



# 瓣膜病体外循环管理

---

阜外医院 体外循环科 袁媛



# 心脏瓣膜病

- n 是指二尖瓣、三尖瓣、主动脉瓣和肺动脉瓣的瓣膜因风湿热、粘液变性、退行性改变、先天性畸形、缺血性坏死、感染或创伤等出现了病变，影响血流的运动，从而造成心脏功能异常，最终导致心功能衰竭的单瓣膜或多瓣膜联合病变。其中风湿热导致的瓣膜损害是最为常见原因。随着人口老龄化加重，老年性瓣膜病以及冠心病心肌梗死后引起的瓣膜病变也越来越常见。

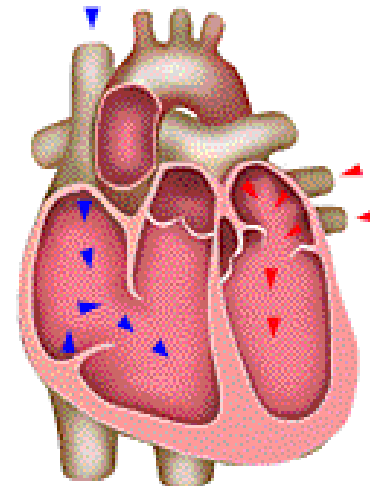
# 心脏瓣膜病分类

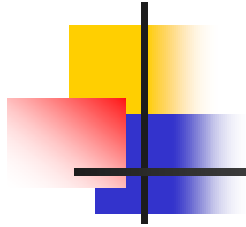
## n 依瓣膜结构异常

- 狭窄 (stenosis)
- 关闭不全 (incompetent; regurgitation)
- 两者兼具

## n 因应瓣膜异常心脏代偿机制

- 压力过度负荷：如AS，PS
- 容量过度负荷：如AI，MI





# 心脏瓣膜病病理生理特点

# 二尖瓣狭窄 (mitral stenosis)

## n 病理解剖

**隔膜型：**病变最轻。瓣膜轻度增厚，仍有弹性，瓣叶轻度粘连，瓣膜轻度狭窄

**增厚型：**病变较重，瓣膜增厚显著，弹性明显减弱，瓣叶间显著粘连，瓣膜口狭窄明显

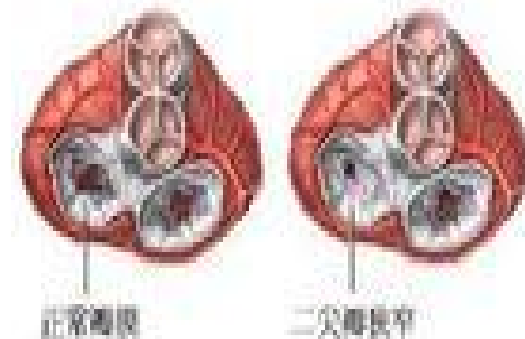
**漏斗型：**病变最严重，瓣膜极度增厚、变硬，瓣叶间严重的纤维性粘连，失去活动性，瓣膜口缩小、且固定呈鱼口状。

正常：4-6cm<sup>2</sup>

轻度：>1.5cm<sup>2</sup>

中度：1~1.5 cm<sup>2</sup>

重度：<1 cm<sup>2</sup>





# 二尖瓣狭窄

## n 病理生理

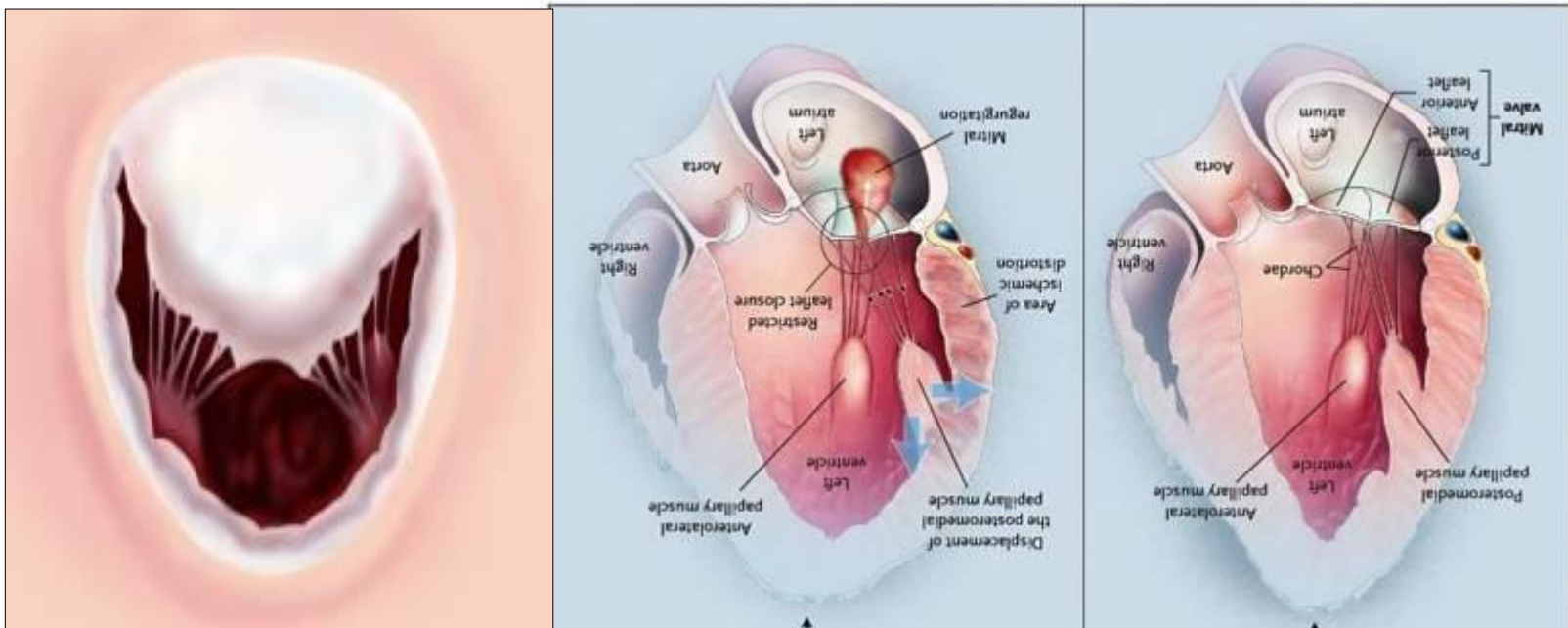
左房代偿期  $\leq 2\text{cm}^2$   $\longrightarrow$  左房扩张肥大  $\longrightarrow$  无症状

↓  
左房失代偿期  $\leq 1.5\text{cm}^2$   $\longrightarrow$  肌原性扩张  $\longrightarrow$  肺淤血

↓  
右心受累期: 肺动脉高压、右室肥厚  $\longrightarrow$  右心衰

# 二尖瓣关闭不全(mitral insufficiency)

- n 常与二尖瓣狭窄同时存在，亦可单独存在
- n 分为急性和慢性
- n 病理解剖





## 二尖瓣关闭不全

---

n病理生理

主要累及左心房、左心室

左心房代偿性扩张肥大 → 左心室代偿性扩张肥大

左心衰竭 → 肺淤血、肺动脉高压、右心室代偿肥大

→ 右心衰竭及体循环淤血



# 主动脉瓣狭窄 (aortic stenosis)

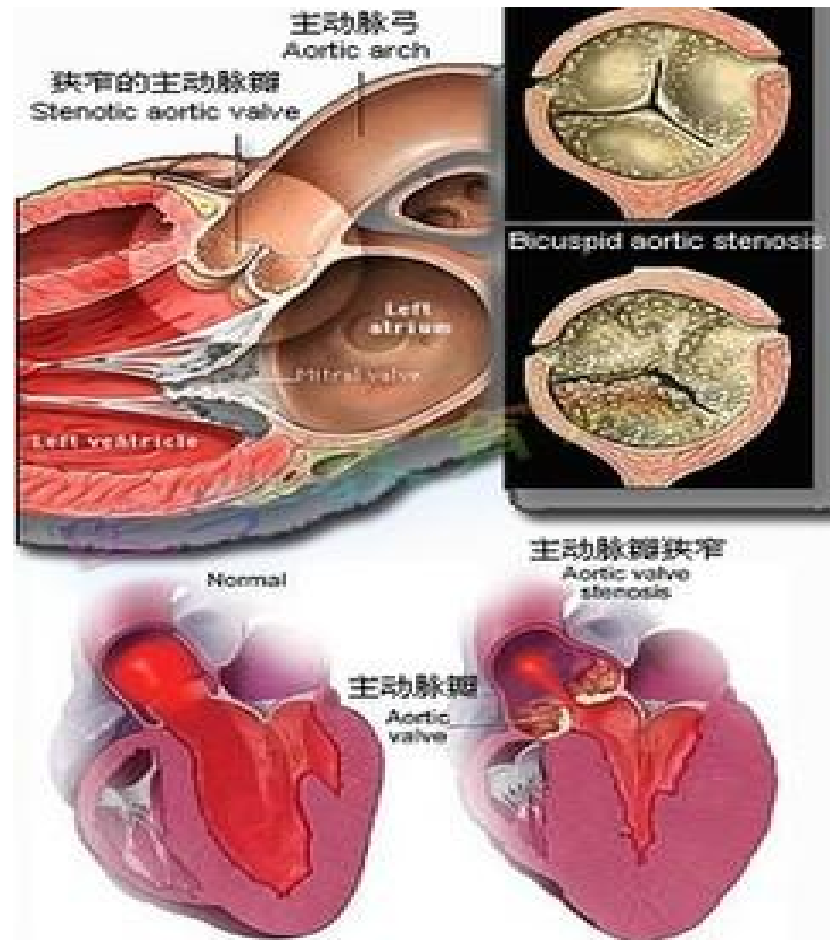
## n 病理解剖

正常:  $>3\text{cm}^2$

轻度:  $>1.5\text{cm}^2$

中度:  $1\sim1.5\text{ cm}^2$

重度:  $<1\text{ cm}^2$





# 主动脉瓣狭窄

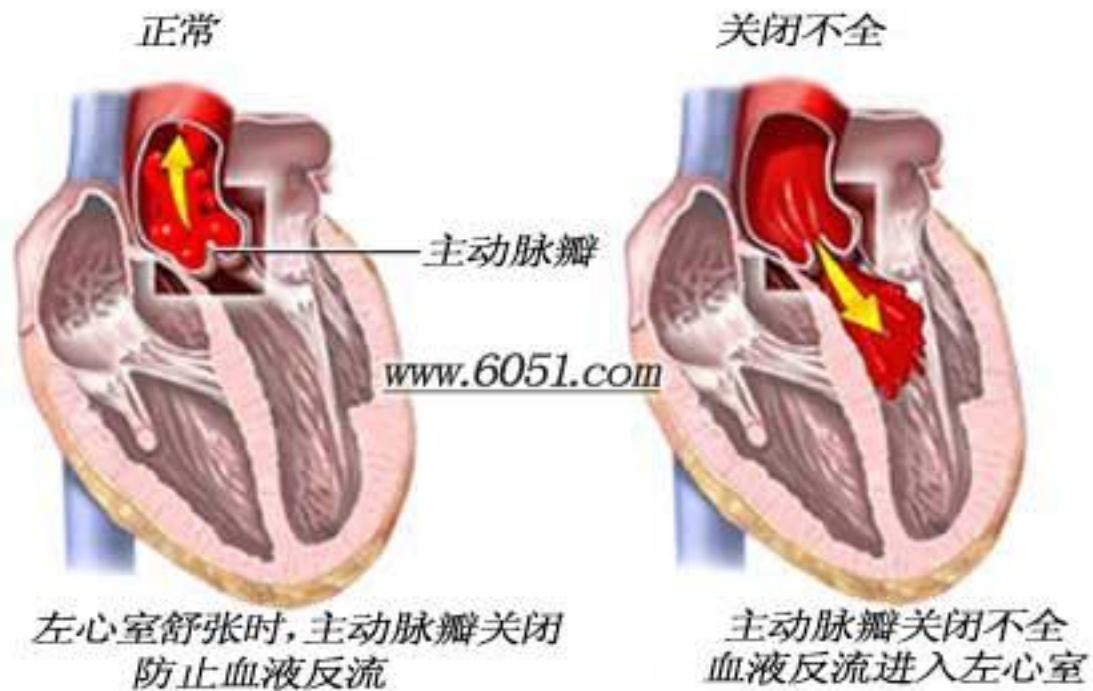
---

n 病理生理：**主要累及左心室**

收缩期左心室阻力增加 → 左心室肥厚  
→ 肌源性扩张 → 二尖瓣相对关闭不全  
→ 左心衰竭 → 肺淤血、肺动脉高压及  
右心衰竭和体循环淤血，心肌缺血和  
脑缺血

# 主动脉瓣关闭不全(aortic insufficiency)

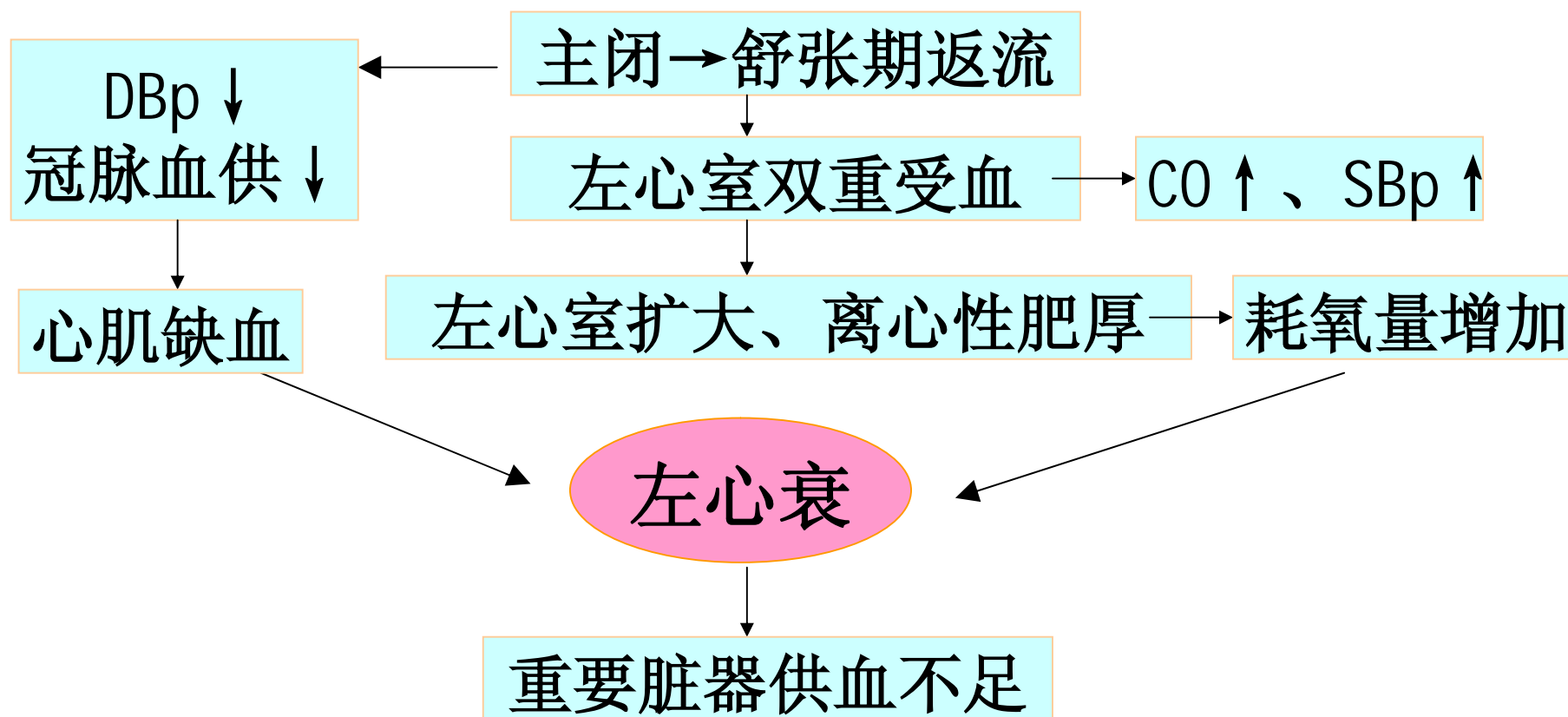
## n病理解剖

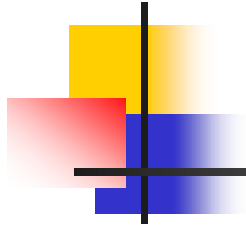


# 主动脉瓣关闭不全

n 病理生理

主要累及左心室





# 瓣膜病体外循环管理



# 术前评估

---

- n 瓣膜损坏程度：超声评估（门诊；麻醉诱导后）
- n 心功能：分四级；心胸比；EF；心腔大小
- n 其他器官受累情况：肝，肾，呼吸系统
- n 营养状况评估



# 体外循环常规方法

---

- n 预充：乳酸林格式液500ML+代血浆1000ML（白蛋白，浓缩红细胞）
- n 插管部位：
  - n 单纯主动脉瓣：升主动脉+右房插管
  - n 二尖瓣/联合瓣膜病：升主动脉+上下腔静脉插管
- n 浅低温体外循环：鼻咽温 $30^{\circ}\text{C}$  -  $34^{\circ}\text{C}$



# 前并行注意事项

- n 维持静脉引流量与泵流量的平衡，减少动脉压波动
- n 阻断前尽量不出现心脏停搏或心室纤颤
- n 不宜降温过快（ AI ）
- n 前并行低血压的原因：
  - n 血液稀释和低粘滞度
  - n 灌注流量不足
    - o 血管反应性下降、血管扩张
    - o 非搏动灌注
    - o 有效循环血量减少
- n 低血压的处理：一过性；适当使用血管活性药物





# 心肌保护

---

- n 重点：降低心肌耗氧量，提供氧防止心肌缺氧，维持细胞器和细胞膜结构和功能完整，维持心肌细胞离子平衡，保护心肌生理性舒缩功能
- n 含血停跳液
- n 灌注方式
  - n 顺行灌注：主动脉根部；冠状动脉开口直视灌注
  - n 逆行灌注：心肌肥厚，心腔大，直视灌注困难
  - n 顺灌逆灌结合灌注：首次顺灌，持续逆灌，复温停止



# 复苏困难

---

- n 原因：病程长，心功能差，心脏扩大，尤其是心肌肥厚扩张，对缺氧耐受能力差，部分患者还存在不同程度的冠脉阻塞病变。 高血钾。
- n 处理：再次阻断升主动脉，灌注温血停跳液；开放前充分左心减压；处理高血钾



# 高血钾的原因

---

- n 大量库血输入
- n 多次灌注，停跳液大量回收
- n 肾排钾减少
- n 酸中毒，细胞内钾外移
- n 血液破坏
- n 内分泌异常，术中交感兴奋加重胰岛素分泌障碍



# 高血钾的预防和处理

---

- n 半钾停跳液（血气分析、尿量、手术时间长短）
- n 利尿
- n 补钙
- n 纠正酸中毒
- n 超滤和平衡超滤（琥珀酰明胶）
- n 胰岛素（少量多次，有下降趋势，BG，停机后与麻醉师和ICU医师的沟通）



# 重症心脏瓣膜病

---

## n 判断标准:

参照龙国粹等制定的标准

- ① 心脏功能IV级;
  - ② 心胸比率 $>0.70$ ;
  - ③ 超声心动图示左心室舒张末期内径 $>60$  mm;
  - ④ 中度以上肺功能损害;
  - ⑤ 心电图示左心室肥厚伴劳损或双心室肥厚;
  - ⑥ 急症换瓣;
  - ⑦ 二次手术;
  - ⑧ 双瓣膜替换术;
  - ⑨ 肝、肾、脑等脏器功能损害。
- 符合其中**2**种者为重症心脏瓣膜病



# 预充

---

- n 全胶体预充
- n 白蛋白
- n 浓缩红细胞



# CPB管理

- n 开始行缓慢静脉引流，逐渐增加灌注流量，避免快速静脉引流引起容量及血压的急剧变化
- n 降温时水温与体温之差不可过大，避免发生室颤（水箱温度设置30℃）
- n 高流量灌注，不要因为血压的增高随意减低流量
- n 及时监测(酸碱平衡，乳酸，电解质，血糖)
- n 心脏复苏过程中，利用左心引流充分进行左心减压，避免左心室的膨胀，引起术后左心功能不全
- n 适当延长辅助循环时间
- n 肾保护：术中维持肌体内环境稳定，保持高流量灌注，适当使用扩血管药与利尿剂
- n 术中超滤，减少炎症因子，浓缩血液，减轻容量负荷



# 心肌保护

---

- n 关键：防治缺血/再灌注损伤
- n 方法：
  - n 20-30min间隔冷血停跳液
  - n 持续冷血停跳液逆灌
  - n 终末温血灌注





# 超滤的应用

- n 换瓣患者术前都有一定程度的组织间隙水钠潴留，换瓣术后由于血液稀释、预充液的灌注引起细胞外液与总水量增加，术后体内液体潴留更为明显，加重了心脏负荷，组织间质水肿严重影响了患者的呼吸和心脏功能；而由此引起的术后尿量大量增加可以加重血容量不足，导致水电解质紊乱。这就会使患者病理生理过程发生明显的变化，往往发生心功能不全、呼吸功能不全、血液内环境不稳定、其他脏器或系统功能紊乱等，尤其是在术后早期阶段
- n 重症瓣膜病患者大多术前心功能差，术中主动脉阻断时间及转流时间长，心肌水肿更为明显

# 超滤

- n 患者血液与体外循环装置接触会引发一系列的炎性因子释放，从而对机体造成不良影响
- n 长时间转流、低温及血液稀释更易引起术后体内水分的聚集
- n 超滤可以有效地减轻由体外循环造成的这些副作用
- n 减少库血预充，改善患者的血流动力学





# 二尖瓣置换术后左室破裂

- n 死亡率极高
- n 大多为手术操作不当引起
- n 临床表现：

**急性失血性休克：**裂口大，血压突然下降，心脏突然空虚/引流量急骤增加

**急性心包填塞：**心包裂口小，或被血块堵塞，易出现心脏骤停

**迟发型心包填塞：**易漏诊



## 病例

---

- n 女，62岁，二尖瓣狭窄并关闭不全。行二尖瓣置换，三尖瓣成形术。停机顺利，停机时血压120/84mmHg,CVP 5。1min后出现血压骤然下降至40mmHg，台上所见：心脏突然空虚。马上开始动脉输血，开始体外循环，并行降温，心肌停跳，重新换瓣及修补。



# 按破裂时间分型

---

## n 早期破裂

- n 体外循环停止后发生在手术室的左室后壁破裂
- n 主要表现为心包腔内大量新鲜血液从心脏后部溢出
- n 早期破裂约占2 / 3，积极治疗，存活率50% 。

## n 延迟破裂

- n 发生在患者返回监护病房数小时至数天。
- n 主要表现为血压骤降，心包引流管内大量鲜血涌出
- n 延迟破裂约占1 / 3，存活率约为10%。

## n 晚期破裂

- n 发生在MVR后数天至数年
- n 主要表现为左室假性室壁瘤。

# 按破裂部位分型

I型：位于左室后壁房室沟部位

II型：位于二尖瓣后乳头肌在左室后壁的附着处

III型：左室后壁房室沟和乳头肌后壁附着处之间

混合型：一种以上的部位发生破裂

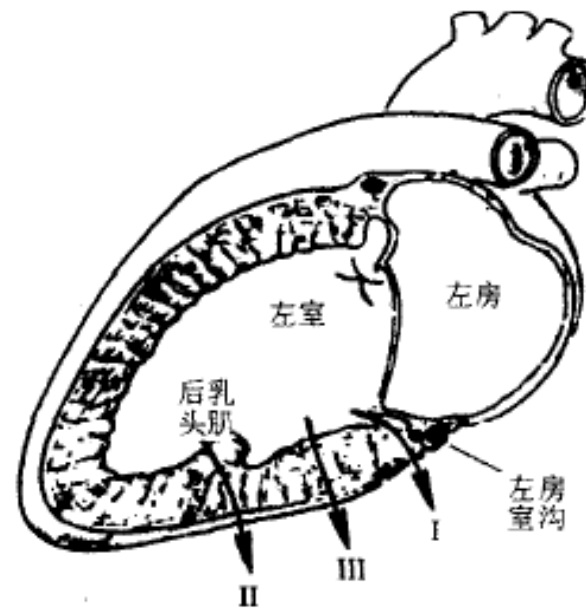


图1 按破口部位分型

(摘自: Ann Thorac Surg, 1979, 28(1):22-27)



# MVR后左室破裂的发生原因

## n I型

- n 病程长. 钙化重, 后瓣环钙化灶侵入左室心肌, 剔除钙化灶过多而损伤左室心肌;
- n 缝线深入左室心肌或因暴露不佳过分牵拉缝线而切割左室后壁心肌;
- n 二次手术时心脏暴露欠佳, 钝性分离过度牵拉或抬高心尖导致粘连的左室后壁破裂;
- n 置入的瓣膜型号过大, 强行置入导致瓣环撕裂;
- n 左室按压或左室排气抬高心尖时, 人工瓣环导致左室破裂。

## n II型

- n 切除二尖瓣瓣下结构时, 过度牵拉乳头肌; 或切除过多, 损伤乳头肌。

## n III型

- n 手术损伤, 致左室后壁薄弱处心肌损伤, 复跳后左室负荷增加, 使心肌薄弱处破裂。



# 预防

---

- n 二尖瓣置换后的左心室破裂是一种医源性并发症，重视术中合理规范的操作是有效预防左心室破裂的关键。
- n 重点应注意：术中操作轻柔，避免过度牵拉松弛的瓣环、乳头肌造成局部撕裂，避免剪刀、缝针等锐器损伤心室内膜；切除瓣膜及钙化要适度，保留二尖瓣后瓣及瓣下装置可有效减少左室破裂的发生；另外选取人工瓣膜型号应匹配，瓣膜一旦固定后严禁过度搬动心脏。
- n 心脏复苏时避免挤压心脏，回输机血时不能过快，防止心脏过度膨胀。
- n 安置起搏导线，以提高过慢的心率，避免由于左室舒张期延长，舒张末期容量负荷过重，心脏过度扩张而导致的破裂。
- n 术后控制血压，避免血压过高而增加压力负荷；正性肌力药用量不宜过大，以防止左心室肌强力收缩。





# 处理

---

- n 重新建立CPB, 在心脏停跳、空虚的状态下行胸腔内、外同时修补
- n 脑（冰帽、激素、甘露醇），肾保护
- n 超滤和零平衡超滤（醋酸林格氏液）
- n 延迟关胸
- n 严格控制血压



# 左心室肥厚

---

- n 原因: 瓣膜病（**主动脉瓣**）, 高血压, 冠心病, 肥厚性心肌病
- n 射血阻力升高→心肌收缩力增强→心肌细胞增生→左心室肥厚
- n 耗氧量增加, 心室的相对空间减小, 容量减少



# 肥厚心肌的保护

---

- n 心脏停跳：心肌细胞的代谢和离子稳态中断
- n 体外循环：系统炎性反应



缺血再灌注损伤



# Susceptibility of hypertrophied hearts to I/R

---

- n reduced capillary density hinders the diffusion of nutrients and oxygen to energy production sites
- n I/R injury can activate the cardiac renin-angiotensin system, which may be responsible for the increased susceptibility



## Strategies to protect the hypertrophic heart during valve replacement surgery

---

- n key : metabolic preservation
- n Cardioplegia: cold blood conferred better myocardial protection compared to warm blood cardioplegia, as shown by reduced metabolic ischaemic stress and less reperfusion injury.
- n Ischaemic conditioning: Remote ischaemic preconditioning (RIPC)
- n Additives to cardioplegia: metabolic substrate ; Insulin
- n Anti-inflammatory interventions: deplete the leukocytes; mini-sternotomy and mini-CPB
- n Fuwai: cold blood cardioplegia followed by terminal warm blood cardioplegia ; combined continuous retrograde



## 瓣膜置换术住院死亡危险因素

---

- n 5128例心脏瓣膜置换手术病人(AVR1549例, MVR2460例, BVR1119例)
- n 选取术前、术中33个临床指标作为住院死亡的可能影响因素, 利用单因素分析进行筛选, 然后利用多因素分析确立手术的住院死亡危险因素



## 瓣膜置换术住院死亡危险因素

- n **AVR**: 年龄、体表面积、心功能分级、术前肌酐和体外循环时间
- n **MVR**: 心功能分级、术前心衰史、心胸比率、短轴缩短率、病因、左心室收缩末径，体外循环时间和术中IABP
- n **BVR**: 年龄、心功能分级、术前心内膜炎、糖尿病史、既往二尖瓣球囊扩张术、体重指数和体外循环时间



# 围术期血糖控制

- n 围手术期血糖对患者术后乳酸有密切关系，而乳酸对预后有极其重要的影响。血乳酸水平与血糖呈正相关，乳酸值越高，预后越差，病死率越高
- n 高血糖时，葡萄糖与血红蛋白结合形成更多的糖代血红蛋白A1，其与氧亲和力高，加上高血糖抑制2,3-DPG生成，导致缺氧加重
- n 高血糖增加无氧酵解的底物，乳酸产生明显增多，进一步加重内环境紊乱





# 围术期血糖控制

---

- n *the variability of glycaemia*, rather than the absolute circulating glucose concentration, contributes to outcome
- n Hyperinsulinemic-normoglycemic clamp technique:
  - n Before induction of anesthesia, insulin was administered at  $5 \text{ mU} \cdot \text{Kg}^{-1} \cdot \text{min}^{-1}$ . (equivalent to approximately 20 U of insulin per hour in a 70 kg patient) Blood glucose (BG) concentrations were determined every 15 – 30 min. Dextrose 20% was infused at a rate adjusted to maintain BG within  $3.5 - 6.1 \text{ mmol/L}$ . At the end of surgery, insulin infusion was decreased to  $1 \text{ mU} \cdot \text{Kg}^{-1} \cdot \text{min}^{-1}$  and continued for 24 h.
  - n Potassium levels in the ICU were measured every 4 h.



# Definitions

---

- n Severe hyperglycemia was defined as a blood glucose level  $>10.0$  mmol/L.
- n Moderate hyperglycemia was defined as a blood glucose level from  $6.2$  to  $10.0$  mmol/L.
- n Mild hypoglycemia was defined as a blood glucose level  $<3.5$  mmol/L.
- n Severe hypoglycemia was defined as a blood glucose level  $<2.2$  mmol/L.



# 血糖控制

---

- n 胰岛素强化治疗：血糖浓度控制于 3.5~6.0mmol/L (63~108mg/dl) . 传统标准治疗：血糖浓度维持于8.3~10 mmol/L (149.4~180mg/dl) .
- n 阜外：转中BG>150mg/dl (8.3mmol/L)
- n 警惕低血糖的发生！
- n 注意监测血钾浓度！



# 孕期瓣膜置换术

---

- n problems for both the mother and the fetus
- n during pregnancy, physiological cardiac output increases and intravascular plasma volume expands



# 孕期瓣膜置换术

---

- n Optimal gestational age for cardiac surgery:
  - n best done in the second trimester due to a relatively reduced risk of miscarriage compared to earlier gestations.
  - n If the gestational age is in the late third trimester, a cesarean section before cardiac surgery has been reported to be safe
  - n From the maternal point of view, cardiovascular surgery is better tolerated in early pregnancy.



# 孕期瓣膜置换术

---

## Maternal morbidity and mortality

- n mild to moderate maternal risk
- n factors responsible for significant deterioration of the maternal outcome included:
  - n surgery performed immediately after delivery
  - n Operative procedures performed as an extreme emergency

a planned surgery with a multidisciplinary approach



# 孕期瓣膜置换术

---

## Fetal morbidity and mortality

- n 9% and 30%
- n sudden decompensation, fetal immaturity, the high hemodynamic load of late pregnancy result in a poor fetal outcome
- n changes in coagulation, altered function of proteins, non-pulsatile flow, air embolism and hypotension
- n from the point of view of the neonate, delaying surgery after delivery is better



# 孕期瓣膜置换术

---

Intraoperative fetal monitoring

- n Uterine contractions decrease fetoplacental perfusion, resulting in fetal hypoxia
- n routine tocolytic treatment is suggested





# 孕期瓣膜置换术

---

Management of cardiopulmonary bypass

- n mild hypothermia → normothermic
- n Fetal bradycardia may be corrected:  
: high pump flow rate (>2.5 L/m<sup>2</sup>/min) and high pressure (mean arterial pressure >70 mm Hg)

## Recommendations for cardiopulmonary bypass in pregnancy

- n Optimum timing of CPB is during the 2nd trimester of pregnancy
- n Intraoperative monitoring of fetal heart rate, especially with cardiotocography after 28 weeks; preferably, with continuation of monitoring in the postoperative period
- n Intraoperative monitoring of uterine contractions; administration of prophylactic tocolytics may be considered
- n Intraoperative maintenance of normothermia, if possible. If hypothermia is considered to avoid possible decompensation, active cooling should not be undertaken and moderate degree of hypothermia is preferable ( $>32^{\circ}\text{C}$ )
- n Pump flow rate of  $>2.5 \text{ L/m}^2/\text{min}$  and mean blood pressure  $>70 \text{ mm Hg}$  should be used

谢谢!

