

谈为什么要人间距离2米和戴口罩

现在提出预防 Coronavirus 的基本三大措施为:戴口罩、常洗手、人间距离2米(或6英尺 Social Distancing)。为什么要人间距离2米? 人间2米距离安全吗? 戴口罩对防护有何等的作用? 在此篇短文,本人从扩散理论出发,特将所提的问题予以讨论。

1 关于人间距离2米

1.1 基本假定

1)从某患者口中咳出一团带病毒菌气体(见图1)。

2)该团带病毒菌气体向周围自由扩散,即扩散途中没有任何障碍物。

3)扩散气流初始速度设为0。换言之,该扩散与速度无关,仅与病毒菌在气体中的浓度有关。

1.2 扩散模型

设病毒气团的浓度为C,体积为V,那么这团气体的病毒成分的质量则为M。三个变量之间的关系可用方程1表示:

$$c = \frac{m}{v} \quad (\text{方程1})$$

气团在扩散时,体积增量为 ΔV ,相应的浓度增量则为 ΔC 。将其表示为微分形式,可得方程2:

$$dC = -M \frac{dv}{v^2} \quad (\text{方程2})$$

方程2右边的符号表示气团浓度随着气团的膨胀而减小。对方程2定积分,可得方程3:

$$C - C_0 = M \left(\frac{1}{V_0} - \frac{1}{V} \right) \quad (\text{方程3})$$

方程3式子中为带病毒菌气体的初始浓度, V_0 为带病毒菌气体的初始体积。将方程3两端皆除以,可得方程4:

$$\frac{C}{C_0} = 1 - \frac{M}{C_0} \left(\frac{1}{V_0} - \frac{1}{V} \right) \quad (\text{方程4})$$

$$\therefore M = C_0 V_0 \quad V_0 = \frac{\pi}{6} x_0^3 \quad V = \frac{\pi}{6} x^3$$

这里分别为气团的直径和初始直径。方程4则简化为:

$$\frac{C}{C_0} = \left(\frac{x_0}{x} \right)^3 \quad \frac{C}{C_0} = \left(\frac{d_0}{d} \right)^3 \quad (\text{方程5})$$

1.3 浓度分布曲线

方程5的结果表明气团浓度随着气团的直径变化的三次方成反比。假定 $d=1dm$ (分米),那么比浓度(随距离气团初始位置的

关系可用图2中的轻度曲线表示:

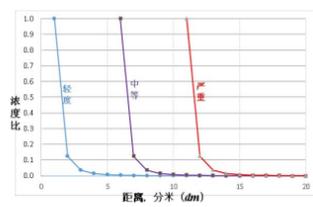


图2 浓度与位置的关系图

1.4 进一步讨论和分析

如果该患者病情较重或严重,咳出的带病毒菌气团会喷出一段距离后才有效扩散。为简单起见,在此进一步假设:

1)中等程度患者 - 所咳出的带病毒菌气团在喷出0.5米处的当比浓度相当于轻度在0.1米处的浓度(即)。

2)严重程度患者 - 所咳出的带病毒菌气团在喷出1.0米处的当比浓度相当于轻度在0.1米处的浓度(即)。

那么浓度与距离的关系可用图2中另两条曲线表示。

从图2,可得出如下结果:

1)在静态条件下(所咳出的气团基本静止),当气团体积膨胀至初始点中心距离0.5米远时,病毒浓度已经降低到低于初始浓度的1%;在1米处,浓度更低。所以说,2米的人间距离应该说是相当保险的。

2)如果咳出的气团喷得较远,即使在0.5-1米甚至更远也未必安全。但一般说来,在2米处,浓度应该是相当低了。

2 为什么要戴口罩?

2.1 戴口罩的作用

不过上节的结论是在静态条件下。如



图3 戴口罩防传染

果离患者很近,而患者正对着某人咳嗽,那带病毒气团则会出现在该对象很近之处,对该人显然是相当危险的。

在此时,戴口罩在预防病毒感染中则显得尤为重要。戴口罩也是从防护扩散角度考虑的(见图3)。譬如,一团带病毒的气团喷到某防护人的口罩上,这个口罩至少有以下三个作用:

1)阻挡了绝大部分吹来的气流 - 这部分受阻的气流将向5个(上下左右和相反)方向扩散,余下沿正面方向的气流一般不足5%。

2)大大减弱沿正面方向的气流的速度,或者迫使气流扩散系数大大下降。

3)口罩中有细纤维,表面积大,能滤下并可能吸附许多(包括病毒在内)胶体大小的颗粒。

2.2 从扩散理论着手分析

在此节考虑的是带病毒气团可能透过口罩的扩散。这里,我们可用菲克第一扩散定律(Fick's First Diffusion Law)建立去扩散模型(见图4)。设C为带病毒菌气体的浓度,x为距离,k为扩散常数,那么扩散的微分方程则为:

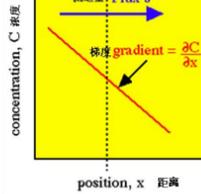


图4 菲克的第一扩散定律模型

$$\frac{dC}{dx} = -kC \quad (\text{方程6})$$

变换方程6为方程7的形式。

$$\frac{dC}{C} = -kdx \quad (\text{方程7})$$

对方程7积分的结果为:

$$C = C_0 e^{-kx} \quad (\text{方程8})$$

解方程8得出k值:

$$k = -\frac{1}{x} \ln \frac{C}{C_0} \quad (\text{方程9})$$

菲克的第一扩散定律模型中的k值与介质有关。一般来说介质密度越大,k值也越大,该介质阻挡扩散的效果越好。口罩实际上就是一个过滤装置,它所选用的材料越细密,过滤越好。

从扩散模型,我们还可以看到介质如果厚,也能阻挡扩散。

所以,当与患者有可能近距离接触时,必须要戴口罩。

2.3 未戴口罩风险

今年3月中旬,美国底特律一位黑人公交司机在开车时,一位患者在车上猛咳不止。该司机因为没戴口罩而被感染,一周后发病,4月初不治身亡,留下爱妻和六个未成年子女。在这桩事中,如果那位患者戴了口罩,这个悲剧发生的可能性一定会大大下降。像这样的例子,在中国和世界其他地方,多多可见。总之,在疫苗未问世之前,疫情不会结束,不戴口罩一定是有风险的。

那戴了口罩是不是就可以完全避免被感染呢?当然不是。以医院所用的N95口罩为例。N95口罩可能滤掉95%的胶体颗粒,但对5%左右的极其细微的胶体颗粒依然是效果有限。从统计学角度说,如果某病毒尺寸在那5%的极其细微的胶体颗粒范围,个别病毒总是有可能穿过N95口罩的。不过,即使此类事情发生,这样的个别病毒能发挥作用的可能性依然是很小很小的。

2.4 三个90%

这里做一个较保守的估算,基于以下三项假设:

1)某患者带有口罩,当他咳嗽时,90%的病菌可被口罩挡住。

2)某君正面对该患者也带有口罩,即使所戴口罩质量很一般,但还是能有效挡住90%的病菌。

3)二者之间距离约20公分,从图2可知道,约90%的病菌已被扩散调。

三项叠加的结果是

$$(1-0.9)^3 = 0.001 \quad (\text{方程10})$$

也就是说病菌已经降至初始的0.1%。结论是:戴口罩加适当人间距离,被感染的几率一定会大大减小。老Y

大华府最完善的房地产一条龙服务
 买房&卖房全程一条龙专业团队服务,并由本人亲自把关

即时市场分析 → 价格商讨和谈判 → 各种房屋贷款 → 产权过户服务 → 房屋财产和责任保险 → 额外享受本年度 **免费** 报税或税务咨询

Rick Tian, CPA
田璋
 精通跨国投资者的房地产买卖、租赁、管理和相关的美国税务

MD 璋: 240-516-6618 ; VA Phone: 571-732-2888
 Fax: 1-888-548-8633 ; Email: ricktian@CPA.com
 Office Phone: 240-268-0760 or 703-748-0001

Premiere Realty

买个兴隆 福 卖个吉祥

1-169

隆祥地产
571-426-4206

McLean 建筑商新推出超豪华住宅。背望波托马克河,有室内泳池,桑拿室,占地5英亩

全面优质服务 涵盖买卖、租赁、管理、贷款、过户及维修。有大量投资及自住房信息

住宅地产/商业地产经纪人
胡荣华 (703) 568 1388
 www.danicahu.com

北维州房地产专家 维州/马州执照
 Weichert全美总统业绩奖 北维州百万业绩奖
 全美经纪人协会认证 银行破产房/短售房投资专家

十几年本地区地产经验 专业 严谨 耐心

Weichert Realtors

Independent Realty, Inc
真诚待人 求实敬业
长于谈判,精于议价
是您忠诚的房地产经纪人

徐凯光
 持有 Maryland, Virginia, Washington DC 房地产执照
 301-956-6562 822-H Rockville Pike, Rockville, MD 20852
 xu.kai@yaho.com

恒泰地产公司
 HometownEliteRealty

一流团队、一流服务 热情、诚实、专业、敬业

恒泰地产公司拥有一支由专业的地产经纪和服务人员团队,专门服务大华府地区,精通各种房地产的买卖和租赁业务。团队以客户利益为重,本着热情,诚实,细致,敬业的专业精神,竭诚为大家提供最优质的各项房地产相关服务。恒泰还联合了大华府地区有声望的其它专业人士和公司,提供新移民客户相关的法律,税务,保险,财产规划,子女入学等方面的多项咨询服务。

王旭日
 Bill Wang
 Principal Broker
 301-523-8008
 bill@hometowneliterealty.com

职宁
 Ning Zhi
 Realtor
 240-350-5279
 ning@hometowneliterealty.com

于航
 Hang Yu
 Realtor
 718-316-3695
 yuhangrealty@yahoo.com

魏丽君
 April Wei
 Case processor
 732-763-9962
 april@hometowneliterealty.com

网址: <http://hometowneliterealty.com>