

## 负离子对空气微生物净化作用的监测——《现代空气微生物学》

### 一、监测目的

医院由于流动人员多，带各类病原微生物的尘埃颗粒呈悬浮状态，在空气中停留时间较长，以气溶胶方式进行传播。欲降低医院内感染，应重视对医院空气的清洁。目前空气消毒方法较多，但在人员流动或滞留状态下尚无好的净化方法。为探讨有病人条件下空气的清洁方法，我们对负离子净化空气进行了测试，目的是评价负离子净化空气的能力。

### 二、试验方法

#### (一) 试验点

选择正常工作状态的急诊科(A)、内科门诊(B)、外科病房(c)做试验点。A 地面积27.82 m<sup>2</sup>，每日空气消毒紫外线照射30min，测试期间室温20℃，相对湿度47%，自然通风，保持4人流动。B 地面积12.77m<sup>2</sup>，空气以自净为主，测试期间室温20℃，相对湿度45%，自然通风，门诊高峰期保持8人流动。C 地面积27.15m<sup>2</sup>，空气以自净为主，测试期间室温19℃，相对湿度37%，自然通风，保持3人流动。

#### (二) 测试方法

空气负离子产生采用空气负离子发生器，该机附2块静电除尘板，换气能力40m<sup>3</sup>/h。

1. 空气含菌量测定采用 JW-I- II 型空气微生物监测仪，采样时间1min，气流量25L/min. 普通营养琼脂培养37℃，48h 计数，空气含菌量以 cfu/m<sup>2</sup>表示。
2. 空气尘埃粒子计数采用 Y09-I 型尘埃粒子计数器，采样时间1min，间隙12s，计数≥5μm 档粒子总累计数，单位为粒/L。
3. 空气负离子含量测定采用 CNF 空气离子测量仪，迁移率1.5cm<sup>3</sup>/(sed.v)，间隔5s 读数1个，5个为1组，取均值为一个测量单位，单位个/cm<sup>3</sup>。
4. 负离子发生器工作前测量结果为本底，工作后40min 距负离子发生器出口同水平30、100、200cm 点进行尘埃（尘测）、含菌量（菌测）、负离子含量（负测）测定，各取3个测量数，连续6d 取均值。

### 三、结果

测试结果，负离子发生器工作前后负测、菌测、尘测及本底与30cm 点、100cm 点、200cm 点 t 检验，见表20-23、表20-24、表20-25。

表 20-23 A 地测试结果

测试点	负 测		菌 测		<i>t</i> 检验		尘 测		<i>t</i> 检验	
	( $\bar{X} \pm s$ )	( $\bar{X} \pm s$ )	( $\bar{X} \pm s$ )	( $\bar{X} \pm s$ )	<i>t</i>	<i>P</i>	( $\bar{X} \pm s$ )	( $\bar{X} \pm s$ )	<i>t</i>	<i>P</i>
本底	956 ± 1 264		1 152 ± 609				6 519 ± 4 554			
30cm	$1.207 \times 10^7 \pm 1.641 \times 10^4$		573 ± 57	3.225	<0.01		1 119 ± 634	3.589	<0.01	
100cm	$8.369 \times 10^5 \pm 2.537 \times 10^5$		528 ± 305	3.881	<0.001		2 318 ± 1 366	2.714	<0.05	
200cm	$8.742 \times 10^4 \pm 3.232 \times 10^4$		589 ± 316	3.848	<0.01		2 534 ± 1 860	2.491	<0.05	

表 20-24 B 地测试结果

测试点	负 测		菌 测		<i>t</i> 检验		尘 测		<i>t</i> 检验	
	( $\bar{X} \pm s$ )	( $\bar{X} \pm s$ )	( $\bar{X} \pm s$ )	( $\bar{X} \pm s$ )	<i>t</i>	<i>P</i>	( $\bar{X} \pm s$ )	( $\bar{X} \pm s$ )	<i>t</i>	<i>P</i>
本底	543 ± 349		1 169 ± 530				8 537 ± 9 579			
30cm	$8.013 \times 10^6 \pm 2.991 \times 10^6$		480 ± 232	5.048	<0.001		2 570 ± 2 666	2.059	<0.05	
100cm	$7.290 \times 10^5 \pm 3.104 \times 10^5$		552 ± 330	4.190	<0.001		5 033 ± 4 424	1.141	<0.05	
200cm	$3.408 \times 10^4 \pm 4.187 \times 10^4$		586 ± 252	4.210	<0.001		5 547 ± 5 494	0.9308	<0.05	

表 20-25 C 地测试结果

测试点	负 测		菌 测		<i>t</i> 检验		尘 测		<i>t</i> 检验	
	( $\bar{X} \pm s$ )	( $\bar{X} \pm s$ )	( $\bar{X} \pm s$ )	( $\bar{X} \pm s$ )	<i>t</i>	<i>P</i>	( $\bar{X} \pm s$ )	( $\bar{X} \pm s$ )	<i>t</i>	<i>P</i>
本底	442 ± 392		677 ± 435				5 493 ± 1539			
30cm	$8.276 \times 10^6 \pm 1.707 \times 10^6$		213 ± 171	3.846	<0.001		626 ± 375	9.219	<0.001	
100cm	$8.276 \times 10^5 \pm 2.517 \times 10^5$		272 ± 218	3.227	<0.01		1 209 ± 702	7.598	<0.001	
200cm	$14.10 \times 10^4 \pm 4.983 \times 10^4$		240 ± 164	3.646	<0.01		1 522 ± 983	6.522	<0.001	

结果各地30cm 点、100cm 点、200cm 点菌测结果方差分析，3点之间差异无显著意义。发生器停止上作后5mln 菌测与本底30cm 点、100cm 点、200cm 点菌测 *t* 检验，见表20-26。

表 20-26 停机 5min 菌测与各点 *t* 检验

测试点	停 5min 菌测		本 底		30cm		100cm		200cm			
	( $\bar{X} \pm s$ )	<i>t</i>	<i>p</i>	( $\bar{X} \pm s$ )	<i>t</i>	<i>p</i>	( $\bar{X} \pm s$ )	<i>t</i>	<i>p</i>	( $\bar{X} \pm s$ )	<i>t</i>	<i>p</i>
A	813 ± 325	1.935	>0.05	1.704	>0.05		2.589	<0.05		2.007	>0.05	
B	1 172 ± 559	0.01582	>0.05	4.520	<0.001		3.764	<0.001		3.775	<0.001	
C	347 ± 191	2.445	<0.05	1.913	>0.05		0.9331	>0.05		1.564	>0.05	

空气尘埃粒子计数与空气含菌量相关分析，见表20-27。

表 20-27 空气含菌量与空气尘埃粒子相关表

测量地	相关系数值	t 检验	
		t	P
A	- 0.4792	1.444	>0.05
B	- 0.6335	2.589	<0.05
C	- 0.7376	2.890	<0.05

为排除静电除尘效果，将负离子发生器静电消除尘装置摘除，单独观察空气负离子对空气微生物的作用，并选择同等条件房间做空白对照，开机12h后，试验组除菌率68%，对照组除菌率35.71%。在负离子发生器工作后，对其静电除尘板进行细菌学检查，采样面积30cm×30cm，带有大量革兰阳性球菌和革兰阴性杆菌，说明静电除尘板具有吸附细菌的作用。

#### 四、讨论

本测试以空气含菌量、空气尘埃粒子计数为观察指标，评价空气负离子洁净空气的作用，根据换气能力、静电除尘装置的能极、房间面积、测量尘粒直径范围及时间、不断有新污染等因素进行分析。30cm点为空气负离子与静电除尘综合作用为主，而100cm点、200cm点则以空气负离子作用为主。空气负离子可与空气中的尘埃细菌、病毒等结合，使之下降，故有净化空气的作用。试验报告，用放射性同位素 $P_0$ 与 $^3H$ 产生单极离子，并利用微量化学方法测定细菌在蒸馏水悬液中的生长曲线，研究空气离子对细菌的直接作用，结果阴阳离子都有杀菌作用。由 $500\mu Ci/c\ m^2$ 强度开始，细菌死亡率剧烈升高，至 $1600\mu Ci / c\ m^2$ 细菌生存者仅5%。

大气是一种胶体分散系，气体是分散媒。尘埃小粒、飞沫小滴、滴核及附着的微生物悬于大气中，形成微生物气溶胶。空气负离子的洁净作用是使气溶胶易于聚沉，增加荷电气溶胶对界面的吸附，或是对微生物的直接作用，这些有待进一步探讨。

空气分子在各种催离素的作用下，形成正、负的气体离子，这些气体离子形成后，在短时间内部分正、负气体离子可互相中和逆变回气体分子，一部分正负气体离子可把周围10-15个中性气体分子吸咐到一起，形成质量较轻，但直径较大的所谓空气离子。轻空气离子寿命很短，仅数十秒到几分钟，其中一部分可和极性相反的轻空气离子结合逆变为中性的气体分子，另一部分可与空气中的尘埃、烟雾、小水滴等结合而形成重空气离子。重空气离子带一个基本电荷，即 $4.8 \times 10^{-10}$ 静电系单位的电量。停机5min后，在空气负离子接近本底时进行菌测，与发生器工作时结合t检验具有显著意义，说明负离子对空气微生物具有一定的抑制作用。空气感染的病原微生物主要来源于人类活动产生的尘埃，通过对医院病房的调查表明，细菌主要吸咐在大的尘埃物质上（直径4-20μm）这些病原微生物主要来自干燥的唾液、鼻腔粘液、皮肤鳞屑和人员衣服。在测量过程中，尘测为直接读数，当有人活动时，如查体、走动等等，则出现明显波动。C地人员活动最少，A地次之，B地再次之，与除尘情况优劣符合，C地>A地>B地。尘测与菌测相关分析呈负相关，分析作为吸除介质，但并非所有的尘埃粒子均附着微生物，这是原因之一，B地菌测结果 $P<0.001$ ，而尘测结果 $P>0.05$ ，是由于人员频繁活动干扰了除尘，空气中微生物的下降可能与负离子的直接抑制作用有关，这是原因之一。

作用于两个粒子间的引力，或表面水分引起的附着力，按 Coulomb 定律要求得出静电

力。在负离子发生器工作后，测量正空气离子，结果为0个/cm<sup>3</sup>，迁移率1.5c m<sup>2</sup>/(sde.v)，表明发生器工作后正离子数极少，在测量范围内粒子呈负电性或中性，其静电力为相斥。水分引起的附着力，从环境相对湿度看对菌、尘的影响不大。从聚沉方面看离子化空气对气溶胶起稳定作用。粒子借助对流扩散机制在表面上沉积，其运动主要是重力、电力、热力场，在强度为 E 的电场中  $F=ne$ ，因此在0电位,电力对带电气溶胶的沉降具有加速作用。重力场和热力场在发生器工作前后对气溶胶影响不大。

本文以空气含菌量计数和空气尘埃粒子计数为观察对象，证明空气负离子具有洁净空气能力。通过对本底及负离子发生器工作后距出口30cm、120cm、200cm 点测量结果的统计学处理，各点之间方差分析无显著意义，对照组，本底与各点之间空气含菌计数，空气尘埃粒子计数均有显著意义( $P<0.05$ ,  $P<0.01$ ,  $P<0.001$ )。