

---

# Kardiovaskulární systém



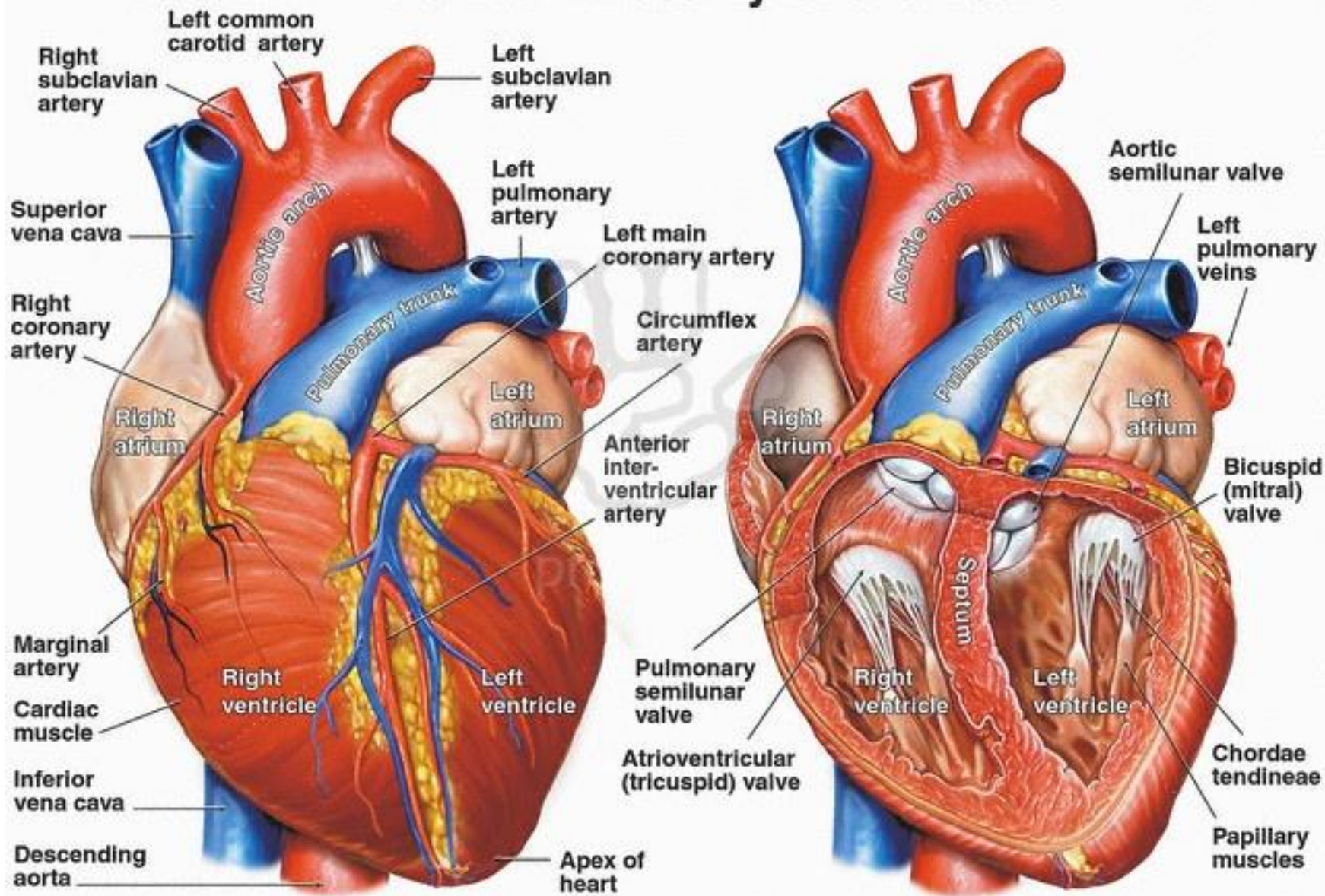
Kapitoly z vnitřního lékařství  
SUO  
Zimní semestr 2022

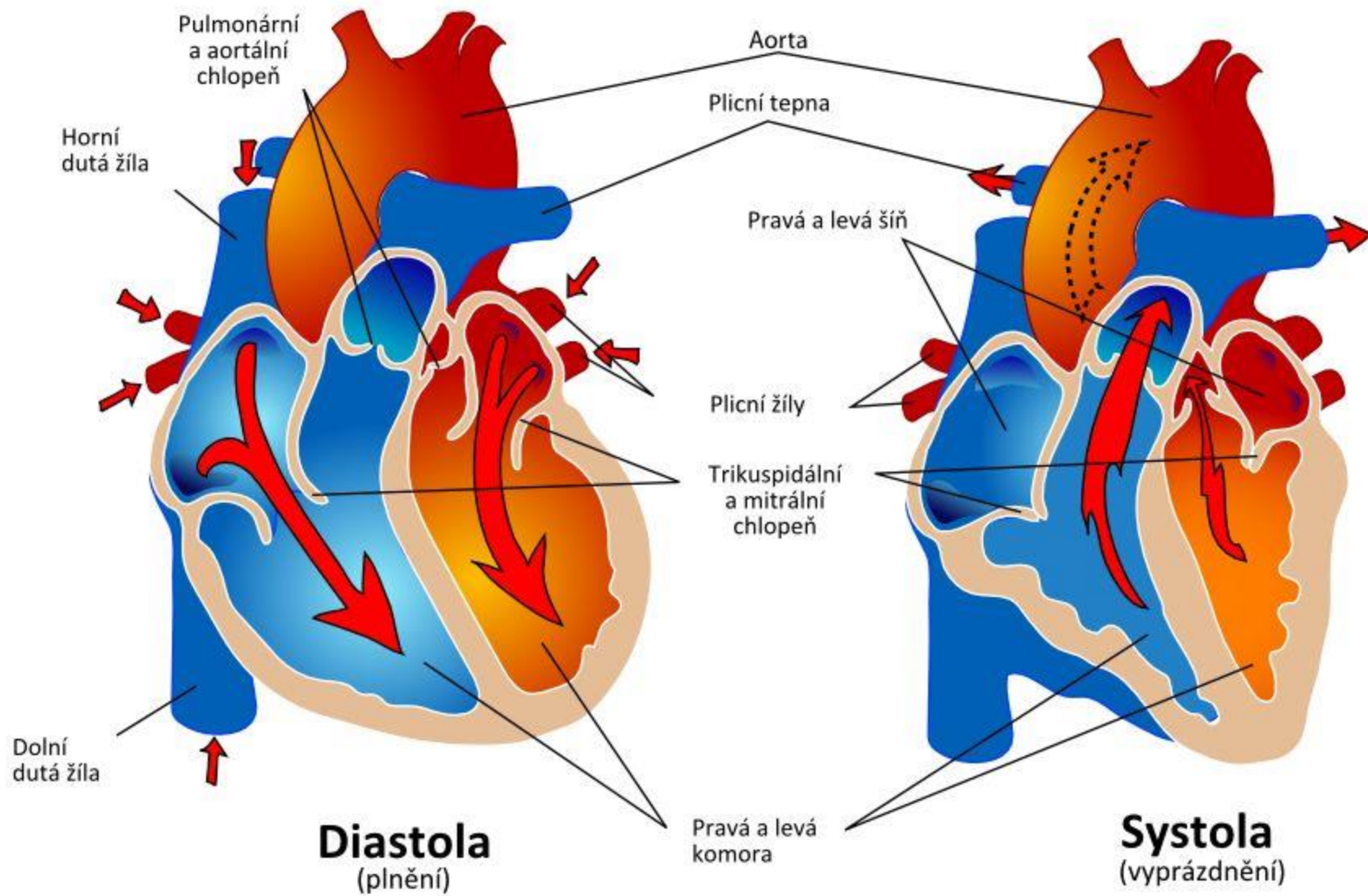
# Obsah

---

- Anatomie srdce
- Převodní aparát
- Poruchy srdečního rytmu
- Ischemická choroba srdeční
- Akutní infarkt myokardu
- Srdeční selhání

# Normal Anatomy of the Heart





Zdroj: LadyofHats, Wikipedia

# Pojmy

---

- ❑ Systola: smrštění srdce – vyprazdňování
- ❑ Diastola: ochabnutí – naplňování srdce krví

- ❑ Tlak krve:

tlakové působení krve na stěnu cév

systolický tlak – mezi 110 až 140 (mmHg)

diastolický tlak – mezi 70 až 90 mmHg

krvní tlak měříme tonometrem (tlakoměrem)

Ve stáří vlivem úbytku pružnosti tepen je tlak vyšší.

# Krevní oběh

---

- ❑ **Velký tělní:** levá komora → aorta → tělo → horní dolní dutá žíla → pravá síň
- ❑ **Malý plicní:** pravá komora → plicní tepna → větví se do levé a pravé plíce → plicní žíly → levá síň

Srdce neustále přečerpává krev a udržuje trvale krevní oběh (za 1 minutu při průměrných 70 stazích přečerpá 5 litrů krve – „minutový objem srdce“).



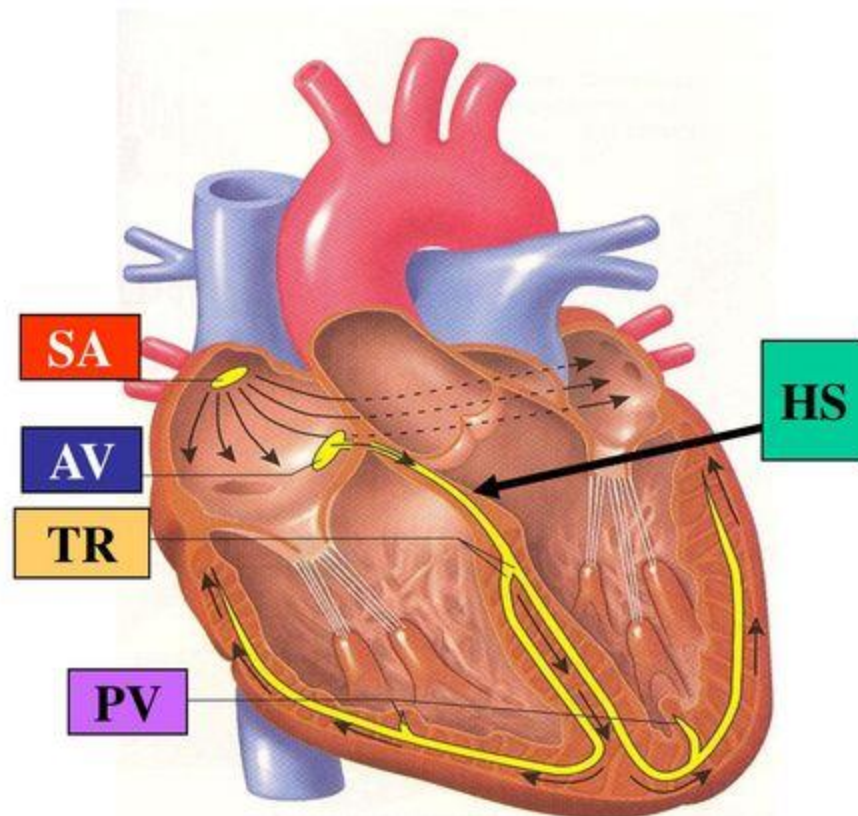
# Převodní systém srdeční

= dává podnět a zajišťuje jeho šíření srdečním svalem

- **SA** (sinusový uzel) – sám tvoří vzruchy pro srdce s frekvencí 80x za minutu
- **AV** (síňokomorový uzel) – je schopen také tvořit vzruchy pro srdce, ale s poloviční frekvencí

K šíření vzruchu dále slouží:

- Hisův svazek (**HS**)
- Tawarova raménka (**TR**)
- Purkyňova vlákna (**PV**)



Obr. č.7

# EKG křivka

Ekg křivka –elektrická aktivita srdce

12 základních svodů (6 končetinových,6 hrudních)

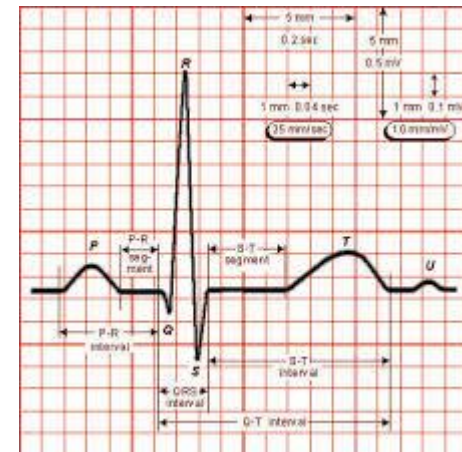
Rychlost posunu papíru 25mm/s, vertikální odchylna 10mm=1mV

Při sinusovém rytmu

Vlna P-depolarizace síní

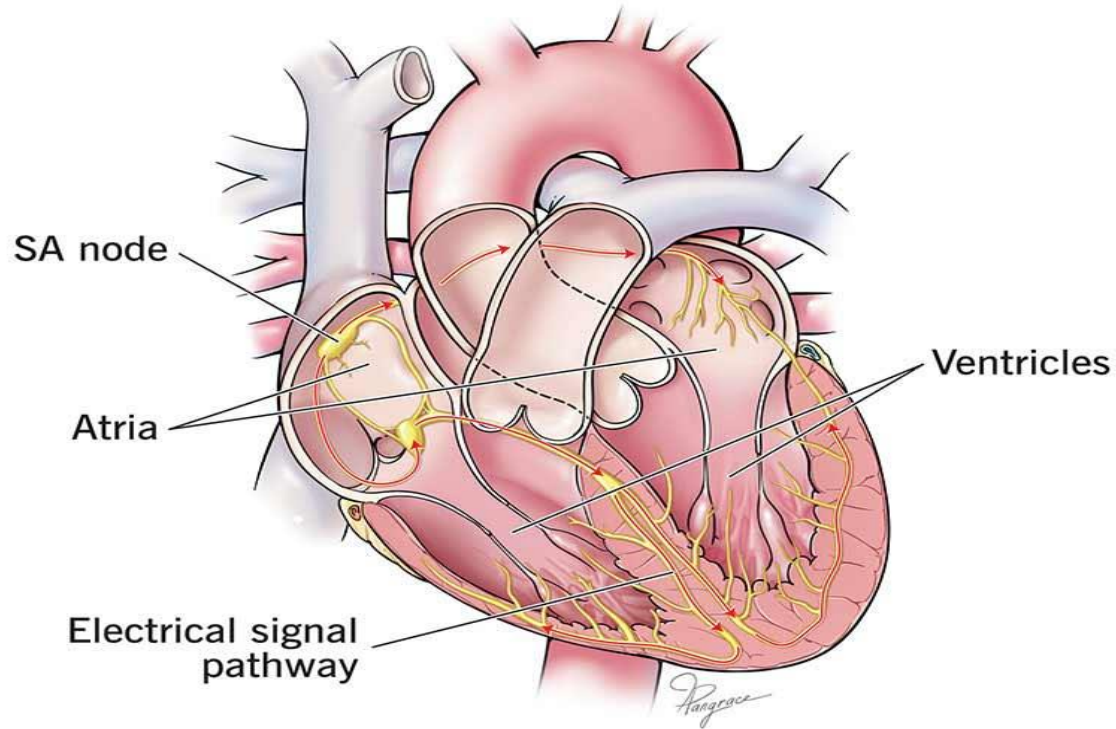
Komplex QRS depolarizace komor

Vlna T repolarizace komor



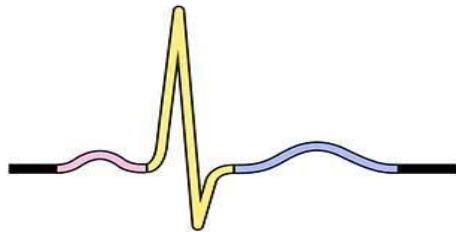


# Electrocardiogram (EKG)

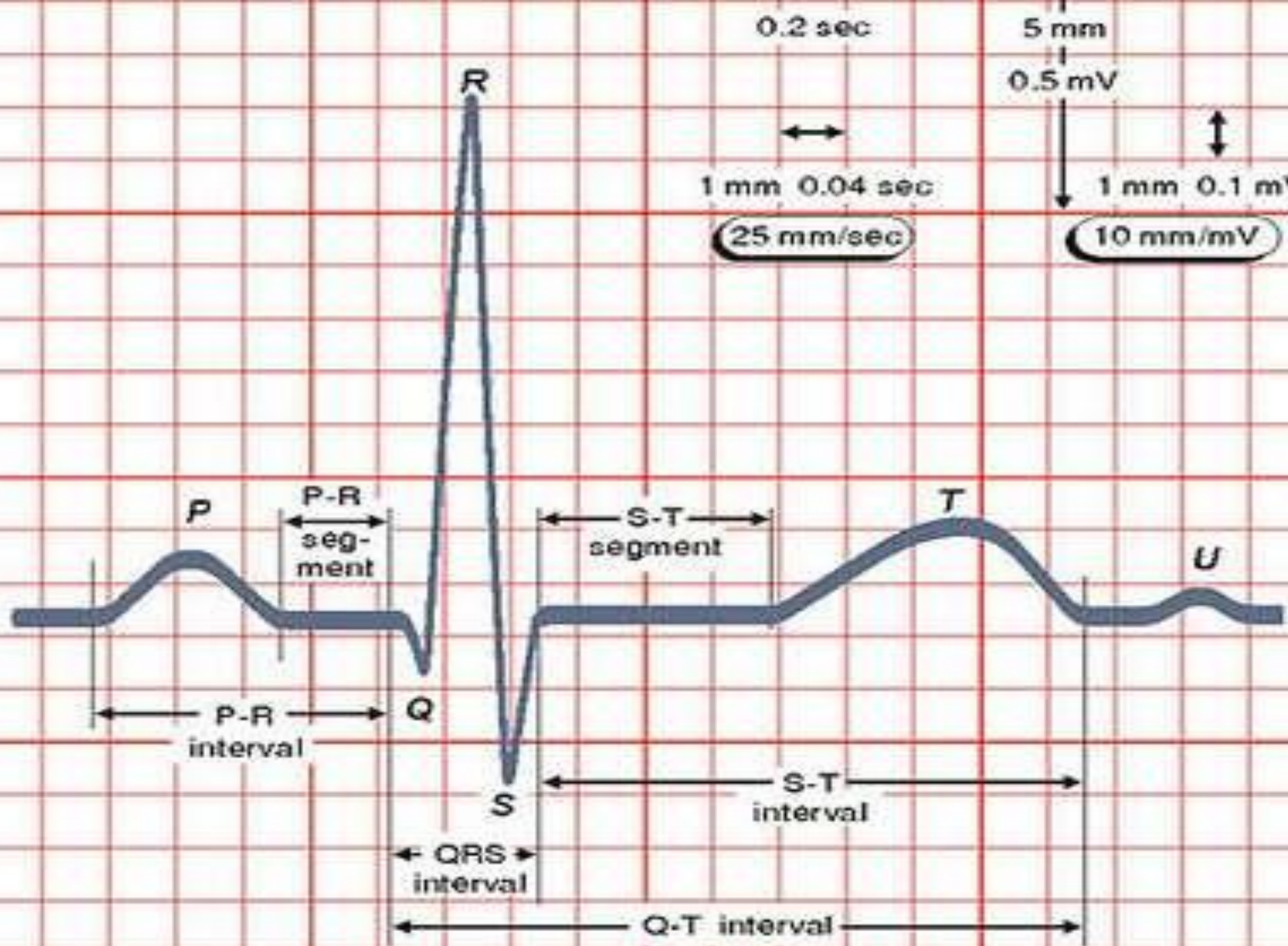


Normal EKG

60-100 bpm



- P wave (atria)
- QRS complex (ventricles)
- T wave (rest)



# Co můžeme určit z ekg?

---

Frekvence srdce

Rytmus

Natočení srdce

Tloušťku srdečních oddílů

Poruchy vedení impulzů přes převodní systém

Arytmie

Léky a minerály

Infarkt a ischemické poškození srdce

# Arytmie

---

Vše co je jiné než sinusový rytmus

Dělení podle srdeční frekvence:

Bradykardie  $<60/\text{min}$

Tachykardie  $>100/\text{min}$

Příčiny:

Porucha tvorby vzruchu (automacie)

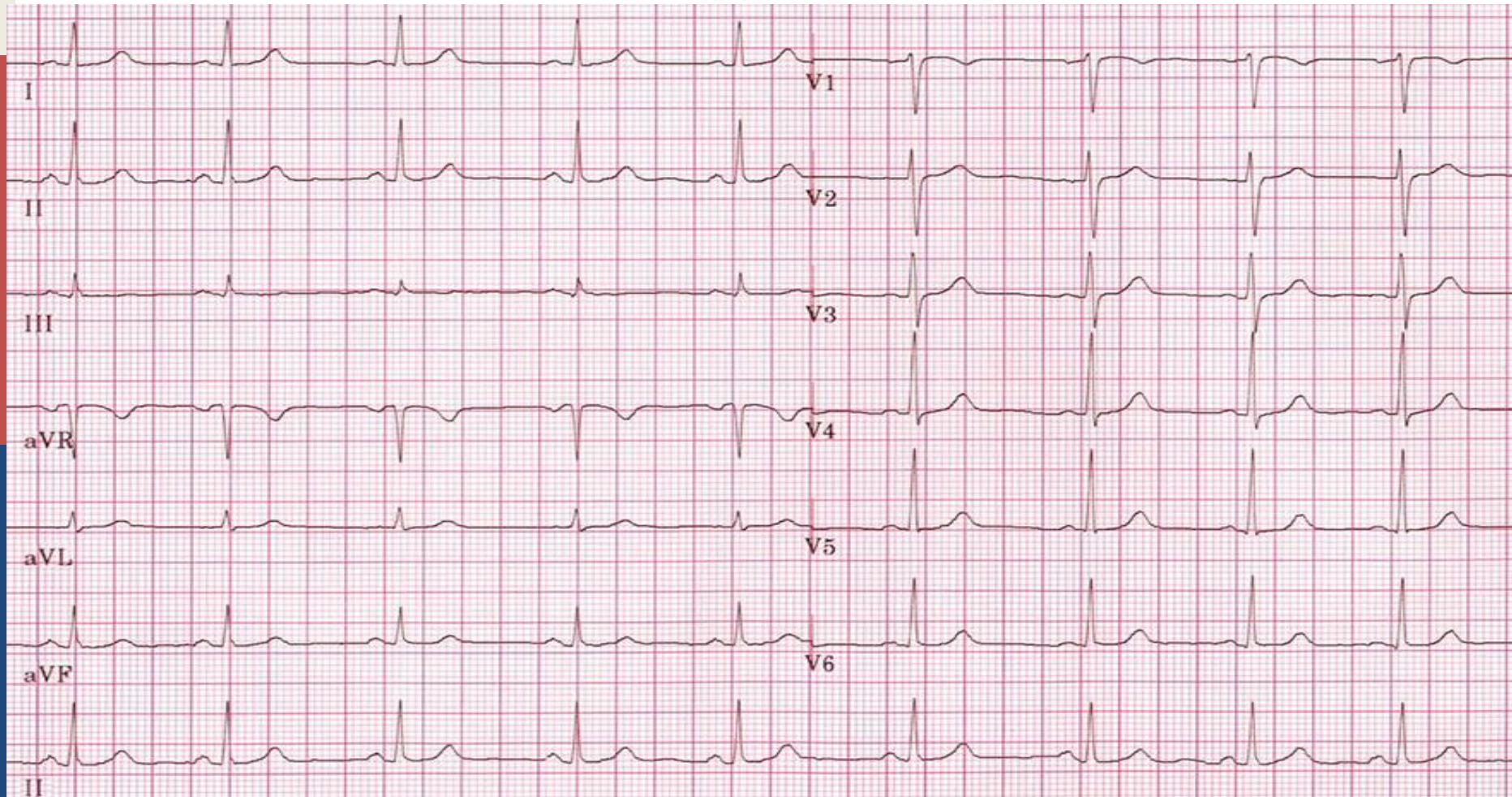
Porucha vedení vzruchu

Strukturální nebo funkční odchylka v srdci-  
arytmogenní substrát



# Fyziologické ekg – sinusový rytmus

---





# Manifestace arytmií

---

- Palpitace
- Syndrom sníženého minutového výdeje  
Orgánová hypoperfuze  
Slabost, únava, vertigo, synkopa, zmatenost
- Riziko ischemické CMP
- Zhroucení oběhu, náhlá smrt

# Bradyarytmie

---

## **Sinusová bradykardie**

**Dysfunkce sinusového uzlu (Sick sinus syndrom)**

## **AV blokády**

AV blokáda 1.stupně

AV blokáda 2.stupně

AV blokáda 3.stupně

# Sinusová bradykardie

**Sinusový rytmus o frekvenci <60/min**

Zvýšená aktivita parasymptatiku

Snížení aktivity sympatiku



# Atrioventrikulární blokády

## AV blokáda I. stupně

Prodloužení PQ >0.2s



# Atrioventrikulární blokády

---

## **AV blokáda II. stupně**

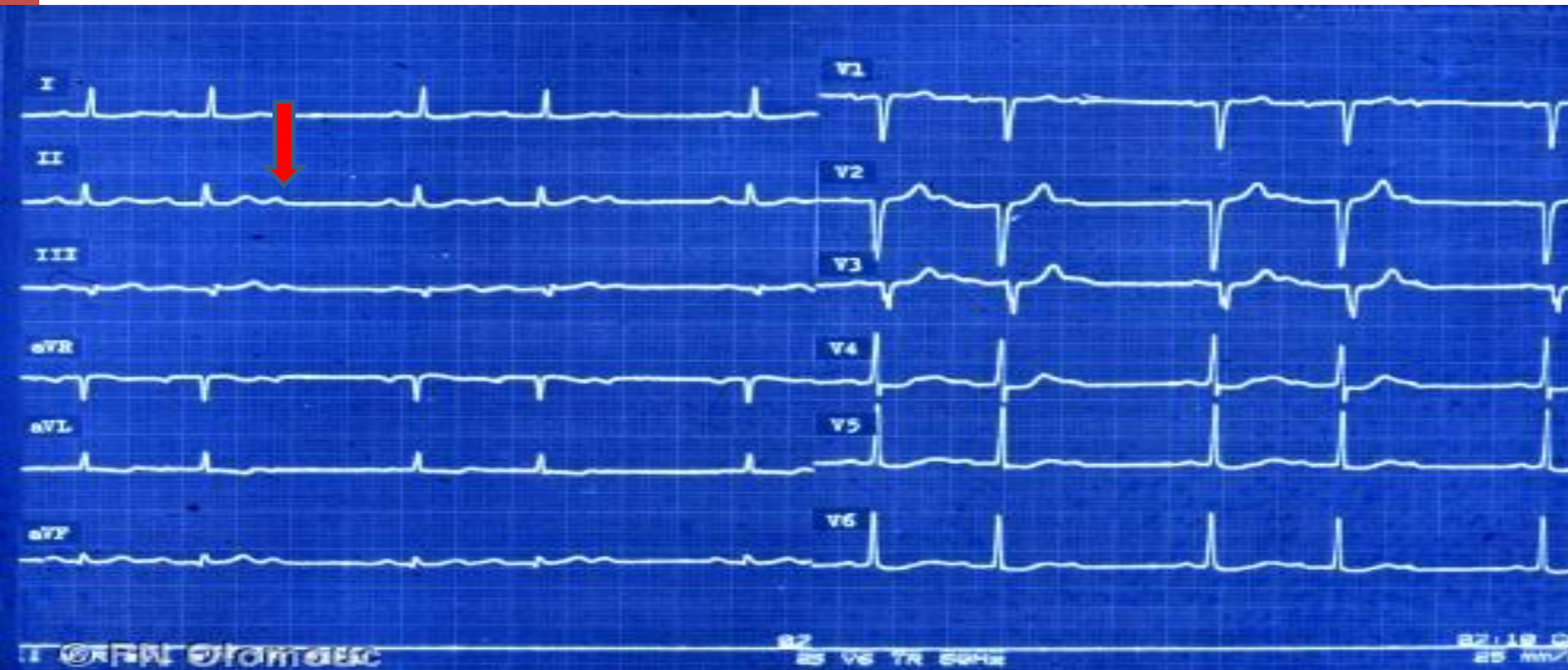
Občasný výpadek síňokomorového vedení

- **I. Typ = Wenckenbachův typ**
- **II. Typ= Mobitzův typ**



# AV blokáda II.stupně

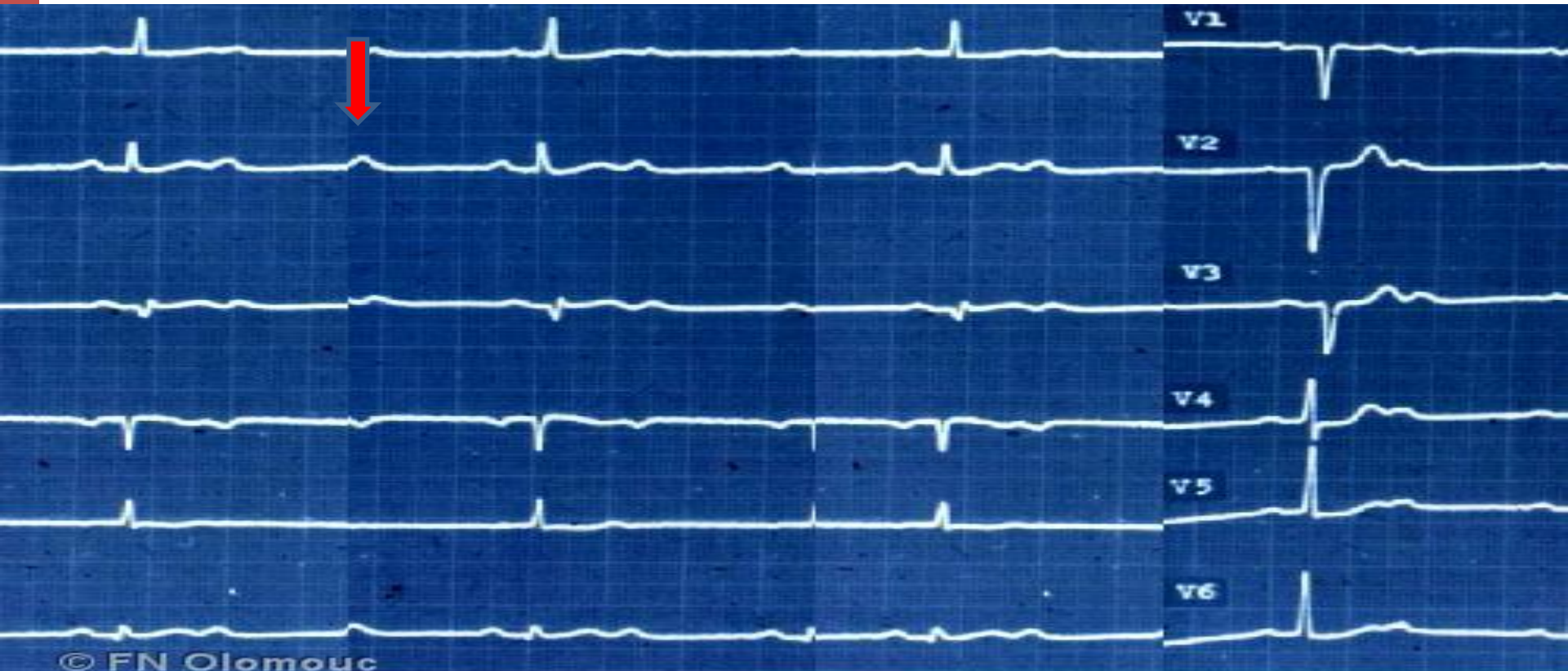
Wenkenbach



# AV blokáda II.stupně

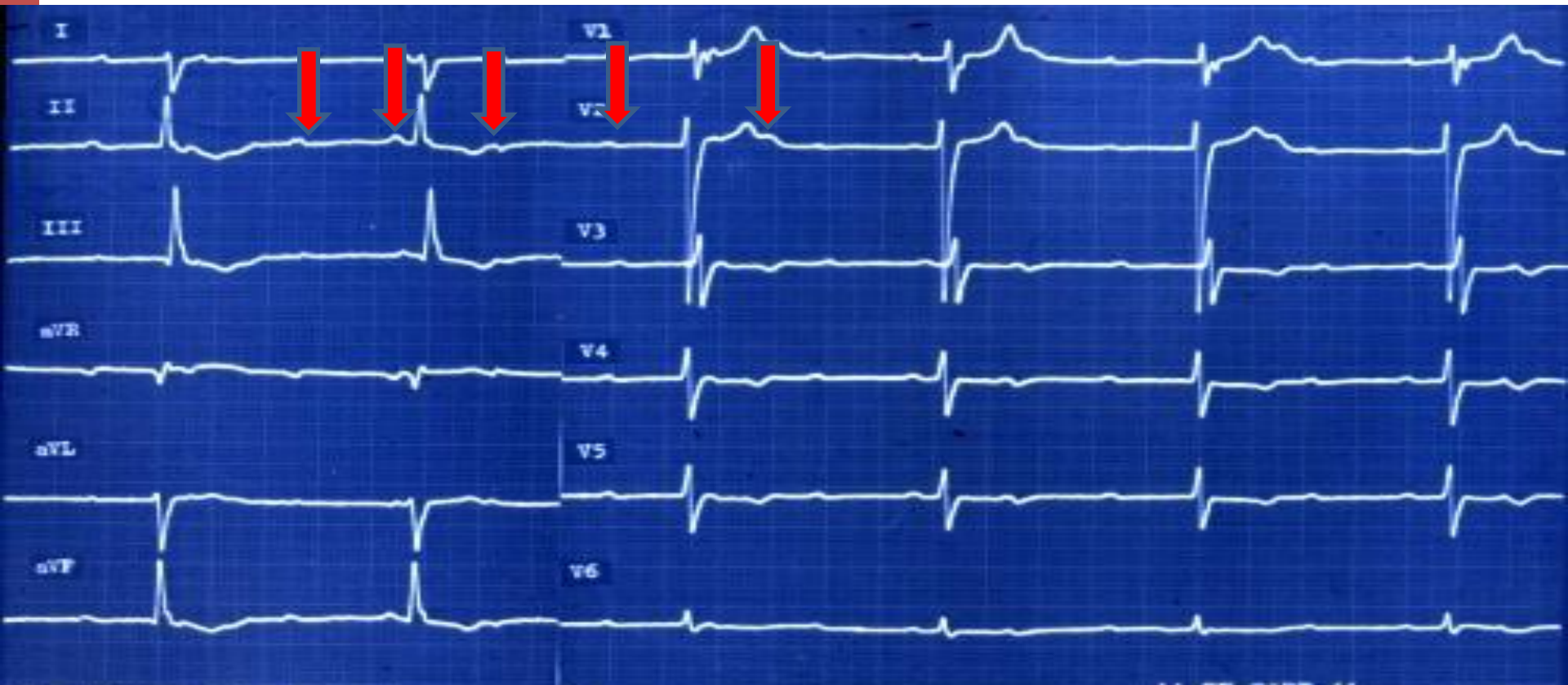
---

## Mobitz



# AV blokáda III.stupně

Úplné přerušení vedení vzruchu ze síní na komory, síňokomorová disociace, aktivace komor z náhradním rytmem (junkčním/ventrikulárním)





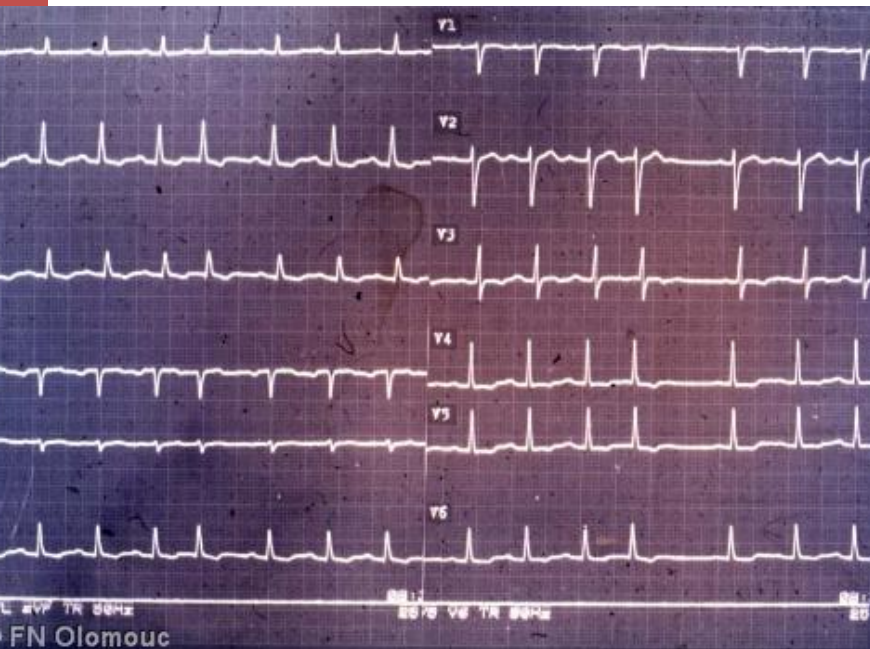
# Léčba AV blokád

---

- Odstranění možné příčiny(antiarytmika, hyperkalemie, ischemie myokardu, hypotenze)
- Potlačení vagové aktivity Atropin 0.5-1 mg iv.
- Dočasná /trvalá kardiostimulace

# Vznik vzruchů mimo SA uzel

Extrasystoly supraventrikulární  
Extrasystoly komorové





# Tachykardie

---

## **Dělení:**

Supraventrikulární

Komorové

## **Diagnostika:**

Anamnéza

Ekg

Ekg holter

Reveal

Elektrofyzilogické vyšetření

# Tachykardie

---

## **Supraventrikulární**

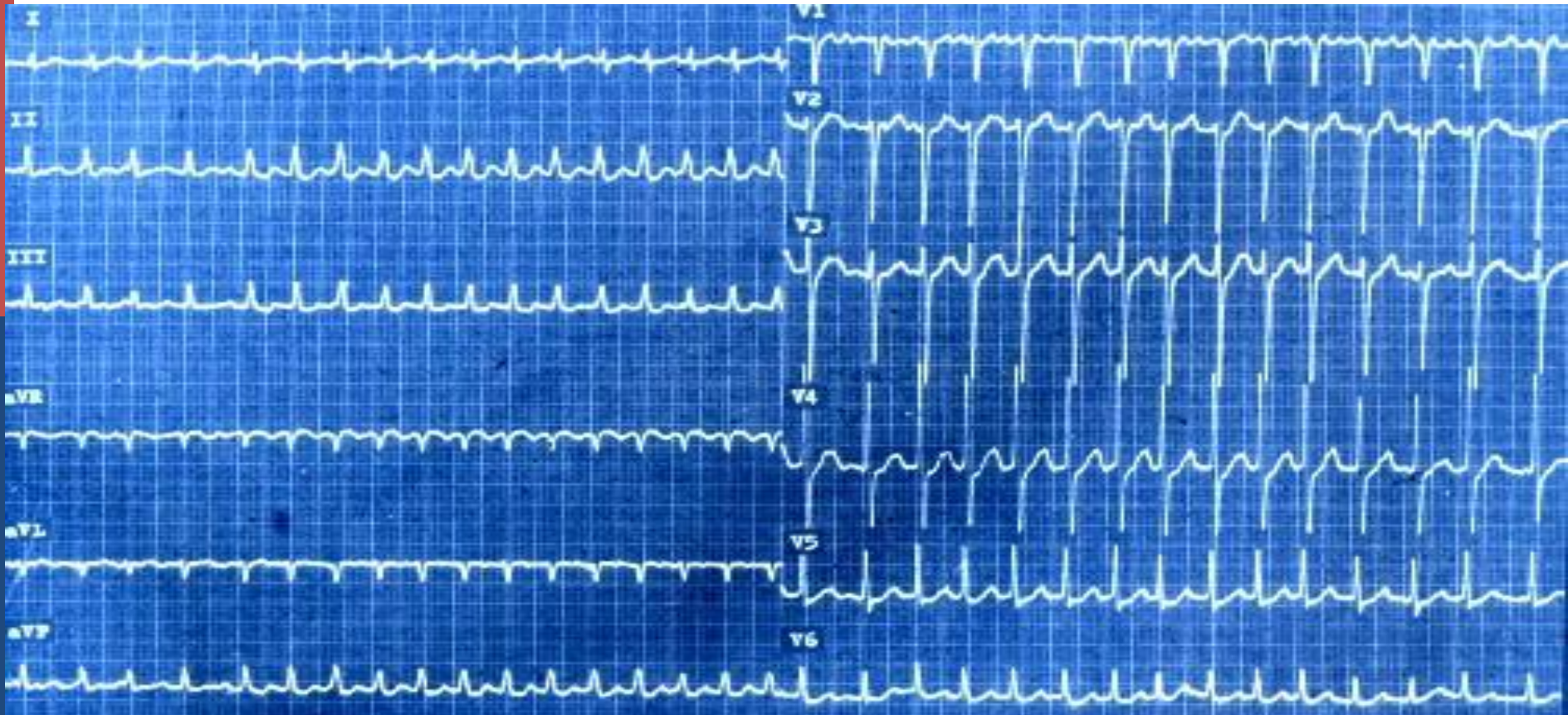
- Fibrilace síní
- Flutter síní
- Síňová tachykardie
- AV junkční tachykardie
- AV reentry tachykardie

## **Komorové**

- Komorová tachykardie
- Fibrilace komor

# Fibrilace síní

**Ekg:** vlny P nahrazeny fibrilačními vlnkami, nepravidelná srdeční akce, převod na komory zcela nepravidelný, QRS komplex štíhlý



# Fibrilace síní

---

- Salvy síňových extrasystol ze svalových vláken v plicních žilách
- Strukturální změny ve svalovině síní(úbytek svaloviny, tvorba vaziva, elektrofyziologická remodelace
- Srdeční onemocnění (ICHS, srdeční selhávání, chlopenní vady,
- Hypertenze, CHOPN, chronické onemocnění ledvin, DM, obezita, alkohol, hyperthyreoza

# Fibrilace síní

---

## **Klasifikace:**

Paroxysmální

Perzistující

Permanentní

## **Projevy:**

Asymptomatická

CMP první projev

Slabost, presynkopy, srdeční selhání

## **Strategie :**

Kontrola rytmu (antiarytmika,kardioverze,katetrová ablace

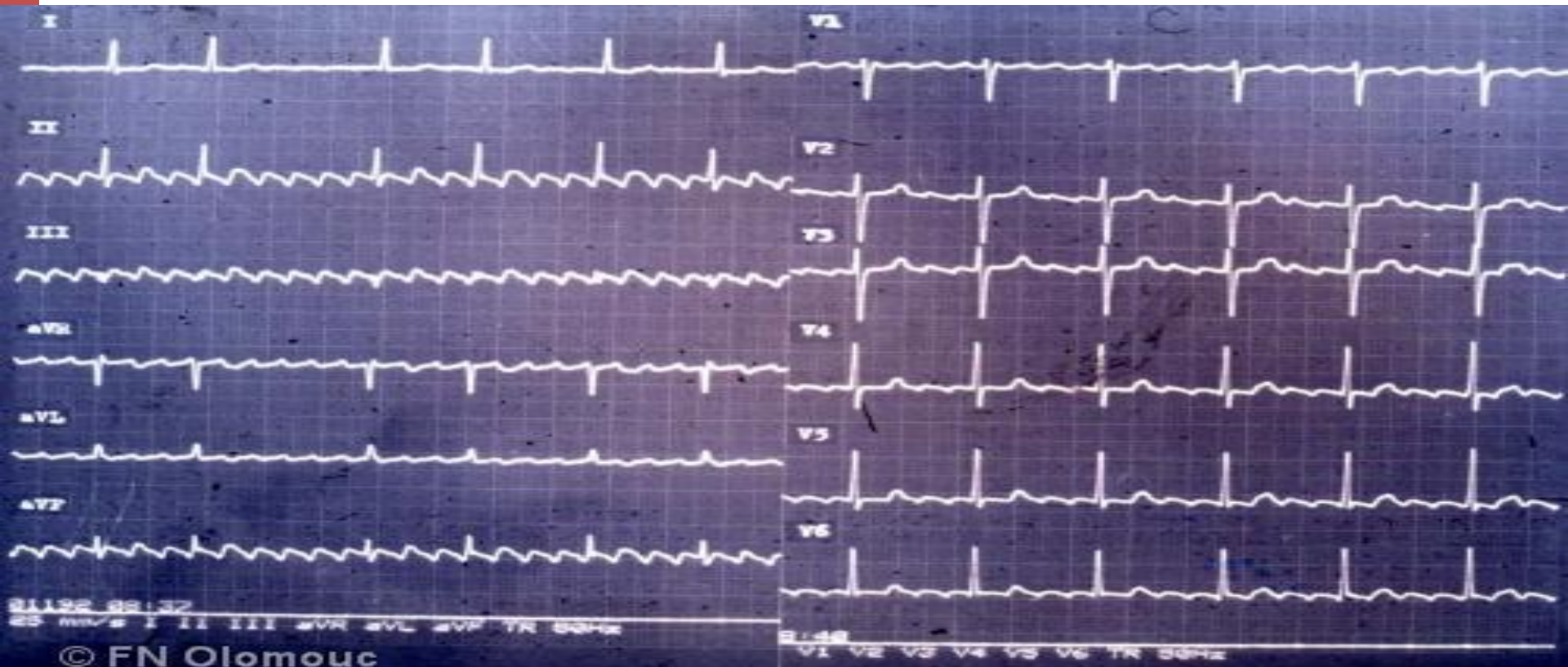
Kontrola frekvence

Prevence systémové embolizace



# Flutter síní

Ekg: flutterové vlny, převod na komory blokován v AV uzlu - výsledná frekvence QRS komplexů k frekvenci flutter vln v poměr 2:1, 3:1, ..., srdeční akce pravidelná, QRS štíhlé



# Flutter síní

---

**Typický flutter síní** (pilovité flutterové ve svodech vlnky II,III,aVF)

Pravidelná tachykardie velký reentry okruh v pravé síní

Lze ukončit a zabránit recidivě katetrovou ablací

Kardioverze

Antiarytmika

Prevence kardioembolizace

# Paroxysmální supraventrikulární tachykardie

---

Vznikají kroužením vzruchu přes AV uzel

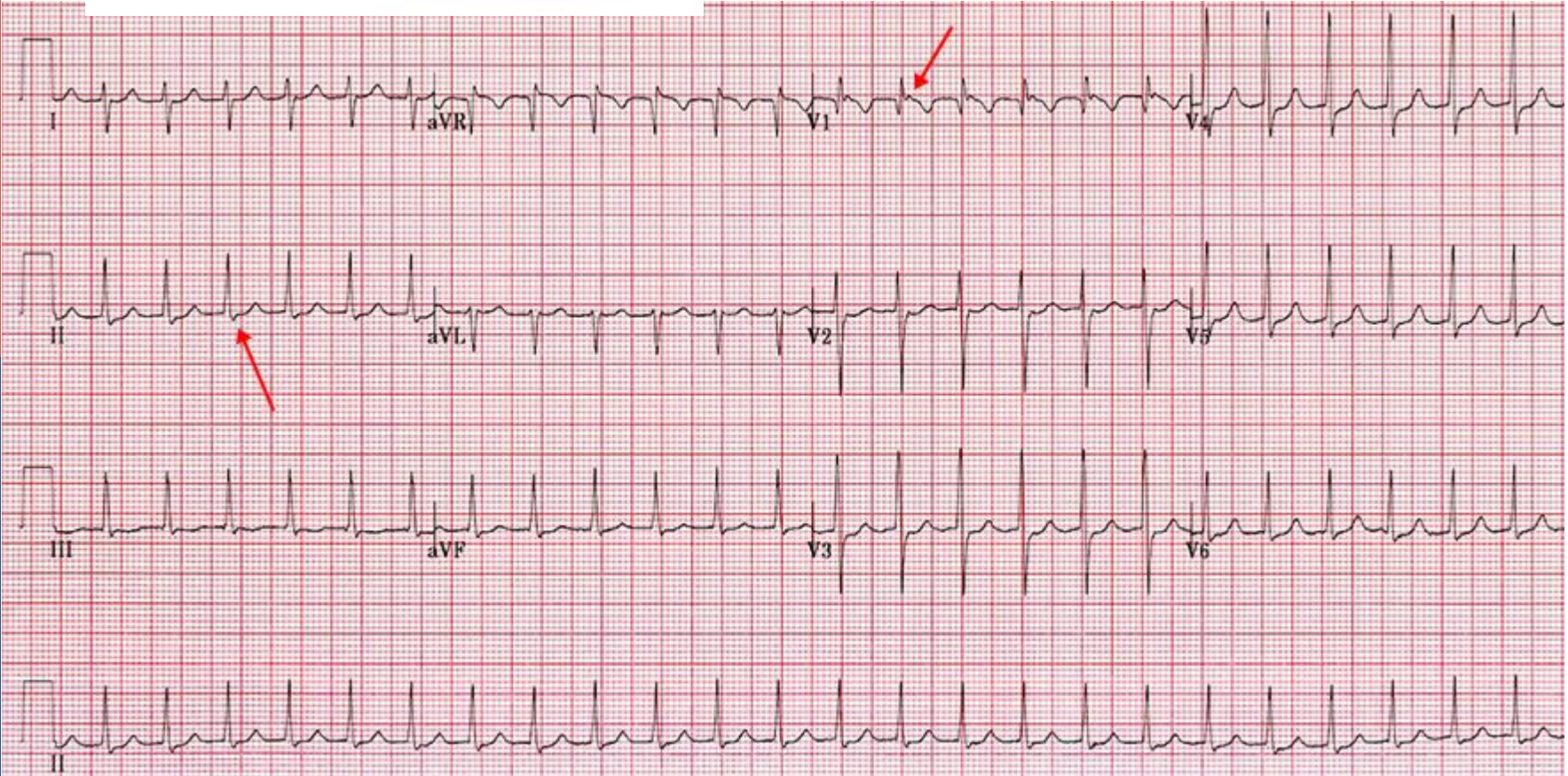
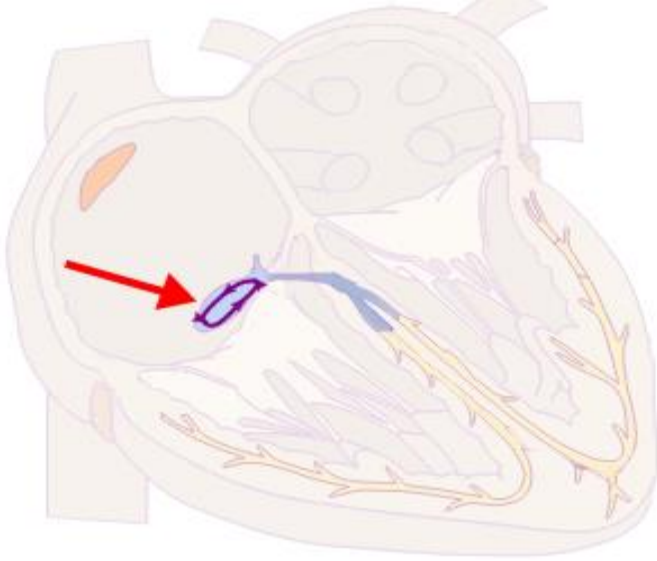
## **AV nodální reentry tachykardie**

## **AV reentry tachykardie**

- Startovány extrasystolou
- Náhle vznikají a náhle končí
- Vagové manévry zpomalují vedení AV uzlem a mohou arytmiu končit
- Iv arytmiika Adenosin-blokuje vedení AV uzlem
- Indikace ke katetrové ablaci



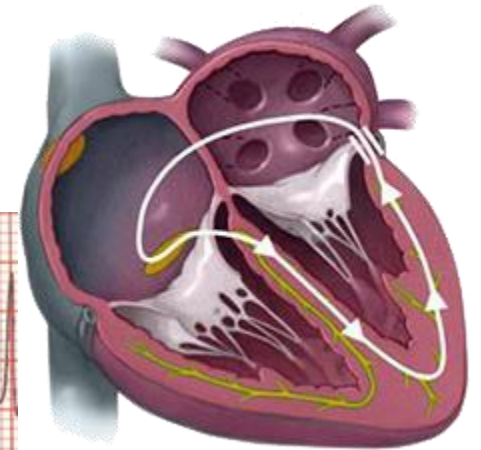
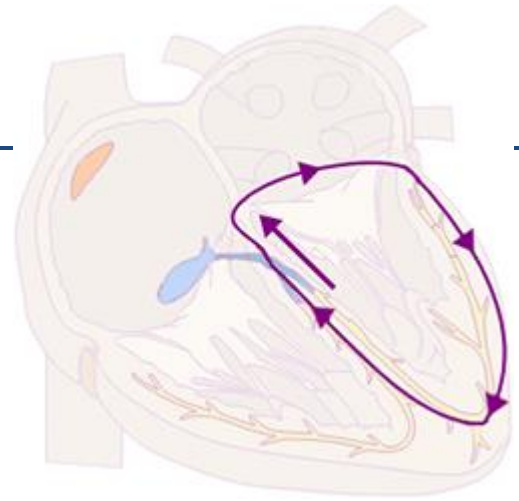
# AVNRT





# AVRNT

---



# Komorové tachykardie

---

Nejzávažnější arytmie s rizikem náhlé smrti

Přechod do fibrilace komor

Záchyt 3 a více širokých QRS komplexů komorového původu, frekvence  $>100/\text{min}$

## **Dělení:**

Podle tvaru QRS komplexu (monomorfní, polymorfní)

Podle délky trvání setrvalé X nesetrvalé

Podle přítomnosti srdečního onemocnění



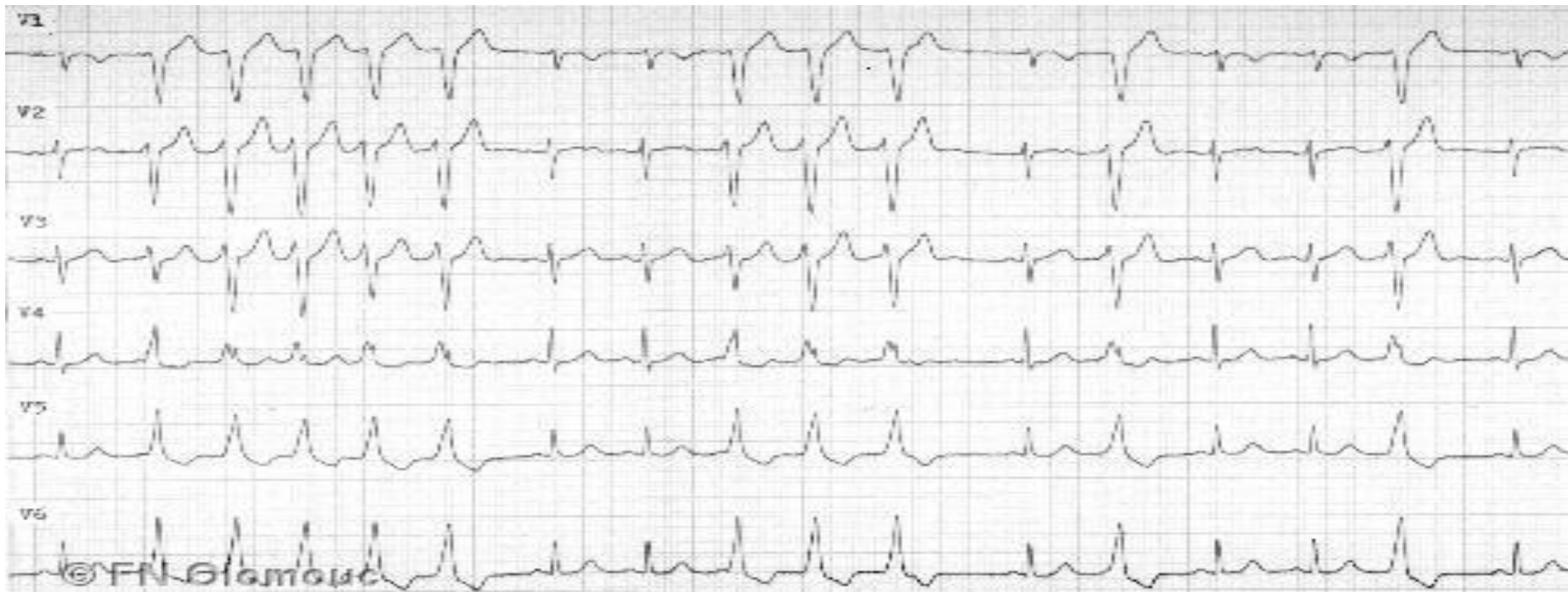
# Komorová tachykardie



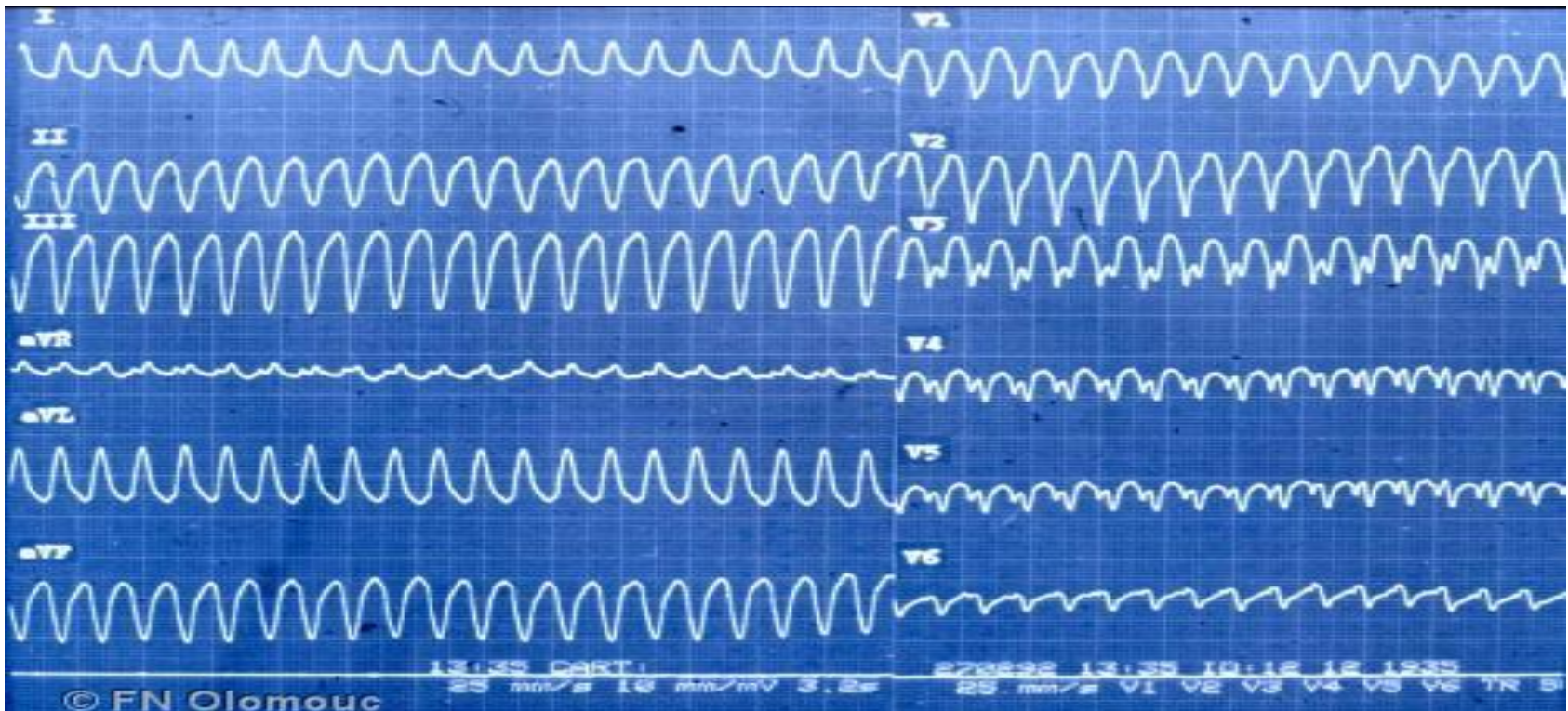
Life POINT

Přítomnost 3 a více po sobě následujících komplexů QRS,  
mají původ v komorách a frekvenci  $> 100/\text{min}$

## Nesetrvalá KT



# Setrvalá KT ( $> 30$ sec)



# Akutní léčba setrvalé KT

---

- První pomoc u nemocného v bezvědomí perkordiální úder-může ukončit KT
- Nejefektivnější elektrická kardioverze
- Recidiva KT po kardioverzi, podáváme amiodaron 150 mg iv., event výboj opakujeme
- Doplnujeme K a Mg iv, Mg můžeme podat i „naslepo,,
- Při zhroucení oběhu pokračujeme v resuscitaci
- Pokud to stav umožní natočit 12 svod ekg komorové tachykardie pro případnou katetrovou ablaci

# Prevence recidivy komorové tachykardie

---

Prevence hypokálemie

Pozitivní efekt betablokátorů

U organického postižení myokardu Amiodaron

Implantabilní kardioverter-defibrilátor (ICD)

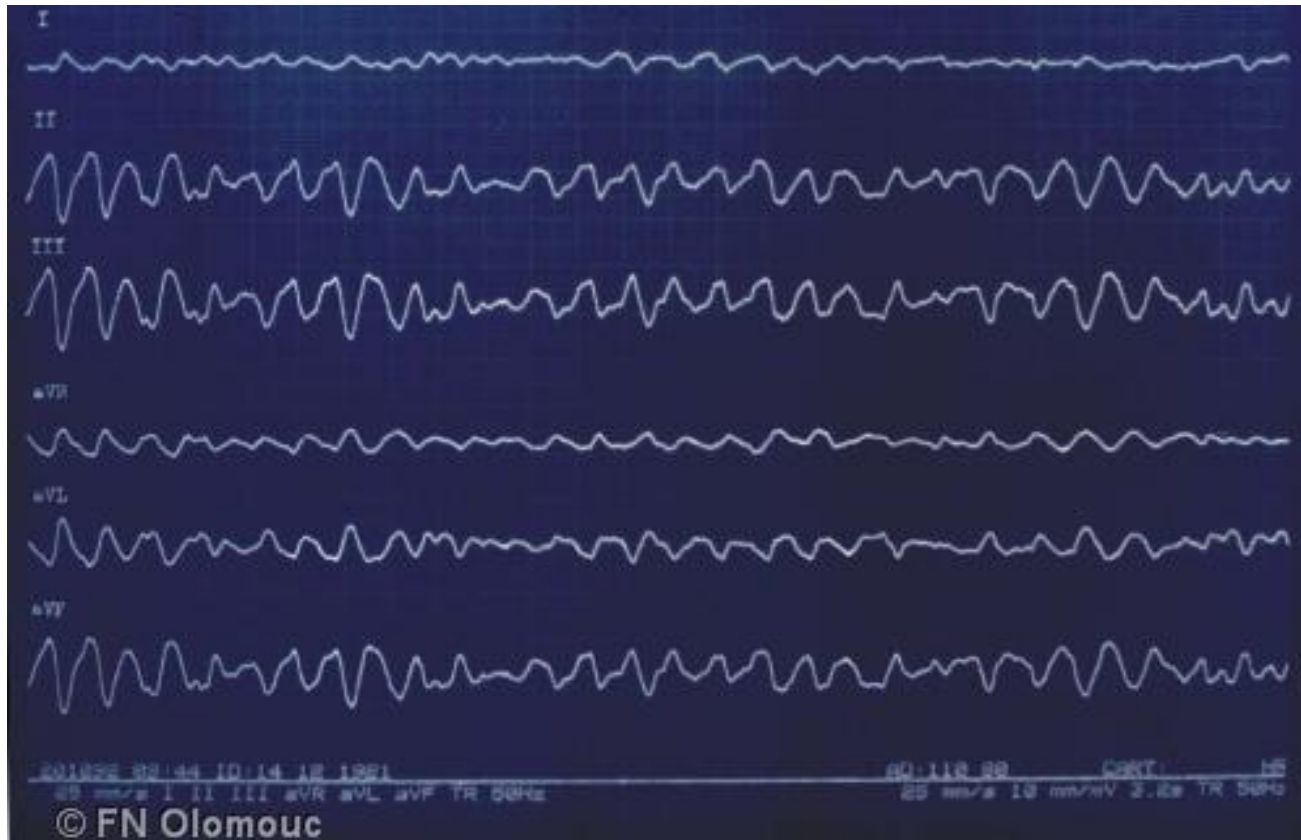
Sekundárně preventivní implantace

Primárně preventivní implantace

# Fibrilace komor



Chaotická, rychlá ( $>300/\text{min}$ ) elektrická aktivita,  
nekoordinované a hemodynamicky neúčinné kontrakce  
myokardu a zástava oběhu



# Fibrilace komor

---

Do 10 sekund ztráta vědomí

Po 3-5 minutách ireverzibilní poškození mozku a smrt

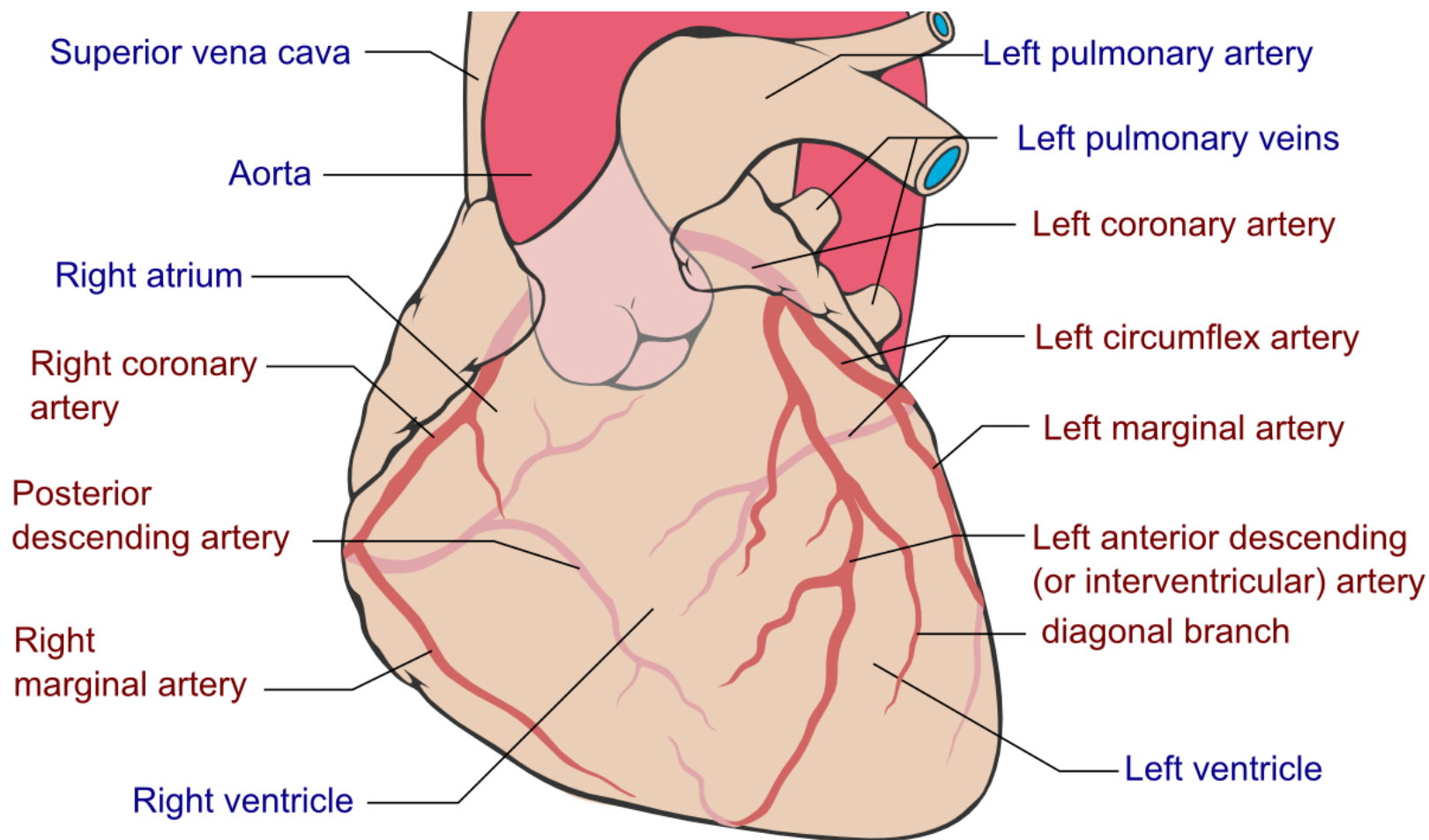
Často u AIM, u srdečního selhání  $<EF$  30%

Často předchází setrvalá komorová tachykardie

Léčba:Elektrická defibrilace, KPCR



# Cévní zásobení srdce



# Cévní zásobení srdce

---

- Pravá věnčitá tepna Arteria coronaria dextra – ACD
- Levá věnčitá tepna Arteria coronaria sinistra - ACS
- Ramus interventricularis anterior – RIA
- Ramus circumflexus - RC

# Onemocnění KVS-příznaky

---

- Bolest
- Dušnost
- Palpitace
- Kašel
- Otoky

# Ischemická choroba srdeční

---

- Nedostatečné prokrvení myokardu  
(aterosklerosa, vaskulitida, spasmus, embolie)

## **Projevy :**

Asymptomatické ICCHS

Přechodná ischemie - AP - bolest na hrudníku

Ischemická nekróza - infarkt myokardu

Srdeční selhání

Náhlá smrt




# Ateroskleróza

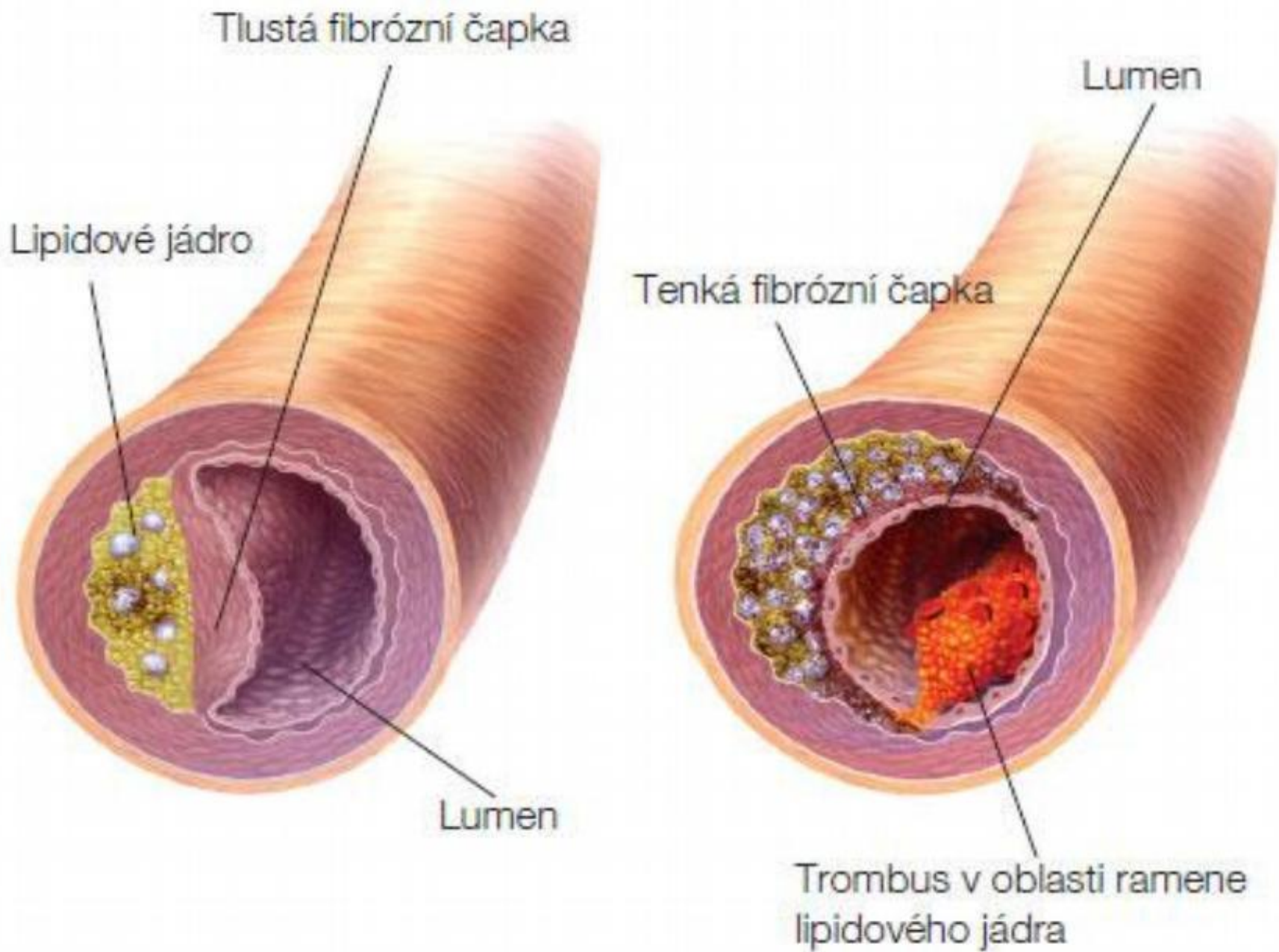
---

- ❑ Po narození tepny hladké, elastické, nekladou velký odpor
- ❑ ve věku 10 let jsou v cévních stěnách prokazatelné tzv. **lipidové proužky** - počáteční stádia ukládání cholesterolu a jiných tukových částic
- ❑ Postupem věku se do těchto proužků dál zabudovávají tukové látky, poškození cévní stěny

# Ateroskleróza

---

- aterosklerotický plát různé velikosti, zabudovává se v něm vápník, narůstáním může dojít k úplné obstrukci - ucpání tepny
- aterosklerotické pláty jsou na povrchu tvrdé, uvnitř obsahují měkké tuky
- ruptura tvrdšího obalu, tuky uvnitř se dostanou do kontaktu s krví, což zapříčiní vznik krevní sraženiny  uzávěr



# Akutní formy ICHS

---

- ❑ **Nestabilní angina pectoris** (nově vzniklé bolesti bez předchozích projevů onemocnění, též výrazné zhoršení stávajících, klidové bolesti)
- ❑ **Infarkt myokardu**
  - Netransmurální** (infarkt neprocházející celou stěnou svaloviny, bývá menšího rozsahu)
  - Transmurální infarkt myokardu** (infarkt postihující celou tloušťku myokardu)
- ❑ **Náhlá koronární smrt**



# Chronická ischemická choroba srdeční

---

- ❑ u postupného narůstání plátu (bez jeho prasknutí) cévy vytvoří **kolaterální** oběhu
- ❑ **Stabilní AP** (ekvivalent –dušnost)
- ❑ **Prokázaná koronární aterosklerosa** s anamnézou anginy pectoris v minulosti
- ❑ **Stp. infarktu myokardu**
- ❑ **Stp. PCI či CABG**

# Faktory zhoršující prognozu nemocných s chron. ICHS

---

- Diabetes
- Manifestní ateroskleróza v jiných lokalizacích
- Vícečetné stenózy při koronarografii
  
- Dysfunkce LK a/nebo klinické projevy srdečního selhání
- Rozsáhlejší / dřívější ischemie při zátěžových testech
- Vyšší stupeň funkčního omezení (CCS, NYHA)
- Věk
- Deprese
- Vyšší srdeční frekvence

# Akutní infarkt myokardu

---

## Příčiny:

Ateroskleróza

Embolizace vegetací při IE, trombů

Arteritida –polyarteritis nodosa, Takayasuova nemoc

Spasmy věnčitých tepen – Prinzmetalova AP, drogy-kokain, cannabis

# Časová sekvence dějů při začátku ischemie

---

- 1. Koronární okluze** (trombus, spasmus)  
kritické snížení koronární rezervy (stenóza+ zátěž)
- 2. Za 10-15 sekund:** snížení až vymizení kontrakcí myokardu v ischemické oblasti
- 3. Za 30-120 sekund:** EKG změny (STE, STD, arytmie)
- 4. Za 2-5 minut:** bolest
- 5. Za 5-20 minut:** nekroza (hs-Tn)
- 6. Za 1-4 hodiny:** patologické Q na EKG
- 7. Za 6-24 hodin:** kompletní nekroza ischemické oblasti

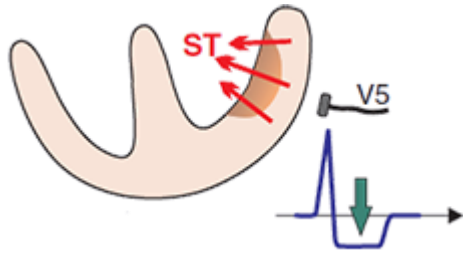
# Akutní infarkt myokardu

---

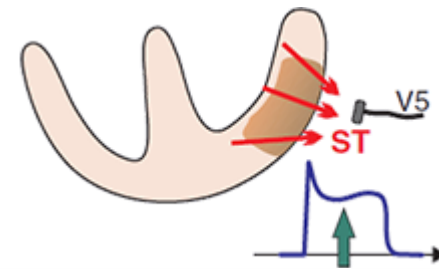
- **Bolest, tlak, pálení, řezání, těžkost** za hrudní kostí a může se šířit do levého ramena a ruky, do krku, zad
- pálení žáhy, zvracení, bolest břicha
- geriatrický pacient-zmatenost
- Arytmie
- AV blokády
- bezbolestná forma
- Náhlá smrt



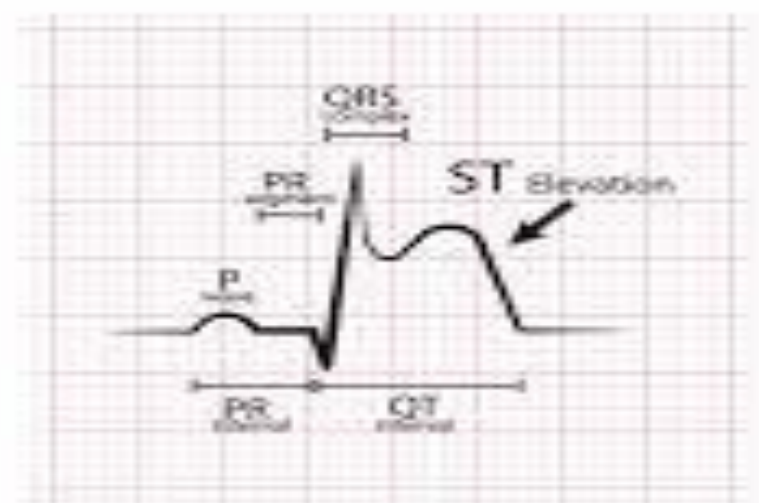
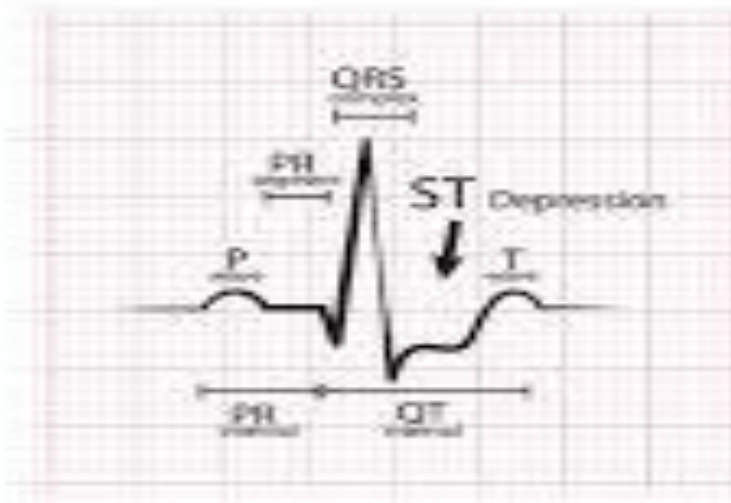
# Dělení akutního infarktu myokardu

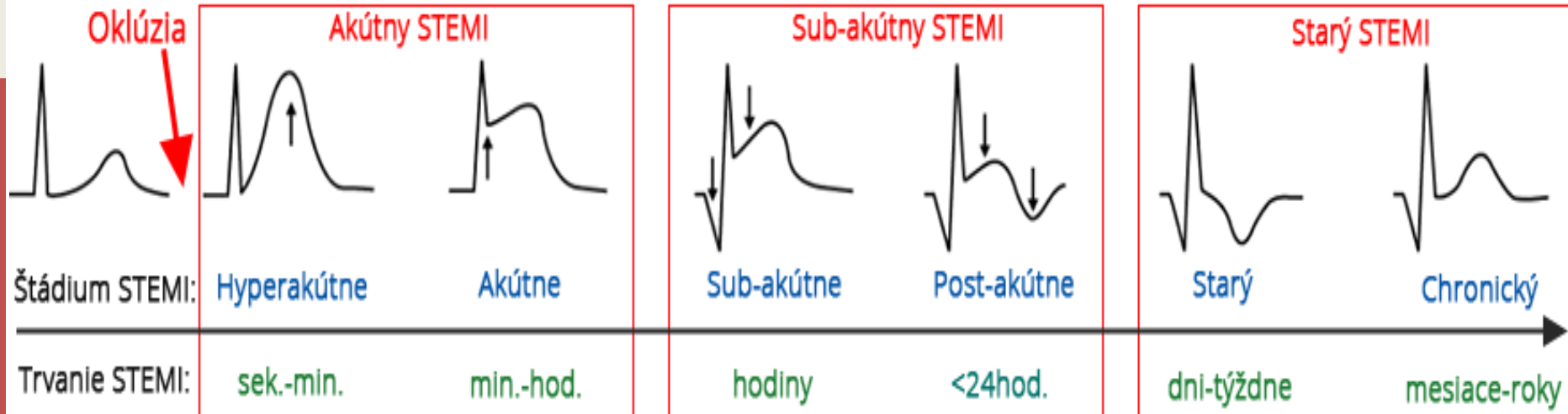


NSTEMI



STEMI





# Diagnostika AIM

---

Anamnéza

Kardiospecifické markery: myogloin, CK, Troponiny

Rtg srdce a plic

Echokardiografie

SKG

**Diferenciální diagnostika:**

Plicní embolie, disekce aorty

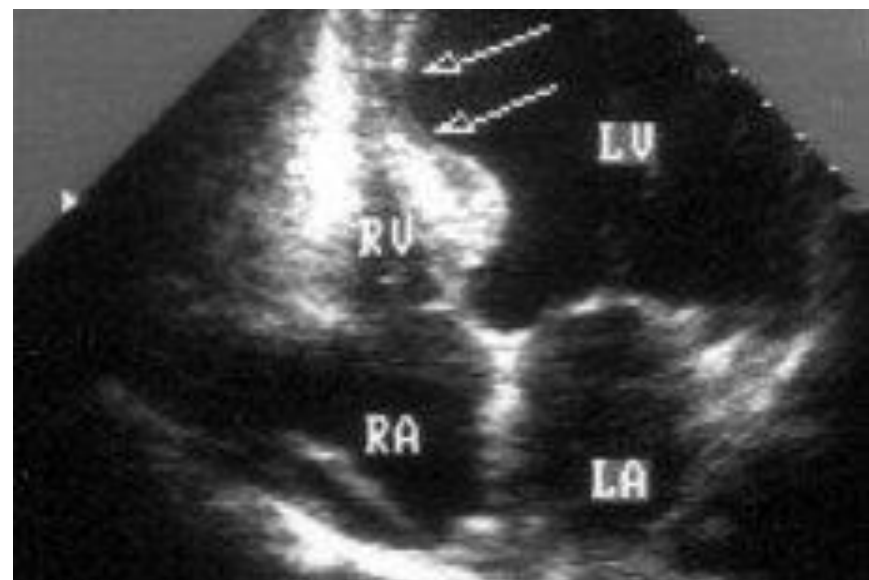
Muskuloskeletální potíže

- 
- ❑ **Troponin (T, I)** – zvyšuje se již za 3 hodiny od vzniku stenokardie → signál nekrózy myokardu
  - ❑ **Hs Troponin I** do 30 minut
  
  - ❑ **CK-MB** (kreatinkináza – myokardiální izoenzym) – Zvyšuje se strmě za 4 hodiny od počátku obtíží – Aktivita vrcholí za 24 hodin, poté klesá
  
  - ❑ **Myoglobin** – Specifický (v myokardu i kosterním svalu!) při současném použití CK-MB, troponinu v séru narůstá již za 2 hodiny, pokles k normě do 48 hodin

# Echokardiografie + kardiomarkery

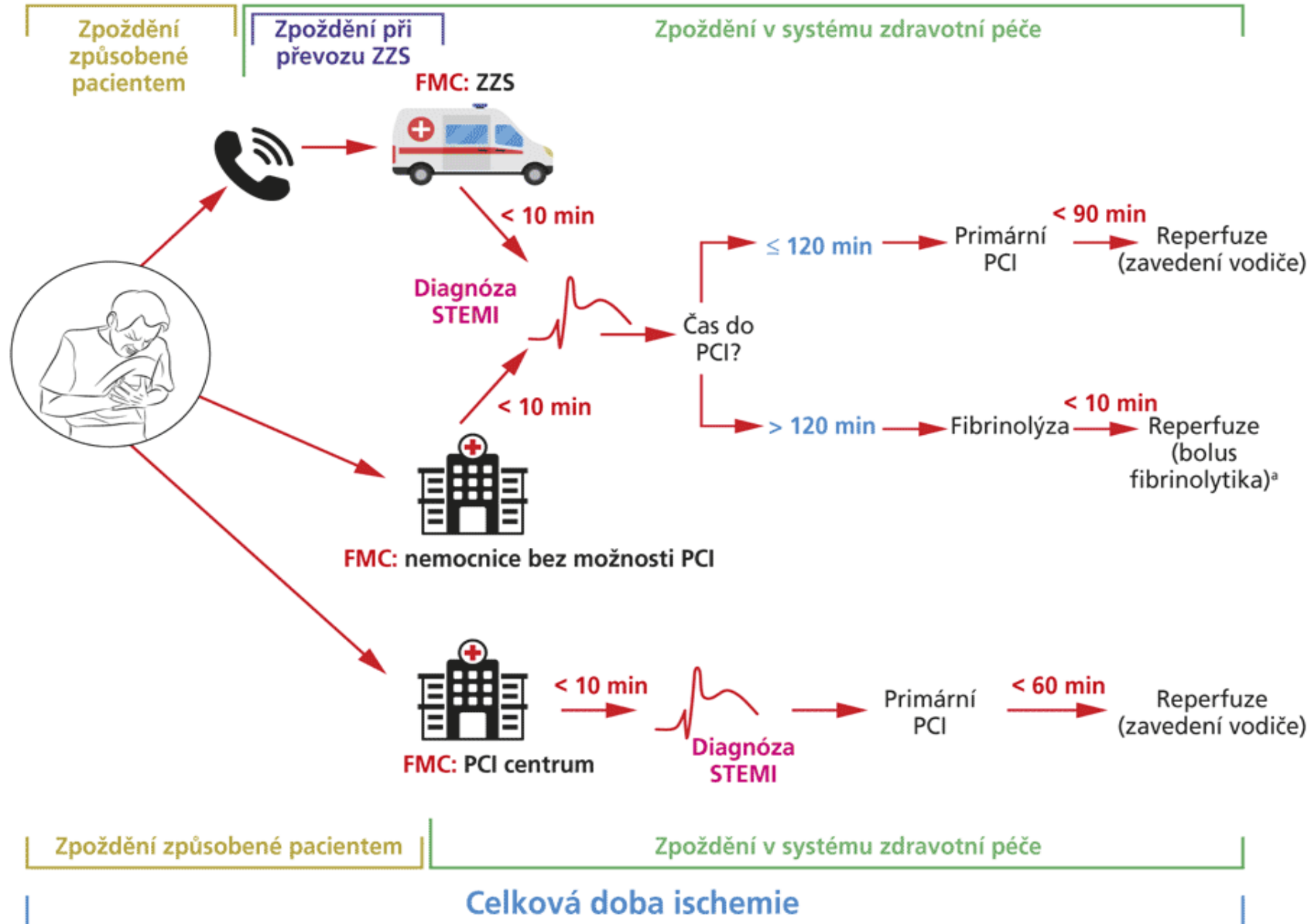
---

- Porucha kinetiky
- Ruptura papilárního svalu
- Pseudoaneurysma
- Ruptura stěny





## Celková doba ischemie



Obr. 2 – Způsoby prvního kontaktu s pacientem, složky doby trvání ischemie a algoritmus pro výběr reperfuční strategie. FMC – první kontakt se zdravotnickým personálem (first medical contact); PCI – perkutánní koronární intervence; STEMI – infarkt myokardu s elevací úseku

# Léčba AIM

---

## **Lékař prvního kontaktu:**

ASA+antiagregační lék(trombex,Prasugrel,Briligue)

Heparin 1 000j na 10 kg hmotnosti

Oxygenoterapie

Analgetika-anodyna

Benzodiazepiny

Betablokátory

Nitráty

Statiny

# Léčba AIM

---

## Nemocniční léčba AIM

Systémová trombolýza

Perkutánní koronární intervence (PCI)

Akutní aortokoronární bypass

## Sekundární prevence

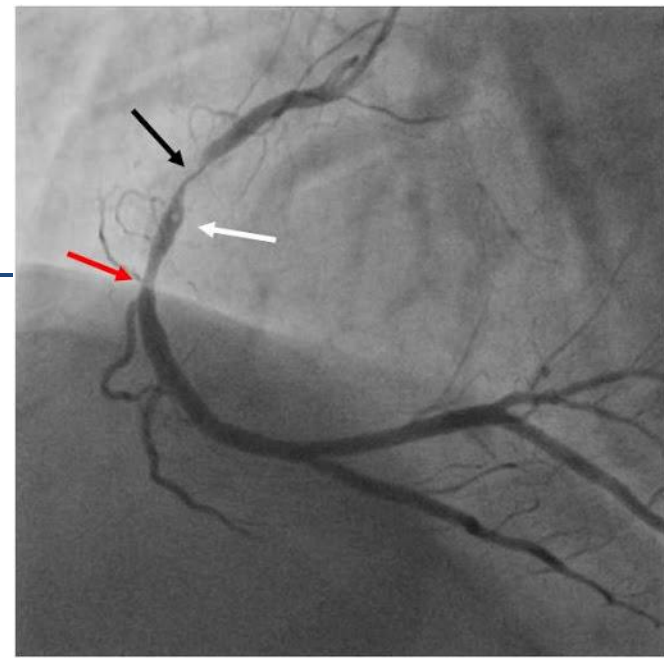
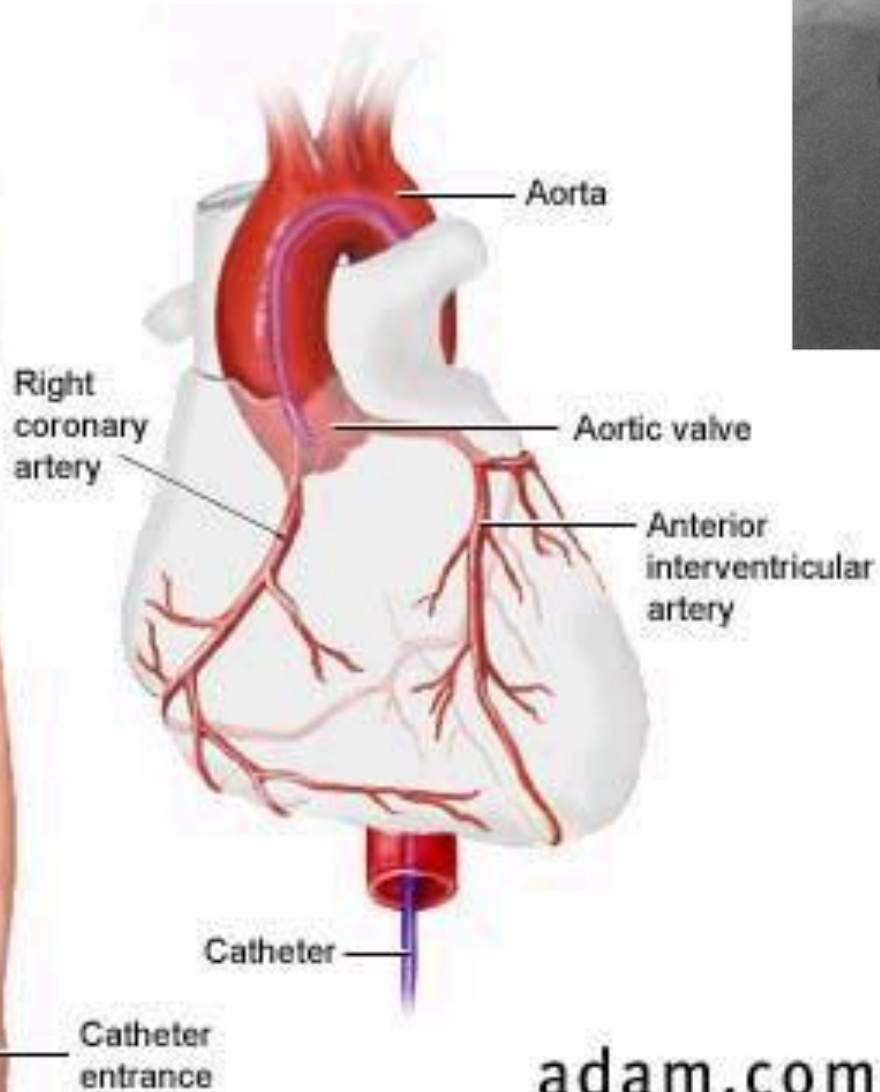
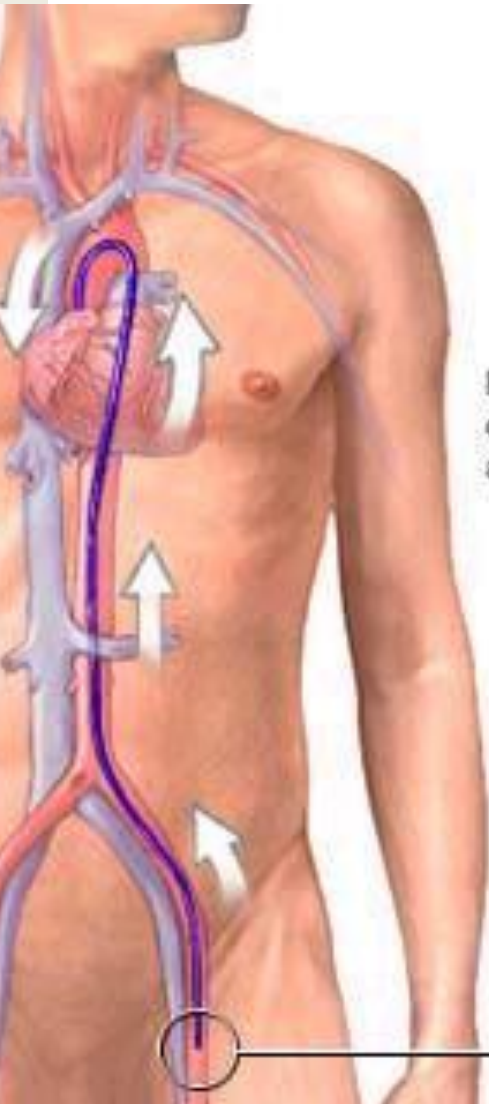
ASA, duální antiagregace

Betablokátory

ACEI

Statiny

# SKG



# Logistika přednemocniční péče

- diagnózy STEMI v přednemocničním prostředí zkracuje okamžitá aktivace katetrizačního sálu prodlevy a snižuje mortalitu
- **Reperfuzní léčba**
- pacientů se STEMI, kteří byli dopraveni do zdravotnického zařízení do 12 hodin od nástupu symptomů a do 120 minut od stanovení diagnózy STEMI, je preferovanou reperfuzní strategií primární PCI
- Symptomatictí pacienti i po 12 hodinách



# Dlouhodobá léčba po infarktu myokardu s elevacemi úseku ST

---

- Úprava životosprávy, kouření, hmotnost
- Pohybová aktivita
- Krevní tlak
  
- **Antitrombotická léčba**
- ASA
- PCI -ASA a inhibitoru P2Y12 (prasugrel, ticagrelor nebo clopidogrel) po dobu až 12 měsíců
- Beta-blokátor
- Hypolipidemická léčba
- Nitráty
- Blokátory kalciových kanálů
- ACEI, betablokátory

# Doporučení pro invazivní vyšetření:

---

- • okamžitá SKG indikována u nemocných s přetrvávající AP provázenou dynamickými změnami ST úseků hemodynamickou nestabilitou, srdečním selháním a život ohrožujícími poruchami srdečního rytmu
- • SKG časná (do 72 hod od vzniku potíží) indikována u nemocných se středním rizikem, které se daří iniciálně stabilizovat farmakoterapií.

# Komplikace AIM

---

- Arytmie
- Selhání LK – Projevem je plicní edém (akutní stav!)
- Kardiogenní šok
- Aneurysma srdeční stěny – S rizikem následné ruptury stěny → tamponáda srdeční → smrt
- Ruptura papilárního svalu mitrální chlopně
- Ruptura komorového sept

# Srdeční selhání - definice

---

- Stav, při kterém srdce není schopno přečerpávat krev v souladu s potřebami organismu
- K tomuto stavu vede celá řada chorob srdce i některé choroby mimosrdeční

# Srdeční selhání - příčiny

---

- **Příčinou srdečního selhání** může být celá řada chorob:
  - **Ischemická choroba srdeční** (snížená funkce nedostatečně prokrveného srdečního svalu, jizvy)
  - **Hypertenze**
  - **Chlopenní vady**
  - **Kardiomyopatie**
  - **Otravy a nežádoucí účinky léčiv**
  - **Anemie** (srdce musí pumpovat větší objem krve, protože malý počet červených krvinek transportuje málo O<sub>2</sub>)



# Srdeční selhání - dělení

---

- **Podle rychlosti nástupu:**
  - Akutní a chronické srdeční selhání
  
- **Podle postiženého srdečního oddílu**
  - Levostranné a pravostranné srdeční selhání
  
- **Podle charakteru poruchy funkce**
  - systolické a diastolické srdeční selhání

# Srdeční selhání - patofyziologie

---

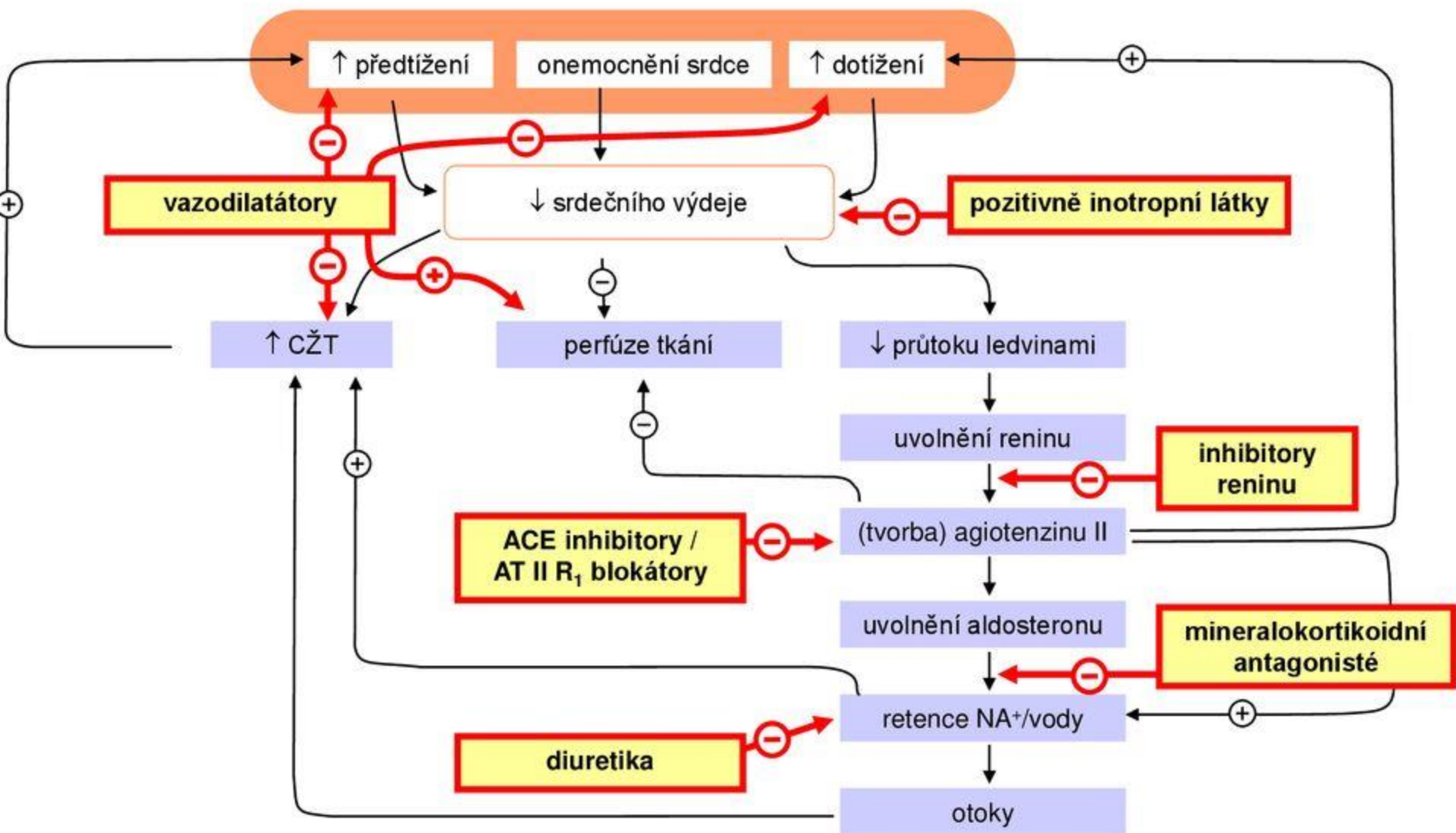
- Srdeční nedostatečnost se projeví buď zmenšením objemu krve, které srdce zvládne při svém stahu přečerpat (***systolická***) nebo
- se hůře plní vzhledem ke změněným vlastnostem srdeční stěny (***diastolická***)
- Následkem nedostatečnosti je snížené prokrvení orgánů a městnání krve v žilách před srdcem (***viz příznaky***)

# Srdeční selhání - patofyziologie

---

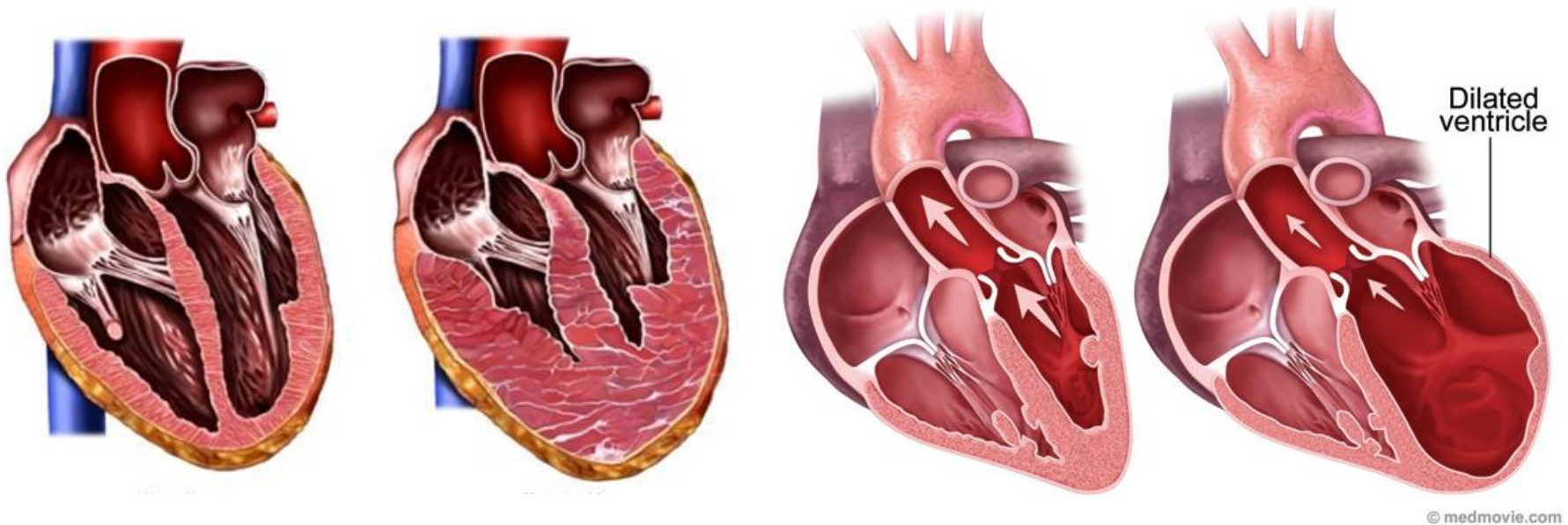
- Pokud selhání vzniká chronicky, srdce se snaží zvýšené zátěži přizpůsobit zvětšením tloušťky své stěny – **hypertrofií**.
- Takováto stěna je ale pak příliš tuhá a nepružná, srdce se dále vyčerpává a nakonec se může roztáhnout – **dilatace** – čímž se jeho funkce dále zhoršuje – bludný kruh.

# Patofyziologie srdečního selhání



# Srdeční selhání - patofyziologie

- Porovnání normálního a hypertrofického srdce (vlevo) a normálního a dilatovaného srdce (vpravo)

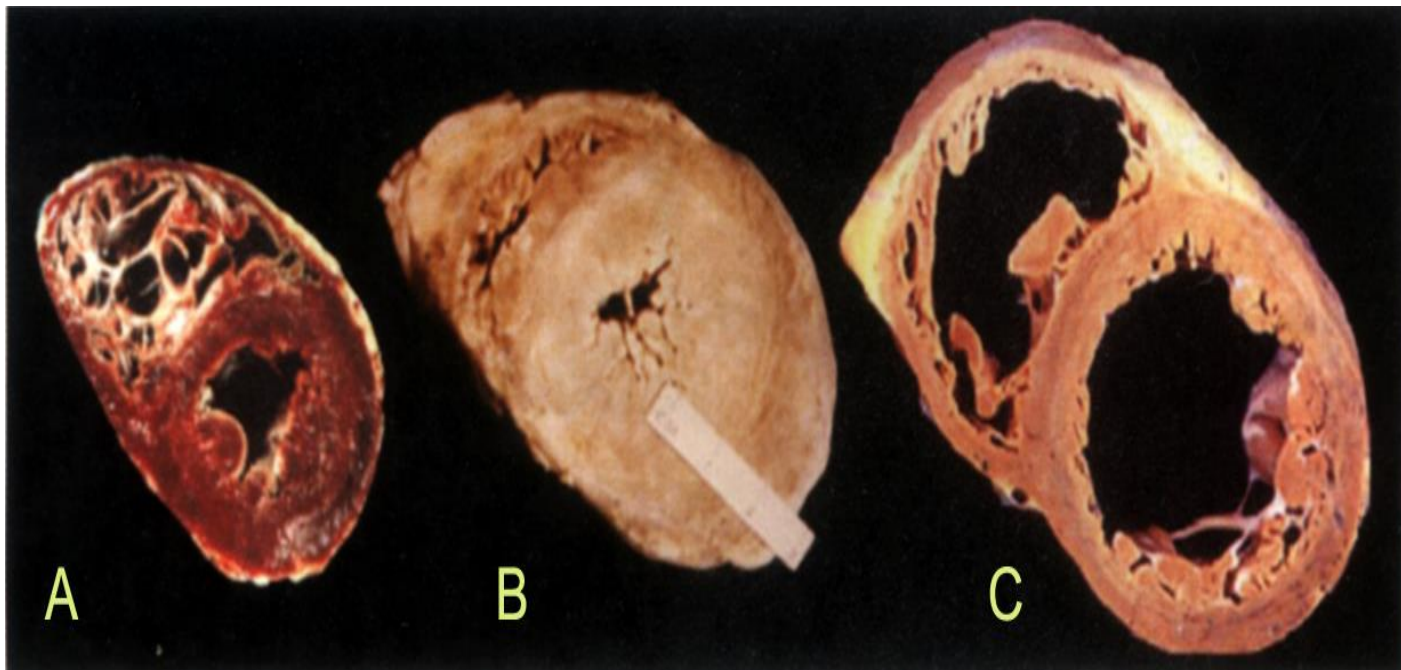




# Srdeční selhání - patofyziologie

---

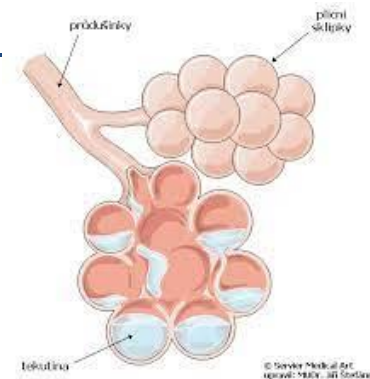
- Příčné řezy normálním, hypertrofickým a dilatovaným srdcem



# Akutní levostranné selhání

---

Život ohrožující stav, rychlý nástup příznaků



**Příčina:** AIM, arytmie, hypertenzní krize, regurgitační vady, dekompenzace chronického srdečního selhání

**Důsledkem:** městnání v plicích, plicní edém, hypoperfúze orgánů, kardiogenní šok

**Kompensace:** aktivace sympatiku, tachykardie, periferní vasokonstrikce, zvýšená kontraktilita a krevní tlak

# Akutní levostranné selhání

## Klinický obraz:

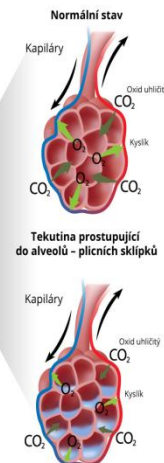
dušnost, snížení tolerance zátěže (NYHA)

Paroxysmální noční dušnost, ortopnoe

Plicní edém → ortopnoicky dušný, tachypnoe, vyděšený, kašle zpěněné sputum, pěna u úst, centrální cyanóza

Kardiogenní šok → unavený, bradypsychický, bledý, porucha vědomí, hypotenze, metabolická acidóza, oligurie, multiorgánové selhání

**Plicní edém**  
otok plic - voda na plicích

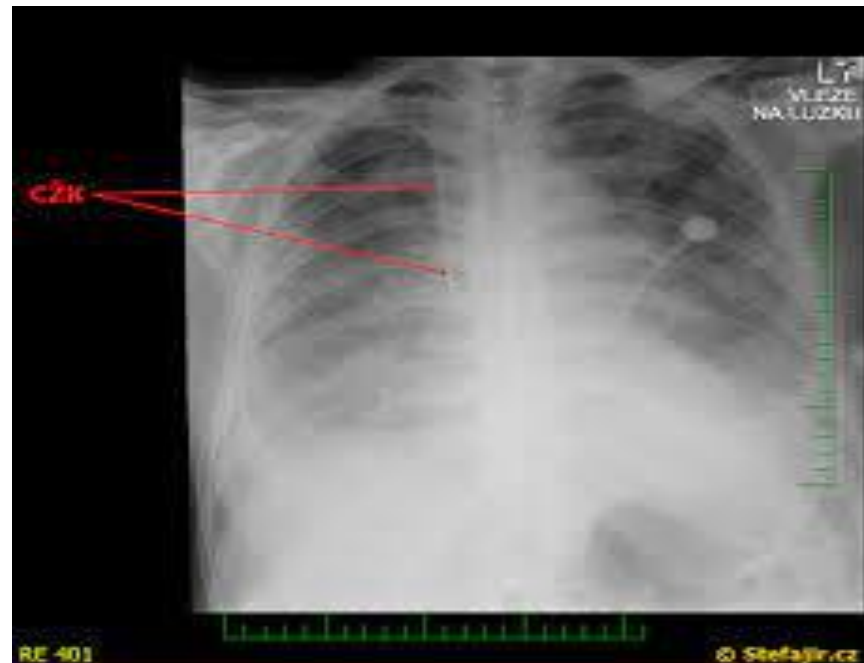


# Akutní levostranné selhání

---

Diagnostika: dušnost, chrůpky na plicích, vitální funkce, cvalový rytmus, pulzus alternans, ekg

Rtg srdce a plic, echo



# Akutní levostranné selhání

---

## **Domácí léčba:**

- poloha v sedě, NTG, nekrvavá venepunkce- podvazy

## **RZP:**

- O<sub>2</sub>, Fentanyl(morfin), Furosemid, Nitráty, Digoxin

## **Nemocnice:** pokračujeme viz výše

- Inhibitory fosfodiesterázy (Levosimendan) zlepší kontraktilitu, bez zvýšení nároků na O<sub>2</sub> a energii
- Katecholaminy (TK a kontraktilita)

## **Přístrojová léčba:**

- kontinuální eliminační metody CVVH
- UPV, IABK, ECMO

# Chronické srdeční levostranné selhání

---

## **Příčina:**

- systolická nebo diastolická dysfunkce levé komory
- ICHS, revmatické choroba, ao+mi vada, kardiomyopatie, metabolické poruchy, tachykardie, neléčená hypertenze.

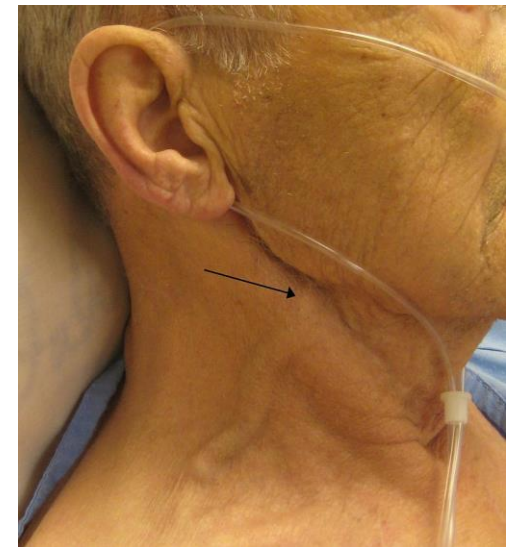
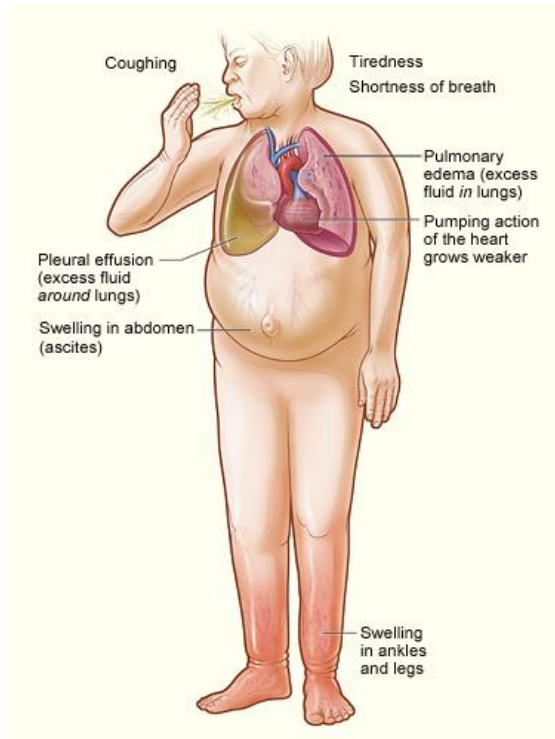
## **Klinický obraz:**

- narůstající únava a nevykonnost, kachexie
- Oligurie a nykturie, změny chování
- Námahová dušnost, noční dušnost
- Zhoršení f-ce ledvin otoky



# Srdeční selhání - příznaky

- Souhrn, otoky dolních končetin, zvýšená náplň krčních žil, dušnost

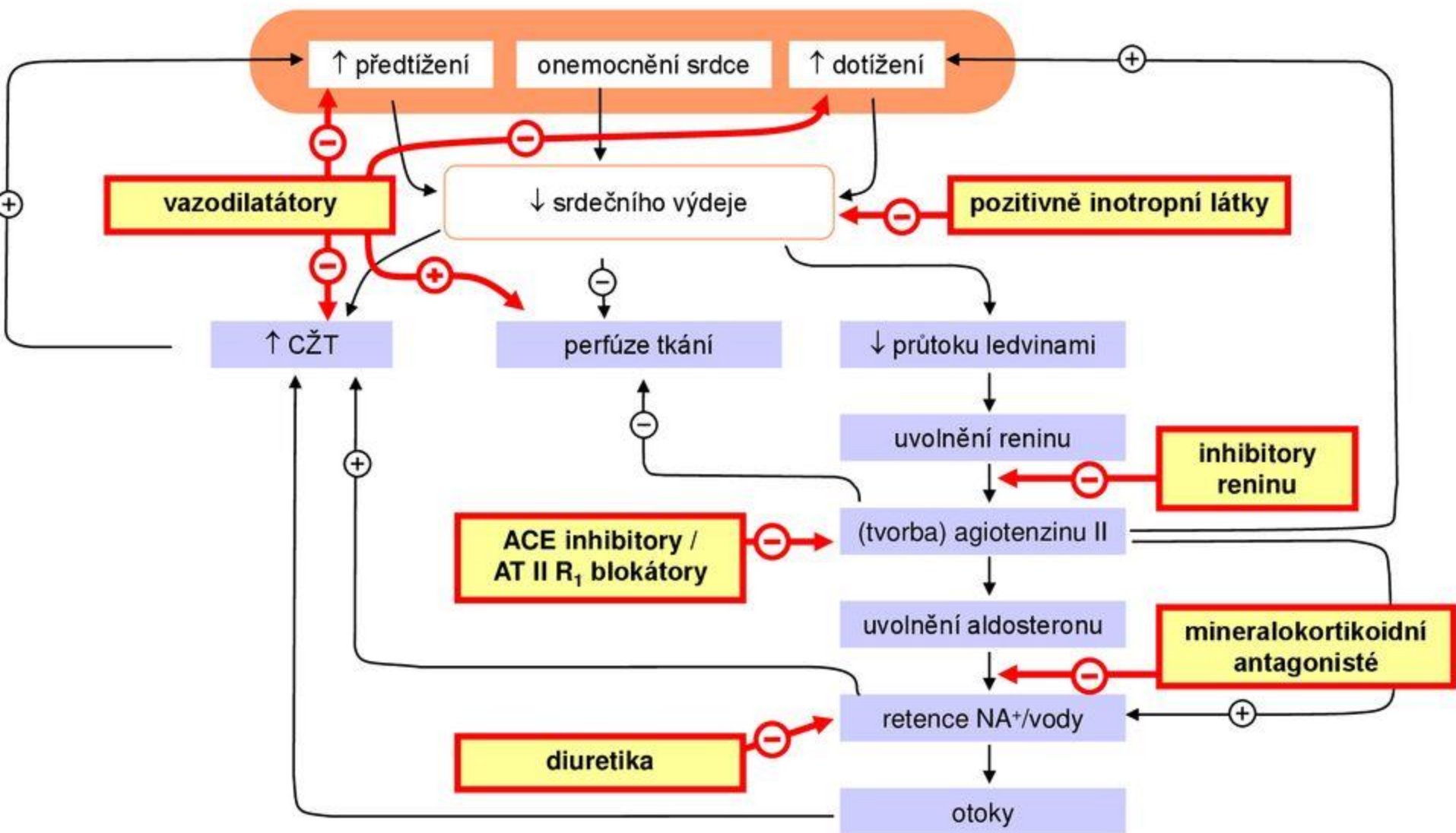


# Srdeční selhání - diagnostika

- Zejména na základě klinických příznaků
- Echokardiografie
- RTG vyšetření srdce a plic
- Biochemické markery NT-proBNP, BNP



# Patofyziologie srdečního selhání



# Léčba

---

## **Nefarmakologická opatření:**

Sledování hmotnosti, omezit příjem Na, alkoholu, redukce hmotnosti, nekouřit, vakcinace –chřipka, pneumokok

## **Farmakologická léčba:**

Diuretika, Digoxin

ACEI(Enalapril, Tritace, Gopten,..)

Blokátory AT1-sartany (Lozap, Valsalcor..)

ARNI (Entresto)

Betablokátory

Blokátory receptorů pro aldosteron

Glifloziny (Forxiga..)

Stimulátor solubilní guanylátcyklázy(Verquovo)

# Léčba

---

## **Invazivní léčba**

Revaskularizace myokardu

Transplantace srdce

## **Přístrojová léčba**

Resynchronizační léčba (biventrikulární stimulace)

ICD

Mechanické srdeční podpory

# Patofyziologie srdečního selhání

