

BEZPEČNÉ POUŽÍVÁNÍ DÝCHACÍHO PŘÍSTROJE V BAZÉNU

Podkladová prezentace pro školení trenérů

Vladimír Vrbovský

2019

1. NEBEZPEČÍ MALÝCH HLOUBEK

1.1 Změny okolního tlaku
a organismus

1.2 Fyzikální podstata problému

2. BAROTRAUMATA

2.1 Středoušní dutina

2.2 Vyrovnávání tlaku
ve středouši

2.3 Vedlejší dutiny nosní

2.4 Hrudní dutina a plíce

2.5 Barotrauma plic z přetlaku

2.5.1 Vzduchová embolie

2.5.2 Pneumothorax

2.5.3 Emfyzém

2.5.4 Prevence

3. ZACHÁZENÍ S DÝCHACÍM PŘÍSTROJEM

3.1 Obecné zásady

3.2 Tlakové lahve

1. NEBEZPEČÍ MALÝCH HLOUBEK

- ❖ Malými hloubkami rozumíme hloubky do 10 m
- ❖ V potápěčské praxi bývají často podceňovány
- ❖ Tato zóna (0 – 10 m) je však nebezpečná největšími změnami objemu plynů v závislosti na měnícím se okolním tlaku

Nesprávná technika potápění s dýchacím přístrojem v těchto hloubkách představuje riziko závažné nehody

1.1 Změny okolního tlaku a organizmus

- ❖ Pobyť potápěče pod vodou je provázen změnami okolního tlaku:
 - při sestupu nárůstem o 10 kPa na každý metr hloubky
 - při výstupu poklesem o 10 kPa na každý metr hloubky
- ❖ Přímé účinky těchto tlakových změn se neprojevují u kompaktních tkání, které obsahují až 70 % vody, a tudíž nepodléhají stlačování

Na změny okolního tlaku významným způsobem reaguje plynný obsah zejména

- středoušních dutin
- vedlejších dutin nosních
- hrudní dutiny a plic

1.2 Fyzikální podstata problému

- ❖ **Sestup:** Kolikrát se shodně s nárůstem okolního tlaku zvýší tlak vzduchu uzavřeného v dutině, tolikrát se zmenší jeho objem a v dutině vzniká podtlak. Příklad – dutina středního ucha.
- ❖ **Výstup:** Kolikrát se shodně s poklesem okolního tlaku sníží tlak vzduchu uzavřeného v dutině, tolikrát se zvětší jeho objem a v dutině vzniká přetlak. Příklad – hrudní dutina a plíce při výstupu bez vydechování po nádechu z přístroje (*tabulka ukazuje, proč je takové počínání obzvláště nebezpečné právě v menších hloubkách*).

výstup	ze 40 m do 30 m	ze 30 m do 20 m	ze 20 m do 10 m	z 10 m na hladinu
= pokles tlaku	z 5 bar na 4 bar	ze 4 bar na 3 bar	ze 3 bar na 2 bar	ze 2 bar na 1 bar
= nárůst objemu	1,25krát	1,33krát	1,5krát	2krát

Permanentní vyrovnávání tlaku v dutinách je podmínkou bezpečného potápění, proto patří k základním potápěčským dovednostem.

2. BAROTRAUMATA

- ❖ Barotrauma = poškození organismu přímým působením tlaku v důsledku vzniku tlakového rozdílu mezi dutinou a okolním tlakem
- ❖ Podle charakteru tlakového rozdílu hovoříme o barotraumatech způsobených **podtlakem** a barotraumatech způsobených **přetlakem**

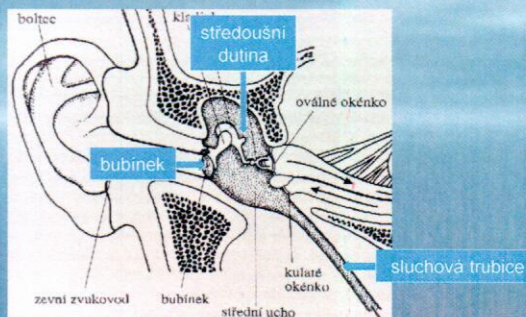
Z hlediska zaměření této prezentace se dále budeme zabývat mechanismem vzniku a prevencí barotraumat

- středoušní dutiny
- vedlejších dutin nosních
- hrudní dutiny a plic

2.1 Středoušní dutina

- ❖ uložena ve skalní kosti
- ❖ zevně ohraničena ušním bubínkem
- ❖ propojena s dýchacími cestami sluchovou (Eustachovou) trubicí
- ❖ vyústění sluchové trubice v zadní části nosohltanu funguje jako jednocestný ventilový uzávěr
- ❖ tento uzávěr volně propouští vzduch pouze směrem do nosohltanu; během výstupu proto probíhá vyrovnávání tlaku ve středouši samovolně

Pro vyrovnávání tlaku ve středouši po zanoření a při sestupu je zapotřebí aktivně pootevřit uzávěry sluchových trubic vhodným manévrem



hloubka	tlakový rozdíl	příznaky
4 – 7 cm	0,4 – 0,7 kPa	pocit zalehnutí
20 cm	2 kPa	vnímání tlaku
40 cm	4 kPa	závrať
1 m	10 kPa	bolest
1,3 – 6,6 m	13 – 66 kPa	protržení bubínku

2.2 Vyrovnávání tlaku ve středouši

Pootevření ústí sluchových (Eustachových) trubic v nosohltanu a vpuštění vzduchu z dýchacích cest do středouší lze dosáhnout několika způsoby:

- ❖ **polykání naprázdno** Jednoduchý a šetrný způsob; nevýhodou je následné rozpínání spolýkaného vzduchu
- ❖ **deformace měkkého patra** Předsunutí brady (je možné i s náustkem v zubech), případně v kombinaci s mírným výdechem nosem do masky
- ❖ **Frenzelův manévr** Zablokování nosu stiskem prsty a vytvoření mírného přetlaku v nosohltanu přiblížením kořene jazyka k měkkému patru
- ❖ **Valsalvův manévr** Výdech z plic do nosu zablokovaného stiskem prsty; rozšířený, ale nejméně vhodný způsob – intenzitu takto vytvořeného přetlaku nelze kontrolovat –
 - na ušní bubínky působí razantní tlakové změny
 - při pokusu o násilné vyrovnání tlaku tímto manévrem hrozí barotrauma vnitřního ucha spojené s rizikem poškození orgánu slýšení a rovnovážného ústrojí

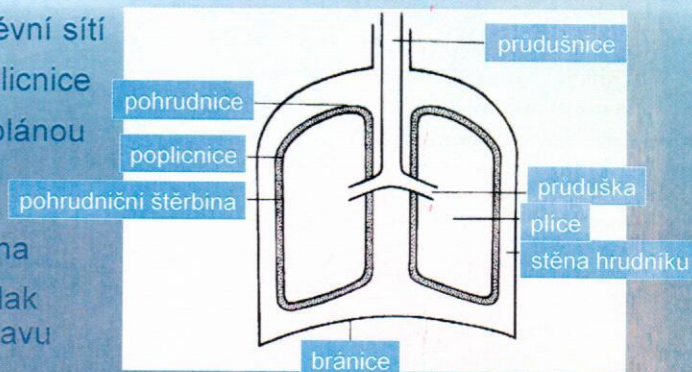
2.3 Vedlejší dutiny nosní

- ❖ dutiny s pevnými stěnami, vystlanými sliznicí protkanou cévami
- ❖ nacházejí se v některých lebečních kostech – největší z těchto dutin jsou situovány v kosti čelní a v horní čelisti
- ❖ u zdravého jedince jsou úzkými průchody volně spojeny s dutinou nosní - vyrovnávání tlaku tudíž probíhá samovolně
- ❖ v důsledku zablokování těchto průchodů (rýma, nachlazení či alergická reakce) vzniká v dutinách při sestupu podtlak způsobující bolest, krevní výrony a při větším tlakovém rozdílu i lokální odtržení sliznice od stěny dutiny (následnou komplikací bývají záněty vedlejších dutin nosních)

Účinnou prevencí barotraumatů vedlejších dutin nosních je nepotápět se při rýmě, nachlazení či jiných problémech spojených s jejich průchodností

2.4 Hrudní dutina a plíce

- ❖ plíce jsou prokrveny hustou cévní sítí
- ❖ povrch plic pokrývá blána poplicnice
- ❖ stěny hrudníku jsou vystlány blánou pohrudnicí
- ❖ mezi poplicnicí a pohrudnicí se nachází pohrudniční štěrbiná
- ❖ v pohrudniční štěrbině je podtlak udržující plíce v rozepjatém stavu



2.5 Barotrauma plic z přetlaku

- ❖ nejnebezpečnější potápěčská nehoda, která bezprostředně ohrožuje život postiženého
- ❖ **nejčastější příčinou je zadržení dechu po nádechu z přístroje během výstupu, a to i z hloubky menší než 2 m!**
- ❖ přetlak uvnitř plic vede k roztržení stěn plicních sklípků i přilehlých krevních vlásečnic, případně k protržení poplicnice
- ❖ vmetením vzduchu do krevního oběhu vzniká **vzduchová embolie**
- ❖ průnikem vzduchu do pohrudniční štěrbiny vzniká **pneumothorax**
- ❖ vniknutím vzduchu do okolních tkání vzniká **emfyzém**

2.5.1 Vzduchová embolie (AGE)

- ❖ nejčastější a nejnebezpečnější poškození organismu v důsledku barotraumaty plic z přetlaku (Arterial Gas Embolism; AGE)
- ❖ vzduch z roztržených plicních sklípků je unášen krevním oběhem a jeho bubliny tak mohou být zavlčeny
 - do mozkových tepen (bezvědomí, typicky při dosažení hladiny)
 - do věnčitých tepen srdečního svalu (akutní infarkt myokardu)
- ❖ při masivní AGE se bubliny nacházejí v celém krevním oběhu - následuje ochromení činnosti všech životně důležitých orgánů

Jedinou nadějí na účinnou první pomoc je urychlený transport do hyperbarické komory za současného poskytování neodkladné první pomoci; vhodné je podávání kyslíku v nejvyšší dosažitelné koncentraci

2.5.2 Pneumothorax

- ❖ příčinou je vzduch, který vnikl do pohrudniční štěrbině
- ❖ eliminací podtlaku v pohrudniční štěrbině se postižená plíce neudrží v rozepjatém stavu, smršťuje se (kolabuje) a je vyřazena z dýchání
- ❖ pokračující průnik vzduchu vede k nárůstu tlaku v pohrudniční štěrbině a vzniká přetlakový (tenzní) pneumothorax

Bez pohotové odborné pomoci vede tenzní pneumothorax ke stavu neslučitelnému s životem

2.5.3 Emfyzém

- ❖ vniknutí vzduchu z roztržených plicních sklípků do okolních tkání
- ❖ **středohrudní emfyzém**
= vzduch proniká do mezihrudí (mediastina), kde utiskuje orgány zde uložené, především srdce a velké cévy
- ❖ **podkožní emfyzém**
= vzduch proniká do podkoží v oblasti krku a ramen, při pohmatu slyšitelné třaskání vzduchových bublin

2.5.4 Prevence

Prevence barotraumatů plic z přetlaku při používání dýchacího přístroje má zcela zásadní význam z následujících důvodů:

- ohrožení touto nehodou již při potápění do malých hloubek (bazén)
- mimořádná závažnost následků (AGE, pneumothorax, emfyzém)
- silně omezené možnosti účinné laické první pomoci

- ❖ **při výstupu nikdy nezadržovat dech!**
- ❖ **nevynášet vlastní silou těžší předměty** (fyzickou námahu provází mimovolné zadržení dechu)!
- ❖ **vyvarovat se jednání vedoucího k panice pod vodou!**

3. ZACHÁZENÍ S DÝCHACÍM PŘÍSTROJEM

3.1 Obecné zásady

- ❖ Pokud s dýchacím přístrojem či samotnou tlakovou lahví právě nemanipulujeme, odkládáme je do stabilní ležaté polohy
- ❖ Přístroj nevydýcháváme úplně:
 - aby zbytkový přetlak bránil vnikání vlhkosti a nečistot do lahve
 - pokud k úplnému vydýchání přístroje přesto dojde, neponecháváme jej na dně, plicní automatika je v takovém případě nefunkční a do lahve přes ni může vniknout voda
- ❖ Dlouhodobě (měsíc a více) skladovaný vzduch raději vypustíme a lahev znovu naplníme (důvodem je možné snížení obsahu kyslíku v důsledku koroze vnitřku lahve)

3. ZACHÁZENÍ S DÝCHACÍM PŘÍSTROJEM

3.2 Tlakové lahve

Plněním, skladováním a dalšími odbornými informacemi ohledně provozu tlakových lahví se podrobně zabývá publikace



Ing. O. Lukš: TLAKOVÉ LAHVE, UZAVÍRACÍ VENTILY A PLNĚNÍ
DÝCHACÍCH SMĚSÍ POTÁPĚČSKÝCH DÝCHACÍCH PŘÍSTROJŮ
(*Novelizace 2017*)

K dispozici na www.cmas.cz, sekce Ke stažení