

## Foramen ovale patens jako příčina paradoxní embolizace u sportovních potápěčů

Tomáš Honěk, Josef Veselka, Aleš Tomek\*, Martin Šrámek\*,  
Jaroslav Januška\*\*, Luděk Šefc\*\*\*, Roman Kerekeš\*\*\*\*, Štěpán Novotný\*\*\*\*\*

Kardiovaskulární centrum, \*Neurologická klinika, Fakultní nemocnice Motol, Praha,  
\*\*Kardiocentrum, Nemocnice Podlesí a. s., Třinec, \*\*\*Ústav patologické fyziologie,  
1. lékařská fakulta Univerzity Karlovy, Praha, \*\*\*\*Interní oddělení, Sdružené zdravotnické zařízení, Krnov,  
\*\*\*\*\*Hyperbarická komora a poradna pro potápěče, Kladno, Česká republika

Honěk T, Veselka J, Tomek A\*, Šrámek M\*, Januška J\*\*, Šefc L\*\*\*, Kerekeš R\*\*\*\*, Novotný Š\*\*\*\*\* (Kardiovaskulární centrum, \*Neurologická klinika, Fakultní nemocnice Motol, Praha, \*\*Kardiocentrum, Nemocnice Podlesí a. s., Třinec, \*\*\*Ústav patologické fyziologie, 1. lékařská fakulta Univerzity Karlovy, Praha, \*\*\*\*Interní oddělení, Sdružené zdravotnické zařízení, Krnov, \*\*\*\*\*Hyperbarická komora a poradna pro potápěče, Kladno, Česká republika). **Foramen ovale patens jako příčina paradoxní embolizace u potápěčů.** *Cor Vasa* 2006;48(7–8):286–288.

Během výstupu na vodní hladinu se v tkáních a v žilní krvi potápěče tvoří bublinky dusíku. Potápěči s foramen ovale patens (PFO) mají zvýšené riziko paradoxní plynové embolizace do mozku nebo jiných orgánů. Dekompresní příhoda s neurologickou symptomatologií může odhalit zatím klinicky němou zkratovou vadu. Předkládáme kasuistiku tří potápěčů po opakované dekompresní příhodě, které jsme vyšetřili pro podezření na PFO. Ve dvou případech se jednalo o PFO, resp. defekt síňového septa, které jsme následně uzavřeli perkutánně Amplatzovým okluderem. Negativní nález u třetího pacienta přispěl ke stanovení diagnózy výhřezu krční meziobratlové ploténky.

**Klíčová slova:** Foramen ovale patens – Potápění – Dekompresní nemoc

Honěk T, Veselka J, Tomek A\*, Šrámek M\*, Januška J\*\*, Šefc L\*\*\*, Kerekeš R\*\*\*\*, Novotný Š\*\*\*\*\* (Cardiovascular Center, \*Department of Neurology, Motol University Hospital, Prague, \*\*Kardiocentrum, Podlesí Hospital a. s., Třinec, \*\*\*Institute of Pathological Physiology, Charles University School of Medicine 1, Prague, \*\*\*\*Department of Medicine, Associated Health Care Center, Krnov, \*\*\*\*\*Hyperbaric Chamber and Scuba Diver Counsel Center, Kladno, Czech Republic). **Patent foramen ovale as a cause of paradoxical embolism in scuba divers.** *Cor Vasa* 2006;48(7–8):286–288.

The cause of decompression sickness (DCS) in scuba divers is bubble formation in tissues and venous blood during ascent. Divers with patent foramen ovale (PFO) are at increased risk of paradoxical gas embolism in the brain or other organs. DCS with neurological symptoms may unmask a hitherto asymptomatic intracardiac shunt. The case report of 3 scuba divers investigated for PFO after repeat DCS is presented. In two cases, atrial septal defect and PFO were found and closed successfully with an Amplatz occluder. Exclusion of PFO in the third patient helped to establish the diagnosis of cervical intervertebral disc prolapse.

**Key words:** Patent foramen ovale – Scuba diving – Decompression sickness

**Adresa:** doc. MUDr. Tomáš Honěk, CSc., Kardiovaskulární centrum, Fakultní nemocnice Motol, V úvalu 84, 150 00 Praha 5, Česká republika, e-mail: Tomas-Honek@volny.cz

### ÚVOD

Potápění s dýchacím přístrojem se stalo oblíbeným sportem. Jen v naší republice je více než 50 000 registrovaných potápěčů. Jeho provozování je ale spojeno s nezanedbatelným rizikem, které vyplývá s fyzikálních vlastností vodního prostředí. Důkladné kardiologické vyšetření není pro registraci podmínkou, ale informovanost laické i odborné veřejnosti o základech patofyziologie potápění přispívá ke snížení vážných příhod, které nejsou zdaleka řídké. Samotné ponoření do studené vody zvyšuje žilní návrat a způsobuje vazokonstrikci a bradykardii. Může tak vzácně vést k plicnímu edému i u zdravých jedinců.<sup>(1)</sup> Povědomost o chování směsi vdechovaných plynů pod tlakem a jejich rozpínání při dekompresi,

spojené s vynořením, je základem k bezpečnému potápění. Pomalé plánované vynoření zabrání roztržení tělních dutin – barotraumatu (nejčastěji plic). Dekompresní pravidla rovněž snižují vznik a růst bublinek dusíku (nebo jiného inertního plynu užitého v dýchací směsi) v tkáních, které mohou způsobit dekompresní nemoc (decompression sickness – DCS) nejčastěji s lokálními příznaky. Bylo prokázáno v experimentu i klinicky, že bublinky plynu se uvolňují z tkání a lze je detekovat v žilní krvi, u pacientů s foramen ovale patens (PFO) i v tepenné krvi, i bez porušení dekompresních pravidel.<sup>(2–4)</sup> Paradoxní plynová embolizace přes PFO může způsobit ischemickou příhodu nejčastěji s neurologickou symptomatologií.<sup>(5,6)</sup> Příznaky DCS i příznaky paradoxní plynové embolie se mohou překrývat (*tabulka I*). Kontrastní

echokardiografické vyšetření s použitím Valsalvova manévru na zvýšení intrathorakálního tlaku odhalí intrakardiální zkrat. Kvantifikace pravolevého zkratu při podání ultrazvukové kontrastní látky do periferní žíly je umožněna také pomocí transkraniálního dopplerovského vyšetření nad arteria cerebri media.

skou péči nevyhledala a následně navštívila kardiologickou poradnu pro potápěče. Při vyšetření na našem pracovišti měla normální nález na očním pozadí, transthorakální echokardiografické vyšetření (TTE) ukázalo lehkou dilataci pravé komory, při použití bublinkového kontrastu došlo při Valsalvově manév-

Tabulka I

Srovnání paradoxní plynové embolizace způsobené PFO s běžnými formami dekompresní nemoci

|                                    | Paradoxní embolie (PPE)                                               | Dekompresní onemocnění (DCS)                                                                                       |
|------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Příčina                            | Paradoxní embolizace bublinek dusíku                                  | Bubliny dusíku tvořící se rychle v tkáních při poklesu tlaku                                                       |
| Rizika                             | PFO + nedodržení dekompresního postupu                                | Nedodržení dekompresního postupu                                                                                   |
| Lokalizace a původ bublin          | Arterializace bublin dusíku ze žilní krve                             | Bubliny dusíku ve tkáních a žilní krvi                                                                             |
| Počátek symptomů                   | Několik minut nebo brzo po vynoření                                   | Několik minut až dnů po vynoření, 99 % do 6 hodin                                                                  |
| Příznaky                           | Bezvědomí, neurologické postižení různého stupně nebo srdeční příhoda | Různorodé. Obvykle bolesti nebo parestázie. Nejčastěji postižení kůže a kloubů. Mohou se zhoršit k ochrnutí, šoku. |
| Účinek první pomoci včetně kyslíku | Příznaky se mohou zlepšit nebo odeznít                                | Příznaky se mohou zlepšit nebo odeznít                                                                             |
| Léčba                              | Rekomprese v hyperbarické komoře                                      | Rekomprese v hyperbarické komoře                                                                                   |

## POPIS PŘÍPADŮ

Předkládáme kasuistiky tří potápěčů po opakované dekompresní příhodě s neurologickou symptomatologií. Echokardiografické vyšetření přispělo s největší pravděpodobností k objasnění etiologie neurologické příhody.

**Pacientka č. 1** – 40letá zkušená potápěčka (300 ponorů) měla opakovaně s odstupem několika minut po plánovaném ponoru (se směsí plynů) až 30 minut trvající úplnou ztrátu zraku, která se upravila vždy po klidovém režimu bez léčby. Bezprostředně lékař-



**Obr. 1a** Pacientka č. 1 – TEE. Při Valsalvově manévru dochází k vyklenutí přepážky do levé síně s otevřením PFO a pravolevým zkratem (modrá barva)

TEE – transezofageální echokardiografie, PFO – formamen ovale patens



**Obr. 1b** Pacientka č. 1 – TEE. Při kontrastním vyšetření dochází po Valsalvově manévru k otevření PFO a k průniku kontrastu z pravé síně do levé; změřená separace listů přepážky je 6 mm

TEE – transezofageální echokardiografie, PFO – formamen ovale patens

ru k přechodu několika bublin z pravé do levé síně. Při transezofageálním echokardiografickým vyšetření bylo zřejmé, že se jedná o široké PFO. Při kvantifikaci (TTE) pravolevého zkratu pomocí dopplerovského kontrastního transkraniálního vyšetření (TCD) byl zjištěn opakovaně přechod více než 20 bublinek (stupeň 3/3). PFO byl uzavřen Amplatzovým okluderem.

44letý zkušený potápěč (800 ponorů) měl opakovaně několik minut po plánovaném ponoru se stlačeným vzduchem stav zmatenosti a poruchu řeči. Porucha trvala několik minut a vždy došlo bez léčby k úpravě. Aktivně se zajímal o kardiologické vyšetření. Již při TTE byl nalezen defekt septa síní

(ASD) velikosti 15 mm s levo-pravým zkratem. Pravostranné srdeční oddíly byly dilatovány; TCD bylo opakovaně pozitivní (3/3) bez Valsalvova manévru. TEE potvrdilo diagnózu defektu síňového septa (ASD) II. typu. Pacientovi jsme uzavřeli ASD perkutánně Amplatzovým okluderem.

43letý zkušený potápěč (500 ponorů) měl po dekompresním ponoru v chladné vodě bez porušení pravidel paraparézu dolních končetin. Byl léčen v barokomoře; nálezy se upravily jen částečně. S odstupem došlo po dalším ponoru k přechodnému zhoršení, pacient byl doporučen ke kardiologickému vyšetření. Při vyšetření byl echokardiografický nálezy i TCD normální. Při dalším hledání příčiny neurologické symptomatologie jsme provedli neurologické vyšetření doplněné magnetickou rezonancí krční páteře. Toto vyšetření odhalilo výhrěz ploténky C2-C3. Zvažujeme chirurgickou léčbu.

## DISKUSE

Wilmshurst a spol. v roce 1986 upozornili, že pravolevý zkrat v srdci může být příčinou paradoxní plynové embolizace u potápěčů.<sup>(5)</sup> Moon a spol. v roce 1989 našli PFO v 61 % ze skupiny 18 potápěčů, kteří měli závažné dekompresní příznaky.<sup>(6)</sup> Všechny následující studie zkoumaly výskyt PFO v souvislosti se stanovením rizika pro dekompresní příhody u sportovních potápěčů. Metaanalýzou publikovaných výsledků a dalšími studiemi se prokázalo, že riziko potápěče s PFO je zhruba 2,5krát vyšší než bez PFO a že je asi 5 velkých dekompresních příhod na 10 000 ponorů. U potápěče s významnějším zkratem připadá riziko vážné dekompresní příhody v jednom případě na sto ponorů, což je nezanedbatelné nebezpečí.<sup>(7)</sup> Odlišení příznaků embolického charakteru od DCS není vždy jednoznačné a vysvětlení neurologických příznaků jiným závažným onemocněním jen podtrhuje užitečnost důkladného kardiologického a neurologického vyšetření při podezření na DCS. Tvorba bublin může být ovlivněna habituálně (obezita, vyšší věk, spotřeba kyslíku, způsob potápění) a dodržováním pravidel.<sup>(8)</sup> Podle opakování stejných příznaků (poruchy vidění, řeči, bolesti hlavy, bolesti břicha) lze soudit, že i paradoxní embolizace přes PFO může být ovlivněna nejen velikostí komunikace, ale pravděpodobně i jinak (valvula Eustachii, tlakové poměry v síních a komorách, odstupy větví z oblouku aorty). Podle některých

zpráv se PFO u potápěčů v čase zvětšuje.<sup>(9)</sup> U většího síňového zkratu je možno defekt nebo PFO uzavřít intervenčně nebo chirurgicky tehdy, jde-li o opakovanou embolickou (dekompresní) příhodu.<sup>(10)</sup> U sportovního potápění samozřejmě je nasnadě zákaz potápění nebo opatrnější přístup. Pro bezpečnost potápění se v zahraničí opakovaně diskutuje zavedení povinného screeningu PFO pro akreditaci.<sup>(11)</sup>

## LITERATURA

1. Wilmshurst PT, Nuri M, Crowther A, Web-Peploe MM. Cold-induced pulmonary oedema in scuba divers and swimmers and subsequent development of hypertension. *Lancet* 1989;1:62–5.
2. Vik A, Jenssen BM, Brubakk AO. Arterial gas bubbles after decompression in pigs with patent foramen ovale. *Undersea Hyperb Med* 1993;20:121–31.
3. Vik A, Jenssen BM, Brubakk AO. Paradoxical air embolism in pigs with a patent foramen ovale. *Undersea Biomed Res* 1992;19:361–74.
4. Gerriets T, Tetzlaff K, Liceni T, et al. Arteriovenous bubbles following cold water sport dives: Relation to right-to-left shunting. *Neurology* 55:1741–3.
5. Wilmshurst PT, Ellis BG, Jenkins BS. Paradoxical gas embolism in a scuba diver with an atrial septal defect. *Brit Med J* 1986;293:1277.
6. Moon RE, Camporesi EM, Kisslo JA. Patent foramen ovale and decompression sickness in divers. *Lancet* 1989;1:513–4.
7. Torti SR, Billinger M, Schwerzmann M, et al. Risk of decompression illness among 230 divers in relation to the presence and size of patent foramen ovale. *Eur Heart J* 2004;25:1014–20.
8. Carturan D, Boussuges A, Vanuxem P, Bar-Hen A, Burnet H, Gardette B. Ascent rate, age, maximal oxygen uptake, adiposity and circulating bubbles after diving. *J Appl Physiol* 2002;93:1349–56.
9. Germonpre P, Hastir F, Dendale P, Marroni A, Nguien AF, Balestra C. Evidence for increasing patency of the foramen ovale in divers. *Am J Cardiol* 2005;95:912–5.
10. Walsh KP, Wilmshurst PT, Morrison WL. Transcatheter closure of patent foramen ovale using the Amplatzer septal occluder to prevent recurrence of neurological decompression illness in divers. *Heart* 1999;81:257–61.
11. Lier H, Hering R, Schroeder S. Diving and patent foramen ovale: time for a change in fitness to dive certifications? *Clin J Sport Med* 2005;15:205–7.

---

*Došlo do redakce 22. 5. 2006*

*Přijato k otištění 30. 5. 2006*