

项目编号 2003-1-144

省级继续医学教育项目

胸内手术的麻醉研究进展讲义

长沙市中心医院

二〇〇三年十一月二十八日

项目编号 2003-1-144

省级继续医学教育项目

胸内手术的麻醉研究进展讲义

长沙市中心医院

二〇〇三年十一月二十八日

目 录

麻醉与呼吸.....	1
胸科手术的麻醉.....	9
腹腔镜手术麻醉的有关问题.....	23
胸部创伤病人的麻醉.....	26
单肺通气研究进展.....	33
电视胸腔镜手术.....	40
单侧肺通气的临床应用方法.....	47
支气管内麻醉导管位置失常原因分析及处理.....	51
湿肺、大咯血、脓胸、支气管胸膜瘘的麻醉处理.....	58
胸腔镜、单侧全肺切除、巨大纵隔肿瘤手术的麻醉.....	63

麻醉与呼吸

长沙市中心医院 张庆华

一. 呼吸过程

1. 外呼吸：肺通气：外界空气与肺之间的气体交换。

肺换气：肺泡与肺毛细血管之间的气体交换。

2. 气体在血液中的运输：指机体通过血液循环把肺摄取的 O_2 运输到组织细胞，又把组织细胞产生的 CO_2 运送到肺的全过程

3. 内呼吸（组织换气）：血液与组织细胞之间的气体交换。

外界空气与血液之间的 O_2 和 CO_2 的移动是通过弥散，即气体从分压高处向分压低处移动。

血气屏障：血气界面非常薄，面积却很大。50平方米—100平方米，肺有3亿肺泡（介于2亿—5亿）

通过血气界面的气体交换量=血气界面的面积/血气界面的厚度

二. 呼吸道

上呼吸道：鼻、咽、喉

下呼吸道：气管、支气管及其在肺内的分枝。

从气管到肺泡囊共分枝23次。

气体传送带：气管 → 终末细支气管 没有肺泡
(0级) (16级)

呼吸带：呼吸性细支气管 → 肺泡管 → 肺泡囊
(17—19级) (20—22级) (23级)

随着气道的逐渐分支，至终末细支气管处总截面积可达大支气管处截面积的30倍。

三. 麻醉用药对气道及肺血管的影响

1. 松弛气道平滑肌：吸入麻醉药、氯胺酮、阿托品、利多卡因雾化。

2. 释放组胺、增加平滑肌张力

强：吗啡、胆碱酯酶抑制剂

弱：哌替啶、阿曲库胺

3. 不释放组胺：芬太尼、维库溴胺、依托米酯、苯二氮卓类

四. 肺通气

1. 肺容量（图1）

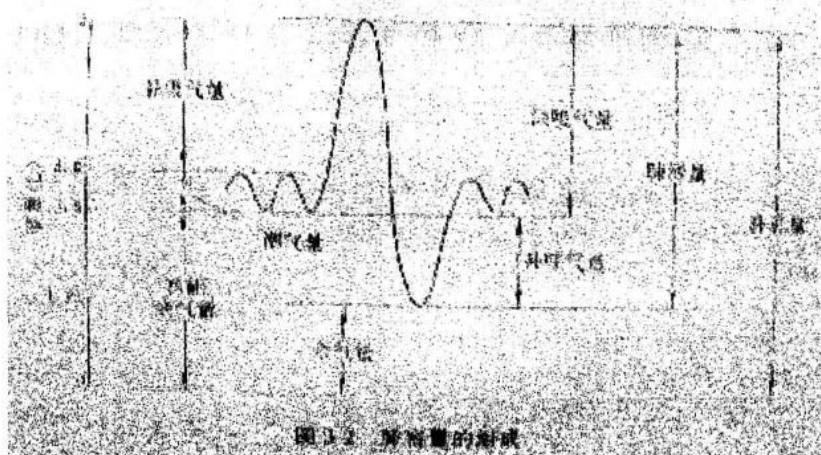


图1. 肺容量的组成

(1)潮气量 (V_t): 每次呼吸时吸入或呼出的气量。

(2)补吸气量 (IVR): 平静吸气末再尽力吸气所能吸入的气量。

(3)补呼气量 (ERV): 平静呼气末再尽力呼气所能呼出的气量。

(4)余气量 (RV): 最大呼气末，肺内所余留的气量

(5)功能余气量 (FRC): 平静呼气末尚存肺内的气量。

(6)肺活量 (VC): 最大吸气后再作最大呼气所能呼出的气量。

(7)时间肺活量 (TVC): 最大吸气后以最快速度呼出气体, 同时分别测量第1、2、3秒末最大呼气量。

正常 FEV_1 83% , FEV_2 96%, FEV_3 99%

(8)肺总量 (TLC): 深吸气后肺内所含的气量。

2. 无效腔和肺泡通气

解剖无效腔: 口腔、鼻腔→终末细支气管

肺泡无效腔: 进入肺泡的气体, 该肺泡没有灌流

机械无效腔: 麻醉面罩、接头等

生理无效腔: = 解剖无效腔+肺泡无效腔

3. 吸入气的分布

直立位: 越靠近膈肌通气量越大。

因为: ①上胸部肋骨的弯度较小, 因而上胸部活动度小, 影响了上叶肺的扩张。

②吸气时膈肌下降, 下叶肺扩张超过上叶肺。

③上叶肺位于肺门之上, 它们向下活动受制于气管和支气管, 向下的活动度小于下叶。

④潮气量向易于扩张的肺中、下区分布

坐位: 右侧通气略大于左侧。

仰卧位: 两侧肺通气相对改变不大。

侧卧位: 下肺通气优于上肺。

因为下侧的膈肌顶在胸廓内的位置较高，弯度较大，因而在吸气时收缩更有力

麻醉下：无论自主还是控制呼吸，总是上肺通气较好。

五、灌流（肺循环）

1. 重力对血流分布的影响

直立位：肺动脉压自肺底部向肺尖部递减。

流经肺循环的血流量与流经体循环的血流量大致相等，而肺动脉压只有体循环动脉压的1/6，平均肺动脉压约15mmHg，因此肺血管的阻力明显小于体循环，缺乏选择性分布血流的能力，受重力的影响很大。

2. 心输出量的影响

随着心输出量的增加，肺动脉压呈被动性增高。

肺血管阻力=肺动脉压/肺灌流量

心输出量下降，肺动脉压不变或上升，必然有肺血管的收缩。

3. 肺容量的影响

肺容量大于或小于功能余气量时，肺血管阻力都增加。

因为：肺容量>FRC，小的肺泡内血管受压。

肺容量<FRC，肺血管的扭曲和主动的肺血管收缩（缺氧）。

4. 缺氧的影响

缺氧性肺血管收缩（HPV），肺泡缺氧（ $\text{PaO}_2 < 70\text{mmHg}$ ）而造成的肺血管收缩。是一种自生调节机制能减少通气/血流比值，减少分流，维持 PaO_2 。

5. 肺的微循环

肺毛细血管与肺泡气之间隔有毛细血管内皮，内皮基膜，组织间隙，上皮基膜和肺泡上皮。

当毛细血管内静脉压上升，或胶体渗透压降低，或毛细血管通透性增加，都使组织间液增加。一旦超出淋巴系统的清除能力，就将导致组织间液体聚集，出现肺水肿。

六、肺的气体交换

肺的气体交换主要是 (O₂ 和 CO₂)，在肺泡气和毛细血液之间进行。这种交换必须经过弥散过程。

影响因素：通气/血流比值，弥散的界面（弥散距离、弥散面积），气体的弥散率，温度。

CO₂ 自气相向液向的弥散率仅为 O₂ 的 20%，而从液相向气相的弥散却是 O₂ 的 20 倍。

1 正常肺内通气与血流的关系

正常成人通气血流比值=肺泡通气量/总灌流量=0.8

从肺底部向肺尖部，通气与灌流都逐渐减少，但灌流减少的速度是通气的 3 倍。在肺尖部，灌流几乎零，通气大大超过血流。

肺尖部是生理无效腔的一部分。

2. 通气血流比值失调对气体交换的影响

对二氧化碳排除的影响小于氧的摄取（表1）

表1：通气/血流与血气的关系

	O ₂ 含量	CO ₂ 含量
(1)通气/血流低	低	高
(2)通气/血流高	增加，但不足以代偿(1)	低
(1)+(2)	低	正常

因为CO₂的解离曲线是直线，通气/血流高的部位能排出比正常多的CO₂，

从而代偿流经通气/血流低区域中的高 CO_2 含量（图2）。

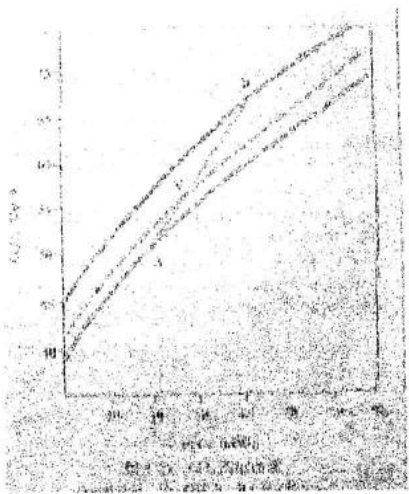


图2 CO_2 的解离曲线

O_2 的解离曲线是S形，通气/血流高或低均使 O_2 含量及 PO_2 降低（图3）。

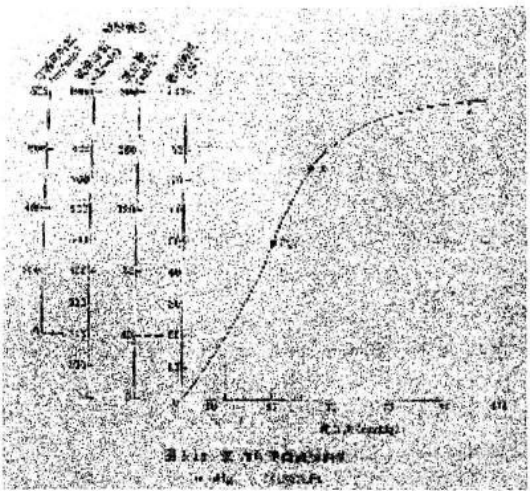


图3 O_2 的解离曲线：

3 肺泡—动脉血氧分压差（ $\text{PA}-\text{aO}_2$ ）

正常年青人呼吸空气， $\text{PA}-\text{aO}_2 = 4\text{mmHg}$
 （ PaO_2 约为 97mmHg ， PAO_2 约为 101mmHg ）

PA-aO₂正常值5-25mmHg, 随年龄增长而增大。(PaO₂=110-0.5x年龄)

七、麻醉期间的呼吸功能

1. 麻醉药对通气、气道和肺血管的影响。

吸入麻醉药 静脉麻醉药 阿片类药 硬膜外麻醉

2. 麻醉期间低氧血症。

(1) 麻醉机供氧系统障碍。

气管插管失败或插入主支气管。

(2) 通气不足。

气道梗阻, 呼吸困难, 麻醉降低了呼吸动力(如椎管内麻醉平面过高)

(3) 通气过度。

呼吸可至: ①氧离曲线左移。

②低氧性肺血管收缩反应减弱。

③心输出量下降。

④耗氧量增加。

⑤气道阻力增加。

(4) 功能余气量(FRC)减少。

原因: 体位改变, 膈肌上移, 麻醉药, 肌松药。

功能余气量在生理上起着稳定肺泡气体分压的缓冲作用。由于功能余气量的稀释作用, 吸气时肺内 PO₂不至突然升得太高, PCO₂不至降得太低。呼气时则相反。

FRC 下降易形成动静脉分流。

(5) 心排血量减少, 氧耗增加。

(6) 低氧性肺血管收缩抑制。

(7) 气道阻力增加。

3. 麻醉期间高碳酸血症

(1) 通气量过低。

(2)死腔通气增加。

原因：肺动脉压下降，气道阻力增加，

(3) CO_2 产生增加。

(4)钠石灰失效。

4. 低 CO_2 血症

机械通气过大为最常见。

胸科手术的麻醉

Anesthesia for Thoracic Surgery

中南大学湘雅医院 徐启明

一、侧卧位和剖胸对呼吸循环的影响

(一) 侧卧位

1. 清醒状态下

(1) 膈肌向胸腔方向推移约4cm, FRC降低约0.8L, 卧侧肺FRC的减少较上侧为甚。

(2) 卧侧肺血流量平均约占60%, 通气量大于对侧肺。

(3) V_A/Q 基本上无明显变化。

2. 全麻时

(1) FRC可进一步减少约20%。

(2) 卧侧肺的通气量低于非卧侧肺。

(3) V_A/Q 比例失调

即非卧侧肺无效腔增大

卧侧肺肺内分流增多

(4) 正压通气和肌松药进一步增加上肺通气量。

(二) 剖胸

1. 胸腔内负压消失, 肺的弹性回缩使该侧肺部分萎缩, 气体交换面积可减少约50%左右。

2. HPV代偿有限, 且易受麻醉药、扩血管药抑制, 剖胸侧 V_A/Q 比值降低, 肺内分流增加。

3. 自主呼吸时:

(1) 反常呼吸 (paradoxical respiration) 摆动气

(2) 纵隔移位和摆动

●反常呼吸和纵隔移位, 摆动

低氧血症、高二氧化碳血症

●反常呼吸的严重程度与摆动气量及气道阻力成正比,

而摆动气量的大小与胸壁开口大小成正比。

●呼吸动作愈剧烈则纵隔摆动愈明显, 对循环的影响也愈大。

●剖胸对循环的影响主要表现为心排出量减少。

●心律失常、体热散失。

二、麻醉前评估与准备

评估与准备的必要性

(一) 麻醉前评估

1. 诱发术后肺部感染的风险因素: 吸烟、年龄 >60 岁、肥胖、手术较广泛、手术时间 $>3h$ 。

2. 临床病史及体征: 着重了解以下有关情况:

①呼吸困难 ②哮喘 ③咳嗽 ④咯痰 ⑤胸痛⑥吞咽困难

体查: 有无紫绀或杵状指, 双侧胸壁运动是否对称, 有无气管移位, 有无肺心病的迹象, 有无胸膜腔积液、气胸或大范围的肺不张, 听诊有无喘鸣 (stridor), 有无干、湿罗音以及罗音的粗细等。

X线胸片，必要时CT。

3. 肺功能测定及动脉血气分析

(1) “平板运动试验”(treadmill test)也可用于反映肺功能，如病人在3MPH的转速、倾斜 10° 的条件下不能踏完2min，行全肺切除的危险性很大。

(2) FEV_1 与FVC

FEV_1 下降，但 $FEV_1/FVC > 70\%$ ，示限制性肺疾患。

FEV_1 下降，或 $FEV_1/FVC < 70\%$ ，示阻塞性肺疾患。

一般认为： $FVC < 50\%$ ， $FEV_1/FVC < 50\%$ ，肺切除术的预后差； $FEV_1/FVC < 60\%$ ，术后并发症发生率高。

(3) MVV可反映肺动力功能

一般以 $FEV_1 \times 35$ 为MVV的近似值。

最低限为80L/min或 $> 80\%$ 。

通气储量百分比，正常值 $> 93\%$ 。

$< 86\%$ ，示通气储备功能不足

$< 70\%$ ，示术后可能发生呼吸功能不全。

(4) 分侧肺功能测定，双侧肺血流量分配情况的测定。

(5) 动脉血气分析，其临床意义可能超过肺容量测定，

必要时结合进行中心混合静脉血血气测定。

(6) 如行全肺切除，下列检查数值示为高危病人

血气分析

$PaCO_2 > 45\text{mmHg}$

$PaO_2 < 50\text{mmHg}$

FEV_1

$< 2\text{L}$

预计术后FEV ₁	< 0.8L或40%预计值
FEV ₁ /FVC	< 50%预计值
MVV	< 50%预计值
VO ₂ max	< 10ml/kg/min
RV/TLC	> 50%

(7) 现认为拟行全肺切除者应达以下最低标准:

①FEV₁ > 2L, FEV₁/FVC > 50%预计值

②MVV > 80L或50%预计值

③RV/TLC < 50%, 预计术后FEV₁ > 0.8L

④如不符上述标准应行分侧肺功能测定, 如FEV₁ 过低, 应有创测定肺动脉压等, 平均肺动脉压 < 35mmHg

⑤运动后PaO₂ > 45mmHg

肺叶切除术的要求可以稍低。

(二) 麻醉前准备

重点放在改善肺功能或心肺功能方面

1. 停止吸烟。
2. 控制气道感染, 尽量减少痰量。
3. 保持气道通畅, 防治支气管痉挛。
4. 锻炼呼吸功能。
5. 低浓度氧吸入。
6. 注意对并存的心血管方面情况的处理。
7. 除常规的一些术前准备外, 要注意肿瘤病人有无副肿瘤综合征

(paraneoplastic syndrome)

三、胸科手术麻醉的特点与处理

(一) 胸科手术麻醉的基本要求

1. 消除或减轻纵隔摆动与反常呼吸。
2. 避免肺内物质的扩散。
3. 保持 PaO_2 和 PaCO_2 于基本正常水平。
4. 减轻循环障碍。
5. 保持体热。
6. 加强监测，及时处理。

(二) 单肺通气

1. 单肺通气的生理变化

(1) 全部肺内右向左分流量约20%~40%，可产生低氧血症（如萎陷肺是正常健康肺，则肺内分流量大）。

如HPV作用发挥正常，肺内分流量约为20%~25%，一般认为： PaO_2 67.5 ~ 70mmHg是可以接受的低限。

(2) 抑制HPV的因素包括：

- ① 过高或过低的肺动脉压；
- ② 低二氧化碳血症；
- ③ 高或过低的混合静脉血 PO_2 ；
- ④ 血管扩张药和钙通道阻滞药；
- ⑤ 肺部感染；
- ⑥ 吸入麻醉药。

(3) 降低通气侧肺血流而间接增加萎陷侧肺血流的因素(增加肺内分流)：

- ①高PEEP致通气侧肺平均气道压增高。
- ②过度通气或高吸入峰压使平均气道压增高。
- ③低 FiO_2 使通气侧肺产生HPV。
- ④血管收缩药,其对正常氧供的血管的作用较低氧性血管大。
- ⑤由于呼气时间不足而产生内源性PEEP。

2. 单肺通气时的呼吸管理

(1) 尽可能采用双肺通气,缩短单肺通气时间。

(2) 由双肺通气改单肺通气时应先行手法通气。

(3) 单肺通气的潮气量为 10ml/kg ,吸入氧浓度为100%,即 FiO_2 1.0,平台气道压或吸气末气道压 $< 30 \sim 35\text{cmH}_2\text{O}$ 。

(4) 调整呼吸频率使 $PaCO_2$ 维持于 $37 \sim 40\text{mmHg}$,一般通气频率约较双肺通气时增加20%。

(5) 应监测 SpO_2 和 $P_{ET}CO_2$,进行血气分析。

(6) 如发现 PaO_2 下降或低氧血症,其处理包括:

①先改善非通气侧肺的 V_A/Q 比值,如HFJV,或用另一Mapleson环路以 $5 \sim 10\text{cmH}_2\text{O}$ 作CPAP,或纯氧吹胀上肺,然后关闭呼气口,约20min重复一次。

②通气侧PEEP,以不超过 $5\text{cm H}_2\text{O}$ 为宜,最多不超过 $10\text{cmH}_2\text{O}$ 。

③若前述处理无效(①、②项措施可结合进行),应通知术者行双肺通气,至情况好转再萎陷术侧肺,以后定时双肺通气。

④如低氧血症持续不能改善,术者可压迫或钳夹术侧肺动脉或其分支以