

Krevní oběh plodu

Během intrauterinního života zajišťuje matka dokonalou výživu plodu. Placenta je ústředním orgánem této výživy. Její maternální část je tvořena krevními sinusy, fetální pak klky pronikajícími do části maternální.

Fetální oběh před porodem

Krevní oběh plodu je modifikován tak, aby docházelo k výměně krevních plynů mezi tělem plodu a placentou, placenta tedy nahrazuje plíce plodu. Krev se zde obohacuje kyslíkem a živinami a zbavuje se odpadních látek (CO₂). **Fetální hemoglobin** se zde sytí kyslíkem na **60 %**, nedosahuje tedy hodnot saturace adultního hemoglobinu v plicích (98 %). A dále krev obchází plíce, jež jsou u plodu v děloze nefunkční.

Levá a pravá strana krevního oběhu plodu komunikují prostřednictvím dvou zkratů, které jsou pravolevé:

- *foramen ovale* – mezi pravou a levou srdeční síní;
- *ductus arteriosus* – mezi plicnicí a aortou (za odstupem tepen zásobujících HK a hlavu).

Krev z těla plodu je **odváděna** párovými **aa. umbilicales** (větve *a. iliaca interna*, po porodu jejich větší část zaniká – tzv. *chordae arteriarum umbilicalium* seu *ligg. umbilicalia medialis*), tyto tepny vstupují do pupečníku (spojení mezi plodem a placentou), po okysličení a výměně metabolitů je krev z placenty vedena do těla plodu opět pupečnickem ve **v. umbilicalis** (ta je **nepárová** – pupečník tedy obsahuje jednu umbilikální žílu a dvě umbilikální tepny), *v. umbilicalis* probíhá v těle plodu jako dolní okraj **lig. teres hepatis** od pupku k játrům (po porodu se *v. umbilicalis* mění v *lig. teres hepatis*).

Část krve (skoro polovina) se dostává do jater. Protože je potřeba zachovat dostatečný přísun kyslíku a živin pro mozek a ostatní orgány, vytváří se spojka (zkrat) – *ductus venosus Arantii* (průtok krve je regulován sfinkterem), která obchází játra a napojuje se přímo na *vena cava inferior* (po porodu se *ductus* mění v *lig. venosum Arantii*) – okysličená krev z placenty tedy přitéká do srdce dolní dutou žílou a její tok je v pravé síni směřován proti *foramen ovale* do levé síně pomocí řasy – *valva venae cavae inferioris Eustachi* – okysličená krev se pak z levého srdce dostává do oblouku aorty a jeho větvemi především do cév hlavy, krku a horních končetin.

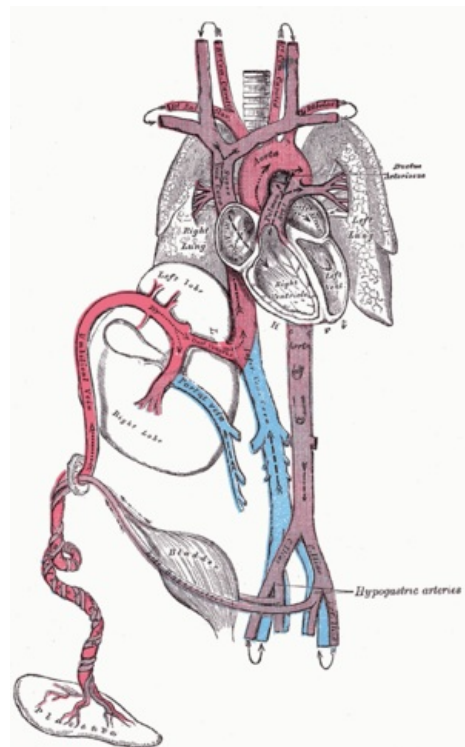
Odkysličená krev z hlavy, krku a horních končetin přitéká do *v. cava superior* a její cestou dál do pravé síně, kde je krevní proud směřován proti pravému atrioventrikulárnímu ústí prostřednictvím příčného valu – **torus intervenosus**, dále pokračuje z pravého srdce do *truncus pulmonalis* a z něj se většina krve dostává spojkou do aorty – **ductus arteriosus Botalli** (touto spojkou jsou obcházeny plíce, které jsou u plodu zkolabované a nefunkční – nejsou dostatečně vyvinuty, díky kontrahovaným plicním arteriím je v nich vysoký proudový odpor a **hypoxická vazokonstrikce**, plícemi protéká jen 10 % srdečního výdeje plodu), ale až za odstupem větví pro hlavu, krk a horní končetiny, směs okysličené a odkysličené krve ze sestupné aorty pak zčásti (35 %) zásobuje dolní polovinu trupu a dolní končetiny, zčásti (65 %) teče do *aa. umbilicales* a jimi opět do placenty.

Shrnutí

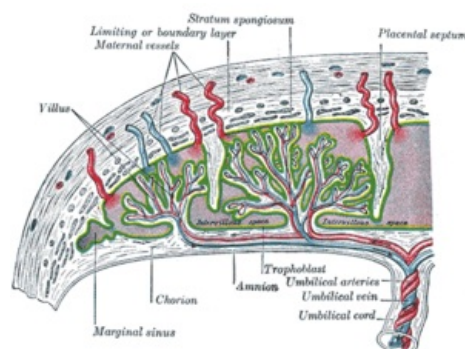
Díky výše uvedeným krevním zkratům proudí nejlépe okysličená krev z *vena umbilicalis* přes dolní dutou žílu (*v. cava inferior*) k srdci a následně přes *foramen ovale* do levé síně a komory a následně do aorty. Krev s vysokou saturací se tak dostává hlavně k myokardu a k mozku plodu.

Shrnutí nejdůležitějších změn oběhu při porodu

- Přerušení placentárního krevního oběhu;
- zánik fetoplacentární jednotky;
- začátek dýchání plícemi a s ním spojené změny krevního oběhu.



Fetální krevní oběh



Placenta: Krev matky plní intervillózní prostor; dochází k aktivní a pasivní výměně živin, vody a plynů.

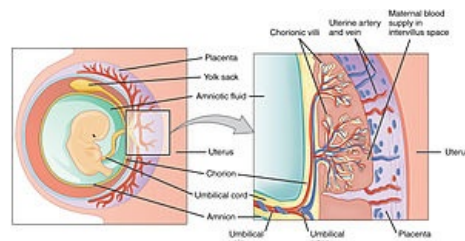


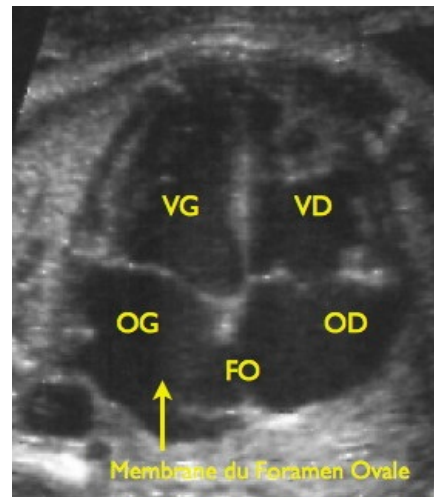
Schéma placenty.

Změny fetálního oběhu po porodu

Foramen ovale

Během porodu přestává krev proudit placentou a dítě se dostává do hypoxie. **Úbytek kyslíku** a zvýšený parciální tlak CO_2 v krvi způsobí **podráždění dýchacího centra** v CNS a vyvolá dýchací pohyby dítěte. Přispívá k tomu i negativní interpleurální tlak (-30 až -50 mmHg). Při průchodu plodu porodním kanálem se pasivní kompresí hrudníku vypudí zhruba 30 ml fetální plicní tekutiny z plic a trachey (zbytková část fetální plicní tekutiny se resorbuje). Po porodu nastává dekomprese hrudníku, která vyvolá malý pasivní nádech a je provázena aktivním glosfaryngeálním úsilím. Plíce se po prvním vdechu rozšíří a vteče do nich úměrné množství krve, která se tu již okysličuje. Provzdušnění plic vede ke vzniku **povrchového napětí**, zodpovědného za retraktivní smršťivou sílu, která se podílí na pasivním výdechu. Důsledkem těchto změn je nárůst krevního a lymfatického průtoku plícemi. Stabilizace plicní ventilace vyvolá podněty k přestavbě fetálního krevního oběhu na oběh novorozenecký. Z plic se uvolňuje bradykinin, který je závislý na vysokém syčení krve kyslíkem.

Bradykinin má **vazokonstrikční** vliv na *ductus arteriosus* a pupeční cévy, vazodilatační vliv na plicní cévy. Rozpětí plic snižuje odpor toku krve do plic na méně než 20 % původního, což zvyšuje tok krve přes *arteriae pulmonales*. Tím se zvýší množství krve, které se vrátí do levé předsíně. V levé předsíni stoupne tlak, což způsobí uzavření *foramen ovale*. *Foramen ovale* do třetího měsíce zaniká proliferací endotelové a vazivové tkáně, a v dospělém srdci zůstává jako **fossa ovalis**.



Sonografie srdce plodu: OD = pravá síň, OG = levá síň, FO = foramen ovale, VD = pravá komora, VG = levá komora, šipka: membrána foramen ovale

Ductus venosus Arantii - lig. venosum

Sfinkter *ductus venosus* se uzavírá a krev proniká už jen do jaterních sinusoid a cestou *venae hepaticae* do *vena cava inferior*. Později vazivově obliteruje v **ligamentum venosum**.

Ductus arteriosus Botalli - lig. arteriosum

Ductus arteriosus kontrahuje už během porodu a s prvními vdechy se celý uzavírá díky vlivu bradykininu. Anatomické uzavření nastává do dvanáctého týdne, část duktu obliteruje v **ligamentum arteriosum**. Uzavřením *foramen ovale* a *ductus arteriosus* se krevní oběh definitivně rozdělí na plicní a systémový.

Vena umbilicalis

Z *vena umbilicalis* po narození vzniká **ligamentum teres hepatis**

Arteriae umbilicales

Z *arteriae umbilicales* vznikají **ligamenta umbilicalia medialis** a **arteriae vesicales superiores**, které zásobují močový měchýř.

Chybný vývoj fetálního oběhu po porodu

Foramen ovale patens

Vzniká při neuzavření foramen ovale v důsledku defektního vývoje septum primum a/nebo septum secundum. Je přítomný u cca 25 % lidí a většinou nemá vliv na hemodynamiku. V kombinaci s jinou srdeční poruchou však může způsobit cyanózu kůže a sliznic v důsledku nedostatečného okysličení.

Ductus arteriosus patens

 **Podrobnější informace naleznete na stránce Otevřená Botallova dučej.**

Neuzavření *ductus arteriosus* neboli Botallovy dučej je druhá nejčastější vrozená porucha srdce. Vyskytuje se 2–3× častěji u žen. K prvním symptomům patří zvýšená námaha při dýchání a tachykardie. *Ductus arteriosus patens* může být idiopatický (bez indukované příčiny) anebo ovlivněný různými faktory jako jsou: předčasný porod, vrozený syndrom rubeoly, fetální alkoholový syndrom nebo některé chromosomální abnormality (Downův syndrom). Neléčený může vést k selhání srdce. Léčí se chirurgicky ligaturou anebo pomocí indometacinu bez chirurgického zákroku.

Závěr

Při porodu dochází k důležitým změnám

- přerušením pupeční šňůry definitivně končí funkce placenty;
- začátek dýchání s expanzí plic vede k poklesu plicní cévní rezistence;

- nárůst krevního pulmonálního průtoku má za následek zvýšení tlaku v levé síni, ten působí na chlopně ve *foramen ovale* a tento zkrat se uzavírá;
- redukuje se průtok v pravé síni a tím se uzavírá *vena umbilicalis*;
- narůstá rezistence výdeje levé komory a uzavírají se *arteriae umbilicales*;
- poměr tloušťky stěn pravé a levé komory se výrazně mění;
- zapojení malého a velkého oběhu je u plodu paralelní, po narození se mění na sériové.

Odkazy

Související stránky

- Poporodní adaptace novorozence
- Srdce
- Placenta
- Vrozené srdeční vady

Zdroj

- PASTOR, Jan. *Langenbeck's medical web page* [online]. [cit. 09.04.2009]. <<https://langenbeck.webs.com/>>.

Použitá literatura

- GANONG, William F, et al. *Přehled lékařské fyziologie*. 1. vydání. Jinočany : H & H, 1995. 681 s. ISBN 80-85787-36-9.
- TROJAN, Stanislav, et al. *Lékařská fyziologie*. 4., přeprac. a uprav vydání. Praha : Grada Publishing, a. s, 2003. 772 s. ISBN 80-247-0512-5.
- ČIHÁK, Radomír a Miloš GRIM. *Anatomie*. 2. upr. a dopl vydání. Praha : Grada Publishing, 2004. 673 s. sv. 3. ISBN 80-247-1132-X.
- POCOCK, G a C. D RICHARDS. *Human Physiology : The Basis of Medicine*. - vydání. Oxford. 1999. ISBN 0192629522.
- SILBERNAGL, S a A DESPOPOULOS. *Atlas fyziologie člověka*. - vydání. Praha. 1993. ISBN 808562379X.
- wikipedia.com
- <http://mcb.berkeley.edu/courses/mcb135e/fetal.html>
- <https://www.cayuga-cc.edu/blogs/>
- <https://medlineplus.gov/ency/article/001113.htm>
- <https://emedicine.medscape.com/article/891096-overview>
- <http://www.embryology.ch/anglais/pcardio/umstellung01.html>
- https://brooksidepress.org/Products/Obstetric_and_Newborn_Care_1/lesson_2_Section_1D.htm



Pahýl pupečníku sedm dní po porodu