

## ***SCUBA Diving***

V r. 1943 vyvinuli **Jacques Cousteau a Emile Gagnon** přístroj pro potápěče, v angličtině nazvaný „*self-contained underwater breathing apparatus (SCUBA)*“. Proto se v publikacích o následcích potápění mluví o „*scuba diving*“.

Dnes je jen v USA kolem 3 milionů scuba potápěčů a ročně jich přibývá asi 250 tisíc. V Evropě se odhaduje počet těchto potápěčů na 1 milion, v UK asi 50 tisíc. S těmito počty samozřejmě narůstají i příhody – úrazy, někdy i smrtelné. Např. v USA se uvádí počet úmrtí následkem potápění 3-9 na 100 000 ročně. V letech 1970 – 93 bylo registrováno 103 těchto fatalit. SPIRA z Travel Medicine Center v Kalifornii uvádí jako příčiny morbidit při potápění: skoro utonutí, plynové bubliny, barotrauma a ohrožení v okolí. Nejčastější příčinou smrti potápěčů je podle tohoto autora utonutí (60%), následuje poškození plic. Ne všechny příhody jsou takto závažné. Jako nejčastější jsou uváděna postižení uší a vedlejších nosních dutin. Z nich nejběžnější je barotrauma středouší, které se však většinou upravuje spontánně bez vážnějších následků. Méně časté, ale o to závažnější je barotrauma vnitřního ucha, které může mít trvalé následky. Postižení vedlejších nosních dutin může mít rovněž vážnější průběh i následky, zejména neurologické.

Fyzikální a patofyziologické předpoklady pro poškození orgánů zde jistě již zazněly. Proto chci věnovat pozornost jednotlivým částem ucha a horním dýchacím cestám.

### **Anatomie ucha:**

#### **Postižení zevního zvukovodu:**

Za následek potápění jsou považovány exostózy v zevním zvukovodu. Při jejich vzniku nehrají hlavní roli tlakové změny, ale dlouhodobý kontakt se studenou, zejména slanou vodou. Zajímavou studii publikovali MANZINI a spol.: zkoumali lebky ze dvou pohřebišť z 1. až 3. století před Kristem: jedno bylo městske z blízkého okolí Říma, jedno v přímořské osadě. Zjišťovali vysoký výskyt exostóz u lebek obyvatel této druhé lokality, kteří byli většinou rybáři a provozovali vodní sporty včetně potápění. Vliv expozice chladné vodě potvrdili svými studiemi i další autoři (KENNEDY, FABIANI).

Exostózy ve zvukovodech (většinou oboustranné) zjišťujeme často jen jako náhodný nález při našem vyšetření. Ale mohou mít i vážnější dopad, pokud dosahují značných

rozměrů. Opakovaně jsme museli tyto exostózy chirurgicky odstraňovat, když téměř zcela uzavíraly lumen zvukovodu a brzdily i vibrace bubínku. I malé množství cerumina ve stenóze může zvukovod obturovat a vyvolat významnou nedoslýchavost.

Zvukovod může být tlakově poškozen, jestliže v něm není vyrovnáván tlak: při jeho okluzi těsnicí ušní vložkou, ceruminem, extrémními exostózami nebo těsně přiléhajícím krytem hlavy. Vakuovým efektem je do zvukovodu nasávána krev. Otoskopicky zjišťujeme krevní podlitiny až hemoragické vesikuly v kůži zvukovodu, ale může dojít i k ruptuře bubínku. K léčbě stačí lokální analgetické kapky v kombinaci s kortikosteroidy příp. i antibiotiky. O léčbě perforací se ještě zmíním.

Před popisem postižení dalších částí ucha bych chtěl předeslat podmínky, kterým by měl s hlediska ORL vyhovět adept potápění.

- 1) volné zvukovody
- 2) normální bubínek, bez perforace, atrofických jizev, pohyblivý
- 3) neměl by mít výraznější nitroušní nedoslýchavost (zejm. pokud je následkem předchozích barotraumat!)
- 4) Normálně průchodné nosní dutiny (alergické zduření lastur, polypy, deformace nosní přepážky)
- 5) Normálně fungující Eustachovu trubici

K posledním 2 bodům:

Dýchání nosem je vrozený reflex – novorozenci nejsou schopni dýchat dostatečně ústy, proto např. při vrozené atrezii choan musíme ihned po porodu zavést ústy vzdušník a pak se pokusit choány zprůchodnit. Za normálních podmínek nosem proudí vzduch laminárně. Jestliže do jeho proudu zasahuje nějaká překážka, mění se proudění v turbulentní, což výrazně zvyšuje dechový odpor. Při špatné zejména nesymetrické nosní průchodnosti bývá narušena výměna plynů ve vedlejších nosních dutinách a řádná funkce Eustachovy trubice.

Kombinace deformity septa a dysfunkce Eustachovy tuby se v literatuře uvádí jako nose/ear distress syndrom. O významu tohoto syndromu svědčí práce McNICOLLa Sledoval 120 rekrutů k ponorkovému loďstvu Royal Navy, u kterých zjistil intaktní, ale nepohyblivý bubínek při Valsalvově, Toynbeeově manévru a při politizeraci. Jako kontroly měl 42 kvalifikovaných členů ponorkového a potápěcího oddílu s průkazně normální funkcí Eustachovy tuby. V přetlakové komoře považoval za normu, když byl zkoušený schopen vyrovnat tlaky ve středouší při okolním tlaku rovnajícimu se 10m hloubky (101,3kPa, = přetlak 1atm). Žádný ze zkoušených nebyl schopen vyrovnat tlaky 3m vody. U 116 byla provedena RE septa, po ní 110 (94,83%) byli schopni vyrovnat přetlak 9m vody.

Scintigraficky zjišťovali před operací turbulentní proudění vzduchu v nosohltanu, po operaci se změnilo v laminární.

### ***Barotrauma středoušní dutiny***

Vzniká téměř výlučně při ponořování jako následek neschopnosti aktivně otevřít normálně uzavřenou sluchovou trubici. Ta se naopak při vynořování pasivně otevře expandujícím plynem. Nezkoušený potápěč pokračuje v potápění i při pocitu tlaku až bolesti v uchu. Sluchovou trubici se nezdaří otevřít při přetlaku přibližně 90mmHg, což odpovídá hloubce kolem 1,5m! Osoby které nedovedou nebo nemohou tlaky ve středouší vyrovnávat, mohou utrpět i rupturu bubínku již v hloubce kolem 1,3m!. Změny ve středouší mohou být od edému sliznice (příznak „ucpaného ucha“ po potápění) a prokrvácení bubínku až po masivní krvácení do středouší a rupturu bubínku. *Léčba* je symptomatická, většinou dojde ke spontánnímu zhojení i perforace, pokud není infikována. Proto pouze chráníme ucho sterilními vložkami do zvukovodu. Při větší perforaci je možné překrýt bubínek protézkou např. z cigaretového papírku. Je samozřejmě nutné pátrat po zdroji špatné funkce E. trubice.

K posuzování barotraumat středouší je výhodná tympanometrie. Může odhalit zejména dysfunkci sluchové trubice a event. tekutinu v bubínkové dutině a ověřit perforaci bubínku. Opakované potápění v krátkých intervalech může vyvolat přechodnou poruchu ventilace středouší, která se po přerušení této zátěže většinou spontánně upraví.

Tlaky, které vedou k ruptuře bubínku, studovali Dánové Jensen a Bonding. Zjistili, že normální bubínek praská při tlaku kolem 1,2kp/cm<sup>2</sup>. Se stoupajícím věkem se tento trhající tlak snižuje. Není přitom rozdíl, zda tento tlak vzniká postupně nebo náhle. Trhliny vznikají v 99% v pars tensa, v 63% v přední polovině bubínku. Při atrofických jizvách se bubínek trhá již při tlaku 0,3 – 0,8 kp/cm<sup>2</sup>.

### ***Poranění vnitřního ucha***

Barotrauma vnitřního ucha není časté, ale může mít trvalé následky, tj. poškození sluchu až hluchotu, šelesty a závratě. Předpokládáme 3 mechanismy: krvácení, roztržení blanitého labyrintu a vznik perilymfatické píštěle zejména v labyrintových okénkách. Patologické příznaky, tj. závratě a nystagmus mohou vznikat i bez většího poškození vnitřního ucha, např. asymetrickou kalorickou stimulací po vniknutí studené vody do jednoho zvukovodu. Popisuje se též tzv. alternobarické vertigo při asymetrickém vyrovnávání středoušního tlaku.

Komprese člověka ve směsi helium-kyslík v hloubkách větších než 150m vyvolává přechodné příznaky tremoru, závratí, nauzey, zhoršení posturálních reflexů a

psychomotorické činnosti – tzv. nervový syndrom z vysokého tlaku. Tyto příznaky nejsou vyvolány periferní vestibulární dysfunkcí, ale poruchou centrální.

Závažná poranění vnitřního ucha během komprese mohou vzniknout při násilném pokusu o vyrovnání středoušního tlaku Valsalvovým manévrem. Náhlé otevření sluchové trubice vyvolá prudké zvýšení tlaku až 250mmHg. To vede k razantnímu vpáčení membrány okrouhlého okénka a k vyklenutí ploténky třmínku. Tato tlaková vlna v labyrintové tekutině může vést k rupturám krevních cév, k roztržení Reissnerovy nebo bazilární membrány, event. i k ruptuře kostěné stěny labyrintového pouzdra. Kromě toho může dojít až k dislokaci ploténky třmínku nebo k roztržení membrány okrouhlého okénka, čímž vznikne perilymfatická píštěl.

Příznaky odpovídají závažnosti poškození. Přechodná senzineurální (percepční) nedoslýchavost která vymizí během několika dní, svědčí pro krvácení do labyrintu. Těžší forma poruchy sluchu, která se může postupně zlepšovat během 4-6 týdnů, svědčí o trhlině blanitého labyrintu, která se postupně zhojí. Perzistence poruchy sluchu svědčí o významném poškození stěn blanitého hlemýždě. Potápěči, u nichž se vyvinou kochleární a vestibulární příznaky i během mělkého potápění, kdy je nepravděpodobná nemoc z dekomprese nebo vzniknou-li tyto příznaky během komprese při hlubším potápění, mají být uloženi na lůžko se zvednutou hlavou. Je nutné se vyvarovat všech manévrů, které mohou zvýšit nitrolební a nitrolabyrintový tlak, včetně násilného smrkání. Kýchat jen s otevřenými ústy. Pokud se příznaky nezlepší do 48 hod., je indikována tympanotomie k řešení pravděpodobné perilymfatické píštěle. Rekompresní léčba je kontraindikována!

Příznaky poranění vnitřního ucha při potápění se mohou dlouhodobě zhoršovat vlivem kostních apozic, které postupně zužují lumen některých částí labyrintu (subperiostální krvácení event. i fraktury stěn). Tato zúžení polokruhových kanálků mohou podstatně zhoršit pohyblivost ampulárních kupul a tím zhoršit vestibulární funkci. To může ohrozit orientační schopnost potápěče! (Viz práci Landolt JP a spol: 90 veverek: oboustranně – myringotomie, rychlá dekomprese v barokomoře. U 35%: příznaky poškození vnitřního ucha – Ny hlavy nebo očí během dekomprese. Usmrceny: za 1 hod: v nitrouš. tekutinách- krev nebo precipitovaný materiál. Po delší době – až 12 měs: ektopická nová kost v polokruhových chodbičkách. U nich přetrvávaly vestib. příznaky.)

### ***Barotrauma paranazálních dutin***

Předpokladem pro dostatečnou ventilaci paranazálních dutin během potápění jsou jejich volná ostia a vývody. Zduření, zbytnění zejména středních lastur, polypy ve středním nosním průchodu – i malé, které za běžných okolností nevadí nosnímu dýchání, deviace nosní přepážky proti středním lasturám mohou být příčinou zhoršené ventilace VDN. Při ponořování pak vznikne v těchto dutinách relativní vakuum, které vyvolá edém sliznice, hemoragie až hematomy nebo přímo vyplnění dutin krví. Při vynořování naopak expandující vzduch při neprůchodnosti ostií může vést až k frakturám stěn se vznikem podkožního nebo očníkového emfyzému. Jsou popisovány i vážné neurologické následky, jako slepota z útlaku optiku, poruchy funkce trigeminu, pneumocephalus, meningitis. I při normálním atmosferickém tlaku může vzniknout silná bolest hlavy z tzv. pneumosinu. Bývá postižena čelní dutina, jejíž vývod do středního nosního průduchu je poměrně dlouhý a úzký. Ústí doctus nasofrontalis v čelní dutině má nálevkovitý tvar. Při zduření sliznice v této nálevce nebo při jejím zúžení bulózním vyklenutím etmoidálního sklípku může vzniknout ventilový efekt: při zvýšení tlaku v nose (smrkání, kýchání) vzduch pronikne do čelní dutiny, ale nemůže zpět, protože jeho tlakem se vtlačí sliznice do ústí vývodu a uzavře jej. Člověk trpící těmito potížemi by se rozhodně měl vyvarovat potápění.

Příznakem barotraumatů dutin je ostrá intenzivní bolest v oblasti splachnokránia při ponoru, která se zmírní, když se dutina vyplní edematózní sliznicí nebo krví. Během vynořování může vzniknout epistaxe. Ačkoliv si postižení většinou stěžují na bolest v čele, mohou být na rtg známky postižení všech dutin v pořadí: čelistní, etmoidy, čelní. U nich je vždy indikováno podrobné ORL vyšetření včetně endoskopie nosu a VDN.

*Léčba:* barotrauma dutin léčíme většinou symptomaticky, ATB nejsou vždy nutná, vhodná je lokální dekoncese. Nejméně 6 měsíců je nutné vynechat potápění a mezitím likvidovat příčiny špatné průchodnosti ostií i chirurgicky.

Pokyny pro vyšetřování a léčbu pacientů s recidivujícími barotraumaty VDN:

1. Vyšetřit a likvidovat všechny patologické stavy v nosních a paranazálních dutinách. Vyšetření má obsahovat též endoskopii a CT.
2. Potápění vyloučit, jsou-li příznaky nosní kongesce, při infektu HCD nebo při floridní alergické symptomatologii a při akutní rýmě. Odstranit nosní polypy, korigovat deformity nosní přepážky.
3. Potápěče s přetrvávajícími potížemi s vyrovnáváním tlaků poučíme o způsobech, jak tyto tlaky korigovat. Doporučíme jim začít vyrovnávat tlaky těsně pod hladinou, opakovat vícekrát manévry nejméně do 6m a ponořovat se velmi pomalu. Osoby, které mají potíže s čištěním dutin by se neměly potápět.

4. Ikdyž po příslušné léčbě již nezjistíme klinické nebo radiologické známky insuficience ostí, měl by se provést test vyrovnávání tlaků buď v hyperbarické komoře nebo alespoň v bazénu. Jestliže se při něm neobjeví bolest, je možné v potápění pokračovat.

### ***Sinusitis chronica***

Recidivující barotrauma dutin je nutné odlišit od chronické sinusitidy. Tu potvrdíme jednak radiologicky, jednak sinoskopií a bakteriologickým vyšetřením. *Léčba:* ATB, dekongescí lokální i perorální, případně v kombinaci s endonazální funkční chirurgií (FES) můžeme dosáhnout výrazného zlepšení ventilace dutin i uší. Tyto pacienty však musíme varovat, že mohou mít i po této léčbě dysbarické obtíže při potápění s možností vážných následků. Řada autorů je ale pesimistická: mnoho potápěčů i po takovémto poučení v potápění pokračuje. Osobně jsem pečoval o několik nemocných s významným poškozením sluchu po opakovaných barotraumatech, kteří svou zálibu nebo spíš vášeň nedokázali opustit. Pak nezbyvá, než jim doporučit časté pravidelné ORL kontroly k udržení co nejlepšího stavu nosních a paranasálních dutin, sluchové trubice a nosohltanu a případně se pokusit zabránit dalšímu zhoršování sluchu občasnými vazodilatačními kůrami. Někdy je nutné opakovaně ventilovat středouší katetrizacemi Eustachovy tuby. Její dysfunkce se může postupně vyvinout při dlouhodobé sérii potápění, ikdyž na začátku, před prvními barickými zátěžemi je ověřena její normální ventilační schopnost. Špatná ventilace středouší pak ještě zhoršuje základní sensorineurální nedoslýchavost o převodnou složku.