



MAZUIKE JIBENLILUN
YU KAOTIJIE

麻醉科基本理论与考题解

人民卫生出版社

责任编辑 高 间

麻醉科基本理论与考题解

由品英 编译 富维骏 校阅

人 民 卫 生 出 版 社 出 版

(北京市崇文区天坛西里10号)

人 民 卫 生 出 版 社 印 刷 厂 印 刷

新 华 书 店 北 京 发 行 所 发 行

787×1092毫米32开本 $14\frac{1}{2}$ 印张 5 插页 320千字

1984年7月第1版 1984年7月第1版第1次印刷

印数, 00,001—23,300

统一书号, 14048·4404 定价, 1.55元

(科技新书目 53 — 83)

编译说明

为加速实现我国医学科学技术现代化，了解和掌握国际麻醉学的进展动态，编译了这本图文并茂，深入浅出，便于系统掌握，具有现代水平的参考书。

原书是日本三重大学教授宗行万之助和大阪医科大学教授兵頭正義为准备参加国家考试的医师编写的。分为基本理论、试题与解答、照片资料和自我测试四个部分。根据我国情况，编译时将照片资料删去，调换了个别插图，并改写了若干内容。

本书第一部分系统地阐述了与麻醉有关的理论问题。在“参考内容”栏，对有关重点问题（包括一些公式的来源和推导）进行了深入讨论。此外，将必须掌握的问题列在“提要”栏内。

第二部分，不仅有日本历届国家考试中已出过的试题，而且有原著者新出的试题。试题均采用现时国际通用的多项选择题的形式，共237题。

第三部分为解答，有正确的答案和题解。

第四部分为自我测试，共240题，按英文字母顺序排列。每条末尾以数字标出答案所在的页数。

在编译过程中，承王景阳教授、朱诚副教授及伍祖馨副主任在百忙中对文稿予以审阅，并经富维骏副主任对全文进行校阅，特致谢意。限于编译者的水平，本书难免有错误之处，敬请读者指正。

由 品 英

目 录

编译说明

第一部分 基本理论	1
一、呼吸运动	1
二、死腔	3
三、肺容量及肺的通气功能	7
四、肺的顺应性和气道阻力	10
五、肺的表面活性物质	14
六、肺内气体的分布——肺泡气	16
七、弥散	23
八、肺的血流	26
九、血液中的气体运输	33
十、呼吸的调节	41
十一、血液气体的异常	47
十二、影响循环动力的因素	52
十三、循环动力的生理调节	57
十四 循环动力的管理	63
十五 体液的缓冲系统和代偿	68
十六 酸碱平衡的紊乱	71
十七 酸碱平衡的定量表示	74
十八、酸碱平衡紊乱的治疗	81
十九、术前访视	88
二十、麻醉前用药	90
二十一、对麻醉有影响的药物	96
二十二、特殊疾病与麻醉	97
二十三、吸入麻醉剂的吸收和排泄	104

二十四、吸入麻醉的深度	113
二十五、吸入麻醉剂	114
二十六、气体麻醉机	119
二十七、吸入麻醉法	126
二十八、静脉内麻醉法	131
二十九、肌肉松弛剂总论	139
三十、肌肉松弛剂各论	145
三十一、心血管药	156
三十二、呼吸系统合并症	159
三十三、循环系统合并症	167
三十四、消化系统及神经系统合并症	172
三十五、燃烧、爆炸	176
三十六、纤溶亢进	177
三十七、播散性血管内凝血(DIC)	181
三十八、扶助呼吸	184
三十九、控制呼吸	185
四十、呼吸机	188
四十一、氧疗法、吸入疗法	190
四十二、降压麻醉法	195
四十三、降温麻醉法	197
四十四、神经安定镇痛	201
四十五、小儿的解剖、生理特点	207
四十六、小儿麻醉的管理	212
四十七、产科麻醉	220
四十八、局部麻醉的分类	225
四十九、局部麻醉剂	227
五十、脊椎麻醉	232
五十一、硬膜外麻醉	243
五十二、椎旁阻滞、浸润麻醉及表面麻醉	249
五十三、传导麻醉、神经阻滞	252

五十四、疼痛门诊	256
五十五、苏醒室和监护病房 (ICU).....	258
五十六、急救复苏——呼吸的管理	260
五十七、急救复苏——循环的管理	265
五十八、脑死亡	273
第二部分 试题	276
一、呼吸	276
二、循环	292
三、酸碱平衡	303
四、麻醉管理	308
五、麻醉前准备及全身麻醉	316
六、脊髓麻醉, 硬膜外麻醉, 局部麻醉	332
七、人工呼吸, 复苏	341
第三部分 解答	348
一、呼吸	348
二、循环	364
三、酸碱平衡	376
四、麻醉管理	383
五、麻醉前准备及全身麻醉	393
六、脊髓麻醉, 硬膜外麻醉, 局部麻醉	417
七、人工呼吸, 复苏	427
第四部分 自我测试	438

第一部分 基本理论

一、呼吸运动

呼吸运动时，胸腔内通常为负压（ $-2 \sim -6$ 毫米汞柱），如图2。这是由经气管而作用于胸膜腔的大气压受肺的弹性回缩力的影响而形成的。由于这种负压，使肺扩张。当打开胸壁时，胸腔的负压消失，肺即萎陷。

1. 吸气：

吸气是主动的过程，它是由膈肌和肋间肌的收缩而引起的。如图1所示，当肋间外肌收缩时，下位肋骨向上位肋骨靠拢，即以脊椎为支点，将肋骨向上拉起，同时就使胸骨向前、向上移动，结果胸廓的前后径增大。胸腔内负压增加，肺内压稍低于大气压（图2），因此外界空气流入肺内，肺容

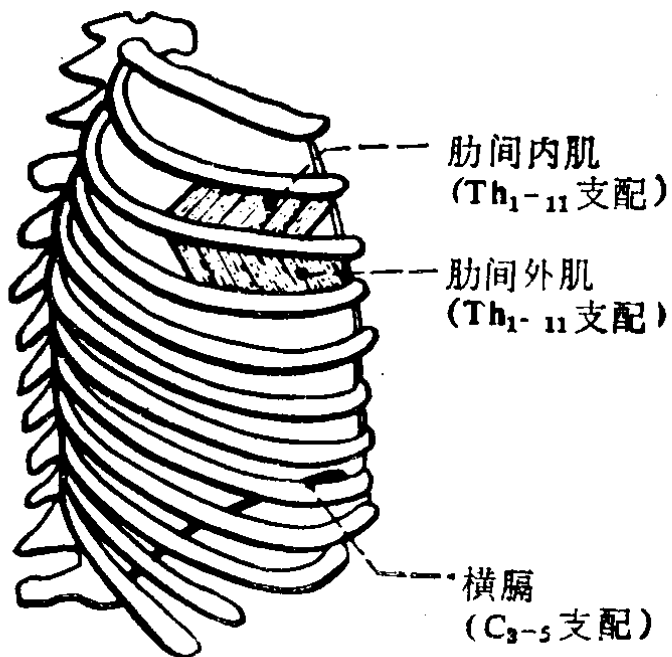


图1 胸廓、肋骨和呼吸肌

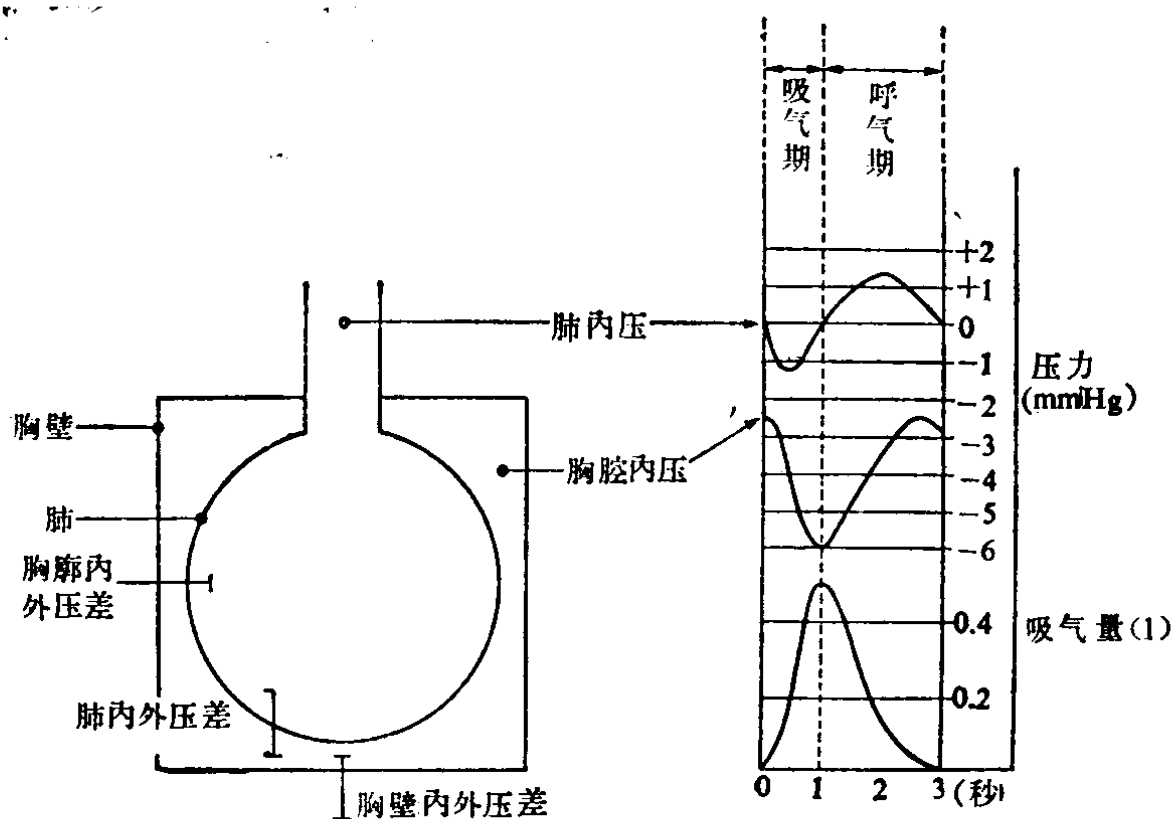


图 2 在一次呼吸周期中肺内压和胸内压的变化

量增大。当吸气终末，胸腔内压与肺的弹性回缩力达到平衡；吸气量达到最大时，肺内压与大气压相等。当转为呼气时，由于肺内压稍高于大气压，因此吸入的气体由肺呼出。

2. 呼气：

呼气是被动的过程。吸气一结束，由于胸廓的弹性，容积减小，而转为呼气。只有当有意识地用力呼气时，肋间内肌才会发挥其作用。

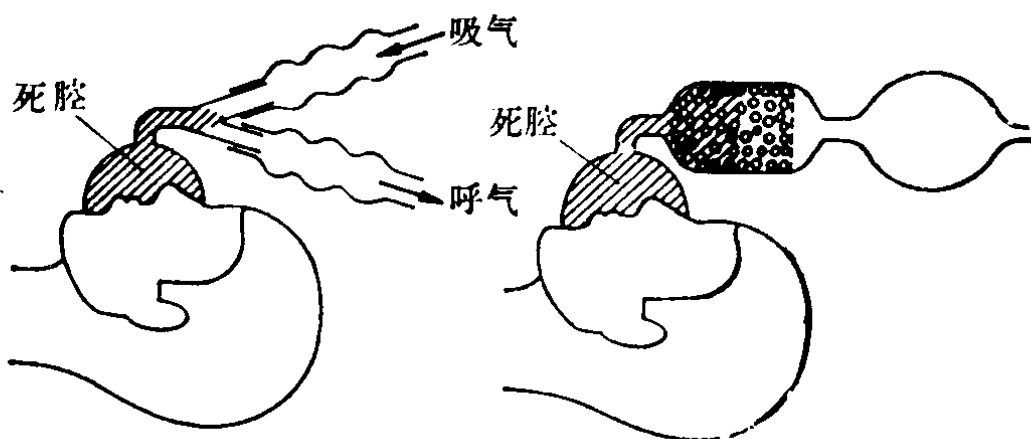
3. 膈肌：

安静时，75%的肺通气量是依靠膈肌的收缩。吸气时，膈肌向下移动 1.5 厘米左右；深吸气时，膈肌下移可达 7 厘米。膈肌由 $C_3 \sim C_5$ 脊神经支配。

二、死腔

在肺通气过程中，凡不参加肺泡有效气体交换的肺容量都叫作死腔 (respiratory dead space)。与麻醉关系密切的死腔有：

- 1) 器械死腔 (mechanical dead space; V_D mech)
 - 2) 解剖学死腔 (anatomical dead space; V_D anat)
 - 3) 生理学死腔 (physiological dead space; V_D physiol)
 - 4) 肺泡死腔 (alveolar dead space; V_D alv)
- 生理学死腔 = 解剖学死腔 + 肺泡死腔



1) 用循环式麻醉机时 2) 用来回式装置时

图3 器械死腔

- 第1) 种情况，器械死腔为Y型接管的一部分 + 面罩的容积。如果逆流不多，螺纹管就不构成死腔。但当单向活瓣失灵时，螺纹管就构成死腔
- 第2) 种情况为来回式吸收 CO_2 的装置。其死腔为面罩内腔 + 已不再吸收 CO_2 的那部分钠石灰的容积。因此，在这种情况下，器械死腔是随着时间进展，钠石灰的消耗而逐渐增大

1. 器械死腔:

由于麻醉机结构上的缘故, 致将呼出的气体再重复吸入的部分称为器械死腔 (图3)。

2. 解剖学死腔:

口、鼻、气管、支气管、小支气管直到肺泡的气道容量构成解剖学死腔。因为这一部分吸入气体是无效的通气, 它不参加气体交换, 而在下一次呼气时被呼出。解剖学死腔一般每公斤体重平均为 2 毫升左右。

解剖学死腔的增减受以下各种因素的影响:

减少: ①肺切除; ②气管切开; ③气道闭塞; ④仰卧位; ⑤通气量不足等。

增加: ①年老(或多或少存在气道的改变); ②肺气肿; ③心排血量增加时 (运动时死腔增大这是原因之一); ④使用阿托品; ⑤体重增加 (因为每增加 1 公斤体重, 可增加解剖学死腔 2 ml)。

3. 生理学死腔:

在解剖学死腔公式中(见提要), 肺泡气 CO_2 浓度(F_{ACO_2})难以测定, 若正常人以呼出终末气体中 CO_2 浓度(F_{ETCO_2})代替, 问题不大, 但患有肺疾病时, 终末呼气并不能准确地反映肺泡气。

故以动脉血 CO_2 气体分压 (P_{aco_2}) 代替 F_{ACO_2} , 代入图 4 的 (3) 式, 即可求出生理死腔。

$$V_{\text{D生理}} = \frac{P_{\text{aco}_2} - F_{\text{ECO}_2}}{P_{\text{aco}_2}} \cdot V_{\text{T}} \dots\dots\dots (4)$$

正常人的解剖学死腔与生理学死腔大体相等, 而患有肺病或在麻醉下, 则生理学死腔通常大于解剖学死腔。这是由于无血流灌注或血流减少的肺泡吸入大量气体(换气不均),

即吸入或呼出的气体量超过了氧合静脉血所需要的气体量，从而成为死腔。这样造成的死腔叫作肺泡死腔。

〔提要〕 解剖学死腔

图 4 是以 CO_2 为例（任何气体都可以），模式地表示解剖学死腔。吸气开始时，从小气管到口、鼻腔都充满着前次呼气末的肺泡气。而在呼气开始时，这些空间里却充满着空

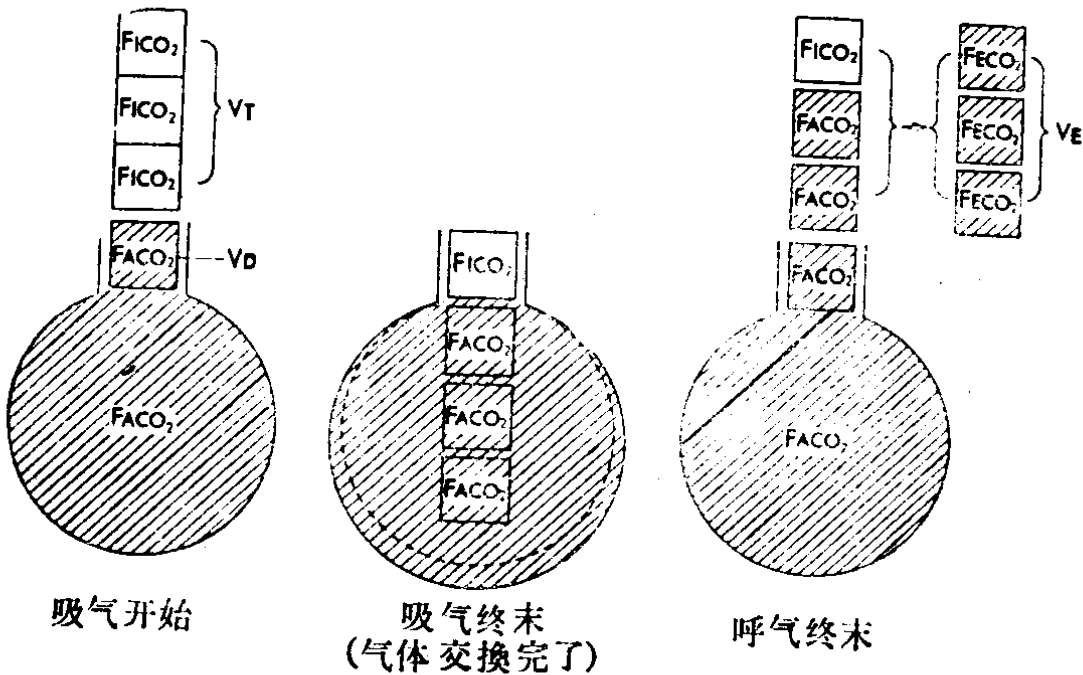


图 4 关于呼吸死腔的Bohr氏公式

- FICO_2 : 吸气中 CO_2 浓度（空气中可大致当作0%）
- FACO_2 : 肺泡气 CO_2 浓度
- FECO_2 : 收集到的呼出气中 CO_2 浓度（其中含有死腔量）

气。以 FECO_2 表示呼出气中总的 CO_2 浓度，则 $\text{FECO}_2 < \text{FACO}_2$ （因为呼出气中的 CO_2 浓度已被吸入气稀释，而吸入气中的 CO_2 浓度近于零）。若肺泡通气量为 V_A ，由肺泡呼出的 CO_2 量则为 $V_A \times \text{FACO}_2$ ，而 $V_A \times \text{FACO}_2 = V_E \times \text{FECO}_2$ ，因为呼气量（ V_E ）与潮气量（ V_T ）大致相等，所以

$$V_A \times F_{ACO_2} = V_T \times F_{ECO_2} \dots\dots\dots (1)$$

如以 V_D 表示死腔量, 则 $V_A = V_T - V_D$, 将 V_A 代入(1)式, 则

$$(V_T - V_D) \cdot F_{ACO_2} = V_T \cdot F_{ECO_2} \dots\dots\dots (2)$$

因此, 解剖学死腔

$$V_D = \frac{F_{ACO_2} - F_{ECO_2}}{F_{ACO_2}} \cdot V_T \dots\dots\dots (3)$$

正常人一般 $V_T = 450\text{ml}$

$$F_{ACO_2} \doteq 5.6\%$$

$$F_{ECO_2} \doteq 3.7\%$$

代入(3)式, V_D 约为150毫升。

因此 $\frac{V_D}{V_T} = \frac{150}{450} = 0.33$ 。正常人 $\frac{V_D}{V_T}$ 一般不超过0.3。

上述公式称为 Bohr 呼吸死腔公式。它的推导是基于“呼气中 CO_2 的量等于被呼出的肺泡气中的 CO_2 量与死腔中的 CO_2 量(以死腔中 CO_2 为零)之和”。

此公式不仅适用于 CO_2 , 也适用于其它气体。

〔参考内容〕死腔增大的危害

因为肺泡通气量 (V_A) $= V_T - V_D$ 。 V_D 增大时, 要得到同等的 V_A , 必须增大通气量 V_T , 这样, 呼吸就要消耗更多的能量, 对手术后患者是不利的。

表1说明在死腔不变的情况下, 潮气量减少时对患者的不利影响。

患者A和B的 V_D 相同, 但A呼吸深而慢(600毫升, 10次); B呼吸浅而快(200毫升, 30次)。虽然A和B的每分钟通气量都是6,000毫升, 但有效肺泡通气量A为B的三倍, 因此B就会立即发生缺氧和 CO_2 堆积。请注意, 随着 V_D 的增大,

表 1 有效肺泡通气量

呼吸次数	患者A ($V_D=150$ 毫升)	患者B ($V_D=150$ 毫升)
	10次/分	30次/分
潮气量 (V_T)	600毫升	200毫升
每分钟通气量 (MV)	6,000毫升	6,000毫升
有效肺泡通气量	$(600-150) \times 10=4,500$ 毫升	$(200-150) \times 30=1,500$ 毫升

患者A和B的肺泡通气量的差别也就越大。

三、肺容量及肺的通气功能

1. 肺容量：

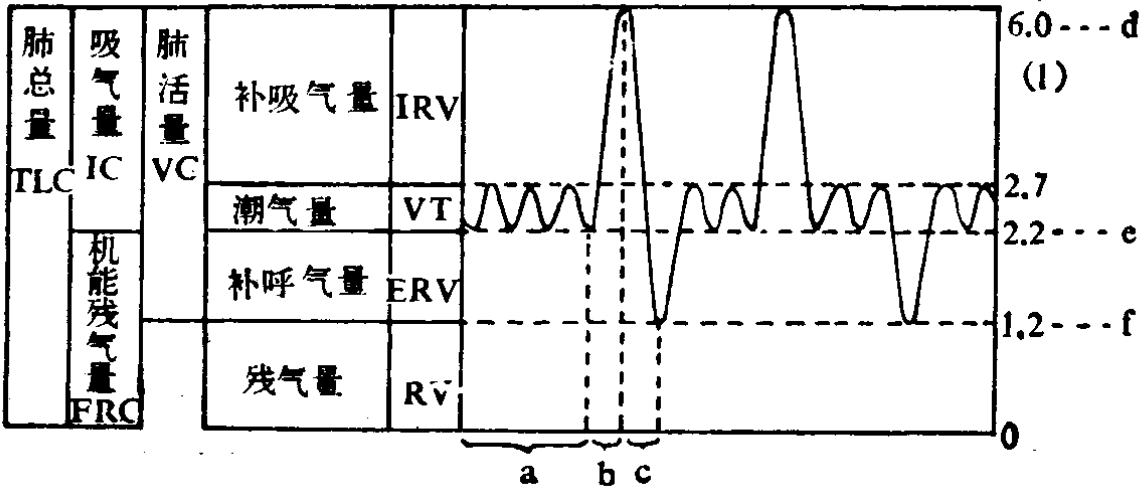


图 5 肺容量的划分

a. 安静呼吸 b. 深吸气 c. 深呼气 d. 最大吸气基线 e. 安静呼气基线 f. 最大呼气基线

全肺容量 (TLC) 是由几个部分组成的 (图5)。每个部分叫作容积 (volume)，含有两个以上容积的部分称为容量 (capacity)。

A. 肺活量：是由最大吸气基线到最大呼气基线的呼出

气量。正常值男性约为4.8l，女性约为3.1l。按Baldwin公式计算：

男性：〔27.63－(0.112×年龄)〕×身长（厘米）

女性：〔21.78－(0.101×年龄)〕×身长（厘米）

但16岁以上，正常范围为±20%。

B.功能残气量（FRC）：是指呼气末在肺内残存的气量（成年男性约为2,200~2,400毫升）。肺气肿、支气管哮喘时，功能残气量增大。功能残气量增大则死腔增加，易引起CO₂堆积。

表 2 体位对功能残气量的影响

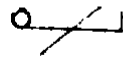
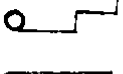
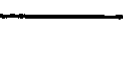
清醒	仰卧位	2,400 毫升
	坐 位	3,500 毫升
麻醉	头低 30° 仰卧位	 -95 毫升
	头高 30° 仰卧位	 +213 毫升
	侧 卧 位	 +300 毫升
	截 石 位	 -67 毫升
	俯 卧 位	 +70 毫升

表 3 功能残气增大或减小对麻醉的影响

FRC增加	① 使吸入麻醉的诱导和苏醒延迟
	② 虽然很少发生缺氧和高碳酸血症，但缺氧的改善很缓慢
FRC减小	与上述情况相反

因此可以认为FRC是血气和外界气体之间的缓冲系统；并由于体位的改变，影响FRC的增减，从而影响吸入麻醉的诱导和苏醒。

2. 肺的通气功能：

判断肺的通气功能，不能只根据通气量的多少，必须和时间因素联系起来考虑。例如限制性肺功能障碍，肺活量虽小，但从麻醉的观点看，危险性不一定大；相反，阻塞性功能障碍，尽管花费一定时间能够得到较大的通气量，但危险性大得多。判断通气功能常采用下列指标：

A.最大通气量 最大通气量(maximum breathing capacity, MBC)与最大自主通气(maximum voluntary ventilation, MVV)两者差不多是同义的。

MVV是有意识地尽可能快而深地呼吸每分钟的呼吸气量。MBC是剧烈活动时每分钟的最大通气量，有时可能比MVV大。MVV是较新的术语。

最大通气量的正常值为100~150升/分钟($\pm 20\%$)。肺气肿、支气管哮喘时减低。

B.时间肺活量(FEV_t) 时间肺活量是在一定的时间(t)内用力呼出的气量(通常以t=1.0秒)。一般不大用绝对值表示，多用它的绝对值与用力呼出肺活量(FVC)的百分比来表示。正常值为80%以上。

阻塞性功能障碍时降低。相反，即使MVV较低的限制性功能障碍的病人，时间肺活量却较高。对时间肺活量低于60%以下的患者，施行麻醉要小心。

C.每分钟通气量(MV, $\dot{V}_T$) = 潮气量(V_T) × 呼吸次数(f)。正常值约为6升。

D.肺泡通气量(alveolar ventilation, V_A)

肺泡通气量 = 潮气量 (V_T) - 死腔量 (V_D)。

〔提要〕

$\frac{FEV_{1.0} \text{ (1秒时间肺活量)}}{FVC \text{ (用力呼出肺活量)}}$ 和 $\frac{FEV_{1.0} \text{ (1秒时间肺活量)}}{VC \text{ (肺活量)}}$

有人主张用 $\frac{FEV_{1.0}}{VC}$ 代替 $\frac{FEV_{1.0}}{FVC}$ ，但 FVC 与不考虑时间因素的 VC 不同， FVC 是用力迅速呼出时的 VC ，是加入了时间因素的，但正常人两者之差甚微。 $\frac{FEV_{1.0}}{FVC} (\%)$

的正常值为 94%。 $\frac{FEV_{3.0}}{FVC} (\%)$ 的正常值为 97%。

四、肺的顺应性和气道阻力

1. 顺应性 (compliance; C):

根据 Hooke 定律，对一个完全弹性体施加单位压力，则产生单位膨大。这个定律在一定范围内也适用于肺的情况。如图 6，以 $\Delta V / \Delta p = C$ 表示时， C 即为静态顺应性。

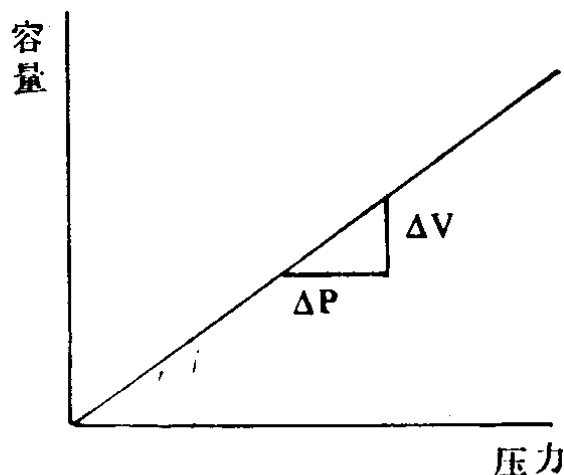


图 6 压力-容量关系

用大注射器如图 7 那样与正常肺相连接（肺处于无呼吸状态），当注射器在位置a时，呈 5 厘米水柱的压力。当注入 500ml 气体后，压力读数变为 10 厘米水柱，则静态顺应性为：

$$\frac{0.5 \text{ 升}}{(10 - 5) \text{ 厘米水柱}} = 0.1 \text{ 升/厘米水柱}$$

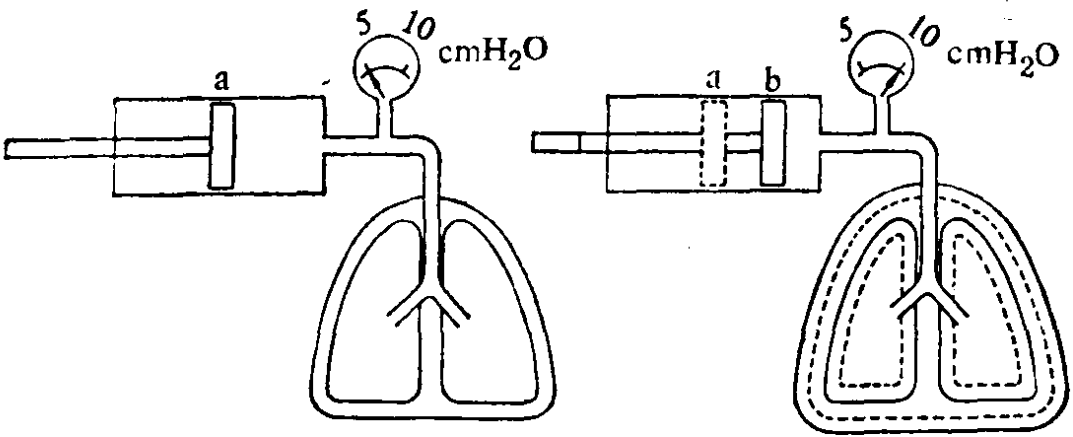


图 7 静态时顺应性

这是肺和胸廓顺应性之和。若将肺取出只测定肺时，其顺应性为 0.2 升/厘米水柱；如只测定胸廓时，几乎同样也为 0.2 升/厘米水柱。肺·胸廓两者顺应性之间的关系如下：

$$\frac{1}{\text{肺·胸廓顺应性}} = \frac{1}{\text{肺顺应性}} + \frac{1}{\text{胸廓顺应性}}$$

代入上述数值，则为 $\frac{1}{0.1} = \frac{1}{0.2} + \frac{1}{0.2}$

这是静态的顺应性，但也可以由通常呼吸时的压力-容量关系求出顺应性 $\Delta V / \Delta p$ 。如果气道完全无阻力，则压力-容量关系应成为一条直线（图8），其斜度即为静态顺应性，但在人体，一般可描记出滞后环（hysteresis loop）。吸气的