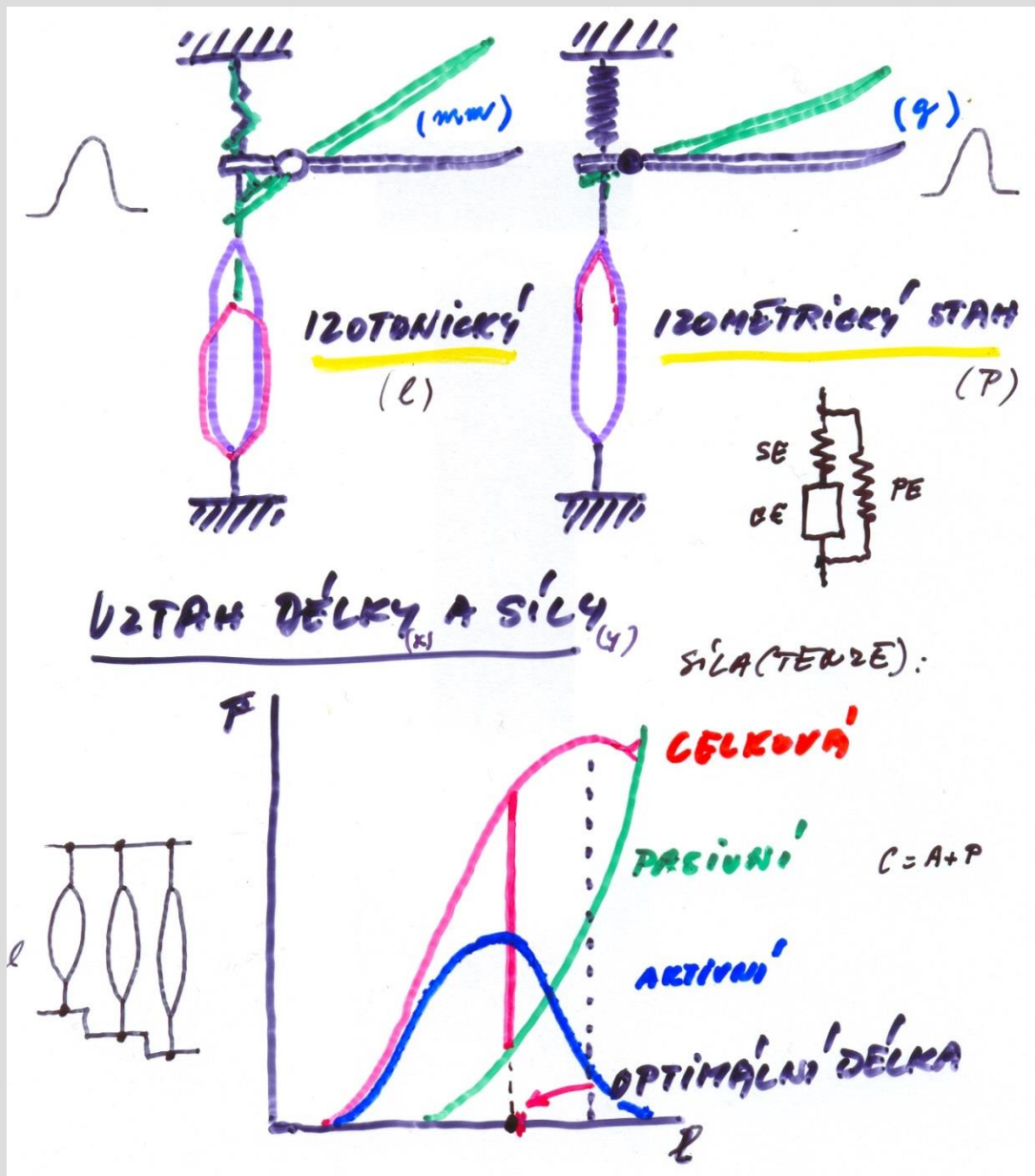


**MECHANIKA SRDEČNÍ ČINNOSTI**  
**SRDEČNÍ CYKLUS**  
**SRDEČNÍ SELHÁNÍ**

# PASIVNÍ PROTAŽENÍ

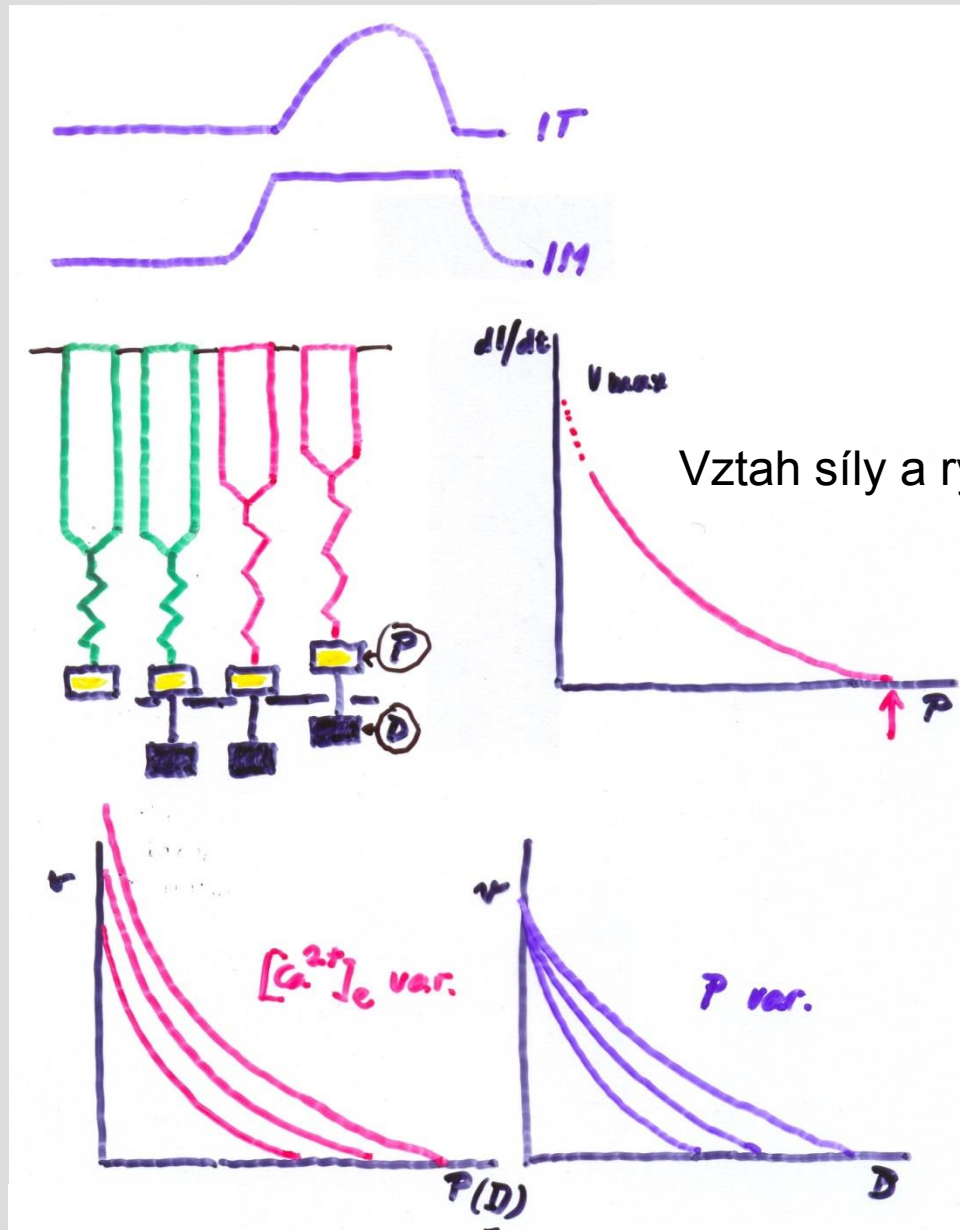
# AKTIVNÍ PROTAŽENÍ



**STARLINGŮV PRINCIP (zákon) (heterometrická autoregulace)**

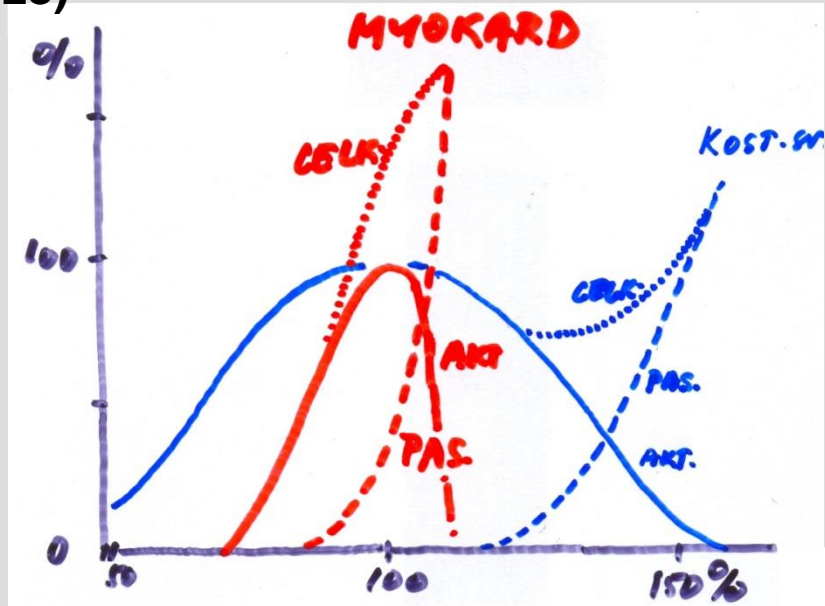
# DOTÍŽENÁ KONTRAKCE

PRELOAD – předtížení, AFTERLOAD - dotížení



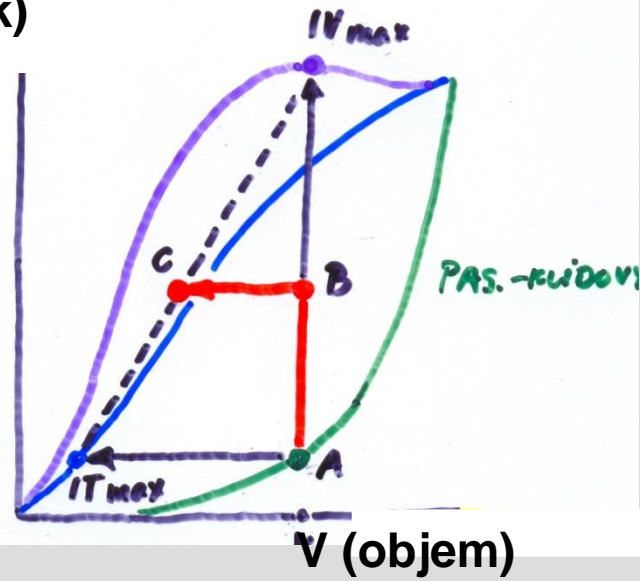
Vztah síly a rychlosti stahu

T (tenze)



D (délka)

P (tlak)



V (objem)

# LAPLACEŮV ZÁKON

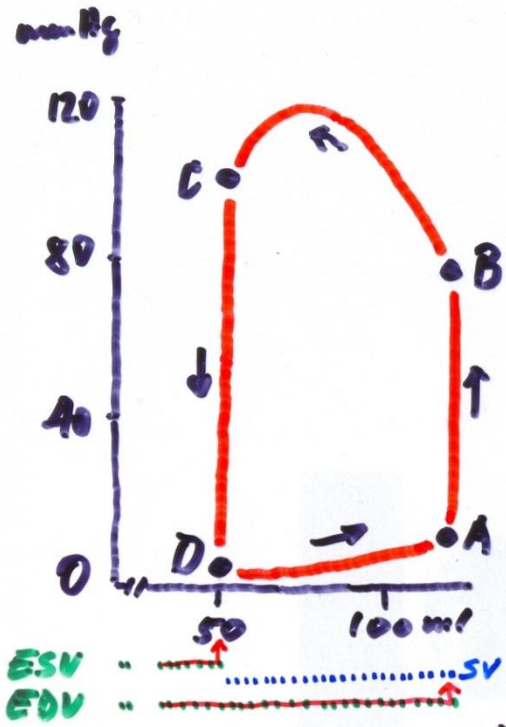
$$T = P \cdot r / h$$

$$\uparrow P = T \cdot \uparrow h / \downarrow r$$

## HYPERTROFIE

1.  $\uparrow T = \uparrow VO_2$
2.  $\uparrow h$

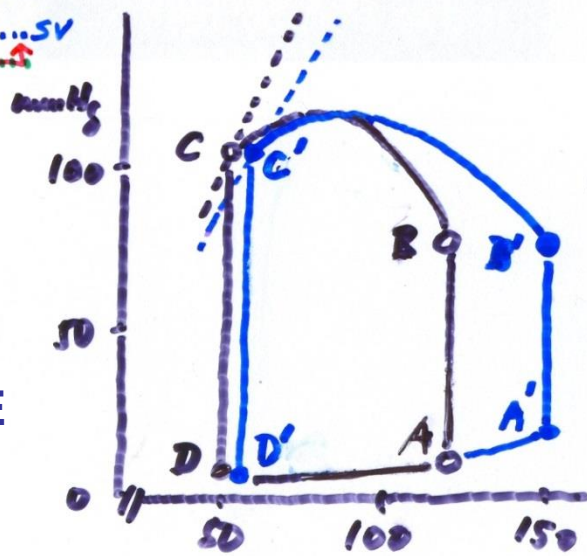
AB - izovol. kontrakce  
 BC - ejekce  
 CD - izovol. relaxace  
 DA - plnění (filling)  
 • ABCD = srd. práce =  $\dot{V}O_2$   
 (H. WORK)



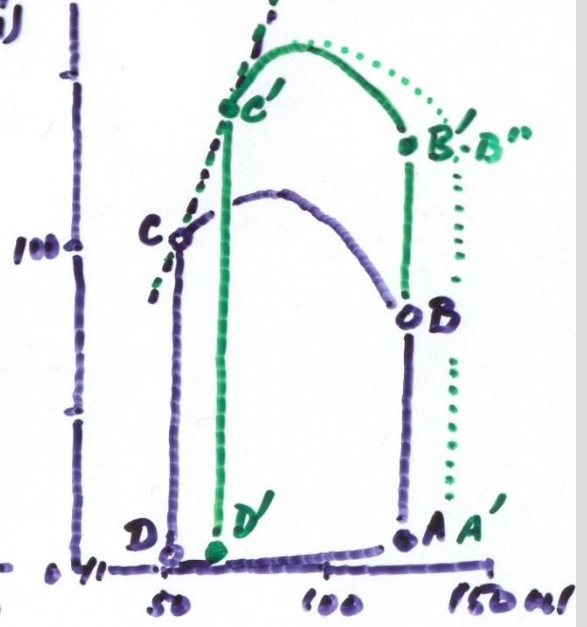
$$EF = \frac{EDV - ESV}{EDV}$$

EJEKČNÍ FRAKCE

$\Delta$  NAPĚNÍ (PRELOAD)  
 (PŘETÍŽENÍ)



$\Delta$  ODPOR (ARTERIAL)  
 (DOTÍŽENÍ)



$$P = \underline{T} \cdot 2h \cdot \underline{r}^{-1}$$

**Diastola:** r i T rostou, P nejprve klesá, poté roste (vztah délka/tenze)

$$\underline{P} = \underline{T} \cdot 2h \cdot r^{-1}$$

**Izovolumická kontrakce:** T roste při uzavřených chlopních –  
vzestup P

$$\underline{P} = T \cdot 2\underline{h} \cdot r^{-1}$$

**Ejekce:** r klesá, h roste, proto P roste i při stejné T

$$P = \underline{T} \cdot 2h \cdot r^{-1}$$

**Izovolumická relaxace:** T klesá při uzavřených chlopních – pokles P

FILLING

↑ PRESSURE

EJECTION

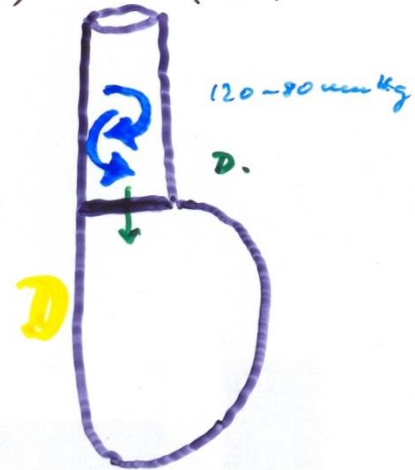
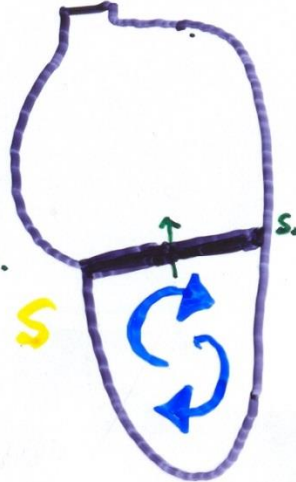
↓ PRESSURE

PLNĚNÍ  
(ΔV)

↑ TLAKA  
(ΔP)

EJEKCE  
(-ΔV)

↓ TLAKA  
(-ΔP)



mmHg: 0-8

8-80

80-120

120-0

OZVY

SELESTY

STENOZA/INSUFERENCE  
(REFLUX)

IV. I.

II. III.

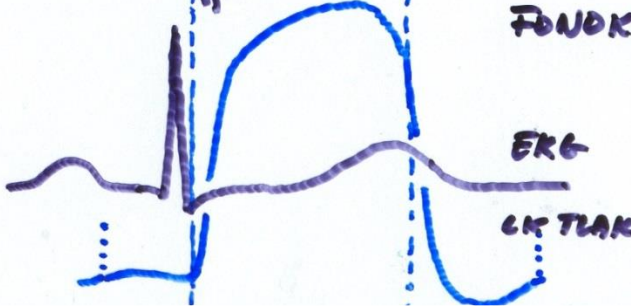
I.

II.



FUNKARDIOGRAM

SYST.

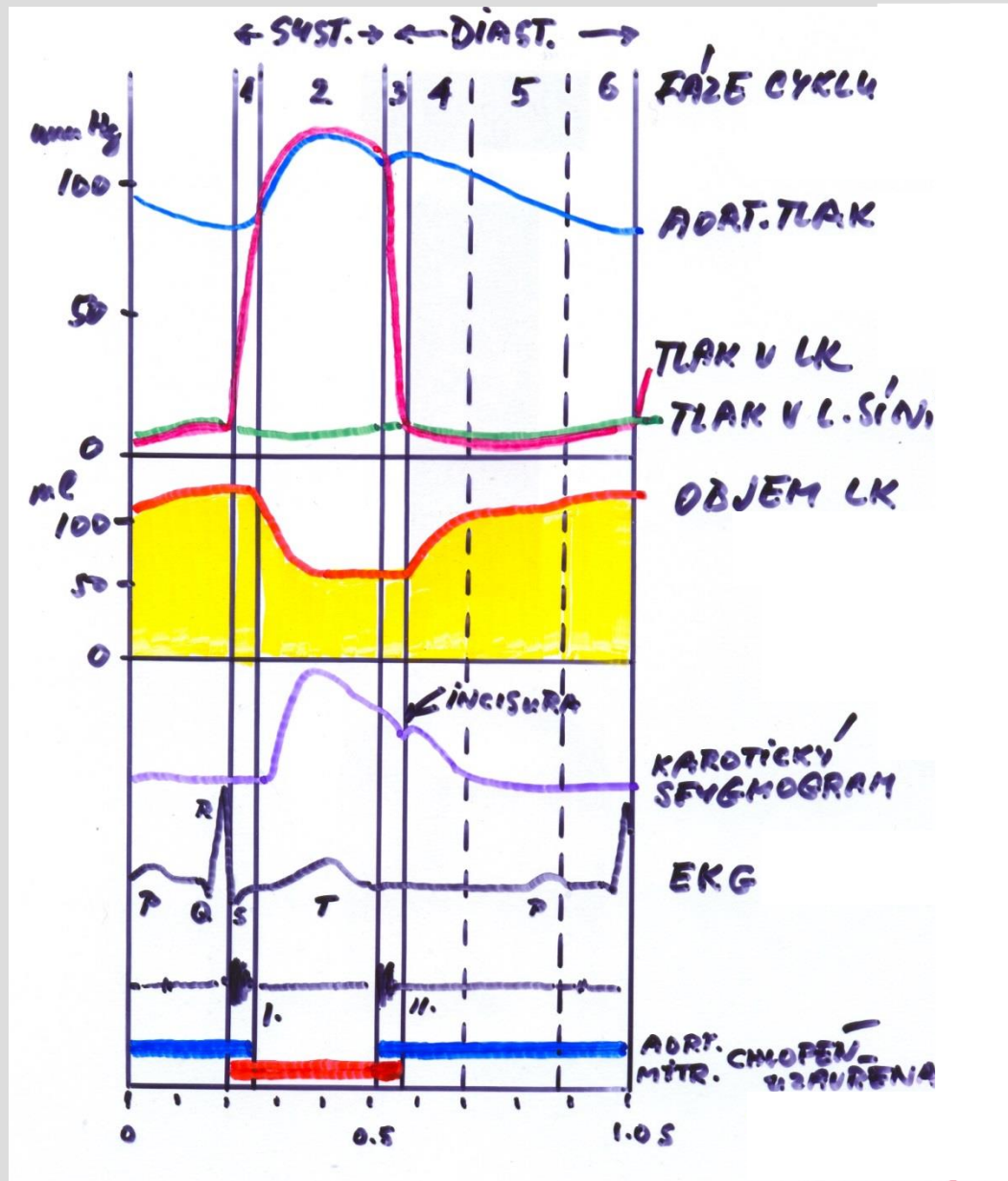


ERG

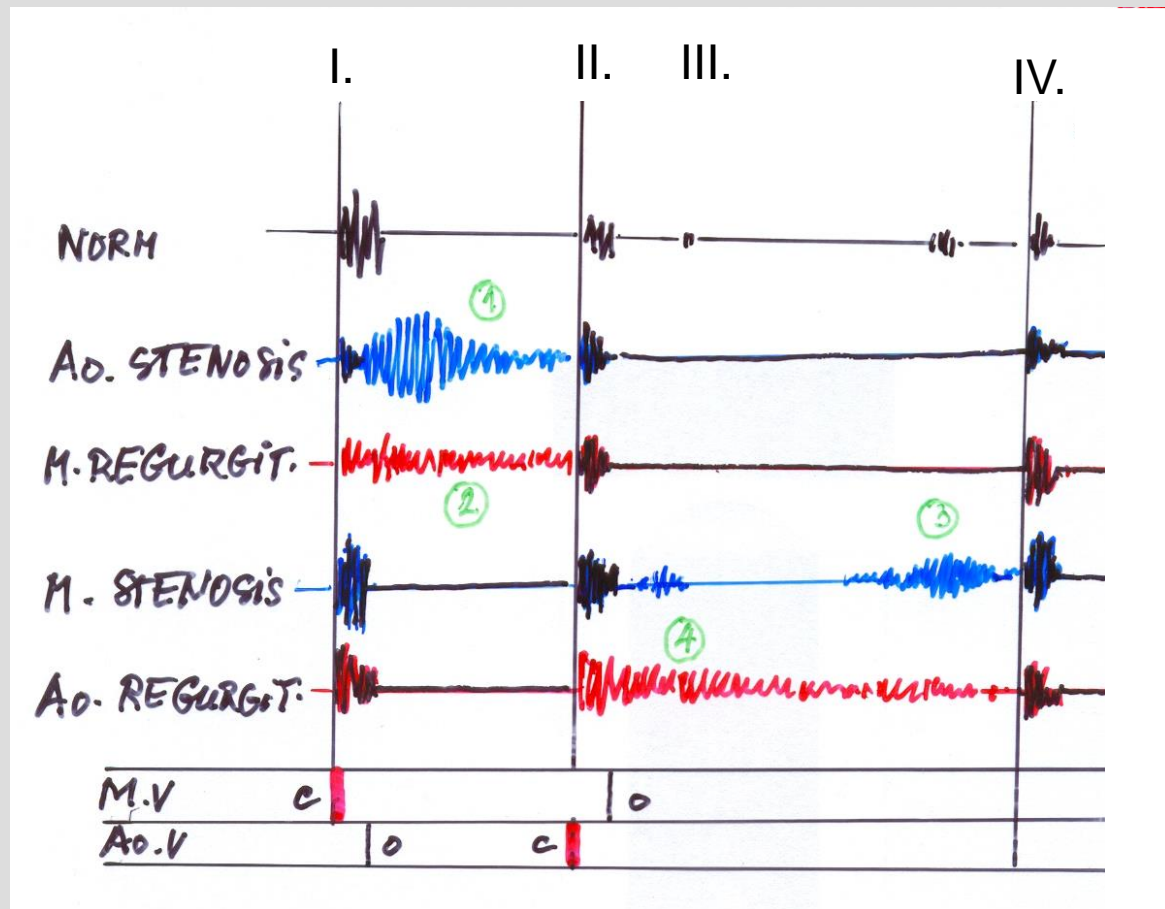
CK TLAK

DIAST.

# POLYGRAFIE (polygram)







- I. - uzávěr mitrální (+ trikuspidální) chlopně
- II. - uzávěr aortální (+ pulmonální) chlopně
- III. - rychlé plnění komor - **patologická**
- IV. - síňový stah - **většinou patologická**

Způsobeny vibrací:

- Uzávěr a napínání chlopní
- Izovolumické kontrakce srdečního svalů (papil.sv., šlašinky)
- Turbulentní proudění krve

→ Vibrace komorové stěny

# ŠELESTY – patologické fenomény

## TURBULENTNÍ PROUDĚNÍ KRVE

### 1. SYSTOLICKÝ:

- Stenóza – aortální, pulmonální (1)
- Regurgitace – mitrální, trikuspidální (2)

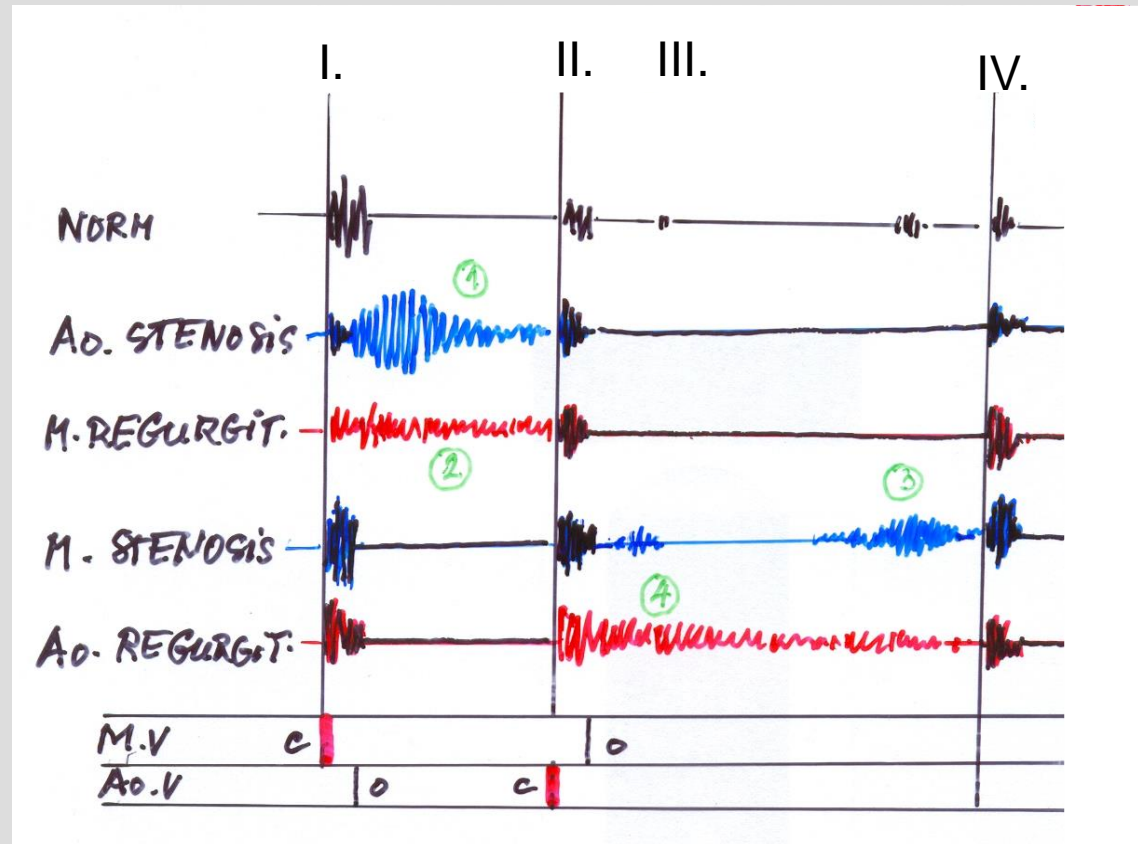
### 2. DIASTOLICKÝ:

- Stenóza – mitrální, trikuspidální (3)
- Regurgitace – aortální, pulmonální (4)

### 3. TRVALÝ:

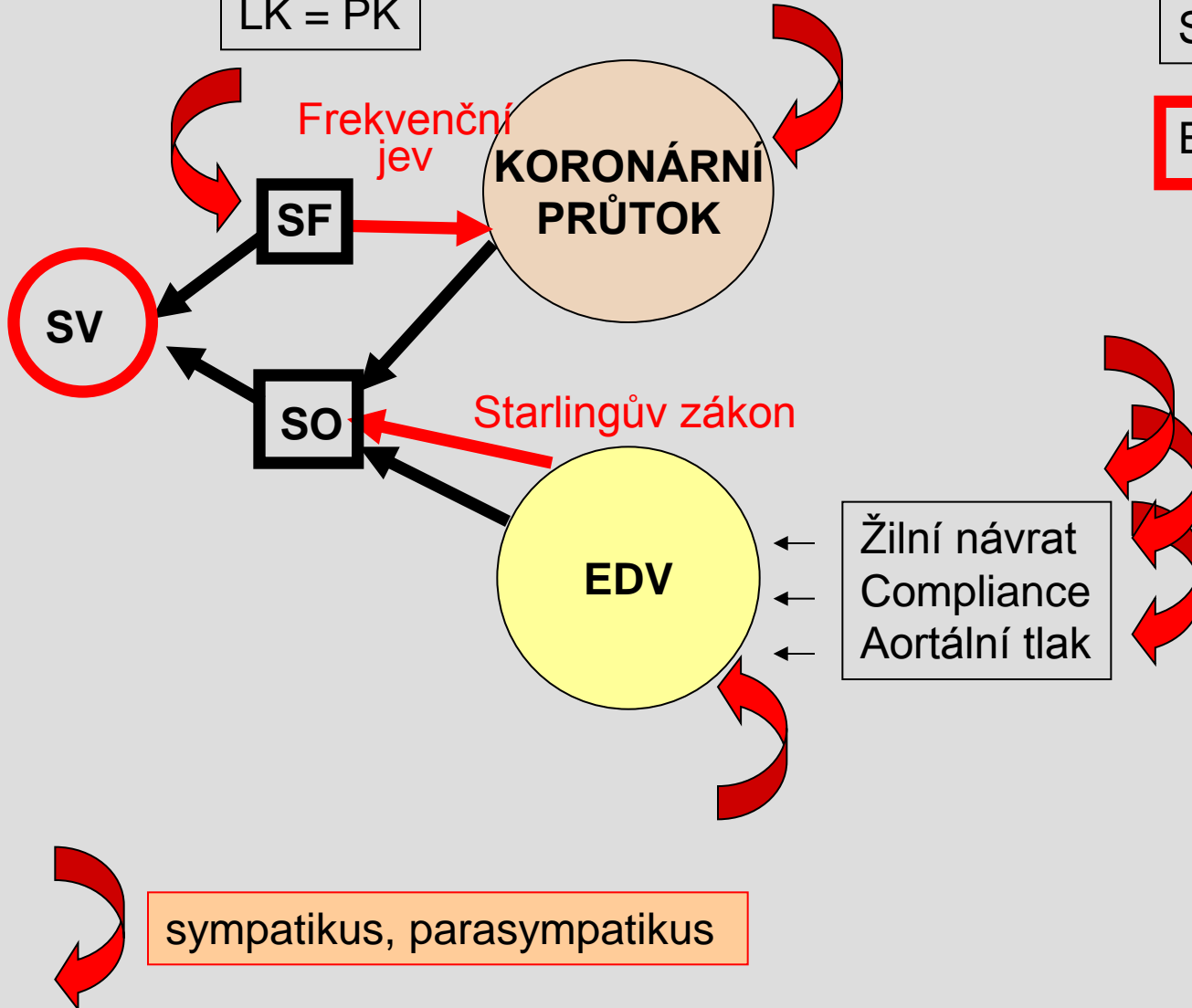
- Defekty septa

**Rozštěp I. nebo II. ozvy:**  
asynchronní uzavěr M - T  
chlopně (I.)  
nebo Ao - P chlopně (II.)  
(inspirace, hypertenze....)



# SRDEČNÍ VÝDEJ

$$LK = PK$$



$$SV = SF \times SO$$

5l/min

$$SO = EDO - ESO$$

70ml

$$EF = EDO - ESV / EDV$$

>60%

**SRDEČNÍ REZERVA** = maximální MO / klidový MO

4 - 7

**KORONÁRNÍ REZERVA** = maximální KP / klidový KP

3,5

**CHRONOTROPNÍ REZERVA** = maximální SF / klidová SF

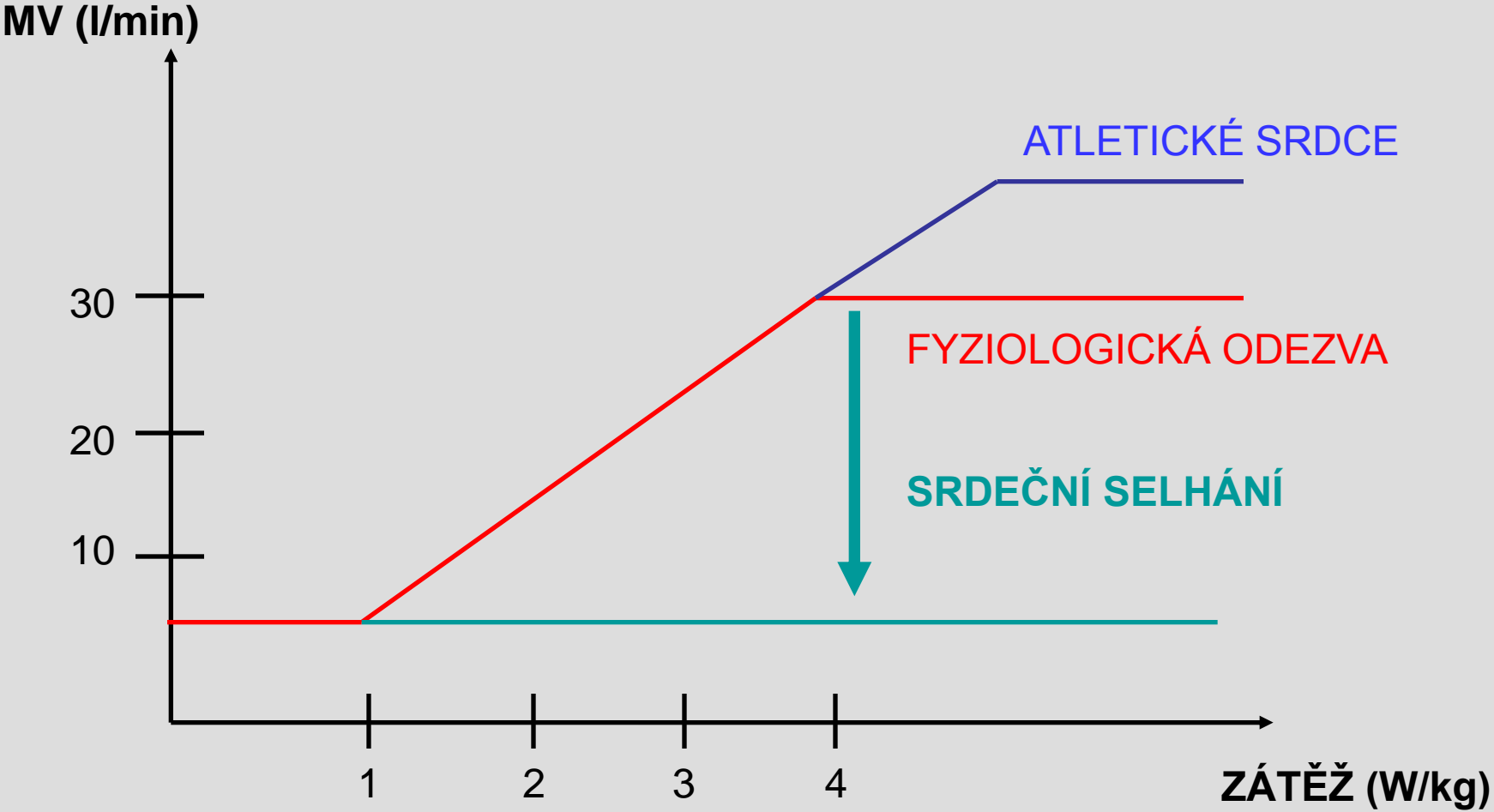
3 - 5

**OBJEMOVÁ REZERVA** = maximální SO / klidový SO

1,5

**SRDEČNÍ INDEX** = MV / povrch těla

# SRDEČNÍ REZERVA



# SRDEČNÍ SELHÁNÍ

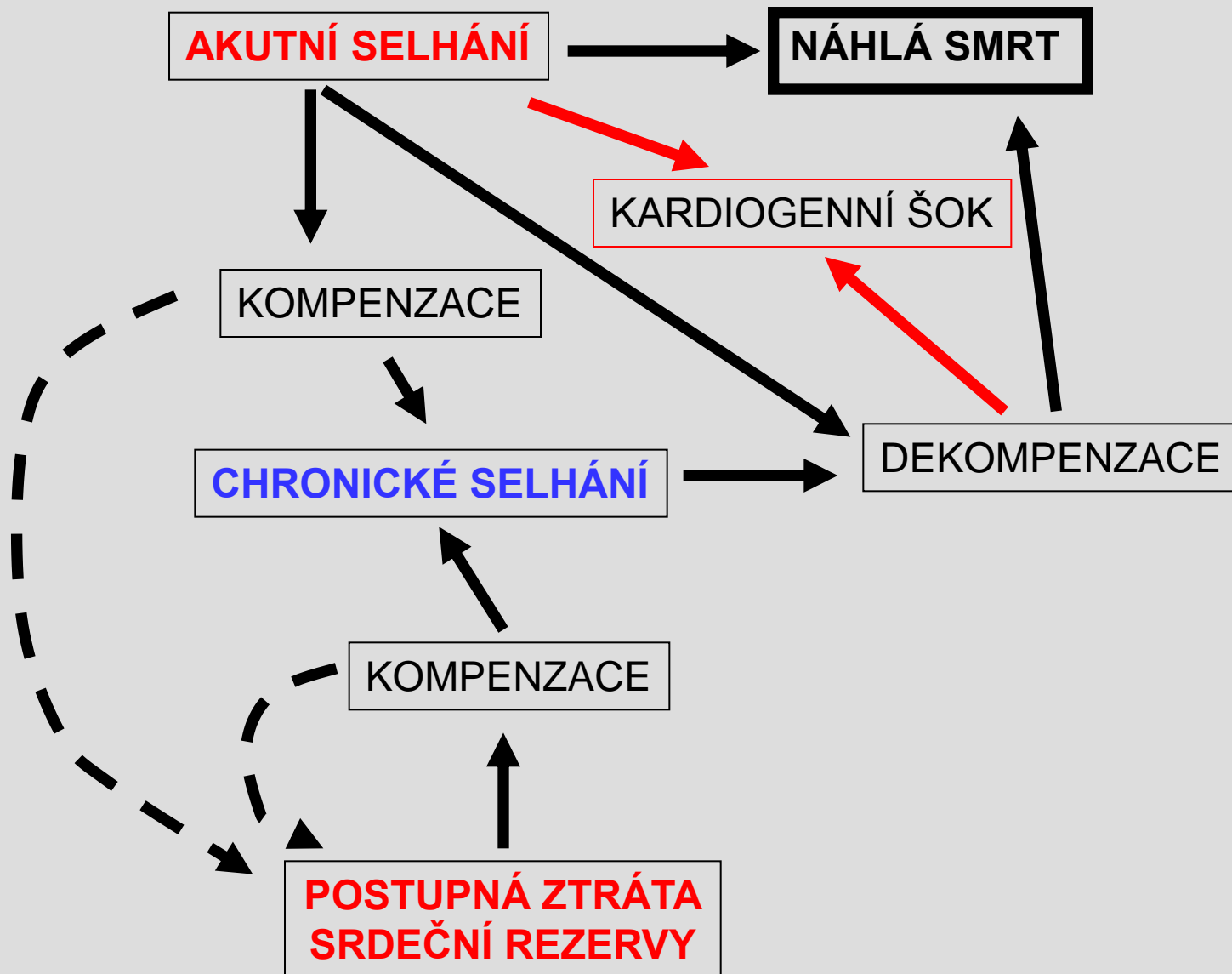
Neschopnost srdeční pumpy uspokojit oběhové nároky periferie při normálním žilním návratu.

## NEJČASTĚJŠÍ PŘÍČINY:

- Závažné arytmie
- Přetížení – *objemové* (aortální insuficience, a-v zkraty) nebo *tlakové* (hypertenze a aortální stenóza – přetížení vlevo, plicní hypertenze a stenóza pulmonální chlopně – přetížení vpravo)
- Kardiomyopatie

**PŘÍZNAKY:** slabost, otoky, žilní městnání, dyspnoe, cyanóza

**AKUTNÍ x CHRONICKÉ. KOMPENZOVANÉ x DEKOMPENZOVANÉ.**



# PŘÍČINY SRDEČNÍHO SELHÁNÍ

## MECHANICKÉ

- Tlakové přetížení (stenóza chlopní, hypertenze)
- Objemové přetížení (insuficience chlopní, retence vody)
- Aneurysma
- Dyssynergie
- Endo-myokardiální restrikce

## MYOKARDIÁLNÍ

- Kardiomyopatie
- Myokarditida
- Metabolické poruchy
- Ztráta myokardiální hmoty

## DYSRYTMIE

- Tachyarytmie
- Bradyarytmie
- Fibrilace
- Blokády



# KOMPENZACE SRDEČNÍHO SELHÁNÍ

## BAROREFLEX

**Fyziologická úloha:** kompenzace poklesu minimálního objemu cirkulujících tekutin

**Signál:** pokles TK (ortostáza, pracovní vazodilatace)

**Senzor:** baroreceptory

**Odpověď:** aktivace SAS (zvýšení TF, inotropie, TK)

**Patologický signál:** dlouhodobý pokles TK pro srdeční nedostatečnost

**Důsledky:** zvýšený výdej energie – **bludný kruh**

## AKTIVACE RAAS

**Fyziologická úloha:** kompenzace ztráty cirkulujících tekutin (krvácení)

**Signál:** pokles renální perfúze

**Senzor:** juxtaglomerulární aparát ledvin

**Odpověď:** zvýšení TK (angiotenzin II.), retence vody (aldosteron)

**Patologický signál:** pokles renální perfúze pro srdeční nedostatečnost

**Důsledky:** zvýšený preloadu a afterloadu, zvýšený výdej energie – **bludný kruh**

## DILATACE (STARLINGŮV PRINCIP)

**Fyziologická úloha:** vyrovnání okamžitých pravo-levých rozdílů

**Signál:** ortostáza, hluboké dýchání, začátek pracovního zatížení

**Patologický signál:** trvalé hromadění krve v srdci

**Důsledky:** zvýšený výdej energie – **bludný kruh**

## HYPERTROFIE

**Fyziologická úloha:** úspora energeticky náročné tenze stěny

**Signál:**  $P = \sigma \cdot 2 h / r$ , intermitentní zvýšení TK (sportovní srdce)

**Odpověď:** koncentrická remodelace

**Patologický signál:** trvalý vzestup preloadu nebo afterloadu

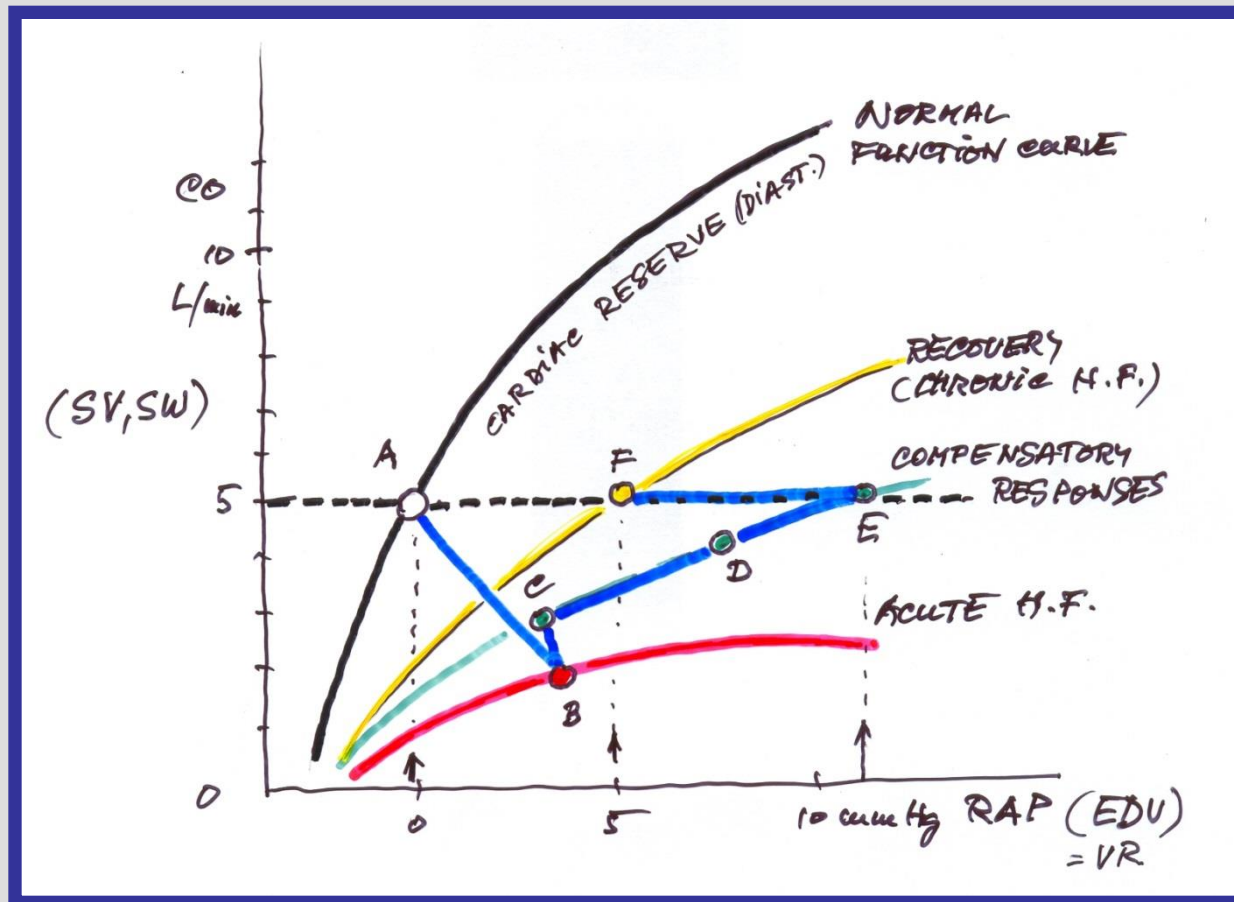
**Důsledky:** zhoršená oxygenace, fibrotizace – **bludný kruh**

## TERAPIE CHRONICKÉHO SRDEČNÍHO SELHÁNÍ

- inhibitory angiotenzin-konvertujícího enzymu (AT II. Receptory)
- $\beta$  – sympatolytika
- diuretika
- srdeční glykosidy (digitalis)
- $\text{Ca}^{2+}$  - antagonisté

## PŘERUŠENÍ BLUDNÝCH KRUHŮ

# KOMPENZACE AKUTNÍHO SRDEČNÍHO SELHÁNÍ



**AB** – akutní srdeční selhání (komorová deprese)

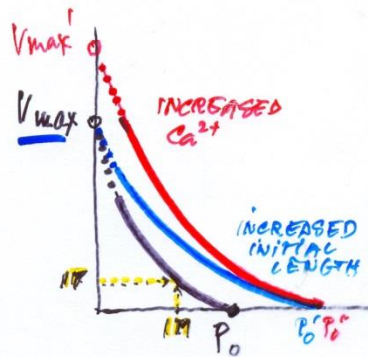
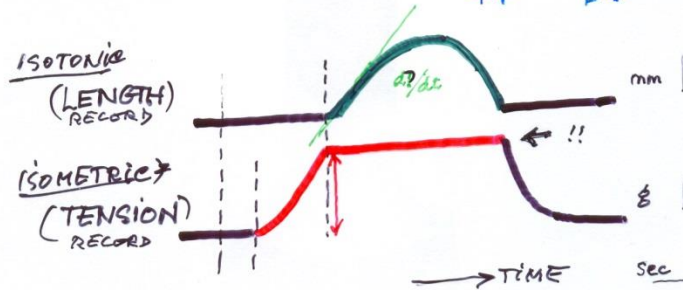
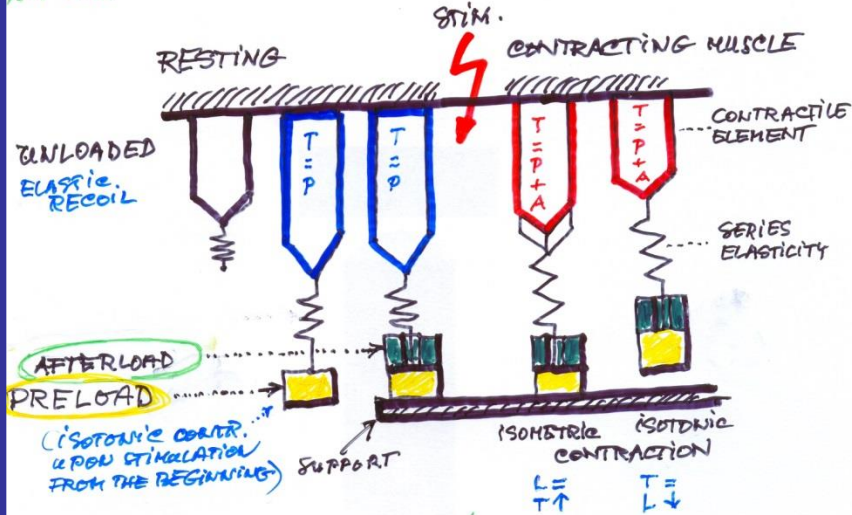
**BC** – akutní sympatická stimulace I. (zvýšená stažlivost)

**CD** - akutní sympatická stimulace II. (venokonstrikce, zvýšení žilního návratu)

**DE** – zadržování tekutin – KOMPENZACE

**EF** – zvýšení stažlivosti – KOMPENZACE CHRONICKÉHO SELHÁNÍ

A.V. HILL



### FORCE-VELOCITY RELATION

