

# Edém plic plavců

Radek Pudil

I. interní kardioangiologická klinika, Lékařská fakulta v Hradci Králové Univerzity Karlovy a Fakultní nemocnice Hradec Králové, Hradec Králové

## INFORMACE O ČLÁNKU

### Historie článku:

Vložen do systému: 10. 9. 2023

Přijat: 5. 10. 2023

Dostupný online: 17. 10. 2023

### Klíčová slova:

Edém plic

Plavání

Potápění

Prevence

Rekurence

## SOUHRN

Edém plic plavců a potápěčů je definován jako náhle vzniklá dušnost provázená kašlem, hemoptýzou a hypoxemií, která vzniká v souvislosti s těžkou fyzickou námahou především ve vodním/chladném prostředí. Vzniká častěji u žen a u starších osob, mezi predisponující faktory patří chladné prostředí a přítomnost některých latentních kardiovaskulárních onemocnění. Jde o stav, který potenciálně ohrožuje sportovce na životě. Jeho terapie se neliší od léčby plicního kardiálního edému. Velmi důležitá je včasná identifikace osob s vyšším rizikem, eliminace všech potenciálně rizikových faktorů jeho vzniku. Významnou roli mají pravidelné prohlídky tělovýchovným lékařem, případně kardiologem. V případě sportovních akcí s větším množstvím sportovců je potřeba mít zajištěn komplexní management zahrnující včasnou identifikaci vzniku, bezpečné vytažení postiženého z vody a poskytnutí adekvátní terapie.

© 2023, ČKS.

## ABSTRACT

Pulmonary edema in swimmers and divers is defined as sudden onset of shortness of breath accompanied by cough, hemoptysis, and hypoxemia that occurs in association with increased physical activity, especially in a water/cold environment. It occurs more often in women and in the elderly, predisposing factors include a cold environment and the presence of some latent cardiovascular diseases. It is a potentially life-threatening condition for athletes. Its therapy does not differ from the treatment of pulmonary cardiac edema. Early identification of persons with a higher risk and elimination of all potentially risk factors for its occurrence is very important. Regular examinations by a physical education doctor or a cardiologist play an important role. In the case of sports events with a large number of athletes, it is necessary to ensure comprehensive management including early identification of the occurrence, safe removal of the affected person from the water, and provision of adequate therapy.

### Keywords:

Diving

Prevention

Pulmonary edema

Recurrence

Swimming

## Úvod, definice, epidemiologie

Edém plic plavců (swimming-induced pulmonary edema, SIPE) je definován jako náhle vzniklá dušnost provázená kašlem, hemoptýzou a hypoxemií, která vzniká v souvislosti s těžkou fyzickou námahou především ve vodním/chladném prostředí, klinicky se projevuje jako edém plic s rezolucí do 48 hodin od vzniku spontánně či v důsledku léčby. Důležité je vyloučení ostatních příčin otoku plic. Jde o stav, který může potenciálně velmi vážně ohrozit plavce na životě. První popis pochází z roku 1989, kdy Wilmhurst a spol. popsali edém plic u 11 plavců a potápěčů.<sup>1</sup> Za patofyziologické stimuly byly označeny reakce organismu na chlad a vzestup parciálního tlaku kyslíku při potápění, které vedly následně k vazokonstrikci plicního řečiště. V současnosti byla provedena řada studií, které ukazují na komplexnější problematiku stavu a jsou k dispozici někte-

rá epidemiologická data, jež ukazují na jeho výskyt. Pravedpodobně nejrozsáhlejší analýzu poskytla studie Marie Hardstedtové, která zkoumala výskyt SIPE u 47 573 dálkových plavců v letech 2016–2019.<sup>2</sup> Její data ukazují roční incidenci 0,34–0,57 %, přičemž v 90 % případů jsou postiženy ženy. Výskyt stoupá s věkem (nad 61 let je to 1,1 %). Zajímavá data přinesla observační studie 2 117 příslušníků NAVY SEAL, kde byl SIPE prokázán v 5 % případů.<sup>3</sup> Tento výsledek je pozoruhodný ze dvou důvodů: jde o mladou a relativně fyzicky velmi dobře trénovanou populaci, avšak na druhé straně je podrobena velmi intenzivní zátěži ve vodním prostředí.

V souvislosti se snahou o podporu fyzické aktivity nejen u mladé zdravé populace či zdravých seniorů, ale také u nemocných s prodělaným kardiovaskulárním onemocněním je velmi užitečné mít alespoň základní znalost této problematiky.

**Adresa pro korespondenci:** Prof. MUDr. Radek Pudil, Ph.D., I. interní kardioangiologická klinika, Lékařská fakulta Univerzity Karlovy a Fakultní nemocnice Hradec Králové, Sokolská 581, 500 05 Hradec Králové, e-mail: pudilr@lfhk.cuni.cz, radek.pudil@fmhk.cz

DOI: 10.33678/cor.2023.076

## Patofyziologie SIPE

Patofyziologický pohled na SIPE vychází z reakce organismu na fyzickou zátěž, která je akcentována pobytem ve vodním/chladném prostředí. Základní reakcí kardiiovaskulárního systému na fyzickou zátěž je: 1) aktivace sympatiku (vzestup tepové frekvence, krevního tlaku, tepového objemu a minutového výdeje), 2) redistribuce cirkulace, jejímž cílem je přednostní zásobení srdce, pracujících svalů a mozku a současné snížení krevního zásobení gastrointestinálního a urogenitálního traktu. Výsledkem je periferní vazokonstrikce, která vede ke vzestupu preloadu i afterloadu. Levá komora na tyto změny obvykle reaguje zvětšením end-diastolického a zmenšením end-systolického objemu, které vedou ke vzestupu minutového srdečního výdeje. Toto vyžaduje mj. velmi dobrou poddajnost levé komory. Pravá komora obvykle dilatuje v důsledku limitované kapacity průtoku krve plicním řečištěm, ve kterém dochází k vzestupu tlaku.

**Tabulka 1 – Faktory vodního prostředí ve vztahu k SIPE u plavců a potápěčů**

### Zevní prostředí (↑ centralizace oběhu):

- Chlad
- Hydrostatický tlak

### Individuální faktory (↑ tonu sympatiku):

- Psychický stres
- Trénovanost, intenzita zátěže

### ↑ Dechový odpor a úsilí

#### (↓ intraalveolárního a intrapleurálního tlaku):

- Hustota dýchacího média
- Funkce automatiky
- Těsný oblek

### Preexistující patologie:

- Poddanost (compliance) LK
- Dynamická mitrální insuficience
- Hyperreaktivita na chladové podněty (geneticky podmíněná)
- Nadměrná hydratace

V případě pobytu ve vodním prostředí působí další faktory (tabulka 1).

Ačkoliv patofyziologie SIPE nebyla uspokojivě objasněna, má se za to, že podstatnou roli má fyzická zátěž, která vede ke zvýšenému průtoku plicemi a současně k vzestupu tlaku v a. pulmonalis. Zvyšuje se hydrostatický tlak v plicích, dochází k úniku tekutin a proteinů do plicního intersticia, to může negativně ovlivnit minerálová a tekutinová dysbalance, někteří autoři přicházejí s teorií tzv. injury edema, tedy ke vzniku otoku podél větších bronchů v důsledku intenzivního cyklického pohybu plicní tkáně, podíl může mít také hypoxie.<sup>4,5</sup> Kazuisticky byl popsán SIPE, který vznikl jako důsledek stresové kardiomyopatie.<sup>6</sup>

## Klinická manifestace, diagnostika

Edém plic plavců se klinicky manifestuje nejčastěji dušností, kašlem případně hemoptýzou. V některých případech dojde až k poruše vědomí, která může být ve vodním prostředí fatální.

Objektivní nález zahrnuje poslechový nález chrůpků na plicích, tachykardie, cvalu, může být přítomna 3. nebo 4. ozva, jindy systolický šelest (v důsledku dynamické mitrální insuficience), časté je snížení saturace periferní krve kyslíkem.

Diagnostika je založena na typickém klinickém obraze. Zobrazovací metody (rtg či CT plic) ukáží typický obraz plicního edému. Ultrazvukové vyšetření plicní tkáně (LUS) ukáže většinou typický obraz komet. V případě delšího trvání je možné detekovat zvýšení koncentrací natriuretických peptidů. S ohledem na jejich kinetiku je třeba mít na paměti, že velmi časný odběr po vzniku edému nemusí být provázen zvýšením jejich koncentrací. Současně jsou také možno detekovat mírně zvýšené hodnoty srdečních troponinů.<sup>7</sup>

## Terapie, možnosti prevence a rekurence SIPE

V případě vzniku SIPE ještě během pobytu ve vodě je nutné dostat postiženého jedince bezpečně na břeh. V přednemocniční péči je vhodná poloha vsedě, podání kyslíku (některé skupiny potápěčů či vodní záchranná služba jsou vybaveny pro podání kyslíku v terénu) a kontaktování záchranného zdravotnického systému (RZP). Při transportu do nemocnice je doporučena obvyklá terapie odpovídající edému plic (podání kyslíku, diuretik, případně anxiolytik, poloha vsedě). Výjimečně je nutné podání vysokoprůtokové kyslíkové nazální terapie, neinvazivní či invazivní plicní ventilace (zpravidla v souvislosti s topením se).

Možnosti **prevence SIPE** jsou velmi intenzivně diskutovány. Na 1. místě je to udržování dobré fyzické kondice, eliminace všech vlivů, které by mohly facilitovat vznik SIPE: neúměrný vzestup afterloadu (arteriální hypertenze, nadměrná hydratace), snížená poddanost levé komory (hypertrofie stěny levé komory, fibróza myokardu). Z těchto důvodů jsou velmi významné zdravotní prohlídky aktivních sportovců, případně vyšetření kardiologem s cílem včasné detekce a terapie stavů, které vedou ke vzniku SIPE. Tato vyšetření by měla obsahovat rozbor anamnestických dat včetně sportovní anamnézy, medikace, fyzikální vyšetření, 12svodové EKG a v indikovaných případech echokardiografické vyšetření. Velmi vhodné je provedení zátěžového vyšetření, především pak u starších jedinců. V případě probíhající sportovní aktivity je nutná včasná identifikace sportovců, u kterých se začínají projevovat již iniciální známky SIPE v průběhu sportovní aktivity (suchý kašel, nadměrná dušnost a podobně). S ohledem na riziko rekurence SIPE byly sledovány také možnosti farmakologické prevence stavu s využitím některých farmak. Byla prezentována kazuistická sdělení o možnosti preventivního podání 50 mg sildenafilu u jedinců, kteří trpěli opakovanými atakami SIPE.<sup>8,9</sup>

## Závěr

SIPE je považováno za velmi významnou klinickou jednotku, která se vyskytuje nejenom u plavců či potápěčů, ale obdobný klinický obraz byl popsán také u ostatních sportovců (např. triatletů či cyklistů). Ukazuje se, že je nutné včas identifikovat rizikové osoby, u kterých exis-

tuje pravděpodobnost vzniku této jednotky. V případě vzniku je namístě včasná terapie. Ačkoliv je tato jednotka známa déle než 30 let, zůstává řada otázek týkajících se její patofyziologie a především prevence doposud nevyřešena. Důležité místo proto mají pravidelná vyšetření tělovýchovným lékařem ve spolupráci s kardiologem. Na možnost vzniku této jednotky je také nutné myslet při organizaci hromadných akcí, které by měly být zajištěny pro včasnou identifikaci a management takto postižených sportovců.

## Literatura

1. Wilmshurst PT, Nur M, Crowther A, Webb-Peploe MM. Cold-induced pulmonary oedema in scuba divers and swimmers and subsequent development of hypertension. *Lancet* 1989; 1:62–65.
2. Hardstedt M, Kristiansson L, Seiler C, et al. Incidence of Swimming-Induced Pulmonary Edema: A Cohort Study Based on 47,600 Open-Water Swimming Distances. *Chest* 2021;160:1789–1798.
3. Volk C, Spiro J, Boswell G, et al. Incidence and Impact of Swimming-Induced Pulmonary Edema on Navy SEAL Candidates. *Chest* 2021;159:1934–1941.
4. Miserocchi G, Beretta E. A century of exercise physiology: lung fluid balance during and following exercise. *Eur J Appl Physiol* 2023;123:1–24.
5. Zavorsky GS, Milne EN, Lavorini F, et al. Interstitial lung edema triggered by marathon running. *Respir Physiol Neurobiol* 2014;190:137–141.
6. Stokes RJ, Sayers R, Sieniewicz BJ, Kim WC. Takotsubo cardiomyopathy findings on cardiac magnetic resonance imaging following immersion pulmonary oedema. *Diving Hyperb Med* 2022;52:217–220.
7. Baber A, Nair SU, Duggal S, et al. Stress Cardiomyopathy Caused by Diving: Case Report and Review of the Literature. *J Emerg Med* 2016;50:277–280.
8. Moon RE, Martina SD, Peacher DF, et al. Swimming-Induced Pulmonary Edema: Pathophysiology and Risk Reduction With Sildenafil. *Circulation* 2016;133:988–996.
9. Martina SD, Freiburger JJ, Peacher DF, et al. Sildenafil: Possible Prophylaxis against Swimming-induced Pulmonary Edema. *Med Sci Sports Exerc* 2017;49:1755–1757.