

362.11:613.1-07

VYŠETŘOVÁNÍ MIKROKLIMATU V NĚKTERÝCH NEMOCNIČNÍCH PROVOZECH

Podporučík MUDr. L. ŠEFRANKO, podplukovník MUDr. J. SKALICKÝ, podporučík MUDr. L. Raška

Vojenský ústav hygieny, epidemiologie a mikrobiologie Praha

V roce 1958—59 jsme sledovali některé fyzikální a bakteriologické hygienické ukazatele mikroklimatu v charakteristických ambulantních provozech velkého zdravotnického zařízení. Účelem práce bylo zjištění vzájemných vztahů

mezi jednotlivými faktory mikroklimatu a frekvencí osob na sledovaných pracovištích a zhodnocení naměřených hodnot z hlediska příslušných platných hygienických norem odděleně pro letní a zimní (topné) roční období.

Tabulka 1

Průměrné hodnoty jednoletního vyšetřování mikroklimatu některých provozů nemocnice

Provoz — místo odběru	Období roku*)	Frekvence osob**)	Teplota vzduchu ve °C	Vlhkost vzduchu v %	Osvětlení v Lx	Kata- hodnota	Proudění vzduchu v m/sec	Celkový počet mikrobů	Streptococcus alfa	Streptococcus beta	Staphyl. aureus
ORL oddělení ambulance	zima	43	20,5	63,5	594	5,1	0,08	1 700	26	0	0
	léto	62	21,0	56,6	617	4,4	0,05	2 007	27	0	2
ORL oddělení pokoj angín	zima	2	20,8	47,5	1.029	4,7	0,08	1 740	7	1	5
	léto	2	20,1	56,9	1.285	4,6	0,05	2 655	9	6	0
Rtg. oddělení čekárna	zima	161	22,5	44,0	944	4,4	0,07	4 409	31	4	3
	léto	113	21,5	56,5	1.498	4,7	0,09	2 533	55	3	1
Rtg. oddělení snímkovna žal.	zima	4	19,3	53,8	—	5,4	0,05	2 060	90	0	7
	léto	5	21,3	56,9	—	4,7	0,09	2 258	227	0	0
Ortopedie ambulance	zima	47	23,4	50,0	581	4,3	0,12	2 103	9	6	0
	léto	85	23,5	58,5	3.110	4,6	0,07	2 100	30	0	2
Ortopedie čekárna — box	zima	47	23,9	50,0	—	4,3	0,13	10 246	107	15	10
	léto	85	22,8	56,5	—	4,5	0,04	7 173	87	0	7
Poliklinika čekárna	zima	70	20,5	48,0	893	5,1	0,14	2 446	60	0	5
	léto	45	21,3	59,4	765	5,3	0,10	3 235	40	8	8
Laboratoř čekárna	zima	78	21,8	42,0	1.490	4,8	0,10	1 826	3	0	1
	léto	54	22,0	54,3	1.710	4,6	0,02	680	8	0	2
Laboratoř bakteriologická	zima	2	23,8	42,0	690	4,5	0,12	863	29	9	25
	léto	2	23,0	54,0	1.573	4,9	0,09	884	14	3	17
Laboratoř umývárna skla	zima	4	23,8	41,0	1.850	4,7	0,11	1 090	16	5	8
	léto	4	24,0	52,3	2.365	4,6	0,20	983	44	0	1
Celkový průměr	zima	45	22,0	48,1	1.008	4,7	0,10	2 848	38	4	6
	léto	47	22,1	56,3	1.615	4,7	0,08	2 450	54	2	4

Vysvětlivky: *) Rozdělení bylo provedeno podle skutečného topného a netopného období roku.

**) Rozumí se včetně personálu pracoviště od začátku pracovní doby do provedení měření.

a) Uvádíme průměrné počty mikrobů v přepočtu na 1 m³.

Metodika

K průběžnému celoročnímu vyšetřování mikroklimatu bylo zvoleno 10 provozů z různých pracovišť nemocnice (tabulka 1). Běželo vcelku o 3 typy místností: čekárny nemocných, ambulance a vyšetřovny a konečně místnosti bakteriologických laboratoří.

Průzkum jsme prováděli zpravidla v týdenních intervalech od června 1958 do června 1959, vždy mezi 9.—11. hodinou dopolední, 3—5 hodin po skončení pravidelného běžného úklidu ve sledovaných místnostech, za plného provozu. Při jednotlivých vyšetřováních mikroklimatu jsme hodnotili:

- teplotu vzduchu rtuťovým teploměrem děleným po 0,5 °C,
- vlhkost vzduchu Assmannovým vlhkoměrem,
- katahodnotu nepokoveným katateploměrem,
- proudění vzduchu výpočtem z katahodnoty,
- osvětlení luxmetrem o rozsahu 0—5000 Lx,
- počet mikrobů kvalitativně a kvantitativně metodou aeroskopickou,
- celkové poměry v místnosti (úklid, větrání, počet přítomných osob před vyšetřováním a během něho).

Sledování uvedené pod a) až e) jsme prováděli standardními vyšetřovacími postupy podle Teisingera [10]. Bakteriologické vyšetřování vzduchu bylo prováděno cejchovaným elektrickým aeroskopem LAPO, jímž jsme prosávali na krevní agar 50 až 100 litrů vzduchu odebraného v dýchací zóně rychlostí 15 litrů/minutu. Některá vyšetření jsme prováděli souběžně s použitím čokoládového agaru podle Turžického [12].

Všechny půdy byly odečítány po 48 hodinách inkubace při teplotě 37 °C. Celkový počet mikrobů i určení jednotlivých druhů byly stanoveny makroskopickým přímým odečtením na plotně. Sledovali jsme výskyt kmenů staphylococcus aureus, staphylococcus albus, streptococcus alfa a beta haemol., neisseria, sarcina, sporující tyčinky a jiné. V některých případech jsme hodnotili také mikroskopické preparáty, bez další identifikace.

Z celkového počtu vyrostlých kolonií jsme přepočtem stanovili jejich množství v 1 m³ vyšetřovaného vzduchu. Výsledky z celkového vyšetření jsou shrnuty v tab. 1., která uvádí průměrné hodnoty ze všech stanovení odděleně pro letní a zimní období. Celkem bylo provedeno 47 komplexních vyšetření jednotlivých zvolených míst; z toho 22 v zimním a 25 v letním období.

Výsledky a hodnocení

Průměrné hodnoty teploty vzduchu ve vyšetřovaných místnostech jsou jak v letním, tak i v zimním období nad požadovanou normou [4]. Výjimku tvoří pouze rtg. snímkovna ža-

ludků, kde v zimním období je průměrná teplota vzduchu nižší proti normě o 0,7 °C. Nejvyšší průměrné odchylky nad normu byly zjištěny v bakteriologické laboratoři +5,8 °C, v umývárně laboratoře +4 °C, v boxech ortopedického odd. +3,9 °C a v ambulanci ortopedie +3,5 °C jak v letním, tak zejména v zimním období. Průměrná teplota venkovního vzduchu, kterou jsme souběžně sledovali přímo v areálu nemocnice, byla v letním období 14,9 a v zimním období 5,2 °C.

Relativní vlhkost vzduchu byla na všech sledovaných místech v průběhu celého roku v mezích požadovaných norem (40 %—60 %). Z tab. 1 je zřejmé, že průměrná vlhkost v zimním období se blíží na všech pracovištích spodní hranici, v letním období zase horní hranici přípustné normy. Výjimku tvoří pouze ambulance ORL odd. v zimním období. Průměrná relativní vlhkost makroklimatu byla zjištěna v letním období 67,3 % a v zimním 80,3 %.

Katahodnota byla v průměru zjišťována v mezích požadovaných norem [4]. Proudění vzduchu překračovalo hodnotu 0,14 m/sec. jen v umývárně laboratoře v letním období. Průměrné hodnoty přirozeného osvětlení byly jak v létě, tak i v zimě zjišťovány vesměs daleko vyšší, než je minimum připouštěné pro sledované provozy.

V tab. 1 uvedené průměrné hodnoty celkového počtu mikrobů ve vzduchu byly získány z výsledků metody aeroskopické. Při srovnání našich výsledků bakteriologického vyšetřování vzduchu ve vybraných nemocničních provozech s údaji pro bakteriologickou čistotu vzduchu v obytných místnostech podle Šafira [9], které

Tabulka 2

Kritéria hygienického hodnocení vzduchu v obytných místnostech podle bakteriologického nálezu (podle Šafira)

Hodnocení vzduchu	Letní režim		Zimní režim	
	Celkový počet mikrobů	Streptococcus alfa a beta	Celkový počet mikrobů	Streptococcus alfa a beta
čistý znečištěný	<1500 >2500	<16 >36	<4500 >7000	< 36 >124

uvádíme v tab. 2, bylo možno označit vzduch jako čistý pouze v čekárně laboratoře, zatímco znečištěný vzduch vykazovala celkem 4 sledovaná místa.

Průběžné podrobné sledování stavů mezi hodnotami teploty, relativní vlhkosti a výskytem mikrobů ve vzduchu neukázalo žádné významné závislosti v letním ani zimním období. V místnostech bez přímého denního osvětlení a s omezeným nepřímým větráním (ortopedie, box a rtg. snímkovna žaludků) jsme pozorovali zvýšený výskyt mikrobů ve vzduchu.

Výsledky sledování stavu mezi průměrnou frekvencí osob a průměrnými hodnotami celko-

Tabulka 3

Vliv frekvence osob na celkový počet mikrobů ve vzduchu v některých ambulantních nemocničních provozech v letním a v zimním období.

Provoz	Obsah místnosti v m ³	Období roku	Průměrná denní frekvence osob	Na osobu připadlo průměrně m ³	Zjištěné průměrné počty mikrobů v 1 m ³	Průměrné mikrob. znečištění na osobu a v 1 m ³ *)	Průměrné relativní zvýšení počtu mikrobů v zimě**)
ORL oddělení ambulance	136,7	léto zima	62 43	2,20 3,18	2 007 1 700	4 410 5 400	122 %
Rtg. oddělení čekárna	399,9	léto zima	113 161	3,54 2,48	2 531 2 409	8 950 5 960	121 %
Ortopedie ambulance	114,5	léto zima	85 47	1,35 2,42	2 100 2 103	2 830 5 090	179 %
Ortopedie čekárna — box	9,7	léto zima	85 47	0,11 0,23	7 173 10 246	780 2 350	300 %
Poliklinika čekárna	164,0	léto zima	45 70	3,64 2,34	3 235 2 446	13 100 5 710	182 %
Laboratoř čekárna	301,3	léto zima	54 78	5,50 3,88	680 1 826	3 740 7 040	183 %

Vysvětlivky: *) S přihlédnutím k celkovému obsahu vzduchu v místnosti v m³.

**) S přihlédnutím k průměrnému obsahu vzduchu v místnosti na osobu v m³.

vého počtu mikrobů zjišťovanými v 1 m³ vzduchu u některých ambulantních nemocničních provozů uvádíme v tab. 3. Průměrné mikrobiální znečištění na osobu a 1 m³ vzduchu bylo zjišťováno v letním údobí v rozsahu 780 až 13 100 a v zimním období 2350 až 7040.

Jsme si vědomi toho, že při pokusu stanovení průměrného mikrobiálního znečištění vzduchu jednou osobou nebylo přihlédnuto k nepravidelnému rozložení mikrobů v prostoru, stupni jejich rozptýlení (jednotlivé mikroby nebo shluky), době pobytu jednotlivých osob a skutečné výměně vzduchu v místnosti. To se projevuje zvláště u hodnot zjištěných v boxu ortopedie, kde doba zdržení nemocného byla poměrně velmi krátká. Nebyly také zjišťovány hodnoty bakteriálního oživení na začátku pracovní doby, po skončení úklidu.

V ambulantních provozech se ukázalo průměrné relativní zvýšení počtu mikrobů v zimním období proti období letnímu o 21 % až 200 %, jak vyplývá z tab. 3.

Diskuse

Při sledování průměrných teplot vzduchu nebyly zjišťovány velké rozdíly v letním a v zimním (topném) období. Některé provozy měly vyšší průměrnou teplotu v zimním období. Zpravidla zde bylo nadměrné vytápění, jak vyplývá ze srovnání s normami. Při tom hrají však důležitou roli také jiné faktory, jako orientace místnosti ke světovým stranám, k návětrné straně, těsnost oken, způsob a častost větrání apod. Tyto okolnosti zvyšují požadavky na pružnější kontrolu a regulaci vytápění nejen z hospodářských, ale pro poměrně velké rozdíly mezi teplotou

makroklimatu a mikroklimatu v zimních měsících i z hygienických důvodů.

Průměrná relativní vlhkost byla ve všech provozech až na ORL ambulanci zřetelně nižší v zimním období, což je průvodním zjevem ústředního teplovodního a cirkulového topení, které je v námi sledovaných prostorách zavedeno. Průměrná katahodnota i proudění vzduchu jsou ovlivňovány hlavně větráním místností, a nejvíce proto žádné sezónní závislosti.

Hodnocení celkového počtu mikrobů a hlavně uznávaných indikátorů bakteriálního znečištění vzduchu — streptococcus alfa — podle kritérií Šafirových (9), určených pro obytné místnosti, je diskutabilní. Zdá se, že pro nemocniční čekárny a ambulance bude třeba použít méně přísných měřítek. Na druhé straně angličtí autoři Williams a Hirsch (11) udávají při vyšetřování uzavřených místností s velkým nakupením a frekvencí osob (obchody, školy, dílny, podzemní dráha) poměrně nízké počty všech mikrobů v rozmezí 900—2400 a streptococcus alfa i beta úhrnem 9 až 38 v 1 m³ vzduchu.

Krásná (5) uvádí ve školních třídách počet všech mikrobů 2940 až 6825, na chodbách 1470 až 3080 a v tělocvičnách 2975 až 5250 v 1 m³. Někteří naši autoři (1,7) při podobných sledováních nepřepočítávají zjištěný počet mikrobů na 1 m³ vzduchu, ani neudávají množství vyšetřovaného vzduchu, takže jimi dosažené výsledky nelze srovnávat. Literární údaje k dané problematice se dosti značně rozcházejí pro odchylný vyšetřovací postup a podmínky. V otázce výskytu mikrobů v ovzduší nemocničních provozů jsou zprávy poměrně řídké a zaměřují se převážně na operační sály, porodnická oddělení a kojenecké pokoje.

Můžeme potvrdit údaje Turžeckého [12], že čokoládový agar je vhodný jako doplnění metody krevního agaru k ulehčení diagnostiky streptococcus alfa při přímém odečítání výsledků. Nepozorovali jsme žádné rozdíly v celkové záchytnosti tohoto mikroba na krevním a čokoládovém agaru, naproti tomu však celkový počet mikrobů byl při použití čokoládového agaru zjišťován podstatně nižší.

Soudíme, že naše zkušenosti mohou přispět k získání podkladů k zavedení alespoň aproximativních norem na mikroklima v některých provozech zdravotnických zařízení.

Souhrn

V průběhu jednoho roku bylo týdně prováděno vyšetření mikroklimatu v 10 nemocničních provozech různého typu, při současném sledování teploty, relativní vlhkosti, proudění a mikrobiálního oživení vzduchu, katahodnoty a osvětlení.

Na většině sledovaných míst byly zjištěny zvýšené průměrné teploty vzduchu v letním a zvláště v zimním (topném) období. Průměrné celkové počty mikrobů v 1 m³ vzduchu se pohybovaly mezi 680 až 10 246. Výskyt streptococcus alfa a beta byl v rozmezí 3 až 227 a staphylococcus aureus 0 až 25 v 1 m³ vzduchu.

Jsou studovány některé vztahy mezi průměrným počtem všech mikrobů zjištěných v 1 m³ vzduchu, obsahem vzduchu v místnosti a frekvencí osob v čekárnách nemocných a v ambulancích.

Резюме

Еженедельно в течение целого года производилось исследование микроклимата в 10 госпитальных отделах разного типа, при современном измерении температуры, относительной влажности, течения и микробияльного загрязнения воздуха, катавеличины и освещения. В большинстве исследованных точек определены повышенные

средние температуры воздуха в летнем и особенно в зимнем (отопительном) периоде. Средние общие цифры микробов в 1 м³ воздуха колебались от 680 до 10246. Появление стрептококка альфа и бета было в пределах 3—227, а стафилококка aureуса 0—25 в 1 м³ воздуха.

Изучаются некоторые соотношения между средним количеством всех микробов, определенных в 1 м³ воздуха, содержанием воздуха в палате и частотой лиц в залах ожидания для больных и в амбулаториях.

Summary

In the course of one year, the microclimate of 10 hospital departments of various type was studied. The temperature, relative humidity, movement of the air, the microbial flora, katavalues and lighting were studied.

In the majority of the studied places, increased mean temperatures of the air were found in summer and especially in winter (during the period of heating). The mean total number of microbes in 1 m³ of air ranged from 680 to 10 246. The incidence of Streptococcus alpha and beta ranged from 3 to 227 and that of Staphylococcus aureus from 0 to 25 in 1 m³ of air.

Some of the relations of the mean total number of microbes in 1 m³ of air to the cubic air space of the investigated rooms and to the frequency of persons in the waiting rooms and in the examination rooms were studied.

Pisemnictvi

1. Borecký, Litvinenková: Čs. hygiena 1956, 5. 237—245.
2. Epstein F. S., Salamandra F. G.: Gigijena 1948, 3. 14—22.
3. Halačka K. a kolektiv: Vyšetřovací metody v hygieně. Brno 1957.
4. Komise pro architektonické záležitosti při Radě ministrů SSSR: Normy pro projektování veřejných budov. Nemocnice. Moskva 1946.
5. Krásná V.: Referát na sjezdu komunálních hygieniků. Praha 1959.
6. Lidwell O. H., Lowbury E. J.: J. Hyg. London 1950. 1.
7. Nauš, Odcházelová-Uhrová: ČHEMI, 1955, 5. 265—268.
8. Symon K. a kolektiv: Vyšetřovací metody v hygieně. Praha 1954.
9. Tec V. I.: Sanitarnaja bakteriologija. Leningrad 1953.
10. Teisinger J. a kolektiv: Příručka vyšetřovacích metod v hygieně práce. Praha 1955.
11. Topley W. W. C., Wilson G. S.: Principles of Bacteriology and Immunity. London 1955.
12. Turžeckij K. I.: Gygijena, 1953, 3. 45—49.