

VÝVOJ A VÝVIN SRDCA

Definitívna úprava srdca cicavcov je výsledkom zložitého fylogenetického procesu, ktorý sa skrátene opakuje v ontogenetickom vývine. Tento vývin súčasne napomáha pochopiť niektoré anomálie srdca.

Srdcom *rýb* prúdi len žilová krv, ktorá je chudobná na kyslík. Srdce sa skladá z niekoľkých oddielov uložených za sebou takto: **sinus venosus** prijíma krv zo žíl a vedie ju do tenkostennej predsieni (**atrium**); odtiaľ ide krv do komory (**ventriculus**), ktorá má silné steny. Za komorou sa začína **bulbus cordis** (conus arteriosus), pokračuje ako **truncus arteriosus**, ktorým sa krv vedie do žiabrových tepien.

U *dvojdyšných rýb* a *obojživelníkov* sa utvorila v predsieni priehradka, čím vznikla pravá a ľavá predsieň. Do pravej predsieni priteká krv z telových žíl, do ľavej ústia pľúcne žily, takže pravá predsieň dostáva krv chudobnú na kyslík, ľavá predsieň krv bohatú na kyslík. U obojživelníkov komora ešte nie je rozdelená – **cor triloculare biatriatum**.

V bulbus cordis sa začína skrútkovite vinutá pozdĺžna krkva idúca do truncus arteriosus, ktorá usmerňuje krv tak, že krv pritekajúca do komory z pravej predsieni sa dostáva cez truncus arteriosus do truncus pulmonalis, krv prichádzajúca do komory z ľavej predsieni sa druhou časťou bulbu vedie do aortálnych oblúkov.

U *plazov* vzniká neúplná priehradka i medzi komorami. Truncus arteriosus je pozdĺžnymi priehradkami rozdelený na tri tepny, z ktorých truncus pulmonalis vedie krv z pravej komory do pľúc, druhá tepna takisto z pravej komory pokračuje do ľavostranného oblúka aorty, tretia tepna sa začína z ľavej komory a pokračuje do pravostrannej aorty.

U *vtákov* a cicavcov je rozdelenie komôr – a tým aj oddelenie okysličenej a odkysličenej krvi – úplné. Žilová krv z pravej predsieni ide do pravej komory a cez truncus pulmonalis do pľúc. Krv z pľúc ide pľúcnymi žilami do ľavej predsieni, ľavej komory a aortou do tela. Rozdiel je iba v tom, že u vtákov je pravostranný aortálny oblúk a u cicavcov je ľavostranný aortálny oblúk.

Zloženie srdca jednotlivých stavovcov je odlišné. Srdce cicavcov má dve tenkostenné predsieni – **atria**, a dve hrubostenné komory – **ventriculi**. Krv priteká do pravej predsieni hornou dutou žilou – **vena cava superior**, a dolnou dutou žilou – **vena cava inferior**. Z pravej predsieni vteká krv do pravej komory a z nej pľúcnicovým kmeňom – **truncus pulmonalis** do oboch pľúc. Truncus pulmonalis sa delí na pravú pľúcnicu – **arteria pulmonalis dextra**, a ľavú pľúcnicu – **arteria pulmonalis sinistra**, ktoré sa až v pľúcach vetvia na kapiláry, kde sa krv okysličuje. Z pľúc sa krv vracia pľúcnymi žilami – **venae pulmonales** do ľavej predsieni. Srdce sa skladá z pravej predsieni – **atrium dextrum**; ľavej predsieni – **atrium sinistrum**; pravej komory – **ventriculus dexter**; ľavej komory – **ventriculus sinister**.

Úsek krvného obehu z pravej komory do pľúc a do ľavej predsieni sa nazýva malý (pľúcny) krvný obeh – **circuitus sanguinis minor**. Úsek krvného obehu z ľavej komory cez srdcovnicu – **aorta** do celého tela a späť do pravej predsieni sa nazýva veľký (telový) krvný obeh – **circuitus sanguinis major**.

Fylogenetické etapy sa u cicavcov opakujú skrátene v embryonálnom vývine. Základ tela srdca má tvár rúry; zo začiatku je rovná a neskôr sa stáča do tvaru písmena S a neskôr dolný pôvodný koniec posunuje nahor a dorzálne; časť, z ktorej vznikajú komory, sa otočí ventrálne a nadol.

V dorzálne posunutej časti sa nachádza sinus venosus a atriálny oddiel. Medzi atriálnym oddielom a komorou sa zjaví na povrchu cirkulárne zúženie, ktorému odpovedá **canalis atrioventricularis** ohraničený prednou a zadnú atrioventrikulárnou poduškou. Canalis atrioventricularis spája dutinu predsieňového oddielu s dutinou komorového oddielu; postupný zrast strednej časti podušiek rozdelí potom canalis atrioventricularis na **ostium atrioventriculare dextrum** et **ostium atrioventriculare sinistrum**.

Na povrchu komorovej časti sa zjavuje pozdĺžna brázda naznačujúca budúcu hranicu obidvoch komôr. Na konci prvého embryonálneho mesiaca sú zvonka vyznačené hlavné oddiely srdca. Vnútro srdca je však ešte nerozdelené, až v druhom mesiaci sa začínajú tvoriť priehradky, ktoré postupne rozdelia srdce na predsieňovú a komorovú časť.

Sinus venosus ústi do pravej strany predsieňového oddielu a jeho ústie ma spočiatku dve krkvy (sínusové chlopne), ktoré sa postupne skracujú, pretože sinus venosus je vťahovaný do predsieňovej steny. Ľavá sínusová chlopňa sa prikladá k vznikajúcej predsieňovej priehradke a jej časť pretrváva v definitívnom srdci ako tzv. **crista terminalis**, ktorá je v dospelosti posledným náznakom hraníc medzi sinus venosus a vlastnou predsieňou. Z pravej sínusovej krkvy sa uchová **valvula venae cavae inferioris** et **valvula sinus coronarii**.

Priehradka medzi predsieňami vzniká takto: najskôr sa na dorzokraniálnej strane predsieňového oddielu zjaví tzv. **septum primum**, ktoré rasti nadol až k atrioventrikulárnej poduške; medzi ňou a septom sa krátky čas vyskytuje tzv. **foramen primum**, ktoré vymizne, keď septum zrastie s atrioventrikulárnou poduškou. V septum primum sa však medzitým vytvorí nový otvor tzv. **foramen secundum**. Krátko potom vzniká nová medzipredsieňová priehradka, ktorá vyrastá medzi dorzálnym odstupom septum primum a ľavou sínusovou chlopňou – **septum secundum**. Septum secundum nasadá sprava na septum primum a napomáha spredu a zhora obtáčať foramen secundum. Podľa tvaru sa teraz nazýva **foramen ovale**. Obidve priehradky sú vedľa seba tak, že pod pevný okraj septum secundum (**crista dividens**) vstupuje krvný prúd z pravej predsieňe a medzi ním a okrajom septum primum voľne preteká do ľavej predsieňe. Po narodení sa obidve septá prikladajú k sebe a zrastajú, čím sa foramen ovale uzatvára a obidve predsieňe sú úplne oddelené. Tak vzniká tzv. **fossa ovalis**, ktorej prievitnú strednú časť tvorí bývalé septum primum, a zhrubnutý obvod je okrajom septum secundum. Zrast priehradiek môže byť neúplný a ešte aj na dospelom srdci možno sondou zistiť pasáž prebiehajúcu medzipredsieňovou priehradkou sprava zozadu naľavo dopredu.

Medzikomorová priehradka vzniká z dvoch rozličných zdrojov. Hlavná svalová časť **pars muscularis septi interventricularis** vzniká pri budúcom srdcovom hrote tak, že sa k sebe postupne prikladajú priliehajúce plochy obidvoch srdcových komôr. Komory rastú do dĺžky spočiatku iba vo svojej hrotovej časti a ich rastúce dotykové plochy predlžujú septum. Septum teda nevyrastá aktívne smerom od hrotu, čo sa prejavuje aj tým, že tzv. foramen interventriculare sa v tomto období nezmenšuje. Druhá, blanitá časť septa **pars membranacea** vzniká o niečo neskôr z medzitým utvoreného septa v bulbus cordis (tzv. bulbárneho septa) a z malej časti aj u okraja zrastených atrioventrikulárných podušiek. Potom dorastie dole k okraju svalového septa a zrastom uzatvorí foramen interventriculare. Tým sa súčasne napojí prostredníctvom už rozdeleného bulbu výtoková časť pravej komory na truncus pulmonalis a výtokovú časť ľavej komory na budúcu aortu. V období pred uzatvorením foramen interventriculare zabráni každá, aj dočasná hemodynamická nerovnováha

pravej a ľavej komory zrastu obidvoch častí septa, čím vznikne vrodený defekt medzikomorovej priehradky.

Ešte skôr ako vznikne medzikomorové septum, vznikajú v bulbus cordis dva pozdĺžne, skrutkovite točené valy, ktoré za stáleho skrakovania a rozširovania bulbu rastú proti sebe a spoja sa. Tým sa rozdelí bulbus na dva oddiely, ktoré vytvoria konce výtokových dráh obidvoch komôr až k miestu budúcich chlopní medzi komorami a veľkými tepnami. Od natočenia priehradky v bulbe závisí definitívna poloha truncus pulmonalis a aorty, ktoré sa pri svojom začiatku kladú šikmo cez seba.

Stočením srdcovej rúry na srdcovú kľučku získali jednotlivé časti srdca typickú vzájomnú polohu. Jednotná svetlosť srdcovej kľučky sa opísaným spôsobom postupne rozdelí na pravé a ľavé srdce. Medzi jednotlivými oddielami srdcovej kľučky sa vpravo aj vľavo utvárajú chlopne usmerňujúce tok krvi.

Chlopne medzi predsieňami a komorami vznikajú z podušiek ohraničujúcich ostium atrioventriculare dextrum a ostium atrioventriculare sinistrum. Z okrajov podušiek sa v obidvoch ústiach tvoria chlopne, vpravo trojcípa chlopňa, vľavo dvojcípa chlopňa. Postupným podmieňovaním z komorovej strany sa chlopne stenčujú na tenké cípy, obrátené a zakotvené smerom do komôr.

V hornom konci bulbu vznikajú okrem pôvodných valov ešte ďalšie dva krátke valy. Po zrastení hlavných pozdĺžnych valov sa dostanú do začiatku truncus pulmonalis aj do aorty tri vyvýšeniny. Tieto vyvýšeniny sa na svojej hornej strane prehlbujú do vačkov, čím v obidvoch cievach vzniká polmesiačikovitá chlopňa s troma vačkami.

Tepnový kmeň – **truncus arteriosus**, sa postupne vetví na aortálne oblúky (branchiálne tepny), ktoré zo strán obklopujú hltan, dorzálné sa spájajú a tvoria zostupujúcu aortu – **aorta descendens**.

U nižších stavovcov sa tieto oblúky vo väčšom rozsahu udržujú aj v dospelosti. U rýb zabezpečuje prítok krvi 4 – 5 oblúkov, u žubrienok obojživelníkov 4 oblúky. Tieto oblúky väčšinou zanikajú so zánikom žiabier a rozvojom pľúc. U plazov pretrvávajú obidva štvrté oblúky: pravý tvorí aortu, ktorá sa začína v ľavej komore, ľavý aortu, ktorá prijíma krv z obidvoch komôr. U vtákov sa udrží jedine pravý štvrtý oblúk ako pravostranná aorta, u cicavcov len ľavý aortálny oblúk.

U človeka sa v embryonálnom období zakladá postupne šesť párov aortálnych oblúkov, z ktorých piaty je rudimentárny. Nikdy nie sú vyvinuté všetky spolu. Z tretieho oblúka vzniká začiatok arteria carotis, zo začiatku pravého štvrtého oblúka truncus brachiocephalicus a začiatok arteria subclavia, z ľavého štvrtého oblúka arcus aortae. Piaty oblúk je od začiatku rudimentárny a v embryonálnom období skoro zaniká. Dorzálna časť ľavého šiesteho oblúka, smerujúca k arcus aortae, sa až do narodenia udržuje ako tzv. **ductus arteriosus**. Po narodení zostáva z tejto spojky iba väz – **ligamentum arteriosum**.