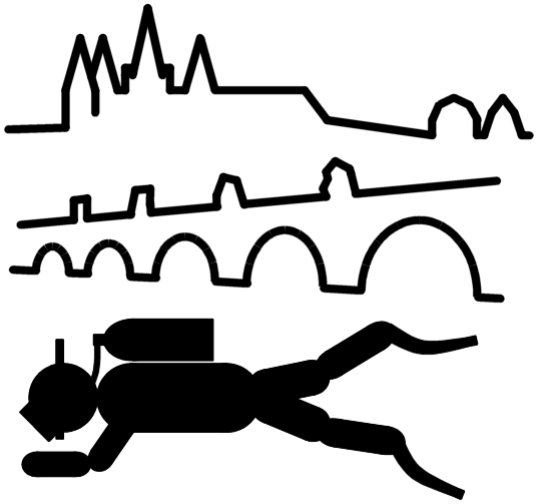
Výcvikové a informační materiály

Potápěčský klub Praha



Kontaktní údaje:

Potápěčský klub Praha
Klub SČP C/187
Podvinný mlýn 3
Praha 9
190 00

e-mail: vycvik@pkpraha.cz
http://www.pkpraha.cz
Na uvedeném webu také najdete aktuální verzi tohoto dokumentu

Začínáme se bezpečně potápět

Tomáš Sládek

Několik otázek na úvod:

Komu jsou tato pravidla určena?

Všem **účastníkům potápěčského výcviku**
Všem **začínajícím potápěčům**, sbírajícím zkušenosti
Všem rekreačním potápěčům, potápějícím se **po delší přestávce**

Proč tato pravidla vznikla?

Svaz potápěčů České republiky vydal bezpečnostní a výcvikové směrnice (BS a VS). Tyto dokumenty pokrývají celou oblast potápění, od prvního ponoření po potápění pracovní. Díky svému charakteru poskytují často jen problematické vodítko pro reálné rozhodování potápěče. Pro potřeby potápěčů a frekventantů školy potápění Potápěčského klubu Praha jsme se rozhodli vydat pravidla, která budou sice **v souladu s BS a VS, ale** budou **zároveň praktická**.

Jsou zde stanovená pravidla závazná?

Ano, pro výcvik a potápěčské akce pořádané Potápěčským klubem Praha **pro všechny, komu jsou určena**. Snažili jsme se ovšem pravidla stanovit natolik liberálně, aby mohla být dobrým vodítkem pro každého.

Zásady bezpečného potápění PKP

Zásady vycházejí z Bezpečnostních směrnic SČP platných od 1.1.2003.

1. Zdravotní způsobilost

1.1 Potápěč si musí být před jakoukoli sportovní potápěčskou činností jist, že **jeho zdravotní stav odpovídá předpokládané zátěži**.
1.2 Potápěčům se doporučuje, aby nechali **periodicky** jednou za rok a po prodělaném závažnějším onemocnění **kontrolovat svůj zdravotní stav** vzhledem k potápění lékařem s odpovídající odborností (dále lékařská prohlídka).
1.3 **Před zahájením výcviku** na volné vodě musí účastník potápěčského výcviku (dále cvičenec) **lékařskou prohlídku** absolvovat, před udělením kvalifikace musí být lékařské potvrzení o zdravotní způsobilosti k potápění zapsáno do potápěčského průkazu.

2. Limity

2.1 Limity se stanovují pouze potápěčům, pro něž je tato publikace určena, podle stupně získaných zkušeností. Pro zkušenější potápěče platí limity a doporučení BS a VS.
2.2 V odůvodněných případech, zejména při organizovaném ponoru několika buddy teamů (podle odstavce 4.5) dohromady za přítomnosti instruktora po dobu ponoru, může tento instruktor stanovit limity pro konkrétní ponor odlišné od dále uvedených.
2.3 Stanovením limitů není dotčeno doporučení bezpečnostních a výcvikových směrnic.

Cvičenec

2.4 Limity při výcviku určuje instruktor výcvik provádějící.

Začátečník

2.5 Začátečníkem se rozumí potápěč **po absolvování kursu** na kvalifikaci CMAS P* nebo odpovídající do získání základních zkušeností (podle odstavce 2.9).
2.6 Začátečník se nesmí potápět v prostředí bez možnosti přímého výstupu na hladinu (pod ledem, v jeskyních, uvnitř vraků apod.).
2.7 Začátečník se může potápět **s potápěčem s praxí** (podle odstavce 2.13) maximálně **do hloubky**

15 m.

2.8 Začátečník se může potápět do hloubek **přes 15 m** pouze **se zkušeným potápěčem** (podle odstavce 2.14), přičemž limity určuje tento zkušený potápěč.

Potápěč se základními zkušenostmi

2.9 Potápěčem se základními zkušenostmi se rozumí potápěč po uskutečnění nejméně **20 ponorů** s dýchacím přístrojem na volné vodě za různých podmínek, z toho nejméně 10 do hloubek přes 15 m do získání praxe (podle odstavce 2.13).

2.10 Limit pro potápění **dvou potápěčů se základními zkušenostmi** je **maximální hloubka 21 m** při dodržení nulových časů podle Bühlmannových dekompresních tabulek nebo podle potápěčského počítače.

2.11 Potápěč se základními zkušenostmi se nesmí potápět v prostředí bez možnosti přímého výstupu na hladinu (pod ledem, v jeskyních, uvnitř vraků apod.).

2.12 Potápěč se základními zkušenostmi se může potápět **do hloubek přes 21 m** pouze **se zkušeným potápěčem** (podle odstavce 2.14), limity určuje tento zkušený potápěč.

Potápěč s praxí

2.13 Potápěčem s praxí se rozumí potápěč po uskutečnění 40 ponorů s dýchacím přístrojem na volné vodě za různých podmínek, z toho nejméně 20 do hloubek přes 20 m, nebo potápěč s kvalifikací CMAS P** nebo Rescue Diver.

Zkušený potápěč

2.14 Zkušeným potápěčem se rozumí potápěč po uskutečnění 70 ponorů s dýchacím přístrojem na volné vodě za různých podmínek, z toho nejméně 30 do hloubek přes 30 m, nebo potápěč s kvalifikací CMAS P***, nebo divemaster, nebo instruktor.

2.15 Potápí-li se zkušený potápěč se začátečníkem, nebo s potápěčem se základními zkušenostmi, určuje limity tak, aby mohl rozumně předpokládat, že svými schopnostmi a výstrojí dokáže poskytnout partnerovi v krizové situaci účinnou pomoc a zároveň tak, aby v krizové situaci nebyl závislý na pomoci partnera.

Potápění po delší přestávce

2.16 Nepotápěl-li se potápěč se základními zkušenostmi (resp. potápěč s praxí) **déle než 10 měsíců**, postupuje nejméně při prvním ponoru po této době tak, **jako začátečník (resp. potápěč se základními zkušenostmi)**.

3. Potápěčské signály

3.1 Všichni potápěči musí znát a být schopni efektivně komunikovat pomocí základních signálů:

a) OK - vše v pořádku,
b) výstup,
c) sestup,
d) stop,
e) směr dalšího postupu,
f) ukázání na objekt,
g) nerozumím,
h) jsem na rezervě,
i) nemám vzduch,
j) potíže s vyrovnáním tlaku,
k) požadavek pomoci na hladině.

3.2 Doporučuje se, aby potápěči znali a vhodně používali také signály:

a) OK - vše v pořádku na hladině,
b) udržuj hloubku,
c) o kousek vystoupit,
d) rychleji,
e) pomaleji,

f) shromáždit se,
g) něco není v pořádku,
h) je mi zima,
i) mám závrať,
j) ukaž manometr.

3.3 Při potápění bez denního osvětlení musí potápěči znát a být schopni efektivně komunikovat s pomocí potápěčské svítilny.

4. Plánování ponorů a organizace potápění

4.1 Plán potápění musí být **v souladu s místními předpisy**, doporučuje se seznámení i s místními zvyklostmi. Zejména je nutno dbát na zakázané oblasti, povinné označení místa ponoru, maximální přípustnou hloubku ponoru.
4.2 Plán potápění musí **zohledňovat přírodní podmínky**, zejména viditelnost, teplotu vody, počasí, proudy, slapové jevy, nebezpečnou faunu.
4.3 **Dekompresní postup** se stanovuje pomocí **potápěčského počítače**, nebo pomocí vhodných **tabulek**, nebo plánováním pomocí vhodného softwaru.
4.4 Je-li použito plavidlo (jeho použití se pro potápění ve větší vzdálenosti od břehu doporučuje), musí být používáno v souladu s místními předpisy, doporučuje se seznámení i s místními zvyklostmi.
4.5 **Potápění** musí být **vždy** organizováno **ve dvojicích**, v případě nutnosti v trojicích (dále buddy team).
4.6 V průběhu ponoru o sobě potápěči v buddy teamu musejí neustále vědět.
4.7 Při snížení viditelnosti pod vodou na méně než 2 metry nebo při jiných nepříznivých podmínkách se doporučuje použití spojovacího úvazku.
4.8 Dojde-li pod vodou ke ztrátě partnera, doporučuje se omezit hledání na dobu přibližně 30 sekund a zahájit výstup na hladinu s průběžným hledáním podle bublin.

5. Výstroj pro potápění ve volné vodě

5.1 Potápěčská výstroj musí být **funkční, úplná a účelná** pro plánovaný ponor.
5.2 Součástí výstroje musí být potápěčský **nůž, kompenzátor vztlaku, manometr**.
5.3 Doporučuje se používání alternativního zdroje vzduchu, hloubkoměru a hodinek nebo potápěčského počítače.

Zásady výcviku

Zásady vycházejí z Výcvikových směrnic SČP platných od 1.1.2003.

6. Práva a povinnosti

6.1 **Práva a povinnosti** cvičence, instruktora a provozovatele výcviku **se řídí platným právem a VS** tam, kde s platným právem nejsou VS v rozporu.
6.2 Cvičenec má zejména právo po svědomité přípravě **zažádat o nové přezkoušení** z předmětu, ve kterém dříve neuspěl.
6.3 Instruktor má právo **bez náhrady ukončit** výcvik cvičence, který opakovaně při výcviku neuposlechl jeho pokynů.
6.4 Cvičenec má zejména povinnost:
a) bez zbytečného prodlení **ohlásit** instruktorovi jištění, že došlo nebo může dojít k **porušení zásad bezpečného potápění**, uvedených výše (výstroj, limity, zdravotní způsobilost, ...).
b) provádět **jen takové úkony**, které jsou mu **určeny instruktorem** a které odpovídají jeho znalostem a schopnostem.

Postupy při potápění

Ing. Zdeněk Šraier

Montáž přístroje

1) Vzít plnou láhev (kontrola tlaku).
2) Namočit popruh kompenzátoru.
3) Nasunout popruh kompenzátoru na láhev, přehodit pomocný pásek přes ventil.
4) Pořádně utáhnout popruh a za stálého tahu zaklapnout přezku popruhu.
5) Zkontrolovat utažení zvednutím láhve za kompenzátor – popruh se nesmí pohnout.
6) Namontovat automatiky na láhev – druhé stupně patří doprava, hadice inflátoru a manometr doleva.
7) Utáhnout třmen nebo závit jen s citem.
8) Připojit hadici k inflátoru.
9) Upevnit hadici manometru.

Kontrola před sestupem

1) Kontrola dokonalého upevnění lahve v kompenzátoru (namočený popruh).
2) Je případný pomocný pásek přehozený přes ventil před montáží automatiky ?
3) Je nasazená hadice na inflátor ?
4) Ukazoval manometr před připojením automatiky nulu ?
5) Při otevírání ventilu lahve se nedívat na manometr.
6) Otevřít kolečko ventilu lahve na doraz a o půl závitu zpět.
7) Zkontrolovat tlak v láhvi.
8) Zkontrolovat dýcháním obě automatiky – manometr se přitom nesmí pohnout.
9) Kontrola napouštění a vypouštění vzduchu ze žaketu.
10) Jen při více než maximálním nafouknutí žaketu musí začít odpouštět pojistný ventil.
11) Před nasazením přístroje na záda zkontrolovat, jestli je nasazený zátěžový opasek.
12) Je nastavení popruhu takové, že maximální nafouknutí žaketu nebrání dýchání ?
13) Případně nasadit hadici suchého obleku.
14) Do vody vstupovat se žaketem naplněným na 1/2 až 2/3 max. objemu.
15) Vzájemná kontrola výstroje (zvláště uspořádání a upevnění hadic).
16) Kontrola správného upnutí zátěžového opasku.
17) Zopakovat plán ponoru nebo pokyny instruktora.
18) Nastavit nulu stavěcího kroužku - pamatováku hodinek na velkou ručičku.
19) Vyvážení: při nádechu být ještě na hladině + 1 až 2 kg zátěže (kontrola partnerem!). Vyvažujte se s plnou výstrojí a s prázdnou lahví.

Postup výstupu na člun (molo)

1) Odepnout zátěžový opasek a položit ho do člunu (na molo) – pozor nepustit do vody.
2) Případně odpojit hadici od suchého obleku.
3) Zcela naplnit kompenzátor vztlaku.
3) Sejmout přístroj ze zad a podat ho do člunu (na molo), případně ho plovoucí přivázat ke člunu.
4) Vylézt do člunu (na molo).
5) Teprve nyní sundat ploutve a masku.
6) Případně odvázat přístroj a vytáhnout ho do člunu (na molo).

Postup výstupu na svažitý břeh

1) Ve vodě, v hloubce 1 až 1,5 metru, sundat ploutve.
2) Nesnímat masku – nechat ji na obličeji dokud nestojíte na souši.
3) Vyjít na břeh, v případě vln jít za hřebenem vlny, pomoc ze břehu.
4) Odepnout zátěžový opasek a položit ho na zem.
5) Případně odpojit hadici od suchého obleku.
6) Sejmout přístroj ze zad a opatrně ho položit na zem (pozor hlavně na 2. stupně automatik), láhev má ležet.

Demontáž přístroje

1) Zavřít ventily láhve.
2) Stlačením vzduchové sprchy odpustit vzduch ze všech automatik.
3) Odpojit hadici z inflátoru.
4) Uvolnit uchycení hadice manometru.
5) Odmontovat automatiky z láhve.
6) Nasadit krytky na 1. stupně automatik a automatiky odložit.
7) Uvolnit přezku a popruh a sejmout kompenzátor z láhve.
8) Položit láhev, eventuelně nasadit krytky na ventily láhve.

Nehody a nemoci

Ing. Zdeněk Šraier

1. Dusíková narkóza

V následující tabulce jsou vedeny projevy dusíkového opojení tak, jak je možné je vysledovat při potápění se vzduchem. Při použití Nitroxu lze pro stanovení účinků dusíku použít END (Equivalent Nitrogen Depth) nebo přímo sledovat parciální tlak dusíku. Autorem následující tabulky je MUDr. Evžen Hrnčíř.

intoxikace dusíkem, opojení hloubkou, nitrogen narcosis							
Hloubka	*Nálada*	*Rozumové schopnosti*	*Odezva na podnět*	*Vyvážení a koordinace*	*Hloubka*	*Parciální tlak dusíku ve vzduchu*	*Poznámky*
0 m	Narkotický účinek plynů je závislý na rozpustnosti v tucích. Jde asi o změnu povrchového napětí a tím i roztažitelnosti buněčných membrán tukové tkáně CNS. Podle nark. účinku lze sestavit stupnici				0 m	78 kPa	
10 m	He(min) - Ne – H – N – Ar – Kr – Xe(max). Účinky ovlivňuje zvýšený obsah oxidu uhličitého v krvi, léky, alkohol. a stres.				10 m	156 kPa	
20 m	Mírná euforie	Mírně oslabené logické myšlení	Zpožděná odezva na podněty zrakové i sluchové	Mírně oslabená koordinace pohybů	20 m	234 kPa	
30 m					30 m	312 kPa	Žádné subjektivní potíže, ale objektivně naměřeno na EEG
40 m	Nepříjemné pocity nebo naopak přehnaná sebedůvěra	Početní chyby, špatné rozhodování, fixní ideje			40 m	390 kPa	
50 m					50 m	468 kPa	Zrakové a sluchové halucinace (ztráta zraku). Již v 50 m může dojít k Deep Water Blockout tj. náhlá ztráta vědomí v důsledku hloubkového opojení
60 m	Násilí, hysterický smích, úzkost, ohrožování partnera	Zmatek, ospalost, netečnost, několikanásobně oslabená soudnost	Vážné zpožďování odezvy na podněty	Závratě a snížená zručnost	60 m	546 kPa	
70 m					70 m	624 kPa	
80 m	Halucinace	Apatie, otupělost	Bezvědomí	Několikanásobně snížená zručnost, pakliže nedošlo ještě ke ztrátě vědomí	80 m	702 kPa	
90 m					90 m	780 kPa	
	smrt						

2. Nehody obecné povahy

Vyčerpání

Příčiny: Přecenění vlastních sil; proudy, vlny
Příznaky: Silná únava; neschopnost pohybu, tonutí
Pomoc: Odpočinek; pomoc partnera; KPR

Prochlazení

Příčiny: Nedostatečná izolace, dlouhá expozice studenou vodou
Příznaky: Pocit chladu; svalový třes; bolesti rukou, nohou a v genitální oblasti; zmatenost; ústup bolesti; bezvědomí
Pomoc: Teplé nápoje; podávání kyslíku; aktivní ohřev (voda prvních 5 minut 35°C, potom kolem 40°C, maximálně 30 minut), KPR

Přehřátí

Příčiny: Vysoká okolní teplota (přes 35°C), špatná izolace
Příznaky: Horkost; pocení; nevolnost; bezvědomí
Pomoc: Ochlazení, chladné nápoje

Křeče

Příčiny: Přetížení svalu; nevhodná výstroj; nedostatek minerálů
Příznaky: Bodavá bolest v postiženém svalu, zatvrdnutí
Pomoc: Odlehčení svalu; natažení postiženého svalu

Mechanické poranění

Příčiny: Motorový člun; skála, koráli, skok do vody, příboj; dravá ryba
Příznaky: Tělesná zranění; krvácení
Pomoc: Ošetření krvácení a poranění; KPR

Spálení sluncem

Příčiny: Nedostatečné oblečení při potápění na nádech
Příznaky: Zarudlá pokožka, puchýře; zvýšená tělesná teplota
Pomoc: Hojivé masti, gely nebo pěny (Panthenol); pobyt ve stínu

Kontakt s jedovatým živočichem

Příčiny: Přímý dotek žahavého láčkovce, medúzy, poranění trnem jedovaté ryby (ropušnice, trachinus, rejnok), náraz nebo šlápnutí na ježovku
Příznaky: Láčkovec - pálení, puchýře, prudká bolest; Ryba - silné bolesti, otok, ochabnutí srdeční činnosti; Ježovka - zalomené ostny v těle (není jedovatá)
Pomoc: Odstranění ostnů; desinfekce (líh, vinný ocet, alkohol); škrtidlo (povolovat); horká voda přes 50°C; parafin nebo cigareta (tepelně nestabilní jedy)

Přiutopení (near drowning)

Příčiny: Nějaká jiná nehoda
Příznaky: Diskrétně namodralé rty; stažené zrychlené dýchání;
Pomoc: Vytažení na hladinu, pevninu; podávání kyslíku; při zhoršení KPR

Utonutí

Příčiny: Nějaká jiná nehoda
Příznaky: Ztráta vědomí, zástava základních životních funkcí
Pomoc: Okamžitá KPR

Stres, panika

Příčiny: Psychický stav potápěče, stresující faktory
Příznaky: Pocit strachu, nejistoty; chybné nelogické jednání
Pomoc: 1.zastavit se 2. Nadechnout se (několikrát) 3. Analyzovat situaci 4. Jednat (Vždy je dost času)

3. Nehody technické povahy

Nekontrolovaný výstup

Příčiny: Selhání, ztráta výstroje
Příznaky: Potápěč není schopen řídit rychlost výstupu na hladinu
Pomoc: Vodorovná poloha těla, roztáhnout ruce nohy, ploutve nastavit na maximální odpor

Nekontrolovaný sestup

Příčiny: Špatné vyvážení; selhání výstroje; protržený kompenzátor nebo suchý oblek
Příznaky: Potápěč není schopen řídit rychlost sestupu do hloubky
Pomoc: Vodorovná poloha těla, roztáhnout ruce nohy, ploutve nastavit na maximální odpor, eventuelně odhodit zátěž (pozor na nekontrolovaný výstup)

Uváznutí

Příčiny: Šňůry, lana, sítě, vraky, jeskyně, soutěsky
Příznaky: Ztráta možnosti vynoření
Pomoc: Nůž, nůžky, kleště; vyproštění za pomoci partnera; nedělat prudké a zbrklé pohyby

Ztráta orientace

Příčiny: Potápění pod ledem; jeskyně - selhání orientačních pomůcek; špatné používání lana
Příznaky: Ztráta schopnosti nalézt cestu k volné hladině
Pomoc: Použití hledacího bubínku, nasazení záchranného týmu, výstup k ledu (mít připravené stopy na ledu), jinak dle situace

Vyčerpání zásoby vzduchu

Příčiny: Selhání nebo zamrznutí automatiky; špatné plánování sestupu; špatná údržba výstroje
Příznaky: Přerušení dodávky dýchací směsi
Pomoc: Dýchání ve dvojici, výstup

Syndrom karotických sinů

Příčiny: Příliš těsný oblek u krku
Příznaky: Bezvědomí bez zjevných příčin
Pomoc: Uvolnění obleku, KPR

4. Nehody způsobené nevhodnou směsí

Otrava oxidem uhelnatým (CO)

Příčiny: Znečištění směsi CO (špatná instalace kompresoru, špatný kompresorový olej)
Příznaky: Třes končetin, pocit tlaku v hlavě; bolesti hlavy, závratě, nevolnost, bezvědomí (červené rty a lůžka nehtů při 60% CHb)
Pomoc: Čerstvý vzduch, dýchání kyslíku, KPR

Otrava oxidem uhličitým (CO_2) - hyperkapnie

Příčiny: Velký mrtvý prostor, zadržování dechu, vyčerpaný pohlcovač, namáhavá činnost pod vodou
Příznaky: Teple opocená pokožka – pocit horečky; otupělost, zvýšená ventilace, bolesti hlavy, strach; bezvědomí
Pomoc: Čerstvý vzduch, dýchání kyslíku, KPR

Otrava dusíkem (N_2) - hloubkové opojení

Příčiny: Dýchání vzduchu nebo nevhodné směsi pod vysokým tlakem
Příznaky: Ztráta soudnosti a ovládání, zpomalení reakcí, euforie nebo strach, bezvědomí
Pomoc: Výstup do menší hloubky, použití speciální směsi

Otrava kyslíkem (O_2) - hyperoxie

Příčiny: Dýchání O_2 pod vysokým tlakem, použití nevhodné směsi
Příznaky: Dyskomfort, podráždění, záškuby lícního svalstva, nevolnost, sluchové a zrakové halucinace, generalizované křeče; poruchy rovnováhy
Pomoc: Dýchání vzduchu, snížení parciálního tlaku O_2

Nedostatek O_2 - hypoxie

Příčiny: Dlouho skladovaný vzduch, špatné používání kyslíkového přístroje
Příznaky: Často bez příznaků; lehké rozjaření; studeně opocená pokožka, zatmění vidění (zatažení opony), pokles krevního tlaku; centrální cyanóza, pocit nepohodlí, zrychlené dýchání, úzkost; náhlé bezvědomí
Pomoc: Čerstvý vzduch, dýchání kyslíku, KPR

5. Ostatní nehody - potíže

Nadýmání - dekompresní meteorismus

Příčiny: Rozpínání plynů ve střevech a žaludku, nesprávná výživa
Příznaky: Křeče, tlaky v žaludku a střevech
Pomoc: Uvolnění cesty plynům povolením opasku nebo obleku, při přetrvávání výstup

Zvracení, nevolnost -nausea

Příčiny: Nemoc, nevhodná strava, mořská nemoc, alkohol
Příznaky: Návaly zvracení
Pomoc: Ukončení sestupu, opatrné zvracení s vyjmutým náustkem

Ztráta vědomí po rozdýchávání (hyperventilaci)

Příčiny: Hypokapnie s následnou hypoxií
Příznaky: Ztráta vědomí v průběhu potápění na nádech bez předchozího pocitu nedostatku vzduchu
Pomoc: Okamžitá KPR

6. Barotraumata

Podkožní emfyzém

Příčiny: Poškození plic z přetlaku, přetlak v plicích při výstupu
Příznaky: Praskavé bublinky pod kůží, zejména v hrudní jamce
Pomoc: Většinou odezní samo

Středohrudní emfyzém

Příčiny: Poškození plic z přetlaku, přetlak v plicích při výstupu
Příznaky: Dušnost, cyanóza, bolesti za hrudní kostí
Pomoc: Odborné ošetření, rekomprese

Pneumotorax

Příčiny: Poškození plic z přetlaku, přetlak v plicích při výstupu
Příznaky: Pocit úderu do hrudníku, mělké dýchání, cyanóza, bolesti při nádechu, dušení
Pomoc: Odborný lékařský zákrok, podávání kyslíku

Plynová embolie

Příčiny: Poškození plic z přetlaku, přetlak v plicích při výstupu
Příznaky: Rychlý nástup příznaků po vynoření, poruchy řeči a smyslů, cyanóza; modročervená napnutá kůže v oblasti krku, hlavy a horní poloviny těla vlivem městnání krve před pravým srdcem; zrychlené dýchání, dušnost; vykašlávání krvavě zpěněných hlenů; šok, zástava dechu a oběhu; rychlý nástup bezvědomí
Pomoc: Co nejrychlejší rekomprese

Barotrauma zubů

Příčiny: Špatná výplň zubu, rozpínající se plyn pod plombou tlačí na nerv
Příznaky: Úporné bolesti zubů při výstupu; na RTG možná přítomnost vzduchu
Pomoc: Odezní samo nebo návštěva zubaře

Poškození plic z podtlaku (pád do hloubky)

Příčiny: Překročení mezní hloubky na nádech, pád do hloubky, vysoký nádechový odpor automatiky
Příznaky: Pocit prázdnoty, případně bolesti v plicích; možná kombinace s barotraumatem ucha nebo dutin; bublání v hrudníku
Pomoc: Lékařská pomoc

Poškození oka

Příčiny: Podtlak v masce, nevyrovnání tlaku při sestupu
Příznaky: Krvavé zbarvení očního bělma
Pomoc: Většinou odezní samo

Krevní podlitiny

Příčiny: Podtlak pod částmi izolačního obleku
Příznaky: Modrofialové skvrny na pokožce
Pomoc: Odezní samo

Protržení nebo poškození ušního bubínku

Příčiny: Nevyrovnání tlaku ve středouší při sestupu nebo ucpání eustachovy trubice při výstupu, nachlazení, odeznění účinku použitých nosních kapek
Příznaky: Napřed bolesti v uchu, zhoršení sluchu; rána, pocit plnosti v uchu; unikání vzduchu z ucha, krvácení z ucha, náhlá ztráta orientace, nevolnost, závratě, zvracení
Pomoc: Odezní samo, při přetrvávání návštěva lékaře, při protržení zevně sterilní obvaz, ihned k lékaři

Poškození vedlejších lebečních dutin

Příčiny: Neprůchodnost spojovacích kanálků, nachlazení, vliv přetlaku i podtlaku
Příznaky: Úporné bolesti v místě dutin
Pomoc: Ukončit sestup, při krvácení a trvajících bolestech k lékaři

Neodkladná resuscitace - kardiopulmonální resuscitace, KPR, KPCR

MUDr. Dana Šraierová

Neodkladná resuscitace je souhrn na sebe navazujících léčebných postupů sloužících k neprodlenému obnovení oběhu okysličené krve u osoby postižené selháním základních životních funkcí (vědomí, dýchání, oběh) s cílem uchránit mozek před nezvratným postižením. Musíte ji zahájit v případě potřeby okamžitě, s každou minutou klesá šance postiženého na přežití.

Postup:

1) **Zhodnocení situace** - Rychle zhodnoťte stav vědomí (zavolejte na něho, štípněte ho) a stav dýchání (pohledem na hrudník, poslechem). Pozor přechodně se po zástavě oběhu mohou objevovat lapavé neúčinné dechy, které se nesmí zaměnit za spontánní dýchání.

2) **Přivolání rychlé záchranné služby** - u nás telefon **155** nebo **112**, případně **kanál 9** občanských radiostanic (CB)

3) Zahájení vlastní **kardiopulmonální resuscitace**:

Airways

Zajištění volných dýchacích cest - U postiženého v bezvědomí při nedostatečném svalovém napětí může dojít k uzavření dýchacích cest kořenem jazyka. Musíte neprodleně uvolnit dýchací cesty a to záklonem hlavy. Za optimální je považován tzv. trojitý manévr, kdy je zachránce za hlavou postiženého s rukama po stranách jeho hlavy, třemi prsty zachytí čelist zespoda, palci tlačí na bradu a tak provádí záklon hlavy, pootevření úst a předsunutí čelisti. Při podezření na poranění krční páteře se snažte o maximální předsunutí dolní čelisti s minimálním záklonem.

Z dýchacích cest je nutné odstranit předměty, které překáží kvalitnímu dýchání a mohou být sami o sobě příčinou kritického stavu postiženého. Z dutiny ústní odstraňte vše, na co dosáhnete prsty.

Předpokládáte-li, že došlo k vdechnutí cizího tělesa, udeřte postiženého 3-5x do zad plochou dlaní. Nepodaří-li se takto těleso odstranit existuje tzv. Heimlichův manévr: postiženého obejmete zezadu, jednu ruku dáte v pěst pod hrudní kost, druhou položíte přes svoji pěst a poté několikrát prudce stlačíte nadbřišek postiženého (nepoužívá se u dětí a těhotných). Nebudete-li ani po té úspěšní, usilovně do postiženého vdechněte, čímž máte šanci posunout těleso níže a umožnit dýchání alespoň částečně.

Breathing

Dýchání -Zástavu dýchání zjistíte podle nepřítomnosti výdechového proudu z dýchacích cest (nejlépe přiložením ucha před ústa a nos postiženého) a zároveň sledováním dýchacích pohybů hrudníku.

Nedýchá-li postižený, zahajte umělé dýchání, z úst do úst, lze ale i z úst do nosu, u malých dětí z úst do úst i nosu najednou. Máte-li k dispozici, a zdůrazňuji, umíte-li s tím dobře zacházet, můžete použít různé pomůcky např. ambuvak, pocket mask, atd.

Umělé dýchání zahajte dvěma pomalými hlubokými vdechy a následně pokračujte **dechovou frekvencí 10 za minutu**. Délka vdechu by měla být asi 1-2 s, výdech postiženého je pasivní. Potřebný dechový objem u dospělého je přibližně 1 litr. Po dobu umělého dýchání klečte (stůjte) z boku postiženého, udržuje u něho stále záklon hlavy tlakem na čelo dlaní jedné ruky a při obvyklém umělém dýchání z úst do úst palcem a ukazováčkem téže ruky stlačujte nos postiženého.

Circulation

Krevní oběh - Jako další si zjistěte přítomnost pulsu na krční tepně postiženého. Jestliže jste zahájili umělé dýchání, přítomnost pulsu na krční tepně si ověřte již v průběhu prvních 2 vdechů do postiženého přiložením svých prstů (NE palce) na krkavici (ze strany na krku v prohlubni mezi průdušnicí a velkým svalovým svazkem).

Není-li puls hmatný, zahajte nepřímou srdeční masáž. Postižený musí ležet na zádech na pevné podložce (z postele je ho třeba stáhnout na zem). Položte dlaň natažené ruky asi 3 prsty nad dolní okraj hrudní kosti postiženého a na její hřbet pak druhou dlaň. Lokty jsou pevné, paže napjaté, ke stlačení používáme hmotnosti celé horní poloviny těla. Hrudní kost stlačujte do hloubky 4-5 cm o frekvenci **100 kompresí za minutu**. Poměr doby stlačení a uvolnění je 1:1.

Vždy zahajujte resuscitaci dvěmi vdechy, následuje srdeční masáž a umělé dýchání v poměru **15 kompresí : 2 vdechy**. Tento poměr je v současnosti doporučován jak pro případ jednoho, tak více zachránců.

V průběhu resuscitace sledujte stav postiženého, vždy po 2 minutách můžete na několik málo sekund přerušit své úsilí k posouzení eventuální spontánní dechové činnosti a oběhu postiženého.

4) **Ukončení resuscitace**:

a) při obnově základních životních funkcí postiženého
b) při příjezdu lékaře, který přebírá další odpovědnost
c) při naprostém vyčerpání zachránců

Dekompresní nemoc - Decompression sickness, DCS, Bends

Ing. Zdeněk Šraier

Dekompresní nemoc je způsobena bublinkami plynů, vyloučenými na různých místech organismu. Bolesti při DCS nikdy netište léky, ztížili byste tak pozdější léčbu. Řada příznaků je velmi podobná se vzduchovou embolií. Protože léčba vzduchové embolie postačuje i pro nejtěžší formy DCS, je nejlépe začít léčit embolii. 50% příznaků se objeví do 30 minut, 80% do 1 hodiny, 95 % do 3 hodin, 1% později než za 6 hodin.

Dekompresní nemoc má mnoho forem podle toho, kde se bublinky vyloučí. V literatuře se rozděluje do dvou typů. Bohužel se ale toto třídění do typů všude neshoduje. Jeden způsob je třídění podle následků pro člověka. Pak do Typu I (méně nebezpečného) patří kožní forma, silná únava, lymfatická forma a svalově-kosterní, do Typu II (více nebezpečného) patří plicní, nervová, střevní a srdeční forma a postižení vnitřního ucha. Další způsob třídění je podle nutnosti použití dekompresní komory. V tomto třídění do Typu I patří pouze kožní forma a silná únava, všechny ostatní formy vyžadují dekompresní komoru.

Obecnou příčinou dekompresní nemoci je porušení dekompresního postupu, ať již z důvodu nehody, nedbalosti nebo nevhodného modelu výpočtu (tabulek nebo „kompjútru“).

Kožní forma

Příčiny: Bublinky plynu v podkoží. Prohřátá pokožka v průběhu sestupu je při dekompresi prochlazena.

Příznaky: Svědění pokožky, mramorování, mravenčení, pálení pokožky, vyrážky, místní otoky, hlavně přední část trupu, stehna. Migrující červeno-modré kolekce tekutiny v podkoží. Tato forma může být předzvěstí vážnějších problémů.

Silná únava

Příčiny: Účinek bublin na neznámých místech.

Příznaky: Daleko větší únava, než by odpovídalo namáhavosti sestupu.

Lymfatická forma

Příčiny: Vyloučení bublin v mízních cévách a uzlinách.

Příznaky: Otok postižených částí těla.

Svalově kosterní (muskulo-skeletární) forma

Příčiny: Bubliny vyloučené v kloubech a svalstvu.

Příznaky: Nejčastější forma (90%), tupá bolest v kloubech paží a nohou nebo v jejich blízkosti, zesílí na nesnesitelnou (vrtavou) úroveň a nutí postiženého držet končetiny ohnuté (bends).

Plicní forma

Příčiny: Bubliny v žilní krvi ucpávají průtok krve plícemi.

Příznaky: Náhlá bolest za hrudní kostí a dušnost (jakoby bodnutí nožem) bolesti při nádechu, kašlání, cyanóza, šok, zřídka bezvědomí (1:200), může připomínat srdeční infarkt.

Nervová forma (CNS nebo periferní)

Příčiny: Bubliny v nervových tkáních a jejich okolí způsobí mechanický tlak a brání zásobování těchto tkání krví.

Příznaky: Slabost, ochromení svalů, závratě, zvonění v uších, ztráta sluchu, poruchy zraku, poruchy citlivosti, ochrnutí, zřídka ztráta vědomí (1:200).

Postižení vnitřního ucha

Příčiny: Bublinky v prostoru vnitřního ucha, zpravidla při hloubkovém potápění se směsmi.
Příznaky: Jednostranná nebo oboustranná ztráta sluchu, pískání v uších, silná závrať a neustálé zvracení, nystagmus (rychlé rytmické stranové pohyby očí).

Střevní forma

Příčiny: Bubliny v cévním řečišti zásobujícím zažívací ústrojí (vrátnicová žíla, játra).
Příznaky: Neurčité bolesti v břiše, nucení ke zvracení, křeče v břiše, průjem.

Srdeční forma

Příčiny: Bubliny v srdečních věnčitých cévách způsobují arytmii.
Příznaky: Stejné příznaky jako u infarktu myokardu. Náhlé bolesti na hrudi (eventuelně jdoucí doleva), dechová tíseň, pocení, poruchy srdečního rytmu, nevolnost, bezvědomí.

Pomoc při dekompresní nemoci obecně:

Kožní forma a silná únava nevyžadují léčbu v dekompresní komoře. Nejsou, pokud se neobjeví další příznaky, tolik závažné. Lze tedy, pokud to je možné, provést rekompresi ve vodě.

Je důležité doplnit tekutiny (ne sladké, alkoholické nebo kofeinové nápoje), vhodná je jedna tableta Acylpyrinu. Výhodné je nechat postiženého dýchat čistý kyslík.

Ostatní formy vyžadují léčbu v dekompresní komoře. Je nutná co nejrychlejší léčebná rekomprese, nepřepravovat postiženého za sníženého tlaku (nezvyšovat nadmořskou výšku – pozor na horské průsmyky a vysoko letící vrtulník, ..) Opět je důležité doplnit tekutiny (ne sladké, alkoholické nebo kofeinové nápoje), vhodná je jedna tableta Acylpyrinu. Výhodné je nechat postiženého dýchat čistý kyslík. Je-li přítomen lékař, je vhodné podat protizánětlivé léky – glukokortikoidy (Dexomethazon) a nebo Lidocain nitrožilně.

Rekomprese ve vodě

MUDr. Antonín Kalný

Problém nebo řešení?!

Na jedné straně jsou profesionálové, doktoři a odborníci, kteří mají tendenci dívat se na rekompresi ve vodě jako na amatérskou blbost, jen o něco menší šílenství než neprofesionální pokus o náročný chirurgický výkon. Na druhé straně narůstá počet potápěčů s technickými a vědeckými znalostmi, kteří se ptají, jestli to doktoři opravdu vědí nejlépe.

Po léta byl konsensus v potápěčské lékařské komunitě, že je nepřijatelně vysoké riziko užít při léčbě dekompresní choroby rekompresi ve vodě (angl.: in water rekompression – IWR). Ale IWR se stává spornou otázkou znova v souvislosti s tím, jak potápěči dosahují stále více vzdálených hranic. Pro ty, kteří se pravidelně potápějí do hloubky přes 100 stop (30 metrů), dělají několik ponorů denně nebo používají směsi plynů již není debata o IWR zcela akademická. Dříve nebo později, budeš ty či tvůj partner stát před problémem, rozhodnout se mezi různě dlouhou prodlevou dostání se do komory nebo okamžitou léčbou. Špatné rozhodnutí vás může nasměrovat k nepohodlnému životu na invalidním vozíku nebo k něčemu ještě horšímu.

Pojďme vzít v úvahu nejprve pohled lékařů. Pokud se to stane jejich pacientům, lékaři jsou konzervativní. Minimalizování pacientova rizika je základní zásadou jejich studia. Jestliže je možné se riziku úplně vyhnout, budou to podporovat. Doktoři, kteří se specializují na potápěčskou medicínu vědí, jak nebezpečná může dekompresní nemoc být. Není to jednoduchá záležitost, když se kdekoli v těle objeví bubliny a navazující fyziologické procesy, kterým dosud úplně nerozumějí. Dokonce i v hyperbarické komoře se může stav pacienta zhoršit a vyžadovat značnou lékařskou intervenci.

Uplatnění lékařského postupu tlačí závazné zákony z již konzervativního postoje k ještě konzervativnějšímu. Doktoři se nyní ani neodváží pomyslet na cokoli jiného než na zaběhlé procedury. IWR, třebaže široce užívaná, nebyla totiž nikdy testována za kontrolovaných podmínek. Neexistují žádné klinické záznamy nebo statistické studie na toto téma. Jenom hrstka lékařů s tím má byť jen minimální zkušenosti Pro lékařskou komunitu je IWR léčba, která rozhodně nepřichází do úvahy. V odmítání této léčby kvůli jejím potencionálním rizikům je často ignorováno riziko v podobě odložené léčby spojené s dlouhým transportem do dekompresní komory. IWR má jedno významné plus: bezprostřednost.

Pojďme rozlišovat dva stupně dekompresní choroby (DCS), stupeň 1 a 2. Tyto stupně by neměli být zaměňovány kvůli rozlišení mezi mírnými symptomy a nebezpečnějším kardio-pulmonálrním a mozkovým poškozením. Během projektu ražení tunelů v Hong Kongu, kde byla rekomprese ihned dostupná, se vyskytl pouze jeden případ DCS druhého stupně ze 793 všech případů DCS. Jako protiklad lze uvést situaci mezi rybáři na Singapuru, kde rekomprese byla odkládána, 47 z 58 případů DCS se rozvinulo do druhého stupně.

Při DCS prvního stupně se bubliny inertního plynu začaly formovat a vyvíjejí tak tlak na nervové a krevní zásobení. Poškození tkáně je minimální až nulové a pokud rekompresní léčba začala ihned, je prognóza pro úspěšnou a nekomplikovanou léčbu vynikající. Tento závěr vychází z praktických zkušeností, kde komory jsou přístupné na potápěčských stanicích a ze zkušeností komerčních potápěčů, jako jsou potápěči na černých korálech na Havaji a potápěči hledající perly v severní Austrálii, jejichž léčba je jen stěží promyšlená. Když bolest začíná, jdou zpět do vody a klesají, dokud nepřestane, zde chvíli počkají a pak začnou pomalu výstup. Pokud se bolest objeví znovu, jdou zpět trochu dolů, kde počkají déle. V zásadě lze říci, že nechávají bublinu inertního plynu pod prahem bolesti, dokud se neabsorbuje. Je to surové, lékaři se chvějí hrůzou jen při pomyšlení na to, ale většinou to tak funguje.

Pokud je léčba odložena, může nastat jiný průběh. U neléčené DCS – stupeň 1 většinou dochází k rozvinutí stupně 2, ve kterém narůstá poškození tkáně a je sníženo krevní zásobení. Je současně

poškozena tkáň jako taková a současně byly uvedeny do chodu fyziologické procesy, jako reakce organismu. V závislosti na druhu poškozené tkáně a době do začátku rekomprese dochází k prodloužení léčby a k vyvolání doprovodných komplikací. Do té doby, než se většina potápěčů dostane k rekompresi v komoře, se u mnoha dostaví určité množství příznaků 2.stupně DCS. Protože většina postižených viděných lékaři se nachází v tomto druhém stupni postižení, není ani překvapující, že si lékaři nedokáží představit léčbu těchto pacientů ve vodě.

Co dělat:

Bohužel zde nejsou jasná a rychlá pravidla. Víme, že neodkladná léčba výrazně zvyšuje pravděpodobnost úspěchu, která může dělat IWR výhodnou. Čas potřebný k dostání se do komory, závažnost příznaků, dostupnost kyslíku pro léčbu, dostupnost celoobličejové masky, to jsou faktory směřující k takovému rozhodnutí. Léčba by měla začít při prvních náznacích DCS. Dokud neexistují závazné podmínky, je následující postup, založený na tabulkách U.S.Navy, použitelný.

Pokud je k dispozici pouze vzduch, měl by postižený, v doprovodu zkušených potápěčů, sestoupit do takové hloubky, kde vymizí příznaky, plus dalších 10 stop(3 metry). Zde vyčkat hodinu a potom vystupovat rychlostí 30 cm za 2 minuty do hloubky 6 metrů, zde vyčkat další hodinu a pokračovat ve výstupu rychlostí 30 cm za 2 minuty do hloubky 10 stop (3 metry), zde počkat další půlhodinu a potom, nevrátí-li se žádné symptomy, vynořit se na hladinu rychlostí 30 cm za minutu. Pokud se symptomy začnou v kterémkoli bodě vracet, klesejte dokud nezmizí, plus 3 metry a pokračujte jako předtím.

Dýchání čistého kyslíku výrazně zvyšuje efektivitu léčby rekompresí. Pokud je to možné, měl by být započat používán ve 30 stopách (9 metrech) za 45 minut vystoupat rychlostí 30 cm za minutu do 20 stop (6 metrů). Opět vyčkat 45 minut a vystoupat rychlostí 30 cm za minutu do 10 stop (3 metry), znovu vyčkat 45 minut a pak se vynořit rychlostí 30 cm za minut na hladinu. O léčení 2.stupně DCS by se ani nemělo uvažovat bez možnosti užít celoobličejovou masku, je to velmi riskantní, ale pořád asi lepší, než nechat někoho zemřít nebo získat trvalé poškození mozku kvůli velkému zpoždění při transportu do komory. Ponechat 1.stupeň DCS, který lze jednoduše léčit ve vodě, vyvinout do 2.stupně kvůli dlouhé přepravě do komory, protože je to “bezpečnější”, je také nesmysl. Potřebujeme sbírat poznatky od těch, kteří používali tuto techniku a potřebujeme udělat pokus za kontrolovaných podmínek. Mohlo by to pomoci zvážit riziko tohoto druhu léčby oproti riziku odkladu.

Specialisté na potápěčských lodích a základnách by měli mít minimálně otevřený okruh kyslíku a celoobličejovou masku než se rozhodnou zvažovat tento způsob léčby. Větší plavidla by opravdu měla mít dekompresní komory, pokud se rozhodnou nabízet bezpečnost. IWR byla tento rok zkoušena na sympoziu univerzity na Havaji.

Použitá literatura:

Fyziologie člověka - Grada
Problem or solution - Walter Starck
Neodkladné případy – Conrad Droste

s dovolení autora použito z ***http://www.blue-cell.cz***

Ošetřování dekompresních nevolností
(Ann H. Kristovich, D.D.S.)

Úspěšné zvládnutí DCS závisí na eliminaci plnění inertního plynu a zmírnění příznaků vrácením oběhu krve do porušených tkání. Nejdůležitější je předejít nebo odvrátit zánětlivé procesy, vedoucí k pozdním vážným příznakům. Konvenční terapie je dána především ošetřením v dekompresní komoře při dýchání 100 % kyslíku. Maximalizuje se tak eliminace inertního plynu a snižuje velikost bublinek inertního plynu. Do trojice prostředků zdravotní pomoci patří užití 100% kyslíku, provedení agresivní nitrožilní rehydratace, příjem tekutin ústy a podání léků. Tím se zmírní a odvrátí zánětlivý proces odpovědný za rozvoj DCS.

Dr. Xavier Fructus, bývalý vědecký ředitel organizace COMEX, Marseilles, Francie, zabývající se potápěčským výzkumem, byl průkopníkem v léčbě DCS. Své názory prezentoval v roce 1979 na každoročním semináři "Undersea Medial Society", dříve známé pod názvem "Undersea & Hyperbaric Medical Society". Fructus doporučil během nitrožilního podávání kortikoidů, aspirinu, solných roztoků a nebo plasmové náhražky zvané dextran, podávat také 100% kyslík maskou. Fructusův protokol byl vyvinut jako první pomoc pro potápěče pracující v odlehlých oblastech, hodiny vzdálených od nejbližší dekompresní komory. Po první pomoci následovala rekomprese v komoře. Výsledky byly ohromující. Ze 67 případů zasažení centrálního nervového systému a léčených tímto protokolem v průběhu přepravy, 72 % bylo v době příchodu do komory zlepšeno nebo bez jakýchkoli příznaků.

Použití stoprocentního kyslíku je pro řízení DCS rozhodující. Výsledkem je zlepšení dopravy kyslíku do tkáně a vytvořením příznivého stupně vyloučení plynů zvýšení eliminace inertních plynů. U některých potápěčů, při dýchání 100% kyslíku, příznaky DCS úplně vymizely.

U osob, kterým je podáván kyslík při atmosférickém tlaku, je také větší pravděpodobnost zmírnění nebo dokonce naprosté eliminace příznaků díky následující terapii v komoře.

Tkáň porušená traumatem se vždy zanítí. Někdy je zánět více ničící než samotné trauma či dokonce celé onemocnění. V průběhu zánětu porušené buňky uvolňují chemické látky, jako jsou histamin nebo bradykinin, zvyšující prostupnost krevních cév. Proteolytické enzymy také aktivují celý průběh zánětu: v dané oblasti se zvýší krevní oběh; vlásečnicemi začne pronikat velký objem krevní plasmy, bílé krvinky zvané leukocyty tuto oblast infiltrují. Minimalizování zánětu podporuje léčbu DCS. Zánět může být zastaven podáním vysokého množství kortikoidů, skupiny léků jež napodobují svým působením steroidy vytvořené v kůře nadledvinek. Steroidy hrají roli při regulování soli, vody, uhlohydrátů a metabolismu proteinu. I když přesné mechanismy jejich protizánětlivých účinků nejsou plně známy, kortikoidy zastavují prvotní fázi právě započatého zánětu.

Tato aktivita se vyznačuje potlačením pohybu leukocytů a funkce fibroblastů, spojujících tkáň a přispívajících ke srážlivosti krve. Kortikoidy také zastavující pronikání plazmy vlásečnicemi a stabilizují lyzozomy. Lyzozomy jsou úschovné buňky pro proteolytické enzymy, jež narušují proteiny jako stavební prvky buněčné stěny.Kortikoidy posilují membrány lyzozomu a tím omezují jejích možné protržení a tedy potlačují i zánět. Snižuje se také prostupnost vlásečnic. Tím zpomalí ztrátu plazmy a sníží pohyb bílých krvinek, což zamezí dalšímu rozšiřování zánětlivých látek. Tyto složky krve mohou naprosto zmizet po injekci glukokortikoidu.Dexamethason je syntetický steroid založený na molekule kortyzonu. Fructus doporučil právě dávku Dexamethasonu nebo ekvivalentního steroidu.

I když lidokain nepatří do skupiny steroidních léků, byl prokázán jeho vliv na zamezení funkce leukocytů. Nitrožilní aplikace je bezpečný a slibně prospěšný doplněk k již popsaným terapiím. Používání aspirinu k zabránění či k léčení DCS je diskutabilní. U aspirinu bylo prokázáno, že zamezuje shromáždění (aglutinaci) krevních destiček.
Shromažďování nebo pokles krevních destiček je součástí zánětového a srážecího procesu,

stimulovaného látkami vyloučenými během zánětlivé kaskády. Předcházení těmto procesům může usnadnit oběh krve v tkáních. Dehydratace je během DCS běžná a může uškodit v několika případech. Nitrožilní i ústní příjem tekutin **(pouze ale nealkoholické a bezkofeinové nápoje!!!)** je rozhodující k udržení nitrožilního objemu. Dehydratace může snížit objem krve a tím přivodit šokové podmínky velmi podobné krvácení. Důsledkem ztráty plazmy se zvýší viskozita krve a zpomalí se krevní oběh.

Zahuštění krve (hemokoncentrace) bylo pozorováno v laboratorních studiích, jak v případech dekompresních nevolností tak tepenné vzduchové embolie, dvou podmínek DCS. Zahuštění krve je měřeno jako nárůst hematokritu, nebo jako větší koncentrace červených krvinek. Důvodem je pravděpodobně poškození krevních stěn cév, které potom dovolují aby plazma pronikala do volných mimocévních míst. Agresivní rehydratace zvyšuje náplň cév, udržuje krevní tlak, odvrací hemokoncentraci, zvětšuje mikro-cirkulaci a může napomáhat eliminování inertních plynů. V případě, že postižený nemůže pít tekutiny, je nutno podat infůzi, např.: "Ringerova" nebo fyziologického roztoku. I tak by ale mělo být upuštěno od podávání glukózy, především pak v případě příznaků zasažení centrálního nervového systému. Glukóza, podávaná dokonce i v malém množství, urychlí tvorbu laktátu uvnitř buňek. Tato látka může vést k nitrobuněčné kyselosti následované možností objevení neurologických příznaků.

Preferovaný způsob řízení dekompresních nevolností je rekomprese v komoře. Oblasti potápění mohou ale být od nejbližší komory vzdáleny několik hodin či dokonce dnů. Takováto vzdálenost značně snižuje úspěch rekompresního postupu. Měla by být proto brána v úvahu zdravotní pomoc v terénu a/nebo rekomprese přímo ve vodě. Pokud při sobě mají náležitě kvalifikované osoby potřebné léky, tekutiny a plyny, mělo by být s ošetřením započato co možná nejdříve. Techničtí potápěči byly po léta vyzíváni aby na DCS myslely jako na pravděpodobnost, a ne možnost. Nepřipravení náležitého plánu ošetření pro danou oblast je stejně nebezpečné jako potápění s nevhodnou směsí.

Ann Kristovich, D.D.S., jedna z vedoucích členů projektu Proyecto de Buceo Espeleologico Mexico y America Central., zaměřeného na prozkoumání jeskyň v Mexiku, Belize a Střední Americe. Ann ustavila ženský rekord v potápění na hloubku 554 stop / 169 metrů se smíšeným plynem a 370 stop / 113 metrů se vzduchem.

Hlavní základy ošetření dekompresní nevolnosti

Upřednostňovaný způsob řízení dekompresních nevolností **je rekomprese v komoře**. Pokud jsou potápěčské oblasti vzdáleny hodiny či dokonce dny od nejbližších komor, je třeba brát v úvahu terénní zdravotní management.

1. **Okamžitá reakce** - Rychlé ošetření je nezbytné k minimalizování ztrát
2. **Eliminování nádechu inertního plynu** - Použitím kyslíku vytvořte příznivý tlak. Je-li to možné, zvyšte tlak v komoře. V případě, že neexistují příznaky tepenné vzduchové embolie nebo neurologického poškození, zvažujte rekompresi ve vodě.
3. **Obnovení krevního oběhu** - Nitrožilně rehydrujte, použijte fyziologický roztok, "Ringerův roztok" nebo náhražky plazmy. V žádném případě ale nepodávejte glukózu. Ti co jsou při vědomí mohou pít tekutiny, nikoli však alkohol nebo kofein.
4. **Zamezení zánětu** - Nitrožilně podejte steroidy a lidokain. Aspirin může být podán buď nitrožilně nebo ústně.

Převzato z časopisu Immersed,
překlad MUDr. Antonín Kalný, s dovolením překladatele použito z ***http://www.blue-cell.cz***

VAROVÁNÍ – PROVÁDĚNÍ ZDE POPSANÝCH ZDRAVOTNICKÝCH ÚKONŮ BEZ ŘADNÉHO ŠKOLENÍ MŮŽE ZPŮSOBIT VÁŽNÉ POŠKOZENÍ ZDRAVÍ.

Užívání léků při potápění

Občas mají potápěči zkušenosti s některými formami obtíží - závratě, průjem, žaludeční nevolnost, ucpaný nos, bolest hlavy, které mohou narušit požitek z potápění. Volně prodávané léky jsou nejčastějším zdrojem léčby těchto obtíží. Volně prodávané léky jsou určeny pro bezpečné a krátkodobé léčení nemocí, které si uživatel sám diagnostikuje. Ačkoli jsou na trhu stovky produktů, výběr nejvhodnějšího bývá často obtížný. Dále je časté, že léky obsahují dvě nebo více účinných látek k potlačení více symptomů, jak to vídáme u léků proti nachlazení či alergiím.

Nejběžnější a pro rekreační potápěče nejzajímavější léky spadají do následujících kategorií s následným použitím:
Antihistaminika - alergická rýma, poštípání hmyzem, obecně alergické reakce
Decongestiva - ucpané nosní a čelní dutiny
Antiemetika - mořská nemoc, žaludeční nevolnost
Analgetika, antipyretika - bolesti, zánětlivá onemocnění se zvýšenými teplotami

Antihistaminika

Nos je vstupní branou respiračního systému. Jeho funkce je ohřívat, filtrovat a zvlhčovat vzduch, který dýcháme. Jelikož buňky v plicích, které se účastní výměny plynů, jsou velmi choulostivé, jsou horní dýchací cesty vybaveny specializovanými buňkami, které zajišťují obranný mechanizmus k zachytávání bakterií a mechanických nečistot jako součást celkového imunitního systému těla.

U 10 - 15 % populace je imunitní systém senzibilizován alergeny rozptýlenými ve vzduchu (prach, pyl, plísně) a výsledkem je zvýšená odpověď organizmu známá jako alergická rýma nebo sezónní alergie. Hlavním přispěvatelem k alergii jsou specializované buňky v kůži, bronchiálním stromu a ve střevech, které jsou zásobárnou histaminu. Během alergické odpovědi tyto buňky vyplaví histamin a ostatní modulátory imunitního systému do oběhu a vyvolají tak příznaky související s alergiemi - výtok hlenu z nosu, kýchání, svědění, slzení očí, kašel …

Léčba alergií: Antihistaminika jsou léky, které blokují efekt histaminu. Ačkoli mohou omezovat alergickou reakci, nejsou zcela bez nevýhod ve formě vedlejších účinků. Nejčastější vedlejší účinky jsou: ospalost, malátnost, sucho v ústech, snížení tvorby moči, nejasné nebo rozmazané vidění, zvýšená tepová frekvence.

Ospalost, jeden z nejvážnějších vedlejších účinků, je způsoben tím, že účinná látka působí v mozku. Navíc může být účinek zvýšen působením dusíkového opojení, což má za následek zvýšené riziko při potápění. Jelikož jedním z účinků antihistaminik je i snižování sekrecí (výtok z nosu, slzení), sucho v ústech může být další nepříjemný vedlejší efekt, navíc znásobený dýcháním suchého vzduchu z automatiky. Proto je nutné se před ponorem "zavodnit" dostatečným množstvím nápojů, případně alespoň mezi ponory cucat tvrdé bonbony, které zvyšují tvorbu slin.

V některých případech může lékař předepsat inhalační steroidy, které jsou ve formě kapek nebo sprejů užívány lokálně, tedy vstřikují se přímo do nosu a nezpůsobují tak celkové vedlejší efekty. Nevýhodou je, že tyto látky musí být aplikovány několikrát denně a vyžadují určitý čas, než začnou působit. Obava před vypláchnutím účinné látky z nosu při plavání či potápění je lichá, látky jsou poměrně rychle vstřebány nosní sliznicí, ale je nutné nechat je působit alespoň půl hodiny před ponorem. Je však třeba vzít v úvahu i dobu působení a správně naplánovat a načasovat podání léku a délku ponoru.

Látky bez sedativních účinků:
Koncem osmdesátých let se objevila nová generace antihistaminik s prodlouženým účinkem a bez sedativních účinků. Patří mezi ně např. loraditin (Claritin®) , cetirizin (Zyrtec®), fexofenadin (Allegra®) . Tyto léky jsou jen na předpis.

Decongestiva

Lidské tělo má čtyři páry sinusových (vedlejších nosních) dutin. Jednak snižují celkovou hmotnost lebky a také působí jako rezonanční komora při mluvení. Pokud jsme nachlazeni, tělo mobilizuje své obranné mechanizmy. Začíná roztažením cév v dýchacích cestách, aby bylo možné dopravit více buněk bojujících proti bakteriím do dýchacího systému. Stěny těchto cév se také stávají propustnými, aby umožnily těmto buňkám, protilátkám a tekutinám shromažďovat se ve tkáni. Jak se mezibuněčný prostor vyplňuje tekutinou, zvětšuje se objem tkání a ty pak uzavírají normálně průchodné drenážní cesty ze sinusových dutin do krku. Narůstající tlak pak působí obtíže a bolest. Potápěč pocítí tyto obtíže tím, že není schopen vyrovnávat tlak.

Léčba: Léky používané k léčbě ucpaných dutin jsou nazývány sympatomimetika a stimulují vyplavení norepinerfinu. Ten způsobí, že se cévy v nosních cestách zúží a následně se i zmenší zduření (otok) tkání. Základním vedlejším efektem těchto látek je schopnost zvyšovat tepovou frekvenci a krevní tlak. Látky mají obvykle krátkou dobu působení - okolo 4 - 6 hod. - a účinek může odeznít během ponoru, vyvolá se zpětný efekt a opětné stlačení tkání při vynořování, kdy klesá okolní tlak. Pro vyloučení systémových vedlejších účinků - nervozity a tachykardie - je možné použít nosní kapky s lokálním účinkem. Některé z těchto sprejů mají prodloužený účinek (8 - 12 hod.), nevýhodou však je, že mohou být používány jen několik dní, pak nastupuje tachyphylaxe (rychlá rezistence vůči léku), a dávky se musí zvyšovat . Další možností je inhalace solných roztoků z mikronebulizátorů, které mohou být užívány kdykoliv je potřeba a nevyvolávají tachyphylaxi . Jejich účinnost je však variabilní.

Pseudoephedrin, klíčová ingredience léků Sudafed®, Clarinase®, je často používaný potápěči jako decongestivum. Nedávná studie vyzdvihla jeho účinnost a potvrdila jeho preventivní účinky proti barotraumatu středouší.

Antiemetika

Obdoba mořské nemoci - kinetóza - je častým neduhem potápěčů. Může být vyvolána zvýšeným tlakem na střední ucho a následnou stimulací semilunárních kanálků vnitřního ucha. I vizuální dráždění vlnami může způsobit závratě. Tyto jsou pak přeneseny do mozku. Dávivý reflex, nejběžnější příznak mořské nemoci, je komplexní reakcí zasahující centrální nervovou soustavu a trávicí ústrojí. Antiemetika jsou antihistaminika nebo látky chemicky podobné antihistaminikům, které stabilizují membránu vestibulárního kanálku ve vnitřním uchu. Mají též vliv na nervový přenos do mozku. Potápěči se mohou setkat se závratí též při sestupu nebo při výstupu, kdy alterobarická závrať je stimulována nesymetrickým tlakem v semilunárních kanálcích. To nemá nic společného s mořskou nemocí a obvykle nevyžaduje léčebný zásah.

Léčba: Mořská nemoc se dá, naneštěstí, jen zřídka léčit v době, kdy se již projeví; antiemetika se musí použít ještě v době před nástupem na loď. Všechna volně prodávaná antiemetika jsou podskupinou antihistaminik a tyto látky mají zvýšenou schopnost působit na mozek sedativním účinkem, který může být problémem při potápění. To je částečně možné i při kombinaci léků tišících alergie a závratě. Mnoha lidem, kteří trpí mořskou nemocí, je dobře známa skopolaminová náplast Transderm Skop®, která je efektivní prevencí mořské nemoci. Náplast musí být aplikována nejméně čtyři hodiny před vystavením se pohybu. Vedlejší efekt - ospalost, malátnost, duševní zmatenost - může být pro potápěče problémem, i když tyto účinky jsou obvykle malé.

Objevuje se i terapie bez léků na bázi akupresury, ale s rozdílnými účinky. Seabends® a Trevelaides® jsou pásky, které se připevňují na vnitřní zápěstí cca tři prsty nad kloubem a stimulují Neiquistův bod. Někteří uživatelé pozorovali snížení obtíží i po počátku nevolnosti.

Analgetika a antipyretika

Bolest je podnět, který pracuje jako ochranný mechanizmus; je to cesta, jak naše tělo oznamuje varování před nemocí či poraněním. Léky užívané k léčení bolesti mohou působit buď lokálně v místě poranění nebo centrálně. Centrálně působící látky jako opiáty (syntetická narkotika simulující efekt opia - morfin, kodein) stimulují receptory v mozku ke změně vnímání bolesti a emocionální odpovědi. Vedlejší efekty - ospalost, malátnost, mentální i respirační útlum, nevolnost, zácpa, euforie, … - činí tyto léky nevhodné ve spojení s potápěním.

Léčba: Léky tišící bolest prodávané bez předpisu nalezneme ve třech kategoriích:
Acetaminopheny - např. Paracetamol, Paralen, …
Salyciláty - Acylpyrin, Aspirin, Upsarin, …
Nesteroidní protizánětlivé léky (NSAIDs) - Brufen, Ibuprofen, …

Když se objeví poranění, tělo produkuje prostaglandiny, aktivní multifunkční substance, které hrají důležitou roli jak v zánětlivém procesu - otok, zarudnutí , tak i v pocitu bolesti. Salyciláty a NSAIDs zamezují produkci prostaglandinu , tím zmírňují bolest a zmenšují otoky.

Některé NSAIDs byly převedeny do bezpředpisových léků a zaznamenaly vzrůst obliby a spotřeby. Acetaminopheny také pomáhají snižovat bolesti, ale nejsou tak účinné, jako salyciláty nebo NSAIDs. Nejvýznamnější vedlejší účinky salycilátů a NSAIDs jsou žaludeční obtíže a tvoření vředů v gastrointestinálním traktu. Vyšší dávky aspirinu mohou způsobit hučení nebo zvonění v uších, snížením srážlivosti krve mohou vyvolat i problémy s krvácením.

Léky pro místní tišení bolesti jsou dodávány ve formě mastí, krémů či gelů. Tyto přípravky většinou obsahují salyciláty, mentol a kafr a pracují protidráždivě - tzn. vyvolávají dráždivý efekt, který je tolerován daleko lépe něž původní poranění. Protože se používají místně, nemají žádný celkový účinek. Jejich nevýhodou je, že nemohou být použity na poškozenou kůži , jejich použití je mírně komplikované (zašpinění), mohou být cítit a jejich účinek je jen mírný.

Kromě těchto nevýhod, důvod pro potřebu léků proti bolesti může mít vliv i na potápění. Jakékoliv poranění, i když je léčeno a bolest tišena, může mít vliv na pohyblivost nebo rozsah pohybů a zvyšuje riziko potápění. Navíc použití tišících léků může zastřít známky nebo symptomy dekompresní nemoci.

Fotosenzitivní reakce s léky

Tropické podnebí, omezená ochrana proti záření a prodloužený čas pobytu na slunci mohou způsobit popálení kůže slunečním zářením, ale podobné účinky mohou vyvolat i některé léky. Mnoho lidí si není vědomo, že některé léky zvyšují senzitivitu kůže na sluneční záření. Reakce způsobená interaktivitou mezi lékem a slunečním zářením se může projevit jako fotoalergie nebo fototoxicita. Fotoalergická reakce se objeví, když ultrafialové záření změní chemickou strukturu léku a tělo reaguje vyvářením protilátek na tyto modifikované struktury. Fototoxicita je více častá reakce, nezasahuje imunitní systém, ale způsobuje poškození buněk tím, že lék absorbuje UV záření a energii uvolní do kůže. Poškození je tak většinou omezeno na místa přímo vystavená záření.

Závěr

Rozhodnutí o použití jakýchkoli léků před potápěním musí předcházet úvaha o tom, jaké riziko je vyváženo předpokládanému prospěchu. Seznamte se s možnými vedlejšími účinky, konsultujte je případně s medicínsky vzdělanými odborníky, důvěrně obeznámenými s účinky na potápění, a nebo se obraťte na lékařskou informační linku DAN. Pamatujte, že potápění má přinést potěšení a vynechání jednoho ponoru je lepší, než pokažení celého výletu nebo přivedení vás či vašeho partnera do zvýšeného rizika.

Z anglického originálu DAN EUROPE NEWS - II QURTER- 1999, str. 62 – 65
přeložil a upravil ***http://www.blue-cell.cz/***, Ing. Jaroslav Mašín, PADI AOWD, MFA

Základní opatření při onemocněních

MUDr. Dana Šraierová

Jen když je lékař mimo dosah

Průjmovitá onemocnění

1) Zásadním opatřením je dieta.
2) Dostatek tekutin - denní dávky: děti asi 150 ml na kg tělesné hmotnosti, dospělí nejméně 2 litry, ideální je 3 až 4 litry. Při současném zvracení ještě více.
3) Smekta (3 krát denně sáček) nebo aktivní uhlí (až 6 krát denně 2 tablety), obojí maximálně 3 dny
4) Když nenastane zlepšení do 2 dnů, přidat Endiaron (Endiform) 3 krát denně jednu tabletu, u pacientů s větší tělesnou hmotností první den nebo dva po dvou tabletách. Brát minimálně 5 dnů, obvykle 7, maximálně 10 dnů.
5) Po ústupu obtíží ihned vysadit Smektu nebo uhlí, Endiaron (Enform) brát stanovenou dobu.
6) Při selhání vyjímečně podávat Biseptol 2 tablety po 12 hodinách, celkem 5 dnů. Je nutné při tom vysadit Endiaron a Smektu.
7) I při medikaci je nutné neustále dodržovat pitný režim a dietu.
8) Před podáním jakéhokoliv léku se vždy zeptejte na případnou alergii. U dětí se používají poloviční dávky.
9) Nepít alkohol při potížích a ani následující dva až tři dny !!!

Bolesti zhmožděných svalů, hlavy, zubů

Analgetika – Acylpyrin nebo Paralen nebo Ataralgin nebo Valetol nebo Brufen, lépe nekombinovat, maximálně 4 tablety denně.

Alergické reakce

1) Dithiaden, Fenistil, Zyrtec, Clarinase - maximálně 2 tablety jednorázově u dospělého, děti jen Fenistil kapky (1 kapka na 1 kg tělesné hmotnosti) nebo 1/2 tablety Dithiadenu.
2) Těžké stavy:
   Adrenalin ampuli pod kůži
   Dithiaden ampuli do svalu
   Calcium ampuli do žíly
   Solu-medrol nebo Hydrocortizon ampuli do žíly

Zvracení

Torecan čípky podle potřeby, maximálně 3 denně.

Bolesti v krku, teploty

1) Zásadně již při prvních projevech vynechat potápění !!!
2) Fyzické šetření
3) Omezit slunění, kloktat (sůl)
4) Při teplotě Acylpyrin, Paralen nebo Ibuprofen 3 krát denně 1 tabletu (pozor na alergie)
5) Jestliže teploty přes 38°C nepovolí do jednoho až dvou dnů (pod 38°C do tří dnů), budou asi nutná antibiotika
6) buď Augmentin 375 mg – (širokospektrý penicilín - **pozor na alergie !!!**) jedna tableta po 8 hodinách nebo 2 tablety po 8 hodinách pro nemocné s větší tělesnou hmotností.
7) nebo Rulid 150 mg – (není penicilín) jedna tableta po 12 hodinách
8) Jedno balení léku je pro jednu léčebnou kůru, tedy asi 7 dní, je nutné léky dobrat.

Základy potápěčské fyziky

Ing. Zdeněk Šraier

Základní jednotky SI			
Název veličiny	*Jednotka*	*Značka jednotky*	*Obvyklé označení veličiny*
Délka	metr	m	
Hmotnost	kilogram	kg	m
Čas	sekunda	s	t
Termodynamická teplota	kelvin	K	T
Látkové množství	mol	mol	n
Elektrický proud	ampér	A	I
Svítivost	kandela	cd	

Termodynamická teplota

se měří v kelvinech, ne ve stupních kelvina. Nemá zápornou hodnotu ! Velikost jednoho kelvina je stejná jako velikost jednoho stupně Celsia. Teplota 0 K je hodnota tzv. **absolutní nuly**. Pro vztah termodynamické teploty a známé teploty ve stupních Celsia platí vztah:

$$T\ [K] = 273{,}15 + t_N\ [°C]$$

Látkové množství

je počet elementárních jedinců nějaké látky (atomů, molekul, iontů, elektronů, …), v souvislosti s plyny uvažujeme vždy molekuly příslušného plynu. 1 mol obsahuje 6,022045 . 10^{23} částic a toto číslo se nazývá Avogadrova konstanta $\mathbf{N_A}$.

Svítivost

je podíl části světelného toku vycházejícího z bodového zdroje do malého prostorového úhlu.

Násobky jednotek a jejich zkratky		
název	*význam*	*zkratka*
mega	milión; 1000000; 10^6	M
kilo	tisíc; 1000; 10^3	k
hekto	sto; 100; 10^2	h
deci	desetina; 0,1; 10^{-1}	d
centi	setina; 0,01; 10^{-2}	c
mili	tisícina; 0,001; 10^{-3}	m
mikro	milióntina; 0,000001; 10^{-6}	μ

Některé odvozené jednotky

Zrychlení

změna rychlosti pohybu tělesa v čase – např. rychlost 3 m/s za 2 sekundy rovnoměrně vzroste na 7 m/s. To znamená, že zrychlení bylo 2 m/s^2. Obvyklé označení zrychlení je písmeno **a**.
Speciální druh zrychlení je **gravitační zrychlení,** označované písmenem **g**, což je zrychlení, s kterým se přitahují hmotná tělesa. Na zemském povrchu uvažujeme většinou **g = 9,81 m/s^2**, nebo ho zaokrouhlujeme na hodnotu 10 m/s^2, která stačí pro orientační výpočty.

Síla

míra intenzity vzájemného působení hmotných těles (nebo soustav) a je příčinou deformace tvaru těles (změna tvaru) nebo příčinou změny pohybového stavu (dynamický účinek). Jednotkou síly je Newton [N]. Jeden Newton je síla, která udělí zrychlení 1 m/s^2 tělesu o hmotnosti 1 kg. Sílu označujeme většinou písmenem **F**. Speciální druh síly je **tíha** (pozor, nepleťte si ji s hmotností), označujeme ji písmenem **G**. Je to síla, která působí směrem ke středu Země, je způsobena gravitací Země a způsobuje ve vakuu zrychlení hmotných těles o velikosti g (9,81 m/s^2).

Druhý Newtonův zákon (síla je úměrná časové změně hybnosti tělesa) lze vyjádřit rovnicí:

$$\mathbf{F = m \cdot a} \quad \text{nebo} \quad \mathbf{G = m \cdot g}$$

Z toho vyplývá, že jeden Newton je kilogram krát metr za sekundu na druhou, $N = (kg \cdot m) / s^2$.

Tlak

podíl síly F, působící kolmo na plochu, a velikosti této plochy S. Platí tedy vzorec:

$$\mathbf{p = F / S}$$

Tlak označujeme obvykle písmenem **p** a má jednotku **pascal** [Pa]. To je tlak způsobený silou jednoho newtonu působící na plochu jednoho metru čtverečního. $Pa = N / m^2$.

V potápěčské praxi se hlavně setkáváme s **atmosférickým tlakem p_a**, to je tlak způsobený tíhou vrstvy atmosféry (vzduchu) na daným místem. Na hladině moře se za normální hodnotu atmosférického tlaku považuje tlak 101325 Pa. Přibližně můžeme v malé nadmořské výšce uvažovat **atmosférický tlak rovný 0,1 MPa, tj. 1 bar**. Ve výšce přibližně 5500 m nad mořem je to polovina (protože je nad tím místem menší hmota vzduchu).

Hydrostatický tlak je tlak uvnitř kapaliny (vody) způsobený tíhou sloupce vody nad daným místem. Označujeme ho většinou p_h a vypočítáme ho ze vzorce:

$$\mathbf{p_h = h \cdot \rho \cdot g}$$

kde h je hloubka v metrech, ρ je hustota kapaliny v kg/m^3 a g je gravitační zrychlení v m/s^2. Přibližně se dá říci, že **každých 10 metrů hloubky vzroste hydrostatický tlak o 0,1 MPa, tj. o 1 bar**.

Celkový tlak p_c v nějakém místě kapaliny je roven součtu atmosférického a hydrostatického tlaku:

$$\mathbf{p_c = p_a + p_h = p_a + h \cdot \rho \cdot g}$$

Přibližně se dá říci, že v hloubce je **celkový tlak rovný 0,1 + h/100 [MPa] nebo 1+h/10 [bar].**

Tlak nemůže nabývat záporných hodnot ! Tlak 0 Pa je ve vakuu. **Přetlak** a **podtlak** jsou relativní vyjádření tlaků v oddělených prostorech. Např. pneumatiku hustíme na přetlak 0,2 MPa, to je rozdíl tlaku uvnitř pneumatiky vůči atmosférickému tlaku, absolutní tlak v pneumatice bude 0,30 MPa.

Některé základní fyzikální zákony

Tlak se šíří v kapalinách a plynech rovnoměrně všemi směry.

Archimédův zákon

Těleso ponořené do kapaliny je nadlehčováno silou, která se rovná tíze kapaliny tělesem vytlačené (tj. tíha kapaliny, která by zaplnila objem ponořené části tělesa).

Stavová rovnice plynu

(platí pro konstantní množství plynu, teplota je termodynamická !):

$$\mathbf{(p \cdot V) / T = n \cdot R_m}$$

kde n je látkové množství a R_m plynová konstanta 8,31441 $J \cdot K^{-1} \cdot mol^{-1}$.

z toho vyplývá

$$(p_1 . V_1) / T_1 = (p_2 . V_2) / T_2$$

Stav plynu popisují tři veličiny – **tlak, objem a teplota**. Pokud se změní některá z těchto veličin, musí se také změnit minimálně jedna ze zbývajících. Lze odvodit jednodušší vztahy pro specifické změny stavu:
a) Změna za stálé teploty – izotermická – vyjadřuje Boyle-Mariottův zákon:

$$p_1 . V_1 = p_2 . V_2$$

např. bublina vzduchu vystupující z hloubky na hladinu.

b) Změna za stálého objemu – izochorická – Charlesův zákon:

$$p_1 / T_1 = p_2 / T_2$$

např. ohřátí tlakové lahve zanechané na slunci.

c) Změna za stálého tlaku – izobarická – Gay-Lusacův zákon:

$$V_1 / T_1 = V_2 / T_2$$

např. ohřátí vzduchu v pružném balónku.

Daltonův zákon

Ve směsi ideálních plynů, které spolu chemicky nereagují (např. vzduch), se každá ze složek směsi chová tak, jakoby daný objem plynu zaujímala sama a řídí se svojí stavovou rovnicí. Celkový tlak směsi plynů je roven součtu dílčích – **parciálních** – tlaků jednotlivých plynů.

$$p = \Sigma p_i$$

Parciální tlak složky směsi vypočteme z objemové koncentrace (frakce, F) této složky ve směsi.

$$p_i = F_i . p$$

Tzn. že dusík, obsažený ve vzduchu 78-ti %, má parciální tlak rovný 78 % tlaku vzduchu.

Některé zajímavé fyzikální hodnoty	
Gravitační zrychlení na 45° severní šířky u hladiny moře	9,81 m/s^2
Normální atmosférický tlak u hladiny moře	101325,0 Pa
Hustota sladké vody při 4°C a tlaku 101,325 kPa	999,9750 kg/m^3
Průměrná hustota mořské vody	1030,0 kg/m^3
Hustota uhlíkové oceli	7850,0 kg/m^3
Hustota olova	11341,0 kg/m^3
Hustota suchého vzduchu při 0°C a tlaku 101,325 kPa	1,293 kg/m^3
Hustota suchého vzduchu při 20°C a tlaku 101,325 kPa	1,205 kg/m^3
Hustota dusíku při 0°C a tlaku 101,325 kPa	1,2505 kg/m^3
Hustota kyslíku při 0°C a tlaku 101,325 kPa	1,42897 kg/m^3
Hustota helia při 0°C a tlaku 101,325 kPa	0,178467 kg/m^3
Hustota oxidu uhelnatého při 0°C a tlaku 101,325 kPa	1,250 kg/m^3
Hustota oxidu uhličitého při 0°C a tlaku 101,325 kPa	1,9769 kg/m^3
Rychlost zvuku ve vzduchu při 20°C a tlaku 101,325 kPa	343,6 m/s
Rychlost zvuku ve sladké vodě při 20°C	1483,0 m/s
Rychlost zvuku v mořské vodě při 20°C	1514,3 m/s
Obsah dusíku ve vzduchu v objemových %	78,1 %
Obsah kyslíku ve vzduchu v objemových %	20,9 %
Obsah argonu ve vzduchu v objemových %	0,9 %
Obsah oxidu uhličitého ve vzduchu v objemových %	0,03 %

Některé zajímavé fyziologické hodnoty	
Maximální přípustný parciální tlak kyslíku v dýchané směsi	160000,0 Pa
Minimální přípustný parciální tlak kyslíku v dýchané směsi	16000,0 Pa
Běžná výpočtová spotřeba vzduchu na hladině	30,0 l/min

Přepočet tlaku v různých jednotkách			
bar	bar	100000,00000 Pa	100 kPa
torr	torr	133,32200 Pa	1 mm rtuťového sloupce
kilopond na m^2	kp/m^2	9,80665 Pa	1mm vodního sloupce
fyzikální atmosféra	atm	101325,00000 Pa	normální tlak, 760 torr
libra na čtvereční palec	psi	6894,75000 Pa	

psi -> MPa	dělit 145
5 MPa (rezerva)	725 psi
20 MPa (plná láhev)	2900 psi

Příklady výpočtů

1. Určete maximální teoretickou hloubku pro potápění na nádech ve sladké vodě, je-li vitální kapacita plic 4,5 litru a zbytkový objem plic 1,5 litru.

   Řešení: je to hloubka, kdy se celkový objem plic stlačí na velikost zbytkového. Ze stavové rovnice (teplota je konstantní) vyplývá:

   $(V_{vitální} + V_{zbytkový}) \cdot p_a = V_{zbytkový} \cdot p_c = V_{zbytkový} \cdot (p_a + h \cdot \rho \cdot g)$

   $[(V_{vitální} + V_{zbytkový}) \cdot p_a] / V_{zbytkový} = p_a + h \cdot \rho \cdot g$

   $(\{[(V_{vitální} + V_{zbytkový}) \cdot p_a] / V_{zbytkový}\} - p_a) / (\rho \cdot g) = h$

   $h = (\{[(4{,}5 + 1{,}5) \cdot 101325] / 1{,}5\} - 101325) / (1000 \cdot 9{,}81) = \underline{30{,}98\ m}$

2. Určete výsledný tlak v lahvi po dvojím přepouštění z kaskády. Uvažujte optimální pořadí přepouštění. Plněná láhev má objem 10 litrů a výchozí tlak 5 MPa, Zásobní lahve jsou o objemu 40 litrů, v jedné je tlak 22 MPa a ve druhé 15 MPa.

   Řešení: optimální je napřed přepustit vzduch z prázdnější láhve a potom z plnější. Ze stavové rovnice (teplota je konstantní) vyplývá (spojujeme dvě množství plynu – tlak se vyrovná):

   $V_{láhve} \cdot p_{láhve} + V_{zásobník2} \cdot p_{zásobník2} = (V_{láhve} + V_{zásobník2}) \cdot p_1$

   $p_1 = (V_{láhve} \cdot p_{láhve} + V_{zásobník2} \cdot p_{zásobník2}) / (V_{láhve} + V_{zásobník2})$

   $p_1 = (10 \cdot 5 + 40 \cdot 15) / (10 + 40) = \underline{13\ MPa}$

   $p_2 = (V_{láhve} \cdot p_1 + V_{zásobník1} \cdot p_{zásobník1}) / (V_{láhve} + V_{zásobník1})$

   $p_2 = (10 \cdot 13 + 40 \cdot 22) / (10 + 40) = \underline{20{,}2\ MPa}$

3. Určete vztlak 15-ti litrové ocelové tlakové láhve na začátku ponoru (21 MPa) ve sladké vodě a na konci ponoru (5 MPa). Hmotnost prázdné láhve je 16,4 kg.

   Řešení: ze známé hmotnosti prázdné láhve určíme objem jejího pláště. Podle Archimédova zákona je láhev nadlehčována silou rovnající se tíze kapaliny vytlačené. Od této síly musíme odečíst tíhu láhve a vzduchu v láhvi. Pro určení hmotnosti vzduchu musíme vypočítat objem expandovaného množství do normálního tlaku, pro který známe hustotu:

   $V_{pláště} = m_{láhve} / \rho_{oceli} = 16{,}4 / 7850 = 0{,}00208\ m^3 = 2{,}08$ litru

   $F_{vztl} = (V_{láhve} + V_{pláště}) \cdot \rho_{vody} \cdot g = (0{,}00208 + 0{,}015) \cdot 1000 \cdot 9{,}81 = 167{,}6\ N$

   $V_1 = (V_{láhve} \cdot p_{zač}) / p_a = (15 \cdot 21000000) / 101325 = 3108{,}8$ litru $= 3{,}1088\ m^3$

   $m_1 = V_1 \cdot \rho_{vzduchu} = 3{,}1088 \cdot 1{,}205 = 3{,}746\ kg$

   $V_2 = (V_{láhve} \cdot p_{kon}) / p_a = (15 \cdot 5000000) / 101325 = 740{,}2$ litru $= 0{,}7402\ m^3$

   $m_2 = V_2 \cdot \rho_{vzduchu} = 0{,}7402 \cdot 1{,}205 = 0{,}892\ kg$

   $G_1 = (m_{láhve} + m_1) \cdot g = (16{,}4 + 3{,}746) \cdot 9{,}81 = 197{,}6\ N$

$G_2 = (m_{láhve} + m_2) . g = (16,4 + 0,892) . 9,81 = 169,6$ N

na začátku ponoru bude láhev na potápěče působit silou $G_1 – F_{vztl}$ = 30 N směrem ke dnu, na konci ponoru silou $G_2 – F_{vztl}$ = 2 N také směrem ke dnu.

4. Kompenzátor vztlaku je ve sladké vodě, v hloubce 40 metrů naplněn na 1/2 svého objemu. Určete, v jaké hloubce začne podcházet pojišťovací ventil, nastavený na přetlak 30 kPa.

Řešení: hledaná hloubka je taková, kde bude tlak o 30 kPa nižší, něž by odpovídalo rozepnutí plynu na dvojnásobek objemu. Pozor, jde o celkový tlak. Stavová rovnice při konstantní teplotě:

$V_1 . p_1 = 2 . V_1 . p_2$

$p_2 = (V_1 . p_1) / (2 . V_1) = p_1 / 2 = (p_a + h . \rho . g) / 2 = (101325 + 40 . 1000 . 9,81) / 2 = 246862,5$ Pa

p = p2 – 30 kPa = 246862,5 – 30000 = 216862,5 Pa

$h = (p – p_a) / (\rho . g) = (216862,5 - 101325) / (1000 . 9,81) =$ 11,78 m

5. Určete maximální bezpečnou hloubku pro potápění ve sladké vodě se vzduchem z hlediska otravy kyslíkem, jestliže horní hranice parciálního tlaku kyslíku je 150 kPa.

Řešení: pouze stačí určit hloubku ze známého celkového tlaku:

kyslíku je ve vzduchu 20,9 % => kritický tlak vzduchu je = $p_{kyslíku}$ / 0,209 = 717703 Pa

$h = (p – p_a) / (\rho . g) = (717703 - 101325) / (1000 . 9,81) =$ 62,8 m

6. Určete minimální velikost láhve pro ponor ve sladké vodě do 20 metrů na 30 minut. Neuvažujte se spotřebou během výstupu a dekomprese, ta bude pokryta z rezervy 5 MPa, která musí zůstat v láhvi při začátku výstupu. Počáteční tlak lahve je 20 MPa a hladinová spotřeba vzduchu je 30 litrů za minutu.

Řešení: spočítáme hladinou spotřebu vzduchu pro ponor a zjistíme stlačený objem tohoto množství:

ze stavové rovnice platí $RMV_{20} . p_a = RMV_0 . p_{20}$

$RMV_{20} = RMV_0 . (pa + h . \rho . g) / p_a = 30 . (101325 + 20 . 1000 . 9,81) / 101325 = 88,1$ l/min

spotřeba přepočítaná na hladinu $V_0 = RMV_{20} . t = 88,1 * 30 = 2643$ litrů

v láhvi musí zůstat 5 MPa, takže k dispozici máte 15 MPa z počátečního tlaku 20 MPa. Zásoba vzduchu V_0 se tedy musí stlačit na 15 MPa.

$V_{láhve} = V . p_a / p_{láhve} = 2643 . 101325 / 15000000 =$ 17,85 litru

V reálu tedy asi použijete láhev o osmnácti litrech.