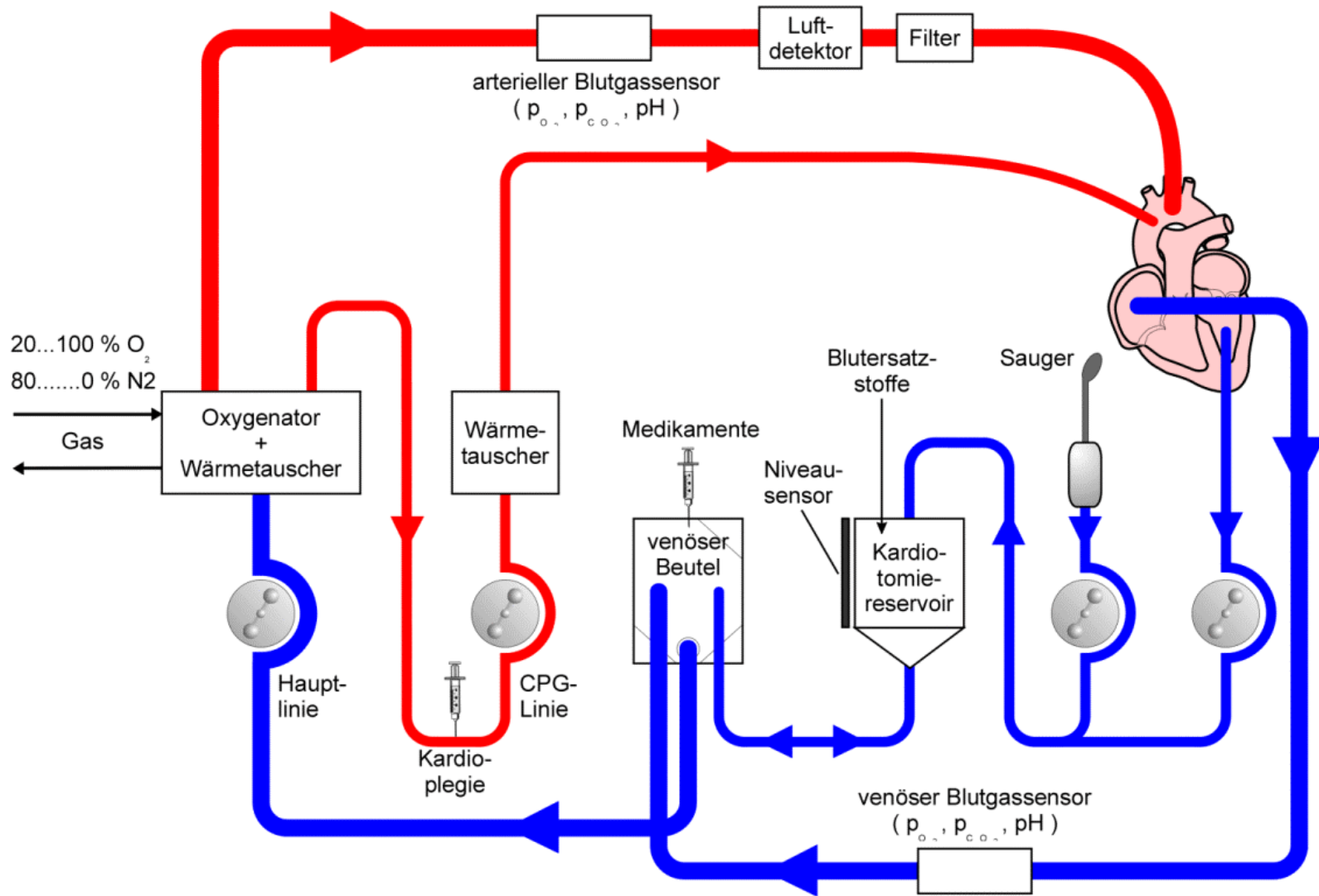




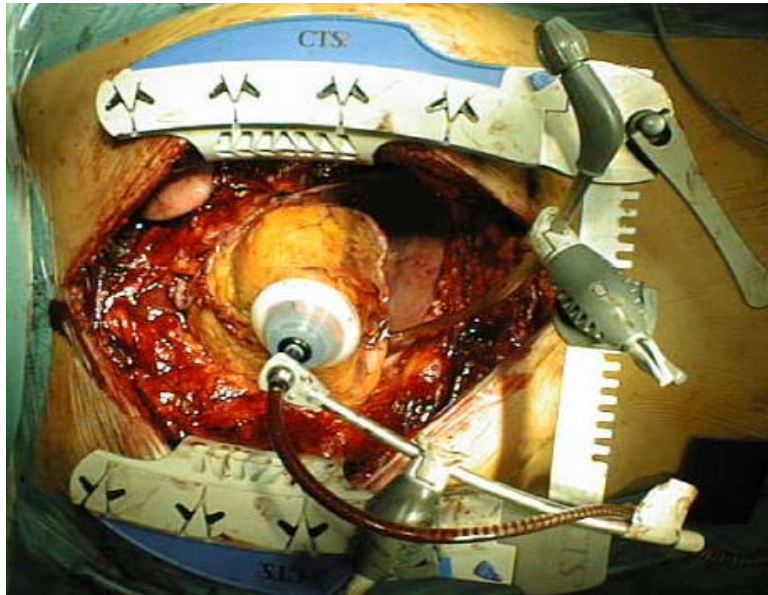
# **Komplikationen nach Herzoperationen**



## **Nachteile der EKZ:**

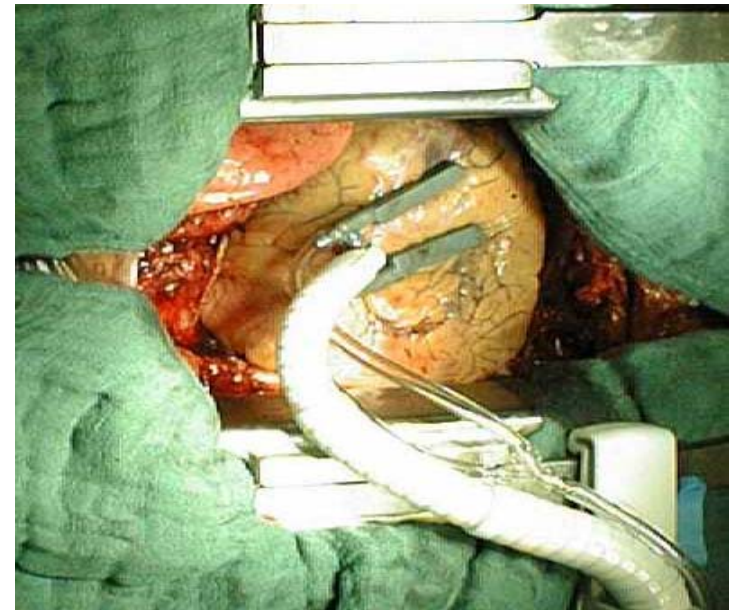
- Ganzkörper-Entzündung (SIRS)
- Gerinnungsstörungen
- Lungenprobleme
- Nierenprobleme
- neurologische Störungen sowie mentale Störungen

## Es geht auch ohne ...



Stabilisator mit  
Sogknöpfen

Saugglocke  
(Xpose™)



1. Blutung
2. Tamponade
  - akut
  - verzögert
3. Low-cardiac-output-Syndrom
4. Rhythmusstörungen
5. Postoperative Hypertension
6. Perioperativer Myokardinfarkt
7. Postoperatives Fieber und Infektion

# 1. Blutung

## Ätiologie:

- **Chirurgische Blutung**
- **Gerinnungsstörungen**

## Chirurgische Blutung:

- Anastomose
- Seitenast des Grafts
- Retrosternales Weichteilgewebe
- Kanäle der Sternumdrähte bzw. Bänder
- Knochenmark
- Periost
- „raue Oberfläche“: Verwachsungen



## Gerinnungsstörungen:

- Heparineffekt
- Thrombozytopenie
- Thrombozytenfunktionsstörung
- Mangel an Gerinnungsfaktoren



## Gerinnungsstörungen:

### Heparineffekt :

- inadäquate Heparinantagonisierung mit Protamin
- „Heparin-Rebound“

## Gerinnungsstörungen:

### Thrombozytopenie:

- Präoperative Thrombozytopenie  
(AK, Medikamente,...)
- Hämodilution unter EKZ  
(je nach Bypass-Dauer 30-50% ↓ )

## Gerinnungsstörungen:

### **Thrombozytenfunktionsstörung:**

- Präoperative Einnahme eines TZ-Aggregationshemmers  
(ASS, Clopidogrel)
- Urämie
- Schädigung der Thrombozytenmembran unter EKZ und Hypothermie

## Gerinnungsstörungen:

### Mangel an Gerinnungsfaktoren:

- Präoperative Leberfunktionsstörung
- Präoperative Einnahme von Vitamin-K-Antagonisten (Marcumar!)
- Angeborene Koagulopathien (Hämophilie)
- Reduktion fast aller Gerinnungsfaktoren durch Hämodilution unter EKZ (bis 50%)
- Verlust der Gerinnungsfaktoren durch Zell-Saver

## Prophylaxe (präoperativ)

- Eingehende präoperative Gerinnungsdiagnostik
- Identifikation und präoperative Vorbehandlung der Patienten mit Gerinnungsdefiziten
- Rechtzeitiges präoperatives Absetzen und evtl. Antagonisierung der Antikoagulantien

## Prophylaxe (intra- und postoperativ)

- Exakte chirurgische Blutstillung vor dem Thoraxverschluss
- Kontrolle der Heparinantagonisierung mit Protamin durch mehrmalige ACT-Kontrolle am Ende der EKZ  
(cave: Heparin-Rebound)
- Positive Effekte der PEEP-Beatmung?

## Management (1)

- Rechtzeitiges Erkennung einer signifikanten Blutung
- Überprüfung der Drainagen
- ACT-Kontrolle und adäquate Antagonisierung des Heparineffektes
- Regelmäßiges Ausrollen der Drainagen
- Zügiges Aufwärmen des Patienten

## Management (2)

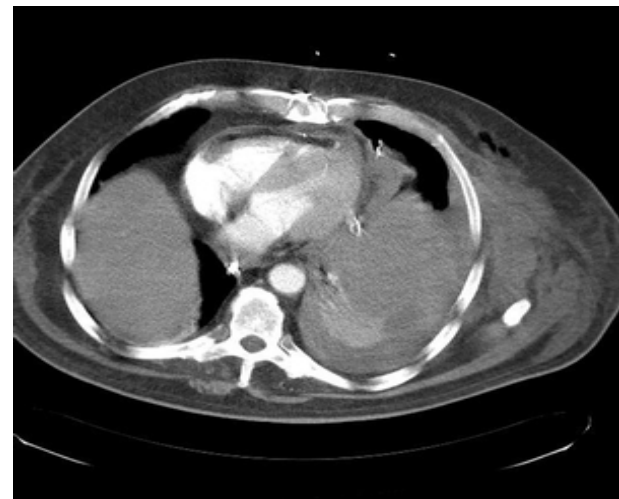
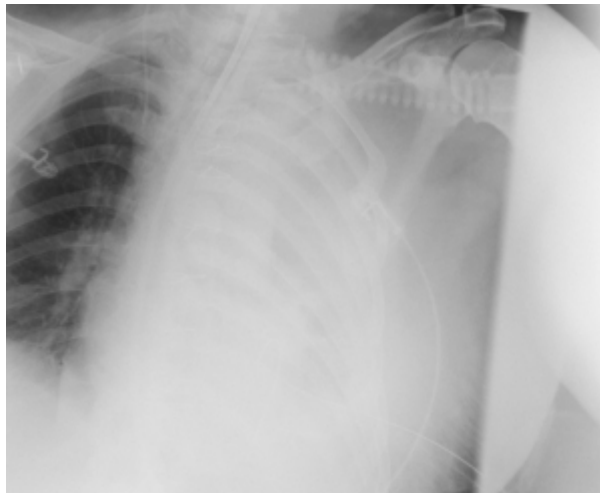
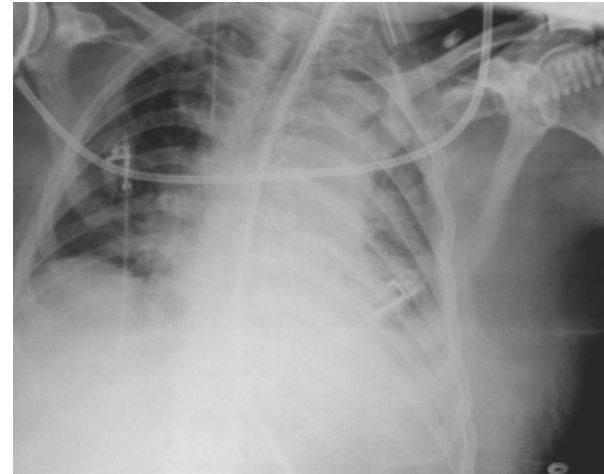
- Vermeidung einer art. Hypertonie und Kältezittern
- Vermeidung bzw. Stop aller Volumenersatzmittel, die die Gerinnung negativ beeinflussen (cave: Voluven®)
- Abfragen der letzten Laborwerte
- Adäquate Substitution der plasmatischen Gerinnungsdefizite ( FFP, PBSB)



## Management (3)

- Substitution der Thrombozyten bei Thrombozytopenie ( $<80,000 \text{ mm}^3$ ) und signifikanter Nachblutung
- Substitution der Erythrozytenkonzentrate bei Hb- bzw. Hk-Abfall ( $<26\%$ )
- Gabe von Proteaseinhibitor (Aprotinin Trasylo<sup>®</sup>) nicht mehr möglich
- Engmaschige Rö-Th.-Kontrolle

# Bildgebung



## Richtlinien für Rethorakotomie

- Plötzliche massive Blutung bei bisher konstant niedrigen Verlusten
- 500 ml/h innerhalb von 1h
- 400 ml/h innerhalb 2h
- 300 ml/h innerhalb 3h
- 200 ml/h innerhalb 4h

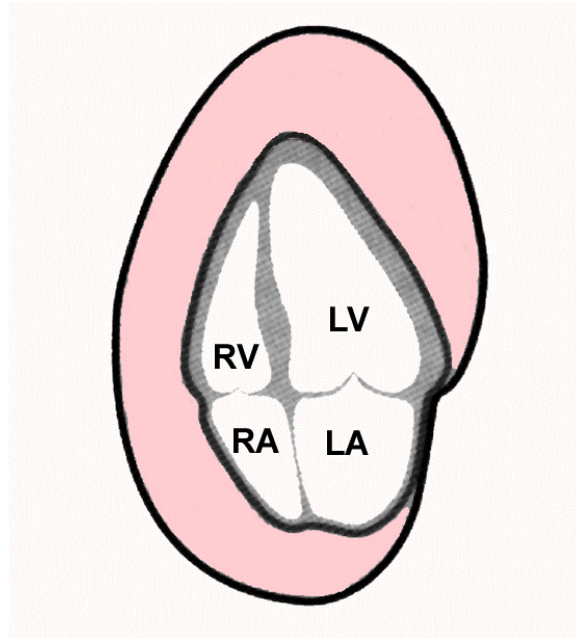
## 2. Tamponade

- Akut
  - I.d. R. frühpostoperativ
- Verzögert
  - Zwischen dem 5. und 10. p.o. Tag

# Akute Tamponade

## Ursache

Ungenügende Drainage der Blutung in den hinteren unteren Anteil des Perikards oder in das umgebende Mediastinum



## Akute Tamponade

### Häufige Blutungsquelle:

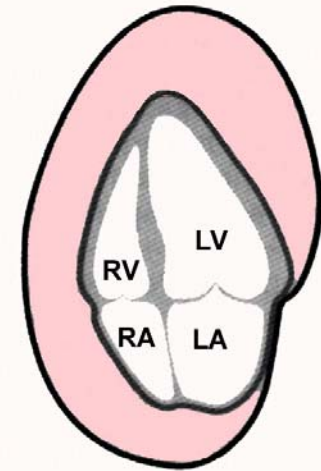
- Anastomosen
- Kleine Arterien hinter dem Sternum
- IMA-Bett
- Diffuse Blutungen: Gerinnungsstörungen

# Akute Tamponade

## Pathophysiologie:

### Tamponade

- ⇒ Intraperikardialer Druck ↑↑
- ⇒ Diastolische Füllung ↓↓
- ⇒ LVEDP ↑↑
- ⇒ Koronardurchblutung ↓↓



kompensatorischer Anstieg der Katecholaminausschüttung

- ⇒ Kontraktilität und HF ↑↑

Diastolische Funktionsstörung

- ⇒ HZV ↓↓
- ⇒ SVR und ZVD ↑↑

# Akute Tamponade

## Typische Symptome

- Plötzlicher Stillstand einer signifikanten mediastinalen Blutung
- Erhöhte Füllungsdrücke (ZVD ↑, LAP ↑,...)
- Hypotone Kreislaufsituation
- Niedriges Herzzeitvolumen
- Verminderung der Urinproduktion
- Verbreiterung des Mediastinum in Röntgen.



## **Akute Tamponade**

### **Weitere Symptome**

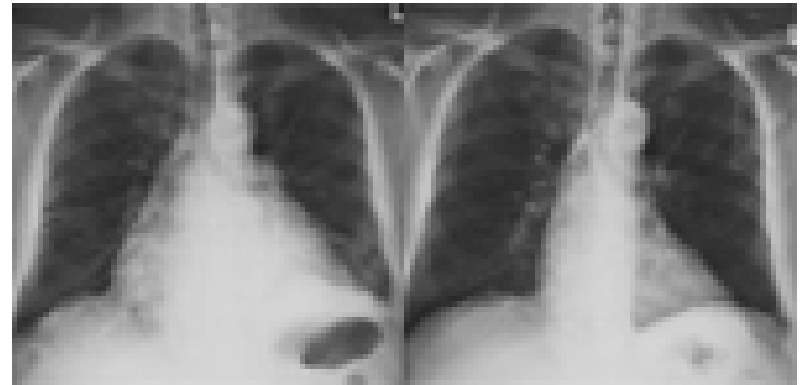
- Diffuse Niedervoltage im EKG
- Kompensatorische Tachykardie
- Pulsus paradoxus
- Kalte und feuchte Haut
- Evtl. Rhythmusstörungen
- Evtl. ST-Veränderungen

# Akute Tamponade

## Diagnose

- Klinische Symptome
- TTE bzw. TEE
- Röntgenübersichtaufnahme
- CT

# Bildgebung



# Akute Tamponade

## Therapie

Umgehende chirurgische Intervention  
(Rethorakotomie mit Dekompression)

## **Verzögerte Tamponade**

### **Zeitpunkt des Auftretts**

Zwischen dem 5. und 10. p.o. Tag

# Verzögerte Tamponade

## Klinische Symptome

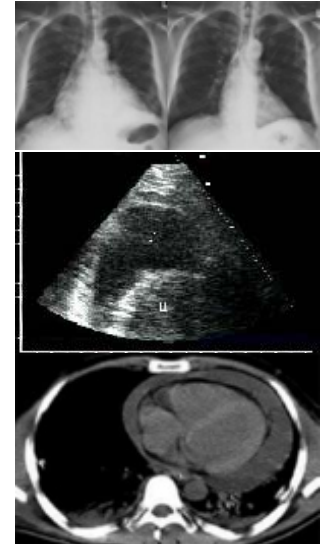
(uncharakteristisch)

- Unwohles Befinden, Abgeschlagenheit,
- Evtl. Luftnot
- Evtl. Gewichtszunahme
- Evtl. ungeklärte Hepatomegalie
- Evtl. periphere Ödeme und Ansteigen der harnpflichtigen Substanzen
- Bei schweren Verläufen: Einflussstauung und niedriges HZV

# Verzögerte Tamponade

## Diagnose

- Röntgenübersichtaufnahme
- TTE bzw. TEE
- CT



## Therapie

- Einlage einer Perikarddrainage

## 3. Low-cardiac-output-Syndrom

### Definition

Cardiac-Index **unter 2,0 L/min/m<sup>2</sup>**

meistens in Verbindung mit:

- SVR -Anstieg über 1500 dyn.s.cm<sup>-5</sup>
- LA-Anstieg über 20 mmHg



## Symptome

- Hypotension
- Tachykardie
- Schwach bzw. nicht tastbare periphere Pulse
- Blasse bzw. zyanotische und kalte Haut
- Metabolische Azidose
- Abnahme der Urinausscheidung unter 20 ml/h

## Ätiologie

1. Abnahme der LV-Vorlast
2. Abnahme der Kontraktilität
3. Tachy- bzw. Bradyarrhythmie
4. Zunahme der Nachlast
5. Kombinationen

## Ätiologie

### 1. Abnahme der LV-Vorlast:

- Hypovolämie: Blutung, Vasodilatation durch Wärme, Vasodilatoren, Sedierung
- Perikardtamponade
- positiver Ventilationsdruck und PEEP
- RV-Dysfunktion: Infarkt, pulmonale Hypertonie

## Ätiologie

### **2. Abnahme der Kontraktilität:**

- niedrige EF
- Myokardischämie: ungenügende Myokardprotektion während der EKZ, inkomplette Revaskularisation, Anastomosenstenose und Spasmus der Koronararterien
- Hypoxie
- Azidose

## Ätiologie

### 3. Tachy- bzw. Bradyarrhythmie :

- Tachykardie: Ventrikelfüllungszeit ↓↓
- Bradykardie
- VHF : Verlust der Vorhofkontraktion
- ventrikuläre Arrhythmie

### 4. Zunahme der Nachlast:

- Hypervolämie
- Vasokonstriktion (z.B. Arterenol)

# Therapie

Sie richtet sich primär **nach der Ursache**.

## 1. Optimierung der Vorlast:

- Volumengabe bis etwa LAP=15 mmHg

## 2. Myokardkontraktilität unterstützen:

- Positiv-inotrope Substanzen: Adrenalin, Dopamin, Dobutamin, Isoprenalin, Milrinon, Ca<sup>++</sup>, Levosimendan

## 3. Stabilisierung des HR und HF:

- Medikamente, SM-Therapie

## Therapie

### **4. Senkung der Nachlast:**

- Vasodilatoren: TNS, Nitroprussid
- dabei Nachkorrektur der Vorlast

### **5. Mechanische Unterstützung:**

- IABP
- Linksherzbypass
- Rechtsherzbypass
- Kombiniertes Rechts- und Linksherzbypass

## 4. Rhythmusstörungen

### Ätiologie

1. Kardiale Ursachen
2. Respiratorische Ursachen
3. Elektrolytstörungen
4. Katheter-Irritation
5. Direktes Operationstrauma
6. Medikamente
7. Hypothermie
8. Fieber, Angst und Schmerzen
9. Blähungen



# Ätiologie

## 1. Kardiale Ursachen:

- Myokardödem
- Myokardischämie / Infarkt
- präoperativ bestandene Rhythmusstörungen
- Perikarditis
- ungenügende intraop. Myokardprotektion

## Ätiologie

### **2. Respiratorische Ursachen:**

- Irritation durch Endotrachealtubus
- Hypoxie, Hyperkapnie und Azidose
- Pneumothorax

### **3. Elektrolytstörungen:**

- Hypo-bzw. Hyperkaliämie
- Hypomagnesiämie

### **4. Katheter-Irritation:**

- z.B. PA-Katheter

## Ätiologie

### **5. Direktes Operationstrauma:**

- Atriotomie, Ventrikulotomie, iatrogener Block usw.

### **6. Medikamente:**

- Sympathikomimetika, Digitalis, Beta-Blocker usw.

### **7. Hypothermie**

### **8. Fieber, Angst und Schmerzen**

### **9. Blähungen: Magendilatation!**

## Allgemeine diagnostische Maßnahmen

1. BGA-Kontrolle
2. Kontrolle der Beatmungsparameter
3. Endotrachealtubus-Lagekontrolle
4. Rö.-Th.: mechanische Probleme?
5. Elektrolytkontrolle (Kalium!)
6. EKG: Ischämie, DD verschiedener Rhythmusstörungen

## Allgemeine therapeutische Maßnahmen

1. Beseitigung der primären Ursachen
2. Schrittmacher-Therapie
3. Medikamentöse Therapie

## Schrittmacher-Therapie

- 1) Temporäre rechtsatriale epikardiale Elektroden „Vorhofdrähte“
- 2) Temporäre rechtsventrikuläre epikardiale Elektroden „Ventrikeldrähte“
- 3) Temporäre rechtsatriale und rechtsventrikuläre epikardiale Elektroden „AV-synchrone Stimulation (AV-sequentiell)“

## Schrittmacher-Therapie

Temporäre rechtsatriale epikardiale Elektroden  
**„Vorhofdrähte“**

- Diagnostische Funktion
- Therapeutische Funktion

## Schrittmacher-Therapie

Temporäre rechtsatriale epikardiale Elektroden

- **Diagnostische Funktion**
  - Ableitung eines Vorhof-EKGs
  - Differenzierung zwischen Vorhof- und Knotenarrhythmien
  - DD zwischen supraventrikulären und ventrikulären Arrhythmien



## Schrittmacher-Therapie

### Temporäre rechtsatriale epikardiale Elektroden

- **Therapeutische Funktion**

- Wahl der individuell besten Herzfrequenz zum Erreichen der optimalen Hämodynamik
- „Overdrive-Pacing“:
  - Vorhofflattern
  - Paroxysmale supraventrikuläre Tachykardien

# Schrittmacher-Therapie

## Temporäre rechtsatriale epikardiale Elektroden

- **Vorhofstimulation**

- **Indikationen:**

- Sinusbradykardie
- Unterdrückung vorzeitiger Vorhofkomplexe
- Unterdrückung vorzeitiger Ventrikelkomplexe
- Knotenrhythmus
- Overdrive-Stimulation

## Schrittmacher-Therapie

Temporäre rechtsventrikuläre epikardiale Elektroden

- **Ventrikuläre Stimulation**

- **Indikationen:**

- Langsame Ventrikelfrequenz beim VH-Flimmern/Flattern
- I.v. Antiarrhythmika-Therapie: Amiodaron (Cordarex), Isoptin, ...
- Nicht vorhandene atriale Schrittmacher-Drähte
- Ventrikuläre Tachykardie (Overdrive-Pacing) (**VORSICHT: Kammerflimmern**)

## Schrittmacher-Therapie

Temporäre rechtsventrikuläre und rechtsatriale epikardiale Elektroden

- **AV-synchrone Stimulation (AV-sequentiell)**

- **Indikationen:**

- AV-Block III°
- AV-Block II° (zum Erreichen 1:1 Überleitung)
- AV-Block I° (wenn aufgrund langen PQ-Intervalls benötigte Frequenz nicht erreicht wird)

## Therapieübersicht der häufigsten Arrhythmien

- **Sinusbradykardie**
  - Vorhof-Stimulation
  - AV-synchronisierte Stimulation (AV-Überleitung abnorm)
  - Atropin (Carotis OP)
  - Chronotrope Pharmaka

## Therapieübersicht der häufigsten Arrhythmien

- **Sinus-Tachykardie**
  - Ursachenbehandlung
    - Agitiertheit
    - Schmerz
    - Fieber
    - Chronotrope Pharmaka
    - Volumenmangel
    - Perikardtamponade
  - Beta-Blocker

## Therapieübersicht der häufigsten Arrhythmien

- **Vorhofflimmern**
  - Kardioversion (frühpostoperativ)
  - Amiodaron
  - Calcium-Kanal-Blocker (Verapamil / Diltiazem)
  - Mg-Sulfat
  - Beta-Blocker (alternativ zu Ca<sup>2+</sup>-Kanal-Blocker)
  - Digitalis
  - Ventrikuläre Stimulation (supportiv bei HF↓)

## Therapieübersicht der häufigsten Arrhythmien

- **Langsamer Knotenrhythmus**
  - Vorhofstimulation
  - Sequentielle AV-Stimulation (wenn A-Stimulation versagt)
  - Ventrikelstimulation (wenn AV-Stimulation versagt)
  - Chronotrope Pharmaka



## Therapieübersicht der häufigsten Arrhythmien

- **Verfrüht, gehäufte VES**
  - Therapie der Hypokaliämie
  - Overdrive-Stimulation (Vorhof → AV-sequ. → Ventrikel)
  - Amiodaron / Lidocain
  - (Myokardischämie ausschliessen)

## Therapieübersicht der häufigsten Arrhythmien

- **Kammertachykardie bzw. Kammerflimmern**
  - Präkordialer Faustschlag (auch bei Herzstillstand)
  - Amiodaron/ Lidocain (Kammertachykardie)
  - Kardioversion (Kammertachykardie)
  - Defibrillation (Kammerflimmern)
  - CPR
  - Ausschluß Ursache, Ischämie !

## 5. Postoperative Hypertension

### Ätiologie

1. Einfluss der EKZ:
  - Noradrenalin $\uparrow$ , Renin-Angiotensin $\uparrow$ , ...
2. Vasokonstriktion durch Hypothermie
3. Fieber, Angst, Schmerzen, Bewusstseins
4. Pathologische BGA:
  - Hypoxie, Hyperkapnie, Azidose
5. Dysfunktion der Barorezeptoren:
  - z.B. nach ACVB und Carotis-Op
6. Akute Hypoglykämie

## Pathophysiologie

Alle o.g. Ursachen  $\Rightarrow$

$\Rightarrow$  **Aktivierung des Sympathicus**  
und

**Zentralisation des Kreislaufs**

$\Rightarrow$  Art. Hypertonus

### **Folge:**

- ungünstige Wirkung auf das myokardiale O<sub>2</sub>-Gleichgewicht
- Gefährdung der Anastomosen

## Therapie

Sie richtet sich primär **nach der Ursache:**

- Ausreichende **Analgesie**
- Ausreichende **Sedierung**
- **Aufwärmen** des Patienten:
  - Decken und Strahler
  - Blockierung des zentralen Wärmeregulationszentrum durch Substanzen wie Pethidin (50 mg i.v.)
- **Vasodilatoren:** TNS, Nifedipin usw.

## 6. Perioperativer Myokardinfarkt

### Prädispositionsfaktoren

- Hauptstammstenose
- Diffuse 3-G-KHK
- Instab. AP (speziell nach Angioplastie)
- Schlechte LV-Funktion:
  - $EF < 35\%$ ,  $LVEDP > 15\text{mmHg}$
- Linksventrikuläre Hypertrophie
- Thrombendarteriektomie
- lange Ischämiezeit

## Postoperativ begünstigende Faktoren

- Tachykardie
- Hypertension
- niedriges Herzzeitvolumen
- Koronarspasmus
- Anwendung  $\beta$ -adrenerger Substanzen in hoher Dosierung
- Abfall systemarteriellen diast. Druckes
- Zu hohe Füllungsdrücke

## Wichtigste Mechanismen (I)

- Nicht entdeckter präoperativer Myokardinfarkt
- Länger anhaltende Ischämie in Anästhesie-Einleitung verursacht durch:
  - Tachykardie, Hypertension, Hypotension
- Inadäquate Myokardprotektion
- Reperfusionsschaden



## Wichtigste Mechanismen (II)

- inkomplette Revaskularisation
- Anastomosenstenose
- Bypass thrombose
- Koronararterienembolie
- Intraoperative Ventrikeldehnung
- Intrakoronare Luftembolie

## Diagnose (I)

### 1. EKG

- neu aufgetretene Q-Zacke
- ST-Streckenveränderungen (Hebung/Senkung)
- Tiefe negative T-Wellen
- Ventrikuläre Tachyarrhythmie
- neu aufgetretener AV- bzw. Schenkelblock

### 2. UKG: (TTE bzw. TEE)

- neu aufgetretene Hypo- bzw. Akinesie

## Diagnose (II)

### 3. Enzymkinetik:

- **CK/CK-MB:** (CK > 1000 IU/L und CK-MB > 80-100 IU/L)
- **Troponin I und T:** TnI > 15 µg/L  
(falsch positive Werte: Atriectomie, Ventrikulotomie, Myokardverletzung, Reperfusion, Autotransfusion mit mediastinalem Blut)

### 4. Technetium (Tc)-99 SPECT-Scanning

## Manifestationsformen und Therapie (I)

### 1. Intraoperative Ischämie:

(TEE, EKG und PA-Katheter)

- Reduktion des myokardialen O<sub>2</sub>-Bedarfes
- Erhöhung des Perfusionsdruckes

### 2. Postoperatives Low-output Syndrom:

(mit bzw. ohne EKG-Veränderungen)

- Re-Operation, wenn notwendig
- Bypassrevision
- Bypassneuanlage
- evtl. IABP-Implantation

## Manifestationsformen und Therapie (II)

- Asymptomatische postoperative Ischämie: (ca. 50%)
  - Minimierung des myokardialen O<sub>2</sub>-Bedarfes
- EKG-Veränderungen und Enzymanstieg:
  - Nitroglycerin
  - Ca-Antagonist (bei V.a. Spasmus)
  - Heparin
- Hämodynamisch signifikante postoperative Ischämie:
  - Optimierung des CO, Vorlast, Nachlast und Herzrhythmus

## Prognose

1. Unkomplizierter Myokardinfarkt:
  - Kein Einfluß auf perioperative Mortalität
  - Kein Einfluß auf Langzeitergebnis
  - Normalisierung der Ventrikelfunktion im Verlauf
2. Hämodynamisch signifikanter Myokardinfarkt:
  - Perioperative Mortalität ↑↑
  - Langzeitüberlebensrate ↓↓

Die Prognose der Pat. mit PMI mit  
einer **EF >40%** nach **kompletter**  
**Revaskularisation** ist mit  
derjenigen ohne PMI vergleichbar!

## 7. Postoperatives Fieber und Infektion

### Zeitliche Einteilung

- Bis zum 3. postoperativen Tag
- 3. - 6. postoperativer Tag
- Nach dem 6. postoperativen Tag



## Bis zum 3. postoperativen Tag

### Ursachen

- Pyrogene Effekte der EKZ
- Resorption aus der mediastinalen Wundfläche
- Seltener: Atelektase, Drug-Fieber, Infektion

### Therapie

- Paracetamol (Benuron<sup>®</sup>)
- Novaminsulfon (Novalgin<sup>®</sup>)
- Physikalische Maßnahmen
- 1× 125 mg Methylprednisolon (Urbason<sup>®</sup>)
- Pethidin (Dolantin<sup>®</sup>)
- Pethidin und Promethazin (Atosil<sup>®</sup>): 2:1

## 3. - 6. postoperativer Tag

### Ursachen

#### a) Infektionen:

- Atelektase oder Pneumonie
- Wundinfektion (Bein, Sternum, Decubitus)
- Harnwegsinfekt
- Sinusitis
- Katheter
- intraabdominaler Prozess
- Endokarditis

#### b) Seltener:

Drug-Fieber, tiefe Beinvenenthrombose,  
Lungenembolie und Postperikardiotomiesyndrom

### Therapie

Sie richtet sich nach der Ursache!

## Nach dem 6. postoperativen Tag Ursachen

### **a) Infektionen:**

- Sternalwundinfektion  
(cave: Mediastinitis!)

### **b) Seltener: andere o.g. Ursachen**

### **c) Postperikardiotomiesyndrom (PPS)**

## Postperikardiotomiesyndrom (PPS)

### Ursache

Autoimmun-inflammatorische Reaktion

### Häufigkeit

ca. 20%, mehr jüngere Pat.

Ab 1. Woche bis mehrere Monaten postoperativ

### Symptome

Fieber, perikarditisches Reiben,  
Brustschmerzen, Mattigkeit, Gelenkschmerzen,  
Pleura- und/oder Perikarderguß, Lymphozytose,  
BSG ↑

## Postperikardiotomiesyndrom (PPS)

### Komplikationen

Perikardtamponade, Frühbypassverschluß,  
Konstriktive Perikarditis

### Therapie

- Initial Aspirin
- Nichtsteroidale Antiphlogistika ( z.B. Indometacin (Amuno®))
- Spironolacton (Aldactone®)
- Kortison
- Bei symptomatischem Perikarderguß: Punktion und Drainage
- Perikardiotomie (Rezidivprophylaxe)

Hier nicht besprochen, weil andernorts  
Lerninhalt:

- Renale Komplikationen
- Neurologische Komplikationen
- Pulmonale Komplikationen
- Gastrointestinale Komplikationen