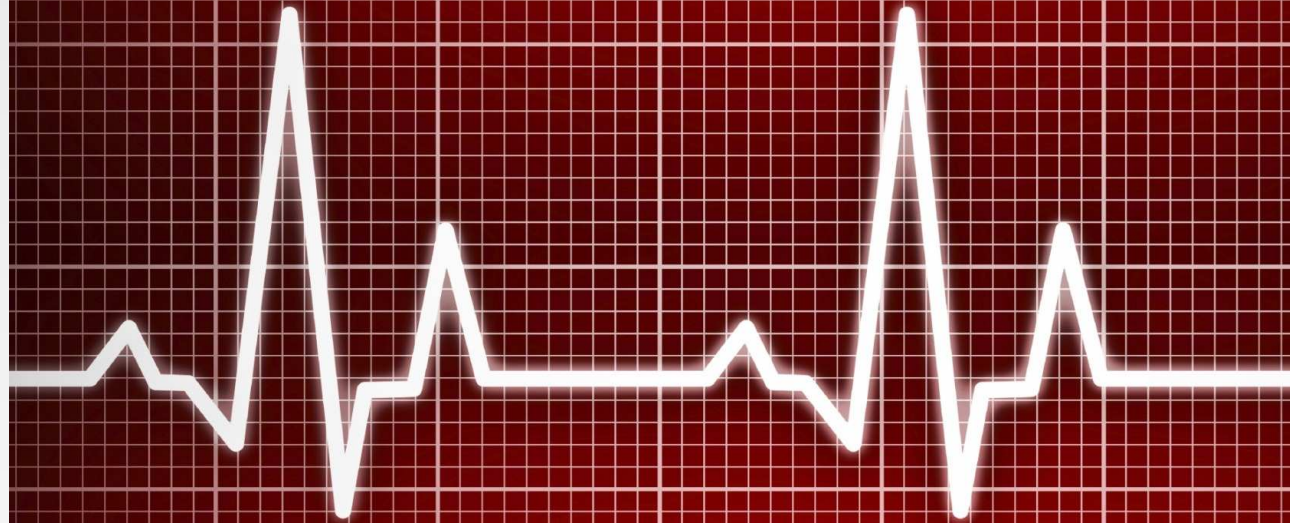


# KARDIOVASKULÁRNÍ SOUSTAVA

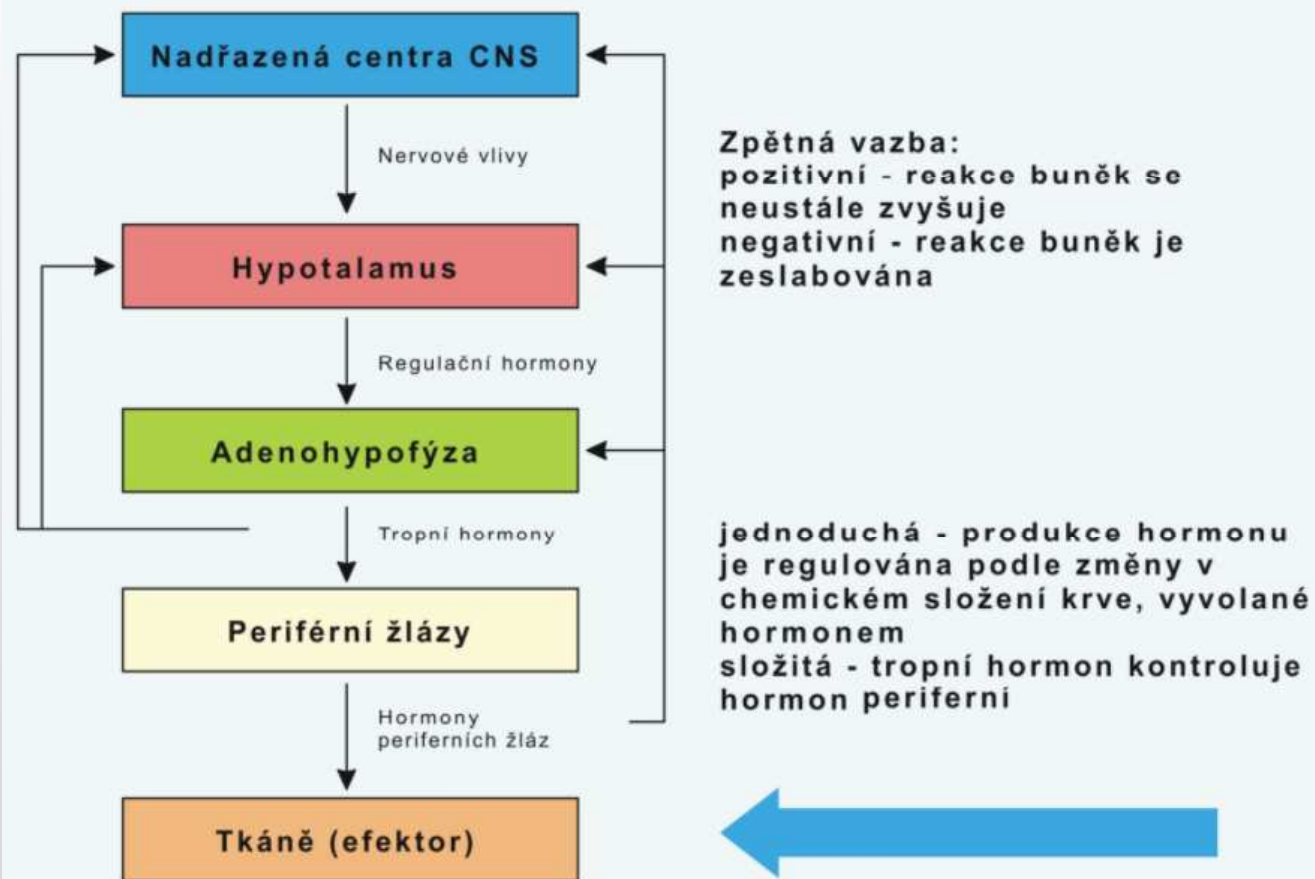


# OPAKOVÁNÍ ENDOKRYNNÍ SYSTÉM

## HORMONY

- hormony jsou vysoce specializované vysoce účinné organizované molekuly produkované endokrinními buňkami
- jsou vylučovány přímo do krve (krevního oběhu)
- působí ve velmi malém množství
- působí dlouhodobě

## ŘÍZENÍ ČINNOSTI ENDOKRYNNÍCH ŽLÁZ



<b>ENDOKRINNÍ ŽLÁZA</b>	<b>HORMON</b>	<b>cílový orgán</b>	<b>hlavní funkce</b>
<b>ADENOHYPOFÝZA</b>	<b>RŮSTOVÝ HORMON (SOMATOTROPNÍ HORMON - STH)</b>	všechny buňky v těle	podporuje rozvoj a zvětšování všech tělesných tkání až do dospívání; zvyšuje rychlost syntézy proteinů; zvyšuje mobilizaci lipidů a jejich využívání jako zdroj energie; snižuje rychlost využívání sacharidů; nejvyšší produkce v noci
	<b>TYROTROPNÍ H. (TSH)</b>	štítná žláza	působí na sekreci hormonů štítné žlázy
	<b>ADRENOKORTIKOTROPNÍ H. (ACTH)</b>	kůra nadledvin	stimuluje sekreci glukokortikoidů
	<b>PROLAKTIN (PRL)</b>	prsa	stimuluje produkci mateřského mléka
	<b>FOLIKULOSTIMULAČNÍ (FSH)</b>	vaječníky, varlata	působí na růst folikulů ve vaječnících a zrání spermií
	<b>LUTEIZAČNÍ HORMON (LH)</b>	vaječníky, varlata	nutný k produkci estrogenů a testosteronu
<b>NEUROHYPOFÝZA</b>	<b>ANTIDIURETICKÝ HORMON (ADH)</b>	ledviny	kontroluje výdej vody v ledvinách, zvyšuje TK při konstrikcii cév
	<b>OXYTOCIN</b>	děloha, prsa	kontroluje kontrakci dělohy, sekrece mléka
<b>ŠTÍTNÁ ŽLÁZA</b>	<b>TYROXIN (T4) a TRYJÓDTYRONIN (T3)</b>	všechny buňky v těle	zvyšuje buněčný metabolismus, zvyšuje činnost a

	<b>KALCITONIN</b>	<b>kosti</b>	<b>kontorluje koncentraci Ca iontů v krvi</b>
<b>PŘÍŠTITNÁ TĚLÍSKA</b>	<b>PARATHORMON (PTH)</b>	<b>kosti, střeva a ledviny</b>	<b>zvyšuje hladinu vápníku a fosforu v krvi, působí na uvolňování vápníku a fosforu z kostí</b>
<b>DŘEŇ NADLEDVIN</b>	<b>ADRENALIN (katecholaminy)</b>	<b>všechny buňky v těle</b>	<b>metabolický vliv, projevující se zvýšenou hladinou glykemie, mobilizace VMK, zvyšuje sílu a rychlost kontrakce srdce</b>
	<b>NORADRENALIN (katecholaminy)</b>	<b>všechny buňky v těle</b>	<b>metabolický vliv, projevující se zvýšenou hladinou glykemie, mobilizace VMK, zvyšuje sílu a rychlost kontrakce srdce</b>
<b>KŮRA NADLEDVIN</b>	<b>ALDOSTERON (mineralokortikoidy)</b>	<b>ledviny, potní žlázy</b>	<b>působí v ledvinách a potních žlázách na zpětnou resorpci sodíku výměnou za draslík</b>
	<b>KORTIZOL (glukokortikoidy)</b>	<b>všechny buňky v těle</b>	<b>ovlivnění metabolismu sacharidů a proteinů, zvyšuje koncentraci glukózy v krevní plazmě</b>
	<b>ANDROGENY</b>	<b>vaječníky, varlata</b>	<b>v cílových buňkách se mění na testosteron a dihydrotestosteron</b>

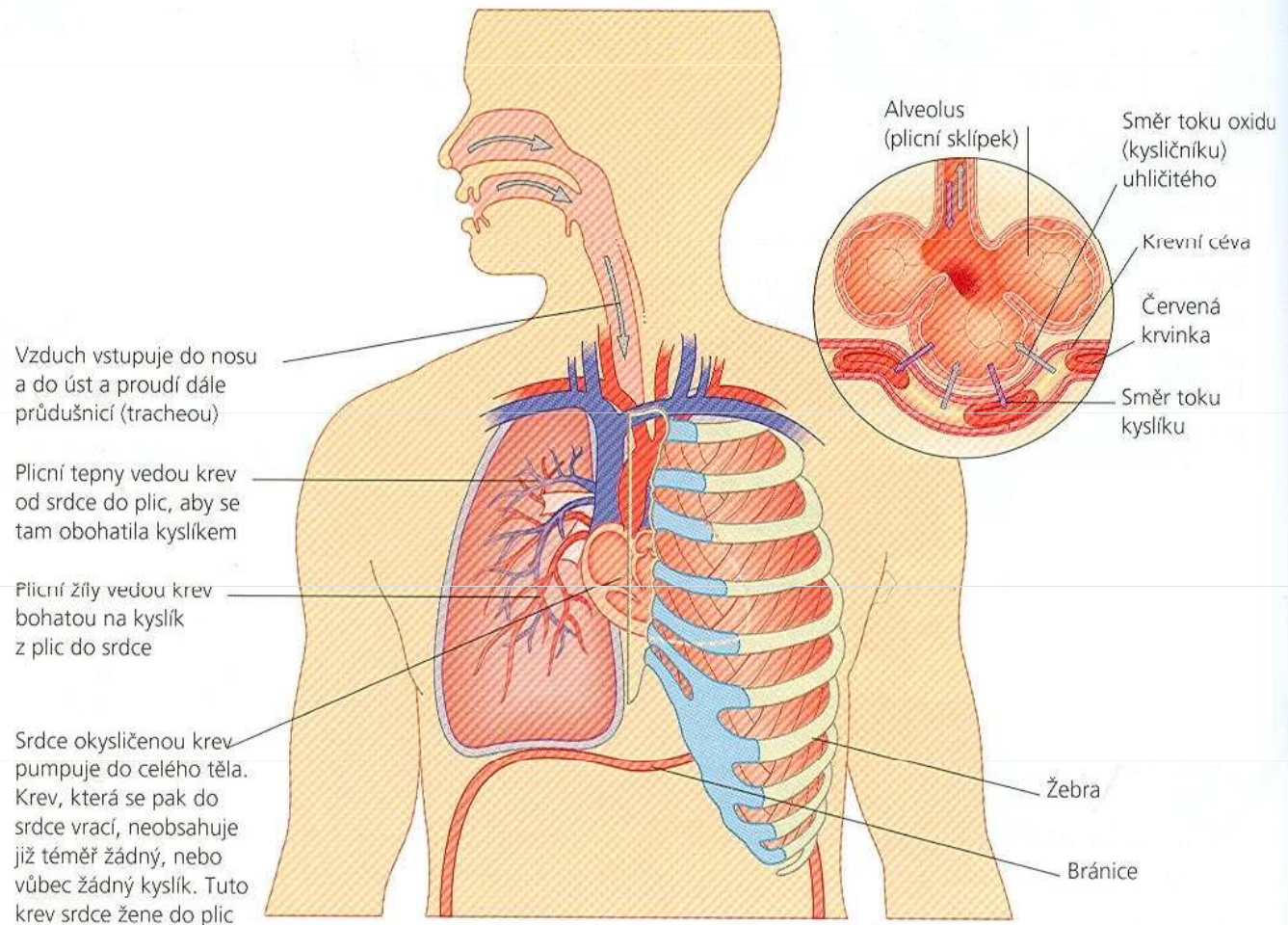
	<b>ESTROGENY</b>	vaječníky, prsa	v pubertě navozují růst dělohy a pochvy, zvyšují množení vývodů mléčné žlázy, ovlivňuje rozvoj druhotných pohlavních znaků (např. ochlupení, distribuce tuku apod.)
<b>SLINIVKA BŘIŠNÍ</b>	<b>INZULIN</b>	všechny buňky v těle	reguluje koncentraci krevní glukózy, snižuje hladinu glukózy v krvi, zvyšuje využití glukózy a syntézu tuků
	<b>GLUKAGON</b>	všechny buňky v těle	reguluje koncentraci krevní glukózy, zvyšuje hladinu glukózy v krvi, stimuluje rozklad proteinů a lipidů
<b>LEDVINY</b>	<b>RENIN</b>	kůra nadledvin	asistuje při kontrole TK
	<b>ERYTROPOETIN (EPO)</b>	kostní dřeň	stimuluje produkci erytrocytů
<b>VARLATA</b>	<b>TESTOSTERON</b>	pohlavní orgány, svaly	ovlivňuje sexuální funkce a chování, má vliv na druhotné pohlavní znaky (růst vousů, rozšíření hrtanu apod.), v pubertě navozuje růst zevního genitálu, zvyšuje proteosyntézu (růst svalů)

<b>VAJEČNÍKY</b>	<b>ESTROGENY</b>	<b>pohlavní orgány, tuková tkáň</b>	<b>v pubertě navozují růst dělohy a pochvy, zvyšují množení vývodů mléčné žlázy, ovlivňuje rozvoj druhotných pohlavních znaků (např. ochlupení, distribuce tuku apod.)</b>
	<b>PROGESTERONY</b>	<b>pohlavní orgány</b>	<b>hlavním účinkem je udržení těhotenství a příprava mléčné žlázy na laktaci, řídí sekreční fázy menstruačního cyklu</b>



# FUNKCE KARDIOVASKULÁRNÍ SOUSTAVY

- podílí se na základních procesech látkové výměny = transport plynů, živin & odpadních látek z tkání nebo do tkání
- transportní média jsou krev, lymfa & tkáňový mok
- udržení optimální činnosti srdce & jeho zásobení
- srdce uvádí do pohybu krev, jež dále proudí cévami a zajištění fungování malého a velkého krevního oběhu
- podílí se i na proudění lymfy



# CÉVY

## TEPNY = ARTERIE

- dávají krevnímu oběhu pružnost (15-5mm)
- SRDEČNICE (30mm)

## TEPĚNKY = ARTERIOLY

- dávají krevnímu oběhu odpor (0,3mm)

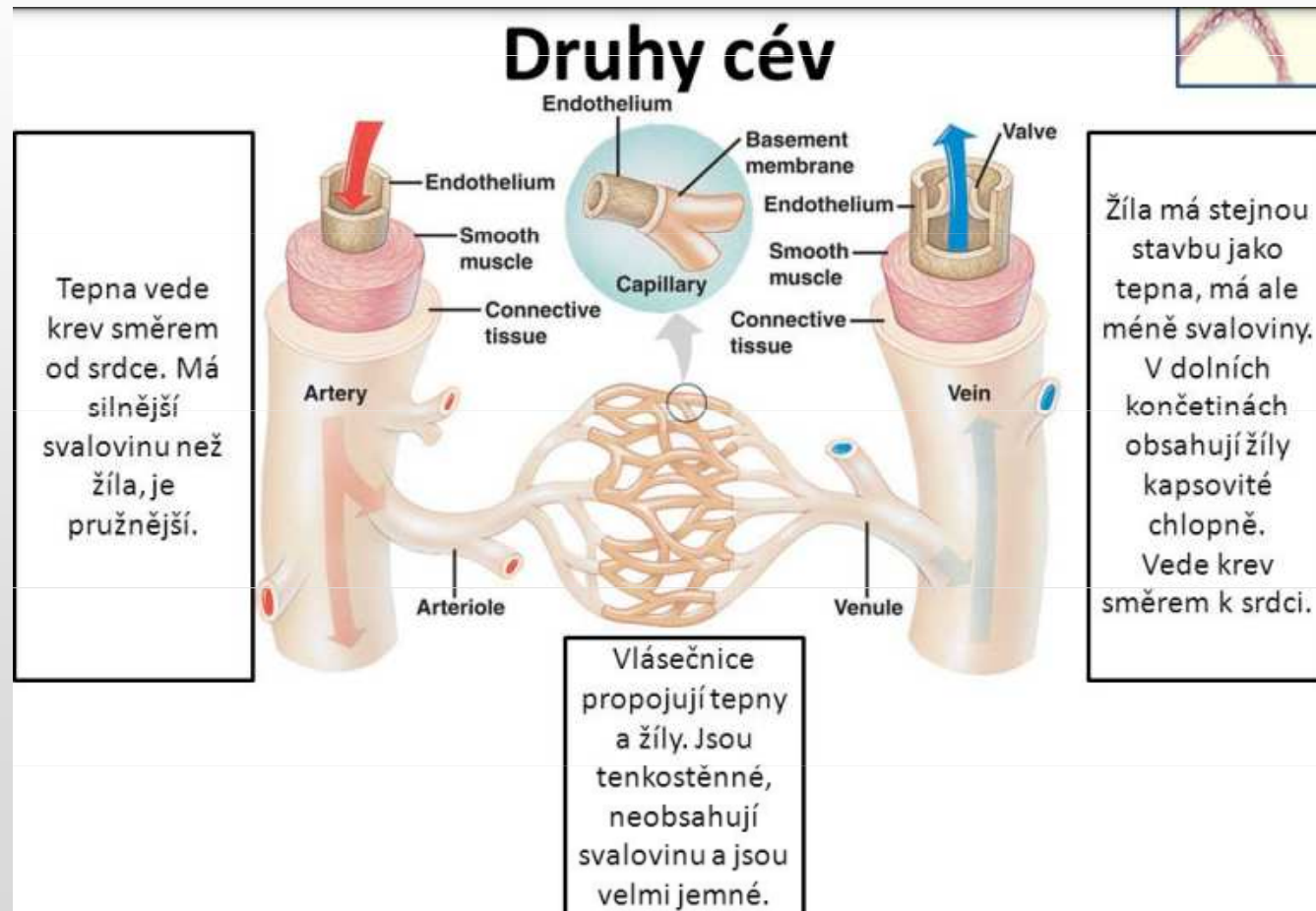
## VLÁSEČNICE = KAPILÁRY

- dochází zde k výměně  $O_2$  a  $CO_2$
- pomáhají regulovat tělesnou teplotu

## ŽILKY = VENULY

## ŽÍLY = VENY

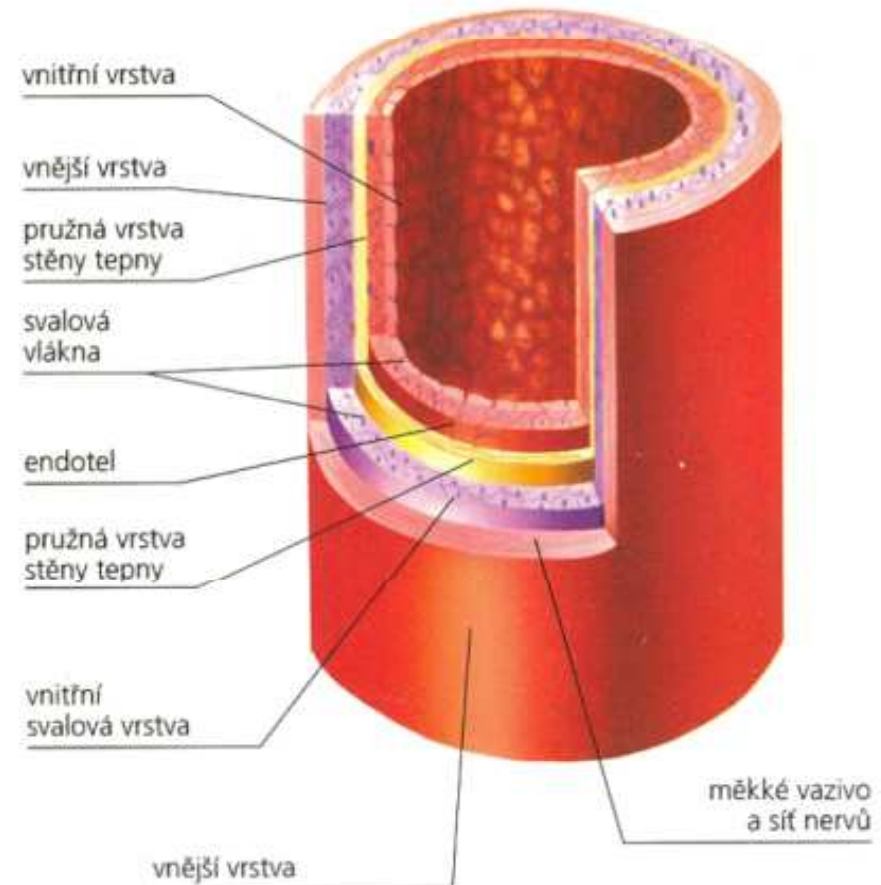
- navrací krev zpátky do srdce (5-15mm)
- Přítomnost chlopní (brání zpětnému toku krve, zejména DK)





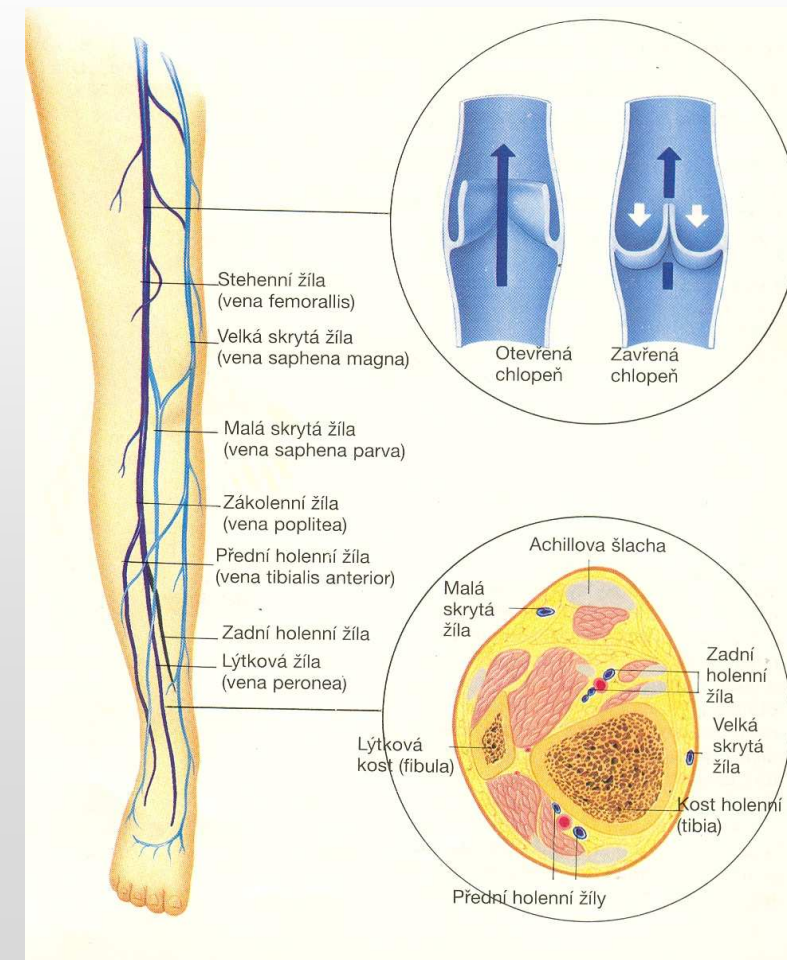
# STAVBA CÉV

- součást kardiovaskulárního a lymfatického systému
- cévy KVS (artérie, vény, kapiláry) – distribuce kyslíku, nutričních látek ke tkáním, a odpadní látky k exkrečním orgánům; transport hormonů



# ŽÍLY

- návrat krve žílami k srdci je zajištěn činností srdce a negativním nitrohrudním tlakem
- podporuje jej i smršťování pracujícího kosterního svalstva – svalová pumpa
- v dolních končetinách jsou v žilách kapsovitě chlopně, které brání zpětnému toku krve

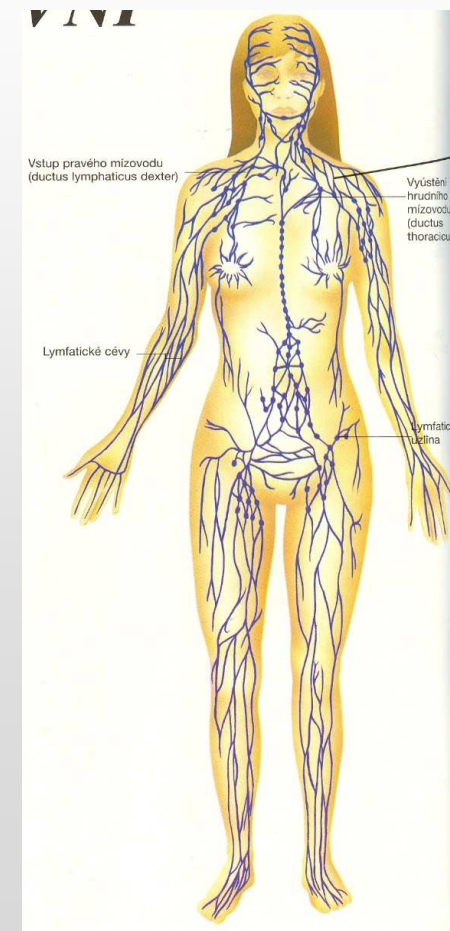


# LYMFATICKÁ SOUSTAVA

- tvoří jednosměrnou dráhu mezibuněčných prostor do krve

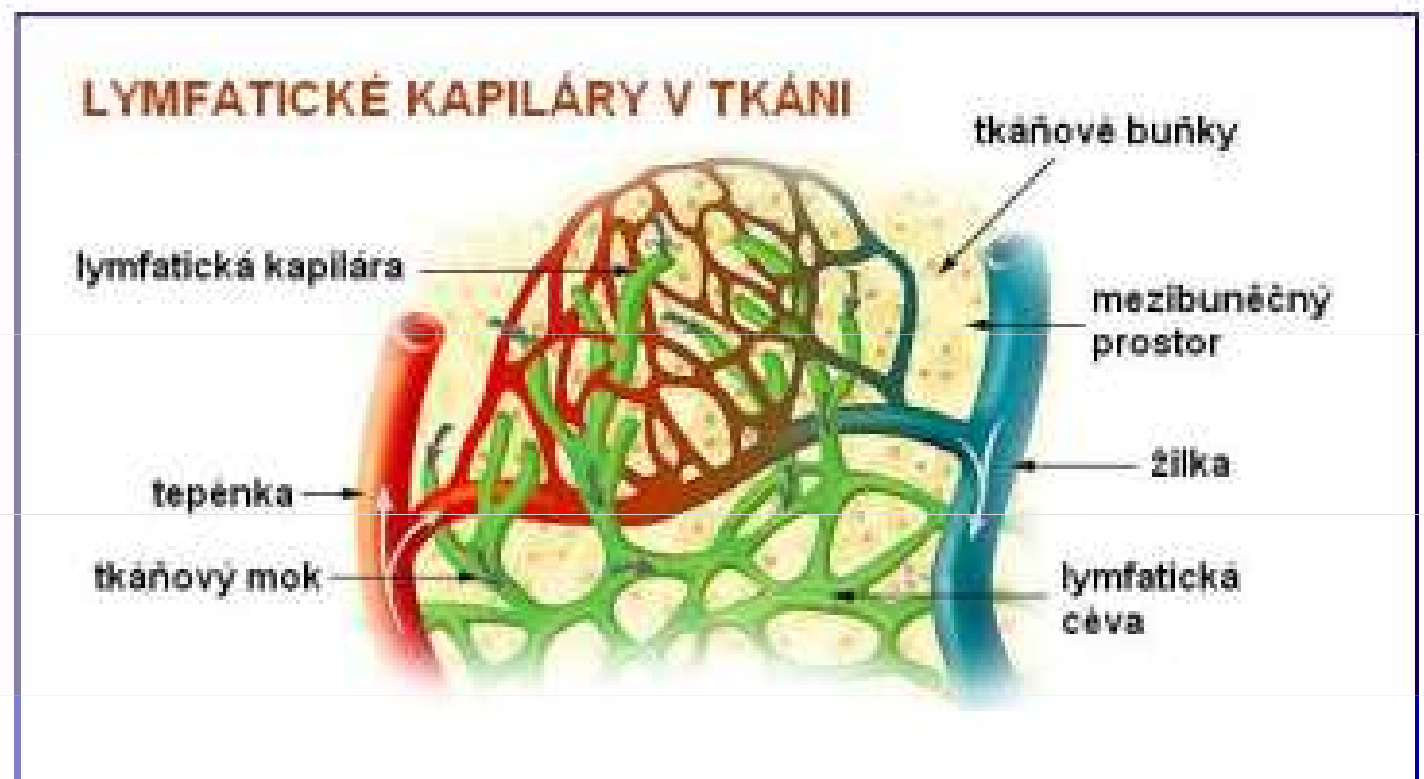
## FUNKCE MÍZNÍ SOUSTAVY

- odvádí přebytek tkáňového moku
- odvádí tuky v podobě tukových kapének z trávicí soustavy do horní duté žíly
- má důležitou funkci v obranných mechanismech těla, uvnitř lymfatických uzlin se hromadí lymfocyty, které vytvářejí protilátky
- S její pomocí jsou odstraňovány mrtvé buňky, bílkoviny, tuky, konečné produkty metabolismu, ale i cizí tělesa a bakterie
- lymfatické uzliny - filtrují lymfu a čistí ji především od mikroorganismů a toxických látek



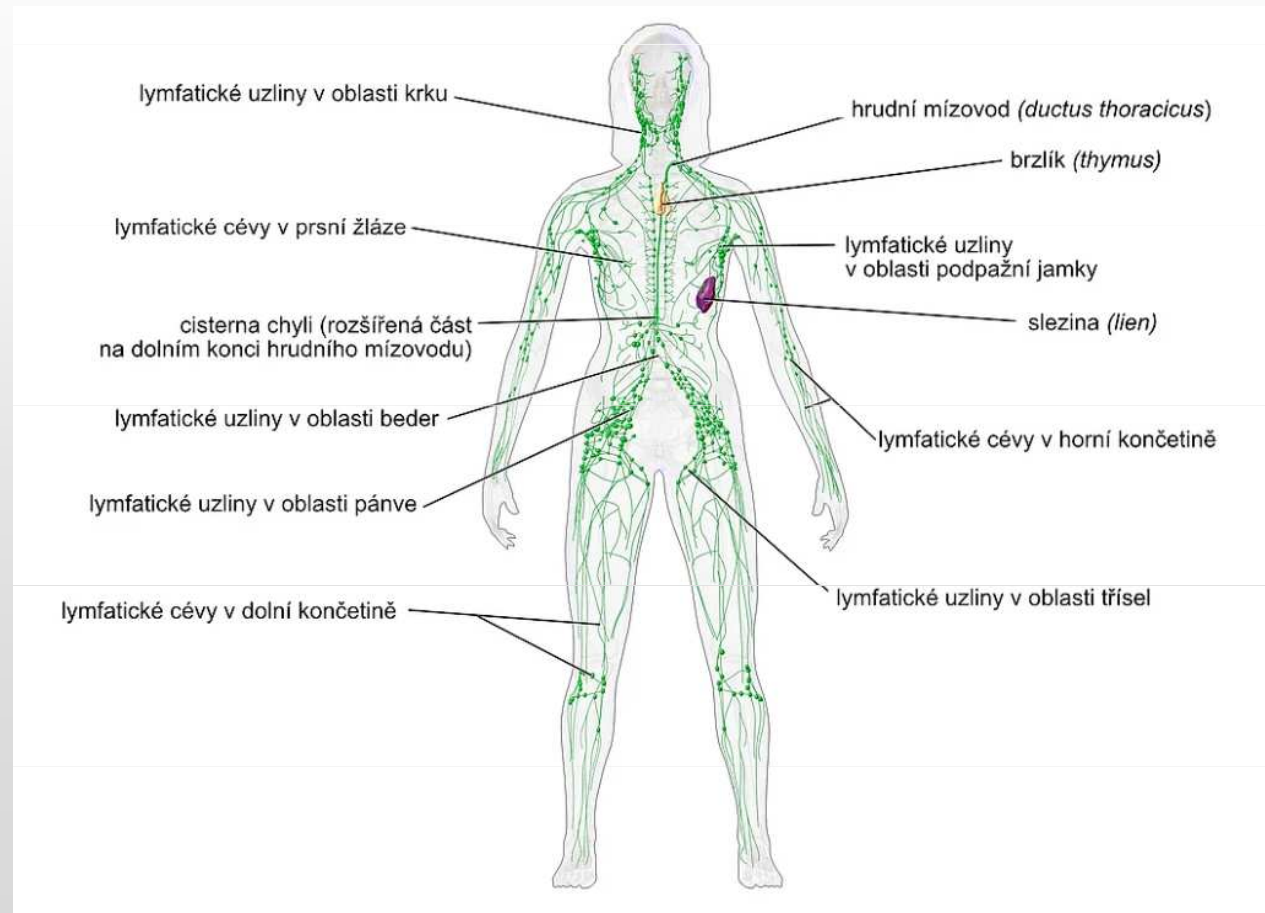
# LYMFATICKÉ CÉVY

- jejich stěny jsou propustné pro všechny látky přítomné v mezibuněčných prostorách, včetně bílkovin
- návrat tekutiny z mezibuněčných prostor zpět do krevní cirkulace - každý den odvedou z tkání více než dva litry mezibuněčné tekutiny (tkáňového moku), kterou přefiltrují a vracejí zpět do krve



# IMUNITNÍ SYSTÉM

- Důležitou součástí lymfy a imunitního systému obecně jsou **lymfocyty** - bílé krvinky
  - tvořené primárně v kostní dřeni, v menší míře pak v brzlíku (u dětí) a ve slezině
- Slezina
  - Největší lymfatický orgán
  - odstraňuje z krve staré červené krvinky (erythrocyty)
  - zásobník krve





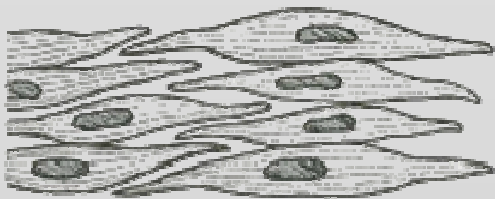
# FUNKČNÍ MORFOLOGIE SRDCE

- dutý orgán, tvořený srdeční svalovinou
- zdrojem energie pro srdeční činnost jsou mastné kyseliny, laktát, glukóza a aminokyseliny

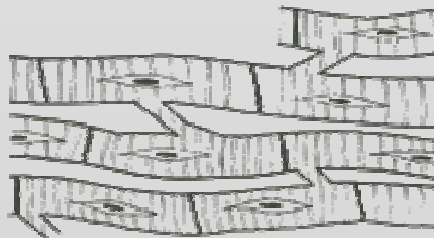
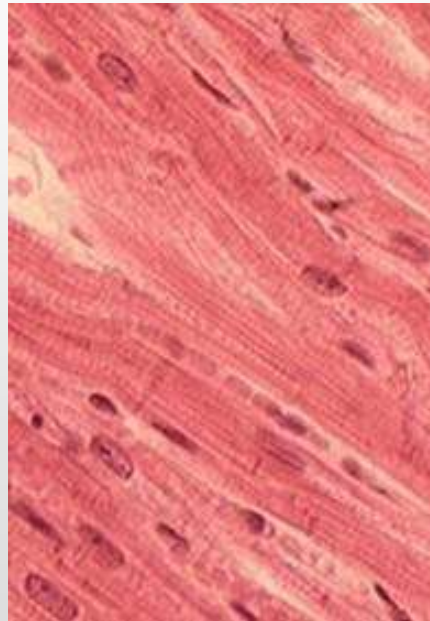
## TYPY SVALOVINY

# TYPY SVALOVÉ TKÁNĚ

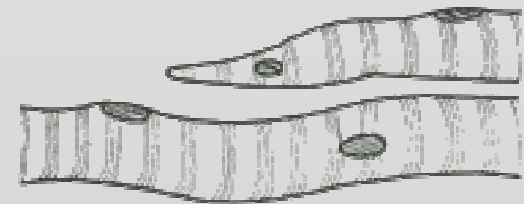
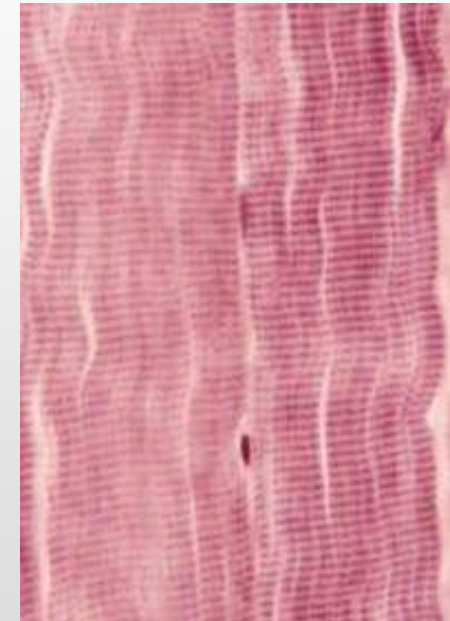
HLADKÁ SVALOVINA



SRDEČNÍ SVALOVINA



PŘÍČNĚPRUHOVANÁ SVALOVINA



# TYPY SVALOVÉ TKÁNĚ

## HLADKÁ

- **Není ovládaná vůlí – inervace vegetativními nervy**
- **Buňky jednojaderné**
- **Žíly, orgány (žaludek, močový měchýř, děloha)**
- **3% hmotnosti**

## SRDEČNÍ

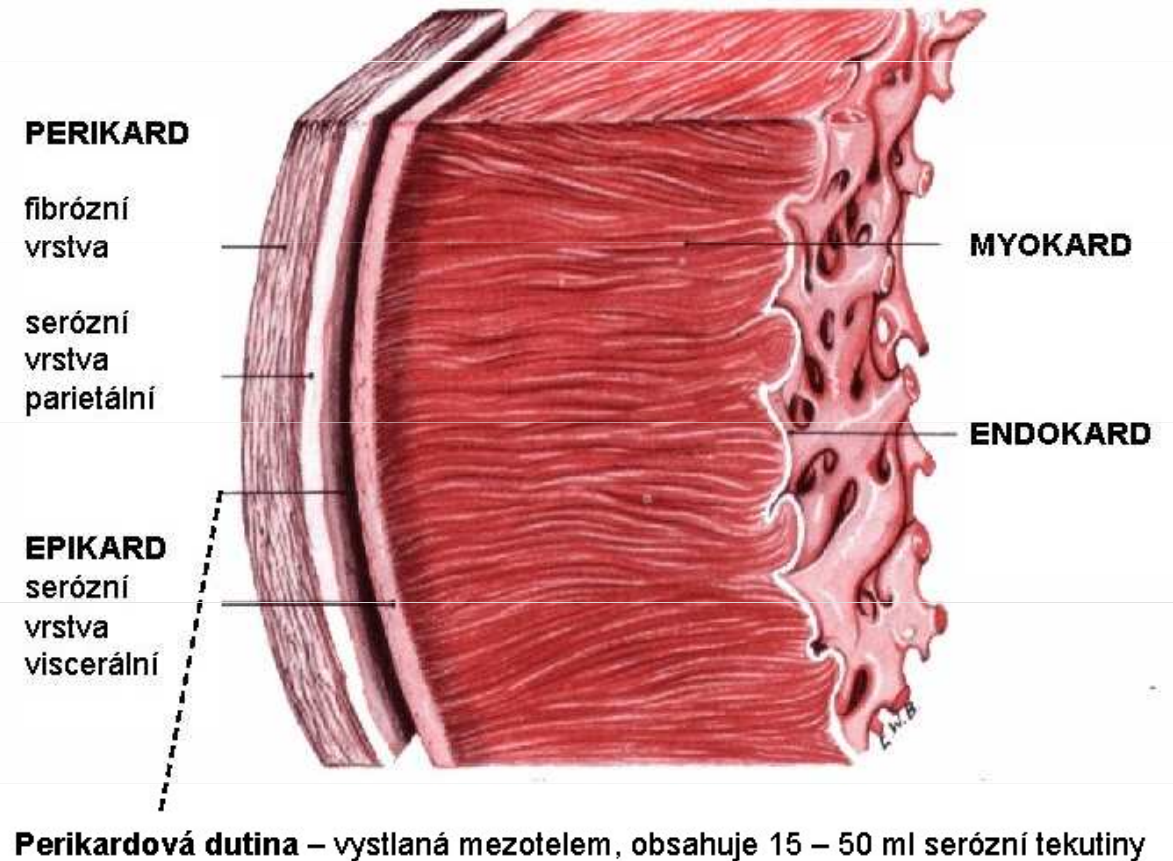
- **Některé rysy společné příčně pruhované**
- **Není ovládaná vůlí - signály pro stahy srdečních buněk vznikají přímo v srdci**
- **Stálá a rytmická aktivita**

## PŘÍČNĚ PRUHOVANÁ

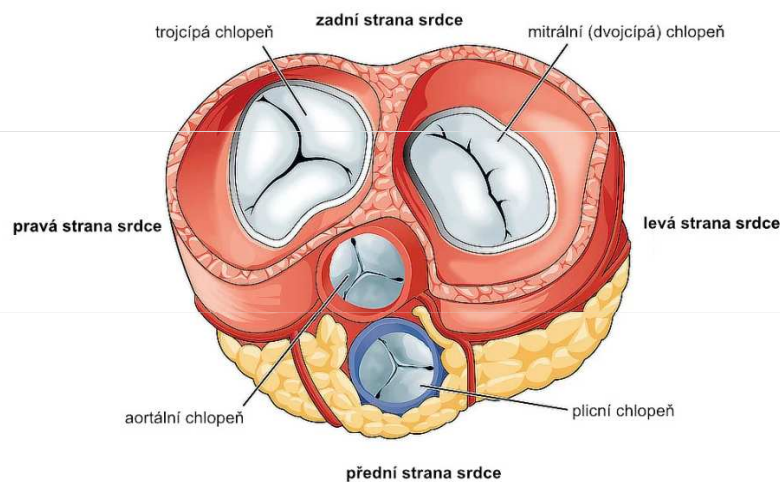
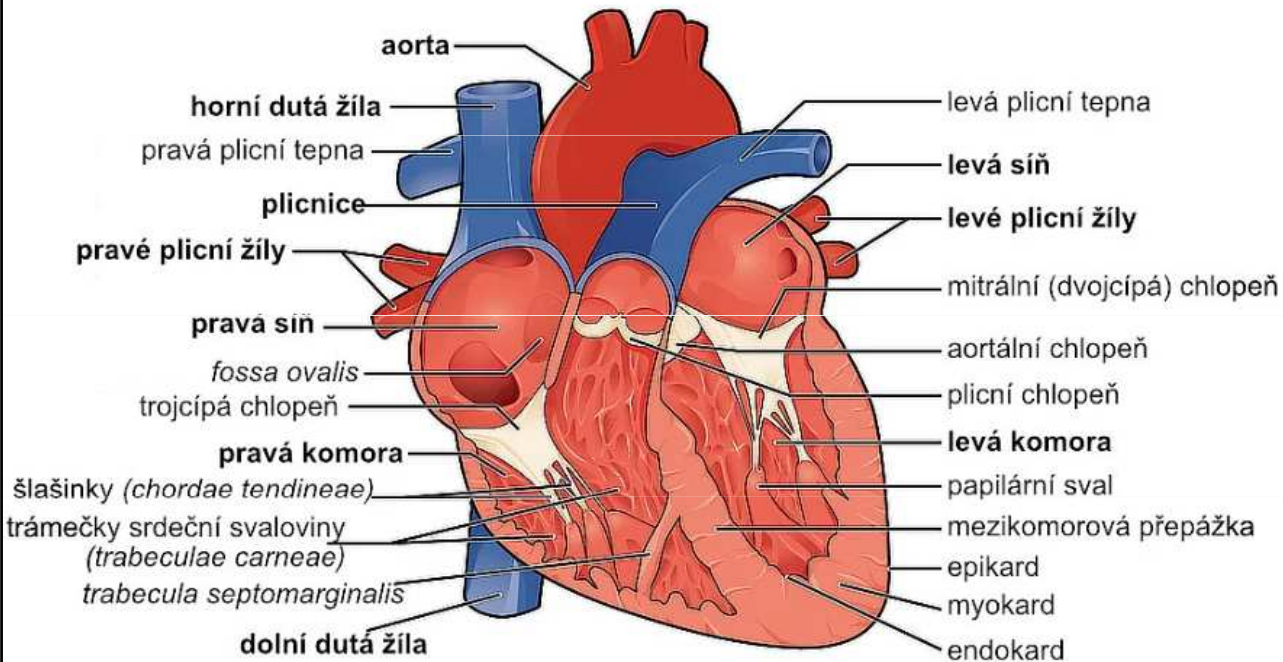
- **Ovládaná vůlí – inervace mozkomíšními nervy**
- **Buňky mnohjaderné**
- **Přes 600 skeletárních svalů**
- **40-50% tělesné hmotnosti**

# STAVBA SRDCE

- **PERIKARD**
  - vazivový vak kolem srdce
  - 2 části: vnitřní list (přísrdečník = epikard) a vnější list (perikard)
  - probíhají tepny a žíly, obsahuje tuk
- **MYOKARD**
  - tvoří srdeční stěny
- **ENDOKARD**
  - vystýlá síně i komory
- Svalovina komor je mnohem silnější než předsíní, přičemž tloušťka svaloviny levé komory je třikrát větší než komory pravé



# SRDCE



- Dutý svalový orgán uložený v hrudní dutině
- Váha srdce je u dospělého člověka asi 300 – 320 gramů - vyšší hmotnost – hypertrofie (patologické stavy, sportovci)
- Srdce je vertikálně děleno na pravou a levou polovinu a každá z nich je dále horizontálně dělena na předsíň a komoru
- V pravé předsíni a komoře proudí krev odkysličená – žilní, v levé předsíni a komoře proudí krev okysličená – tepenná
- Mezi síněmi a komorami jsou to chlopně cípaté
- Výstup do aorty a plicnice – poloměsíčitě chlopně



# PORUCHY FUNKCE CHLOPNÍ

## PROPAD CHLOPNĚ = PROLAPS

- zpravidla do předsíně
- část systolického tepového objemu je tak bez užitku pro oběh uložena v předsíni a srdce je objemově přetěžováno

## NEDOMYKAVOST CHLOPNĚ = INSUFICIENCE

- část krevního oběhu se vrací do prostoru s nižším tlakem
- při této poruše je srdce přetěžováno objemově

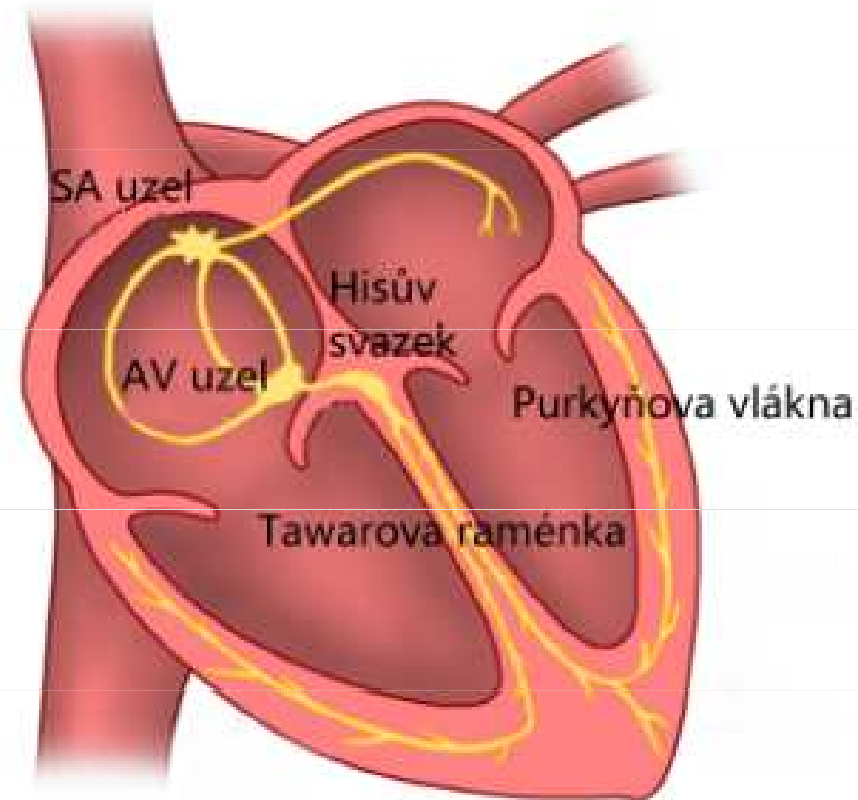
## ZÚŽENÍ SRDEČNÍ CHLOPNĚ = STENÓZA

- zmenšuje se plocha pro průtok krve, což představuje vyšší odpor proudící krve a zvýšení tlakové zátěže srdce

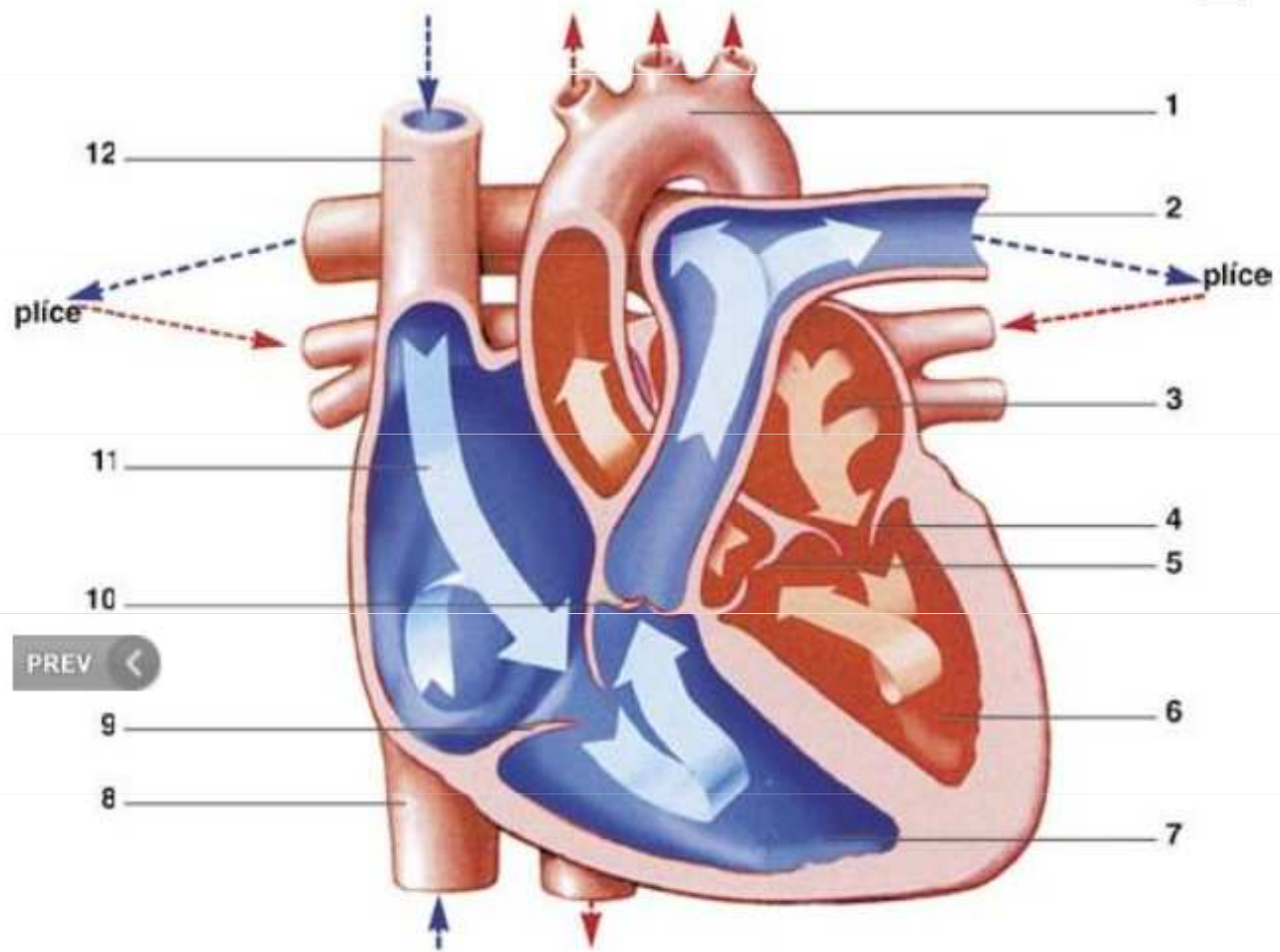
# PŘEVODNÍ SRDEČNÍ SYSTÉM

- Zajišťuje periodickou srdeční činnost
  - Tvoří spontánní a pravidelné vzruchy, které spouštějí stah myokardu
  - Tvoří ho modifikované buňky srdeční svaloviny, které mají schopnost vytvářet vzruchy a rozvádět je po celém srdci
    - Předšňový (sinoatriální - SA) uzel – z tohoto uzlu vychází rytmické vzruchy (70 tepů/minutu)
    - Předšňokomorový (atrioventrikulární – AV) uzel
    - Hissův svazek
    - Tawarova raménka
    - Síť Purkyňových vláken
- } Další šíření vzruchu

PŘEVODNÍ SYSTÉM SRDCE



# PROUDĚNÍ KRVE SRDCEM



# FUNKCE SRDCE

## KREVNÍ OBĚH

```
graph TD; KO[KREVNÍ OBĚH] --> MALÝ[MALÝ]; KO --> VELKÝ[VELKÝ]; MALÝ --- MALÝ_DESC[je poháněn pravou komorou srdeční]; VELKÝ --- VELKÝ_DESC[je poháněn levou komorou srdeční]; Q[MINUTOVÝ OBJEM SRDČNÍ Q]; Q --- Q_LIST[• je množství krve, které srdce vyvrhne do krevního oběhu za 1min  
• závisí od množství krve vyvrhnutého při jedné kontrakci (systolický objem - QS) a počtu srdečních kontrakcí za minutu - SF];
```

**MALÝ**

je poháněn pravou komorou srdeční

**VELKÝ**

je poháněn levou komorou srdeční

## MINUTOVÝ OBJEM SRDČNÍ Q

- je množství krve, které srdce vyvrhne do krevního oběhu za 1min
- závisí od množství krve vyvrhnutého při jedné kontrakci (systolický objem - QS) a počtu srdečních kontrakcí za minutu - SF

# MALÝ A VELKÝ KREVNÍ OBĚH

## MALÝ (PLICNÍ) KREVNÍ OBĚH

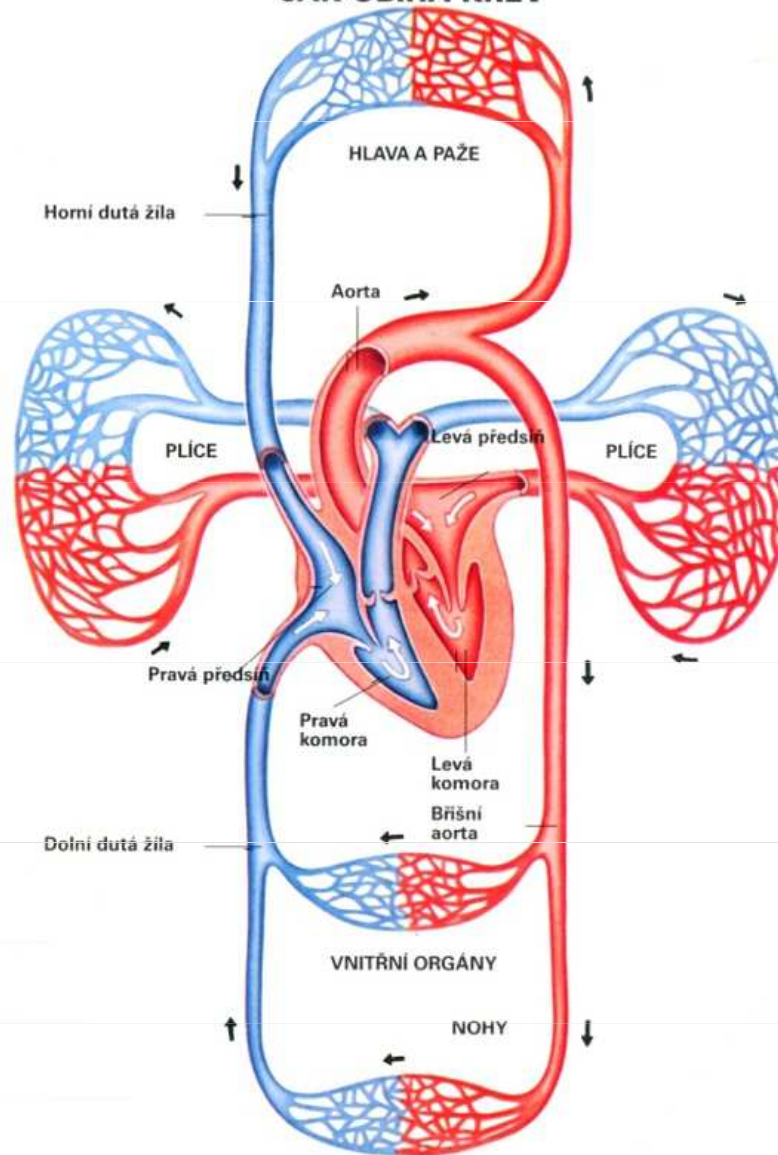
- Pravá předsíň přivádí krev z horní a dolní duté žíly
- Krev je vstřikována do pravé komory
- Vstup krve do plicního řečiště – okysličení a návrat krve přes plicní žíly do levé předsíně
- Pokračuje do levé komory a do velkého krevního oběhu

## VELKÝ (PERIFERNÍ) KREVNÍ OBĚH

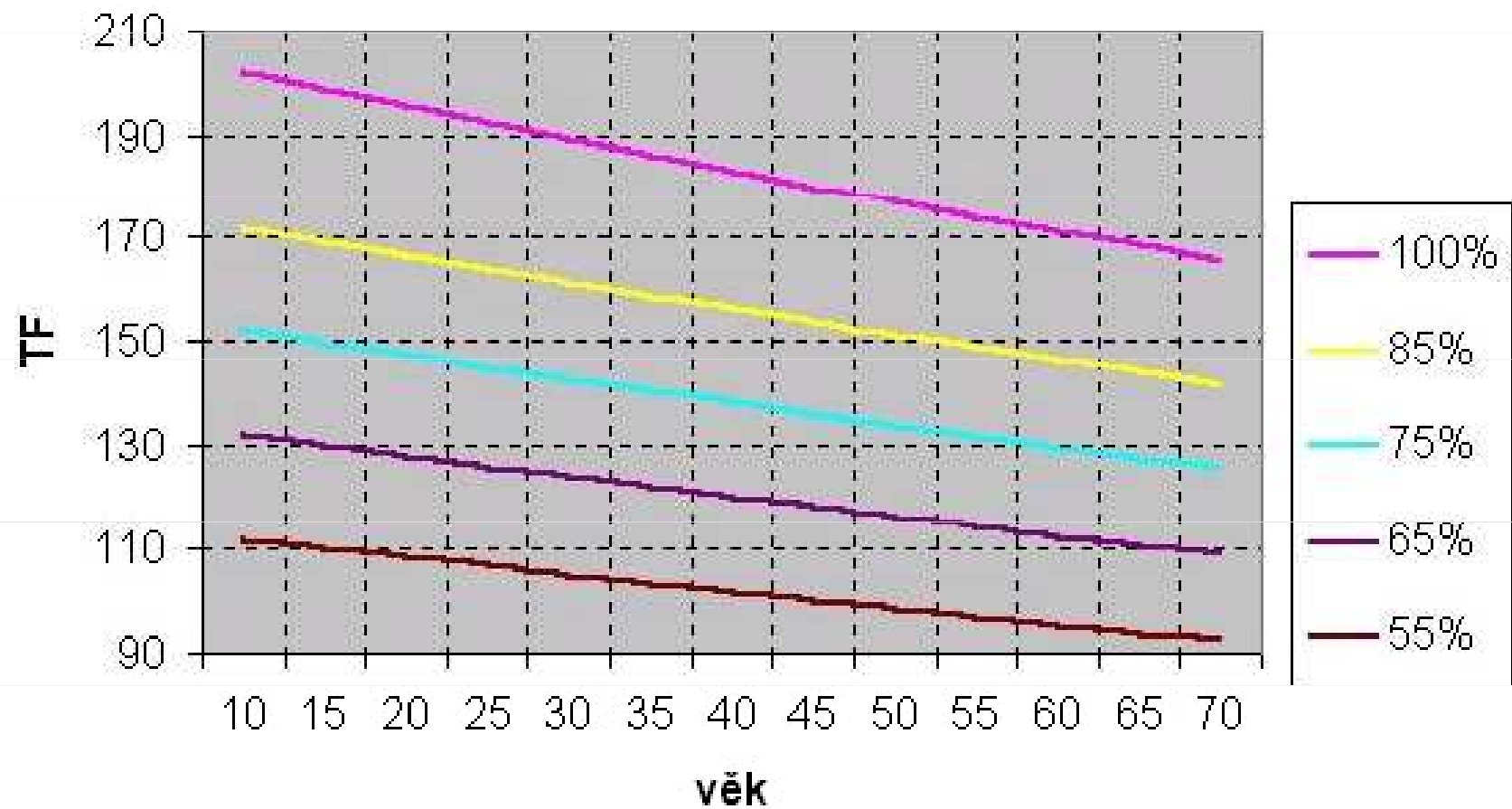
- Levá komora nasává krev z levé předsíně a vypuzuje ji do aorty
- Rozvod okysličené krve po těle
- Krev protéká cévním řečištěm – žíly je odkysličená krev vracena do pravé předsíně
- Odtud je následně přečerpána do pravé komory a malého krevního oběhu



## JAK OBÍHÁ KREV



# TEPOVÁ (SRDEČNÍ) FREKVENCE

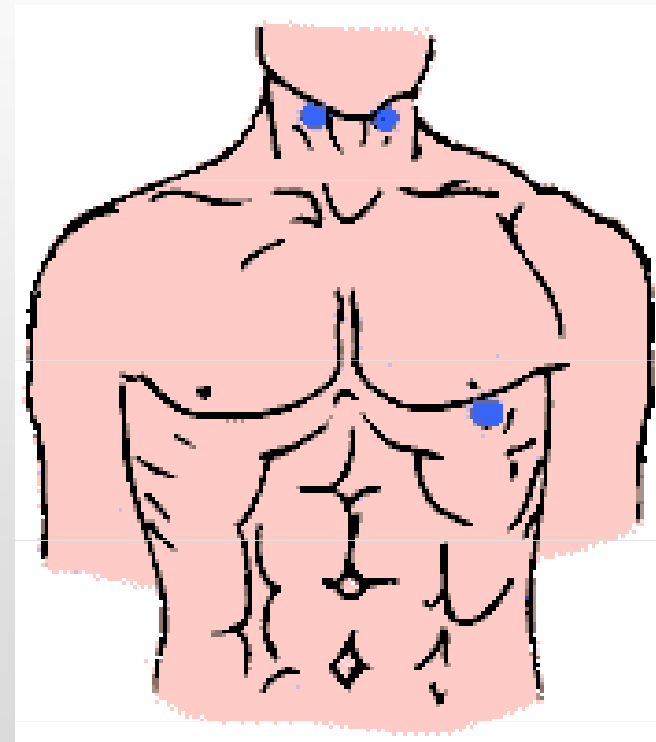
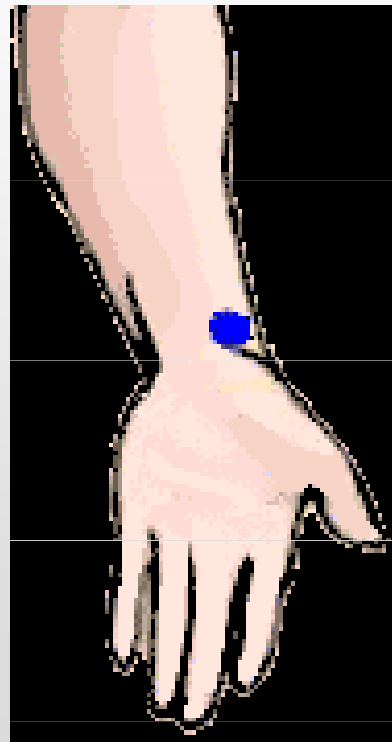


# ZJIŠŤOVÁNÍ SF/TF

- ausultácií (poslechem) na hrotě srdce
- z křivky EKG záznamu (vzdálenost R-R)
- palpací (hmatáním) pulzu
- přístroji založenými na fotometrickém, piezoelektrickém nebo elektrickém principu

# PALPAČNÍ METODA

- Tep se nejčastěji zjišťuje v místech, kde tepny procházejí blízko kožního povrchu, například na tepně vřetení na zápěstí, na krkavici atd.
- Průměrná klidová frekvence člověka je 72 tepů za minutu
- V dětském věku je vyšší
- Tepová frekvence se zvyšuje při horečce, při práci a při rozčilení



# PRŮMĚRNÉ HODNOTY SF<sub>MAX</sub> U ČESKÉ ZDRAVÉ POPULACE

$$SF_{\max} = 220 - \text{věk}$$

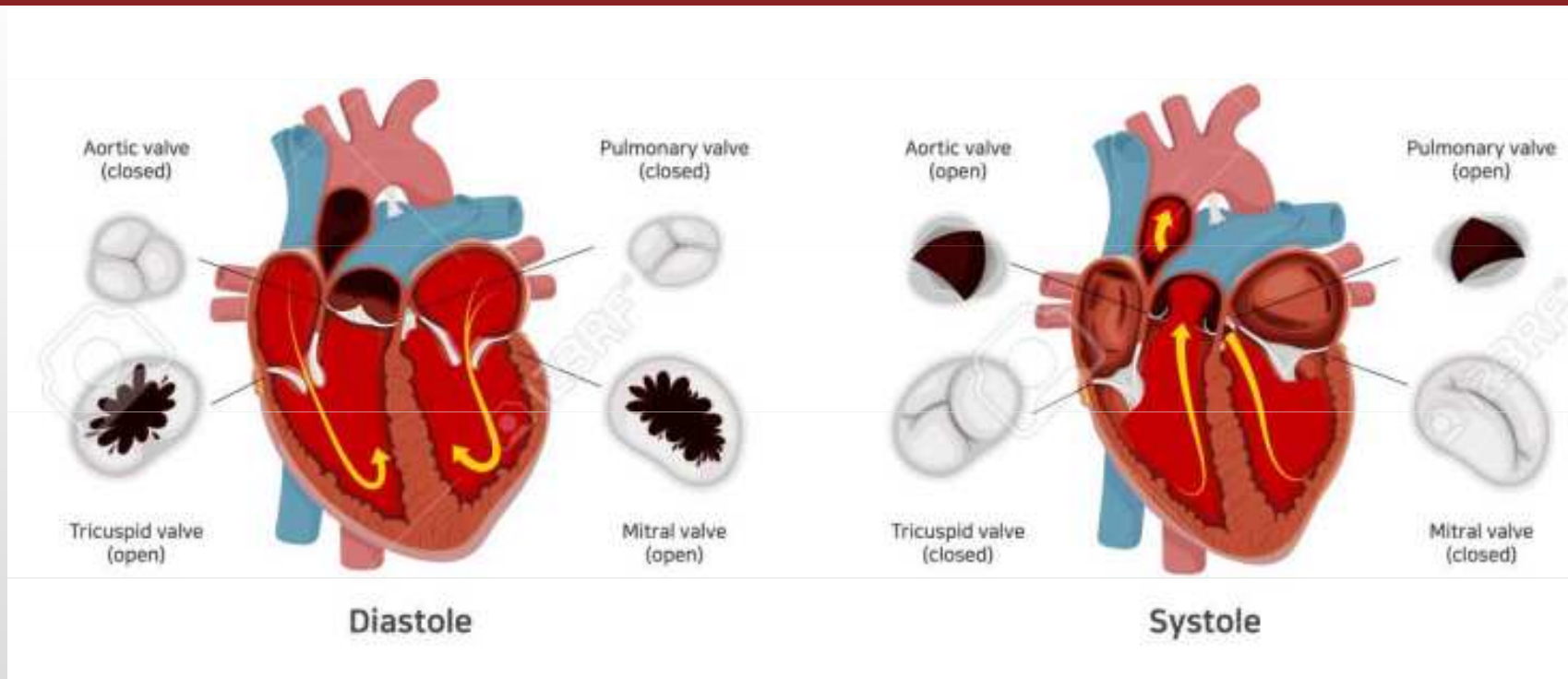
<b>VĚK</b>	<b>MUŽI</b>	<b>ŽENY</b>
<b>18</b>	<b>194±10</b>	<b>197±7</b>
<b>25</b>	<b>191±9</b>	<b>194±8</b>
<b>35</b>	<b>186±10</b>	<b>188±9</b>



# Změny SF při zatížení – 3 fáze

- úvodní (předstartovní zvýšení SF)
- průvodní (zvýšení SF při vlastní činnosti – strmost vzestupu je úměrná intenzitě zatížení, potom dochází k ustálení)
- následná (dochází k návratu SF k výchozím hodnotám)

# SRDEČNÍ REVOLUCE



- výsledkem změn napětí srdeční svaloviny jsou tlakové změny v srdečních dutinách
- aktivní tlakové změny jsou hnací silou krevního proudu

# ELEKTROKARDIOGRAFIE - EKG

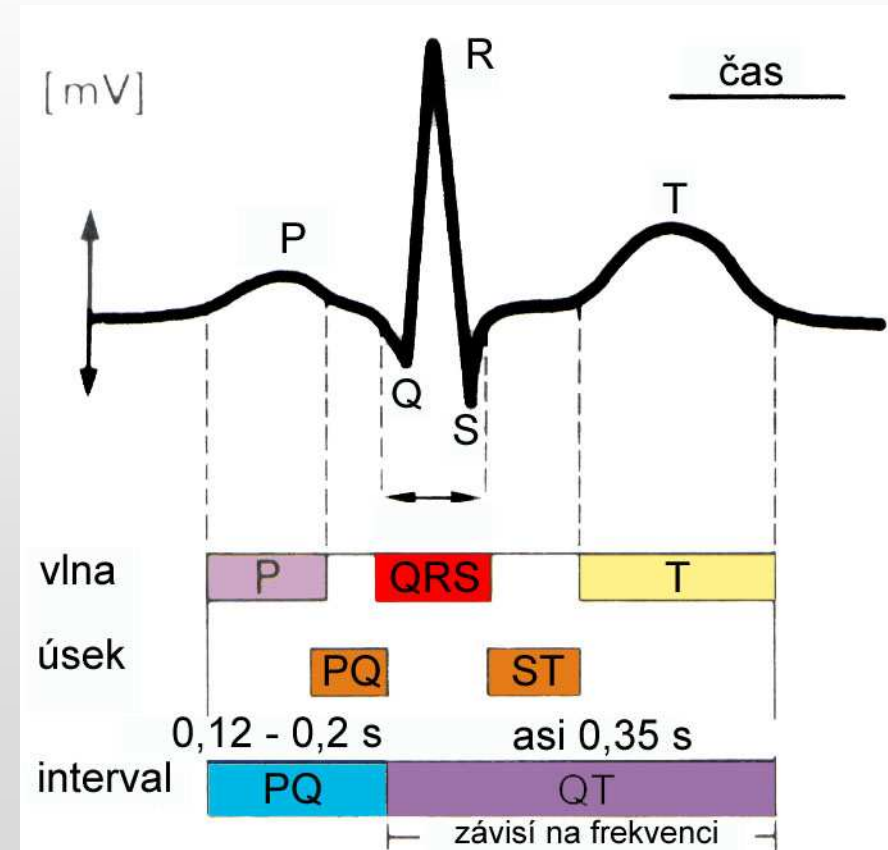
- během každého cyklu elektrické aktivace se vytváří elektrické pole, které lze zaznamenávat systémem EKG svodů z povrchu těla
- záznam sumární elektrické aktivity srdce
- normální EKG záznam jedné srdeční revoluce se skládá z vln a kmitů, které mají charakteristický tvar a trvání

# EKG KŘIVKA

U EKG křivky popisujeme:

- vlny (P,T)
- kmity (QRS)
- oblé jsou vlny (P,T)
- strmé jsou kmity (QRS)

Při posuzování EKG křivky si všímáme rytmu a jeho pravidelnosti (tzv. akce), frekvence, sklon elektrické osy srdeční, vlny P, segmentu PQ, komorového komplexu QRS, segmentu ST a vlny T



# VARIABILITA SRDEČNÍ FREKVENCE (HRV)

- srdeční frekvence v průběhu času kolísá
- tyto fyziologické oscilace vznikají pod vlivem mnoha faktorů (psychika, termoregulace, acidobazická rovnováha, krevní plyny, krevní tlak, koncentrace hormonů, dýchání atd.)
- pomocí EKG elektrod je snímána elektrická aktivita srdce
- snímací frekvence pro vyhledávání vrcholů R kmitů by měla být alespoň 1 kHz



# VARIABILITA SRDEČNÍ FREKVENCE (HRV)

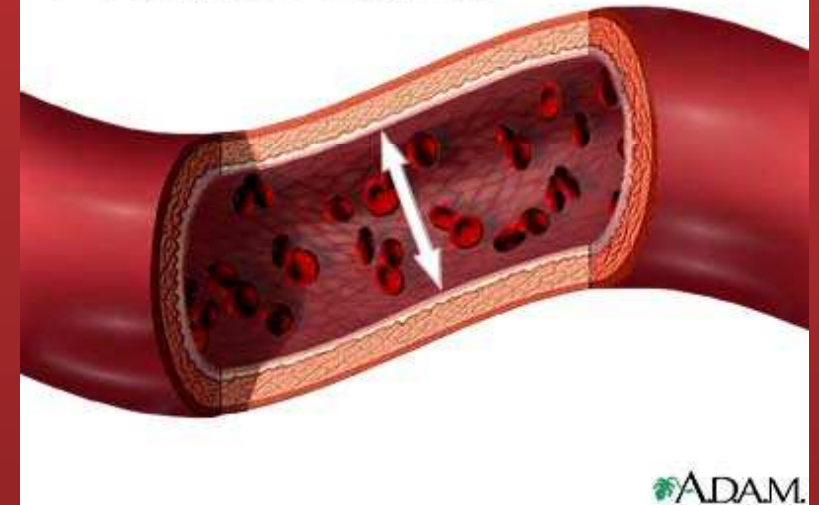
- u intenzivně trénujících sportovců může být tato vyšetřující metoda přínosem v diagnostice celkové chronické únavy – přetrénování, které bývá spojeno s neurovegetativní dysbalancí (hypersympatikotonie nebo parasympatikotonie)



- **Tlak systolický** – tlak měřený při stahu komor (systole): 100 – 160 mm Hg
- **Tlak diastolický** – tlak měřený při uvolnění komor (diastole) < 90 mm Hg
- **Hlavním činitelem ovlivňující TK jsou činnost srdce a periferní odpor**
- **Může se měnit v souvislosti se změnami minutového objemu srdce**
- **Při zúžení cév (vasokonstrikci) se periferní odpor a tedy i TK zvýší a naopak, při rozšíření cév (vasodilataci) se oba ukazatelé sníží**
- **TK se může změnit i bez tělesného zatížení jako reakce na měnící se podmínky vnějšího prostředí.**
- **Tlak stoupá při psychickém podráždění, ale i při změně polohy těla z lehu do stoje**

## KREVNÍ TLAK

Blood pressure is the measurement of force applied to artery walls



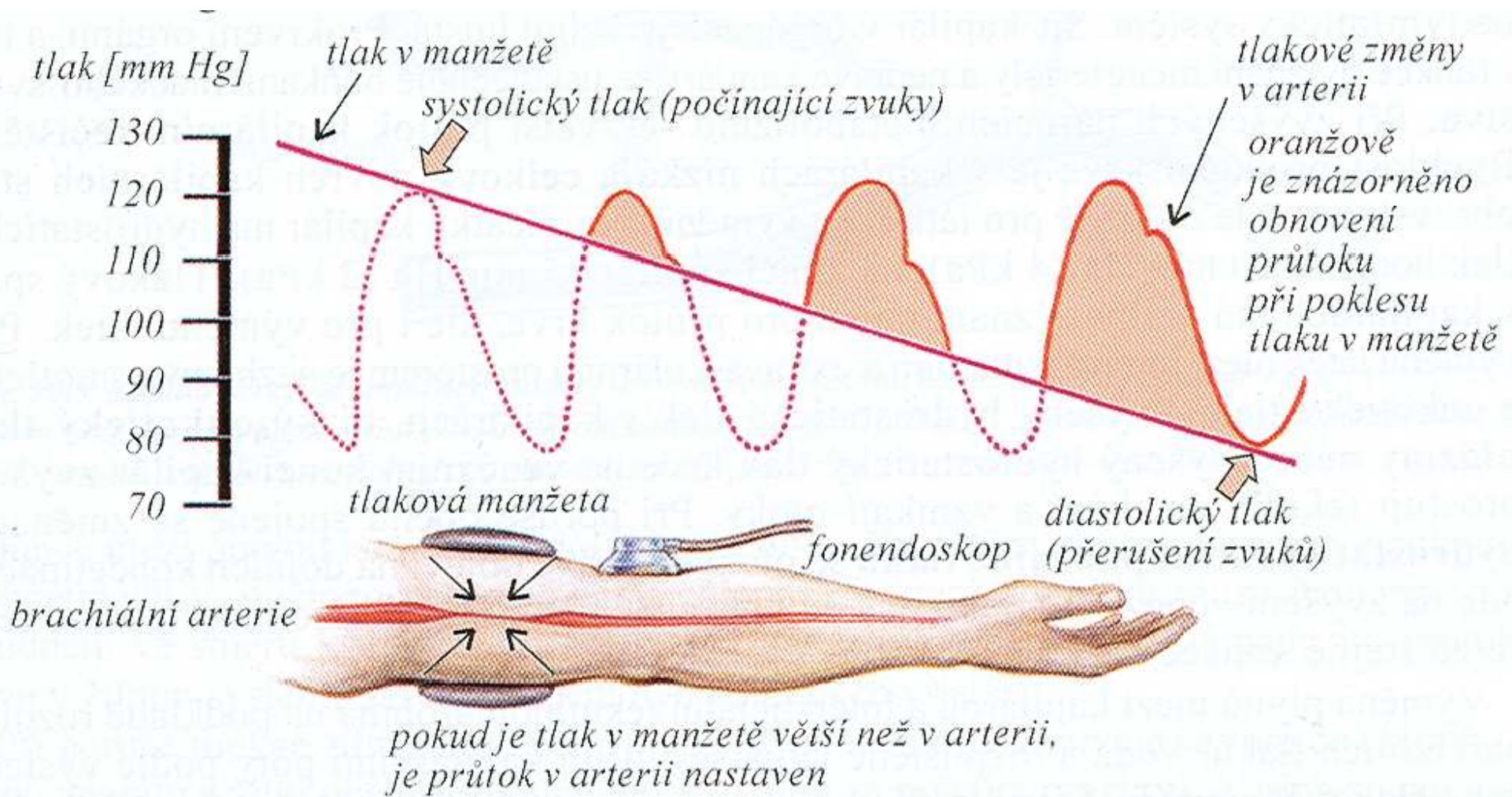
ADAM.

# MĚŘENÍ TK

Checking blood pressure



- vyšší než 160/90 mm Hg - hypertenze
- nižší než 90/60 mm Hg - hypotenze



**Obr. 10.8** Auskultační metoda měření krevního tlaku. Při částečné okluzi brachiální arterie vznikají Korotkovovy zvuky v důsledku turbulentního proudění v radiální arterii.

# MINUTOVÝ OBJEM SRDCE - Q

- Závisí od množství krve vyvrhnutého při jedné kontrakci (systolický objem –  $Q_s$ ) a počtu srdečních kontrakcí za minutu – SF
- Potřeba prokrvení v klidu vyžaduje minutový objem asi 5 litrů
- U trénovaných je  $Q_s$  vyšší, což jeho srdci umožňuje pracovat v klidu i při stejné submaximální intenzitě zatížení nižší SF
- Klidové hodnoty  $Q_s = 60-80$  ml,  $Q = 4-5$ l

$$Q = Q_s * SF$$

	$Q_s$ [ml]	SF [tepů*min <sup>-1</sup> ]	Q [ml]
netrénovaný	70	70	4 900
trénovaný	100	50	5 000

# REAKCE NA DYNAMICKOU ZÁTĚŽ

- **Zvýšení SF**
  - úvodní (předstartovní zvýšení SF)
  - průvodní (zvýšení SF při vlastní činnosti – strmost vzestupu je úměrná intenzitě zatížení, potom dochází k ustálení)
  - následná (dochází k návratu SF k výchozím hodnotám)
- **Zvýšení tepového objemu**
  - 120-150ml (nejvyšší hodnoty okolo 120tepů/minutu)
- **Zvýšení minutového objemu**
  - 20-25l
- Při hodnotách TF blížících se maximu dochází u netrénovaných k nedostatečnému plnění komor a tepový i minutový objem se snižují

# REAKCE NA DYNAMICKOU ZÁTĚŽ

- Systolický krevní tlak se zvyšuje / diastolický bez výrazných změn
- Zátěž vyšší intenzity vede k dalšímu postupnému zvyšování. Max TKs při submaximálních zátěžích okolo 180-240mmHg



# REAKCE NA STATICKOU ZÁTĚŽ

- Mírné zvýšení SF
- Zvýšení periferního tlaku  $\Rightarrow$  vysoké nároky na levou komoru
- Při lehké a střední práci (nižší intenzita, menší svalové skupiny, malý počet svalových skupin) stoupá sTK, při těžké práci (vysoká intenzita, velké svalové skupiny) i dTK
- Vysoké intenzitě např. u vzpěračů může docházet k nárůstu TK až na hodnoty 480/350 mmHg (naměřené extrémní hodnoty)

# SRDEČNÍ HYPERTROFIE

## DYNAMICKÁ ZÁTĚŽ

- Atletické srdce = hypertrofie svaloviny ale i celé levé komory

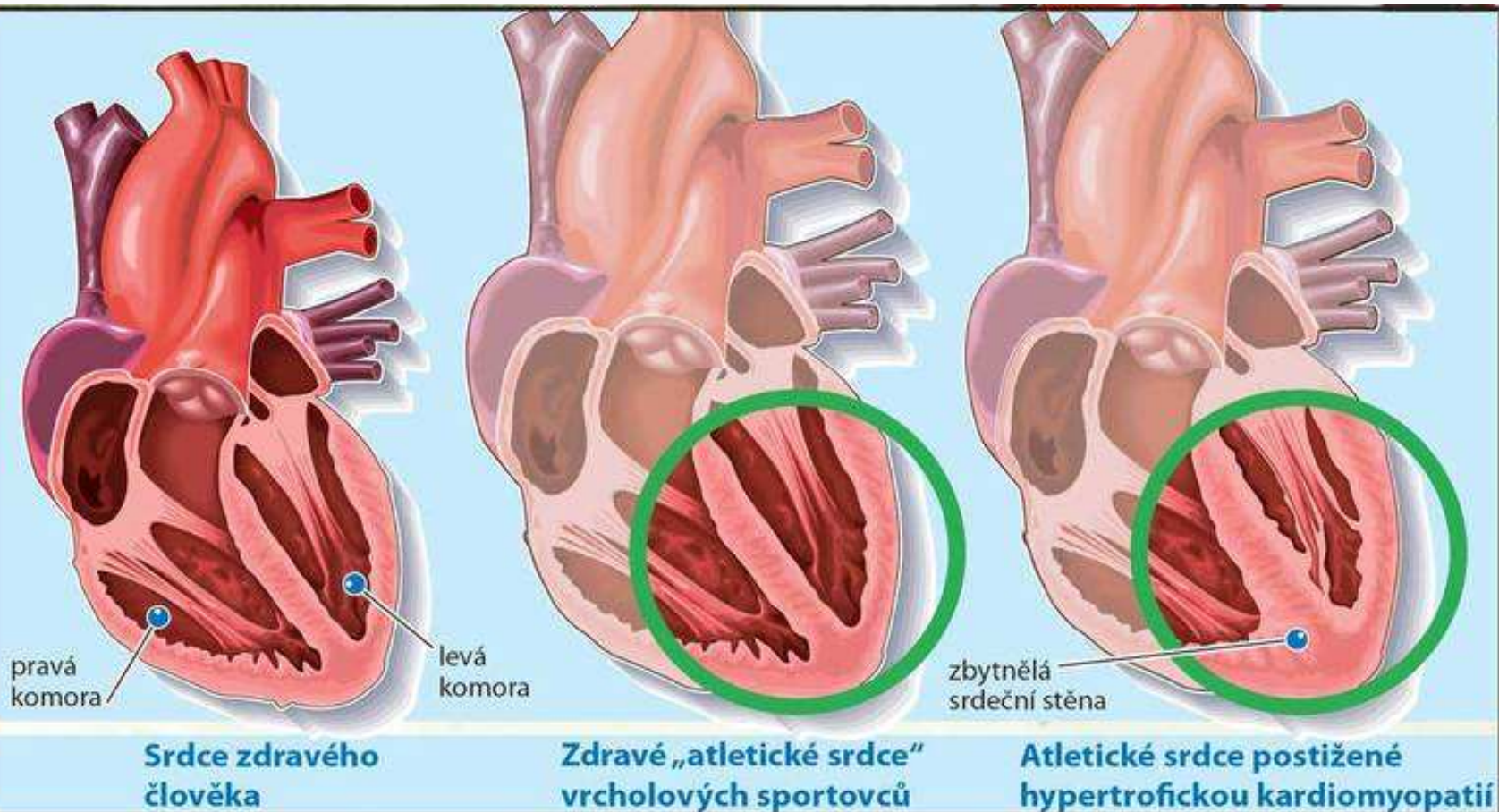
## STATICKÁ ZÁTĚŽ

- Hypertrofie svaloviny levé komory bez zvětšení velikosti komory  
⇒ hypertrofická kardiomiopatie (u osob s problémy s TK, onemocněními srdce, genetické předpoklady)
- Nejvýraznější působení statické složky zátěže se objevuje při činnosti se rukama zdviženýma nad hlavu, kdy je staticky kontrahováno svalstvo pletence ramenního, dále krční a páteřní svalstvo, zatímco malé svaly horních končetin provádějí dynamickou činnost

# SRDEČNÍ HYPERTROFIE

## Kardiomyopatie:

Jedná se o vrozené onemocnění srdečního svalu (získaná kardiomyopatie je v důsledku toxického vlivu například alkoholu, léků, drog), při kterém dochází ke zbytnění srdce. Zasáhne buďto celý srdeční sval, zhruba třetina nemocných má hypertrofii lokalizovanou jen na určitou část svalu. Při kardiomyopatii dochází ke zhutňování směrem dovnitř, čímž se zmenšuje prostor srdečních komor. Toto onemocnění bývá hlavní příčinou náhlého úmrtí vrcholových sportovců na selhání srdce. Hypertrofická kardiomyopatie se vyskytuje v populaci s frekvencí zhruba 1 případ na 500 lidí, jedná se tedy o onemocnění relativně časté.



# REAKCE NA STATICKOU A DYNAMICKOU ZÁTĚŽ

Parametr	Zatížení	
	dynamické	statické
srdeční frekvence	↑↑	↑
periferní odpor	↓↓	↑↑↑
systolický KT	↑↑↑	↑↑↑↑
diastolický KT	0↑↓	↑↑
systolický objem	↑↑	0
minutový srdeční výdej	↑↑↑↑	↓