

Vzduch, nitrox a únava

Stlačený vzduch se při rekreačním potápění používá standardně jako nejčastější dýchací směs již několik desetiletí. Postupně však získává na oblibě i dýchací směs s nižším obsahem dusíku a vyšším obsahem kyslíku (tzv. obohacený nitrox), a to hlavně mezi potápěči, kteří upřednostňují delší pobyt pod vodou, nebo kteří se snaží snížit dekompresní zatížení při ponorech běžné délky. V současnosti, tedy přibližně po 25 letech používání nitroxu při rekreačním potápění, již získali potápěči i vědci v této oblasti mnoho velmi cenných zkušeností. Ale někteří potápěči na sobě navíc vyzorovali stav, který zatím není nijak vědecky podložen. Konkrétně jde o to, že řada jedinců tvrdí, že se po potápění s nitroxem cítí méně unavení.

Existují tedy nějaké solidní důkazy podporující tvrzení, že nitrox snižuje únavu? A jaké by mohlo být vědecké vysvětlení tohoto jevu?

Únava, máme tím na mysli skutečnou fyzickou vyčerpanost, je fyziologický důsledek nějaké mimořádné fyzické činnosti. Typicky se vyznačuje subjektivním pocitem přechodně snížené schopnosti vykonávat běžné fyzické činnosti; často je provázená ospalostí a letargií, ale někdy také nižší mentální výkonností. Silná únava není nic neznámého ani po jednotlivých ponorech bez jakýchkoliv příznaků dekompresního onemocnění (DCS), ale hlavně se často zmiňuje jako jeden z příznaků DCS.

Subjektivní zprávy potápěčů zmiňující menší únavu po ponorech s použitím nitroxu jsou velmi sporné. Do současné doby totiž nebyly provedeny žádné objektivní výzkumy, které by přinesly spolehlivé důkazy o rozdílné míře únavy a mentální výkonnosti potápěčů po ponorech provedených s použitím vzduchu oproti potápěčům, kteří používali nitrox.

V případě stejné hloubky a času se všeobecně uznává, že čím vyšší je parciální tlak vdechovaného kyslíku (PO_2) a zároveň nižší parciální tlak inertního plynu (PN_2), tím nižší je dekompresní zatížení. Tato skutečnost svádí k předpokladu, že nižší dekompresní zatížení souvisí se sníženým pocitem únavy. Vyšší PO_2 však vyvolává větší oxidační stres a PO_2 při použití nitroxu je vyšší než je tomu v případě použití vzduchu v dané hloubce.

Některá pozorování potápěčů naznačují, že oxidační stres vyvolaný vyšším PO_2 u nitroxu by mohl způsobovat mírnou endoteliální dysfunkci, což samo o sobě může vést k nevýrazným příznakům chápaným jako projevy únavy. Zdravotní zprávy vyhotovené odborníky pracujícími v hyperbarických zařízeních, které se zmiňují o větším oxidačním stresu během hyperbarické kyslíkové terapie a s tím spojenou větší únavou po absolvování této léčby, tato zjištění podporují.

Na tento problém jsme se rozhodli zeptat dvou odborníků, které jsme požádali, aby se vyjádřili ke shora zmíněným subjektivním pocitům potápěčů týkajících se kladných dopadů nitroxu na stupeň únavy po potápění s touto plynou směsí ve spojitosti s poněkud kontroverzními nálezy zjištěnými při vědeckém výzkumu daného jevu.



Jaké jsou možné příčiny únavy po provedeném ponoru?

Richard Harris: Únava následující po provedeném ponoru může být výsledkem mnoha faktorů. Některé mohou přímo souviset s ponorem – takovými faktory jsou např. změny teplot, dekompresní zatížení, výdej energie, vysoké a poměrně dlouhé vystavení se působení kyslíku, úzkost a mořská nemoc. Navíc k tomu ale mohou existovat i nepřímou související možné příčiny, např. nedostatek spánku během dovolené, alkohol, rychlá změna časových pásem po cestě letadlem (jet lag) atd.

Neal Pollock: Mnoho lidí si neuvědomuje fyziologický dopad skutečnosti být zcela ponořen pod vodu. Okamžitou reakcí na hydrostatický tlak je situace, kdy se značné množství krve, která normálně zůstává v kapacitních cévách dolních končetin, vytlačuje do centrální části těla (do hrudi). Při jednom známém výzkumu tohoto jevu se prokázalo, že během klidové fáze srdečního cyklu se do srdce vytlačí průměrně asi 700 mililitrů krve. Srdce se tímto zvýšeným objemem krve roztáhne a ihned reaguje silnějšími stahy, což má poměrně rychle za následek potlačení určitých hormonů, aby se zvýšilo vylučování tekutin pomocí ledvin. Jedná se o zdravou reakci na fyziologické vnímání přítomnosti nadměrného objemu tekutin. V praxi to znamená, že lidé musejí močit i po krátkém pobytu pod vodou.

Po výstupu z vody může potápěč zažít okamžitý pokles objemu krve vracející se do srdce. Záměrně říkám „může“, neboť tlakový potápěčský neoprenový oblek může posunovat krev do hrudi i bez ponoření pod vodu. Po ponoru (nebo po svlečení tlakového obleku) se u potápěče sníží objem krve v centrální části těla a také mu klesne krevní tlak. Výsledný účinek je vyšší než pouhá ztráta hydrostatického tlaku, neboť tělo si aktivně snížilo objem tekutin během ponoru (nebo po dobu nasazeného tlakového obleku). Tato řada příčin a s nimi souvisejících následků může do značné míry vysvětlit běžnou únavu dostavující se po provedeném ponoru. Nejdůležitější je uvědomit si, že únava vzniká ponořením, nezávisle na hloubce a kompresním zatížením.

Existují nějaké spolehlivé údaje o tom, že díky použití nitroxu se dostavuje po ponoru menší únava než po dýchání vzduchu?

Harris: Ne. Tři články z příbuzné literatury (viz první tři položky dole v části Reference) se sice zabývají důkazy o souvislosti mezi používáním nitroxu a únavou, ale nemyslím si, že by jejich rozsahy i obsahy na tuto otázku nějak zvlášť přesvědčivě odpověděly.

Pollock: Důkazy a údaje podporující tuto teorii nejsou příliš silné. Ani to nepřekvapuje, protože PO_2 se značně zvyšuje již pouhou reakcí na samotnou hloubku. Nicméně, nemá smysl dohadovat se, zdali se někdo cítí méně unaven. Mnoho výzkumů prokázalo, že placebo efekt může mít skutečné fyziologické dopady, tak ty potápěče nechme, ať si svých pocitů menší únavy užívají. Důležité však je, aby potápěči dodržovali limity PO_2 tak, aby se vyhnuli možné kyslíkové toxicitě.



Vzhledem k tomu, že větší obsah kyslíku v nitroxu pravděpodobně způsobuje zvýšený oxidační stres, jak dalece jste ochoten tolerovat tento očividně negativní účinek zmíněné dýchací směsi?

Harris: Ve svém článku Pierre Lafère zmiňuje skutečnost, že oxidační stres může ovlivňovat (tlumit) činnost neuronů (podobně jako např. alkohol), což (dočasně) zvyšuje hladinu vzrušení. Mohu to potvrdit z vlastní zkušenosti, já i několik mých kolegů jsme se cítili velice příjemně po 8 až 17 hodinách jeskynních ponorů ve vodě o teplotě $6^{\circ}C$ do maximálních hloubek přesahujících 200 metrů. Vezmeme-li však v úvahu všechny zátěže, které bylo při zmíněných ponorech nutno strpět, t. j. stres tepelný, dekompresní, fyzický, oxidační i psychický, co bych měl říci k tomu, jak jsme se cítili? Snad jen to, že jsme byli rádi, že jsme to přežili! Zároveň je však třeba dodat, že někdy jsem se cítil strašně unaveně a „nafouknutě“ i po ponorech

do mnohem menších hloubek s nižším vystavením se O₂, a to i na kratší dobu v teplejší vodě. Existuje prostě příliš mnoho proměnných, které neustále ovlivňují výsledný stav/pocit po ponoru, ne jen prostá změna dýchacího plynu.

Pollock: Oxidační stres může být sice poněkud problematický, ale pravděpodobně nijak nebezpečný, hlavně při typicky krátkodobém působení kyslíku na tělesný organismus, jak je tomu ve většině případů při rekreačním potápění. Důkladnější vyhodnocení tohoto fyziologického dopadu může přinést jen další výzkum.

Považoval byste únavu za první příznak subklinického dekompresního onemocnění?

Harris: Únava může být příznakem DCS, ale musí se jednat o skutečně silný pocit vyčerpanosti a únavy. Musí jít o pocit jako při silné chřipce, ne pouze o jakýsi dojem, že „po potápění se cítím unavenější než obvykle“. Spíše než termín subklinické DCS (tento pojem nemám rád), bych raději použil výraz únavové DCS, jedná-li se o jeden z mnoha příznaků.

Pollock: Normální projevy únavy po potápění se za příznak mírného dekompresního onemocnění považovat nedají, ale „neobvykle těžká únava“ přesahující obvyklou míru běžného únavového stavu by se za takový příznak považovat mohla. Důležité je, aby potápeč přesně popsal povahu a stupeň své únavy, jen tak lze rozlišit normální stav od neobvyklého.

Navzdory běžnému přesvědčení, že potápění s nitroxem může znamenat nižší následnou únavu než by tomu bylo po stejných ponorech se vzduchovou směsí, vědecké výzkumy až do současnosti nepřinesly žádné přesvědčivé důkazy, které by tuto domněnku potvrdily. Ale jak bylo zmíněno již dříve, placebo efekt se nesmí podceňovat a tento jev se musí ještě důkladně prozkoumat.

Bez ohledu na to, jaké odpovědi může budoucí výzkum na tyto otázky přinést, určitě lze již nyní podporovat rozumné používání dýchacích směsí obohacených kyslíkem – ne snad jako způsob umožňující prodlužování doby strávené pod vodou, ale spíše jako možnost snižující dekompresní zatížení. Jestliže se po potápění s nitroxem cítíte méně unaveni, tak v tom pokračujte i bez vědecky opodstatněných důkazů, jen dbejte na to, abyste si své potápění užívali bezpečně.



Seznamte se s našimi odborníky:

Richard Harris, BMBS, FANZCA, DipDHM, FFEWM, je australský anesteziolog, který se specializuje na potápěčskou medicínu a aerorehabilitaci.

Neal W. Pollock, Ph.D., je ředitelem výzkumu u DAN a vědeckým pracovníkem ve Středisku pro hyperbarickou medicínu a environmentální fyziologii na Duke University Medical Center v Durhamu v Severní Karolíně.