse omenjene številčne vrednosti so seveda le orientacijskega pomena, saj le z natančnim študijem medsebojne odvisnosti vseh parametrov (filtracija, gibanje zraka, cone, stabilnosti itd.) lahko dosežemo želene optimalne pogoje za zdravljenje bolnikov in dobro početje medicinskega osebja.

Literatura

1. Sattel, W., Peiper, H., J.: Reinraumtechnik Springer-Verlag, 1977
2. Recknagel, Springer: Heizung + Klimatechnik, 1978
3. Ashrae Guide and Data Book, New York
Applikationes 1973
Equipment 1974
Systems 1975
Handbook of fundamentals 1976
4. Dinkenlacker, H., R., Grundlagen der mechanischen Schwebstoff-Filtrierung, 1977
5. Katalogi firme Luwa, Pall, Trox.