

KAZUISTIKA

Smrt začínajícího přístrojového potápěče po náhlém vynoření z hloubky 5 metrů – kazuistika

Votýpka M.¹, Šrámek V.¹, Nohel P.¹, Vítovec J.², Groch L.², Hlinomaz O.²

¹Klinika anesteziologie, resuscitace a intenzivní medicíny, Masarykova univerzita v Brně, Fakultní nemocnice u sv. Anny v Brně

²I. interní kardiologická klinika, Masarykova univerzita v Brně, Fakultní nemocnice u sv. Anny v Brně

Souhrn

Popisujeme případ úmrtí začínajícího přístrojového potápěče po vynoření z 5metrové hloubky se zadržným dechem. Pacient utrpěl po vynoření těžké barotrauma plic s následnou vzduchovou embolií do mozgových a srdečních cév. V následném období došlo k vývoji ARDS a těžkému postižení srdečního svalu. 33. den po nehodě pacient zemřel za příznaků těžké sepse.

Klíčová slova: barotrauma plic – vzduchová embolie – ARDS – těžká seps

Abstract

Death of a novice scuba diver after sudden emergence from a 5-meter depth – case report

We describe the fatal case of a scuba diver after emerging from a 5-meter depth while breathholding. He sustained a fatal pulmonary barotrauma accompanied by air embolism into the brain and coronary vessels. He subsequently developed ARDS and severe cardiomyopathy. On the 33rd day after the accident the patient died with symptoms of a severe sepsis.

Key words: pulmonary barotrauma — air embolism – ARDS – severe sepsis

Anest. intenziv. Med., 17, 2006, č. 4, s. 213–214.

Úvod

Dekompresní kesonová nemoc je tradičně považována za největší riziko pro potápění s dýchacím přístrojem [1]. Mnohem častější a nebezpečnější je však fatální plicní barotrauma (PBT), postihující často začínající nezkušené potápěče, kteří se vynoří se zadržným dechem [2]. V takovém případě může teoreticky dojít k PBT při vynoření z malé hloubky (již kolem 1 metru), jelikož transtorakální tlak může přesáhnout 100 cm H₂O – hodnotu, která je považována za kritickou pro závažné poškození zdravých plic.

Předpokládáme, že při zadržení dechu na úrovni celkové plicní kapacity (TLC) je rozdíl mez alveolárním tlakem a tlakem okolním asi 50 cm H₂O. Tlak v plíci musí tedy stoupnout o dalších 50 cm H₂O, aby došlo k ruptuře plíce. Pokud by compliance plic při TLC byla nulová, mohlo by k PBT – v případě, že se potápěč nadechl na úroveň TLC – dojít již při vynoření z hloubky 50 cm. Compliance plic se při rozepnutí na TLC odhaduje na 15 ml · cm⁻¹ H₂O – při nárůstu transtorakálního tlaku o 50 cm H₂O vzroste tedy plicní objem o 15 ml · 50 cm H₂O, tedy 750 ml. S použitím Boyle-Mariotova zákona: $P_1 \cdot V_1 = P_2 \cdot V_2$ (P = tlak, V = objem) můžeme stanovit okolní tlak, ze kterého musí potápěč vystoupit, aby došlo při zadržení dechu na úrovni TLC k ruptuře plíce.

Předpokládáme, že se potápěč v kritické hloubce při tlaku ($P_2 = ?$) nadechl na TLC ($V_2 = 6250$ ml). Po vynoření na hladinu je okolní tlak $P_1 = 1000$ cm H₂O (1 ATA) a dochází k nárůstu plicního objemu o 750 ml ($V_1 = 7000$ ml, viz výše). Potom je podle vztahu ($1000 \cdot 7000 = P_2 \cdot 6250$) hodnota $P_2 = 1000 \cdot 7000/6250 = 1120$ cm H₂O (1,12 ATA).

Tento výpočet demonstruje, jakým způsobem může v krajním případě dojít k plicní hyperinflaci, ruptuře a následné vzduchové embolii i v mělké vodě (1,2 m), pokud potápěč po nadechnutí stlačeného plynu vystoupá se zadržným dechem [2, 3, 4,].

Kazuistika

Popisujeme případ fatálního plicního barotraumatu a vzduchové embolie u 27letého začínajícího přístrojového potápěče po vynoření z méně než 5metrové hloubky (tj. maximální hloubka bazénu) na krytém plaveckém stadionu. Po vynoření z neznámé hloubky se zadržným dechem došlo během několika vteřin k somnolenci. Po 10 minutách byl pacient plně při vědomí (GCS 15, TK 80/50 mm Hg, HR 120/min, RR 16/min, SpO₂ 99%), s parézou obou dolních končetin a pravé horní končetiny. Po 15 minutách byl přijat na urgentní příjem s GCS 12, dezorientovaný a s progresující dyspnoí. Byl intubován, zahájena řízená

ventilace. Nález na CT ukázal pneumomediastinum, pneumoperikard a atypickou vzduchovou kolekci paramediastinálně vlevo (17 . 6 cm). Vzduch byl přítomen také podél karotických arterií až k bazi lební a v měkkých tkáních hypofaryngu. Kontrastní vyšetření vyloučilo přítomnost většího množství vzduchu v plicní arterii, nález na intrakraniálních cévách byl normální. Pacient byl dopraven na anesteziologicko-resuscitační kliniku.

Při přijetí (den 0) zornice symetrické, normální šíře se zachovalou fotoreakcí, patrný rozsáhlý podkožní emfyzém na krku, EKG bez závažné patologie (sinusová tachykardie 120/min), podle sonografie zadní, diafragmatická a laterální stěna levé komory srdeční akinetická (EF 30–35%), pravostranné oddíly bez patologie. ORL vyšetření prokázalo překrvení bubínků. Kromě hyperglykémie (13 mmol . l⁻¹) a leukocytózy 15,7 . 10³ mm⁻³ byly laboratorní hodnoty včetně krevních plynů normální.

Pacient byl hemodynamicky velice nestabilní a k udržení MAP na 75 mm Hg byla nutná dávka adrenalinu až 5,5 µg . kg⁻¹ . min⁻¹. Byl podán levosimendan. Došlo ke zhoršení výměny krevních plynů (pH 7,225; PaCO₂ 7,5 kPa; PaO₂ 22 kPa při parametrech umělé plicní ventilace: VT 450 ml; f 15/min; PEEP 15 cm H₂O; Ppeak 24 cm H₂O; FiO₂ 0,8). Byl zaveden S-G katétr s následujícími výsledky měření: CVP 13 mm Hg; MPAP 40 mm Hg; PAOP 33 mm Hg; CI 2,662 l . min⁻¹ . m⁻²; SI 22 ml . m⁻²; SVRI 2341 dyn. s . m⁻² . cm⁻⁵; PVRI 209 dyn. s . m⁻² . cm⁻⁵.

Kardiologem indikované koronarografické vyšetření bylo vzhledem k nemožnosti transportu na angioliinku odloženo následující den. Při vyšetření byl zjištěn na koronárních arteriích normální nález, s prokázáním těžké poruchy kontraktility (GEF 25%). Byla zavedena IABC. Laboratorní výsledky svědčily pro těžkou myokardiální nekrózu (CK 196 µcat . l⁻¹; CKMB 15,7 µcat . l⁻¹; CK index 8%; Tnl > 500 µg . l⁻¹).

V dalším průběhu dominovalo selhání myokardu a vyvinul se obraz těžkého ARDS, s dobrou odpovědí na pronační polohu. Kontrolní CT 7. den prokázalo mozkový edém. Po 19 dnech se rozvinula grampozitivní a později gramnegativní (pseudomonádové) sepse s MODS (ledvinné a renální selhání). Pacient byl léčen CVVH a podáním aktivovaného proteinu C (Xigris®). Stav pacienta se přesto nadále zhoršoval a 33. den po úrazu zemřel na septický šok. Při soudní pitvě byl zjištěn rozsáhlý infarkt myokardu a zbytky malých bublin vzduchu v mozkových žilních splavech.

Diskuse

Je potřeba vzít v úvahu, že za normálních okolností potápěč nenadechuje pod vodou na TLC, ale že vdechuje jen normální VT. Také průběh nárůstu objemu plic se stoupajícím intrapulmonálním tlakem není lineární a je závislý i na hodnotě okolního hydrostatického tlaku. Z těchto důvodů můžeme pokládat hloubku 1 metru, ze které je nutné se vynořit, aby došlo k těžkému barotraumatu, za teoretickou hodnotu. Je možné, že urgentní provedení koronarografie mohlo výrazně omezit poškození srdečního svalu. Nicméně stav pacienta byl při přijetí tak oběhově i ventilačně závažný, že převoz do jiné budovy, kde je umístěna angioliinka, byl téměř vyloučen. Pacientovi by pravděpodobně prospěl pobyt v hyperbarické komoře, ale ta bohužel v Brně není k dispozici – což je stav hodný zamyšlení.

Závěr

S postupnou rostoucí oblibou přístrojového potápění je nutné počítat s častějšími případy barotraumat. Kromě postižení plic je vždy nutné myslet i na možné postižení vzdálených orgánů vzduchovou embolií, a to nejen u pacientů s perforací srdečního septa.

Literatura

1. Tetzlaff, K., Reuter, M., Lepow, B., Heller, M., Bettinghausen, E. Risk factors for pulmonary barotrauma in divers. *Chest*, 1997, 112, 3, p. 654–659.
2. Peter, L. et al. *Praxis der Intensivbehandlung*. Stuttgart, BRD : Georg Thieme Verlag, 1994, 423 s.
3. Brown, S. D., Plantadosi, C. A. *Diving medicine and near Drowning*. In Hall, J. B. ed. *Principles of critical care*. New York, USA : The McGraw and Hill Companies, 1998, p. 1667–1676.
4. Neuman, T. S., Jacoby, I., Bove, A. A. Fatal pulmonary barotrauma due to obstruction of the central circulation with air. *Emerg. Med.*, 1998, 16, 3, p. 413–417.

Došlo 21. 4. 2006.

Přijato 26. 6. 2006.

Adresa pro korespondenci:

MUDr. Michal Votýpka

KARIM

Fakultní nemocnice u sv. Anny

Pekařská 53

Brno 656 91

e-mail: votypka@fnusa.cz