

POTÁPAČSKÉ NEHODY – DEKOMPRESNÁ CHOROBA, EMBOLIZÁCIA A BAROTRAUMA

Viliam Dobiáš

Subkatedra urgentnej medicíny, Slovenská zdravotnícka univerzita, Bratislava

Potápačské nehody majú v spojitosti s rozvojom rekreačných aktivít a zlepšujúcou sa ekonomickou situáciou stúpajúcu frekvenciu. Lekári sa môžu s nimi a/alebo s ich následkami stretnúť v ambulancii, ale aj vo svojom voľnom čase, doma a v zahraničí. Očakáva sa od nich, že dokážu zaujať stanovisko a poskytnúť prvú pomoc, aj keď nemajú potápačský výcvik. V článku je súhrn najdôležitejších faktov, ktoré pomôžu orientovať sa v problematike vzniku dekompresnej choroby, vzduchovej embolizácie a barotraumy v súvislosti s potápaním.

Kľúčové slová: dekompresná choroba, embolizácia, barotrauma, potápačská nehoda.

Via pract., 2008, roč. 5 (7/8): 327–329

Úvod

Patologické stavy spojené s pôsobením vysokého barometrického tlaku majú množstvo synonym (kesónová choroba, dekompresia, potápačská choroba, dysbarizmus, barotrauma, hĺbková choroba), ale v podstate ide o tri okruhy problémov: stavy spojené s problémami v tvárových dutinách a v strednom uchu, dekompresnú chorobu a arteriálnu vzduchovú embóliu. Niektoré z nich sa môžu vyskytnúť aj pri pobyte vo výškach, pri náhlom výstupe do oblasti s nízkym barometrickým tlakom.

Na nehodu v súvislosti s potápaním treba myslieť pri akýchkoľvek príznakoch u pacienta, ktorý bol v predchádzajúcich hodinách a dňoch vystavený zvýšenému barometrickému tlaku, alebo zmenám medzi vysokým a nízkym barometrickým tlakom.

História

Zmienky o potápaní sa vyskytujú od roku 4500 pred Kristom, kedy sa ľudia potápali do hĺbky aj viac ako 30 m metódou na nádych za účelom získavania potravy. V roku 1994 bol dosiahnutý rekord pri potápaní na nádych do hĺbky 127 m. Prvý zvon na práce v hĺbkach (kesón) bol použitý už 330 rokov pred Kristom, v roku 1690 prvýkrát s výmenou vzduchu; prvý potápačský odev použili v roku 1837, hélium nahradilo v dýchacej zmesi dusík v roku 1939. Až do tohto obdobia bolo potápanie možné len na nádych alebo v spojení s pevným plávacím zariadením, loďou alebo člnom a s fyzickým spojením potápača pomocou hadíc. Po roku 1930 bolo vyvinuté zariadenie, ktoré dalo meno voľnému potápaniu – SCUBA (*Self Contained Underwater Breathing Apparatus* – samostatný podvodný dýchací prístroj). Odvtedy dochádza k masovému rozširovaniu potápania, športového a rekreačného, aj s primeraným vzostupom počtu potápačských nehôd.

Patofyziológia

Je odvodená zo štyroch fyzikálnych zákonov, ktorými sú Boyleov, Charlesov, Daltonov a Henryho:

- **Boyleov zákon** – má praktické dôsledky, že každých 10 m ponorenia do hĺbky zvýši tlak o 1 atmosféru. Pri uzavretí vzduchu v priestore, napr. zadržanie dychu a vzostupe k hladine, sa objem zvyšuje a pôsobí silou proti stene orgánu (pľúca, stredné ucho, dutiny) a môže vzniknúť ruptúra;
- **Henryho zákon** – vysvetlenie spočíva vo vzniku bublín pri otvorení fľaše so sýteným nápojom. Dusík sa pri zvyšujúcom tlaku počas potápania rozpúšťa v krvi a v tkanivách a pri prudkom výstupe k hladine sa nestíha uvoľňovať z tkanív rozpustením do krvi, ale uvoľňuje sa formou bublín roznášaných cirkuláciou do celého tela;
- **Daltonov zákon** – pri potápaní znamená, že sa zvyšuje tlak vdychovanej zmesi (vzduchu) a aj parciálne tlaky jednotlivých zložiek. Dusík je vo vzduchu najviac a zvyšujúce sa množstvo mozgových buniek. V hĺbke 15 m sa stav podobá vypitiu jednej dávky alkoholického nápoja, v 50 m hovoríme o dusíkovej narkóze – poruchy pamäti, koncentrácie, strata sebakontroly a preceňovanie vlastných síl. Zvyšuje sa aj množstvo rozpusteného kyslíka a pri dýchaní 100 % kyslíka v hĺbke 10 m vzniknú prejavy toxicity O₂ na CNS už za 30 minút;
- **Charlesov zákon** – znižujúca sa teplota plynu znižuje jeho tlak v uzavretom priestore. Dôsledky pre potápanie – práca v uzavretom potápačskom zvone bude prebiehať v nižšom tlaku plynov, pri otvorenom zvone sa bude znižovať objem prítomných plynov.

Postihnutie orgánov pri dekompresnej chorobe

Dekompresná choroba (DKCH) je výsledkom účinku bublín, prevažne dusíka, na orgánové systémy. Bublíny môžu poškodiť bunky rozpadom, so stratou ich funkcie. Môžu vyvolať embolizáciu a blokať cirkuláciu alebo spôsobiť mechanickú obštrukciu ciev. Bublíny pôsobia ako cudzie teleso

v krvnom prúde a aktivujú včasnú fázu koagulopatie a uvoľnenie vazoaktívnych substancií z buniek.

DKCH sa rozdeľuje na tri kategórie: I. ľahký stupeň, II. ťažký stupeň a arteriálnu vzduchovú embolizáciu.

Ľahký stupeň DKCH

Ľahký stupeň sa prejavuje sa jedným alebo viacerými príznakmi, ktorými sú:

- mierna bolesť odznievajúca do 10 minút;
- svrbenie, pichanie alebo pálenie kože;
- začervenanie kože s makulóznym až papulóznym exantémom s mramorovaním, fialkastej farby, vzhľadom pripomína kôru pomaranča. Bolesť je najčastejším príznakom (v 70 až 85 %), popisovaná ako tupá, hlboká, vrtavá, postupne sa zosiluje, vyskytuje sa hlavne v oblasti kĺbov a šliach. Kĺby horných končatín sú postihnuté trikrát častejšie ako na dolných končatinách. Bolesť kĺbov môže spočiatku maskovať neurologické príznaky spojené s ťažším priebehom DKCH.

Ťažký stupeň DKCH

Ťažký stupeň je charakterizovaný **plúcnyimi príznakmi, hypovolemickým šokom a neurologickými poruchami**. Bolesť je len v tretine prípadov, príznaky sú variabilné a môžu sa vyskytnúť okamžite, ale aj s latenciou až 36 hodín. Typické príznaky v jednotlivých sústavách sú:

- **nervový systém:**
 - najčastejšie sa objavujú príznaky postihnutia miechy pripomínajúce traumy miechy. Bolesť chrbta začínajú po niekoľkých minútach a vyvíjajú sa niekoľko hodín až do parastézií, parézy, straty napätia sfinkterov;
 - príznaky nesledujú anatomickú inerváciu, netypické rozloženie príznakov sťažuje diagnózu, ale odliší ju od traumatického nervového poškodenia;
 - zmeny psychiky, videnia, v zmysle negatívnych alebo pozitívnych skotómov;

- nauzea, závrate, vracanie, nystagmus, tinnitus a čiastočná hluchota, porucha vyrovnávania tlaku cez Eustachovu trubicu;
- **respiračný systém:**
 - páľivé inspiračné bolesti za sternom, neproduktívny záchvatovitý kašeľ, respiračné zlyhanie. Pľúcne príznaky sú zriedkavejšie (asi 2 %), môžu spôsobiť smrť a začínajú do 12 hodín po vynorení, pretrvávajú 12 až 48 hodín;
- **kardiovaskulárny systém:**
 - hypovolemický šok presunom tekutiny z cievneho priestoru do intersticiálneho, s tachykardiou a posturálnou hypotenziou;
 - tvorba trombov v kapilárnom riečišti a aktivácia koagulopatie.

Arteriálna vzduchová embólia

Pri zvýšenom intrapulmonálnom tlaku vnikne po ruptúre alveolov vzduch do pľúcnej cirkulácie a dostane sa do systémovej cirkulácie. Vzduchové emboly sa zastavia v koronárnom, cerebrálnom alebo systémovej krvnom obeh. Počas vynárania následkom poklesu barometrického tlaku sa bubliny zväčšujú a zhoršujú príznaky. Výsledkom je **srdcový infarkt, závažné arytmie, cievna mozgová príhoda** alebo **bezvedomie a kŕče**. Rozlíšenie medzi cerebrálnou embóliou a neurologickými príznakmi ťažšej formy DKCH je v rýchlosti nástupu príznakov, ktoré pri vzduchovej embolizácii vzniknú do 10 až 20 minút po vynorení a čím skôr vzniknú, tým sú rozsiahlejšie a závažnejšie.

Barotrauma

Princípom je neschopnosť vyrovnávať tlaky alebo pôsobenie zvýšeného barometrického tlaku na vzduch v uzavretom priestore. Počas ponorenia vznikajú problémy, ak potápač nedokáže vyrovnávať tlaky v strednom uchu cez Eustachovu trubicu, má uzavretý vonkajší zvukovod, ak sa v dôsledku zápalu uzavrie vzduch v prínosových dutinách, ak potápač zadržiava dych počas zostupu alebo nevydychuje dostatočne počas výstupu na hladinu.

Výskyt, mortalita

V rámci štatistík potápačských asociácií sa uvádza výskyt asi 15 nehôd na 100 000 ponorení. Z týchto nehôd je asi tretina ľahkých (len bolesti kĺbov), v 65 % sú aj neurologické príznaky a asi 7 % prípadá na vzduchovú embóliu. Mnoho nehôd je v súvislosti s pridruženými ochoreniami, ktoré by u profesionálneho potápača boli dôvodom k zákazu činnosti. Veľa nehôd nie je registrovaných, lebo potápač nevyhľadá lekársku pomoc, alebo sa príznaky skrývajú pod iné ochorenia. Až dve tretiny úmrtí v súvislosti s potápaním sú spôsobené jednoduchým utopením.

Klinické príznaky – anamnéza

Potápanie alebo vystavenie zvýšenému barometrickému tlaku v posledných 24 hodinách pred začatím príznakov, teda nielen u potápačov, ale aj leteckých mechanikov, cestujúcich s rýchlym prechodom z nízkych polôh do vysokohorských stredísk a u športovcov s fyzickou námahou vo výškach bez aklimatizácie.

Pri potápaní treba anamnézu doplniť hĺbkou a frekvenciou ponorenia a trvaním výstupu na hladinu so zaznačením dekompresných prestávok. Hlavnou príčinou potápačských nehôd je **prítomnosť predisponujúcich faktorov** (astma, CHOPCH, ICHS, hypertenzia, obezita a iné) a omyly, na ktoré sa musíme opýtať: opakované ponorenia v jeden deň, nedodržiavanie bezpečnostných prestávok pri vynáraní, zadržiavanie dychu pri výstupe (najčastejší dôvod pneumotoraxu), rýchly výstup, výstup do výšky do 24 hodín po potápaní (letecká preprava) a možnosť znečistenia plynu vo fľaši počas plnenia (oxid uhoľnatý z motora kompresora, spaliny oleja pri plnení kompresorom bez filtra a iné). Dôležité je aj zisťovanie **liekovej anamnézy** a pridružených ochorení.

Subjektívne príznaky dekompresnej choroby

Medzi subjektívne príznaky dekompresnej poruchy patria:

- celkové – únava, slabosť, potenie, nechutenstvo, ťažoba;
- pohybové – bolesti kĺbov, šliach, krepitus, bolesti chrčba, ťažoba končatín;
- psychické – zmätenosť, bezvedomie, zmeny správania;
- očné – diplopia, skotómy, neostre a tunelové videnie, paréza viečok;
- ušné prejavy – tinnitus, čiastočná strata sluchu, náhle vertigo, nauzea, bolesti ucha, hluchota, strata orientácie;
- kožné prejavy – svrbenie, mramorovanie;
- pľúcne príznaky – dýchavica, neproduktívny kašeľ, hemoptýza;
- kardiálne prejavy – substernálna páľivá alebo ostrá bolesť pri nádychu;
- GIT – zvieravá bolesť brucha, inkontinencia stolice, nauzea, vracanie;
- urologické – inkontinencia alebo retencia moča;
- neurologické – parestézie, hlavne nad kĺbami, paréza, paralýza, migrenózna bolesť hlavy, vertigo, dysartria, ataxia.

Subjektívne príznaky barotrauma

Subjektívne príznaky barotrauma sú:

- ucho – bolesť v uchu a vo zvukovode, krvácanie z ucha, dezorientácia, nauzea, strata rovnováhy, zvonenie a hučanie v uchu, ruptúra bubienka;

- dutiny – bolesť v dutinách a v ústach, epistaxa;
- oči – prekrvenie spojoviek, petechie na koži v oblasti dýchacej masky;
- pľúca – bolesť na hrudníku, kašeľ, krv v spúte, dyspnoe;
- GIT – kolikovitá bolesť brucha, flatulencia, nechutenstvo, časté vetry;

Fyzikálny nález – objektívne príznaky

Výšetrenie musí zodpovedať anamnéze, základom je celkové fyzikálne vyšetrenie s dôrazom na dutiny, uši, krk, kardiovaskulárny, respiračný a nervový systém. Na končatinách treba vyšetriť všetky kĺby na rozsah aktívnych a pasívnych pohybov.

Pri podozrení na barotraumu hľadáme:

- opuch nosovej sliznice, krvácanie, citlivosť zubov, prekrvenie a krvácanie do ušného bubienka a vonkajšieho zvukovodu;
- petechie na hlave, krku a hrudníku, zvýšenú náplň jugulárnych vén;
- dýchacie fenomény a ich stíšenie, vymiznutie, srdcové ozvy a šelesty,

Pri podozrení na DKCH hľadáme:

- príznaky šoku, dezorientáciu, poruchy videnia, nystagmus, tachypnoe, respiračné zlyhávanie, hypotenziu, poruchy rytmu, vracanie, distenziu močového mechúra, hyperestéziu, parézy, slabosť sfinkterov, lokálne senzorické deficity, fokálne záškľby, celkové kŕče, ataxiu, bolesť kĺbov bez objektívneho nálezu, znížený rozsah pohybov v kĺboch, mramorovanie kože, hyperémiu, cyanózu alebo bledosť, fialové ložiská na koži.

Rozlíšenie medzi DKCH a vzduchovou embóliou

V mnohých prípadoch nie je na základe klinického vyšetrenie možné rozlíšiť medzi DKCH a vzduchovou embóliou. Rozdiel medzi embolizáciou a DKCH: akýkoľvek spôsob potápania môže vyvolať embolizáciu. Príznaky vznikajú okamžite za menej ako 10 až 120 minút a symptomatológia je z CNS. Pri DKCH je nástup neurologických príznakov pomalší (až do 36 hodín) a deficit je z CNS aj miechy.

Všetky príznaky sa môžu vyskytnúť aj pri iných ochoreniach, ale ak sú prítomné po potápaní, treba ich liečiť ako potápačskú nehodu, až pokiaľ sa tento dôvod nevylúči.

Prednemocničná liečba bez pomôcok

Zásady prednemocničnej liečby bez pomôcok sú:

- polohovať poležiaci na chrbte, v prípade dýchavice v polosediacej polohe, nikdy nie Trendelenburgova poloha;
- chrániť pred stratami tepla;

- ak je postihnutý pri vedomí, podávať tekutiny po hltoch, 0,5 – 1 l za hodinu (nie hypertonicke, alkohol a kofeín);
- privolať záchrannú službu (aj letecký transport vrtuľníkom v nízkej výške je možný);
- všetko potápačské vybavenie poslať s postihnutým na diagnostiku technickej poruchy;
- rekompresia ponorením do hĺbky len v krajnom prípade, na odľahlých miestach (nie je všeobecne odporúčaná), ak zdravotnícka pomoc nie je dostupná do dvoch hodín a ak sú dispozícii najmenej dvaja kvalifikovaní potápači. Kontraindikáciou rekompresie vo vode sú prejavu barotrauma pľúc, bezvedomie a obehová instabilita.

Špecializovaná farmakologická liečba

Základom liečby sú **kyslík** a doplnenie objemu krvi **izotonickými roztokmi**. Žiadne lieky nemajú špecifický účinok pri potápačských nehodách, len **symptomatically** môžeme podať **analgetiká, spazmolytiká, antiemetiká a lokálne vazokonstričné látky**.

Aj oneskorená **liečba v hyperbarickej komore** (5 h po vzniku príznakov), ak je indikovaná, znižuje výskyt trvalých komplikácií. Aj úmrtia na arteriálnu embolizáciu je možné znížiť na minimum pri rekom-

presii v hyperbarickej komore do 5 minút od vynorenia.

Komplikácie

Reziduálna paréza, ischémia myokardu a ischemizácia v iných orgánoch môžu pretrvávať aj u správne liečených pacientov po dekompresnej chorobe.

Potápačské aspekty

Ako **potápačskú udalosť** (nešťastie) nazývame život ohrozujúci stav, ktorý priamo súvisí s dýchaním vzduchu (plynu) pod vodou. Ak sa nájde potápač pod vodou, v bezvedomí, treba zabezpečiť, aby mu regulátor ostal v ústach. Je potrebné vykonať s postihnutým potápačom dekompresné zastávky podľa tabuliek záchrancu. Zranený potápač má byť okamžite vytiahnutý z vody.

Rozpoznanie potápača v núdzi

Typické je, že potápač bezvládne, najčastejšie tvárou ku dnu, nehybne pláva na hladine. V prípade skupiny potápačov potápač pri vedomí má masku na

čele a kýva rukami na pomoc. Pri nočnom ponorení väčšinou vykonáva nepravidelné pohyby so svojím svetlom. Niektoré špecifické situácie, ktoré môžu vzniknúť pri potápaní: stratený potápač, vyčerpanie, zranenie živočíchmi.

Stratený potápač

Potápač alebo skupina potápačov sa môže pri zlej viditeľnosti, silnom prúde, alebo nočnom ponorení ľahko stratiť z dohľadu zodpovedného dozorca. Stratený potápač sa často môže vyčerpať, alebo podchladiť a utopiť. Pokiaľ sa potápač stratí, má často tendenciu k panike a rýchlemu výstupu na hladinu, čo môže zapríčiniť ťažkú barotraumu a/alebo dekompresnú chorobu.



MUDr. Viliam Dobiáš, PhD.

Subkatedra urgentnej medicíny,
Slovenská zdravotnícka univerzita
Limbová 12, 833 02 Bratislava
e-mail: viliam.dobias@stonline.sk

Literatúra

1. Dobiáš V a kol. Prednemocničná urgentná medicína. Martin; Osveta 2007: 381 s.
2. Dobiáš V. Urgentná zdravotná starostlivosť. Martin; Osveta 2006: s. 165.
3. Redelsteiner Ch et al. Das Handbuch für Notfall – und Rettungssanitäter. Wien; Braumüller 2005: s. 762.
4. Pokorný J et al. Urgentní medicína. Praha; Galén 2004: s. 547.
5. www.emedicine.com
6. www.potapacskanastenka.sk/linky.htm

SANOFI PASTEUR DARUJE SVETOVEJ ZDRAVOTNÍCKEJ ORGANIZÁCIÍ VAKCÍNY PROTI VTÁČEJ CHRÍPKE

Bratislava, 8. júl 2008

tlačová správa

Sanofi Pasteur, divízia vakcín Skupiny sanofi-aventis, oznámila svoje rozhodnutie darovať **60 miliónov dávok vakcíny H5N1** pre Svetovú zdravotnícku organizáciu (WHO/SZO) počas 3 rokov **na vytvorenie celosvetovej rezervy** vakcíny proti vtáčej chrípke H5N1. Pozícia lídra pri rozvoji a výrobe vakcín chrípky stavia sanofi-pasteur do popredia v pripravenosti proti hrozbe pandemickej chrípky. Spoločnosť je rozhodnutá riešiť súčasné a budúce potreby verejného zdravotníctva investíciami do rozsiahleho výskumného a vývojového programu a do ambiciózneho sezónneho a pandemickeho výrobného plánu chrípkovej vakcíny.

Od roku 2004 vyrobila divízia Sanofi Pasteur vo Francúzsku aj v USA každoročne milióny dávok vtáčej chrípkovej vakcíny H5N1.

Divízia Sanofi Pasteur nedávno uskutočnila klinické skúšania s novou patentovanou pomocnou látkou zameranou na výrazné zníženie množstva antigénu potrebného na vyvolanie ochrannéj imunitnej odpovede voči kmeňu H5N1, ktorý je v súčasnosti identifikovaný globálnymi zdravotníckymi orgánmi a expertmi ako potenciálny zdroj pre budúcu pandémiu. Tieto údaje ukazujú schopnosť tejto **novej výskumnej H5N1 pandemickej chrípkovej**

vakcíny vytvoriť vysokú imunitnú odpoveď s veľmi nízkou dávkou H5N1 antigénu.

Výrobou 180 miliónov dávok sezónnej chrípkovej vakcíny minulý rok divízia sanofi-pasteur potvrdila svoju vedúcu úlohu zásobením približne 40% svetového trhu s chrípkovou vakcínou.

Ing. Beáta Kujanová

sanofi-aventis Pharma Slovakia s.r.o.
Žilinská 7-9, 811 05 Bratislava
e-mail: beata.kujanova@sanofi-aventis.com