

Fyziologické reakce na vysoký tlak během ponoru

Fyziologické reakce těla na vysoký tlak během ponoru

Znepokojil vás při potápění některý z následujících jevů? Narkotické opojení, problémy s vyrovnáváním tlaku v uších, nutkání ulevit si nebo bolesti hlavy po provedeném ponoru?

Dostat se do rauše

Někdo ten pocit miluje, ale ne každý ho zažije – ten (ne)chvalně proslulý narkotický účinek dusíku v hloubce 30 a více metrů. Velmi dobře jej vystihuje jeho poetičtější jméno – dusíkové opojení (angl. „rapture of the deep“). Příznaky se projevují jako poněkud pošetilé chování. Lidé mívají většinou přihlouplý úsměv a jejich pohyby připomínají opilost. Potápěči často popisují pocity radosti, pohody nebo euforie. Ne každý je stejně náchylný k rozvoji tohoto stavu a kromě toho, že u různých jedinců se mohou účinky projevovat různě, se i u téhož člověka můžou projevit každý den jinak.

Všeobecně lze říci, že dusíkové opojení vyvolává zvýšený parciální tlak dusíku, při kterém tento plyn narušuje komunikaci mezi nervovými buňkami. Když parciální tlak dusíku klesne, příznaky opojení zmizí.

Jaká je fyziologická podstata tohoto děje?

Za prvé – podle P. B. Bennetta – je narkotický účinek zřejmě fyzikální, nikoliv biochemické povahy. Jeho hlavním místem účinku je naše centrální nervová soustava (CNS). Pravděpodobně nejlépe tento jev vysvětluje **Meyer-Overtonova hypotéza**. K narkóze dochází, když inertní plyn, v tomto případě dusík, proniká lipidovými částmi nervových buněk mozku a narušuje přenos signálů z jedné nervové buňky na druhou.

Poznámka pro méně poučené potápěče: Dusík tvoří až 78% vzduchu. U hladiny moře dosahuje tlak vzduchu hodnotu jedné atmosféry (to znamená, že parciální tlak dusíku je zde 0,78), zatímco v hloubce 10 metrů pod vodou již dýcháme pod tlakem dvou atmosfér, což znamená i dvojnásobnou hodnotu parciálního tlaku dusíku, tj. 1,56. A se stoupajícím tlakem při sestupu do hloubky pod 10 metrů stoupá i parciální tlak dusíku (ve 20 metrech to je 2,34, v 30 metrech 3,12 a tak dále).

Některým lidem tento stav připomíná účinek LSD, jiní jej přirovnávají k pocitům jako po vypití jednoho martini na prázdný žaludek. Proto se dusíkové narkóze někdy také říká „**martini efekt**“. Jestliže vás tento druh narkózy postihne a nikdo vám nepomůže zpět nahoru, budete s pokračujícím sestupem za každých dalších 10-15 metrů zažívat snížení mentální bdělosti o tolik, jako po vypití další skleničky martini. Narkóza sama o sobě život neohrožuje, ale vaše reakce na prostředí nebo na případné problémy s výstrojí pod vodou nebezpečné být mohou. Jako žádný rozumný člověk neřídí motorové vozidlo v podnapilém stavu, tak byste ani vy neměli pokračovat v ponoru v narkotickém opojení.

Pokud se chcete vyhnout narkóze, měli byste se vyhnout pití alkoholu večer před potápěním, ani byste se neměli potápět vystresovaní a přepracovaní, nebo když máte nějaké starosti. Všechny tyto faktory narkotický účinek znásobují, nebo jej pomáhají spustit. Dalšími takovými faktory mohou být velká námaha, studená voda, strach, rychlost sestupu, únava, nemoc, léky, obezita a zřejmě i některé další. Jste-li na dusíkovou narkózu náchylní, bude vaší nejlepší životní pojistkou váš kolega (buddy), který vám pomůže dostat se do mělké vody ihned, jakmile se začnete chovat divně.

Kromě dusíku mohou plynou narkózu zapříčinit také další inertní plyny, jako je hélium, neon, argon, krypton a xenon, a sice tím, že se rozpustí v lipidech nervových buněk a naruší tak jejich schopnost přenášet elektrické signály. Narkotický účinek inertních plynů závisí na jejich rozpustnosti v tucích, která se u jednotlivých plynů liší. Hélium se vyznačuje nižší rozpustností v tucích, proto má slabší narkotický účinek. Také proto jej používají hloubkoví potápěči. Nejvyšší rozpustnost tuků má xenon, tudíž má také nejsilnější narkotický účinek. To je také důvodem, proč se používá v medicíně za účelem anestézie. Dusík je někde mezi těmito dvěma plyny a narkoticky působí pouze pod tlakem.

Problémy s vyrovnáváním tlaku v uších

Vyrovňování tlaku v uších je záležitost, kterou se většina z nás naučila již před zahájením své potápěčské „kariéry“. Nejpozději se s ní budoucí potápěč setká při úvodní zdravotní prohlídce, kdy se zjišťuje, zdali je fyzicky způsobilý začít s přístrojovým potápěním a specialista na ORL jej požádá, aby si uvolnil uši.



Při přístrojovém potápění je vyrovnávání tlaku v uších nutností, aby se při sestupu do hloubky chránil ušní bubínek (velmi jemná ušní membrána) před protržením kvůli vyššímu tlaku okolní vody. S protrženým bubínkem člověk nejen hůře slyší, ale do nitra ucha se může dostat voda a dráždit rovnovážné ústrojí, které se nachází ve vestibulárním orgánu vnitřního ucha. Kromě toho protržený bubínek také bolí a znemožní člověku potápění až na několik měsíců. Jestliže se takové zranění správně neléčí, může postižený jedinec utrpět trvalé poškození sluchu, doprovázené závratěmi a chronickým zánětem. Proto je lepší, když se správně používá Eustachova trubice, která propojuje ucho s hrdlem a umožňuje tlačít vzduch směrem k vnitřní straně ušního bubínku. Takto je možné kompenzovat, nebo lépe řečeno vyrovnávat, tlak působící zvenčí. Čím hlubší je ponor, tím větší tlak působí na vnější stranu ušního bubínku. Proto se musí

vyrovnávání tlaku při sestupu do hloubky provádět opakovaně. Platí jednoduchá zásada, že tlak v uších se musí vyrovnávat vždy **dostatečně včas a dostatečně často!**

Protože je každý z nás jiný a někteří lidé mají s vyrovnáváním tlaku problémy, je dobře, že k tomuto účelu může posloužit alespoň **5 různých technik**. Vyberte si tu, která vám vyhovuje nejlépe!

1. **Valsalvova** technika: Je nejjednodušší a dobře známá. Stiskne se nos a foukne do něj vzduch.
2. **Toynbeeův** manévr: Uzavřou se nosní dírky a polyká se. Tím se otevřou Eustachovy trubice a pohybem jazyka se do nich vhání vzduch.
3. **Frenzelův** manévr: Uzavřou se nosní dírky i zadní část hrdla a pokusí se vyslovit písmeno „k“. Chce to trochu cviku.
4. **Edmundsova** technika: Napnou se svaly hrdla a měkkého patra. Dolní čelist se tlačí směrem dolů a dopředu, přitom probíhá pokus o techniku Valsalva. (Je to obtížné.)
5. **Dobrovolné otevření tubic:** Tuto techniku zná a používá mnoho vyznavačů volného potápění. Vyžaduje to nácvik. Stáhnou se hrdelní svaly a čelist se tlačí směrem dolů a dopředu. Připomíná to, jako když se někdo snaží potlačit zívání. Tímto pohybem se otevřou Eustachovy trubice, což umožní vyrovnání tlaku.

Máte-li s vyrovnáváním tlaku v uších opakovaně problémy, měli byste zajít k ušnímu specialistovi a nechat si uši vyšetřit. Nic nedělejte násilně. Mohli byste si bubínek „profouknout“. Znovu je třeba připomenout, že se jedná o velmi jemnou membránu.

Nutkání ulevit si

Ponoření těla do vody vyvolá mnoho fyziologických změn. Příčinami jsou změny teploty, gravitace, vstřebávání kyslíku a, jednoduše, potápěcí reflex.

Naše kardiovaskulární soustava se přizpůsobuje nejdůležitějším změnám v novém prostředí pomocí takzvaného **přesunu krve**. Zvýšeným okolním tlakem způsobujícím stlačení žil zvláště v hlouběji ponořených částech těla se krev z dolních končetin vytlačí směrem do tělesného jádra, tj. do břicha a hrudi (jestliže se potápěč nachází ve svislé poloze hlavou vzhůru). Tímto způsobem se přesune přibližně 400 až 800 mililitrů žilní krve. Tepénky obklopující plicní sklípky zadržují tuto krev jako houba a působí tak proti zvýšenému tlaku. Tento **přesun krve** dráždí reflexní okruh regulující krevní objem. Díky krevnímu přesunu se aktivují receptory, které za normálních okolností zaznamenávají zvýšení krevního objemu. Tím se spustí celý řetězec fyziologických změn, který poprvé popsali Gauer a Henry, proto se tento jev nazývá **Gauer-Henryho reflex**. Expanze hrudníku způsobená přesunem krve a plazmy aktivuje srdeční a plicní receptory, které vydají – prostřednictvím nervů a hormonů – signál do ledvin aby zvýšily vylučování moči. Hlavním cílem je **ulevit srdci**, které následkem zvýšení krevního objemu musí více pracovat, čehož docílí zvýšením tepového objemu. Srdeční puls přitom zůstává téměř nezměněn. Stručně řečeno: ponor vyvolá zvýšenou aktivitu ledvin a zvýší vylučování moči, což vede k **dehydrataci** a po delší době k nedostatku elektrolytů. Má-li se toto kompenzovat, je potřeba začít s **hydratací** – pitím vody – dvě hodiny před ponorem a mezi ponory s tím pokračovat.



Navíc, pokud jste někdy zažili **bolesti hlavy po potápění**, mohlo tomu být z jednoho z následujících důvodů:

- dehydratace
- příliš těsná maska
- příliš vypitého alkoholu předchozího večera
- špatná technika dýchání během přístrojového potápění (např. *skip-breathing* – zadržování dechu mezi nádechy a výdechy – může způsobit hromadění oxidu uhličitého)
- nedostatek spánku
- úžeh
- přehřátí
- problémy s vyrovnáváním tlaku v uších způsobené např. zduřením nosní sliznice
- příznaky dekompresní nemoci

Jestliže bolesti hlavy rychle neustoupí, budete možná muset vyhledat lékaře.