

## Přenos látek

je realizován prostřednictvím:  
**oběhu tělních tekutin v cévní soustavě**

### **Oběh tělních tekutin – cévní soustava**

Zajišťování funkcí krve – nutnost průniku do všech částí těla.

Mnohobuněční – zvláštní cévní ústrojí. Nutnost pohonu tekutiny – úseky cév se schopností rytmických stahů (**pulzující cévy**).

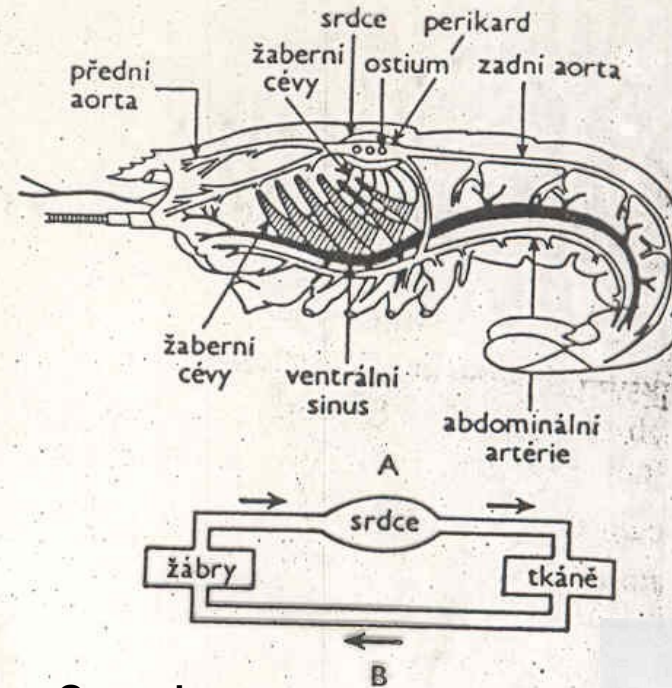
Nárůst rozměrů – výkonnější **srdce**.

Rytmická část **komora** doplňována zásobárnou (**perikardiální prostor** korýšů, **předsíň**).

Směr toku krve – **chlopně**.

Zvýšený přívod krve k aktivním orgánům – **krevní splav** (**sinus**) (orgán oplachovaný krví), nebo protkán sítí **vlásečnic**

## Ust - žížala



Os - hmyz

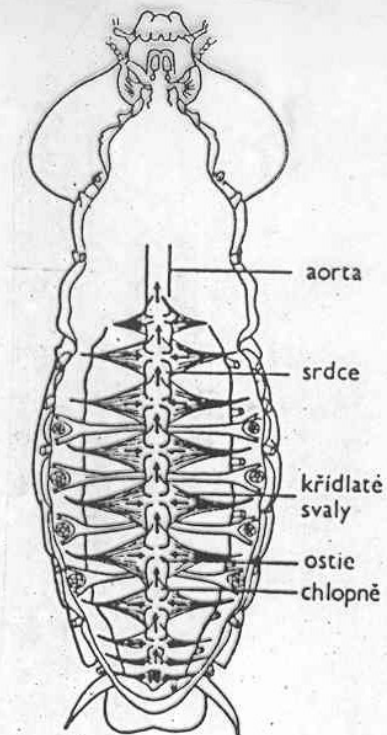
Os - rak

## Typy cévních soustav

Uzavřené soustavy trubic – peristaltika cévních stěn  
(kroužkovci – žížala)

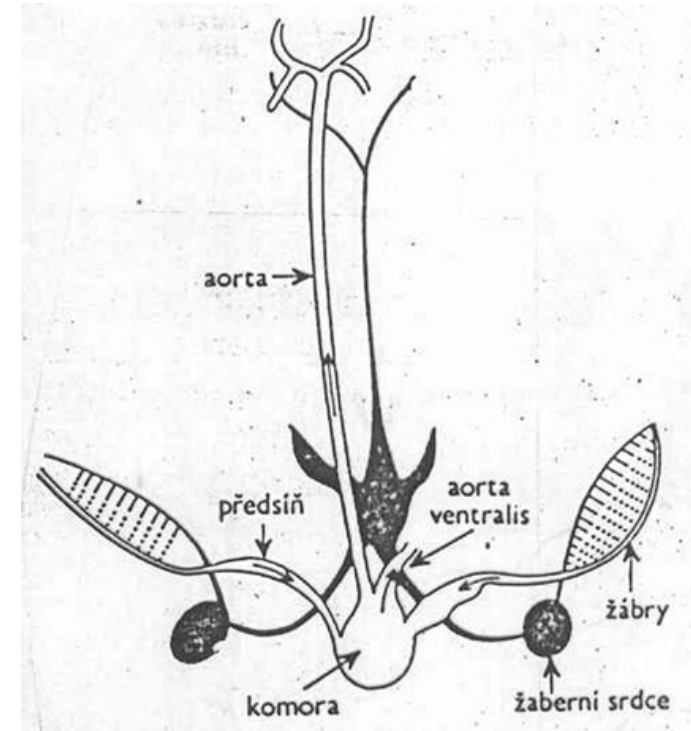
Otevřené soustavy se srdcem (vyšší korýši, hmyz)

Uzavřené soustavy – pohon krve srdcem v souvislé soustavě cév (hlavonožci, obratlovci)



## Hlavonožci:

malý (žaberní srdce – odkysličená krev do žaber) a velký (arteriální komorové srdce s předsíní – krev ke tkáním) krevní oběh. Příčně pruhovaná svalovina. V periferním oběhu vlásečnice. Cévní soustava téměř uzavřená (několik sinů)

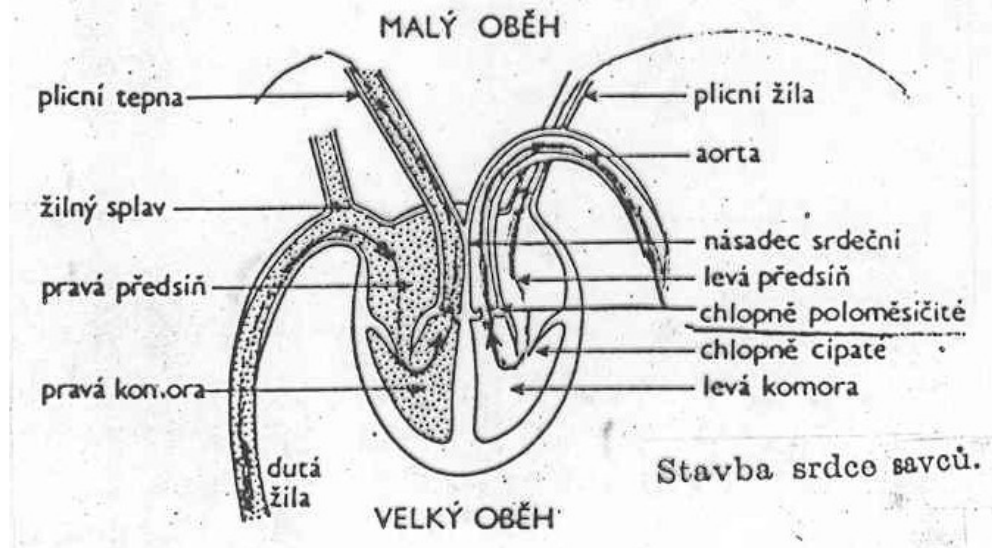
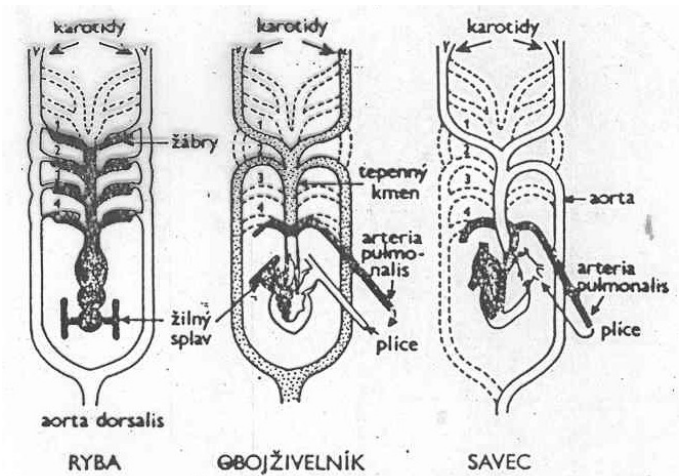


Us -hlavonožci

**Obratlovci:** změny s přechodem od žaberního plicního dýchání.

Jednotný základ, nejbližší cévní soustava ryb.

Plicnatí obratlovci: vývoj **malého** a **velkého** krevního oběhu. Srdeční přepážky. Stavba srdce – nejdokonalejší – srdce ptáků a savců.



Známé oddíly:

1. Žilný splav (*sinus venosus*)
2. Předsíň (*atrium*)
3. Komory (*ventriculus*)
4. Srdeční násadec (*conus arteriosus, bulbus cordis*)
5. Tepenný kmen (*truncus arteriosus*)

Chlopně – funkce: usměrňují proud krve: – ch. cípate (ch. trojcípá, ch. dvojcípá), – ch. poloměsíčitě

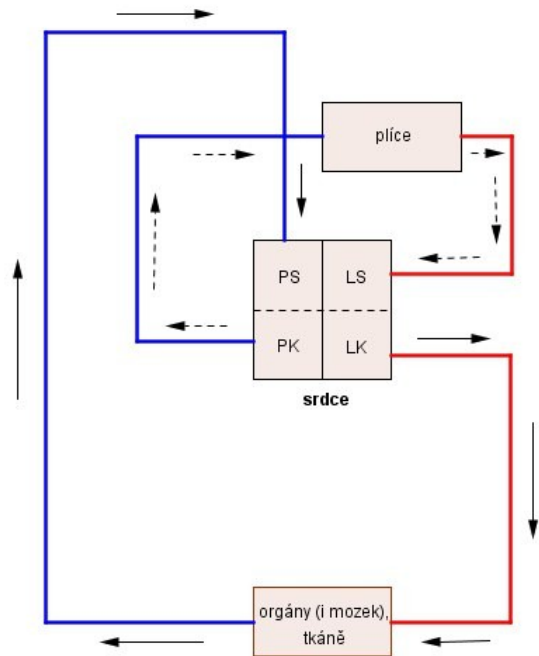
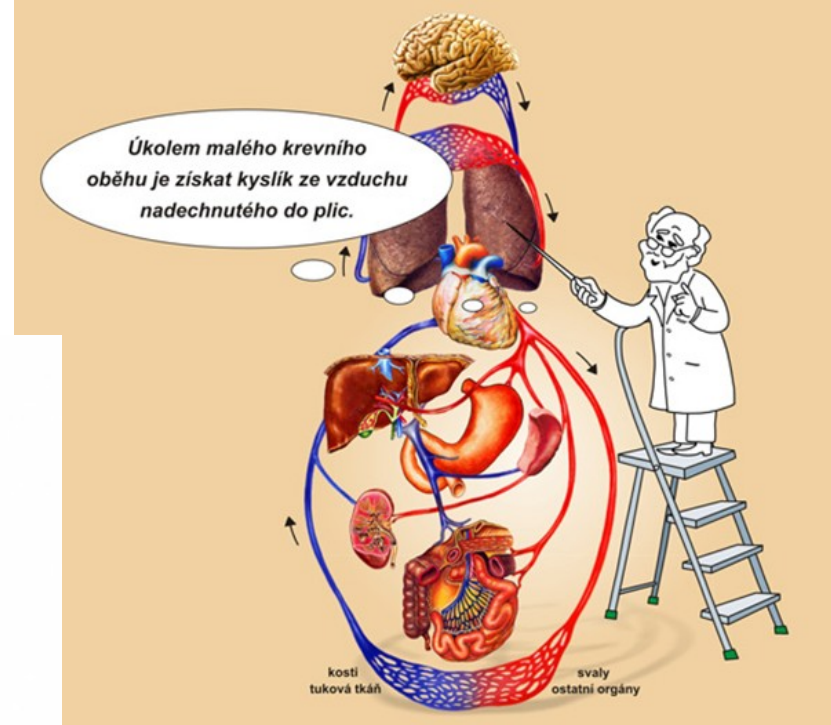
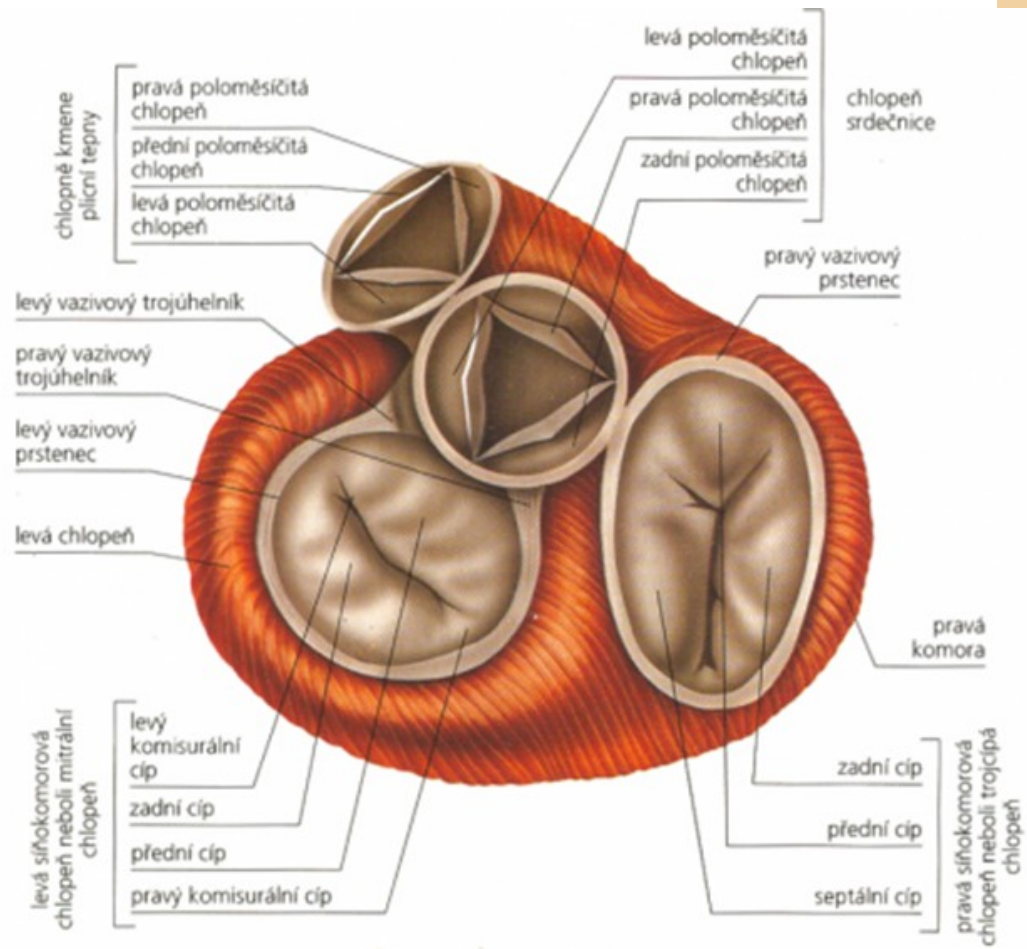
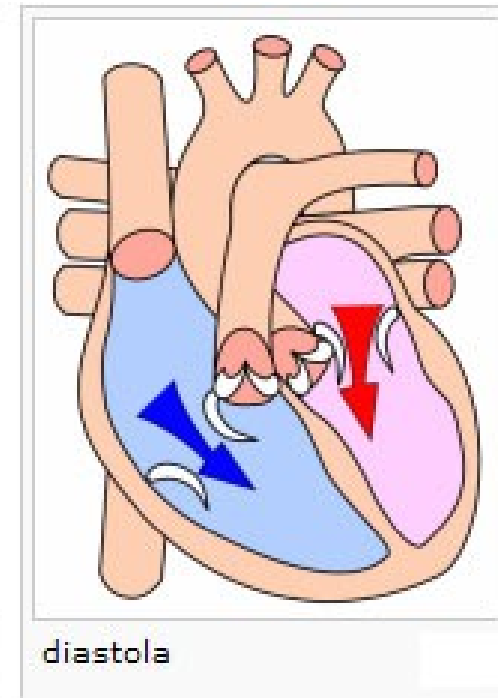
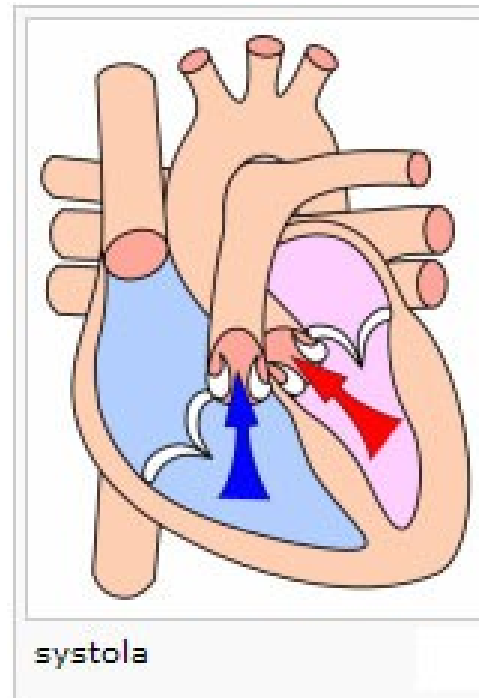


Schéma krevního oběhu

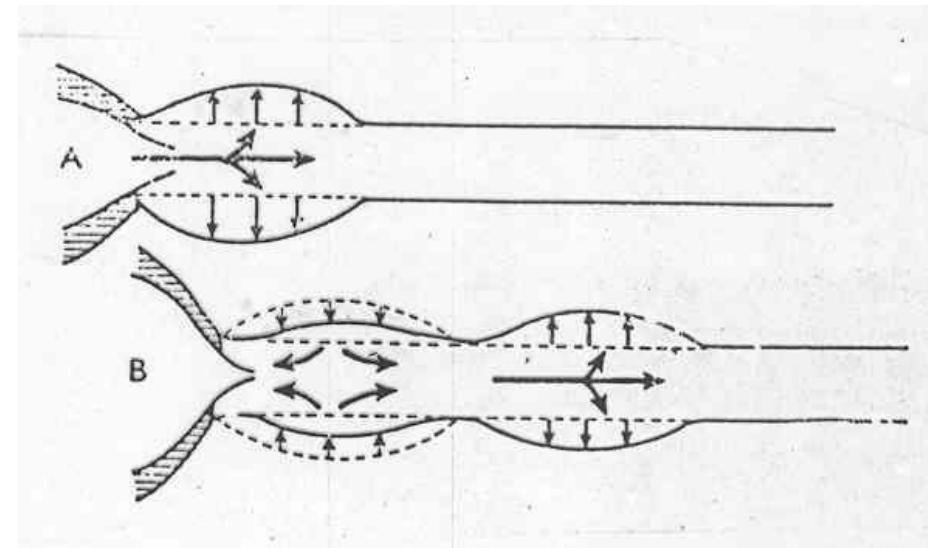


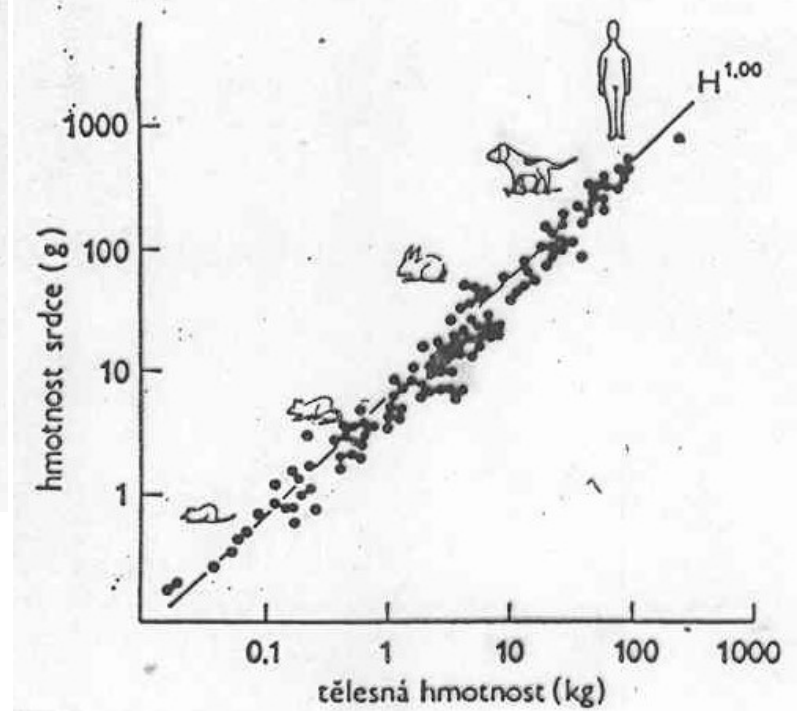
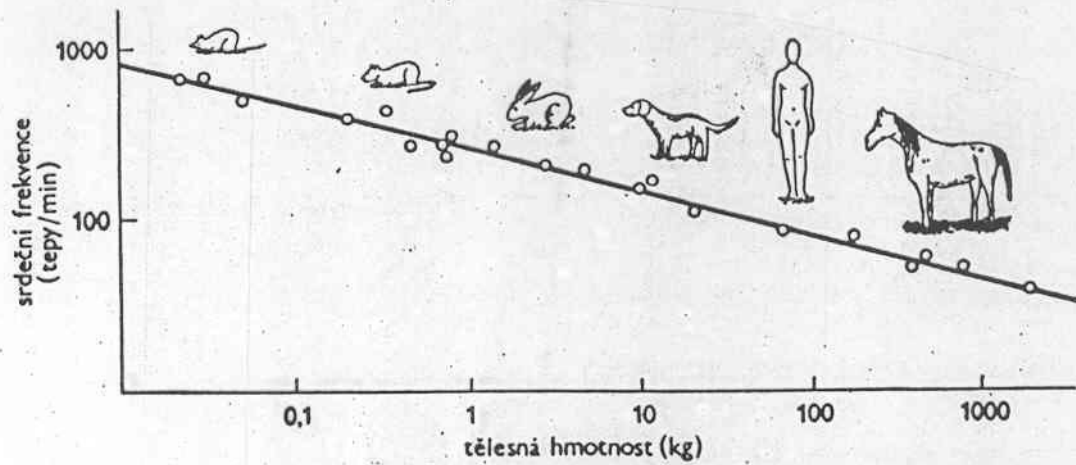


Činnost srdce: **stah** (*systola*) x **roztahování** (*diastola*). Přesný sled.  
Srdeční cyklus u člověka 0,8 s (systola 0,3 s, diastola 0,5 s).



Tlaková vlna šířící se po stěně cévního systému – tep (puls) – zevní projev srdeční činnosti.  
Tep **srdeční** (nad srdečním hrotem) **periferní** (tepny).

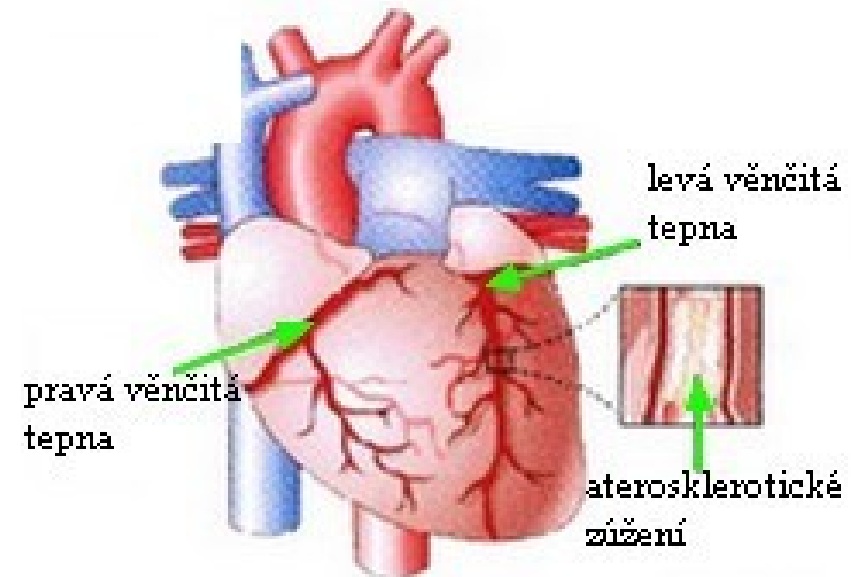




**Velikost srdce** podle stupně fylogeneze, velikosti živočicha, pohyblivosti (stoupá) – člověk 70 – 200 ml. **Počet tepů** za čas se snižuje s velikostí. Člověk – 70 tepů . min<sup>1</sup> . Vzestup při pracovní zátěži.

**Minutový objem** – klidový u člověka 5 l → zátěžový 30 – 40 l

Srdce – vysoká spotřeba O<sub>2</sub> – zvláštní zásobení – **věňčité (koronární) cévy** z aorty. 225 ml krve za min. v klidu, 2000 ml při námaze.



## Srdeční automacie

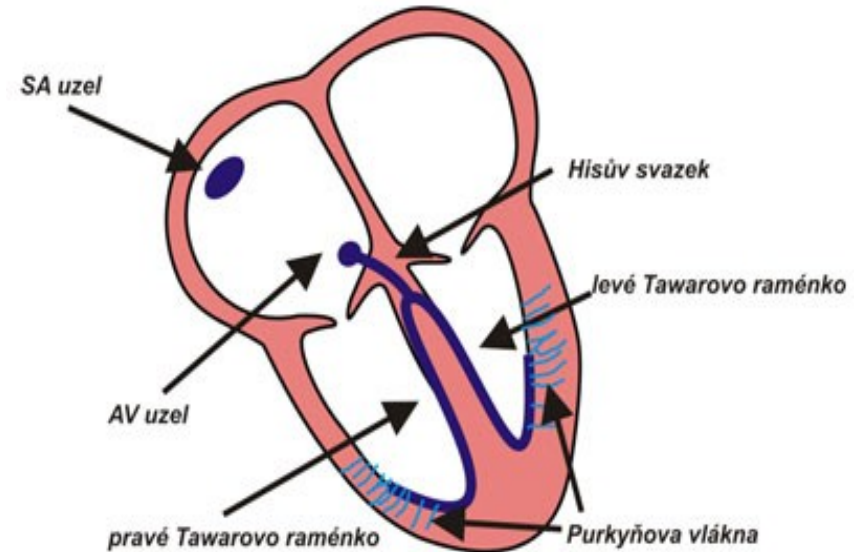
Srdce vyňaté z těla, může dál tepat (žáby).  
Podněty k činnosti – ze samotného srdečního svalu – **myogenní**. **Kardiomyocyty: a) pracovní b) převodní**. Ad a) **pracovní** (síňové a komorové) pracovní svalové buňky (provádí kontrakce). Ad b) **převodní** se stahují slabě, protože (nízký počet kontraktilních vláken (myofibril)). Provádí automatické rytmické elektrické vybití ve formě akčních potenciálů, nebo vedení akčních potenciálů srdcem

Počátek stahů – v **splavovém (sinoatriálním) uzlu**. Uzel (srdeční **pacemaker**) je z pozměněných vláken srdečního svalu. Je inervován vlákny parasympatiku i sympatiku.

Šíření vzruchu → postupný stah na syncyriu (síňový a komorový). Síňokomorová přepážka – překážka – **izolační vrstva**

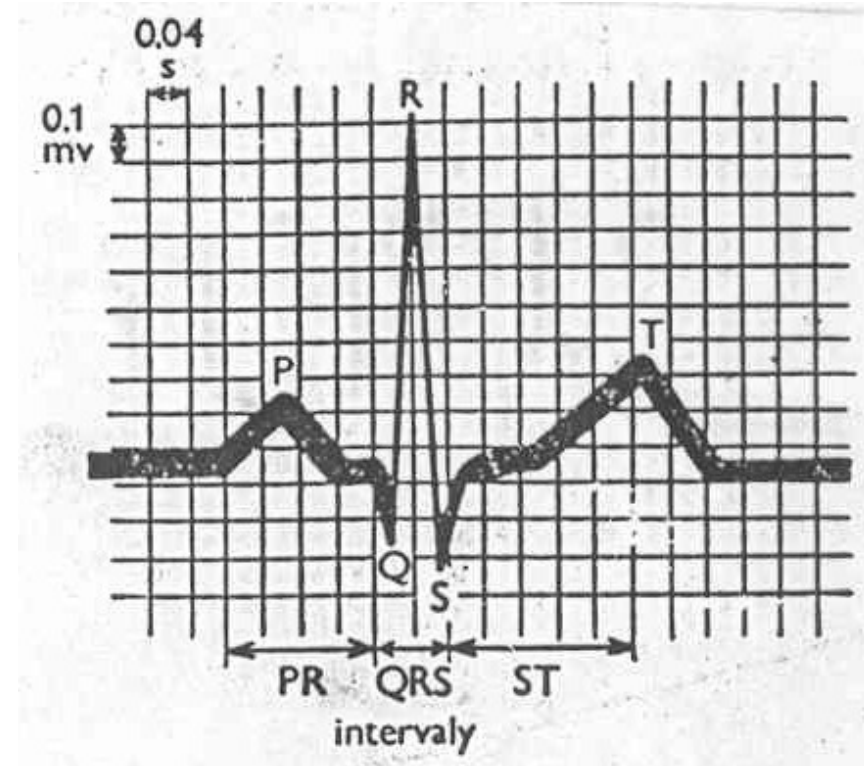
**síňokomorový (atrioventrikulární) uzel** (nezávislá kontrakce síní a pak komor)

Přes komory – **Hisovým svazkem** – je **spojení obou syncyrií**, rozvětvuje se v Purkyňova vlákna.





Činnost srdečního svalu – **změny elektrického potenciálu** (obecná vlastnost činnosti svalů). Záznam nejen ze povrchu srdce, ale i těla – **elektrokardiogram** – EKG. Několik vln.



**Řízení srdeční činnosti** především nervové vegetativní – **parasympatikem i sympatikem** (**vagus** (bloudivý, smíšený)) + sympatikus z hrudních segmentů)

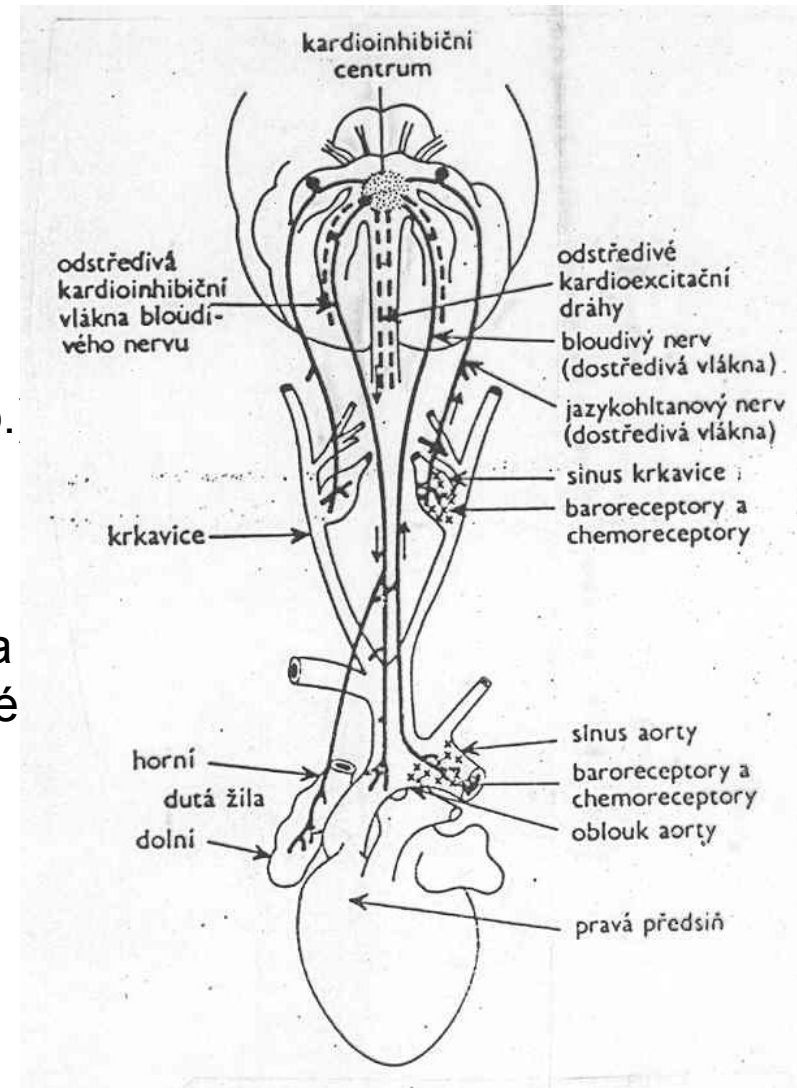
Vlivy nervových vzruchů:

1. změny frekvence srdečního tepu (chronotropní působení)
2. úprava síly a velikosti stahů (inotropní působení)
3. změny dráždivosti srdce (batmotropní působení)
4. ovlivnění rychlosti vzruchů v srdci (dromotropní p.

Vliv **parasympatiku** – **tlumivý, budivý** vliv **sympatiku** (méně výrazný než vliv vagu).

Změny tepu – reflexní cesty. Podněty různé. Vlivy na srdeční činnost – **baroreceptory** – vzruchy – tlumivé vlivy – **kardioinhibiční centrum** (prodloužená mícha).

Zvyšování srdeční činnosti – **chemoreceptory** – snížení  $O_2$  – aktivace **vazomotorického centra**. Méně významné. Stimulace rychlosti a síly stahu adrenalinem (dřeň nadledvin).



## Oběh v cévách

1. **tepny (artérie)** – krev ze srdce do tkání

2. **spojovací cévy**

- arteriovenózní anastomózy
- arteriovenulózní spojky
- vlásečnice (kapiláry) – prokrvení tkání

3. **žilky (vény)** – krev z tkání k srdci

Vrstvy velké tepny:

- vnitřní výstelka – endoteliální epitel
- střední vrstva: okružní vlákna hladké svaloviny, elastická vlákna, kolagen
- zevní elastická vrstva.

Velké – střední tepny – **tepénky (arterioly)**

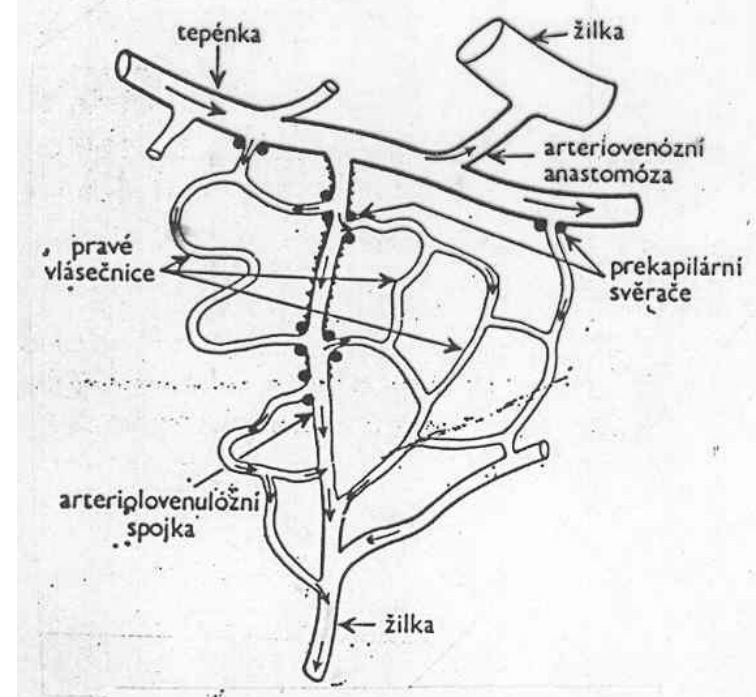
**Arteriovenulózní spojky** – málo svalových vláken, neměnný průsvit

**Vlásečnice (kapiláry)** – pouze jednovrstevný epitel s tmelovou hmotou (celistvost). Fagocytující buňky. Prekapilární svěrače.

Přímý zkrat tepénka-žilka – **arteriovenózní anastomóza** se stěnami s hladkými svaly pro otevírání – odvod tepla.

Tenčí stěny žil. Žíly z hlavy – málo svalových vláken – vlastní váha krve.

Žíly končetin – silnější. **Chlopně** (výrůstky vnitřní výstelky) – hodně v končetinách, chybí ve velkých a útrobních žilách.





Větvení cév - snižování průměru, nárůst plochy. Větvení vlásečnic podle intenzity metabolismu orgánu. Funkčnost podle zátěže.

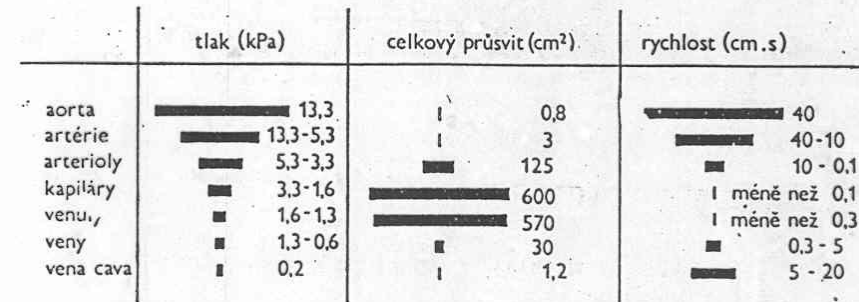
Energie srdečního stahu – 1% pohybové energie – tlak krve.

Velikost tlaku závisí na velikosti srdeční práce, odporu stěn tepen, obsahu krve v tepnách a její vazkosti. Rozvětvení tepen – pokles tlaku. Tlak systolický **St** (nejvyšší), diastolický **Dt** (nejnižší), pulzový (rozdíl).

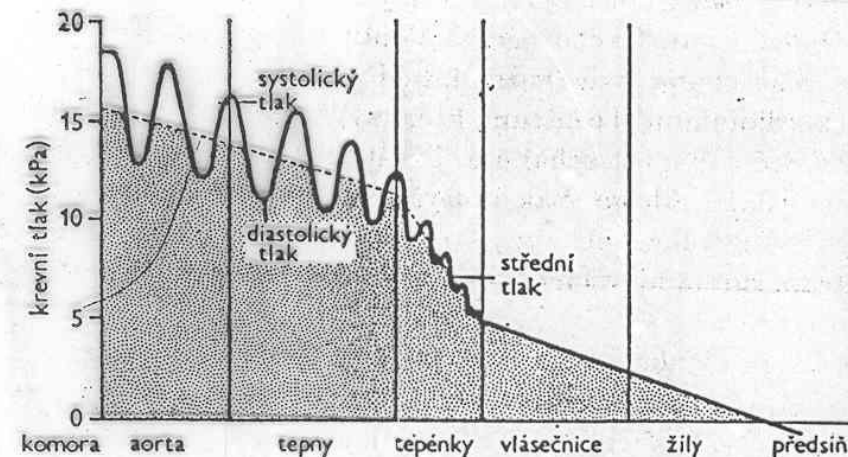
Končetinová tepna člověka –  
 St 16,6 – 18,6 kPa (125 – 140 torr),  
 Dt 10,6 – 11,9 (80 – 90).  
 Pulzový tlak v arteriolách 1,33 kPa (10 torr), střední tlak 10,64 – 5,32 kPa (80 – 40), po průchodu kapilárami pod 2,66 (20). V žilkách 0,63 (4,7), nulový v hrdelních žilách, v pravé předsíni mírně záporné hodnoty.

Tab. 11. Vlastnosti různých cév u psa

Druh cévy	Průměr (mm)	Počet	Celkový průsvit (cm <sup>2</sup> )	Délka (cm)	Celkový objem krve (cm <sup>3</sup> )
aorta	10	1	0,8	40	
velké tepny	3	40	3	20	
tepenné větve	1	2 400	5	5	190
tepénky	0,02	40 000 000	125	0,2	
vlásečnice	0,008	1 200 000 000	600	0,1	60
žilky	0,03	80 000 000	570	0,2	
žíly	2	2 400	30	5	
velké žíly	6	40	11	20	680
dutá žíla	12,5	1	1,2	40	



Obr. 91. Vztah mezi krevním tlakem, celkovým průsvitem cév a rychlostí toku krve v různých cévách.



Tlakové změny v různých oblastech cévního řečiště.

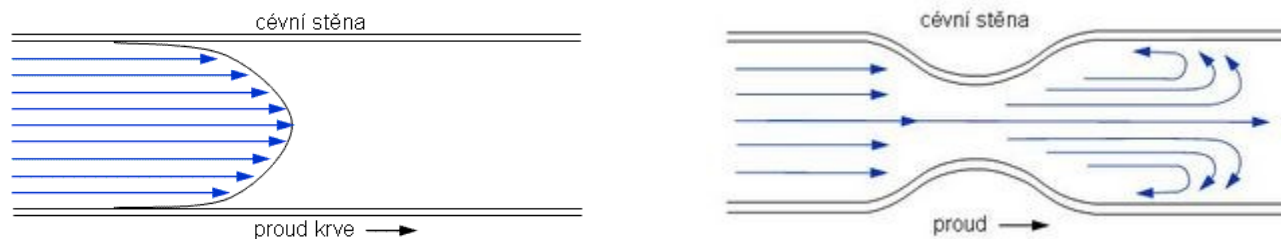


Rychlost proudění – podle tlaku a průřezu krevního řečiště (srdečnice –  $40 \text{ cm}\cdot\text{s}^{-1}$ , vlásečnice –  $1 \text{ mm}\cdot\text{s}^{-1}$ ). Mírné zvýšení rychlosti v žilách (duté žíly člověka –  $8 \text{ cm}\cdot\text{s}^{-1}$ ).

Návrat krve žilami - mechanismy:

- tenké stěny a chlopně v blízkosti svalů
- změny tlaku uvnitř hrudní dutiny
- i slabé stahy svaloviny
- zemská přitažlivost

Proudění **laminární** (vrstevnaté) x **turbulentní** (vířivý) proud.



zůstává zachováno až do tzv. kritické rychlosti, kdy se mění na proudění turbulentní.

**Vlásečnice** – nejdůležitější – výměna látek mezi krví a tkáňovým mokem ( $\text{Ø } 5 - 20 \text{ }\mu\text{m}$ , člověk  $90 \text{ km}$  vlásečnic s plochou  $6300 \text{ cm}^2$ ).  
Stěny vlásečnic: semipermeabilní membránové vlastnosti s rozdílnou propustností. Průchod látek.

## Řízení činnosti cév

Přesuny krve podle fyziologických potřeb (svalová práce, trávení, termoregulace)

– **regulační mechanismy** – vliv sympatiku.

Sympatický (vazokonstrikční) tonus (noradrenalin) – stav stahu

Snížení aktivity sympatiku – dilatace. Parasympatikus do cév nezasahuje.

Vazodilatační vlákna sympatiku s acetylcholinem a adrenalinem.

**Centrum řízení činnosti cév** (vazomotorické c. s presorickou-*vazokonstrikční* a depresorickou-*vazodilatační* oblastí) v blízkosti centra řídicího činnosti srdce – celá oblast – **kardiovaskulární centrum** - **prodloužená mícha**.

**Reflexní řízení** (s lokálními mechanismy látkového charakteru).

- a) tlakové podněty z oblouku aorty – zvýšení tlaku krve vyvolá omezení sympatického tonu a tím roztažení cév
- b) chemoreceptory reagují na snížení obsahu  $O_2$  – zvýší aktivitu sympatiku, tím i vazokonstrikčního tonu, zvýší se tlak a omezí průtok krve
- c) sestupná vlákna z kůry a limbického kortexu (přes hypotalamus) vyvolávají vzestup krevního tlaku při hněvu a sexuální vzrušení
- d) vlákna z retikulární formace (šedá hmota mozková-více než 50 mozkových jader v různých č. mozku CNS, přijímá vzruchy ze všech spec. nerv. drah) dtto při bolestech

## Další lokální mechanismy

A) axonové reflexy – vazodilatační pochody bez průchodu CNS

B) látkový charakter

- histamin z žírných buněk způsobuje roztažení tepének a uvolnění prekapilárních svěračů (alergie)
- vazodilatanty **bradykinin** a **kalikrein** (vznikají z globulinů krevní plazmy, zánět)
- vazokonstriktor **angiotenzin** (hypertenzin) (renin z plazmatického globulinu (řídí výšku krevního tlaku a bilanci vody a solí).
- **serotonin** z krevních destiček

C) místní autoregulační mechanismy

- vazodilatační působení kyselých zplodin látkové přeměny rozklad cukrů, nasycených tuků