

液体的表面现象

肺是进行气体交换的器官. 人体的肺是一对海绵状构造体, 支气管入肺后, 分成无数个小支气管. 这些小支气管再细分, 到其末端膨大成囊状气室. 每一个气室又隔成许多小气囊, 就是肺泡. 有亿万个左右(见图 3-1). 这些小肺泡是大小不等的, 大肺泡的半径是小肺泡半径的 $3 \sim 4$ 倍, 并且这些有功能的肺泡的导管是相通的. 那么, 这些大小不等又相通的肺泡是如何维持其正常生理功能的呢?

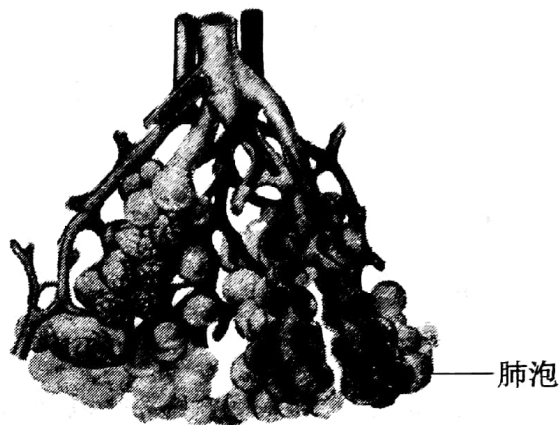


图 3-1 人体的肺

研究发现, 每个肺泡内壁附着有一层特殊的肺液, 这些肺液与空气接触时有一个界面(液体与固体相接触时也有一个界面). 所以, 这些小肺泡在物理学上类似于一个个相互连通的微液泡. 而处于界面的分子由于同时受到同种分子以及气体或固体分子的作用力, 产生一系列的特殊现象, 称为液体的表面现象. 如表面张力、附加压强等, 这些特性对生物体而言, 有极其重要的意义.

本章主要介绍液体的表面张力、附加压强、毛细现象以及气体栓塞等.

3.1 液体的表面张力和表面能

3.1.1 液体的表面张力

液体的表面如拉紧的弹性薄膜, 有收缩成最小的趋势, 如落在树叶上的露水成珠状, 荷叶上的小水滴等. 这说明液体的表面存在着张力, 称为表面张力(surface tension). 表面张力是由分子力产生的.

分子作用力与分子间距离的关系曲线如图 3-2 所示. 分子间的平衡距离 r_0 为 10^{-10} m, 当两分子间的距离小于 r_0 时, 分子间的作用力表现为斥力; 当两分子间的距离大于 r_0 且在 $10^{-10} \sim 10^{-9}$ m 时, 分子间的作用力表现为引力, 当分子间的距离大于 10^{-9} m 时, 引力迅速趋于零. 所以可以认为, 只有当分子间的距离小于 10^{-9} m 时才存在作用力. 以 10^{-9} m 为半径作一球面, 则只有在这个球面内的分子才对位于球心的分子有作用力, 此球称为分子作用球, 球的半径为分子



作用半径.

如图 3-3 所示,液体与空气相接触.在液体内部的分子 A 作分子作用球,在球内的分子对 A 都有作用力,但由于各个方向作用力大小相等,所以合力为零.同理对分子 B 作分子作用球,由于分子作用球有一部分在空气中,气体分子对 B 的作用力要小于液体内部分子对 B 的作用力,所以 B 受到一个向下的合力.分子 C 正好在液体的外表面上,对其作分子作用球,则 C 受到一个更大的向下的合力.在液体的表面取厚度为分子作用半径的一层,称为**液体的表面层**(surface layer).则在液体的表面层的分子都受到一个指向液体内部的力的作用,越接近液面的分子受的合力越大.在这些力的作用下,液体表面处于一种特殊的紧张状态,在宏观上表现为一个被拉紧的弹性薄膜而具有表面张力.

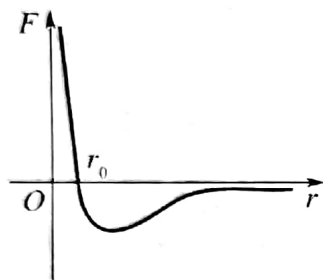


图 3-2 分子作用力与分子间距离的关系

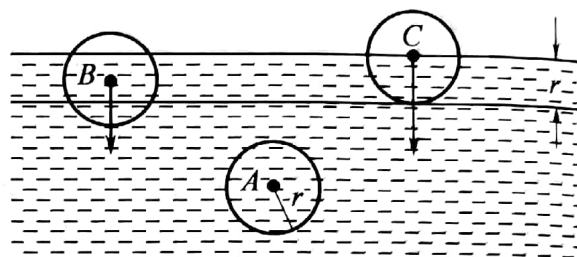


图 3-3 液体表面层

又如图 3-4(a) 所示,在一金属环上放有一小细棉线环,将此金属环浸入肥皂液中再拿出,金属环上有一层具有两个表面的薄膜,由于棉线上每一处的两侧都受到大小相等、方向相反的张力作用,棉线处于平衡状态,所以保持最初的状态不变.用一针刺破棉线环中的肥皂膜,此时棉线环只受到环外肥皂膜对它的作用,棉线被拉成了圆形,如图 3-4(b) 所示.由此可知,表面张力是沿着液体的表面与液面相切并且与分界线相垂直的.

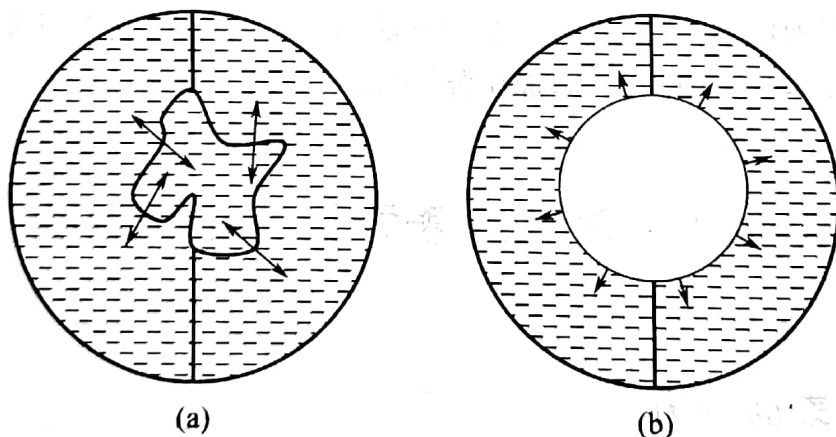


图 3-4 表面张力

假设在液面上作一长度为 L 的分界线,如图 3-5 所示,该分界线将液面分成 A、B 两个部分,A、B 两液面都以一定的拉力 F 作用于对方,其大小与长度 L 成正比,即

$$F = \alpha L \quad (3-1)$$

式中, α 为液体的表面张力系数,它等于单位长度分界线上表面张力的大小.在国际单位制中,其单位为 N/m (牛顿每米),量值的大小取决于液体性质、温度.同一种液体,温度越高, α 值越小.表 3-1

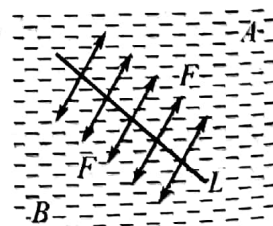


图 3-5 表面张力大小



列出了几种液体的表面张力系数值。

表 3-1 几种液体与空气接触时的表面张力系数值

液体	温度 /℃	α /(N/m)
丙酮	20	0.023 7
甲醇	20	0.022 6
苯	20	0.022 8
氯仿	20	0.027 1
甘油	20	0.063 4
水银	15	0.487
肥皂液	20	0.025
溴化钠	熔点	0.103
水	0	0.075 6
水	20	0.072 8
水	30	0.071 2
水	100	0.058 9

3.1.2 表面能

由上可知,位于表面层的液体分子都受到垂直液面并指向液体内部的分子引力的作用,这些引力被一些十分靠近的分子的斥力所平衡,使其停留在液体的表面层.因此,若要将液体内部的分子移到表面层,则须反抗表面层下面的分子对它的引力做功,从而增加了分子的势能.所以表面层的分子比液体内部分子具有更多的势能.如果要增加液体的表面积,就得做功把液体内部分子移到表面层,从而增加了液面的势能.整个液体表面层所有分子所特有的这种势能的总和称为该液体的表面能(surface energy),其单位为 J.

如图 3-6 所示,一矩形框上有一液膜,BC 段(长为 L)可以无摩擦滑动,由于表面张力的作用,BC 将向左滑动,由于有两个表面层,由式(3-1)可知,BC 所受表面张力的

$$F = 2\alpha L$$

若在 BC 上加一大小相等、方向相反的外力 F' ,可使 BC 不动.假设 BC 在 F' 的作用下向右移动 Δx 距离,则此过程中,外力 F' 所做的功为

$$\Delta W = F' \cdot \Delta x = 2\alpha L \Delta x = \alpha \Delta S$$

式中, ΔS 为 BC 向右移动 Δx 距离后所增加的液体表面积,表面能的增量 ΔE 应等于外力做的功 ΔW . 由上式可得

$$\alpha = \frac{\Delta W}{\Delta S} = \frac{\Delta E}{\Delta S} \quad (3-2)$$

由此可知,表面张力系数在数值上等于增加单位液体表面积时外力所做的功,或等于增加单位液体表面积时液体表面能的增量.

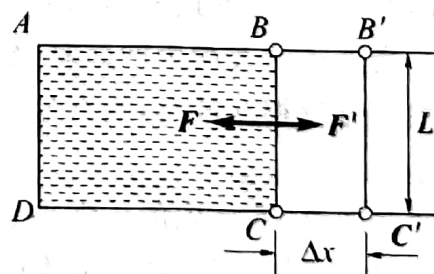


图 3-6 表面能



例 3.1 一半径为 1 mm 的大水滴分裂成 8 个小水滴,问表面能增加了多少?(设水的表面张力系数 $\alpha = 73 \times 10^{-3} \text{ N/m}$)

解 设大水滴的半径为 R ,小水滴的半径为 r ,表面能的增量为

$$\Delta E = \alpha \times (8 \times 4\pi r^2 - 4\pi R^2)$$

由于一个大水滴的质量等于 8 个小水滴的质量,所以有

$$\rho \times \frac{4}{3}\pi R^3 = \rho \frac{4}{3}\pi r^3 \times 8$$

则

$$r = \sqrt[3]{\frac{R^3}{8}} \text{ mm} = 0.5 \text{ mm}$$

$$\Delta E = 73 \times 10^{-3} \times (8 \times 4\pi \times 0.5^2 - 4\pi \times 1^2) \times 10^{-6} \text{ J} = 0.9 \times 10^{-6} \text{ J}$$

3.2 弯曲液面的附加压强

静止的液体表面有平面和曲面两种形式.图 3-7 给出与空气相接触液体的表面为平面、凸面和凹面的三种情况.由于液体是静止的,液体表面所受合力应为零.在液体表面上取一面积元 ΔS , ΔS 同时受到三个力的作用:表面张力、空气的压力 $p_0 \Delta S$ 、表面内部液体的压力 $p_i \Delta S$ (液面的重力相对此三个力比较小,可以忽略).

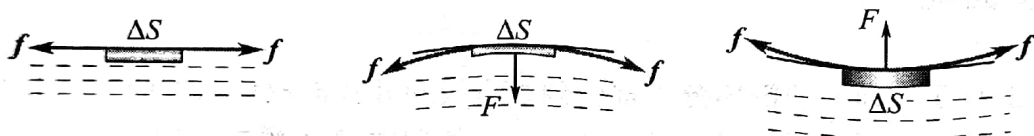


图 3-7 液面的附加压强

当液体的表面为平面时, ΔS 受到的表面张力与表面平行,且垂直于 ΔS 的周界线,它们互相抵消,合力为零,由于液体静止,所以

$$p_0 \Delta S = p_i \Delta S$$

当液体的表面为凸面时, ΔS 受到的表面张力仍与表面平行,且垂直于 ΔS 的周界线.此时,其水平分量相互抵消,垂直分量相互加强,合力 F 指向液体内部,此时有

$$p_0 \Delta S + F = p_i \Delta S$$

对凸面而言,液面内的压强大于液面外的压强.

当液体的表面为凹面时, ΔS 受到的表面张力仍与表面平行,且垂直于 ΔS 的周界线.此时,其水平分量相互抵消,垂直分量相互加强,合力 F 指向液体外部,此时有

$$p_0 \Delta S = p_i \Delta S + F$$

对凹面而言,液面内的压强小于液面外的压强.

由此可知,当液体表面为凸面或凹面时,液面内外存在由表面张力引起的压强差为

$$p_s = p_i - p_0$$

称此液面内外静压强差为液面的附加压强(additional pressure).

当液面是球面的一部分时,其附加压强可如下推算:如图 3-8 所示,在液面上任取一面元 $\Delta S \rightarrow 0$,作用在周界线上的表面张力和球面相切且与周界线垂直.在其周界线上取一小线元 Δl



→ 0, Δl 受到的表面张力为 Δf , Δf 垂直于 Δl 且与 ΔS 相切. 由式(3-1)可知

$$\Delta f = \alpha \Delta l$$

式中, α 为液体的表面张力系数. 将 Δf 分解, Δf_2 沿半径 r 方向; Δf_1 与 r 垂直, 指向液体内部. 由对称性可知, ΔS 的周界线上各线元所受表面张力在 r 方向上的分量相互抵消, Δf_1 方向上相互加强, 其合力大小为

$$f = \oint_L \Delta f_1 = \oint_L \Delta f \sin \varphi = \oint_L \alpha \cdot \Delta l \sin \varphi = \alpha \sin \varphi \cdot 2\pi r$$

式中, L 为 ΔS 的周界线. 又因为

$$\sin \varphi = \frac{r}{R}$$

R 为液面的曲率半径, 所以有

$$f = \frac{2\pi r^2 \alpha}{R}$$

ΔS 的附加压强为

$$p_s = \frac{2\pi r^2 \alpha}{\pi r^2 R} = \frac{2\alpha}{R}$$

由于 ΔS 是任取的, 所以液面的附加压强为

$$p_s = \frac{2\alpha}{R} \quad (3-3)$$

由式(3-3)可知: 液面的附加压强与表面张力系数成正比, 与液面的曲率半径成反比; 曲率半径越小, 附加压强越大. 液面为凸时, p_s 取正; 液面为凹时, p_s 取负.

如图3-9所示是一肥皂泡, 它有内外两个表面层. 由于表面层是球面, 由式(3-3)可知, C 、 B 两点间液面的附加压强为

$$p_s = -\frac{2\alpha}{R}$$

即 C 点压强比 B 点大; 而 B 、 A 两点间液面的附加压强为

$$p_s = \frac{2\alpha}{R}$$

即 B 点压强比 A 点大. 由于肥皂泡的液膜很薄, 可近似认为两个半径相等, 所以 C 、 A 两点压强差为

$$p_s = \frac{4\alpha}{R}$$

由上可知, 半径越小, 附加压强越大, 即肥皂泡内外的压强差越大.

如图3-10所示, 在玻璃管两端有两个大小不等的肥皂泡. 由上面的分析可知, 大泡内的压强小于小泡内的压强, 当打开中间的活塞时, 小泡内的气体会流向大泡而逐渐变小, 大泡逐渐变大. 这是由于附加压强而产生的奇特现象.

由于肺中的每个肺泡内壁附着有一层特殊的肺液, 这些肺液与空气接触时有一个界面, 所以, 肺里的小肺泡在物理学上类似于一个个相互连通的微液泡. 根据上面的附加压强实验, 大泡内的压强小于小泡内的压强, 所以大肺泡会越来越大, 小肺泡越来越小. 这样, 肺泡显然不能实现正常的生理功能. 而事实上也并非如此. 大肺泡并没有越来越大, 小肺泡也没有越来越小.

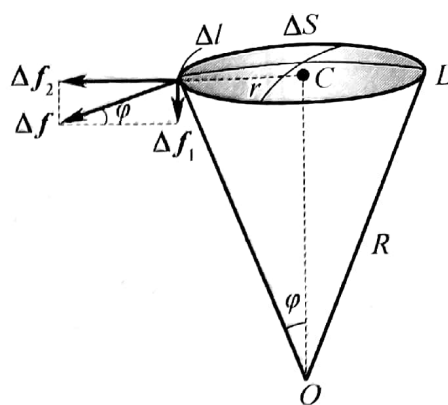


图 3-8 附加压强的计算



这又是什么原因呢?

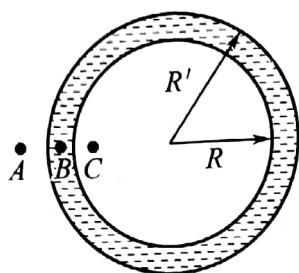


图 3-9 球膜的附加压强

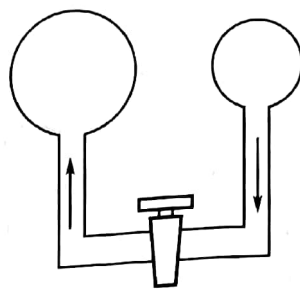


图 3-10 附加压强实验

3.3 毛细现象和气体栓塞

3.3.1 润湿与不润湿现象

在表面洁净的玻璃上放一些水滴,这些水滴很快扩展并附着在玻璃上.如果把水银滴放在玻璃上,水银滴会自动收缩成球形.由此可知,当液体与固体接触时,有两种情况:一种是液体与固体的接触面有扩大的趋势,液体易于附着固体,称为**润湿(wetting)现象**;另一种是液体与固体的接触面有收缩的趋势,称为**不润湿(non-wetting)现象**.润湿还是不润湿是由分子力决定的.当液体分子间的吸引力(内聚力)小于液体分子与固体分子间的吸引力(附着力)时,液体润湿固体;当内聚力大于附着力时,液体不润湿固体.润湿和不润湿一般用接触角 θ 来描述.接触角(contact angle)是指在液体表面与固体表面的接触处作一与液面相切的切线,此切线与液体—固体界面之间的夹角.如图 3-11 所示,当 θ 为锐角时,液体润湿固体;当 θ 为零时,为完全润湿;当 θ 为钝角时,液体不润湿固体;当 θ 为 180° 时,为完全不润湿.

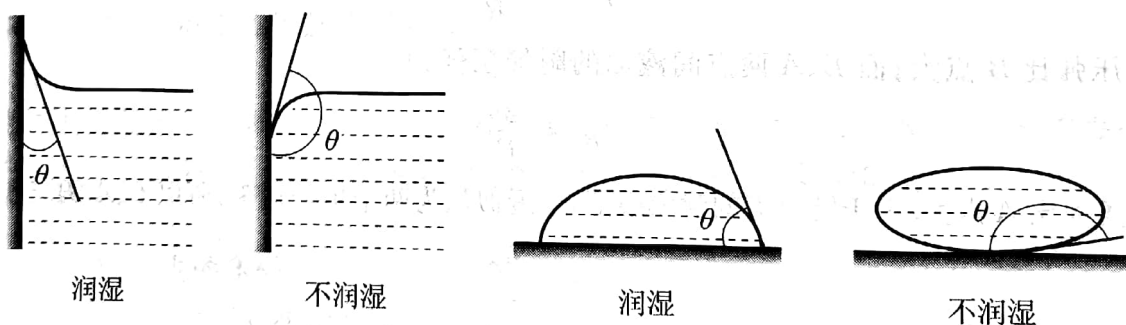


图 3-11 接触角

3.3.2 毛细现象

如图 3-12 所示,把一很细的玻璃管插到水中,玻璃管中的水面会高出容器的水面.管子内径越小,上升的高度越高.这是因为水润湿玻璃.如果容器中装的是水银,则玻璃管内的液面低于容器的液面.这是因为水银不润湿玻璃.润湿液体在细管中上升或不润湿液体在细管中下降



的现象称为**毛细现象**(capillarity),能产生毛细现象的管子称为**毛细管**.毛细现象是表面张力现象产生的另一个重要效应.

液体沿毛细管上升或降低的高度可通过附加压强来计算.如图 3-12 所示,管内的液面是凹的,因此产生一向上的附加压强.设接触角为 θ ,毛细管的半径为 r ,液面的曲率半径为 R ,由图可见

$$r = R \cos \theta$$

液面的附加压强为

$$p_s = \frac{2\alpha}{R} = \frac{2\alpha \cos \theta}{r}$$

此压强使管内液面上升,由液体静力学可知,在达到平衡状态时,管内液面下的 B 点和同一水平面的 C 点压强相同,即

$$p_0 - \frac{2\alpha \cos \theta}{r} + \rho g h = p_0$$

式中, p_0 为大气压强, h 为平衡时管内外液面的高度差, ρ 为液体的密度.由上式可得

$$h = \frac{2\alpha}{r\rho g} \cos \theta \quad (3-4)$$

式(3-4)说明,毛细管中液面上升的高度与表面张力系数成正比,与毛细管的内径成反比.管径越细,液面上升越高.

同理,可得不润湿液体在毛细管中下降的高度的计算式.和式(3-4)一样,此时接触角 θ 大于 90° ,所以 $\cos \theta$ 为负,表示管内液面低于管外液面.

毛细现象在生命过程以及日常生活中都有重要的意义.植物对水分的吸收和输送过程、人体血液在毛细血管中的流动等过程,毛细现象都起着重要的作用.

3.3.3 气体栓塞

液体在细管中流动时,如果管中出现气泡,液体的流动将受到阻碍,气泡多时将能发生阻塞,这种现象称为**气体栓塞**(air embolism).

气体栓塞是由于气体与液体间的曲面有附加压强而产生的.如图 3-13 所示,在一细管中有一润湿液体,液体中有一气泡,当细管两端的压强相等时,气泡两端的液面是曲率半径相同的凹面,如图 3-13(a) 所示.由式(3-3)可知,两曲面所产生的附加压强大小相等,方向相反.系统处于平衡状态,此时液体不流动.

若在气泡左端增加压强 Δp ,这时气泡左端的曲率半径变大,右端曲率半径变小,所以两曲面的附加压强有一差值 $\Delta p' = p_{\text{右}} - p_{\text{左}}$,若此差值正好等于 Δp ,则液体仍处于平衡状态静止不动,如图 3-13(b) 所示. Δp 必须大于某一临界值 δ 时,液体才能流动.临界值 δ 与液体和管壁的性质以及管半径有关.

若管中有 N 个气泡,每个气泡都产生一个 $\Delta p'$,共有 $N \Delta p'$,管两端的压强差必须大于 $N\delta$ 时,液体才能流动,如图 3-13(c) 所示.若管两端的压强差小于 $N\delta$ 时,液体不能流动,产生气体栓塞.

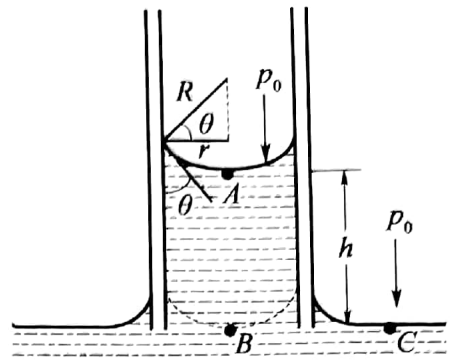


图 3-12 毛细现象



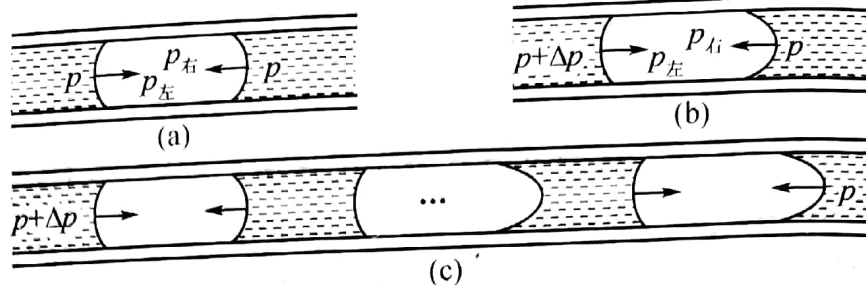


图 3-13 气体栓塞

人体血管中若有气泡,当气泡很小时,可以通过血液循环从肺部排出,但若气泡很大或多到一定量,则将造成血液循环障碍.所以在静脉注射或输液中应特别注意防止空气输入到血管中.

由于气体能溶解于液体中,压力越大,溶解度越大.当潜水员在深水工作时,处于很高的压强下,这时有较多的气体溶解于血液中,如果突然上升到水面,由于压强突然变小,溶解在血液中的大量气体由溶解状态立即游离出来,在血液内形成无数微小气泡,且可融成大气泡,引起栓塞,危及生命.因此,潜水员从深水处上来或工作在高压氧舱内的人出来时,须有适当的缓冲时间,避免发生气体栓塞现象.

3.4 表面活性物质与表面吸附

3.4.1 表面活性物质、表面吸附

溶液的表面张力系数是由溶液本身的性质决定的.在一种溶液中加入另一种物质时,溶液的表面张力系数可能改变.例如,在纯水中加入少量的肥皂液,可使表面张力系数大大减小.这是因为,肥皂液的分子与水分子之间的引力小于水分子间的引力,所以位于表面层中的水分子所受到的趋向水内部的力,大于表面层中肥皂液分子所受到的引力,这导致水分子大量地离开表面层而进入水内部,使表面层中肥皂的浓度增大,表面张力系数减小.能够减小溶液表面张力系数的物质称为**表面活性物质**(surfactant).水的表面活性物质有胆盐、肥皂、蛋黄素等.

表面活性物质在溶液的表面层聚集并伸展成薄膜的现象称为**表面吸附**(surface absorption).水面上的油膜是最常见的表面吸附现象.

3.4.2 肺泡的物理现象

人体的肺中存在亿万个大小不等的肺泡,肺泡内壁附着有一层特殊的肺液.在泡内的液-气界面(凹面)上同样存在有表面张力,其合力指向肺泡中央,会对呼吸带来不良影响.

例如,阻碍肺泡的扩张,降低肺顺应性,增加吸气阻力,还会使不同大小肺泡内压不稳定.因为肺泡大小不等,其半径可相差 3 ~ 4 倍.按照上面的分析,在表面张力不变的条件下,附加压强随着肺泡半径的增大而降低,使得小肺泡内气体将进入大肺泡,出现小肺泡陷闭和大肺泡



过度膨大.

表面张力还容易产生肺水肿. 肺泡表面张力合力指向肺泡中央, 对肺泡间质起“抽吸”作用, 使肺间质内静水压降低, 肺毛细血管有效滤过压增加, 组织液生成增加, 导致肺间质和肺泡腔内水分滞留(肺水肿), 妨碍气体交换正常进行.

由于肺液中含有一种表面活性物质——肺表面活性物质(pulmonary surfactant, PS). 肺表面活性物质通过降低表面张力可避免肺泡表面张力的不利影响.

肺表面活性物质可以增加肺顺应性, 减少吸气功. 正常人肺泡洗出液的最小表面张力只有 2 dyn/cm ($1 \text{ dyn} = 10^{-5} \text{ N}$), 而因表面活性物质缺乏而死亡者的肺泡洗出液为 20 dyn/cm , 相差 10 倍. 有研究表明, 由于表面活性物质降低表面张力, 可使吸气阻力减少到原来的 $1/5 \sim 1/10$, 使肺顺应性增大, 吸气大为省力.

肺表面活性物质可以调整肺泡表面张力, 稳定肺泡内压. 肺泡洗出液(内有表面活性物质)不仅表面张力低, 而且其大小随液膜面积的改变而变化. 液膜扩大时, 表面张力增大, 可达 $40 \sim 50 \text{ dyn/cm}$, 液膜缩小时表面张力降低到接近于零. 即肺表面活性物质不仅可降低肺泡表面张力, 且其降低表面张力的作用可随肺容积的改变而变化, 也即对肺表面张力具有一定的调整作用.

据测定, 当肺充气扩张至肺总量时, 肺泡表面张力达 30 mN/m , 在随后的逐渐放气过程中, 肺容量从肺总量的 70% 减至 40% , 其肺泡表面张力从 10 mN/m 降到小于 1 mN/m . 吸气时随着肺泡的扩大, 表面张力增大, 有利于限制肺的过度扩张; 在呼气时, 表面活性物质汇聚而使表面张力降低, 可避免肺泡在呼气时不萎陷. 因此, 肺表面活性物质对肺泡表面张力的调整可缓和呼吸过程中肺泡内压的过度变化. 此外, 在不同大小肺泡的表面由于表面活性物质分布的疏密差异, 也有助于调整不同大小肺泡的表面张力, 维持各肺泡内压和肺泡容量相对稳定.

肺表面活性物质可以减少肺组织液生成, 防治肺水肿. 肺表面活性物质降低表面张力, 减小肺回缩力, 从而减弱对肺泡间质的抽吸作用, 减少肺组织液生成. 当表面活性物质缺乏, 肺回缩力增大时, 由于对间质抽吸作用加大, 使组织间隙静水压降低, 有效滤过压增大而引起肺水肿.

没有覆盖表面活性物质的肺泡, 比如患有呼吸困难综合症的婴儿的肺泡, 会像小液泡一样萎缩, 要使它们重新胀开, 需要很大的压强.

哮喘、急性呼吸窘迫综合症(ARDS)(继发于肺或肺外器官损伤的急性呼吸衰竭)、新生儿呼吸窘迫综合症(NRDS)等疾病都和肺表面活性物质有关.

例如, 在胚胎发育过程中, 在妊娠 $22 \sim 24$ 周时, 肺已能合成表面活性物质, 但量不多, 也极少分泌至肺泡腔. 随着胎龄的增长, 表面活性物质合成分泌逐渐增多. 在妊娠 $25 \sim 30$ 周, 肺泡腔内开始出现表面活性物质, 以后分泌量逐渐增加, 至分娩时(40 周)达顶峰. 在胚胎发育过程中表面活性物质提前在肺组织内聚集备用, 其意义是为出生时适应自动呼吸做好准备. 由于直到妊娠晚期表面活性物质才大量合成和分泌, 故在早产儿易发生呼吸窘迫综合症.

习 题 3

3-1 一液体从毛细管中均匀滴落, 观测得到 259 滴液体, 质量为 2.5 g , 液滴在脱离毛细管的瞬间液滴颈的直径 $d = 0.5 \text{ mm}$, 求此液体的表面张力系数.



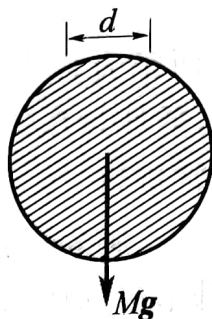


图 3-14 习题 3-1 图

3-2 由同种液体形成的球形液滴和液泡的半径都是 R , 求它们的附加压强和表面能之比.

3-3 肥皂液的表面张力系数 $\alpha = 40 \times 10^{-3} \text{ N/m}$, 吹一个直径为 10 cm 的肥皂泡, 求吹此肥皂泡所做的功, 肥皂泡内外的压强差.

3-4 肥皂液的表面张力系数 $\alpha = 40 \times 10^{-3} \text{ N/m}$, 在肥皂液中有一个直径为 10 cm 的肥皂泡, 求肥皂泡内外的压强差.

3-5 有两根内径不同的毛细管, 竖直插入水中, 液面差为 2.6 cm, 若插入酒精中, 液面差是 1 cm. 求酒精的表面张力系数. (设液体完全润湿毛细管, 水的表面张力系数 $\alpha = 73 \times 10^{-3} \text{ N/m}$)

3-6 在内半径为 $r = 0.30 \text{ mm}$ 的毛细管中注入水, 在管的下端形成一半径为 $R = 3.0 \text{ mm}$ 的水滴, 求管中水柱的高度.

3-7 如果树液完全由树干中的细管子(可看作为粗细均匀的毛细管)因毛细现象而上升, 接触角为 60° , 表面张力系数为 0.05 N/m , 则高为 10 m 的树, 树干中的细管子的最大半径是多少?

3-8 水的表面张力系数 α 和温度 T (单位为 $^\circ\text{C}$) 有关, $\alpha = (70 - 0.15T) \times 10^{-3} \text{ N/m}$. 则温度由 10°C 升到 30°C 时, 直径分别为 0.3 mm, 0.6 mm 的两连通毛细管(设全润湿)中水面高度差相差多少?

