

MUDr. Michal Palkovič, ml.  
MUDr. Peter Martanovič

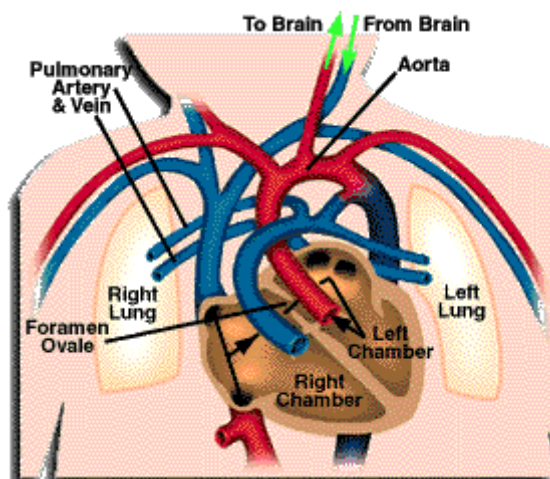
## OTVORENÉ FORAMEN OVALE (PFO - patent foramen ovale)

Patofyziológia.....	1
Potápačské aspekty.....	3
Referencie.....	4

### Patofyziológia.

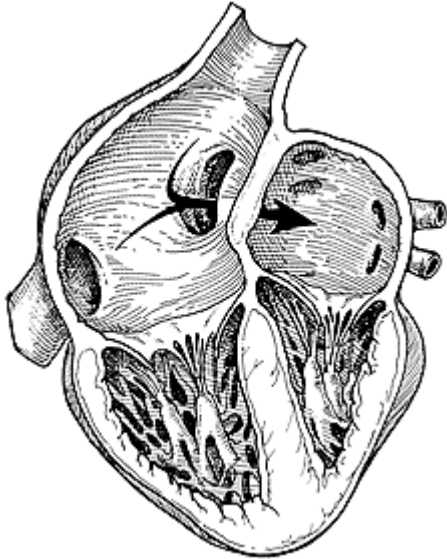
Anatomicky sa srdce skladá z pravej a ľavej časti a v každej z nich je predsieň, komora a z nej odstupujúca veľká cieva. Obe strany srdca sú od seba oddelené na úrovni predsieni a komôr priehradkou, tzv. septom, čím sú obe cirkulácie (pľúcna a celotelová) samostatné. Odkysličená krv z celotelovej cirkulácie sa vracia do srdca vénami, vteká do pravej predsieni, z nej do pravej komory a odtiaľ veľkou cievou (pulmonálny trunkus) sa dostáva do pľúc, ktoré zabezpečujú výmenu plynov. Z pľúc sa okysličená krv vracia vénami do ľavej predsieni, ľavej komory a z nej je počas kontrakcie srdcového svalu vyvrhovaná do aorty a teda do celotelového krvného obehu, ktorý zabezpečuje kyslík pre orgány a tkanivá. Obe cirkulácie sú nielenže oddelené, ale je v nich i rôzny tlak - v pravej predsieni je tlak 13/8 mmHg, v pravej komore 30/8 mmHg, v ľavej predsieni 17/12 mmHg, v ľavej komore 120/10 mmHg a v aorte 120/70 mmHg (How Pressures Change in the Heart, Hasan Abdallah, M.D.)

Počas vnútromaternicového vývoja plod nemôže dýchať vzduch. Okysličená krv sa dostáva do tela plodu prostredníctvom placenty a pupočníka a vstupuje do pravej predsieni. Preto sú na úrovni predsieni a veľkých ciev komunikácie – skraty, ktoré umožňujú, aby väčšia časť okysličenej krvi obišla pľúca a najkratšou cestou sa dostala do celého tela. Jednou z nich je **foramen ovale** – oválny otvor v predsieňovom septe krytý čiastočne



tenkou membránou (septum primum) rastúcou zľava a ktorý umožňuje prechod krvi z pravej strany doľava a tak do celotelovej cirkulácie a najmä mozgu. Po pôrode pri prvom nádychu stúpne v ľavej časti srdca tlak, ktorý pritlačí septum primum na otvor a oba cirkulačné systémy sa oddelia. K úplnému, anatomickému uzáveru foramen ovale dôjde v neskoršom období.

**PFO–patent foramen ovale (otvorené foramen ovale)** je termín označujúci perzistenciu neuzatvoreného foramen ovale aj v postnatálnom období. Tento stav

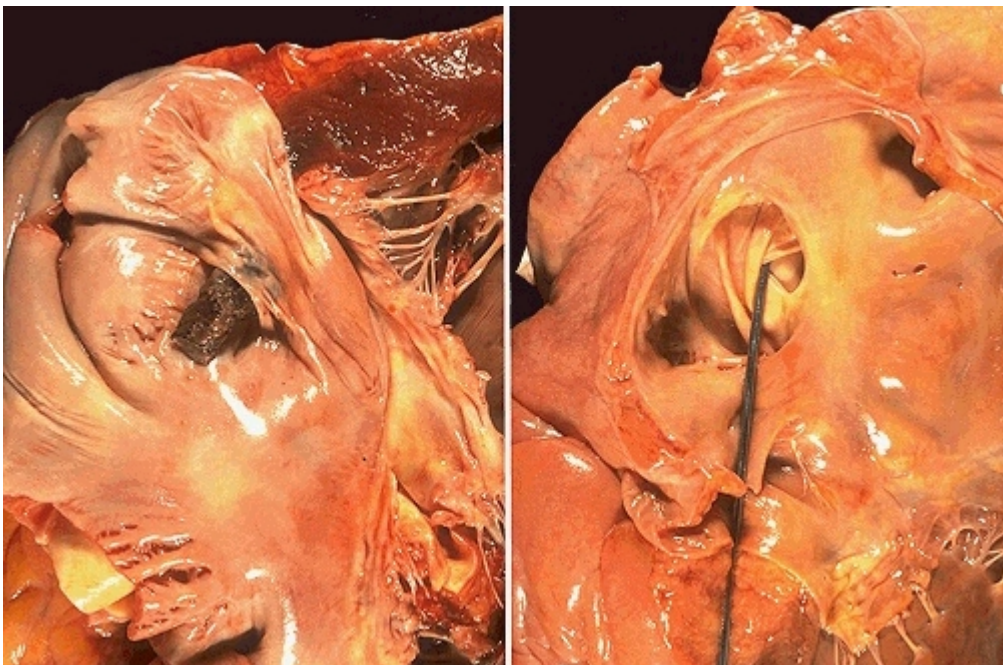


v prípade vyššieho tlaku krvi v pravej predsieni môže spôsobiť prietok neokysličenej krvi z pravého oddielu srdca (pravej predsieni) do ľavého oddielu srdca (ľavej predsieni) – **pravo-ľavý skrat**.

V ojedinelých prípadoch môže dôjsť aj k opačnému **ľavo-pravému skratu**.

Ľudia s PFO sú menej náchylní ku kolapsom pod vodou, ako ľudia s chorobami srdcových chlopní (mitrálna, aortálna alebo zriedkavá trikuspidálna porucha), avšak takýto ľudia viac trpia hromadením tekutín v tkanive pľúc (edém pľúc) a vážnymi poruchami dýchania.

Pravo-ľavý skrat spôsobuje miešanie neokysličenej krvi s okysličenou a s tým súvisí rozvoj hypoxie, čo výrazne obmedzuje pracovnú aktivitu. U potápačov obzvlášť hrozí ďalšia patologická jednotka – **paradoxná embolizácia** (viď článok vzduchová embólia – sekcia pneumológia).



*Na obrázku vpravo sonda odtláča septum primum, ktoré prekrýva foramen ovale. Za fyziologických okolností je tlak v ľavej predsieni vyšší ako v pravej predsieni čo spôsobuje, že táto komunikácia je spomínaným septom uzatvorená. Ale ak stúpne tlak v pravej predsieni (napr. pri pľúcnej hypertenzii), foramen ovale sa otvorí natoľko,*

že cez neho môže prejsť aj väčší venózný trombus (obrázok vľavo). Krvný trombus, podobne ako bublinku vzduchu, sa môže dostať do veľkého obehu a upchať niektorú časť celotelového obehu (mozog, končatiny atď.). Tento stav sa nazýva **paradoxná embolizácia**.

(obrázky čerpané z <http://www-medlib.med.utah.edu/WebPath/CVHTML/CVIDX.html#10>).

## Potápačské aspekty.

Potápači sú však viac ako krvným trombom ohrození prechodom uvoľnených bublín dusíka do celotelového krvného obehu počas dekompresie.

Časť expertov je toho názoru, že pacienti s PFO sa nemajú potápať, resp. že PFO je dôvod na neudelenie potápačskej licencie. Potápači sú ohrození paradoxnou embolizáciou kvôli nutnosti kompenzovať okolitý tlak Valsalvovým manévrom. Pri ňom stúpa venózný tlak, čo môže spôsobiť v prípade PFO pravo-ľavý skrat a prechod bublín do veľkého krvného obehu, čím sa obíde normálna filtračná funkcia pľúc. Zdravé pľúca bez zvyšku prefiltrujú bubliny dusíka, ktoré pri dekompresii prechádzajú z tkanív do venóznej časti krvného obehu.

Dr. Fred Bove, kardiológ z Temple University, sa vo svojej štúdii zaoberal vplyvom PFO na potápanie (**Bove, AA: Risk of Decompression Sickness with Patent Foramen Ovale**, Undersea Biomedical Research, Volume 25, číslo 3, strana 175-8, 1998). Konštatuje, že 30% populácie nevie o tom, že má otvorený foramen ovale (podobnú situáciu možno analogicky predpokladať medzi potápačmi). Riziko vzniku dekompresnej choroby kalkuloval pomocou logistickej regresie a Bayeovou teóriou. Záverom jeho práce konštatuje, že riziko vzniku dekompresnej choroby počas ponoru u normálneho potápača je 2.28/10 000 ponorov. V prípade potápača s PFO je toto 2,5 / 10000. Čiže výsledkom je štatistický fakt, že PFO nijako výrazne nevlýva na incidenciu dekompresnej choroby a preto nie je dôvod na vylúčenie takéhoto jedinca z potápania. V publikácii Nada's Pediatric Cardiology, D. C. Fyler, M.D. sa uvádza, že až 34% ľudí do 29 roku života má tvorené formane ovale. S vyšším vekom sa tento podiel nepoznaných PFO znižuje (nad 80 rokov je tento podiel len 20%).

Uvádžam aj preklad jeho tabuľky :

Referencie	VOJACI (13)	REKRAČNÝ POTÁPAČI (11,12)	KOMERČNÝ POTÁPAČI (14)	CELKOVO
Celkovo ponorov	648,488	2,577,680	43,063	3,269,231
Celkovo DCS	172	878	152	1202
Typ II DCS	86	649	9	744
Incidencia DCS *	2.65	3.41	35.3	3.68
Incidencia DCS II *	1.33	2.52	2.09	2.28

\* incidencia na 10,000 ponorov

Sam Shelanski, M.D. uvádza, že tím nemeckých vedcov v marci roku 2000 publikoval štúdiu, v ktorej dokazujú, podľa MRI, významný risk vzniku mozgovej embolizácie pri otvorenom foramen ovale (British Medical Journal).

Z horeuvedených abstraktov ako aj zo zdrojov iných autorov (Wilmshurst 1989; Cross 1989; Wilmshurst 1992; Johnston 1996; Wilmshurst 1996; Wilmshurst 1997) vyplýva :

- u významnej časti potápačov je možné dokázať PFO
- pokiaľ je PFO väčších rozmerov môžu počas dekompresie prejsť dusíkové bubliny z venózneho obehu do arteriálneho, čo môže byť demonštrované na MRI mozgu
- prechod dusíkových bublín horeuvedeným spôsobom je iste zodpovedný za časť prípadov dekompresnej choroby

Echokardiografia a špeciálne transezofageálna EchoKG (cez pažerák) je základným **vyšetrením** na zistenie PFO. Avšak kvôli vysokým nákladom sa nedoporučuje plošne vykonávať skríning výskytu PFO.

**Riešenie** PFO je výlučne **chirurgické**. Dnes je však možné vyhnúť sa operácii na otvorenom hrudníku a to použitím septálneho oklúdera. Vykonáva tak, že cez veľkú žilu dolnej končatiny sa zavedie kateter až do pravej predsieň. Cez otvor v predsieňovom septe (foramen ovale) sa prevliečie dážnik podobná titániu-niklová záplata. Postupom času táto záplata prerastie fibróznym tkanivom, čím sa otvor definitívne uzavrie. Prvé praktické skúsenosti s potápačmi opísal anglický kardiochirurg Dr. Peter Wilmshurst (Lancet, 14 September 1996, strana 752). U nás túto metódu využíva s veľkým úspechom a ohlasom a to aj v zahraničí Doc. Dr. J. Mašura z detského kardiocentra DFNSP. Najčastejšie je používaný Amplatzer® Septal Occluder.

The Septal Occluder



**Príznaky** : u novorodencov je väčšinou PFO bezpríznakový. V extrémnych pravolaňových skratoch je jediným príznakom centrálna cyanóza (zmodranie kože).

Otvorené foramen ovale pokiaľ je jeho priemer malý, väčšinou nespôsobuje žiadne problémy.

---

## Referencie.

**Obrázky** čerpané z

<http://www.medlib.med.utah.edu/WebPath/CVHTML/CVIDX.html#10>.

Ernest S. Campbell, M.D. - <http://www.gulftel.com/~scubadoc>

Hasan Abdallah, M.D. -  
<http://www.childrenheartinstitute.org/educate/bloodprs/prchange.htm>

Dr. Peter Wilmshurst - <http://www.divernet.com/medical/ddoc297.htm>

<http://www.maths.uwa.edu.au/~adrian/scuba/pfoajb.html>

Nada's Pediatric Cardiology, D. C. Fyler, M.D.