

Vývoj srdce

Založení kardiogenních polí

Cévní systém se začíná vyvíjet v polovině 3. týdne embryonálního vývoje, kdy už výživa zárodku nemůže být zajištěna pouze difusí. **Kardiogenní pole** je oblast embrya tvořená podkovovitou trubicí vystlanou endotelem a obklopenou myoblasty. Kardiogenní buňky se nacházejí v **epiblastu** laterálně od primitivního proužku. Odtud migrují skrze primitivní proužek v určitém **kraniokaudálním** pořadí. Buňky pro tvorbu levé komory putují jako první.

V pozdním presomitovém období vývoje indukuje **entoderm pharyngu**, uložený pod těmito buňkami, jejich diferenciaci v **srdeční myoblasty**.

Z **intraembryonální dutiny** kolem kardiogenního pole se později oddělí **perikardová dutina**. Další hemangiogenní buňky mimo kardiogenní oblast se tvoří bilaterálně podél střední čáry zárodečného terčíku. Z těchto buněk vzniknou párové podélné cévy – **DORSÁLNÍ AORTY**.

Vznik a poloha srdeční trubice

Centrální část kardiogenní oblasti je zpočátku uložena před orofaryngovou membránou a neurální ploténkou. Centrální nervový systém však roste rychle **kraniálně**, takže přesáhne přes centrální kardiogenní oblast a budoucí perikardovou dutinu, v důsledku tohoto růstu je **orofaryngová membrána** tažena dopředu, zatímco srdce a perikardová dutina sestupují napřed do **krční** a poté do **hrudní oblasti**. V důsledku ohýbání embrya v transversální rovině, splývají kaudální oblasti párových srdečních základů, současně expanduje vrcholová část podkovovité oblasti, vytvářející tak budoucí výtokový oddíl srdce a komory. Srdce se tak postupně stává **souvislou trubicí**, skládající se z **vnitřní endothelové** a **zvní myokardové** vrstvy. Na svém kaudálním konci přijímá **žilní přítoky** a na kraniálním konci začíná pumpovat krev I. aortálním obloukem do **dorsální aorty**.

Srdeční trubice se během vývoje stále více vyklenuje do **perikardové dutiny**, zpočátku je však připevněna k dorsální straně perikardové dutiny řasou mesodermové tkáně – **dorsálním mesokardiem** (*pozn. ventrální mesokardium se nevytváří*). Následně dorsální mesokardium vymizí a tím vzniká **sinus transversus pericardii**, který spojuje obě strany perikardové dutiny.

Srdce je nyní zavěšeno v perikardové dutině cévami na svém kraniálním a kaudálním konci. V průběhu vývoje se myokard **ztlušťuje** a produkuje **srdeční rosol** (mohutnou vrstvu mezibuněčné hmoty, která odděluje myokard od endokardu a má vysoký obsah *kyseliny hyaluronové*). Z mesothelových buněk se zároveň vytváří **proepikardový orgán** uložený na povrchu *septum transversum* v blízkosti sinus venosus, migrací jeho buněk po povrchu srdce vzniká většina **epikardu**, zbývající část epikardu vzniká z *mesothelových buněk* v oblasti výtokové části srdce.

Postupně tak vznikají 3 vrstvy srdeční trubice:

1. **endokard** – vytváří endothelovou výstelku srdce;
2. **myokard** – tvoří svalovinu stěn srdce;
3. **epikard** (*viscerální list perikardu*) – pokrývá povrch srdeční trubice a z něho se pak diferencuje *řečiště věnčitých cév*.

Vznik srdeční kličky

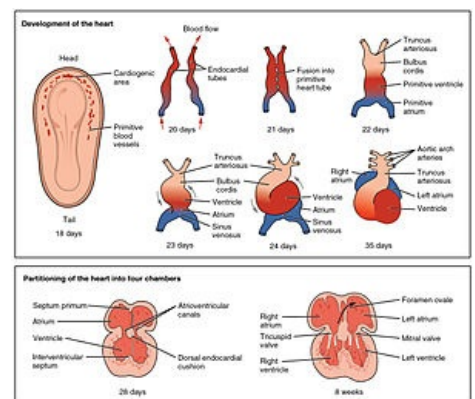
Srdeční trubice se nadále prodlužuje a **23.den vývoje** se začíná ohýbat:

- **Kraniální** část trubice se ohýbá: ventrálně + kaudálně + doprava.
- **Kaudální** část (atriální) trubice se ohýbá: dorsálně + kraniálně + doleva.

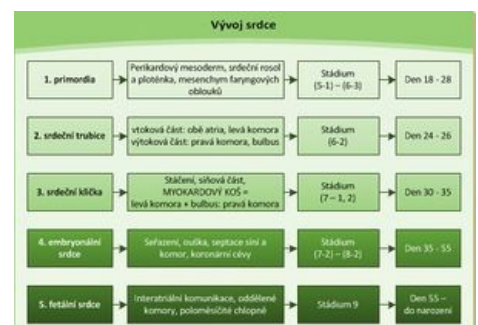
Proces je dokončen **28. den**.

Během vývoje se objevují následující vyklenutí:

- **Atriální oddíl** – původně párová struktura – vytváří společnou předsíň a je zavzat do perikardové dutiny. *Předsíňokomorový přechod* zůstává úzký a vytváří *canalis atrioventricularis*, spojující primitivní předsíň a komoru.
- **Bulbus cordis** – z třetiny nejbližší komoře vznikne pravá komora (její trabekulární část), ze střední části bulbu (**conus arteriosus**) vznikají



Embryonální vývoj srdce.



Následující schéma ukazuje různá stádia ve vývoji srdce

výtokové části obou komor. Z části **truncus arteriosus** se vytváří aorta a truncus pulmonalis.

Molekulární regulace vývoje srdce

Signálními molekulami jsou **BMP2** a **BMP4** produkované *entodermem* a také *mesodermem* laterální ploténky. Dále je třeba, aby byla blokována aktivita proteinů **WNT 3a** a **WNT 8**, které jsou uvolňovány z neurální trubice, neboť tyto proteiny jsou inhibitory **kardiogenese**.

Jako **inhibitory WNT proteinů** se uplatňují signální molekuly **crescent** a **cerberus** produkované v entodermu přiléhajícím přímo ke kardiogennímu mesodermu v přední polovině zárodku. Kombinace *aktivace* BMP a *inhibice* WNT pomocí faktorů crescent a cerberus indukuje expresi **NKX2.5**, klíčového genu **kardiogenese**.

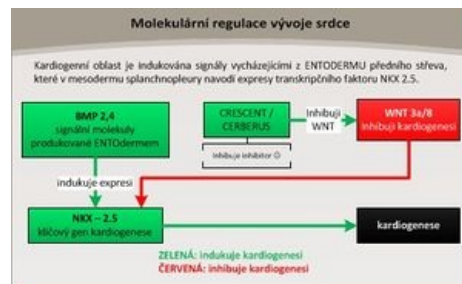


Schéma molekulární regulace při vývoji srdce

Odkazy

Související články

- Embryonální septace srdce
- Vývoj arterií
- Etapy vývoje embrya a plodu
- Třetí týden vývoje zárodku
- Embryonální septace srdce

Použitá literatura

- SADLER, Thomas, W. *Langmanova lékařská embryologie*. 1. české vydání. Praha : Grada, 2011. 414 s. ISBN 978-80-247-2640-3.
- MOORE, Keith L a T. V. N PERSAUD. *Zrození člověka*. 1. vydání. Praha : ISV, 2002. 564 s. ISBN 80-85866-94-3.