

MECHANIKA SRDEČNÍ ČINNOSTI

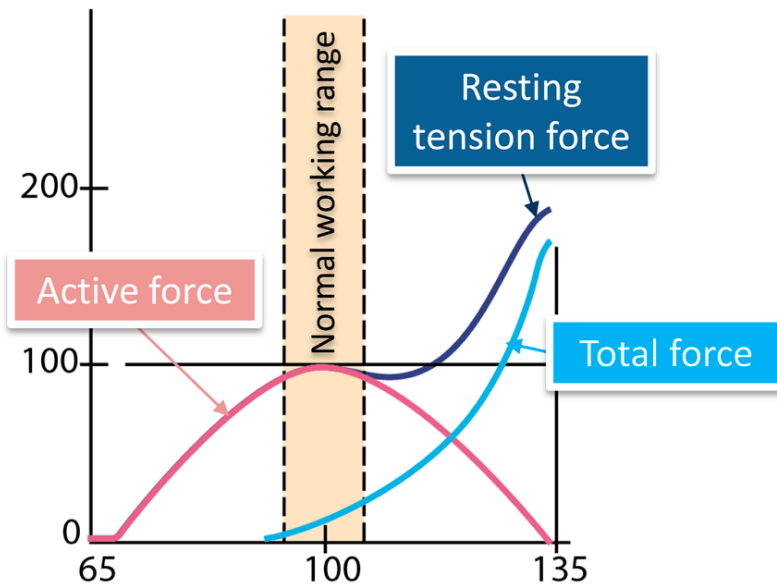
SRDCE JAKO PUMPA

SRDEČNÍ CYKLUS

SRDEČNÍ SELHÁNÍ

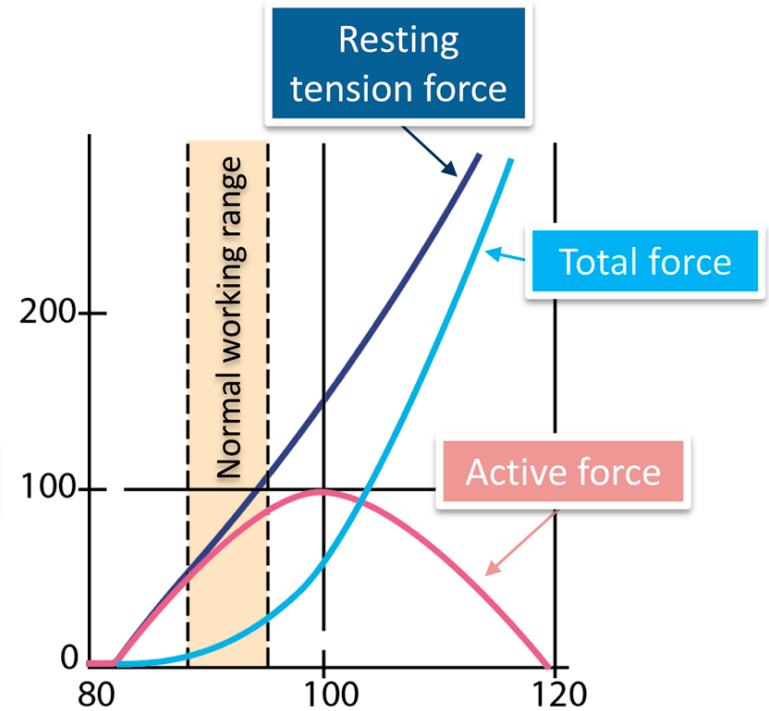
VZTAH DÉLKA - TENZE

1. Striated muscle



Relative muscle length
(length at max. force, $L_{\max} = 100\%$)

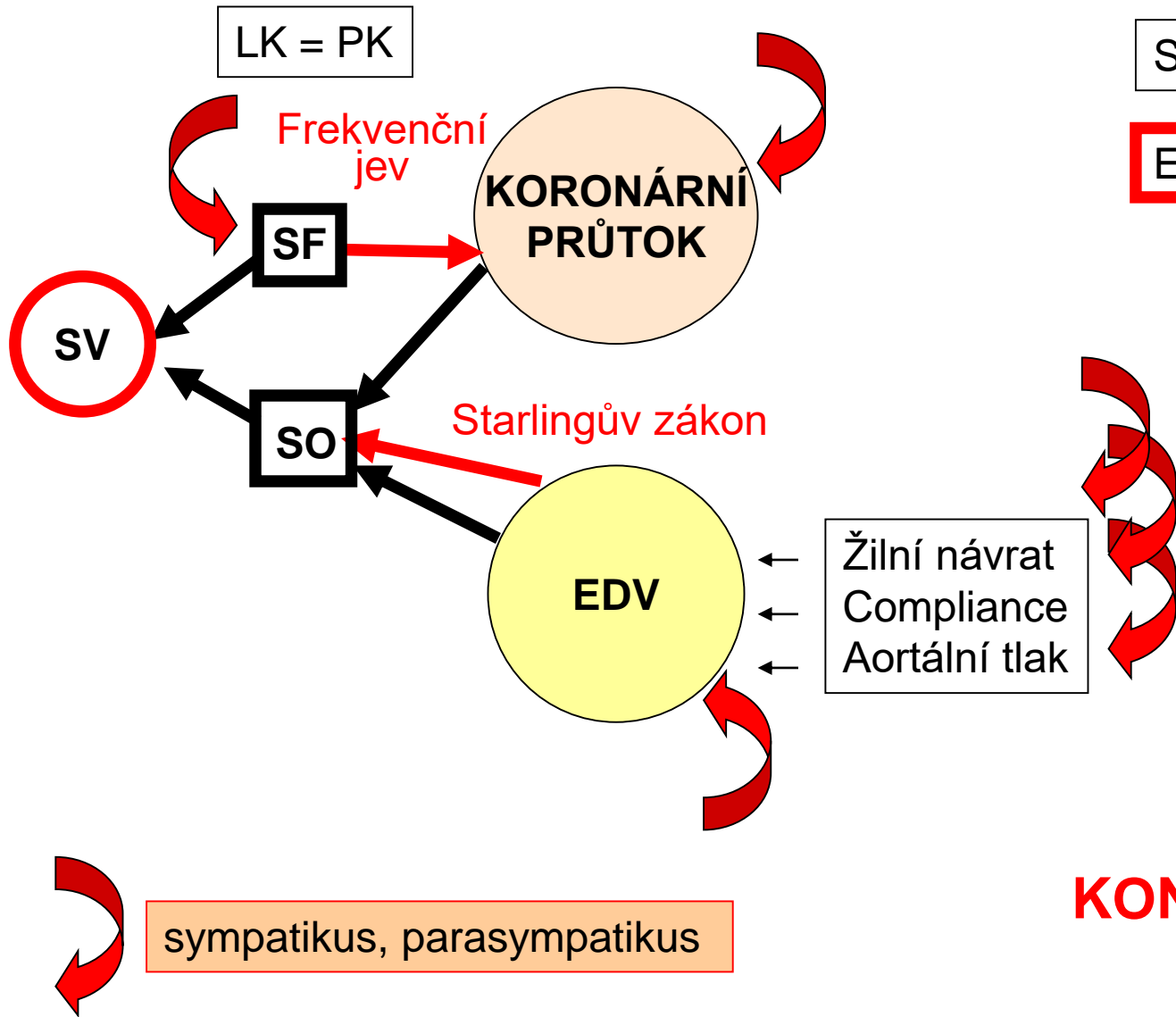
2. Cardiac muscle



Relative muscle length
(length at max. force, $L_{\max} = 100\%$)

Pasivní protažení, aktivní protažení, izometrický stah, izotonický stah, auxotonní stah

SRDEČNÍ VÝDEJ (MO)



$$LK = PK$$

$$MO = SF \times SO$$

5l/min

$$SO = EDO - ESO$$

70ml

$$EF = \frac{EDO - ESO}{EDO}$$

>60%

KONTRAKTILITA

SRDEČNÍ REZERVA = maximální MO / klidový MO

4 - 7

KORONÁRNÍ REZERVA = maximální KP / klidový KP

3,5

CHRONOTROPNÍ REZERVA = maximální SF / klidová SF

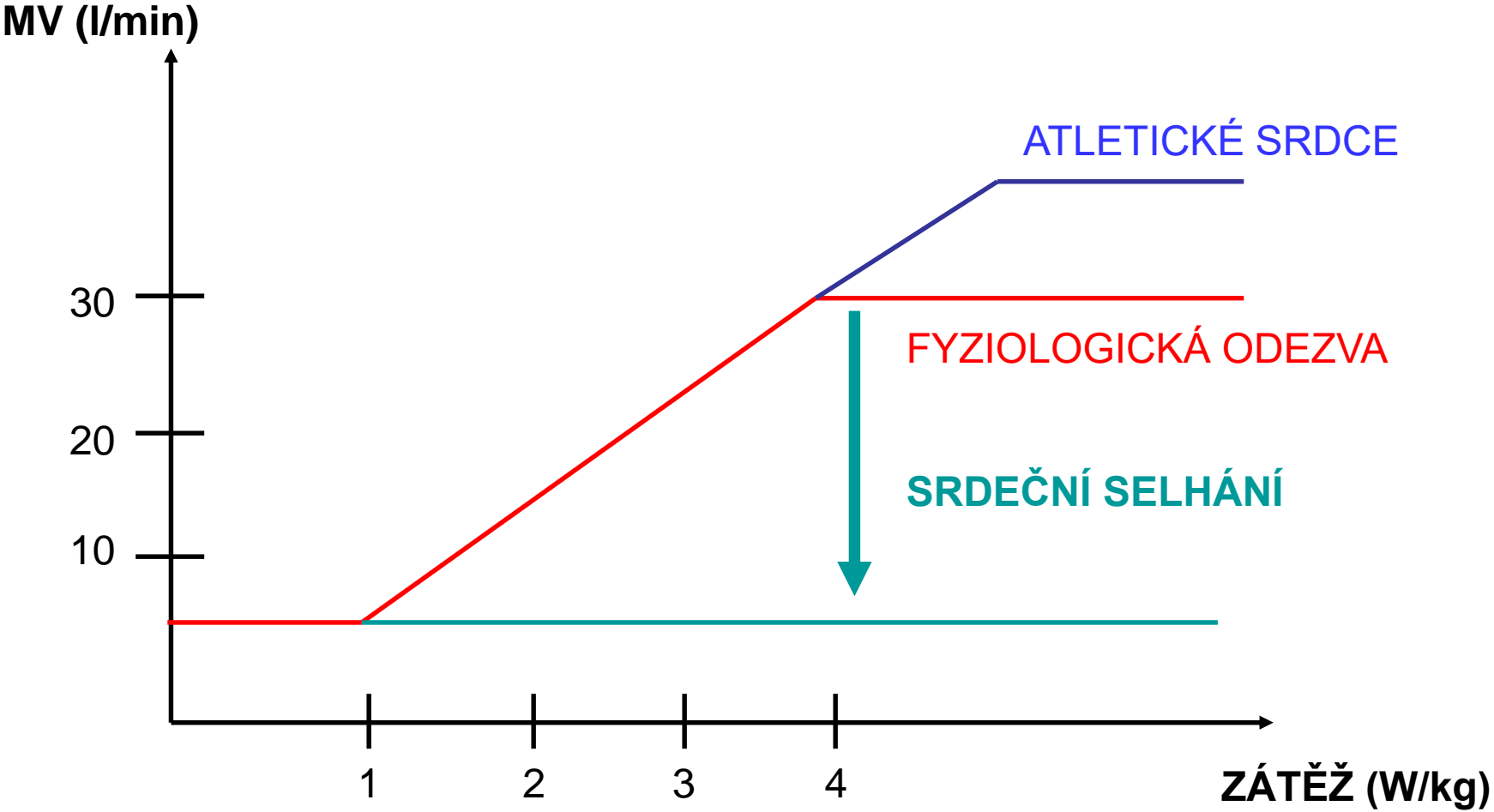
3 - 5

OBJEMOVÁ REZERVA = maximální SO / klidový SO

1,5

SRDEČNÍ INDEX = MV / povrch těla

SRDEČNÍ REZERVA

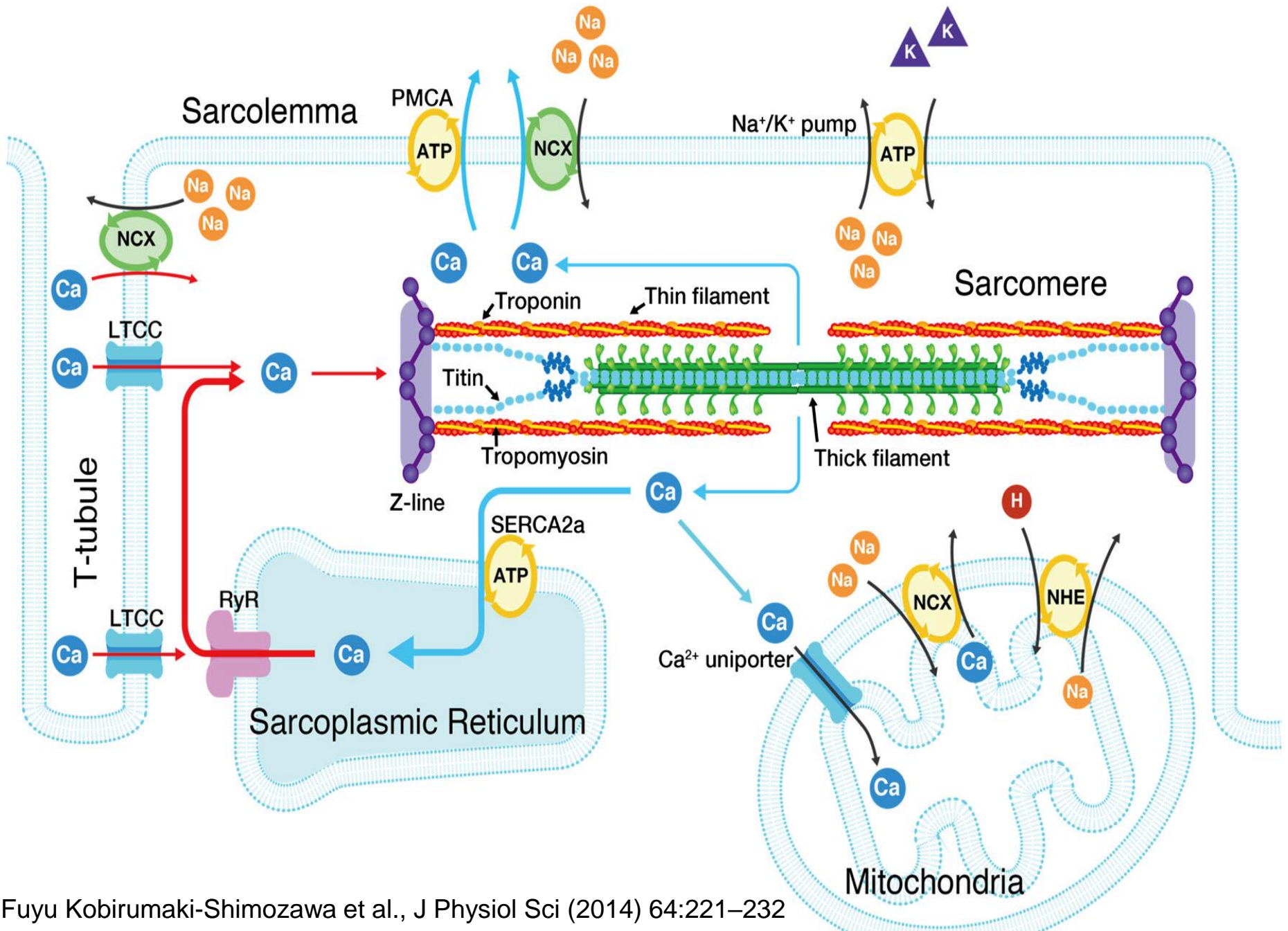


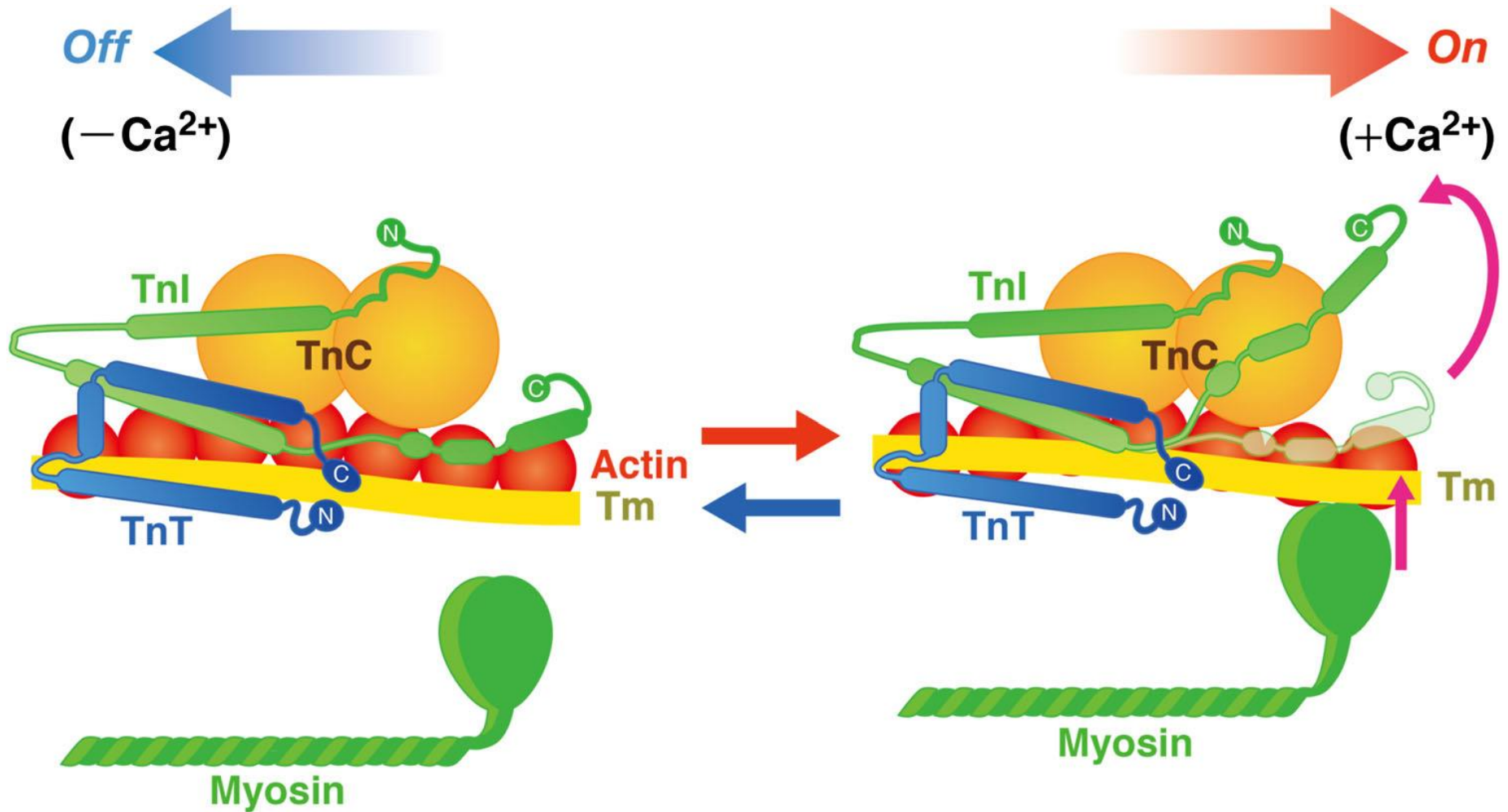
AUTOREGULACE SRDEČNÍ ČINNOSTI (SÍLY STAHU)

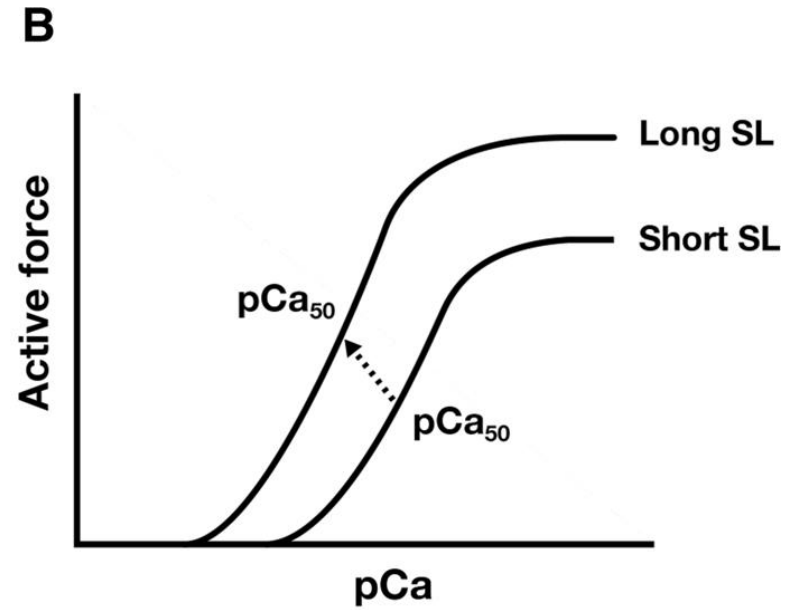
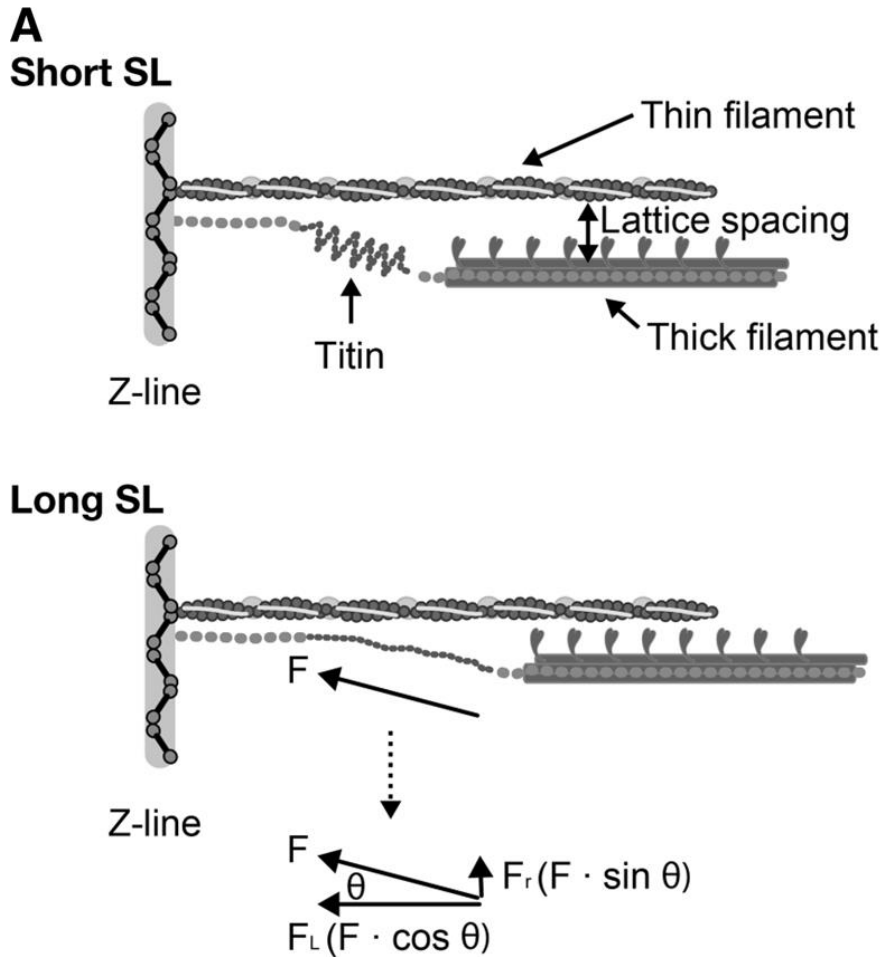
HETEROMETRICKÁ – STARLINGŮV ZÁKON

HOMEOMETRICKÁ – FREKVENČNÍ JEV

STARLINGŮV ZÁKON

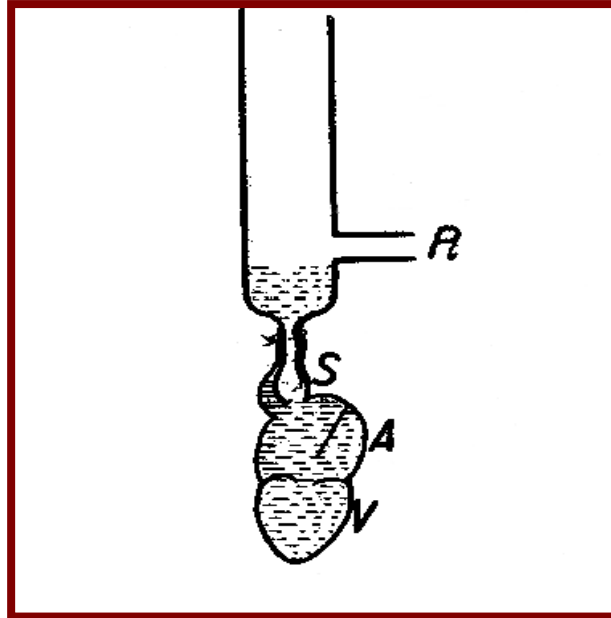






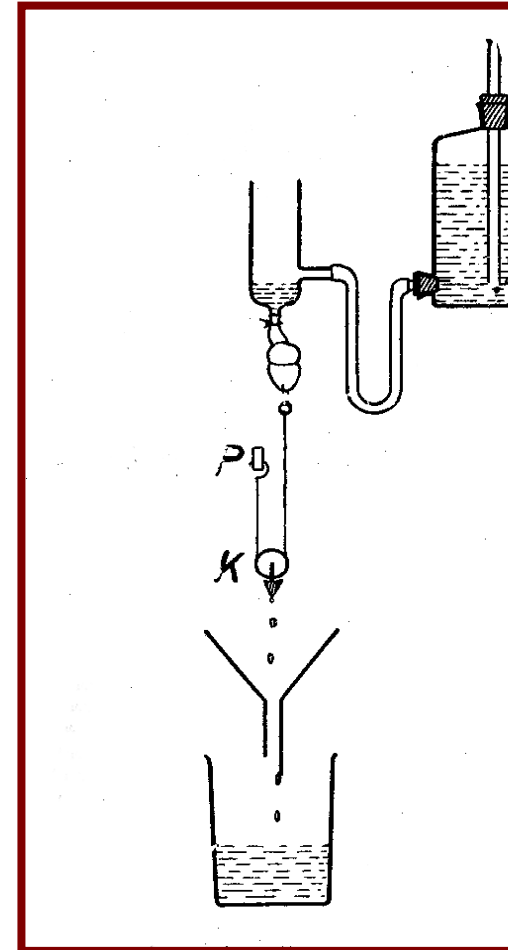


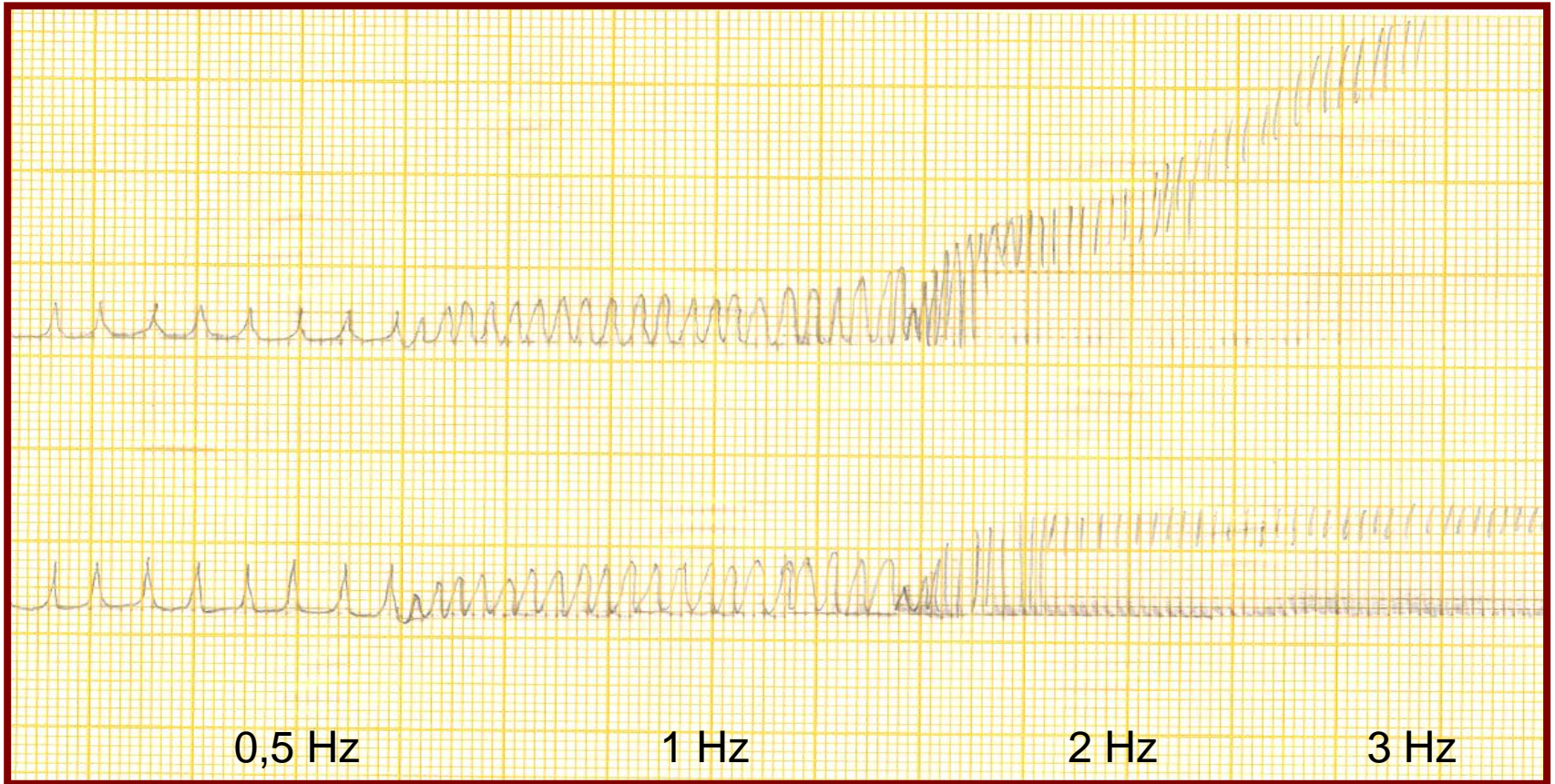
Henry Pickering Bowditch
(1840 – 1911)



HOMEOMETRICKÁ AUTOREGULACE (FREKVENČNÍ JEV)

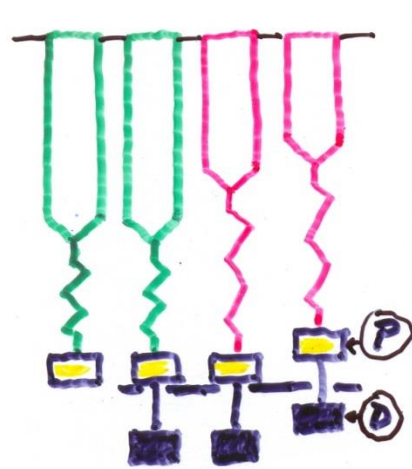
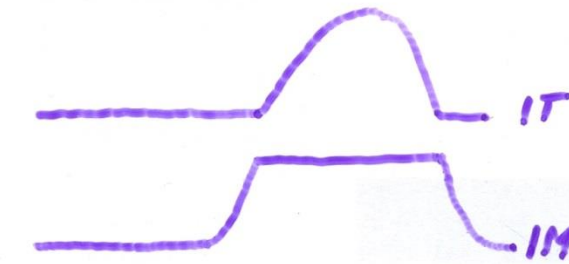
Při zvyšující se srdeční frekvenci stoupá síla stahu



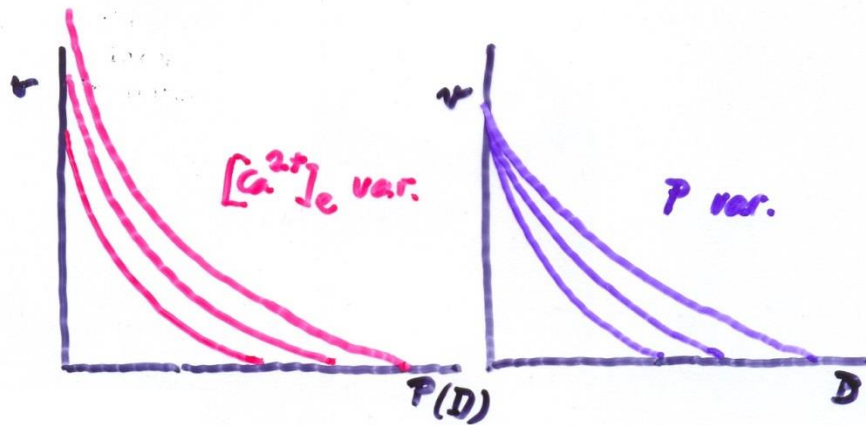


DOTÍŽENÁ KONTRAKCE

PRELOAD – předtížení, AFTERLOAD - dotížení



Vztah síly a rychlosti stahu



LAPLACEŮV ZÁKON

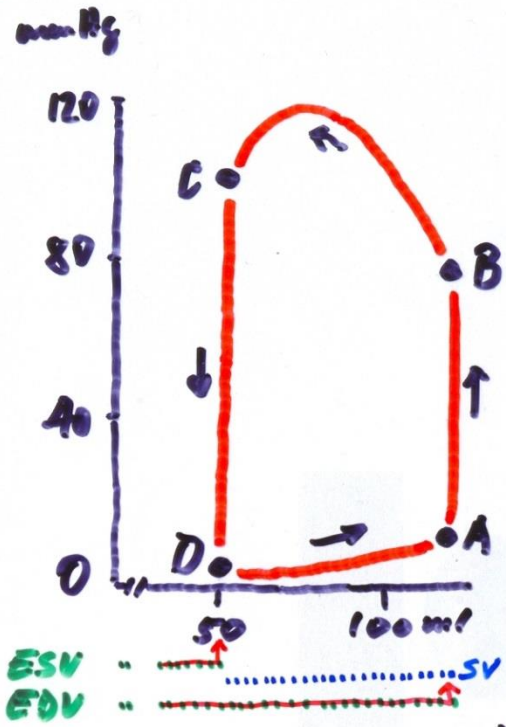
$$T = P \cdot r / h$$

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

HYPERTROFIE

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

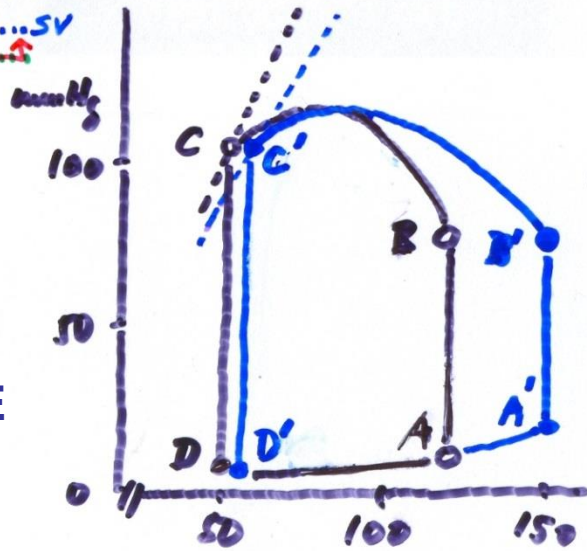
AB - izovol. kontrakce
 BC - ejekce
 CD - izovol. relaxace
 DA - plnění (filling)
 • ABCD = srd. práce = $\dot{V}O_2$
 (H. WORK)



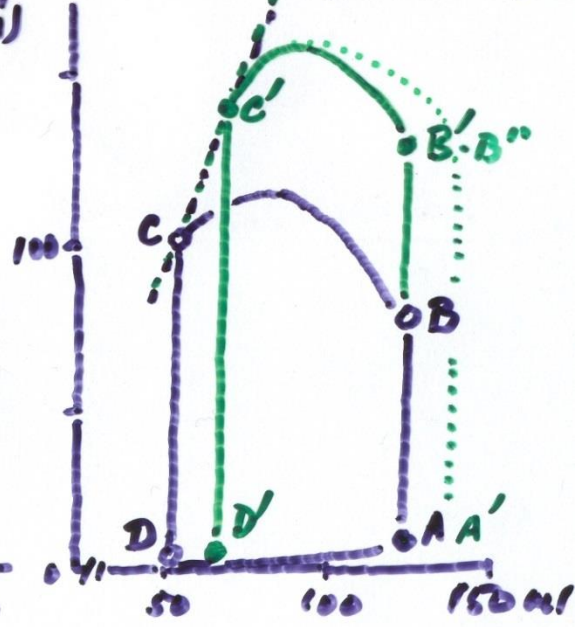
$$EF = \frac{EDV - ESV}{EDV}$$

EJEKČNÍ FRAKCE

Δ NAPĚNÍ (PRELOAD)
 (PŘETÍŽENÍ)



Δ ODPOR (ARTERU)
 (DOTÍŽENÍ)



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

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

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

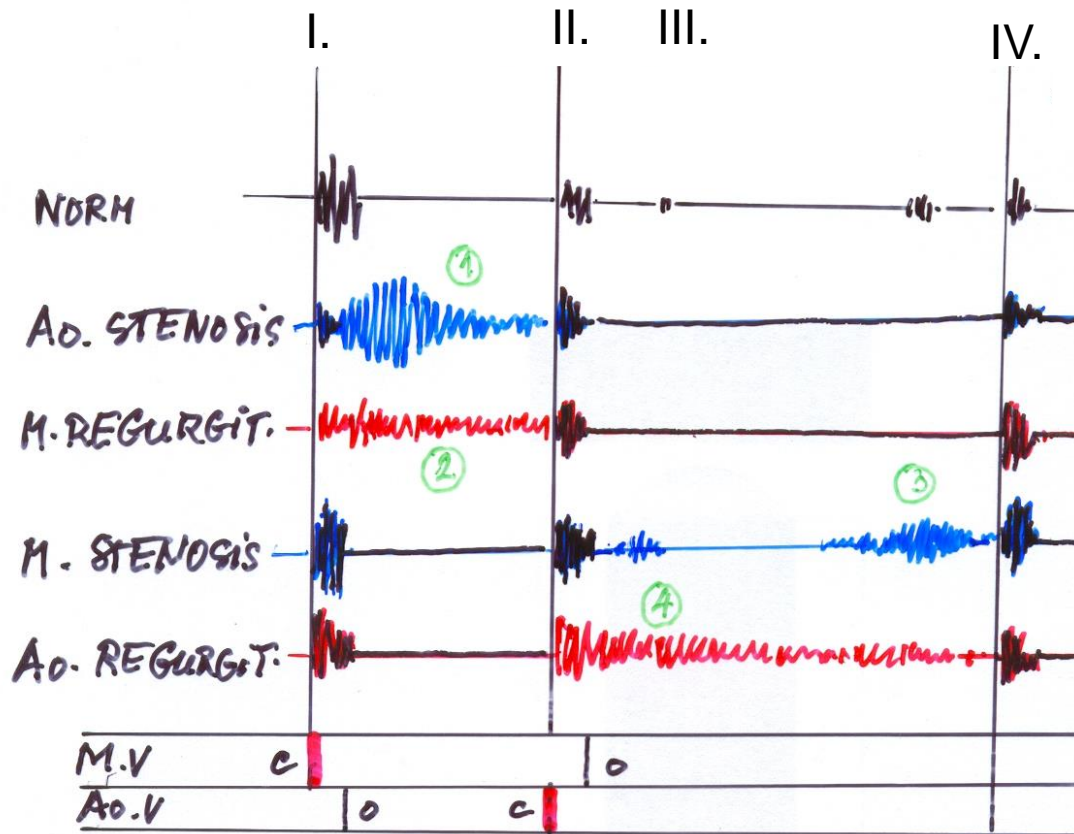
Izovolumická kontrakce: T roste při uzavřených chlopních –
vzestup P

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

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

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

Izovolumická relaxace: T klesá při uzavřených chlopních – pokles P



- 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 svaly (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)

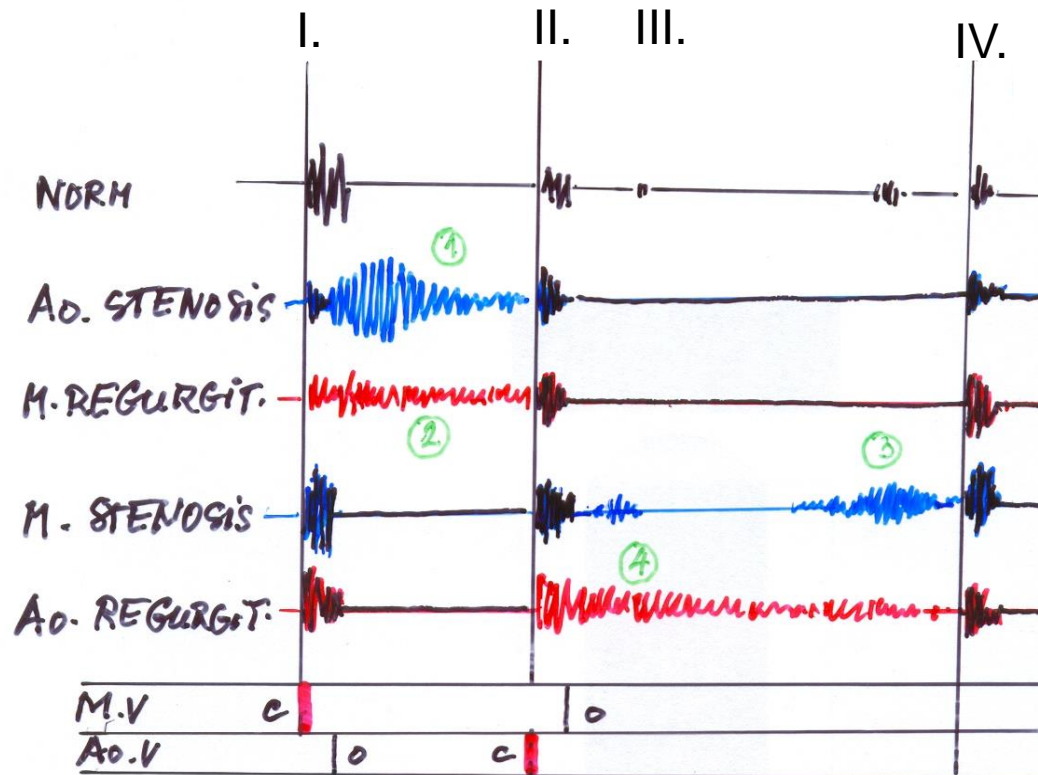
2. DIASTOLICKÝ:

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

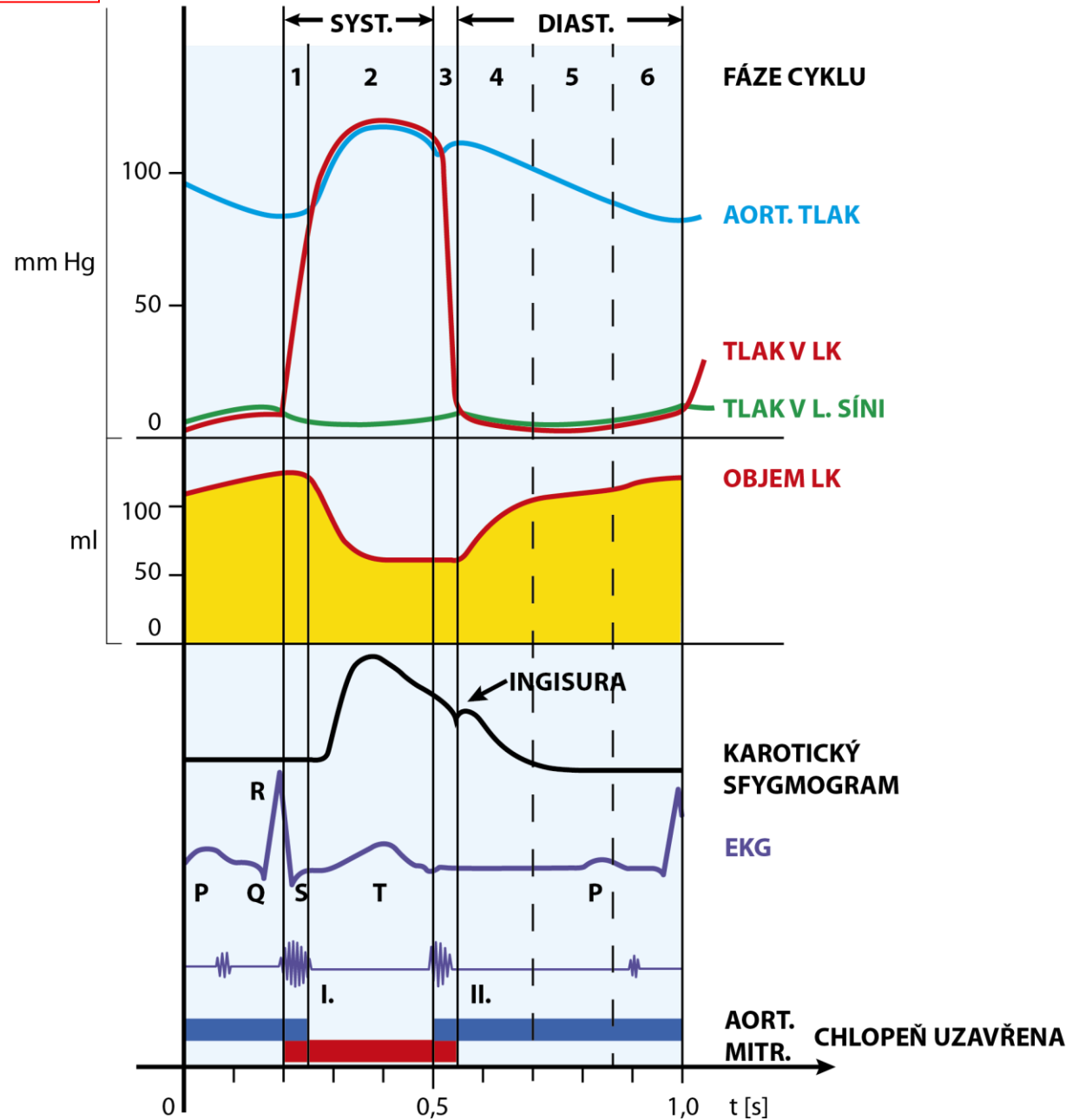
3. TRVALÝ:

- Defekty septa

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



POLYGRAFIE (polygram)



SRDEČNÍ SELHÁNÍ – ztráta srdeční rezervy

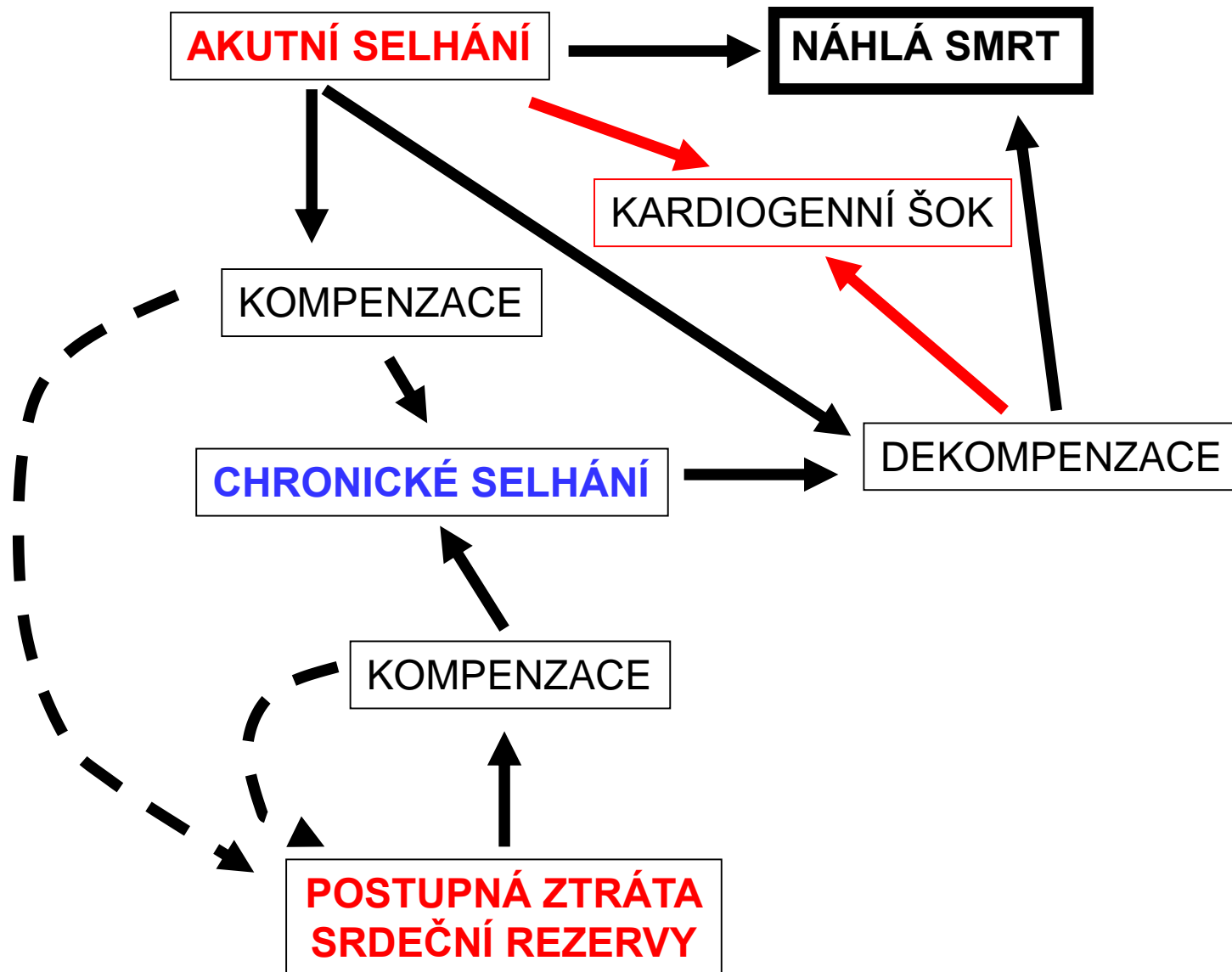
Neschopnost srdeční pumpy uspokojit oběhové nároky periferie při normálním žilním návratu.

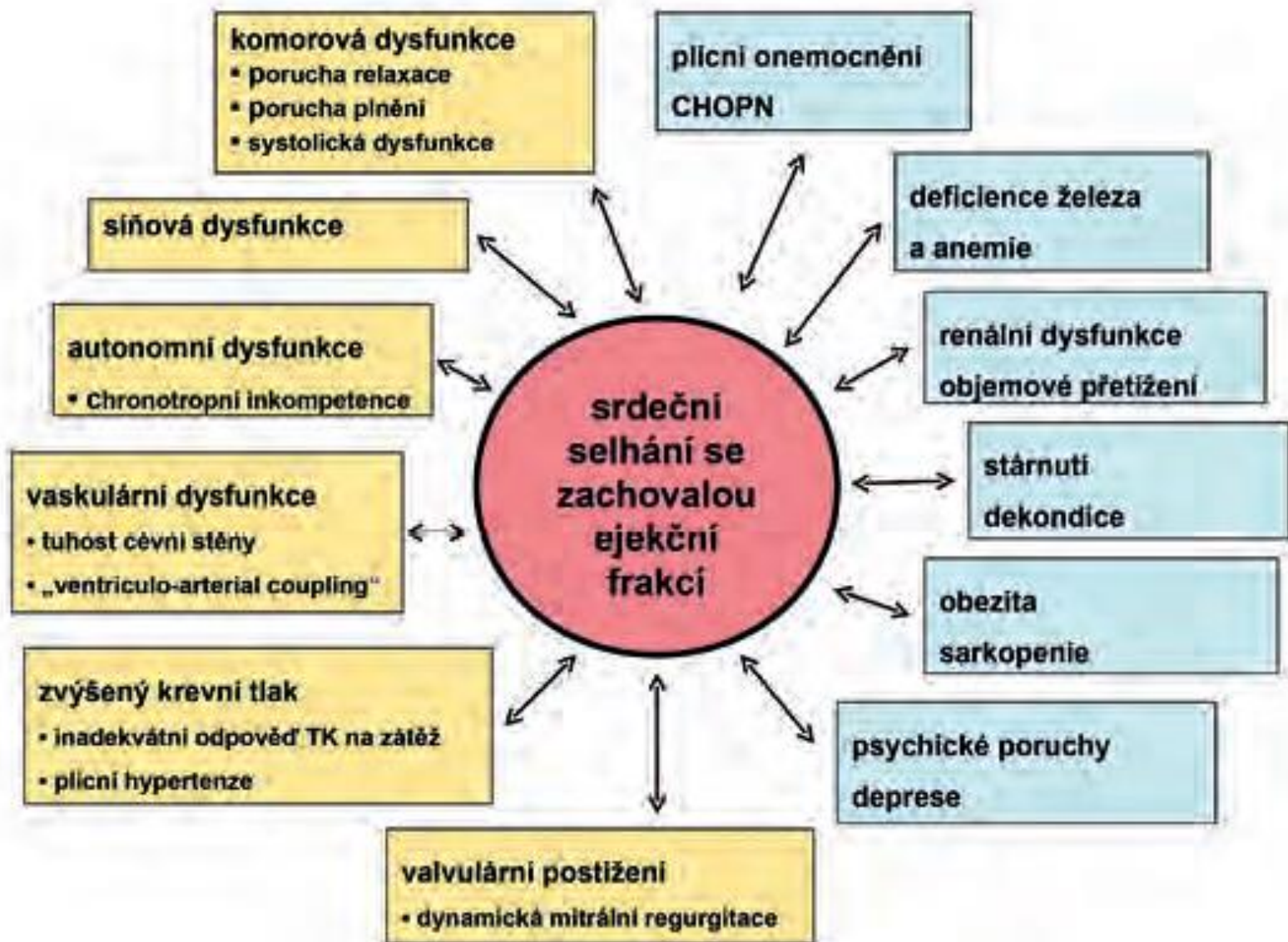
NEJČASTĚJŠÍ PŘÍČINY:

- 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.





KOMPENZACE SRDEČNÍHO SELHÁNÍ

BAROREFLEX

Fyziologická úloha: kompenzace poklesu minimálního objemu cirkulujících tekutin

Signál: pokles TK (ortostáza, pracovní vazodilatace)

Senzor: baroreceptory

Odpověď: aktivace SAS (zvýšení SF, inotropie, TK)

Patologický signál: dlouhodobý pokles TK při srdeční nedostatečnosti

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 při srdeční nedostatečnosti

Důsledky: zvýšení 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

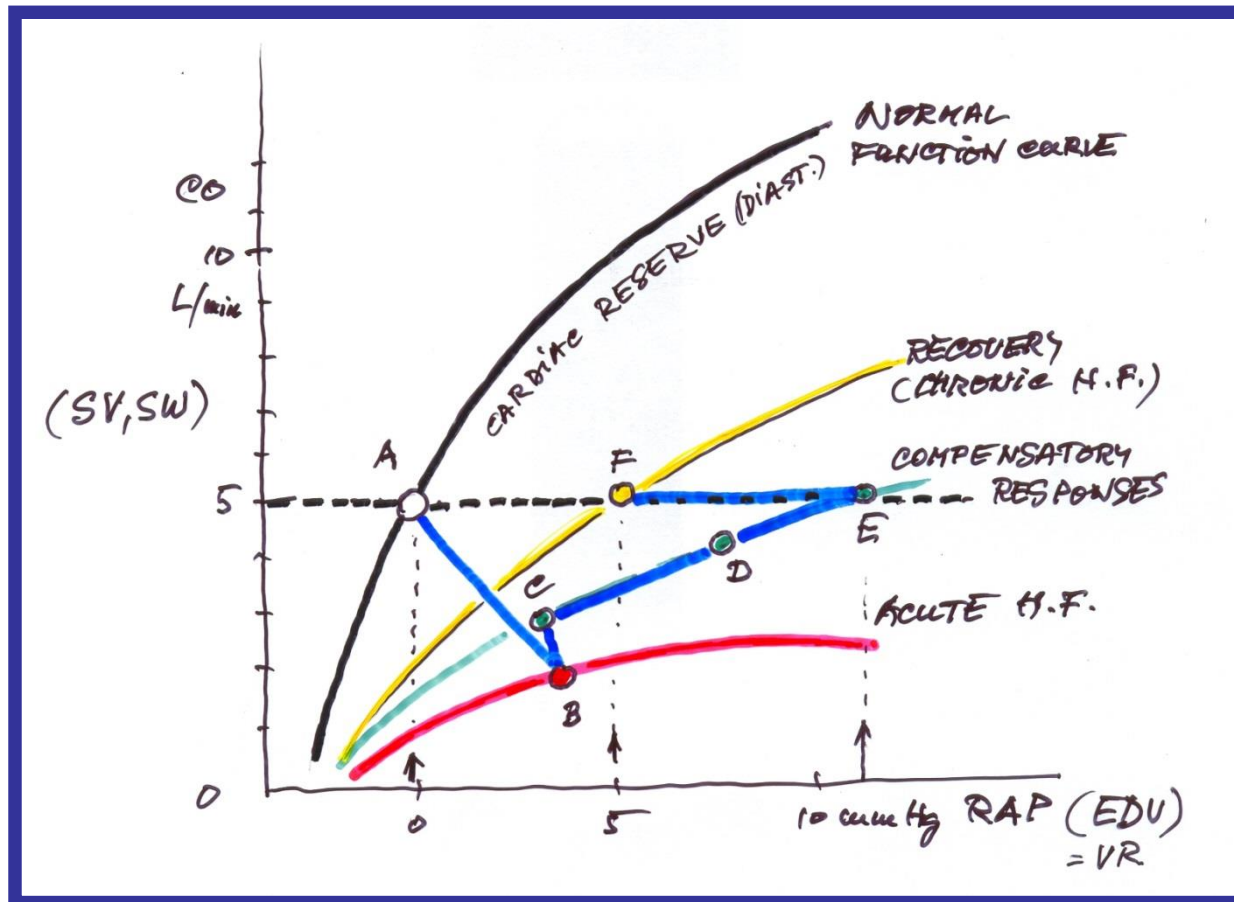
Důsledky: zhoršená oxygenace, fibrotizace – **bludný kruh**

TERAPIE CHRONICKÉHO SRDEČNÍHO SELHÁNÍ

PŘERUŠENÍ BLUDNÝCH KRUHŮ

- inhibitory angiotenzin-konvertujícího enzymu (AT II. receptory)
- β – sympatolytika
- diuretika
- srdeční glykosidy (digitalis)
- Ca^{2+} - antagonisté

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