

IGOR URH



VODITELJ POTAPLJANJA



LJUBLJANA, 2014

IGOR URH



VODITELJ POTAPLJANJA



LJUBLJANA, 2014

VODITELJ POTAPLJANJA

Priročnik za potapljače

Avtor: Igor Urh, univ. dipl. ing. kem.

Fotografija in oblikovanje: Igor Urh, univ. dipl. ing. kem.

Lektoriranje: Slavica Urh

Izdala in založila: Slovenska potapljaška zveza

Pri pripravi priročnika so bili uporabljeni naslednji glavni viri:

Instructor handbook – British Sub-Aqua Club

Safety and rescue for divers - British Sub-Aqua Club

The diving emergency handbook – John Lippmann & Stan Bugg

Diving and subaquatic medicine – Carl Edmonds

SCUBAPRO seminar za inštruktorje

Rescue Techniques, NOAA Diving Center

Prepovedano je kopiranje ali kakršnokoli razmnoževanje dela brez dovoljenja avtorja

CIP – Kataloški zapis o publikaciji

Univerzitetna knjižnica Maribor

XXXXXXXXXX

URH, Igor

Voditelj potapljanja: [priročnik za potapljače] / avtor Igor Urh

Ljubljana: Slovenska potapljaška zveza, 2014

Kazalo

I. CIRKULATORNI IN RESPIRATORNI SISTEM	10
1. SRCE	10
Težave s srcem in nenadna smrt pri potapljanju	10
Sindrom karotidnega sinusa	11
Patent foramen ovale (PFO) ali atrio – septalni defekt (ASD)	11
2. KRVNI OBTOK	12
Kri	12
Krvna telesa	13
Žile	13
Potapljanje in krvni obtok	13
3. PLJUČA	14
Zgradba pljuč	14
Mehanizem dihanja	15
Zaščita pljuč	15
Pljučne bolezni	15
Poškodba pljuč in njene posledice pri potapljanju	16
II. DEKOMPRESIJA	16
1. DEKOMPRESIJA	16
Absorbcija plinov v telesu	16
Absorbcija in sproščanje dušika	16
Haldanov princip	17
Razdelitev tkiv v razrede	17
Hitrost absorbcije in sproščanja (polovični čas saturacije)	17
Razmerje 2/1	18
Dekompresija se prične ob večjem padcu pritiska okolice	18
Adaptacije Haldanovega modela	18
Povečanje števila teoretičnih oddelkov	19
Kritično razmerje parcialnih pritiskov	19
Čas absorbcije in sproščanja dušika	19
Dušik v telesu	19
Hitrost dviga	19
Dopplerjev limit	19
Dopplerjeva aparatura	19
Dopplerjeva aparatura in dekompresijska bolezen	20
2. SPZ POTAPLJAŠKE TABLICE	20
Uporaba SPZ tablic za brez dekompresijske potope	21
Uporaba SPZ tablic za dekompresijske potope	21
Uporaba SPZ tablic za ponovljene potope	21
Uporaba SPZ tablic za določitev časovnega pribitka k času ponovljenega potopa in določitev dekompresijskega postopka za ponovljeni potop	22
Zaostali dušik v telesu in čas, po katerem je dovoljeno letenje z letalom	22
IV. POŠKODBE IN BOLENJA ZARADI POVEČANEGA TLAKA	23
1. NARKOZA POVZROČENA Z INERTNIMI PLINI	23
2. TOKSIČNO DELOVANJE KISIKA	24
Akutna toksičnost (Paul Bertov efekt) – vpliv na centralni živčni sistem	25

Kronična ali pljučna toksičnost (Lorain Smithov efekt)	26
3. TOKSIČNO DELOVANJE OGLJIKOVEGA DIOKSIDA	27
Glavni vzroki za hiperkapnijo pri potapljačih:	27
Znaki zastrupitve s CO ₂	27
Prva pomoč	28
4. TOKSIČNO DELOVANJE OGLJIKOVEGA MONOKSIDA	28
Znaki in simptomi zastrupitve s CO	28
Prva pomoč	29
5. DEKOMPRESIJSKA BOLEZEN	29
Tipi dekompresijske bolezni	29
Čas nastopa prvih simptomov	29
Znaki dekompresijske bolezni	30
Postopek pri izpuščenju ali prekinjeni dekompresiji	30
Dejavniki, ki povečajo možnost za nastanek dekompresijske bolezni	30
Spreminjanje nadmorske višine po potopu	32
Posledice dekompresijske bolezni	32
Prva pomoč pri dekompresijski bolezni	33
Dihanje 100% kisika kot prva pomoč pri dekompresijski bolezni	33
6. ARTERIJSKA PLINSKA EMBOLIJA	34
7. PLJUČNI EDEM	35
Vzrok za pljučni edem v vodi	35
Simptomi in znaki pljučnega edema	35
Prva pomoč	36
8. VRTOGLAVICA	36
Vzroki za vrtoglavico	36
9. ŠOK	37
Znaki šoka	37
Zdravljenje šoka	38
V. UTAPLJANJE IN UTOPIŦEV	38
Globina potopa	39
Potapljaška oprema	39
Pomanjkanje zraka	39
Odsotnost sopotapljača	39
Pozitivna plovnost	39
Sindrom vdiha slane vode	39
Sekundarna utopitev	40
Ukrepi v primeru utapljanja oziroma suma na možnost sekundarne utopitve	40
VI. VPLIV TEMPERATURE OKOLICE NA POTAPLJAČA	40
1. HIPOTERMIJA	40
Stopnje hipotermije	41
Povzetek navodil prve pomoči pri hudi hipotermiji	41
2. HIPERTEMIJA	42
Znaki toplotnega udara	42
VII. ZDRAVILA IN DROGE PRI POTAPLJANJU	43
Alkohol	43

Nikotin	44
Zdravila proti morski bolezni	44
VIII. FIZIKA	46
1. PLINSKI ZAKONI	46
Zveza med tlakom in prostornino – Boyle-Mariottov zakon	46
Vpliv temperature na prostornino plina – Gay-Lussacov zakon (ali Charlesov zakon) ..	46
Vpliv temperature na tlak plina – Gay-Lussacov zakon	47
Splošna plinska enačba	47
2. DALTONOV ZAKON	48
Daltonov zakon in potapljanje	48
IX. POTAPLJAŠKA OPREMA	49
1. TLAČNA POSODA	49
Primerjava jeklenka / aluminijevka	49
Testiranje tlačnih posod	50
Ventil tlačne potapljaške posode	51
Oznake na jeklenkah	51
Oznake na aluminijevkah	52
Barvna oznaka na potapljaški tlačni posodi	52
Rokovanje s tlačno posodo – potapljaško »jeklenko«.....	52
Polnjenje potapljaške tlačne posode	53
2. HIDROSTATSKI REGULATOR	54
Zgodovina razvoja regulatorja	54
Prva stopnja regulatorja	54
Druga stopnja regulatorja	56
Materiali regulatorja	57
Vzdrževanje regulatorja	57
Kompatibilnost regulatorja z nitroksom	58
Kontrola delovanja regulatorja pred potopom	58
3. POTAPLJAŠKI RAČUNALNIK	59
Princip delovanja	59
Teoretični oddelki in polovični čas saturacije	59
Razlike med tabelami in računalnikom pri več nivojskem potopu	59
Kaj moramo upoštevati pri uporabi potapljaškega računalnika	60
Letenje po potopu	60
Zagotavljanje pravilnega delovanja in uporabe računalnika	61
4. KOMPAS	61
Definicija	61
Zgradba magnetnega kompasa	61
Magnetna deviacija	62
Magnetna deklinacija	62
Uporaba kompasa	62
5. SUHA OBLEKA	63
Tipi suhih oblek	63
Ventili	64

Podobleka	64
Priporočila za uporabo suhe obleke	64
Potop s suho obleko	66
Dvig s suho obleko	67
Na površini	67
Reševanje težav pri uporabi suhe obleke med potapljanjem	67
6. POVRŠINSKA MARKIRNA BOJA	68
Namen	68
Opis boje	68
Kdaj uporabljamo in kdaj ne uporabljamo površinske markirne boje	69
Kako se uporablja površinsko markirno bojo	69
7. DEKOMPRESIJSKA BOJA	70
Namen	70
Opis boje	70
Varnostni ukrepi	70
8. PODVODNO PADALO	71
Primer izračuna porabe zraka za dvig potopljenega predmeta s podvodnim padalom	71
X. PLANIRANJE POTOPA	72
1. PLANIRANJE POTOPA	72
Splošno planiranje	72
Individualno planiranje	73
Potapljanje po planu	73
2. POSTOPKI PRED POTOPI	73
Uskladitev poteka potopa s sopotapljačem	73
Preverjanje potapljaške opreme	74
Dodatna potapljaška oprema	74
3. IZRAČUN PORABE ZRAKA IN TRAJANJA POTOPA	75
Določitev minutnega respiratornega volumna - MRV	75
Planiranje trajanja potopa z uporabo tretjin razpoložljivega zraka	76
Planiranje trajanja potopa z upoštevanjem porabe zraka za spust, dvig in dekom- presijske postanke	77
4. PODVODNA NAVIGACIJA BREZ KOMPASA	78
Izračun razdalje	78
Navigacija po naravi	78
XI. POTAPLJANJE V OTEŽENIH POGOJIH	79
1. POTAPLJANJE V POGOJIH ZMANJŠANE VIDLJIVOSTI	79
Tehnika potapljanja	79
Komunikacija	79
Orientacija	79
Oprema	80
Potapljaška svetilka	80
Izbira lokacije	81
Planiranje potopa	81
Priprava opreme	81

Varnostni postopki	81
Varnostni postopki pri nočnem potapljanju	81
2. GLOBOKI POTOPI	82
Definicija	82
Ste pripravljeni na globok potop?	82
Planiranje globokega potopa	83
Inštrumenti	83
Podpora na vodni gladini	83
Podpora globokega potopa z vrvmi	83
Kontrola obtežitve	84
Izračun porabe zraka	84
Na dan potopa	85
Potop	85
Potopi, ki se jim moramo izogibati	85
Ritem dihanja	85
Po potopu	86
3. VIŠINSKO POTAPLJANJE	86
Planiranje višinskega potopa	87
Primer višinskega potopa z adaptacijo	87
Primer višinskega potopa brez adaptacije	88
Oprema za višinski potop	89
XII. DIHALNE MEŠANICE	89
Plini v mešanica	90
Nitroks	90
Helioks	90
Trimiks	91
Hidroks	91
Hidrelioks	91
XIII. REŠEVANJE	91
1. NUJNI PRIMERI PRI POTAPLJANJU	91
Možne poškodbe med spustom	91
Možne poškodbe med potopom	92
Možne poškodbe med dvigom	93
Različne nezgode	94
2. VODENJE REŠEVANJA	95
Izbira članov reševalne ekipe	96
Prioritete reševanja	96
Glavne naloge psihološke prve pomoči	97
3. PREVIDEVANJE NEZGODE	98
Ocena situacije	98
Stres	98
Obvladovanje stresa	100
Pred potopom	100
Med potopom	101
4. REŠEVANJE TEHNIČNIH TEŽAV POTAPLJAČA	101
Regulator nepretrgano dovaja zrak - »free flow«	101

Regulator ne dovaja zraka	102
Kompenzator plavnosti nekontrolirano spušča zrak	102
Kompenzator plavnosti se nekontrolirano napihuje	102
Izguba pasu z utežmi	102
Težave s suho obleko	102
Odpoved potapljaškega računalnika	102
5. PREISKAVA TERENA	103
Določitev mesta iskanja	103
Izbira postopka iskanja	103
Plan reševanja	103
Enostavnejše tehnike preiskovanja terena	104
Dvig najdenega predmeta	105
Vaja	105
6. POMOČ IN REŠEVANJE V VODI	106
Reševanje	106
Nujni primeri	107
Težave s kontrolo potapljača v skupini	107
Tehnične težave	108
Izguba pasu z utežmi	110
Izguba maske	111
7. PANIČNI POTAPLJAČ	111
8. REŠEVANJE IN SAMOREŠEVANJE	112
Preprečevanje nezgode	112
Dejavniki, ki povečujejo možnost za nezgodo	113
Strah in panika	113
Znaki za nevarnost	113
Samoreševanje	114
Panični potapljač na površini	114
Panični potapljač pod vodo	114
Ključni ukrepi	115
9. DVIG NA GLADINO IN TRANSPORT OGROŽENEGA POTAPLJAČA	115
Dvig potapljača, ki je pri zavesti	116
Dvig nezavestnega potapljača, ki diha	116
Dvig potapljača, ki ne diha in v ustih nima regulatorja	116
Transport potapljača po površini	116
10. TEMELJNI POSTOPKI OŽIVLJANJA POTAPLJAČA	117
Preverjanje zavesti potapljača	117
Klic na pomoč	117
Preverjanje dihanja	117
Umetno dihanje usta na usta med transportom	117
Zunanja masaža srca	119
Oskrba ponesrečenca po oživljanju	120

Predgovor

Knjiga VODITELJ POTAPLJANJA je nadgradnja knjig POTAPLJAČ 1 in POTAPLJAČ 2 in je zaradi poglobljenega obravnavanja tem primeren učni pripomoček za najvišje potapljaške kategorije kot tudi za obnovitev znanja inštruktorjev potapljanja. Poleg tem s področja potapljaške opreme in fizike so podrobno obravnavana razna patofiziološka stanja kot posledica potapljanja. Voditelji potapljanja in inštruktorji bodo v knjigi lahko tudi našli nasvete za vodenje reševanja, reševanje tehničnih težav potapljača, enostavne tehnike preiskovanja terena ter temeljne postopke oživljanja. Potapljač z najvišjo kategorijo mora med drugim obvladati planiranje potopa celotne skupine potapljačev, ki jo vodi, zato je v knjigi podrobno razdelano planiranje potopa kot tudi izračun porabe zraka.

Potapljači, ki planirajo potope v motni vodi, globoke potope ali potope na večji nadmorski višini, si bodo o tem lahko prebrali poglavje o potapljanju v oteženih pogojih. Potapljači osnovnih in naprednih potapljaških kategorij pa bodo v tej knjigi našli odgovore na vprašanja, ki niso predmet predavanj in literature na začetnih in nadaljevalnih potapljaških tečajih.

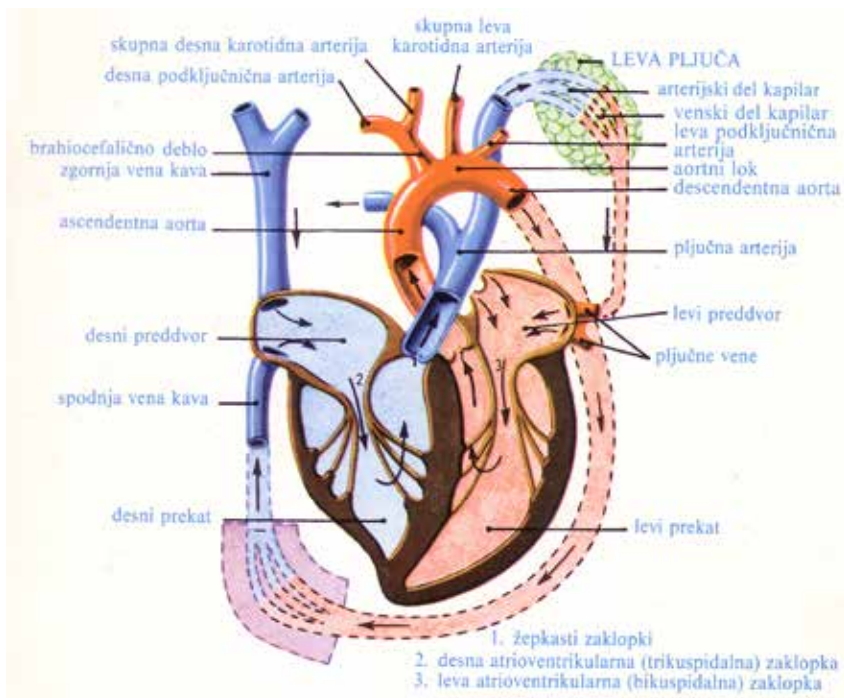
Zaradi svoje vsebine je knjiga VODITELJ POTAPLJANJA namenjena vsem, ne glede na potapljaško šolo, ki željo poglobiti svoje teoretično znanje o potapljanju.

Avtor: Igor Urh

I. CIRKULATORNI IN RESPIRATORNI SISTEM

1. SRCE

Pri odrasli, zdravi osebi, prehaja kri iz velikih telesnih ven v desni preddvor (atrij) srca, ki potisne kri v desni prekat (ventrikel) in nato po pljučni arteriji v pljuča, kjer iz krvi preide v pljuča ogljikov dioksid, kisik iz zraka v pljučih pa preide v kri (veže se na rdeča krvna telesa – eritrocite). S kisikom obogatena kri se iz pljuč vrne po pljučni veni v levi preddvor, ki ga prečrpa v levi prekat, ta pa potisne kri po arterijah v različna telesna tkiva.



1

Težave s srcem in nenadna smrt pri potapljanju

V svetu so med potapljači srčni infarkt ali aritmije srca vzrok za do 21 odstotkov smrtnih primerov. Potapljanje vsebuje določeno stopnjo stresa, ki lahko vpliva na delovanje srca. Zaradi zvišanega parcialnega tlaka kisika se med potapljanjem poveča tvorba prostih radikalov (zelo reaktivne molekule) in v primeru, da jih telo s svojimi mehanizmi (encimi, antioksidanti) ne more nevtralizirati, nastopi »oksidativni stres«. Nastopijo tudi poškodbe notranje stene krvnih žil (endotelij), zaradi česar se žile slabše širijo, kar ima za posledico dvig krvnega tlaka.

1 Anatomija človeka, Vincente Muedra Baixauli, Marcello Negri

Dejavniki, ki stresno delujejo na srčno žilni sistem potapljača in lahko izzovejo motnje v delovanju srca ali njegovo odpoved zaradi že obstoječih srčnih obolenj so:

- potapljanje na dah,
- potapljaški refleksi,
- fizična aktivnost,
- hlad,
- psihološki faktorji.

Pri potopitvi v hladno vodo se poveča delovanje simpatičnega živčevja, ki med drugim povzroči povišan srčni utrip, večji sistolični krvni tlak (to je tlak v arterijah, ko se srce skrči in potisne kri v žile) in višjo frekvenco dihanja. Ti vplivi so izrazitejši pri osebah s slabo fizično kondicijo ali pa pri tistih, ki niso navajeni na hladno vodo.

Posledica potopitve v hladno vodo je tudi prerazporeditev krvi iz okončin v telesno jedro, zaradi česar se lahko delo srca poveča za več kot 30 odstotkov.

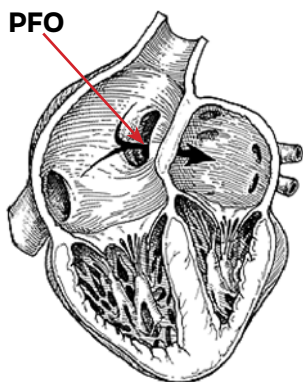
Sindrom karotidnega sinusa

To je motnja, ki se jo pogosto ugotavlja pri potapljačih, ki nosijo pretesno vratno manšeto suhe obleke ali pa je mokra obleka, ki se jo oblači preko glave, v vratnem delu pretesna. Posledica pritiska na vratne arterije, imenovane karotide, je padec krvnega tlaka in zmanjšanje srčnega utripa ter zato omotica, omedlevica ali celo krči. S starostjo potapljača se pogostost tega sindroma in njegove manifestacije stopnjujejo.

V primeru, da se pritisk vratne manšete ne zmanjša se potapljač lahko onesvesti in utopi.

Patent foramen ovale (PFO) ali atrio – septalni defekt (ASD)

Patent foramen ovale ali na kratko PFO je defekt na srcu, ki je prisoten pri 10 do 30 % ljudi in pri običajnih aktivnostih človeku ne povzroča nobenih težav, pri potapljanju z avtonomno potapljaško opremo pa je lahko vzrok za nastanek dekompresijskega obolenja centralnega živčnega sistema (možgani).



Vsak otrok ima pred rojstvom v srčnem pretinu (septumu) med obema preddvoroma majhno odprtino ovalne oblike s pokrovom. Na ta način je omogočen (pred rojstvom) obvod krvi mimo otrokovih pljuč, saj prihaja do izmenjave plinov v materinih pljučih. Ob rojstvu, ko otrok zadiha, naraste pritisk v levem preddvoru in pritisne pokrov k pretinu. S časom se pri 70 do 90 odstotkih ljudi pokrov trdno priraste in odprtina se zapre, pri ostalih pa deluje kot zaklopka, ki se odpre pri povišanem pritisku v desnem preddvoru. Pritisk, potreben za odprtje te zaklopke, je različen (od rahlega do močnega), kar je tudi možen vzrok za različne podatke o pogostosti PFO (od 10 do 30 %).

Povečan pritisk v desnem preddvoru in s tem odprtje prehoda v levi preddvor povzroči tudi najobičajnejša potapljaška tehnika, kot je Valsalva maneuver, oziroma izenačitev

pritiska v srednjem ušesu s pihanjem zraka v nos ob zatesnjenem nosu in zaprtih ustih. Po sprostitvi Valsalva manevra se v pljučih zmanjša pritisk in s tem poveča dotok krvi v desni preddvor ter poveča dotok venozne krvi v pljuča, kar ima za posledico zmanjšan dotok v levi preddvor in večji pritisk v desnem preddvoru.

Povečan pritisk v desnem preddvoru in s tem odprtje PFO po potopu lahko povzroči kašljanje, dvigovanje jeklenk, počepi ob zadrževanju zraka, močno napihovanje kompenzatorja plovnosti in vse aktivnosti, ki povzročijo napenjanje trebušnih mišic. Naštetim dejavnostim bi se morali čimbolj izogibati.

Po vsakem potopu so v venozni krvi potapljača prisotni tako imenovani mikro mehurčki oziroma tihi mehurčki dušika. Ti se brez posledic izločijo iz telesa skozi izdihan zrak v času desaturacije na kopnem. V primeru odprtja PFO preide nekaj venozne kri z mikro mehurčki v levi preddvor in od tam v levi prekat, ki preko aorte potisne kri v možgane. Tam ob nadaljnji rasti povzročijo zaprtje kapilar in s tem okvaro dela možganov, ki jim je zaprt dovod kisika.

Valsalva maneuver se običajno izvaja na začetku potopa, ko mikro mehurčki še niso nastali in je zato varen v primeru standardnega U-profila potopa (izjema je povečanje globine med potopom ali najbolj tvegani Jo-Jo-profil potopa). Situacija se spremeni pri ponovljenem potopu, kjer se potop že prične z določeno koncentracijo mikro mehurčkov v venozni krvi. V primeru odprtja PFO grede ti mehurčki v arterielno kri že na začetku potopa, zato je priporočljivo, da se Valsalva maneuver ne izvaja z vso močjo in iz pljuč, temveč v več šibkejših pritiskih zraka iz žrela in brez napenjanja trebušnih mišic.

Namesto Valsalva manevra lahko uporabimo za izenačitev pritiska v srednjem ušesu tudi požiranje slin ob zaprtem nosu in ustih, kar je sicer manj učinkovito.

Kljub pogosti prisotnosti PFO je pojav dekompresijske bolezni med potapljači dokaj redek, iz česar lahko sklepamo, da to ni glavni vzrok za tovrstno obolenje. Med primeri nevrološke oblike dekompresijske bolezni je po podatkih British SubAqua Cluba do 50 % takih, kjer ni bilo kršeno nobeno do sedaj znano pravilo pravilnega potapljanja, zato je v takih primerih podan sum na prisotnost PFO.

Zaključek

- Opis defekta: povezava med desnim in levim atrijem.
- Metoda detekcije: kontrastna ehokardiografija.
- Pogostost defekta: od 5% do 30% zdrave populacije. PFO je bil prisoten pri 50% potapljačev s težko nevrološko obliko dekompresijske bolezni.
- Posledica defekta: prehod mehurčkov nastalih pri dekompresiji v levi preddvor. Mehurčki, ki se običajno odfiltrirajo v pljučih, grede z arterijsko krvjo v možgane.
- Tveganje za nastop dekompresijske bolezni zaradi PFO je majhno.
- V primeru prisotnosti PFO se tveganje za nastop dekompresijskega obolenja podvoji.
- Režim potopa ter aktivnosti po potopu spremenite tako, da zmanjšate tveganje za odprtje morebitnega PFO.

Preventiva:

- Hitrost dviga zadnjih 12 m mora biti pod 10 m/min.
- Postanek 3 minute na 6 m zmanjša venozne mehurčke za 50%.

2. KRVNI OBTOK

Pot krvi po telesu imenujemo krvni obtok. Ločimo veliki ali telesni krvni obtok, po katerem teče kri iz levega prekata po telesu in nazaj v desni preddvor srca ter mali ali pljučni krvni obtok, po katerem teče kri iz desnega srčnega prekata v pljuča in nazaj v levi preddvor.

Kri

Kri je medij, ki omogoča transport snovi po telesu. Iz prebavil jemlje prebavljene snovi in jih transportira do mišic in drugih organov. V pljučih prejema kisik iz vdihnjene zraka in ga prenaša do celic. Istočasno pa iz celic prenaša produkte metabolizma, to je odpadni material delovanja celic. Ti odpadni produkti so za celice škodljivi, oziroma ovirajo njihovo delovanje, kri jih odloga deloma v pljučih (ogljikov dioksid in nekaj vode), veliko v znojnice v koži, nekaj odpadnih produktov pa se izloči preko ledvic. Poleg tega so v krvi tudi obrambne snovi, ki telo varujejo pred mikroorganizmi ali pa jih uničujejo.

Kri sestavlja tekoča krvna plazma in krvna telesa. V krvni plazmi je več kot 90 odstotkov vode, ostalo pa so raztopljene snovi kot so beljakovine, elektroliti in drugo. V telesu odraslega človeka je v povprečju 5,6 litra krvi.

Krvna telesa

- 1. Eritrociti** – rdeče krvničke so ploščate celice brez jedra in vsebujejo rdeče krvno barvilo – hemoglobin. Na to barvilo se veže kisik, ki se nato po krvi prenese do celic. Eritrociti nastajajo v rdečem kostnem mozgu (v medeničnih kosteh, rebrih in prsnici) in imajo kratko življenjsko dobo (100 do 120 dni).
- 2. Levkociti** – bele krvničke varujejo telo pred okužbami, varujejo ga torej pred mikroorganizmi in tujimi beljakovinami. V primerjavi z eritrociti so to večje krvničke in imajo jedro.
- 3. Trombociti** – krvne ploščice so krvne celice, ki mašijo rane in na ta način preprečujejo preveliko izgubo krvi. Trombociti niso prave celice, temveč v celično membrano ovite različne snovi, ki ob poškodbi reagirajo z drugimi snovmi v krvi in tako ustvarijo krvni strdek.

Žile

Po telesu kroži kri po žilah, ki jih delimo na tri glavne tipe: arterije, kapilare in vene. Po arterijah ali odvodnicah teče kri stran od srca, arterijske kapilare pa omogočajo, da tkiva prejmejo iz krvi raztopljene snovi in na eritrocitih vezani kisik. Kri v arterijah je svetlejša barve in je bogata s kisikom. Imajo manjši premer kot vene in v njih ima kri večji tlak kot kri v venah. Iz srca izhajata dve veliki arteriji, to sta pljučna arterija in aorta. Kri iz arterij prehaja v žile z manjšim premerom – arteriole in nato v arterijske kapilare.

Vene prenašajo deoksigenirano kri iz kapilar v različnih delih telesa v desni preddvor srca, desni prekat srca pa jo potisne v pljučni krvni obtok, kjer se v pljučih obogati s kisikom. Venski krvni obtok se začne z venskimi kapilarami, ki prehajajo v večje venule, te v vene in na koncu v dve veliki veni - veni cavi ali votli veni.

levi prekat srca → AORTA → arterije → arteriole → arterijske kapilare → venske kapilare → venule → vene → VENA CAVA → desni preddvor srca

Potapljanje in krvni obtok

Med potapljanjem deluje vodni tlak neenakomerno na različne dele telesa, zato ima pod vodo krvni obtok določene posebnosti. Če je vodni tlak na noge potapljača večji, se žile v nogah skrčijo, kri lažje teče proti glavi, kjer je vodni tlak nižji. Po drugi strani pa kri težje teče proti nogam, kjer je vodni tlak večji. Taka porazdelitev krvi obremenjuje srce in slabi normalen pretok krvi. Posledica je lahko podhladitev nog.

Med potopom je tak primer porazdelitve krvi med spustom in med dvigom medtem, ko je med ostalim delom potopa, ko potapljač plava vodoravno, tlak vode na vse dele telesa približno enak. Poleg vodnega tlaka vpliva na prerazporeditev krvi tudi temperatura vode. Nižja kot je temperatura okolice, večje je krčenje ožilja v okončinah in večji je premik krvi v trup potapljača, s tem pa je tudi večja obremenitev srca.

3. PLJUČA

Zgradba pljuč

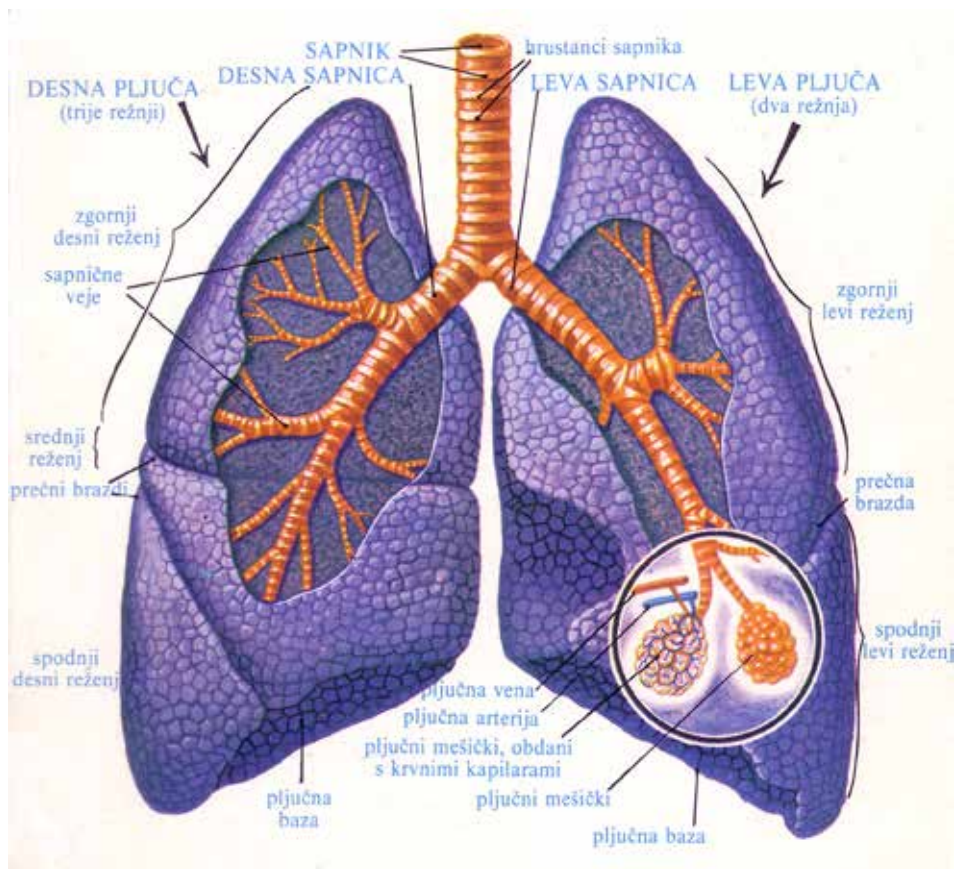
Pljuča zasedajo večino prostora v prsnem košu in se razprostirajo od reber do hrbtenice. Sestavlja jih dvojce stožčastih pljučnih kril, med katerima je prazen prostor (mediastinium), v katerega je umeščeno srce. Vrh pljuč sega nad ključnico. Desno pljučno krilo je večje in razdeljeno v tri pljučne režnje, levo pa je manjše in razdeljeno v dva pljučna režnja. Razlika v velikosti pljuč je zato, ker se dve tretjini srca nahajata na levi strani telesa.

Pljuča pokriva serozna membrana, imenovana popljučnica (pljučna plevra), ki na spodnji strani zavije na notranjo stran reber in jo imenujemo porebrnica (rebrna plevra). Obe plevri sta gladki in vlažni in zato ob dihanju lahko drsita ena ob drugi.

Zrak pride v pljuča po sapniku (traheja), ki se razdeli v levo in desno sapnico (bronhij), ti dve pa nato v še manjše sapnice (bronhiole).

Bronhiole se delijo v vedno manjše bronhiole, dokler se ne končajo z grozdi mikroskopskih zračnih vrečk, imenovanih alveole. Teh je v normalnih pljučih preko 300 milijonov. V teh zračnih mešičkih se vrši izmenjava plinov, kisik iz zraka vstopa v kri, iz nje pa v alveolo prehaja ogljikov dioksid, ki je odpadni produkt metabolizma v telesu. Vse alveole niso ves čas v uporabi, zato imajo pljuča dovolj rezerve v primeru bolezni ali poškodbe.

Med alveolami se nahaja tanka plast celic, imenovana intersticij, ki vsebuje krvne žile in celice za podporo alveol.



2

Mehanizem dihanja

Pri dihanju je udeleženo več mišic, od katerih je največja trebušna prepona, ki se nahaja pod pljuči. Pri vdihu se prepona izboči navzdol in s tem naredi podtlak, ki omogoči, da v pljuča vdre zrak. Pri izdihu se prepona sprosti, pritisne navzgor in tako omogoči izhod zraka iz pljuč. Pri dihanju so udeležene še medrebrne mišice in mišice trebuha.

Zaščita pljuč

Pljuča so pred vplivom okolja zaščitena na več načinov. Vdihan zrak potuje skozi nos, ki zadrži večje delce v zraku. Delci, ki pridejo v pljuča, se zalepijo na tenko plast sluzi, ki pokriva notranjo steno bronhiol. Vsak dan se na stene pljučnih sapnic izloči v povprečju 85 g sluzi. Ta se iz pljuč izloči v usta s pomočjo cilij, ki se nahajajo na stenah dihalnih poti in potiskajo sluz naprej. Kajenje omrtviči cilije (migetalke), ki prenehajo potiskati sluz in razne delce iz pljučnega vejevja. Pri kadilcih zato veliko delcev ostane v pljučih.

Naslednji mehanizem zaščite pljuč je kašelj, ki je rezultat draženja bronhijev. S kašljem iz pljuč izločimo sluz in tujke veliko hitreje kot pa s cilijami.

Pljuča se branijo pred snovmi, ki jih dražijo tudi tako, da se mišice, ki obdajajo bronhije hitro skrčijo in jih tako zožijo. S tem mehanizmom (bronhospazem) se zmanjša pretok zraka v pljuča in tudi količina iritirajoče snovi. To je tudi vzrok za težko dihanje oseb z astmo. Zoženje bronhijev pri potapljaču je izredno nevarno predvsem med dvigom, ko zaradi prepočasnega izenačevanja tlaka zraka v pljučih s tlakom okolice lahko povzroči barotravmo pljuč in arterijsko zračno embolijo.

Pljučne bolezni

Potapljač, ki ima kakršno koli pljučno obolenje, mora takoj prenehati s potapljanjem do popolne ozdravitve, oziroma do pozitivnega mnenja svojega zdravnika. Dve najbolj pogosti obolenji sta pljučnica in akutni bronhitis.

Pljučnica je infekcija pljuč zaradi bakterij ali virusov. Nastopi vnetje alveol, ki se napolnijo s tekočino. Oboleli kašlja, ima vročino in težko diha. V primeru, da ni komplikacij ozdravi v dveh do treh tednih.

Po preboleli pljučnici je pogosto nekaj drobnih zračnih poti zamašenih s sluzjo in skrčenih. To pri potapljanju pomeni možnost za barotravmo področja s slabo prehodnimi bronhiolami. Okrevanje po pljučnici lahko traja tudi več tednov, potapljač je v tem obdobju nezmožen večjih fizičnih obremenitev.

Akutni bronhitis je v večini primerov posledica virusne okužbe. Pri bronhitisu nastopi vnetje in otekanje sluznice bronhijev, zaradi česar se zožijo, moten je prehod zraka v pljuča. Zaradi vnetja tudi prenehajo delovati cilije (drobne dlačice) v dihalnih poteh, zato se kopičijo dražeče snovi in sluz, kar še dodatno oži zračne poti. Bolezen traja od enega do treh tednov. Po ozdravljeni infekciji (prenehanju kašlja) se pljučne funkcije normalizirajo šele po nekaj tednih. V času okrevanja se odsvetuje potapljanje (možnost pljučne barotravme).

Poškodba pljuč in njene posledice pri potapljanju

Pljuča prenesejo le majhen nadpritisk in zato pri zadrževanju zraka potapljača ob dvigu zelo hitro pride do prekomernega raztegovanja alveol in trganja pljučnega tkiva – barotravma pljuč. Poškodbe potapljača ne nastanejo zaradi poškodovanih pljuč temveč zaradi zraka, ki iz takih pljuč vdre v tkiva in / ali krvni obtok.

Posledica barotravme pljuč je lahko eno od naslednjih obolenj ali pa njihova kombinacija: arterijska plinska embolija, pnevmotoraks, podkožni / mediastinalni emfizem.

II. DEKOMPRESIJA

1. DEKOMPRESIJA

Absorbcija plinov v telesu

V skladu s Henryjevim zakonom se tkiva v človeškem organizmu saturirajo s plini pod pritiskom, če so mu dovolj časa izpostavljeni. Pri potapljanju to pomeni, da se zaradi dihanja zraka pod povišanim pritiskom posamezni plin raztopi v tkivih v enakih odstotkih kot je njegov delež v zraku, ki ga potapljač diha.

Absorbcija in sproščanje dušika

Hitrost absorbcije dušika v tkivih človeškega telesa je sorazmerna s prekrvavljenostjo posameznega tkiva. Dobro prekrvavljena tkiva hitro absorbirajo in izločajo dušik in jih zato imenujemo hitra tkiva za razliko od tkiv, ki jih zaradi počasne absorbcije dušika imenujemo srednje hitra, oziroma počasna tkiva.

Za lažje razumevanje principa absorbcije in sproščanja dušika v posameznih tkivih v odvisnosti od časa, v katerem so izpostavljena povišanemu pritisku, si predstavljajmo hitra, srednje hitra in počasna tkiva kot posode, ki imajo dno preluknjano z različnimi števili lukenj. Posode potopimo v bazen z vodo. Hitrost dviga nivoja vode v posodah je sorazmerna s številom lukenj na dnu posode.

Ob zmanjševanju nivoja vode v bazenu se zmanjšuje tudi vodni tlak in nivo vode se bo v posodah začel različno spreminjati. Ko bo nivo vode v bazenu pod nivojem vode v posodah, se bodo te posode praznile s hitrostjo, ki je sorazmerna s številom lukenj v dnu posode medtem, ko se bodo še vedno polnile tiste posode, v katerih je zaradi majhnega števila lukenj nivo vode v njih še vedno pod nivojem vode v bazenu.

Podobno kot opisane posode se obnašajo tudi človeška tkiva glede hitrosti »polnjenja« in »praznjenja« z dušikom.

Med potopom potapljač diha zrak pod pritiskom okolice, zato ima v alveolah mešanico plinov z višjimi parcialnimi pritiski, kot pa so pritiski teh plinov v krvi in tkivih na kopnem. V skladu s Henryjevim zakonom bodo plini težili k uravnoteženju njihovih parcialnih tlakov in zato se bo njihov delni tlak v telesu potapljača povečal.

Med dvigom na površino je situacija obratna. Zaradi padca pritiska okolice se skušajo delni pritiski plinov, ki so se med potopom raztopili v krvi in tkivih, izenačiti z delnimi pritiski teh plinov v pljučnih alveolah, zato se raztopljeni plini iz celotnega telesa vračajo v pljuča, kjer se izdahnejo v okolico. Od vseh plinov, ki se raztapljajo v človeškem telesu, je za potapljanje najvažnejši dušik.

Dušik je inertni plin, ki ne vstopa v procese metabolizma v človeškem telesu, v zraku ga je približno 78 %. Pri potapljanju je njegovo raztapljanje in ponovno izločanje iz telesa lahko vzrok za komplikacije.

Kisik, ki ga je v zraku približno 21%, se med povišanim pritiskom ravno tako kot dušik, raztaplja v človeškem telesu, vendar ga telo hitro porablja in zato pri potapljanju oz. pri dvigu zaradi sproščanja iz tkiv ne povzroča takih težav kot dušik.

V primeru prehitrega dviga na površino in s tem prehitrega padca pritiska okolice, telo nima dovolj časa, da bi raztopljeni dušik izločil preko sten alveol v izdihani zrak in se zaradi tega začnejo v krvi in tkivih tvoriti mikro mehurčki dušika. Nevarnost nastopi takrat, kadar postane velikost teh mikro mehurčkov taka, da lahko pride do poškodb različnih delov človeškega telesa.

Haldanov princip

Principi absorbcije in sproščanja dušika iz človeškega telesa, ki je bilo predhodno izpostavljeno povišanemu pritisku okolice, izhajajo iz študij Škotskega fiziologa J.S. Haldana iz začetka prejšnjega stoletja. Poizkuse je izvajal celo na potapljačih, ki so izvajali podvodna dela izven varnostnih mej dekompresijskih tabel, ki so bile takrat v uporabi. Na podlagi teh študij je postavil tri osnovne principe:

- razdelitev tkiv v razrede,
- hitrost absorbcije in desaturacije (razpolovni časi saturacije),
- razmerje 2/1,
- dekompresija se prične pri večjem padcu pritiska okolice.

Razdelitev tkiv v razrede

Vsa tkiva našega telesa se ob izpostavljanju spremembam pritiska okolice ne obnašajo enako. Lahko jih razdelimo v dve glavni kategoriji, to je v hitra in v počasna tkiva. Med hitra tkiva prištevamo npr. možgane in kri, kosti in maščevje pa sodijo med počasna tkiva. Za matematični izračun absorbcije dušika je človeško telo teoretično razdeljeno na 5 oddelkov, v katere se lahko grupira vsa tkiva človeškega organizma.

Hitrost absorbcije in sproščanja (polovični čas saturacije)

Tkiva so grupirana v oddelke glede na hitrost, s katero absorbirajo dušik. Čas, ki je potreben, da je doseženo ravnotežje s pritiskom okolice, lahko razdelimo v periode. Vsaka perioda je dosežena takrat, ko je dosežena 50% saturacija (polovični čas saturacije). Za kompletno saturacijo potrebujemo šest takih period.

Torej, če imamo oddelek (tkivo) s polovičnim časom saturacije 5 minut, bo to pomenilo, da se bo ta oddelek 50% saturiral z dušikom v 5. minutah. Nato bo potrebno nadaljnjih 5 minut, da se bo preostanek saturiral za 50% in bo tako dosegel 75% celotne saturacije. Spodnja tabela prikazuje saturacijo tkiva v 5 minutnih intervalih.

5 min	50%
10 min	75%
15 min	87.5%
20 min	93.75
25 min	96.88%
30 min	98.44%

Matematično gledano tkivo ne bo nikoli doseglo 100% saturacije, vendar v praksi vzamemo, da je po šesti periodi tkivo saturirano, saj je doseženo 98,44% kompletne saturacije, ta pa naj bi bila dosežena po 24 urah.

Vsak oddelek se bo saturiral z drugačno hitrostjo. Kot vidimo se 5 minutno tkivo saturira za 50% v 5 minutah, 10 minutno tkivo pa bo za 50% saturacijo potrebovalo 10 minut. Glede na Haldanove raziskave se tkivo obnaša enako tudi pri zmanjšanju pritiska okolice, to je pri dvigu potapljača na površino, le da je tukaj princip obraten. Pet minutno tkivo se bo desaturiralo za 50% v petih minutah itd.

Razmerje 2/1

Haldan je z raziskavami pokazal, da pri padcu pritiska okolice in posledično pri sproščanju dušika ni nujno, da nastopi dekompresijska bolezen. To je neodvisno od hitrosti dviga dokler obstaja razmerje 2:1 (kritično razmerje nadpritiska) med delnim pritiskom dušika v tkivih in delnim pritiskom dušika v atmosferi, ki jo potapljač diha.

Potapljač se torej lahko dvigne na površino s kakršno koli hitrostjo ob upoštevanju teh limitov. Kadar bi lahko prišlo do prekoračenja teh limitov mora potapljač počakati, dokler se delni pritisk v njegovih tkivih ne uravnoteži z delnim pritiskom okolice na naslednji, manjši globini (potrebni čas in globina je določena v dekompresijskih tabelah ali v potapljaškem računalniku).

Dekompresija se prične ob večjem padcu pritiska okolice

Pred Haldanovimi študijami o dekompresiji so se potapljači dvignili na površino tako, da so vsakih 10 metrov čakali 20 minut in to ne glede na čas, ki so ga prebili na globini. Haldan je menil, da človeško telo lahko brez posebnih težav tolerira določen prebitek parcialnega pritiska raztopljenega plina in bi se zato z večjo hitrostjo dviga pospešilo izločanje dušika iz hitrih tkiv in zmanjšala njegova absorpcija v počasnejših tkivih. Delal je poizkuse s hitrostmi dviga od 7 do 8 m/min in naredil revolucijo pri postopkih dviga potapljačev, saj je občutno zmanjšal čas dviga pri plitvejših potopih in zmanjšal število dekompresijskih obolenj pri globljih potopih.

Po Haldanovi metodi je bilo potrebno dvig zaustaviti preden se je v telesu potapljača prekoračilo kritično razmerje med parcialnima pritiskoma dušika v telesu in v zraku, ki ga potapljač diha (2:1). Ta sistem dekompresije je postopoma stopil v veljavo in pripeljal do prvih dekompresijskih tabel.

Do današnjih dni se je ta princip dekompresije konstantno popravljal glede na pridobljene izkušnje. Ne smemo pozabiti, da se je v Haldanovih časih avtonomno potapljanje uporabljalo le v vojaške in tehnične namene, danes se pa večina ljudi potaplja zaradi zabave in rekreacije, zato so tudi njihove potrebe in cilji popolnoma drugačni kot pri potapljačih v prvi polovici 20. stoletja. Današnja potapljaška oprema omogoča potapljanje neverjetnemu številu ljudi, kar je bilo nepredstavljivo še v bližnji preteklosti, zato so se spremenili tudi algoritmi, ki obravnavajo absorpcijo in izločanje dušika v človekovem telesu ter so prilagojeni možnosti ponovljenih in več nivojskih potopov.

Adaptacije Haldanovega modela

Glavne adaptacije Haldanovega modela so sledeče:

- POVEČANJE ŠTEVILA TEORETIČNIH ODDELKOV
- KRITIČNO RAZMERJE PARCIALNIH PRITISKOV

- ČAS ABSORPCIJE IN SPROŠČANJA DUŠIKA
- DUŠIK V TELESU
- HITROST DVIGA

Povečanje števila teoretičnih oddelkov

Na podlagi ugotovitev o velikem številu tkiv, ki se med seboj občutno razlikujejo, se je povečalo število teoretičnih oddelkov od Haldanovih pet, na 6 pri U.S. Navy, do 16 pri Bühlmanu.

Algoritmi, ki so v uporabi pri današnjih komercialnih potapljaških računalnikih, uporabljajo 8-10 oddelkov.

Kritično razmerje parcialnih pritiskov

Haldanovo kritično razmerje 2:1 ne velja za desaturacijo pri vseh tkivih. Hitra tkiva lahko prenesejo razmerja tudi do 3:1, pri počasnejših tkivih pa je omejitev že pri 1,5:1. Kadar je prekoračeno to razmerje lahko nastanejo nevarni mehurčki dušika. Kritično razmerje parcialnih pritiskov za posamezno tkivo se imenuje »M vrednost« in se uporablja za določevanje podatkov v dekompresijskih tabelah in algoritmov potapljaških računalnikov. Na ta način je vsako posamezno tkivo med dekompresijo pod kritičnim parcialnim nad pritiskom dušika.

Čas absorpcije in sproščanja dušika

V nasprotju z Haldanovimi ugotovitvami tkiva različno hitro absorbirajo in sproščajo dušik, na kar vplivajo številni dejavniki.

Dušik v telesu

Haldan s takratnim znanjem ni imel možnosti, da bi ugotovil ali so v telesu prisotni mikro mehurčki dušika tudi v primerih potopa v skladu z dekompresijskimi tabelami. Velikost teh mehurčkov je taka, da v telesu ne delajo težav in jih ni možno ugotoviti, razen v primeru uporabe Dopplerjevega sistema, s katerim se lahko ugotovi prisotnost, število in velikost mikro mehurčkov.

Hitrost dviga

Največja hitrost dviga je določena z največjim razmerjem parcialnih pritiskov dušika. To razmerje se spreminja glede na globino in je lahko drugačno pri prehodu iz globine 30 na 20 m, kot pa pri dvigu iz 10 m na površino. Te izračune lahko opravi le potapljaški računalnik. Pri uporabi dekompresijskih tabel pa moramo brezpogojno upoštevati označeno maksimalno mejo glede globine in časa ter upoštevati temu odgovarjajoče dekompresijske postanke.

Dopplerjev limit

Z napravo za detektiranje mikro mehurčkov na podlagi Dopplerjevega efekta ugotavljamo prisotnost mehurčkov v krvi potapljača po potopu v skladu z varnostnimi mejami ali izven njih. Na ta način lahko tudi določimo tveganje za nastop dekompresijske bolezni

preden ta nastopi in poškoduje tkiva zaradi blokade cirkulacije krvi, ki jo v posameznih žilah povzročijo mehurčki dušika.

Dopplerjeva aparatura

Aparatura je sestavljena iz enote, ki oddaja ultrazvočno valovanje in sprejemnika, ki zbira podatke o signalih valovanja, ki se je odbilo od ovire. Plinski mehurčki odbijajo ultrazvok bolje kot pa krvne celice in zato je možno razlikovati mehurčke od premikajočih se krvnih celic. Mehurčke se lahko prešteje direktno preko slušalk ali pa z uporabo primerne opreme za filtracijo zvoka.

Dopplerjeva aparatura in dekompresijska bolezen

Na podlagi rezultatov dobljenih po določenem potopu z Dopplerjevo aparaturo ne moremo predvidevati individualnega tveganja za dekompresijsko bolezen. Aparatura zazna le mehurčke določene velikosti, ki so potovali mimo mesta, kjer se nahaja sonda aparature. Tako ni možna detekcija mehurčkov, katerih velikost je izven nastavljene velikosti in mehurčkov, ki so ujeti v tkivu in se zato ne nahajajo v krvnem obtoku.

Dokazana je povezava med mehurčki in dekompresijsko boleznijo. Z Dopplerjevo aparaturo je možno napovedati količino mehurčkov v celotnem telesu in velikokrat se za potrditev ali korekcijo različnih dekompresijskih tabel uporablja Dopplerjevo aparaturo za meritve količine mehurčkov v telesu. Take študije so tudi pripeljale do postavitve novih varnostnih mej z manjšimi časovnimi limiti za enake globine kot je bilo določeno v tabelah US Navy.

Tako dobljeni podatki imajo to pomanjkljivost, da informacije temeljijo na statističnih podatkih in ne na dejanskih številkah. Z Dopplerjevo aparaturo lahko pridobimo podatke o številu mehurčkov v enem delu človeškega telesa in vzamemo, da enako velja tudi za ostale dele telesa kljub temu, da tam ni možno izmeriti dejanskega števila mehurčkov.

Dopplerjeva aparatura je zato zelo uporabna pri izdelavi dekompresijskih tabel z nižjimi varnostnimi limiti za doseganje nižje stopnje tveganja, vendar pa ni primerna za zgodnjo diagnozo dekompresijske bolezni.

2. SPZ POTAPLJAŠKE TABLICE

Potapljaške tablice bi morale biti del obvezne potapljaške opreme vsakega potapljača kljub temu, da ima danes večina potapljačev potapljaške računalnike. Tablice omogočajo, da potapljač na enostaven način planira potop in, da si lahko v primeru odpovedi računalnika (ob uporabi ure in globinomera) poišče režim dekompresije.

Z uporabo potapljaških tablic si potapljač lahko lažje predstavlja povezavo med globino, časom potopa ter časom, ki ga bo moral porabiti za dvig. Potapljanje z uporabo potapljaških tablic je tudi varnejše zaradi upoštevanja največje globine potopa kot globine celotnega potopa, kar skrajša čas brez dekompresijskega potopa, oziroma podaljša čase dekompresijskih postankov.

Princip zapisa in odčitavanja potapljaških tablic se razlikuje med potapljaškimi šolami, ki so tablice izdale. Ena od bistvenih lastnosti tablic je tudi, da je njihova uporaba dovolj enostavna ter, da so podatki na njej čimbolj pregledno zapisani.

Na vsaki potapljaški tablici morata biti zapisana največja nadmorska višina do katere so še uporabne in pa hitrost dviga potapljača. Neupoštevanje teh dveh podatkov lahko pripelje do nastanka dekompresijske bolezni.

SPZ potapljaške tablice bazirajo na zadnjih tiskanih Bühlamonnovih dekompresijskih tablicah za nadmorsko višino od nič do 700 m. Tablice s to največjo nadmorsko višino so bile izbrane zato, da omogočajo uporabo tudi pri potopih v Bohinjskem (526 m) in Blejskem (475 m) jezeru.

V tablicah se za izračun dekompresijskega režima uporabi čas saturacije z dušikom, to je čas od začetka potopa do pričetka končnega dviga na površino (saturacijski čas potopa). Globina potopa pa je maksimalna globina, ki smo jo dosegli med potopom, ne glede na čas, ki smo ga prebili na tej globini.

Uporaba SPZ tablic za brez dekompresijske potope

V ta namen se uporablja tabela *Tabela 1*, to je ne obarvani del *Tabele 3*, na hrbtni strani tablic. V primeru, da globina ali čas potopa nista v *Tabeli 1*, se izbere naslednja večja globina oziroma daljši čas potopa. Z uporabo te tabele dobimo podatek o skupini ponavljanja, ki ga ni v glavni tabeli (*Tabela 1a*) in ga potrebujemo za določitev poteka dekompresije pri ponovljenem potopu.

Primer:

Globina 1. potopa: 22 m

Čas potopa: 17 min

Teh podatkov ni v *Tabeli 1* in zato izberemo vrednosti za večjo globino in daljši čas, to je 24 m in 20 minut. Za te dve vrednosti je na levi strani tabele zapisana skupina ponavljanja (SP) **C**.

Uporaba SPZ tablic za dekompresijske potope

Uporablja se glavna tabela, to je *Tabela 1a*. V primeru, da globina ali čas potopa nista v *Tabeli 1a*, se izbere naslednja večja globina oziroma daljši čas potopa. V skrajni desni koloni je za vsako globino in pripadajoči čas napisana skupina ponavljanja.

Primer:

Globina potopa: 25 m

Čas potopa: 37 min

Teh podatkov ni v *Tabeli 1a* in zato izberemo vrednosti za večjo globino in daljši čas, to je 27 m in 40 minut. Za te dve vrednosti sta časa dekompresijskih postankov 2 minuti na 6 metrih in 13 minut na 3 metrih. V skrajni desni koloni je za te vrednosti napisana skupina ponavljanja SP = G.

Uporaba SPZ tablic za ponovljene potope

Za dekompresijski režim ponovljenega potopa je bistveni podatek *površinski interval* (*PI*), to je čas, ki je potekel od konca predhodnega potopa, do pričetka novega potopa. Kadar je ta čas krajši od 12 ur, govorimo o ponovljenem potopu.

V *Tabeli 2* v vodoravni liniji odčitamo vrednost za površinski interval med obema potopoma in od te vrednosti v navpični liniji dobimo skupino ponavljanja ob koncu površinskega intervala. V primeru, da v *Tabeli 2* ni vrednosti za naš PI, izberemo predhodni, krajši PI.

Primer:

$SP = G$

$PI = 80 \text{ min}$

Za $SP = G$ v horizontalni liniji ni podatka za $PI = 80$ minut, zato izberemo krajši površinski interval (strožji, varnejši režim), to je $PI = 75$ minut in v navpični liniji dobimo vrednost za SP po odmoru na površini: $SP = C$.

Uporaba SPZ tablic za določitev časovnega pribitka k času ponovljenega potopa in določitev dekompresijskega postopka za ponovljeni potop

Uporabita se *Tabeli 1 in 3*. Pri določevanju časovnega pribitka za ponovljeni potop v primeru, da se globina predhodnega potopa ne nahaja v tabeli, vzamemo predhodno **manjšo globino** in ne tako kot v *Tabeli 1a*, kjer vzamemo večjo globino. Z izbiro manjše globine dobimo večji časovni pribitek, kar pomeni strožji dekompresijski režim.

1. Primer:

$SP = C$

$\text{Globina ponovljenega potopa} = 19 \text{ m}$

V *Tabeli 1* so v zgornji vrsti navedene globine ponovljenega potopa. Globina 19 m ni med podatki, ampak sta navedeni globini 18 in 21 metrov. Od skrajne leve kolone, kjer so podatki za SP , poiščemo v vodoravni liniji od $SP = C$ časovne pribitke za globino ponovljenega potopa. Izberemo 18 m, ker je za to globino časovni pribitek večji (25 min) kot pa za 21 m (22 min).

2. Primer:

$\text{Časovni pribitek} = 25 \text{ min}$

$\text{Čas potopa} = 30 \text{ min}$

$\text{Globina ponovljenega potopa} = 19 \text{ m}$

Čas ponovljenega potopa za izračun dekompresijskega režima je seštevek dejanskega saturacijskega časa potopa in časovnega pribitka zaradi predhodnega potopa. V našem primeru je to $30 + 25 = 55$ minut.

V *Tabeli 1a* sedaj lahko odčitamo dekompresijski režim za ponovljeni potop:

Namesto globine 19 m vzamemo naslednjo večjo globino, to je 21 m in namesto časa 55 m vzamemo naslednji daljši čas, to je 60 minut.

Dekompresijski režim za naš ponovljeni potop je torej: 16 minutni postanek na globini 3 metrov.

Zaostali dušik v telesu in čas, po katerem je dovoljeno letenje z letalom

Na desni strani *Tabele 2* sta stolpca označena z »0« in Av. Prva oznaka pomeni čas, po katerem v telesu nimamo več take količine dušika, ki bi predstavljal tveganje za nastanek dekompresijske bolezni, Av pa je čas po potopu, ki smo ga prebili na površini in po katerem je dovoljeno letenje z letalom.

Po končanem potopu je bila na primer SP = D in če potegnemo v *Tabeli 2* vodoravno črto od črke D na levi strani, proti desni strani kolone, je v stolpcu »0« vrednost 3 in v stolpcu Av, vrednost 3. To pomeni, da lahko 3 ure po potopu, ki je imel SP = D letimo z letalom, v telesu tudi ni več prekomerne količine dušika.

V telesu potapljača pa se še vedno nahaja nekaj prebitka dušika, zato se za rekreativno potapljanje priporoča pred poletom z letalom najmanj 12 urni odmor za enojni brez dekompresijski potop in najmanj 24 urni odmor po ponovljenih ali dekompresijskih potopih, ali po več dnevnem potapljanju.

IV. POŠKODBE IN OBOLENJA ZARADI POVEČANEGA TLAKA

1. NARKOZA POVZROČENA Z INERTNIMI PLINI

Inertni plini ali ne reaktivni plini so vsi tisti, ki ne vstopajo v kemijske reakcije in posledično tudi ne v metabolične procese v človeškem telesu. Ti plini imajo pri povišanem tlaku določene učinke na intelektualne in nevro-mišične sposobnosti potapljača. Pri potapljanju je predvsem znan narkotični vpliv dušika, vendar imajo na centralni živčni sistem učinek tudi inertni plini imenovani žlahtni plini, neon, argon, kripton, ksenon, ki jih telo tudi ne vključuje v svoj metabolizem. Ksenon deluje narkotično že pri enem baru. Pri heliju, ki je tudi žlahtni plin, narkotičnih učinkov niso opazili, njegov učinek je drugačen.

Posledice dihanja helija pod povišanim tlakom (20 – 40 barov) je tresavica, slabost, bruhanje, omotica in vrtoglavica, zmanjša se tudi sposobnost za natančne gibe. Skuppek vseh teh simptomov in znakov je poznan kot nevrološki sindrom visokega pritiska (angl.: high pressure neurological syndrome – HPNS). Ta sindrom se lahko pojavi pri večji globini, prepreči se, če se mešanici helij/kisik doda določen odstotek dušika. Meja za potapljanje z mešanico helij/kisik je 122 m, za mešanico helij/kisik/dušik pa 183 m.

Vzrok za globinsko pijanost pri potapljanju z zrakom je dihanje dušika pod povečanim tlakom. Učinek občutijo vsi potapljači, ki dihajo zrak pri globinah večjih od 30 m, nekateri pa že pri manjših globinah, zato je meja za potapljanje z zrakom postavljena na globino 40 m. Učinek dušika izgine pri dvigu na manjšo globino. Narkotični vpliv dušika pa ni enak pri vseh potapljačih in je odvisen tudi od različnih dejavnikov. Vsi potapljači, ki dihajo pri potopu stisnjen zrak na globinah večjih od 60 m, so pod močnim vplivom dušika.

Dejavniki, ki pospešujejo nastop dušikove narkoze:

- strah, zaskrbljenost ali neizkušenost,
- uživanje alkohola ali določenih zdravil (predvsem pomirjeval) pred potopom,
- težko delo,
- prebitek ogljikovega dioksida,
- hiter potop,
- slaba vidljivost,
- mrzla voda.

Učinek povečanega parcialnega pritiska dušika na človeško telo³

Pritisk (Bar)	Učinek
2-4	Blage motnje pri opravljanju novih nalog, blaga evforija.
4	Večji vpliv na razsojanje in bližnji spomin kot na motorično koordinacijo in izbiro reakcije. Zamuda pri reagiranju na vidne in zvočne stimulacije
4-6	Smeh in zgovornost se lahko premaga s samo kontrolo. Zoženje dojemanja in prevelika samozavest. Napake pri računanju, prizadetost spomina.
6	Zaspanost, iluzije, prizadeto razsojanje.
6-8	Možnost strahu, klepetavost, občasno poročanje o omotici. Nekontroliran smeh, ki lahko meji na histerijo.
8	Huda prizadetost intelektualnih sposobnosti, ročna spretnost je manj prizadeta.
8-10	Velika zamuda pri reagiranju na impulze, zmanjšana koncentracija, mentalna zmedenost.
10	Omamljenost, težka prizadetost praktičnih aktivnosti in presoje. Mentalne nenormalnosti in defekti spomina. Poslabšanje ročnega pisanja, nekontrolirana evforija, pretirana vzdražljivost. Skoraj popolna izguba intelektualnih sposobnosti in dojemanja.
>10	Halucinacije, nezavest

Sposobnost potapljača se lahko poveča s pozitivno motivacijo in koncentracijo na naloge med potopom. Pogosta in daljša izpostavljenost povečanemu parcialnemu tlaku dušika ima za posledico neke vrste prilagoditev na njegov narkotični vpliv, kar je bolj posledica zmanjšanja psihološkega stresa, ki vpliva na narkotični vpliv dušika, kot pa je to prava prilagoditev nanj. Učinkovit način zmanjšanja stresa je vsakodnevno postopno povečevanje globine za nekaj metrov, vendar vpliv dušika ostane, saj so testiranja pokazala, da ni razlik pri reakcijskem času pri potapljaču, ki se je »adaptiral« na globino in tistim, ki se ni.

Zaradi slabe ali nepravilne presoje potapljača, ki je pod vplivom narkotičnega delovanja dušika, je lahko posledica tudi utopitev. Poleg tega pa potapljač zaradi vpliva dušika tvega tudi podhladitev zaradi zmanjšane zaznavanja mraza in zmanjšanja drgetanja telesa ob prenizki temperaturi. Zaradi vsega naštetega se pri potopih, globljih od 40 m, dušik nadomešča s helijem, ki pa ima na večjih globinah tudi določen vpliv na centralni živčni sistem in se zato za nevtralizacijo tega vpliva dodaja določen odstotek dušika.

Na povečanje narkotičnega učinka dušika poleg alkohola vplivajo tudi nekatera zdravila, kot so antihistaminiki (uporabljajo se pri alergijskih reakcijah) in zdravila proti

³ Diving and subaquatic medicine, Edmonds s sodelavci

morski bolezn (Dramamine tablete, obliži z alkaloidom skopolaminom – zelo nevaren pri prevelikem odmerku).

2. TOKSIČNO DELOVANJE KISIKA

Toksičnost kisika se pojavi pri dihanju kisika pod višjim parcialnim pritiskom kisika oziroma pri daljši izpostavljenosti kisiku pod povišanim pritiskom. Kisik zato predstavlja nevarnost za potapljače, ki se z zrakom potapljajo globlje od rekreativnih mej za potapljanje z zrakom ali pa pri uporabi plinskih mešaníc, ki so obogatene s kisikom.

Kisik je nepogrešljiv za delovanje človeških celic. Pri metabolizmu kisika se sprostijo prosti radikali (molekule z vsaj enim prostim elektronom), ki zaradi svoje reaktivnosti lahko poškodujejo celice. Običajno celice »nevtralizirajo« proste radikale takoj ko ti nastanejo. Pri večjih koncentracijah kisika pa se začnejo prosti radikali kopičiti v celici in jo poškodujejo, kar je eden od možnih vzrokov za toksičnost kisika pri povečanem tlaku.

Glede na parcialni tlak kisika, ki ga dihamo, ločimo dve vrsti toksičnosti kisika. Za potapljače je predvsem nevaren toksični vpliv kisika na centralni živčni sistem (možgani), ki je posledica dihanja čistega kisika pri tlaku več kot 1,6 bara. To imenujemo **akutna toksičnost ali Paul Bertov efekt**. Zaradi povečanega števila prostih radikalov se možganske celice poškodujejo ali odmrejo.

Znaki akutne zastrupitve s kisikom lahko krči nastopijo v trenutku brez predhodnih opozorilnih simptomov in so zato lahko za potapljača usodni. V času trajanja krčev lahko potapljač iz ust izpusti regulator in se zato lahko utopi. Dokler trajajo krči se potapljača ne sme dvigovati proti površini, saj bo zaradi zaprtih dihalnih utrpel barotravmo pljuč. Potapljaču je potrebno držati regulator v ustih in se po umiritvi stanja z njim počasi dvigniti proti površini.

Preden nastopijo krči se lahko zazna tudi različne simptome in znake kot je trzanje ustnic in motnje vida. Resnost znakov se lahko stopnjuje in trajajo od nekaj minut do skoraj ene ure z vmesnimi prekinitvami, ko potapljač nima težav.

Krči – klonična faza lahko preide v tonično fazo, ko je celo telo napeto in potapljač ne diha, dokler se zopet ne prične klonična faza. Tonična faza traja okrog 30 sekund in v tem času je potapljač nezavesten.

Akutna toksičnost (Paul Bertov efekt) – vpliv na centralni živčni sistem

PO₂ > 1.6 bara

globina: 100 % kisik 6 m

zrak..... 66 m

Običajni znaki

- Trzanje ustnic in obraznih mišic

Manj pogosti znaki

- Sprememba dihanja (hitro, počasno ali oteženo)

Končni znak

- Nezavest

Možni znaki

- Omotica
- Slabost v želodcu
- Težave s koncentracijo
- Dezorientacija
- Odrevenelost
- Zaspanost
- Zvonjenje v ušesih
- Nezmožnost fokusiranja
- Zoženje vidnega polja

Dejavniki, ki vplivajo na naraščanje toksičnosti kisika

- Parcialni tlak kisika
- Čas izpostavljenosti kisiku
- Fizična obremenitev
- Mraz
- Slaba fizična kondicija
- Neprespanost
- Strah oz. trema
- Povečana koncentracija ogljikovega dioksida
- Medij okolice - voda ali zrak
- Vpliv dušika

Kronična ali pljučna toksičnost (Lorain Smithov efekt)

Pri tej obliki toksičnega vpliva kisika nastopijo poškodbe celic v pljučih oziroma njihovega odmiranja zaradi dalj časa trajajočega dihanja kisika pod povišanim pritiskom. To je lahko tudi pri tehničnem potapljanju, kjer se uporablja čisti kisik pri dekompresijskih postankih. Kljub temu pa večina potapljačev lahko diha kisik s parcialnim pritiskom od 1,4 do 1,5 bara od 8 do 14 ur brez učinkov pljučne toksičnosti.

PO₂ > 0.6 bara, nekaj ur do več dni

Poškodbe pljuč:	100% kisik (bar) (ure)	čas
	1	18
	2	7
	3	4

Simptomi

- Pekoč občutek v sapniku

V primeru, da potapljač nadaljuje z dihanjem kisika, postopoma nastopijo naslednji znaki zastrupitve:

Znaki

- Oteženo dihanje
- Tiščanje v prsih
- Neobvladljivo kašljanje

Ob nadaljevanju dihanja kisika pljuča sčasoma prenehajo delovati in potapljač umre zaradi pomanjkanja kisika.

Preprečevanje pljučne toksičnosti kisika

Tehnični potapljači, ki izvajajo daljše dekompresijske postanke na katerih dihajo čisti kisik, lahko preprečijo njegov toksični vpliv na pljuča tako, da na vsakih 20 do 25 minut dihanja plina oziroma mešanice za dekompresijo, dihajo zrak v trajanju vsaj 5 minut. S tem omogočimo pljučem, da izločijo nakopičene proste radikale, ki bi jih v nasprotnem primeru poškodovali.

3. TOKSIČNO DELOVANJE OGLJIKOVEGA DIOKSIDA

Ogljikov dioksid (CO_2) je pri človeku najmočnejši stimulan za dihanje. Njegova prevelika koncentracija v krvi in tkivih (hiperkapnija) pa ima vpliv na dihanje ter na živčni in cirkulatorni sistem.

Glavni vzroki za hiperkapnijo pri potapljačih:

1. Zadrževanje zraka med potopom, običajno zaradi težnje po manjši porabi zraka. Pri globljih potopih je vzrok v preslabi pljučni ventilaciji zaradi dela na globini, kjer je zaradi povečane gostote zraka večji dihalni upor.
2. Neodgovarjajoči regulator s prevelikim dihalnim uporom.
3. Pri zaprtih ali pol zaprtih rebreather sistemih je glavni vzrok za povečanje koncentracije CO_2 v odpovedi ali slabem delovanju absorbenta.
4. Pretesna obleka lahko ovira globlje dihanje.
5. Napor, ki je prevelik za zadovoljivo pljučno ventilacijo.
6. Kontaminiran zrak – zelo redek vzrok.

Potapljač s povečano fizično aktivnostjo lahko, preden se onesvesti, zazna le malo opozorilnih znakov zastrupitve s CO_2 .

Zastrupitev z ogljikovim dioksidom je običajna pri uporabi zaprtih ali pol zaprtih rebreatherjev, pri slabi ventilaciji v potapljaških čeladah, rekompresijskih komorah in podmornicah.

Dihanje z zadrževanjem zraka (angl.: skip breathing) je lahko vzrok za barotravmo pljuč, poveča pa tudi narkotičen učinek dušika in toksičnost kisika. Zaradi večje koncentracije CO_2 in posledično večje prekrvavitve tkiv, obstaja tudi večja verjetnost za dekompresijsko bolezen.

Znaki zastrupitve s CO₂

- Hitro dihanje
- Glavobol
- Vrtoglavica
- Rdečica obraza
- Slabost
- Bruhanje
- Zmedenost
- Mišični krči (v primeru kontaminiranega zraka)
- Nezavest – lahko nastopi med naporom v globini ali pri kontaminiranem zraku

Prva pomoč

V primeru znakov zastrupitve z ogljikovim dioksidom se mora potapljač ob umirjenem dihanju dvigniti na površino, kjer je prva pomoč dihanje čistega kisika ali nitroksa.

4. TOKSIČNO DELOVANJE OGLJIKOVEGA MONOKSIDA

Ogljikov monoksid je plin brez barve vonja in okusa, ki je malo lažji od zraka in nastane pri nepopolnem zgorevanju fosilnih goriv (motorji z notranjim izgorevanjem, peči s slabim izgorevanjem in drugo).

Pri potapljanju je glavni vzrok zastrupitve z ogljikovim monoksidom (CO) kontaminacija zraka pri polnjenju jeklenke s kompresorjem, ki ga poganja motor z notranjim izgorevanjem. Zaradi nepravilne postavitve sesalne cevi lahko del izpušnih plinov, ki vsebujejo CO, vstopi v kompresor in nato v potapljaško jeklenko.

Ogljikov monoksid ima veliko večjo afiniteto (približno 230 krat večjo) za vezavo na hemoglobin v rdečih krvničkah (eritrociti) kot kisik in zato prepreči njegovo vezavo na eritrocite. Ob vezavi nastane karboksihemoglobin. Poleg očitnega pomanjkanja kisika pa je posledica zastrupitve s CO tudi njegov toksičen vpliv na celice. Vpliva tudi na transport ogljikovega dioksida, ki mu tudi preprečuje vezavo na hemoglobin. Potapljač ima ob prihodu na površino še vedno težave, ker je ogljikov monoksid zelo močno vezan na hemoglobin in ne dopušča normalnega transporta kisika in ogljikovega dioksida.

Znaki in simptomi zastrupitve s CO

Tako znaki kot simptomi so pogosto podobni vsakdanjim težavam in zato težje prepoznavni. Znak zastrupitve, ki se ga običajno navaja, to je češnjevo rdeč obraz, je navadno viden le pri mrtvih zastrupljenih in ni uporaben za diagnozo zastrupitve s CO pri živih osebah. Zanesljiva diagnoza je le s pomočjo analize krvi.

Posledice dihanja zraka onesnaženega z ogljikovim monoksidom so odvisne od trajanja dihanja kontaminiranega zraka in koncentracije ogljikovega monoksida ter s tem zasedenosti hemoglobina z CO. Koncentracija CO v zraku se običajno podaja v enotah ppm (parts per milion, kar pomeni število delcev na milijon; npr. koncentracija 1000 ppm je 0,1 %).

Koncentracija CO (ppm)	Čas dihanja pri pritisku 1 bara	Učinek na človeka
50	8 ur	Ni neželenih učinkov
200	2-3 ure	Blag glavobol
400	1-2 ure	Glavobol in slabost
800	45 min	Glavobol, slabost, omotica
	1 ura	Kolaps in nezavest
1000	1 ura	Nezavest
1600	20 min	Glavobol, slabost, omotica
3200	5-10 min	Glavobol, slabost, omotica
	30 min	Kolaps in nezavest
6400	1-2 min	Glavobol in slabost
	10-15 min	Nezavest, nevarnost smrti
12.800	1-3 min	Nevarnost smrti

Pri potapljanju z zrakom, ki vsebuje določeno koncentracijo CO, se bo ta vezal na hemoglobin, vendar pa ima potapljač zaradi večjega parcialnega pritiska kisika v krvi dovolj kisika za delovanje organizma in na globini ne bo takoj občutil posledic. Pri dvigu in ob tem zmanjšanem parcialnem pritisku kisika pa lahko nastopi nezavest in smrt.

Prva pomoč

V primeru znakov zastrupitve z ogljikovim monoksidom je prva pomoč dihanje čistega kisika, v težjih primerih pa je nujno zdravljenje v hiperbarični komori z dihanjem čistega kisika pod povišanim tlakom.

5. DEKOMPRESIJSKA BOLEZEN

Vzrok za nastanek dekompresijske bolezni so mehurčki inertnega plina, to je nereaktivnega plina (dušik, helij, vodik), ki nastanejo v krvi in tkivih zaradi prevelike razlike v parcialnem tlaku v telesu raztopljenega inertnega plina in tlaku okolice. Vsak plin se namreč v skladu s Henryjevim zakonom pri konstantni temperaturi raztaplja v neki tekočini sorazmerno z njegovim parcialnim tlakom. To pomeni, da se bo ob zmanjšanju tlaka (zmanjšanju globine potopa) del raztopljenega dušika uplinil.

Tudi na kopnem imamo v krvi raztopljen dušik in to 15 ml dušika (pri 25 °C in 1 baru) v enem litru krvi, kar pri 5 litrih krvi pomeni 75 ml raztopljenega dušika. Na globini 20 m, oz. pod tlakom 3 barov, pa je lahko pri 25 °C v enem litru krvi raztopljenega že 23 ml dušika. Količina raztopljenega dušika je odvisna od trajanja izpostavljenosti določenemu tlaku, vendar ne preseže največje vrednosti za določen tlak in temperaturo.

Dekompresijska bolezen pa lahko nastane tudi pri konstantnem pritisku okolice, če pride do menjave dihalnih mešanic, ki vsebujejo različne deleže inertnega plina. Ta težava se pojavlja predvsem pri zelo globokih potopih, ko se pri dvigu v dihalni mešanici trimiks postopno zmanjšuje odstotek helija in se ga nadomesti z večjim deležem kisika in dušika.

Tipi dekompresijske bolezni

Netipična oblika: najlažja oblika – zelo močna utrujenost po potopu.

Tip I: lažja oblika

Lokacija: mišice, sklepi (bends), koža, limfni sistem.

Nejasni simptomi: splošna slabost, ekstremna utrujenost, izguba apetita.

Tip II: težja oblika

Lokacija: živčni sistem (možgani, hrbtenjača, notranje uho), srčno-pljučni sistem (chokes).

Čas nastopa prvih simptomov

- Redko takoj po potopu,
- 50% v prvi uri po potopu,
- 90% v prvih 6 urah,
- nekaj % v 24 do 48 urah.

Znaki dekompresijske bolezni

- Počutje: močna utrujenost, glavobol, slabost, vrtoglavica
- Dihanje: kratko dihanje
- Koža: bleda, srbenje, zbadanje, lise
- Sluh: zvonjenje v ušesih, izguba sluha
- Vid: motnje vida
- Ravnotežje: opotekanje
- Bolečine: zmerne, močne, običajno v sklepih
- Živčni sistem: vedenjske spremembe, odrevenelost, nekoordinirani gibi, paraliza

Postopek pri izpuščenih ali prekinjenih dekompresiji

Zaradi možnosti tvorbe mehurčkov v krvi ali tkivih, ki lahko povzročijo nastanek dekompresijske bolezni, je postopek sledeč:

- Ne uporabljajte reimerzije z zrakom,
- počivajte, ležite,
- dihanje 100% kisik, po možnosti najmanj 1 uro,
- pijte brezalkoholne pijače,
- ne potaplajte se 48 ur v primeru, da ni prišlo do nastopa dekompresijske bolezni.

Dejavniki, ki povečajo možnost za nastanek dekompresijske bolezni

- Ponovljeni potopi
- Potopi globlji od 24 m
- Hiter in/ali večkratni dvig
- Večja telesna aktivnost pred, med ali po potopu
- Dehidracija
- Debelost
- Utrujenost
- Stres
- Pomanjkanje fizične kondicije, bolezni
- PFO
- Uživanje alkohola ali določenih zdravil pred potopom
- Prehlad
- Starost (več kot 40 let)
- Prevelika koncentracija ogljikovega dioksida
- Potapljanje izven varnostne krivulje

Večja telesna aktivnost

Večja fizična aktivnost med potopom na globini povzroči večjo prekrvavitev mišic, v katerih se zaradi tega raztopi več dušika. Potapljač bo zato potreboval daljšo dekompresijo. Močna telesna aktivnost v času dekompresije (med dvigom in na dekompresijskih postankih) povzroči povečano hitrost tvorbe mehurčkov inertnega plina in njihovo število.

Umirjeno plavanje med dekompresijo pripomore pri desaturaciji zaradi boljše prekrvavitve tkiv.

Počivanje ali rahla fizična aktivnost po potopu omogoči telesu, da se počasi desaturira.

Fizična kondicija potapljača

Mišice potapljača, ki ima boljše fizično kondicijo, bodo imele boljše prekrvavitve in bo zato tudi njihova desaturacija do neke mere boljša kot pa pri potapljaču s slabšo fizično kondicijo.

Debelost

Pri daljših potopih se lahko poveča tveganje za dekompresijsko bolezen pri potapljačih z večjim indeksom telesne mase (ITM = [telesna teža **v kg**] : [telesna višina x telesna višina **v m**]; npr. oseba z maso 80 kg in višino 1,75 m ima ITM = 26) od normalno priporočljivih vrednosti. Debelost se prične pri ITM, ki je večji od številke 29,9.

Dušik se namreč 4,5 krat bolje raztaplja v maščobah kot v vodi in tkivih brez maščob. Tekoči del krvi, plazma, vsebuje 92 % vode.

Povezava med debelostjo in dekompresijsko boleznijo pa vendar ni bila ugotovljena pri vseh potapljačih, saj bi po tej teoriji morale v povprečju biti ženske bolj podvržene dekompresijski bolezni kot moški. Ženske imajo namreč večji odstotek maščobnega tkiva kot moški.

Z debelostjo je običajno povezana tudi slabša fizična kondicija potapljača, kar tudi pripomore k večjemu tveganju za nastanek dekompresijske bolezni.

Prevelika koncentracija ogljikovega dioksida

Parcialni tlak ogljikovega dioksida se v telesu potapljača lahko poveča zaradi večje fizične aktivnosti in istočasne slabše ventilacije pljuč, dihanjem z zadrževanjem zraka (angl. skip breathing), povečanega dihalnega upora zaradi slabega regulatorja oz. večje gostote zraka, ki ga dihamo na večji globini potopa.

Večja koncentracija ogljikovega dioksida lahko povzroči večjo perfuzijo tkiv med potopom in s tem večjo količino raztopljenega dušika v tkivih.

Starost potapljača

S starostjo se zmanjša potapljačeva fizična kondicija, prekrvavitev je na splošno slabša, žile so v slabšem stanju kot v mladosti in bolj občutljive na motnje v pretoku krvi. V sklepnih površinah so lahko prisotne že degeneracije, kar lahko pospeši tvorbo mehurčkov dušika. To lahko razložimo s tem, da pri rahlem drgnjenju dveh trdnih površin, ki sta v kontaktu s plinom nasičeno tekočino, pride do nastanka mehurčkov tega plina.

Dehidracija

Potapljač lahko med potopom izgubi do 2 litra tekočine. Voda se izgublja zaradi dihanja osušenega zraka iz tlačne posode in vpliva okolja. Hladnejše okolje in boljše prevajanje toplote v vodi kot v zraku, povzroči krčenje perifernih žil in prerazporeditev krvi iz okončin v telesno jedro. Če je ta prerazporeditev krvi dovolj velika, skuša telo odvečno tekočino izločiti z uriniranjem.

Dehidracija se poleti poveča z daljšo vožnjo po vročini na potop in iz njega. Vsi alkoholni napitki in kava ali pravi čaj stanje še poslabšajo.

Zaradi dehidracije se zmanjša perfuzija tkiv, kar pomeni, da se zmanjša prehod krvi iz krvnih žil v nek organ ali tkivo in iz njega. Tako se pri koncu potopa, ko je telo najbolj dehidrirano, zmanjša tudi desaturacija tkiv v primerjavi z normalno hidriranim telesom.

Profil potopa

Profil potopa lahko poveča ali pa zmanjša tveganje za nastanek dekompresijske bolezni. Pri brez dekompresijskem potopu na globino in direktnem dvigu na površino ima potapljač do 2% večjo možnost za nastanek dekompresijske bolezni, kljub upoštevanju dekompresijskih tabel in računalnika. Tveganje zmanjša stopničast profil dviga in na koncu varnostni postanek.

Večkratni dvig na površino predstavlja veliko tveganje za nastanek dekompresijske bolezni. Pri večkratnem dvigu na površino lahko mehurčki, ki se nahajajo v pljučih v venskem krvnem obtoku, preidejo v arterijski sistem zaradi ponovne kompresije pri ponovnem potopu.

Tudi večje spreminjanje globine v plitvejšem delu potopa (jo-jo profil potopa) je ravno tako lahko nevarno, saj imamo v krvi med dvigom vedno prisotne mikro mehurčke dušika. Pri ponovnem povečanju globine lahko ti mehurčki pospešijo nastanek novih mikro mehurčkov, oziroma lahko preko pljučnega filtra preidejo na arterielno stran.

Ponovljeni potopi

Pri potopu, ki je izveden v manj kot 24 urah po predhodnem potopu, imamo v telesu še vedno povečano koncentracijo raztopljenega dušika, kar predstavlja večje tveganje za nastanek dekompresijske bolezni. Pri več dnevnem potapljanju, ko izvajamo tudi ponovljene potope, se zato priporoča dan odmora po vsakem tretjem dnevu potapljanja.

Spreminjanje nadmorske višine po potopu

O tem običajno govorimo o nevarnosti poleta z letalom po potopu, vendar pa predstavlja tveganje za nastanek dekompresijske bolezni tudi potovanje po kopnem, če se takoj po potopu odpravimo na pot in dvignemo na večjo nadmorsko višino (dovolj je lahko že pot preko Knežaka po potopu v Reškem zalivu).

Za brez dekompresijske rekreativne potope se pred poletom z letalom priporoča vsaj 24 urni odmor.

Polet z letalom pa predstavlja tveganje za nastanek dekompresijske bolezni tudi pred potopom zaradi dihanja osušenega zraka v letalu. Kadar med poletom ne pijemo dovolj brez alkoholne tekočine, smo pri pristanku dehidrirani, kar ob utrujenosti zaradi potovanja lahko ob prekratnem odmoru pred potopom, med katerim se še dodatno dehidriramo, povzroči dekompresijsko bolezen.

Posledice dekompresijske bolezni

1. Aseptična nekroza kosti – vzrok je v blokiranju cirkulacije krvi v kosteh zaradi prisotnosti dušikovih mehurčkov.

Pogostost obolenja: 5% profesionalnih potapljačev, od tega jih polovica ni nikoli imela DKB.

Mesto okvare: najpogosteje kolčni in ramenski sklepi.

2. Poškodba mrežnice – vzrok je v nenormalni krvni cirkulaciji v mrežnici, DKB ni bila prisotna.

Pogostost: več kot polovica od 80 amaterskih potapljačev in 100% pri 26 profesionalnih potapljačih.

3. Poškodba centralnega živčnega sistema

Vzroki:

- a. Tvorba mehurčkov plina v arterijskem krvnem sistemu.
- b. Mehurčki, ki se tvorijo v pljučih lahko sprožijo v telesu mehanizem za strjevanje krvi, posledica so zelo majhni strdki v kapilarah.
- c. Mehanizem je podoben kot pri bolezni srpastih celic. Pritisk 4 barov med potopom povzroči, da so levkociti tako togi kot eritrociti pri bolezni srpastih celic.

Posledice poškodb centralnega živčnega sistema

- Poslabšanje kratkotrajnega spomina; slabše reševanje spretnostnih vaj, ki zahtevajo premislek.
- Psihološke spremembe – mirna oseba se spremeni v impulzivno in se hitro razburi.

Pogostost obolenja: simptomi lahko nastopijo šele v starosti 50 do 60 let, pri profesionalnih potapljačih pa so očitni po 8 delovnih letih.

4. Poškodbe jeter – pri rednem potapljanju na globino 30 do 50 m
 - a. Visok nivo določenih proteinov v krvi (encimi, ki se nahajajo v jetrih)
 - a. Visok nivo toksinov v krvi (endotoksini)
 - b. Visoka koncentracija histamina v urinu, kar kaže na nenormalno biokemijo krvi

Prva pomoč pri dekompresijski bolezni

- Opazujte ponesrečenca – zavest, dihanje, utrip / po potrebi oživljanje
- Ležeč položaj, vzdržujte prehodnost dihalnih poti
- Dihanje 100% kisika
- Vzpostavitev kontakta z rekompresijsko komoro ali zdravstveno ustanovo
- Transport do rekompresijske komore / dihanje 100% kisika
- Ponesrečenec, ki je pri zavesti lahko pije brezalkoholno tekočino
- Zabeležite profil potopa in predhodne potope
- Zabeležite dano prvo pomoč in ponesrečenčevo reagiranje

NIKOLI KOT PRVO POMOČ NE UPORABLJAJ REIMERZIJE Z ZRAKOM!

Dihanje 100% kisika kot prva pomoč pri dekompresijski bolezni

Pri dekompresijski bolezni je bistveno, da se čim hitreje zmanjša velikost in število mehurčkov dušika v telesu potapljača. Zaradi dihanja 100 % kisika se poveča razlika v delnih tlakih med dušikom v krvi in dušikom v pljučih, zato bo dušik iz krvi veliko hitreje prehajal v pljuča kot pa bi bilo to v primeru dihanja zraka, ki vsebuje 78 % dušika. Kadar ni na razpolago 100 % kisik je za prvo pomoč učinkovito tudi dihanje nitroks mešanice s čim večjim odstotkom vsebnosti kisika.

Poleg hitrejše desaturacije ima dihanje 100 % kisika še drug pozitiven učinek na telo. Zaradi večje koncentracije se nekaj kisika raztopi v krvi, ki ga prenese do zaradi blokade z mehurčkom prizadetega tkiva. Mehurčki namreč lahko ovirajo transport kisika z rdečimi krvnimi telesci.

Zaradi pomanjkanja kisika so prizadete tudi žilne stene, ki zato začnejo prepuščati tekoči del krvi v že tako prizadeta tkiva. Ta zaradi tega zatečejo (edem), kar še poslabša njihovo prekrvavitev. V krvi raztopljeni kisik prehranjuje tudi stene žil in zato zmanjšuje zatekanje tkiv.

Za dekompresijsko boleznijo oboleli potapljač mora dihati 100 % kisik dokler je ta na razpolago in tudi med transportom v rekompresijsko komoro!

6. ARTERIJSKA PLINSKA EMBOLIJA

Arterijska plinska embolija je zamašitev arterije z mehurčkom plina in je lahko smrtna, oziroma ima za potapljača trajne posledice.

Pri potapljanju z uporabo zraka za dihanje eno od arterij zamaši mehurček zraka, ki je pri poškodbi pljuč prešel v arterijsko kri. Potapljač, ki ima v srcu med preddvoroma prehod imenovan Patent foramen ovale, dobi v levi atrij nekaj venozne krvi, ki pa pri potapljanju, posebno proti koncu potopa, vsebuje tudi mikro mehurčke dušika. Ti rastejo tudi še po že končanem potopu. V tem primeru zamaši arterijo mehurček dušika in ne zraka. V primeru, da ima potapljač PFO, lahko nastopi arterijska plinska embolija po že končanem potopu zaradi povečane fizične obremenitve, pri kateri je prišlo do povečanega pritiska v pljučih (npr. dvigovanje jeklenk ipd.).

Zaradi embolij so prizadeti predvsem možgani, simptomi in znaki pa so odvisni od žile, ki je bila z mehurčkom blokirana in zato določen del možganov ni dobil življenjsko pomembnega kisika.

Vzroki so:

- zadrževanje zraka med dvigom,
- hiter dvig z nezadostnim izdihovanjem,
- v pljučih ujet zrak zaradi astme, kajenja, sluzi, vdihnjene vode, krča sapnika ali prehlada,
- prehod mehurčkov dihalnega medija preko šantov v pljučih iz venskega v arterijski krvni obtok zaradi prekomerne razširitve alveol,
- zaradi PFO.

Arterijska plinska embolija lahko nastopi po normalnem dvigu. Potapljanje s prehladom (kašljem) stopnjuje možnost nastopa arterijske plinske embolije. Rizična skupina so kadilci.

Znaki in simptomi se pojavijo takoj po potopu in so:

- nezavest,
- glavobol
- zmedenost,
- motnje govora / vida,
- nekontrolirani gibi,
- vrtoglavica,
- krči,
- slabost,
- odrevenelost / občutek mravljincev,
- paraliza,
- smrt.

Možnost prisotnosti znakov pljučne barotravme.

Prva pomoč:

- takojšen transport v rekompresijsko komoro,
- opazujte stanje zavesti, dihanje in srčni utrip. Če je potrebno izvajajte KPO,
- ležeč položaj,
- dihanje 100% kisika.

7. PLJUČNI EDEM

Pljučni edem je nenaden prehod tekočine iz pljučnega krvnega obtoka v alveole. »Poplavljanje« alveol nastopi, kadar krvni tlak znotraj kapilar prekorači tlak, pri katerem membrane kapilar še lahko zadržijo tekočino. Razlika v povišanem tlaku znotraj kapilare in manjšem tlaku v alveoli še pospeši prepuščanje kapilar. Običajno se ocenjuje, da je vzrok v nepravilnem delovanju leve polovice srca. Pljučni edem se pojavlja tudi pri zdravih plavalcih in potapljačih. Imajo ga lahko tudi izredno fizično sposobni vojaški potapljači med vzdržljivostim plavanjem, triatlonci in potapljači s povprečno ali slabo fizično kondicijo.

Vzrok za pljučni edem v vodi

Točen mehanizem nastanka pljučnega edema pri zdravih plavalcih in potapljačih še ni poznan. Verjetno je več dejavnikov, ki negativno vplivajo na krvni obtok. Razlag za ta pojav je več. Pri potopitvi v vodo, še posebno, če je ta hladna (manj kot 25 °C), se kri iz okončin prerazporedi v trup. To poveča količino krvi, ki iz pljuč vstopa v levo stran srca. Običajno lahko pljuča in srce kompenzirata ta dodaten dotok krvi, včasih pa je to preveč za srce in pljuča in tekočina začne prehajati iz pljučnih kapilar v alveole.

Osebe z delno povišanim krvnim tlakom (predhipertenzija, krvni tlak je med 120 in 139 mm Hg oziroma med 80 in 89 mm Hg) imajo lahko povečan odziv na hladno vodo, kapilare pod kožo se močneje skrčijo in zato so te osebe bolj dovzetne za nastanek pljučnega edema.

Po drugi teoriji je vzrok za nastanek pljučnega edema v močnem vdihovanju, ki je lahko posledica prevelikega fizičnega napora, prekomernega dihanja preko dihalke ali regulatorja in zaradi slabo nastavljenega in vzdrževanega regulatorja. K nastanku pljučnega edema tako lahko prispeva močan napor pred, med ali po potopu. Med potopom se močno poveča dihanje tudi zaradi premajhne ali prevelike obtežitev ter hitrega plavanja. Dihalno delo se poveča tudi v primeru panike ali pretesnega zgornjega dela potapljaške obleke.

Vdih vode lahko zaradi slabo delujočega izdišnega ventila regulatorja povzroči začasno zaprtje dihalnih poti, to pa je tudi možen vzrok za pljučni edem.

Rebreatherji s kontra pljuči na hrbtu imajo večji dihalni upor zaradi razlik v hidrostatskem pritisku pri horizontalnem plavanju. Dihalni upor pa je pri rebreatherjih precej odvisen od zasnove aparata in njegove kvalitete delovanja.

Tudi astma poveča dihalno delo in zato lahko pripomore k nastanku pljučnega edema.

Vsaka aktivnost ali oprema, ki poveča dihalno delo, lahko prispeva k razvoju pljučnega edema.

Simptomi in znaki pljučnega edema

Simptomi in znaki so kašelj, zasoplost, krvav izpljunek, bolečine v prsih niso prisotne. Znake pljučnega edema pri potapljačih se pogosto zamenjuje z barotravmo pljuč.

Simptomi se navadno pojavijo med dvigom, možnost je tudi na dnu ali kmalu po dvigu. Običajno se te vrste pljučni edem pozdravi brez terapije v 24 urah.

Prva pomoč

Potapljač s sumom na pljučni edem mora takoj zapustiti vodo. Ob dihanju 100% kisika se ga v pol sedečem položaju takoj transportira v center za nujno medicinsko pomoč.

8. VRTOGLAVICA

Med in po potapljanju lahko potapljač občuti vrtoglavico, ki lahko nastane zaradi različnih vzrokov. Med potopom lahko močna vrtoglavica ogrozi življenje potapljača, saj v takem stanju ne more varno zaključiti potopa. Po potopu pa je močna vrtoglavica znak za prizadetost ravnotežnega organa, kar je lahko povzročil mehurček dušika (dekompresijska bolezen) ali mehurček zraka (arterijska plinska embolija). Vrtoglavica po potopu zahteva takojšnjo zdravniško pomoč oziroma zdravljenje v rekompresijski komori.

Vzroki za vrtoglavico

- Asimetrična kalorična stimulacija – prehodna vrtoglavica zaradi različne temperature vode v levem in desnem sluhovodu ali srednjem ušesu.
- Alternobarični vertigo - različen pritisk med levim in desnim srednjim ušesom (različna pritiska pomenita različen signal v možgane – konflikt) in običajno nastopi med dvigom.
- Čas trajanja vrtoglavice: nekaj sekund do 10 minut.
- Ostali možni vzroki: dekompresijska bolezen, arterijska plinska embolija, zastrupitev z ogljikovim dioksidom, ogljikovim monoksidom ali kisikom.

Asimetrična kalorična stimulacija

Običajno je med potopom v obeh sluhovodih voda z enako temperaturo. Kadar obstaja temperaturna razlika med obema sluhovodoma nastopi vrtoglavica, ki je izrazitejša, če se glava potapljača nahaja pod kotom 30° nad ali pod horizontalno črto, kot je na primer potop ali dvig pod kotom 30° ali pa podvodno delo z dvignjeno glavo pri čiščenju dna plovila. Vrtoglavica preneha, če premaknemo glavo v vertikalni položaj. Vedno pa nastopi močna vrtoglavica, ko zaradi predrtja bobniča voda vstopi v srednje uho. Vrtoglavica preneha, ko se temperaturna razlika med obema srednjima ušesoma približno izravna.

Alternobarični vertigo

- *Vzrok*
Stimuliranje ravnotežnega organa zaradi neenakega pritiska med levim in desnim srednjim ušesom zaradi blokirane ali slabo prehodne Evstahijeve tube.

- *Znaki*
Vrtoglavica
Slabost, bruhanje
- *Prva pomoč*
Prenehajte z dvigom / spustom
Izenačite pritisk v srednjem ušesu
Počasen dvig

Sindrom karotidnega sinusa

- *Vzrok*
Prevelik pritisk obleke na vrat (pogosto pri suhi obleki). Sindrom lahko nastopi tudi zaradi prehitrega dviga v suhi obleki, ko je zrak ujet pod vratno manšeto in zaradi hitrega širjenja pritiskne manšete na vrat.
- *Znaki*
Počasen utrip
Zmedenost, dezorientacija
Slabost v želodcu
Nezavest
- *Prva pomoč*
Sprostitev pritiska obleke oz. vratne manšete na vrat

Dušikova narkoza

Potapljanje z zrakom globlje od 30 metrov povzroči omotico in v redkih primerih tudi vrtoglavico, ki preneha po dvigu za nekaj metrov.

Zastrupitev s kisikom

Pri potapljanju s kisikom ali mešanici z večjim odstotkom kisika lahko nastopi vrtoglavica pri prekoračitvi varnostnih mej glede parcialnega pritiska in časa izpostavljenosti kisiku. Vrtoglavica je v teh primerih lahko tudi eden od opozorilnih znakov zastrupitve s kisikom.

9. ŠOK

Oskrba šoka je eden od standardnih postopkov pri vsaki prvi pomoči v nujnih primerih. Šok je stanje, pri katerem je močno moteno delovanje telesnega krvnega obtoka, zaradi česar so prizadeta določena tkiva in organi. Učinkovita cirkulacija je zmanjšana zaradi dekompresijske bolezni, krvavitve, poškodbe, infekcije, bolezni, opeklin, dehidracije, bruhanja, diareje, strahu ali emocionalne stiske.

Znaki šoka

- Tesnoba, nemir ali razdražljivost,
- spremenjena zavest,
- omotičen pogled,
- hladna, vlažna in bleda koža,
- hiter in slaboten srčni utrip,
- hitro in plitko dihanje,
- slabost, kolaps,
- šibkost, občutek nemoči,
- žeja, bruhanje,
- zmedenost, strah,
- nezavest, smrt.

Zdravljenje šoka

- Pokličite nujno medicinsko pomoč,
- ponesrečenec naj leži v udobnem položaju,
- diha naj 100 % kisik,
- dvignite mu noge za približno 25 do 30 cm,
- zaustavite kakršno koli močnejše krvavenje – preprečite nadaljnji šok,
- govorite s ponesrečencem v prijetnem in pomirjajočem tonu,
- pokrijte ponesrečenca, da preprečite izgubljanje toplote,
- v primeru bruhanja položite ponesrečenca v bočni položaj.

V. UTAPLJANJE IN UTOPIŦEV

Utopitev je vzrok za smrt potapljača v približno 80 odstotkih. Svetovna statistika navaja enako število utapljanja in utopitev med neizkušenimi in izkušenimi potapljači. Panika ali pa hitro in nenormalno gibanje je vzrok za nezgodo v tretjini primerov. Pri polovici utopitev je vzrok potapljačeva nezavest. Veliko se jih je utopilo ne da bi jih zajela panika, zaradi globinske pijanosti, ali pa predhodnega vdihla slane vode.

V nekaj primerih je prišlo med potapljačem, ki je ostal brez zraka in njegovim potapljaškim kolegom do borbe za edini regulator, kar je privedlo do utopitve potapljača. Potapljač brez zraka tudi pogosteje poseže po primarnem regulatorju kot po oktopusu, zato mu mora reševalec najprej ponuditi svoj primarni regulator in sam uporabiti oktopus, dokler se situacija ne umiri.

Med vzroki za utopitev je v 10 odstotkih navedena astma in jemanje drog oziroma določenih vrst zdravil. Na drugem mestu so srčno žilne bolezni, zelo slaba fizična kondicija potapljača in panika.

1. Vrste utopljenčev:
 - a. modri – modra sluznica in koža, penast izcedek iz ust, polni vode,
 - b. bledi – ni vode v pljučih.
2. Faze utopitve:
 - zavestno zadrževanje dihanja, požiranje vode – nezavest v 2 do 5 minutah,
 - naraščanje koncentracije ogljikovega dioksida v organizmu – dihanje vode,
 - terminalni odmor 30 do 60 sekund,
 - agonalno dihanje vode (krčevito odpiranje ust) – 30 do 40 sekund.
3. Proces pri utapljanju:

Sladka voda: voda gre iz alveol v kri, posledica je razredčenje krvi, razpad eritrocitov in zato sproščanje kalija, ki povzroči fibrilacijo srca in njegov zastoj v 3 do 6 minutah.

Slana voda: voda, beljakovine in kalij grejo iz krvi v alveole, ioni natrija in klora pa iz slane vode v kri. Zaradi zmanjšanja koncentracije kalija v krvi pride do zastoja srca v 4 do 5 minutah.
3. Sekundarna utopitev: sesedanje pljuč zaradi izpranega surfaktanta.

Globina potopa

Pri utopitvah in pri utapljanju je bila v tretjini primerov globina potopa njihova največja globina v potapljaški karieri. Pri polovici začetnikov pa je bila globina večja kot na predhodnih potopih kar kaže na težave, ki jih imajo neizkušeni potapljači s porabo zraka, hitreje zapadejo v paniko zaradi težav z opremo ali pa zaradi vpliva okolja (slaba vidljivost, izguba orientacije, dušikova omama in drugo).

Potapljaška oprema

V večini utopitev je potapljaška oprema delovala normalno in ni bilo okvar. V primerih, ko je bil vzrok za nezgodo nepravilno delovanje opreme, sta bila to najpogosteje potapljaški regulator in kompenzator plovnosti. V četrtni primerov težav z opremo je bila za nezgodo kriva potapljačeva preobtežitev.

Pomanjkanje zraka

V 60 odstotkih vseh nezgod je bil vzrok prazna potapljaška jeklenka. Potapljač je nepravilno planiral potop in zanj porabil preveč zraka, ni dovolj pogosto kontroliral tlaka zraka v jeklenki ali pa se je namerno odločil, da se bo potapljal dokler je zrak na razpolago in se je prepozno dvignil na površino. V nekaterih primerih pa je bil vzrok v premalo odprtem ventilu jeklenke, kar je na globini povzročilo prekinitve dovajanja zraka.

Odsotnost sopotapljača

V polovici primerov z usodnim koncem se je potapljač pred nezgodo ločil od skupine oziroma sopotapljača, ali pa je izvedel solo potop. V četrtni primerov pa se je to dogodilo tik pred nezgodo. Med utapljačimi jih je 70 odstotkov preživel zaradi pomoči sopotapljača.

Pozitivna plovnost

Med reševanjem utapljaljajočega je nujna njegova pozitivna plovnost, zato se takoj, ko je to mogoče, odpne ponesrečenčev pas z utežmi, oziroma se jih odvrže iz kompenzatorja plovnosti. V nekaterih situacijah zataji reševanje s kompenzatorjem plovnosti reševanca (prazna jeklenka, napaka na inflatorju itd.), pozitivno plovnost lahko dosežemo edino z odmetavanjem uteži.

Pozitivna plovnost ponesrečenca na površini je življenjskega pomena, saj lahko nenadoma potone.

Sindrom vdihla slane vode

To je redke primer in se zgodi, če potapljač diha aerosol morske vode zaradi slabega delovanja regulatorja, neizkušenosti in dihanja v paru na en regulator. Vodni aerosol povzroči draženje pljuč in v težjih primerih vodi do utapljanja.

Vdihovanje aerosola morske vode se lahko dogodi tudi med plavanjem po površini v močnejšem vetru, ki nosi morskno peno (močna burja).

Običajen simptom je kašelj med in po potopu. Pri blagi obliki je dovolj nekaj urni počitek, v resnejših primerih pa je nujna zdravniška pomoč.

Simptomi se običajno pojavijo eno do dve uri po potopu in poleg kašlja vključujejo še potapljačevo cianozo, blago vročino, zadihanost, glavobol, slabost z bruhanjem, drgetanje, bolečine v udih in drugo.

Sekundarna utopitev

Med utapljanjem obstaja možnost, da v pljuča vstopi zelo majhna količina sladke ali slane vode, ki lahko povzroči smrt ponesrečenca tudi do 48 ur po utapljanju. To imenujemo sekundarna utopitev in se dogodi v 2 do 5 odstotkih vseh utapljanj. Ta utopitev je posledica nezadostne izmenjave plinov v pljučih zaradi motnje v delovanju membran pljučnih alveol in izgube surfaktanta. Telo ne dobi več zadostne količine kisika, smrt pa nastopi zaradi pljučnega edema, podobnega akutni pljučnici.

Notranje stene alveol so pokrite s tankim filmom tekočine, ki vsebuje detergentu podobno snov, imenovano surfaktant. Ta zmanjšuje površinsko napetost tekočine na notranji steni alveol. Pri izdihu se alveole zmanjšajo, koncentracija surfaktanta se poveča, površinska napetost se še zmanjša in s tem se prepreči sesedanje alveol.

Ukrepi v primeru utapljanja oziroma suma na možnost sekundarne utopitve

1. Kontrolirajte dihanje – ponesrečenec naj naredi nekaj globokih vdihov, pri tem ne sme čutiti nobene bolečine ali se neugodno počutiti.
2. Ponesrečenca transportirajte v zdravstveno ustanovo v pol sedečem položaju ob dihanju kisika.
3. Oseba, ki se je utapljala, naj bo pod zdravniškim nadzorom vsaj 48 ur po zgodbi.

VI. VPLIV TEMPERATURE OKOLICE NA POTAPLJAČA

1. HIPOTERMIIJA

Pri rekreativnem potapljanju močna podhladitev oz. hipotermija zaradi kvalitetnih zaščitnih oblek (suhih ali mokrih) običajno ni težava. O hipotermiji govorimo, ko temperatura telesnega jedra pade pod 35 °C. Zaradi skoraj 25 krat boljše toplotne prevodnosti vode od zraka se potapljač brez ustrezne potapljaške obleke podhladi tudi v sorazmerno topli vodi. V zimskih in spomladanskih mesecih pa je potapljačeva podhladitev še veliko hitrejša.

Poleg neprijetnega počutja pa je za potapljača nevarna že blaga hipotermija, ko temperatura telesa pade za 1 do 2 °C. Zaradi drgetanja ni sposoben finejših opravil, zmanjša pa se tudi njegova sposobnost presoje. V podhlajenih tkivih se zmanjša tudi hitrost desaturacije in je zato po potopu v telesu potapljača raztopljenega več dušika kot pa bi ga bilo, če se potapljač nebi podhladil. To predstavlja nevarnost predvsem pri ponovljenih potopih v hladni vodi, saj potapljač začne ponovni potop z večjo količino dušika v telesu, kot pa to predvidevata algoritem računalnika ali potapljaške tablice.

Potapljač, ki se je med potopom podhladil ima tudi večje tveganje za nastanek dekompresijske bolezni, če je po potopu fizično aktiven ali pa se ogreva v kadi s toplo vodo. Dovoljeno je le krajše tuširanje s toplo vodo.

Stopnje hipotermije

Večji kot je padec telesne temperature potapljača, resnejši so znaki podhladitve in težje so posledice.

Prva stopnja hipotermije: telesna temperatura pade za 1 do 2 °C pod normalno temperaturo, to je na 35 do 36 °C. Pojavi se zmerno do močno drgetanje, oseba je nezmožna kompleksnejših opravil, odrevenijo ji okončine, dihanje pa postane hitrejše in plitvejše.

Druga stopnja hipotermije: telesna temperatura pade za 2 do 4 °C pod normalno temperaturo, to je na 33 do 35 °C. Drgetanje postane močnejše, oseba je dezorientirana, gibi so nekoordinirani. Koža je bleda, ustnice, prsti in ušesa postanejo modrikasti saj se telo brani pred hipotermijo tako, da skrči periferne žile in kri preusmeri v vitalne organe.

Tretja stopnja hipotermije: telesna temperatura pade na 32 °C. Metabolizem se začne ustavljati, ker pričnejo odpovedovati posamezni organi. Oseba ni zmožna koordiniranih gibov in govora. Če se podhladitev ne zaustavi, pride do odpovedi srca in smrti.

Postopki pri blagi podhladitvi: pasivno zunanje ogrevanje. Potapljača na manjšem plovilu pustimo v neoprenski obleki, ker ga ščiti pred vetrom in nadaljnjo podhladitvijo. V ostalih primerih pa mrzlo in mokro obleko odstranimo, oseba naj bo na toplem in pokrita z odejami ali astro folijo (folija mora biti s srebrno stranjo obrnjena proti telesu in zlato stranjo navzven). Podhlajeni naj pije tople, brezalkoholne napitke.

Postopki pri zmerni podhladitvi: aktivno zunanje ogrevanje in dovajanje toplega, ovlaženega zraka. V telesu zaradi padca temperature ni več možno nastajanje toplote, kot posledice fizioloških procesov. Uporabi grelnih blazin, polaganje vrečk s toplo tekočino na področje večjih žil (dimlje, pazduhe, trup) naj sledi ogrevanju s toplim zrakom, da ne povzročimo navala hladne krvi proti srcu.

Pri zmerni podhladitvi s srčnim zastojem začnemo osebo oživljati po istem postopku kot ne podhlajeno osebo, ki nima srčnega utripa.

Postopki pri hudi podhladitvi brez srčnega zastoja: aktivno notranje (secrete intravenske tekočine, segret in ovlažen zrak itd.) in zunanje segrevanje.

Smrt podhlajene osebe se lahko proglasi šele, ko je njeno telesno jedro ogreto na normalno telesno temperaturo in kljub temu ni znakov življenja ali pa, če ukrepi za ogrevanja telesa ne dajo pozitivnih rezultatov.

Povzetek navodil prve pomoči pri hudi hipotermiji

- Takojšnja medicinska pomoč
- Previdno ravnanje s pacientom
- Nadzorujte dihanje in utrip
- Previdno zamenjajte mokra oblačila s suhimi
- Zaščitite pacienta pred mrazom in vetrom (v odsotnosti odej – ogrevanje s telesu)
- Pitje tekočine - glede na pacientovo stanje
- Pacient mora biti ves čas v ležečem položaju (po ogretju lahko zaradi razširitve žil nastopi šok)
- Obvezno opazovanje v bolnici kljub navideznemu popolnemu okrevanju.

Opozorila

Pitje tekočin

- Napitki morajo biti brez alkohola, kave ali drugih virov kofeina
- Tople napitke lahko pacient pije šele po prenehanju nekontroliranega tresenja in, ko je v normalnem stanju zavesti.

Oživljanje

- Pri močno podhlajeni osebi, ki dalj časa ni dihala, naj se KPO nadaljuje, dokler telesno jedro ne doseže temperaturo več kot 36 °C.
- Prenehajte s KPO glede na navodila zdravnika ali če fizično omagate

Pitje tekočin

- Pacient naj ves čas leži z dvignjenimi nogami

Razlaga: v hladni vodi pride do povečanja volumna krvi v telesnem jedru in do povečanja izločanja urina, zmanjša se povišan krvni pritisk v jedru. Po dvigu iz vode pride do nenadnega zmanjšanja centralnega krvnega volumna (hidrostatski pritisk) – padec krvnega pritiska – šok – smrt.

2. HIPERTEMIJA

Regulacijo temperature v telesu vrši termoregulacijski center v hipotalamusu (majhno področje v možganih), ki kot nekakšen termostat uravnava telesno temperaturo glede na poročila toplotnih receptorjev. Ti se nahajajo povsod po telesu z namenom, da ohranjajo toploto. Pri segrevanju telesa uravnava temperaturo z znojenjem, saj izhlapevanje znoja znižuje temperaturo kože. V primeru, da telesna temperatura telesa še naprej narašča, se tudi center za termoregulacijo greje in, če se ogreje na 41 °C odpove njegovo delovanje in taki osebi grozi vročinski udar (toplotna kap). Nadaljnje ogrevanje vodi v smrt.

Pregrevanje telesa pri potapljanju ogroža predvsem rezervnega potapljača na čolnu. Človek razmeroma lahko prenaša hipertermijo in ne občuti večjih težav pred toplotnim udarom.

Hipertermija omejuje trajanje potapljanja in podvodna dela že pri zmernih temperaturah vode (28 °C), ker potapljaška obleka preprečuje hlajenje kože s potenjem. Telo segreva tudi dihalni plin, ki ima temperaturo vode v kateri se potaplja.

Daljše zadrževanje v potapljaški obleki pri višjih temperaturah zraka ali celo na soncu poveča hipertermijo in lahko nastopi toplotni udar. Telesna temperatura se dviguje relativno počasi dokler ne doseže vrednosti, ko se začne hitro dvigovati. Takrat je potrebno veliko več časa, da se oseba ohladi na normalno telesno temperaturo.

Znaki toplotnega udara

Karakterističen znak toplotnega udara je dvig telesne temperature nad 40 °C. Prvi znak je lahko tudi nezavest. Ostali znaki so:

- pulzirajoč glavobol,
- vrtoglavica,
- prenehanje znojenja kljub vročini,
- rdeča in vroča koža,
- slabost in bruhanje,
- hiter srčni utrip (močan ali slaboten utrip),
- hitro in plitvo dihanje,
- sprememba obnašanja, zmedenost, dezorientacija,
- nezavest.

Rdeča in vroča koža je posledica širitve žil, da bi telo lažje izgubljalo odvečno toploto. Kadar se telo ne more ohladiti na ta način je možno tudi, da je koža na otip suha.

Ostali znaki in simptomi so lahko različni. Običajno spremlja toplotni udar tudi dehidracija, ki povzroči slabost in bruhanje, nizek krvni tlak (posledica je vrtoglavica pri hitri spremembi iz ležečega v stoječe stanje), mišični krči, bolečine v trebuhu itd.

V primeru težkega toplotnega udara je prisotna zmedenost ter povečanje srčnega utripa in ritma dihanja zaradi padca krvnega tlaka. Žile se zaradi padca krvnega tlaka skrčijo in koža postane bleda, v kasnejši fazi je lahko tudi modrikasta.

Prva pomoč je premestitev osebe v hladen prostor in odstranitev nepotrebne obleke. Kožo ponesrečenca hladite z vodo, vrečke z ledom položite pod pazduhe, na dimlje, na vrat in hrbet. Pregreto osebo lahko stuširate ali okopate s hladno vodo (v kadi naj temperatura vode pada relativno počasi - dolivanje mrzle vode). Pokličite nujno medicinsko pomoč.

Oseba, ki je prebolela toplotni udar bo še nekaj tednov občutljiva na visoke temperature okolice in ne bo prenašala večjih fizičnih obremenitev.

VII. ZDRAVILA IN DROGE PRI POTAPLJANJU

Varnost potapljača je v veliki meri odvisna od njegove hitre in pravilne presoje ter hitrega reagiranja, kar se pod vplivom drog in zdravil poslabša, nekatera zdravila pa tudi povečajo tveganje za določene poškodbe.

Alkohol

Od vseh drog je alkohol najbolj dostopen uporabnikom in najbolj razširjen. V prometu je zakonsko dovoljena koncentracija alkohola v krvi 50 mg alkohola na 100 ml krvi (0,5 promila). Že pri koncentraciji 0,2 do 0,5 promila v krvi je zmanjšana potapljačeva koncentracija, sposobnost opazovanja okolice, ocena razdalje in poveča se mu želja po izpostavljanju tveganim situacijam. Pred potopom se zato odsvetuje uživanje alkohola, vključno tudi pitje piva, saj ima alkohol tudi v nizkih koncentracijah diuretski učinek na potapljača.

Med potapljanjem se potapljač že tako dehidrira, če pa k temu prištejemo še diuretični učinek alkohola pred ali po potopu, je tveganje za pojav dekompresijske bolezni še večje. Izločanje alkohola iz telesa je odvisno od spola, mišične mase, količine popitega alkohola in seveda bolezni jeter. V povprečju se izloči v 8-10 urah. Potapljač mora planirati potop šele po 10 urah po popiti večji količini alkohola, popiti pa mora tudi dovolj brezalkoholne tekočine, da prepreči dehidracijo.

Nikotin

Poleg znanih negativnih učinkov kajenja na človeško telo se mora potapljač zavedati, da ta droga zmanjšuje njegove fizične zmožnosti in tudi povečuje tveganje za zdravstvene težave zaradi potapljanja. Kajenje vpliva na normalno izločanje sluzi iz dihalnih poti, ki zato lahko blokira nekatere ožje zračne prehode, kar pa ima lahko za posledico zračno embolijo. Ta je pogostejša pri potapljačih kadilcih kot pa pri potapljačih nekadilcih.

Ogljikov monoksid, ki nastaja pri izgorevanju cigaret, se veže na hemoglobin in zmanjšuje število rdečih krvnih teles, ki prenašajo kisik po telesu. Ogljikov monoksid se iz telesa izloči šele po več urah. Potapljač – kadilec v normalnih okoliščinah ne bo občutil posledic kajenja. Pri povečani fizični aktivnosti, še posebno v nujnih primerih, ko aktivnosti ne more prekiniti ali zmanjšati, pa se hitro zaduha in ne zmore fizičnega napora enako kot nekadilec.

Zdravila proti morski bolezni

Vsa zdravila proti morski bolezni vplivajo na hitro in pravilno reagiranje potapljača med potopom. Večinoma je njihov stranski učinek zaspanost potapljača, lahko pa imajo tudi hujše stranske učinke (skopolamin) kot je meglen vid, omotica, slabost, duševne spremembe, mišična slabost, bruhanje in drugo. Izogibati se je potrebno tudi zdravilom proti morski bolezni, ki vsebujejo antihistaminike (dramine), pri morebitni uporabi pa je potrebno vzeti primerno dozo zdravila in preizkusiti njegov učinek nekaj dni pred potapljanjem.

Klasifikacija zdravila	Zdravstveno stanje neprimerno za potapljanje	Škodljiv učinek zdravila med potapljanjem	Drugi dejavniki povezani s potapljanjem
Antikoagulanti	Različna srčno žilna bolezenska stanja	Hematomi zaradi manjših poškodb, krvavitve pri barotravmi	Nagnjenje h krvavitvam v primeru barotravm (ušes, sinusov, pljuč, verjetnost poslabšanja DKB hrbtenjače)
Analgetiki	Ne obstaja	Krvavitve v prebavnem traktu	Možnost pozitivnega učinka aspirina zaradi blokiranja učinka mehurčkov na stene žil
Narkotiki, marihuana, alkohol	Zloraba drog	Zmanjšanje čutnega zaznavanja, zmanjšana sposobnost reševanja težav	Možnost dodatnega učinka dušika
Pomirjevala	Različna stanja anksioznosti (tesnoba, zaskrbljenost živčnost), panika	Zmanjšanje čutnega zaznavanja, zmanjšana sposobnost reševanja težav	Možnost dodatnega učinka dušika
Antidepresivi	Depresija, manija, tveganje za samomor	Zmanjšanje čutnega zaznavanja, zmanjšana sposobnost reševanja težav	Tveganje za bolezenski napad

Dekongestanti, antihistaminiki	Infekcije zgornjega dela dihal	Zaspanost, zamašen nos	Tveganje za barotravmo ušesa in pljuč
Antacidi in H ₂ blokatorji	Gastro- ezofagealni refluks (GERB) med dvigom (zatekanje želodčne vsebine v požiralnik)	Ne obstaja	Koristnost zdravila zaradi njegovega učinka na GERD
Zdravila proti morski boleznini Dramine (Dimenhydrinate), obliži s skopolaminom	Morska bolezen, dehidracija	Pomirjenost, izguba presoje in poslabšanje učinka dušikove omame	Učinki skopolamina in Meklizina se seštevajo (oba sta holinergična)
Zaviralci kalcijevih kanalčkov	Hipertenzija	Posturalna hipotenzija (hiter padec krvnega pritiska pri prehodu iz sedečega v stoječi položaj)	Lahko nastopi omotica
Beta blokatorji	Hipertenzija, aritmije	Nezmožnost zadostnega reagiranja na potrebe pri stresu	Krčenje žil v rokah, poslabšanje astme
ACE inhibitorji	Hipertenzija, srčna obolenja	Ne obstaja	Povzroča kašelj in zatekanje dihalnih poti
Diuretiki	Zadrževanje vode in soli	Možnost dehidracije	Izguba kalija
Steroidi	Astma, dermatitis,	Ne obstaja	Možnost povečanja toksičnosti kisika (ugotovljeno pri živalih)
Antiaritmiki	Nenormalni srčni utrip	Ne obstaja, če je zdravilo pravilno dozirano	Občutljivost na sončno svetlobo pri uporabi amiodarona
Antibiotiki	Infekcije ušes, sinusov in pljuč	Ne obstaja	Občutljivost na sončno svetlobo pri uporabi tetraciklina
Zdravila proti malariji	Preventiva pred malarijo je pomembnejša od stranskih učinkov zdravila	Lariam (Mefloquine) - psihološke in nevrološke težave. Nekaj težav pri uporabi chloroquine, Malarone (Proguanil+Atavaquone), Doxycycline	Stranski učinki Lariama so podobni simptomom DKB.

4

VIII. FIZIKA

1. PLINSKI ZAKONI

Med potapljanjem prihaja do hitrih sprememb tlaka na človeško telo, spreminja pa se tudi temperatura okolice. To ima močan vpliv na potapljača, ki mora zato razumeti kakšne so medsebojne odvisnosti tlaka, volumna in temperature. Plinski zakoni opisujejo obnašanje idealnih plinov, ki so približek realnih plinov.

Zveza med tlakom in prostornino – Boyle-Mariottov zakon

Produkt tlaka (P) in volumna (V) plina je pri istem plinu in konstantni temperaturi enak. To pomeni, da se mora volumen plina manjšati, če večamo njegov tlak in obratno. Primer je tlačna posoda, kjer imamo na primer zaradi 200 barov v jeklenki s prostornino 10 litrov, 2000 litrov zraka. Pri tem smo pri polnjenju zanemarili dvig temperature zraka.

Pri vseh enačbah se za temperaturo uporablja absolutna temperatura (**T**). Absolutna temperaturna lestvica ima ničlišče pri absolutni ničli, ki znaša $-273,16\text{ }^{\circ}\text{C}$. Lestvica je razdeljena na enote, ki sovpadajo s stopinjami celzija in jih imenujemo kelvinove enote, označujemo jih s črko K. Nič stopinj celzija je tako enako 273 K.

Boyle-Mariottov zakon: $P \times V = \text{konst. pri } T = \text{konst.}$

$$P_1 \times V_1 = P_2 \times V_2$$

Primer:

Jeklenka s prostornino 15 litrov ima po polnjenju in ohladitvi 185 barov. Koliko litrov zraka je v jeklenki?

$$P_1 = 185 \text{ bar}$$

$$V_1 = 15 \text{ l}$$

$$P_2 = 1 \text{ bar (tlak, ki bi ga zrak imel, ko ga izpustimo iz jeklenke)}$$

$$V_2 = ?$$

$$P_1 \times V_1 = P_2 \times V_2$$

$$185 \text{ bar} \times 15 \text{ l} = 1 \text{ bar} \times V_2$$

$$V_2 = 2775 \text{ l}$$

Vpliv temperature na prostornino plina – Gay-Lussacov zakon (ali Charlesov zakon)

Pri konstantni temperaturi je volumen plina sorazmeren z njegovo temperaturo. To pomeni, da se prostornina plina poveča, če povečamo njegovo temperaturo in obratno.

Gay-Lussacov zakon: $V/T = \text{konst. pri } P = \text{konst.}$

$$V_1/T_1 = V_2/T_2 \text{ ali } V_1/V_2 = T_1/T_2$$

Primer:

V jeklenki s prostornino 15 litrov ima po končanem polnjenju zrak temperaturo 40 °C. Glede na tlak 200 barov je v njej 3000 litrov zraka. Neposredno pred potopom je temperatura zraka v jeklenki 20 °C. Koliko litrov zraka je v jeklenki pred potopom?

$$V_1 = 3000 \text{ l}$$

$$T_1 = 313 \text{ K (40 + 273)}$$

$$T_2 = 293 \text{ K (20 + 273)}$$

$$V_2 = ?$$

$$V_1/T_1 = V_2/T_2$$

$$3000 \text{ l} / 313 \text{ K} = V_2 / 293 \text{ K}$$

$$V_2 = 2808 \text{ l}$$

Vpliv temperature na tlak plina – Gay-Lussacov zakon

Pri konstantnem volumnu se tlak plina spreminja sorazmerno s temperaturo. To pomeni, da se bo tlak zraka v potapljaški jeklenki (konstanten volumen!) večal, če se bo temperatura zraka večala in obratno.

$P/T = \text{konst. pri } V = \text{konst.}$

$$P_1/T_1 = P_2/T_2 \text{ ali } P_1/P_2 = T_1/T_2$$

Primer:

Zrak v jeklenki ima po končanem polnjenju temperaturo 40 °C in tlak 200 barov. Neposredno pred potopom je tlak zraka v jeklenki 185 bara. Kolikšna je bila pred potopom temperatura zraka je v jeklenki?

$$P_1 = 200 \text{ barov}$$

$$T_1 = 313 \text{ K}$$

$$P_2 = 185 \text{ barov}$$

$$T_2 = ?$$

$$P_1/T_1 = P_2/T_2$$

$$200 \text{ bar} / 313 \text{ K} = 185 \text{ bar} / T_2 \rightarrow 185 \times 313 / 200$$

$$T_2 = 289,5 \text{ K ali } 16,5 \text{ °C}$$

Splošna plinska enačba

Vse zgornje plinske zakone združuje splošna plinska enačba:

$$P \times V = nRT \text{ ali } P_1 \times V_1/T_1 = P_2 \times V_2/T_2$$

n... število molov plina (množina snovi)

R...splošna plinska konstanta

Primer:

Na začetku potopa ima zrak temperaturo 18 °C in tlak 185 barov. Za planirani potop potrebuje potapljač 1500 litrov zraka, pri čemer ni všteta rezervna količina zraka 500 litrov. Kakšen naj bo volumen jeklenke, če ima zrak na koncu polnjenja temperaturo 40 °C in tlak 200 barov?

$$T_1 = 313 \text{ K}$$

$$T_2 = 291 \text{ K}$$

$$V_2 = 1500 \text{ l} + 500 \text{ l rezerve} = 2000 \text{ l}$$

$$P_1 = 200 \text{ bar}$$

$$P_2 = 185 \text{ bar}$$

$$P_1 \times V_1 / T_1 = P_2 \times V_2 / T_2$$

$$200 \text{ bar} \times V_1 / 313 \text{ K} = 185 \text{ bar} \times 2000 \text{ l} / 291 \text{ K}$$

$$V_1 = 1.989, 86 \text{ l} \approx 1990 \approx 2000 \text{ l}$$

Za planirani potop zadostuje jeklenka s prostornino 10 litrov, v kateri je po ohladitvi tlak zraka najmanj 185 barov.

2. DALTONOV ZAKON

Daltonov zakon pravi, da je tlak mešanice plinov, ki se nahajajo v posodi z danim volumnom V in ob temperaturi T , enak vsoti delnih (parcialnih) tlakov posameznih plinov. Delni tlaki plinov so enaki tlaku, ki bi ga določen plin imel, če bi sam zavzemal posodo z volumnom V .

$$P = p_1 + p_2 + p_3 \dots p_n$$

P tlak plinske mešanice

p_1, p_n ... parcialni tlaki posameznih plinov v plinski mešanici

To pomeni, da je skupno število vseh molekul plinske mešanice enako seštevku molekul plinov, ki sestavljajo mešanico.

Daltonov zakon in potapljanje

Med potopom narašča tlak okolice in s tem narašča tudi tlak plinske mešanice, ki jo potapljaču dovaja hidrostatski regulator. Z naraščanjem tlaka plinske mešanice, na primer zraka, naraščajo tudi tlaki posameznih plinov, ki sestavljajo mešanico plinov, s tem pa narašča tudi njihov učinek na potapljačevo telo.

Daltonov zakon je potrebno pri potapljanju upoštevati pri vseh plinih, ki sestavljajo dihalno mešanico, pri zraku pa naraščanje parcialnega tlaka dušika (N_2) in kisika (O_2). Tlaka obeh plinov naraščata sorazmerno z naraščanjem tlaka zraka, z naraščanjem parcialnega tlaka dušika pa narašča tudi njegovo raztapljanje v potapljačevih tkivih.

V spodnji tabeli so prikazani parcialni tlaki dušika in kisika v zraku v odvisnosti od naraščanja tlaka zraka.

globina [m]	absolutni tlak [m]	P dušika [bar]	P kisika [bar]
0	1	0,79	0,21
10	2	1,58	0,42
20	3	2,37	0,63
30	4	3,16	0,84
40	5	3,95	1,05

Primerjava parcialnih tlakov dušika in kisika iz zgornje tabele pokaže, da razmerje 3,8 (ali zaokroženo $N_2: O_2 = 4 : 1$) velja za katero koli globino oz. absolutni tlak zraka.

Primer:

Potapljač diha nitroks mešanico, ki vsebuje 64 % dušika in 36 % kisika. Do katere globine se lahko potopi, če je največji dopustni tlak kisika 1,40 bara?

$$P = pN_2 + pO_2$$

$$0,36 \times P = 1,40$$

$$P = 3,88 \approx 3,9 \text{ bar}$$

Maksimalna globina potopa je 29 m. Na tej globini je v mešanici parcialni tlak kisika enak 1,4 bara.

IX. POTAPLJAŠKA OPREMA

1. TLAČNA POSODA

Tlačne posode narejene iz jekla - jeklenke so se pojavile šele koncem 19. stoletja, pred tem industrija ni bila sposobna izdelave visokotlačnih posod. Aluminijevke (visokotlačne posode iz aluminija) so za uporabo potapljačev prišle na trg v 70. letih prejšnjega stoletja in so bile za masovno produkcijo cenejše od jeklenk.

Primerjava jeklenka / aluminijevka

Aluminijevke imajo za enak delovni tlak debelejše stene v primerjavi z jeklenkami, ker je aluminij mehkejši material od jekla in se zato tudi zunanost aluminijevk lažje poškoduje (praske, manjše udrtine) kot pa jeklenk.

Ob prisotnosti vlage jeklenke rjavijo medtem, ko se aluminij v vlažnem zraku prevleče z belim oksidom. Majhne količine tega oksida niso nevarne, večja količina tega belega prahu pa lahko preide v regulator. Zato je potrebno tudi aluminijevke znotraj občasno očistiti. Notranjost jeklenke se zaradi vlage hitreje poškoduje kot pri aluminijevki.

Pri istem notranjem volumnu in delovnem tlaku so jeklenke kljub težjemu materialu lažje od aluminijevk, ki so zaradi debelejših sten tudi večje od jeklenk, oziroma imajo večji zunanji premer.

Podatki o najbolj razširjenih tlačnih posodah:

Proizvajalec	Kapaciteta vode litri	Zunanji premer mm	Delovni pritisk Bar	Teža prazne posode / kg
Faber (EN 1964-1:1999)	10	171	200	10,2
Catalina Al 80 Luxfer Al 80	10,6	184	207	14

Na prvi pogled se aluminijevke ločijo od jeklenk po tem, da imajo ravno dno medtem, ko ima jeklenka izbočeno dno.

Jeklenke imajo na splošno večjo negativno plovnost od aluminijevk. Bistveno pa je, da je na koncu potopa, ko je potapljač porabil večino zraka, jeklenka manj negativno plovna kot na začetku potopa, aluminijevka pa postane pozitivno plovna. Potapljač bo zato pri uporabi aluminijevke potreboval več uteži kot pa, če se bi potapljal z jeklenko.

Jeklenke imajo ob pravilni uporabi daljšo življenjsko dobo kot aluminijevke. Pri starejših tipih zlitin aluminija pogosto nastanejo drobne razpoke na vratu, kjer je privit ventil. Pri standardnem vizualnem pregledu ob atestiranju se taka aluminijevka takoj izloči iz uporabe.

Aluminijevke imajo običajno INT ventile, jeklenke pa imajo INT in DIN ventil (iz ventila se odvije INT vijak in dobimo DIN ventil).

Življenjska doba aluminijevk je precej krajša od jeklenk in veliko potapljaških centrov v tujini ne želi polniti aluminijevk starejših od 10 let. Dobro vzdrževana jeklenka ima življenjsko dobo najmanj 40 let. Poleg vzdrževanja pa na trajanje materiala, iz katerega je narejena tlačna posoda, zelo vpliva pogostost njene uporabe.

Testiranje tlačnih posod

Luxfer, kot eden največjih proizvajalcev aluminijevk, priporoča glede na vrsto aluminijeve zlitine različno pogostost testiranja svojih visokotlačnih posod⁵. Pri prvotnih zlitinah aluminija (pred letom 1988) se je morala za odkrivanje lasnih razpok na vratu

⁵ http://www.luxfercylinders.com/index.php?option=com_k2&view=item&id=311%3Aluxfer-updates-inspection-and-replacement-policy-for-scuba-cylinders-manufactured-in-the-united-states&tmpl=component&print=1

aluminijevk uporabiti metodo vrtničnih tokov, ki je zasnovana na principu elektromagnetne indukcije ali drugo ekvivalentno ne destruktivno metodo. Hidrostatsko testiranje aluminijevke ne odkrije lasnih razpok razen v primeru, ko pride na tem mestu že do puščanja.

Spodaj navedena obdobja vizualnih pregledov, ki jih zahteva Luxfer, niso v povezavi z hidrostatskim testiranjem, ki se mora izvajati v časovnih intervalih kot jih zahtevajo regulative posameznih držav, kjer se aluminijevka uporablja.

Luxfer aluminijevka iz zlitine 6351 je bila podvržena lasnim razpokam v področju vratu. Iz te zlitine je Luxfer prenehal izdelovati aluminijevke v letu 1988, vendar so to zlitino uporabljali nekateri drugi proizvajalci aluminijevk do leta 1990. Za te aluminijevke je proizvajalec predpisal vizualni pregled in pregled z metodo vrtničnih tokov na najmanj vsake 2,5 leta. Aluminijevke v pogostejši uporabi (polnjene petkrat ali večkrat na teden) morajo biti pregledane na vsake 4 mesece.

Luxfer 6061 aluminijeva zlitina v področju vratu aluminijevke ne poka, vendar proizvajalec kljub temu priporoča redne vsakoletne vizualne preglede (oz. na 4 mesece pri pogosti uporabi aluminijevke) in pregled z aparaturo Visual Plus 3 (metoda vrtničnih tokov).

Catalina, kot drugi največji proizvajalec aluminijevk, uporablja za njihovo izdelavo aluminijevo zlitino 6061-T6, ki ima boljšo natezno trdnost od zlitine 6061 (Luxfer) in očitno ni podvržena lasnim razpokam.

Nobena aluminijevka ne sme biti izpostavljena temperaturi višji od 130 °C. V primeru prekoračitve te temperature mora biti aluminijevka ponovno hidrostatsko testirana.

Hidrostatsko testiranje

Pri hidrostatskem testiranju se tlačna posoda, ki je potopljena v posodo z vodo, napolni z vodo do testnega tlaka (3/2 delovnega tlaka), meri se njen volumen pred in po testiranju. Trajno povečanje prostornine nad dopustnimi mejami pomeni, da tlačna posoda ni prestala testiranja in se jo izloči iz uporabe.

Ventil tlačne potapljaške posode



Večinoma so ti ventili balansirani kar pomeni, da visok tlak deluje na obe strani ventila in tako ne vpliva na upor pri odpiranju ali zapiranju ventila. Nekateri ventili imajo nadtladni varnostni ventil v obliki kovinskega diska, ki ga previsok tlak v posodi uniči in zrak iz nje uide.

Vrat tlačne posode, kamor je ventil jeklenke privit, ima lahko konično ali ravno odprtino. Med sedežem posode in ventilom je O-tesnilo, ki ga je potrebno zamenjati pri vsakem odvitju ventila. V obdobjih med posameznimi testiranjimi tlačne posode ni potrebe po testiranju njenega ventila.

Ventili so narejeni iz medenine in v primeru uporabe na aluminijevkah nastopi oksidacija navoja vratu posode zaradi elektrokemijske reakcije med aluminijem in bakrom, ki je glavna sestavina medenine.

Oznake na jeklenkah

- Delovni pritisk – npr. 200 bar. Delovni tlak se pri polnjenju ne sme prekoračiti.
- Testni pritisk –. Testni tlak je enak delovnemu tlaku, ki se mu doda polovico delovnega tlaka. Tako je v primeru, da je delovni tlak 200 barov, testni tlak pa 300 barov.
- Oznaka »+« na jeklenki pomeni, da se lahko delovni tlak jeklenke poveča za 10% do prvega hidrostatskega testiranja.
- Volumen – volumen jeklenke v litrih vode.
- Datum izdelave – mesec/leto. Za testiranje nove jeklenke je odločilen datum izdelave in ne datum nakupa jeklenke.
- Ime proizvajalca – npr. Faber.
- Serijska številka posode.
- Datum testiranja – pred septembrom 2002 je bil na visokotlačni posodi označen datum testiranja (npr. 8/02). Posode, testirane po septembru 2002, pa imajo označen datum do katerega velja test (npr. 2006/08).
- Masa visokotlačne posode – masa prazne posode brez ventila takoj po izdelavi. Ta podatek se uporablja pri testiranju posode in v primeru, da je masa posode zmanjšana zaradi čiščenja korozijskih oblog za 5 ali več odstotkov, taka visokotlačna posoda ni več uporabna.
- Oznaka navoja - nekateri proizvajalci visokotlačnih posod označujejo tudi vrsto navoja v vratu jeklenke. Pri menjavi ventila jeklenke moramo biti pazljivi, da ne pride do zamenjave ventila z napačnim navojem (npr. colski namesto metrični navoj).
- Plin v posodi – možna je oznaka namena uporabe npr. »AIR«.

Oznake na aluminijevkah

Poleg oznak, ki so zahtevane na jeklenkah, so na aluminijevkah možne še naslednje oznake:

- 3AL – visokotlačna posoda je narejena iz aluminijeve zlitine (Koda v ZDA)
- TC ali CTC – Transport Canada
- DOT - US Department of Transportation

Aluminijevke za razliko od jeklenk nikoli nimajo oznake »+«, ki dovoljuje večji delovni tlak.

Barvna oznaka na potapljaški tlačni posodi

EU standardi predpisuje barvno oznako zgornjega dela visokotlačne posode v smislu označevanja osnovne nevarnosti, ki je povezana s plinom v jeklenki. Trup posode je lahko poljubno pobarvan, vendar barva trupa ne sme vplivati na morebitno napačno razlago barve zgornjega dela posode in s tem posredno na varnost.

Potapljaške visokotlačne posode za zrak in nitroks morajo imeti zgornji del posode in vrat obarvan v štirih kvadrantih, kjer se izmenjujeta bela in črna barva.

Druga varianta oznake je dovolj velika odgovarjajoča nalepka, ki označuje plin v posodi, na primer nalepka »NITROX«. Poleg tega je na posodi še manjša nalepka, ki podrobneje označuje plin, ki je v posodi in navaja zanj varnostne oznake.

Barvna oznaka vratu tlačnih posod za kisik je bela.

Nova barvna oznaka potapljaških tlačnih posod je obvezna za profesionalno uporabo, rekreativni potapljači imajo lahko stare visokotlačne posode brez novih barvnih oznak, to je brez črno bele kombinacije obarvanja zgornjega dela jeklenke.

Rokovanje s tlačno posodo – potapljaško »jeklenko«

- Jeklenka se shranjuje v vertikalnem položaju s 5 do 10 bari nadtlaka. Zaradi nizkega parcialnega tlaka kisika bo jeklenka manj podvržena koroziji, minimalni nadtlak pa bo preprečeval vstop zunanjemu zraku, ki vsebuje določen odstotek vlage. Zaradi pokončnega položaja jeklenke se bo morebitna vlaga nabirala na dnu, ki je najdebelejši del jeklenke in zato tam korozija naredi najmanj škode.
- Pri prevozu z avtom mora biti jeklenka položena pravokotno na smer vožnje. V primeru, da ima tlačna posoda gumijasti ali plastični podstavek kot zaščitno spodnjega dela, mora ta omogočati, da po uporabi izteče vsa voda iz podstavka.
- Po uporabi INT ventila preverite stanje O-tesnila in ga v primeru poškodbe zamenjajte.
- Pred uporabo jeklenke rahlo odpremo ventil in preverimo vonj zraka. V primeru kakršnega koli slabega vonja zrak ni primeren za dihanje.
- V tlačne potapljaške posode se ne sme zaradi preprečevanja korozije vlivati olja, prav tako znotraj ne smejo imeti nekega drugega zaščitnega premaza.

Polnjenje potapljaške tlačne posode

- Polnjenje tlačne posode je dovoljeno le do datuma veljavnosti hidrostatskega testiranja. Posoda, ki ima poleg datuma izdelave oznako »+« in je še ni potrebno hidrostatsko testirati, se lahko polni za 10 % več od na posodi navedenega delovnega tlaka.
- Tlačna posoda, na kateri je bila spremenjena katera koli originalna oznaka, se ne sme polniti.
- Aluminijevke brez predpisane oznake 3AL se ne smejo polniti.
- Ventil tlačne posode mora biti pred pričetkom polnjenja čist in brez vlage.

- Tlačno posodo se vedno polni v hladnem prostoru oziroma v senci. V majhnem in slabo zračenem prostoru bo hlajenje kompresorja slabše in bo zato lahko vsebnost vodnih hlapov v komprimiranem zraku previsoka, korozija jeklenke pa večja.
- Vodne separatorje kompresorja je potrebno odzračevati glede na predpise proizvajalca. Separatorji, ki niso pravilno odzračeni vsebujejo več vode, ta nato z zrakom vstopi v jeklenko.
- Frekvenca menjave kompresorskih filtrov mora biti v skladu z zahtevami proizvajalca. Izrabljeni filtri namreč prepuščajo vlago in hlape kompresorskega olja. Posledica je večja korozija jeklenke in ob nepravem kompresorskem olju tudi lipoidna pljučnica potapljača.
- Kompresorsko olje ne sme biti nikoli na osnovi nafte, ker ga organizem ob morebitnem vstopu v pljuča ne razgradi. Olje mora biti sintetično ali na rastlinski osnovi, ki ju organizem lahko absorbira in predela.
- Med polnjenjem se jeklenk ne sme potopiti v vodo zaradi hlajenja, ker bi vodni hlapi, ki bi brez hlajenja ostali v komprimiranem zraku, zaradi hladnih sten na njih kondenzirali in pospešili korozijo jeklenke. Isti učinek ima tudi hitro praznjenje jeklenke.
- Hitro polnjenje predstavlja za tlačno posodo mehanski in temperaturni šok, ki oba skrajšujeta njeno življenjsko dobo.

2. HIDROSTATSKI REGULATOR

Zgodovina razvoja regulatorja

Razvoj regulatorja se je začel že leta 1860, ko je francoski rudniški inženir Benoît Rouquayrol izdelal prvi regulator na zahtevo in ga pritrdil na jeklenko, v kateri je bil komprimiran zrak. Leta 1864 sta Rouquayrol in mornariški oficir Auguste Denayrouze izboljšala prvotno verzijo regulatorja in ga izročila v uporabo francoski mornarici. Regulator je bil težak in precej nezanesljiv. Francoski mornariški oficir Yves le Prieur je leta 1926 izboljšal Rouquayrol – Denayrouze regulator in ga povezal z jeklenko. S to kombinacijo jeklenke in regulatorja se je pričel potapljati Jacques-Yves Cousteau, ki je ugotovil, da je s tem sistemom bivanje pod vodo časovno zelo omejeno zaradi slabega materiala jeklenke, ki ni prenesel večjih tlakov zraka, regulator pa je puščal zrak saj ni imel avtomatske regulacije glede na tlak okolice.

Zaradi pomanjkljivosti tega regulatorja je Cousteau leta 1940 skupaj z inženirjem Emile Gagnanom začel z razvojem regulatorja, ki je bil dokončan leta 1943 in predstavlja prvi uporabni hidrostatski regulator na zahtevo, ki je tlak zraka reguliral glede na tlak okolice.

Cousteau – Gagnanov regulator je imel dve stopnji združeni v ohišju, ki je bilo privito na ventil jeklenke. Od ohišja sta vodili dve rebrasti cevi, ki sta se na koncu končali z ustnikom (dvostopenjski enodomni regulator). Pri vodoravnem plavanju je bilo dihanje

s tem regulatorjem oteženo zaradi manjšega tlaka vode na drugo stopnjo regulatorja, v primerjavi s tlakom na barični center potapljačevih pljuč.

Prvi dvostopenjski eno cevni regulator je prišel na trg leta 1952 v Avstraliji, razvil ga je Ted Eldred.

Prva stopnja regulatorja

Tlak dihalne mešanice iz jeklenke prva stopnja reducira na od 8 do 13 barov, večina sodobnih regulatorjev ima vmesni tlak med 8 in 10 bari (Poseidon Cyklon 300 ... 11,5 barov, Divex ... 5 barov) pri tlaku okolice 1 bara.

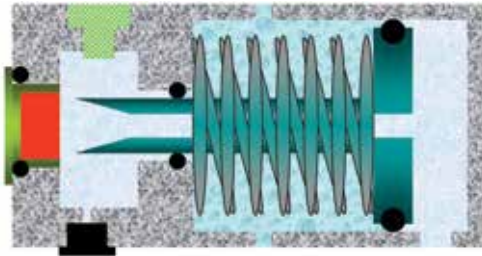
Tipi sistema delovanja. Glede na sistema delovanja obstajata dva tipa prve stopnje, batni in membranski. Oba sistema delujeta odlično in vsak ima določene prednosti pred drugim. Za membranski regulator se meni, da je primernejši za umazano in mrzlo vodo, ker je njegova zaščita pred vplivom okolice lažja kot pri batnem tipu regulatorja.

V preteklosti je bila prednost na strani membranskih regulatorjih, sedaj pa je razvoj batnih regulatorjev tako napredoval, da je odločitev glede izbire tipa regulatorja za rekreativno potapljanje odvisna predvsem od osebne naklonjenosti do določenega proizvajalca regulatorjev.

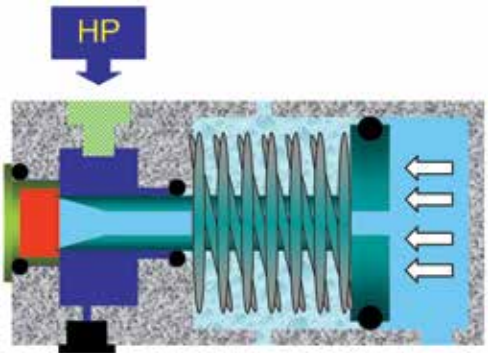
Pri membranski pri stopnji se tlak okolice prenaša na ventil preko prožne membrane. Ventil je z membrano ločen od vode, prostor, kjer se nahaja vzmet, pa se v primeru potrebe lahko na enostaven način zaščiti. Slaba stran membranske prve stopnje v primerjavi z batno je v večjem številu gibljivih delov.

V batni prvi stopnji deluje tlak vode direktno na ventil, zaradi česar je zasnova prve stopnje enostavnejša z manj gibljivimi deli kot pri membranski prvi stopnji. Voda pride v direktni kontakt s komoro, kjer se nahaja bat, zato so tam tesnila bolj podvržena poškodbam in obrabi kot pri membranski prvi stopnji še posebno, če se uporabnik ne drži pravil vzdrževanja regulatorja. Nekateri proizvajalci batnih prvih stopenj so na različne načine bolj ali manj preprečili vstop vode v komoro z batom. Sherwood je to rešil na ta način, da iz komore z batom počasi izhaja zrak in tako vodi preprečuje vstop vanjo. Drugi proizvajalci to rešujejo z silikonsko mastjo v komori in zaščito z gumijasto kapo. Za preprečevanje zamrzovanja prve stopnje ali za uporabo regulatorja v hladni vodi imajo moderni batni regulatorji (npr. Scubapro) vzmet prevlečeno s teflonom, toplotno izoliran bat ter rebra na ohišju prve stopnje za boljšo izmenjavo toplote z okolico.

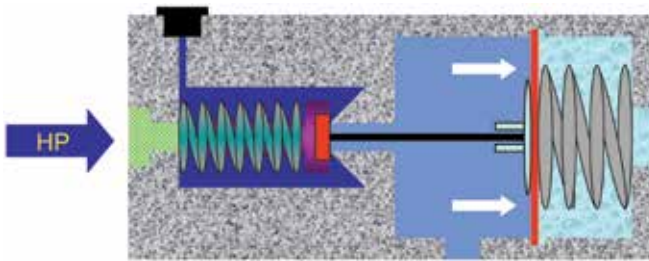
Balansirana in nebalansirana prva stopnja. Današnje prve stopnje regulatorjev so večinoma balansirane. Dihanje je na globini z njimi lažje, prav tako na dihalni upor ne vpliva nizek tlak v jeklenki (pod 50 bari). Pri balansirani prvi stopnji je speljan zrak v komori tako, da na ventil oziroma na bat pritiska tlak zraka z obeh strani. Moderni regulatorji z nebalansirano prvo stopnjo so veliko manj občutljivi na padec tlaka v jeklenki. Njihova prednost je nižja cena, imajo manj gibljivih delov in jih je lažje servisirati.



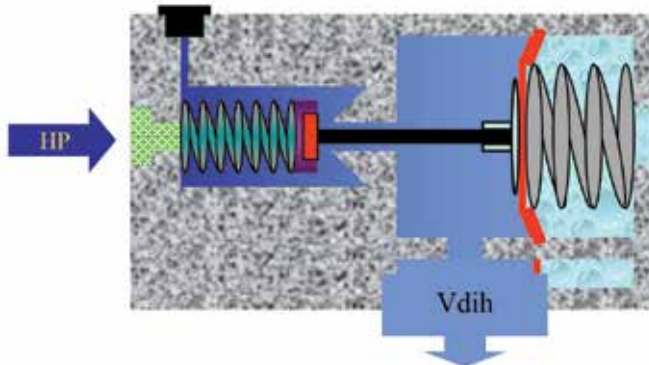
Balansirana batna 1. stopnja brez pritiska



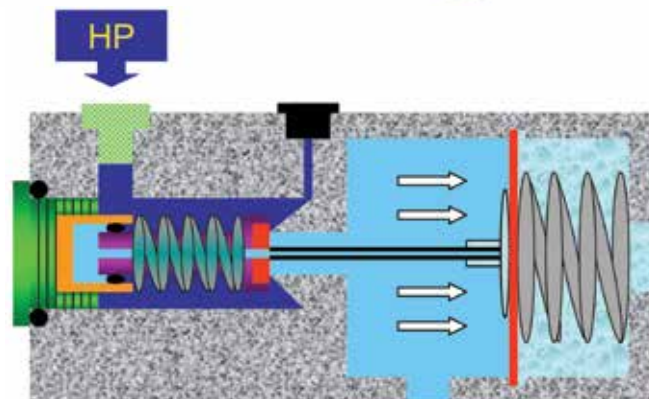
Balansirana batna 1. stopnja pod pritiskom



Membranska 1. stopnja pod pritiskom

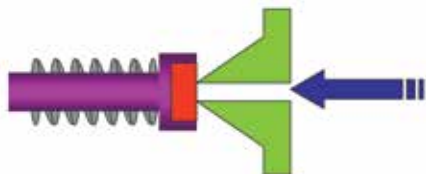


Membranska 1. stopnja med vdihom

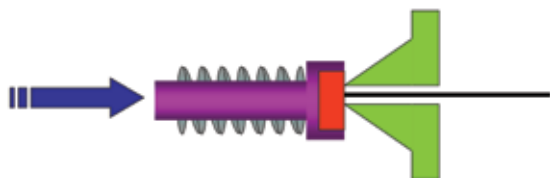


Balansirana membranska 1. stopnja pod pritiskom

Istotočni (angl. downstream) ventil se v prvi stopnji regulatorja odpira v smeri pretoka dihalne mešanice zato je potrebna akcija, da se ventil zapre. Ob okvari tak ventil ostane odprt. Poleg tega ventil ob povečanem vmesnem tlaku slabše tesni. Istotočni ventil uporabljajo batne prve stopnje, prisoten pa je tudi v večini drugih stopenj.



Protitočni (angl. upstream) ventil se v prvi stopnji regulatorja odpira v smeri proti toku dihalne mešanice in je potrebna akcija, da se ventil odpre in zato v primeru okvare ostane zaprt. Ventil ob povečanem vmesnem tlaku bolje tesni in zagotavlja bolj stalen vmesni tlak.



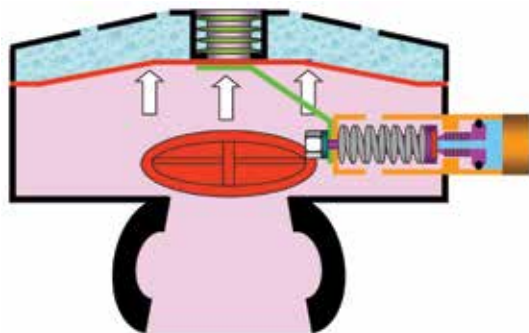
Zaradi varnosti v primeru okvare protitočnega ventila imajo regulatorji vgrajen varnostni ventil, ki izpušča višek dihalne mešanice in ne tako kot v primeru istotočnih ventilov, kjer ob okvari izhaja odvečni zrak iz ustnika.

INT in DIN priključek za pritrditev prve stopnje regulatorja na ventil jeklenke. DIN priključek je manj razširjen kot INT, vendar je s stališča tesnjenja boljši. Ob privitju na ventil je tesnilo z vseh strani obdano s kovino in težje začne spuščati dihalno mešanico kot pa INT priključek. Maksimalni dovoljeni delovni tlak za INT priključek je 232 barov. Jeklenke z delovnim tlakom 300 barov imajo v ventilu globlji sedež in je zato na prvi stopnji regulatorja potreben daljši DIN priključek. Zato bo 300 barski regulator tesnil na 200 barski jeklenki, prva stopnja z 200 barskim DIN priključkom pa ne bo tesnila na 300 barski jeklenki.

Priključki nizko in visokotlačnih cevi. Vsaka prva stopnja ima več priključkov in sicer dva za visokotlačni cevi (HP) in več priključkov (običajno štiri) za nizkotlačne cevi (LP). Dimenzije LP in HP priključkov se razlikujejo (HP je običajno večji), poleg tega je odprtina za zrak v HP priključku čisto majhna, saj se za merjenje tlaka ne potrebuje velikega pretoka zraka.

Druga stopnja regulatorja

Druga stopnja regulatorja določa s kakšno lahkoto bo potapljač vdihoval in izdihoval zrak iz regulatorja. Na prvi pogled ločimo dve izvedbi druge stopnje, s stranskim izdihnim ventilom



Druga stopnja: istotočni ventil – vdih in izdih

(Poseidon) in navzdol obrnjenim izdišnim ventilom (večina modelov regulatorjev). Pri bočno postavljenemu izdišnem ventilu in seveda tudi membrani druge stopnje, lahko v primeru potrebe potapljaču brez zraka ponudimo drugo stopnjo našega regulatorja z leve ali desne strani. Poleg tega mehurčki izdihanega zraka malo manj motijo pogled potapljača kot pri regulatorju z navzdol obrnjenim izdišnim ventilom, vendar pa je zrak, ki ga dihamo malo bolj »vlažen«.

Balansirana in nebalansirana druga stopnja. Tako kot prva stopnja regulatorja je lahko tudi druga stopnja balansirana ali nebalansirana. S padcem tlaka v jeklenki se manjša sila, ki pomaga vzmeti pri odpiranju ventila, zato je dihanje ob nižanju tlaka plina v jeklenki vedno težje. V primeru, da sta prva in druga stopnja nebalansirani, je dihanje pri nizkem tlaku dihalne mešanice v jeklenki občutno oteženo. Dobra stran tega je, da potapljač takoj ve, da diha že rezervno količino zraka, poleg tega ti regulatorji težje preidejo v nekontrolirano izpuščanje zraka (angl. free-flow). Zaradi vdišnega upora pa je seveda za primarni regulator primernejša balansirana druga stopnja.

Ventil druge stopnje. Pri večini regulatorjev se ventil v drugi stopnji odpira v smeri toka plina (istotočni, angl.: downstream ventil) in v primeru okvare ostane odprt.

Materiali regulatorja

Ohišje prva stopnje je izdelano iz kromirane medenine. Notranji deli so lahko iz nerjavečega jekla, medenine in bron.

Ohišje druge stopnje je običajno iz polikarbonata, obstajajo pa tudi modeli regulatorjev z ohišjem iz kromirane medenine, ki je primernejša za potapljanje v hladni vodi zaradi boljše toplotne prevodnosti kot jo ima polikarbonat. Notranji deli so navadno narejeni iz nerjavečega jekla.

Titan kot material za izdelavo regulatorjev ima prednost zaradi manjše teže in odpornosti na korozijo. Slaba stran je njegova višja cena in nekompatibilnost s kisikom pri večjih delnih tlakih kisika (nad 40 % kisika v plinski mešanici).

Vzdrževanje regulatorja

Na prvi stopnji lahko naredi največ škode korozija zaradi vstopa vode ali pa nastanejo poškodbe zaradi zelo drobnih delcev, ki jih kovinski filter ni zadržal. Priključek prve stopnje mora biti po odvitju regulatorja z jeklenke zaščiten pred vodo in prahom s proti prašnim pokrovom. Ta mora biti predhodno osušen, najbolje, da ga obrišemo, če pa se ga spiha z zrakom iz jeklenke je potrebno paziti, da zrak z vodnimi kapljicami ni usmerjen proti priključku regulatorja.

Najhujši sovražnik druge stopnje je droben pesek in šele nato korozija kovinskih delov. Drobec peska na napačnem mestu lahko povzroči nekontrolirano izhajanje zraka iz regulatorja, zato mora biti druga stopnja oktopusa pritrjena na potapljača oziroma na kompenzator plovnosti in se pri vstopu v vodo in med potopom ne sme vleči po dnu ali pesku.

Po potopu, ne glede na to ali je to slana ali sladka voda (tudi bazenska voda - klor), je obvezno pranje regulatorja. S pokritim priključkom prve stopnje se celotni regulator

potopi v sladko vodo. Pri tem mora proti prašni pokrov tesniti drugače je bolje, da se v vodo potopi regulator, ki je priključen na jeklenko in je pod tlakom. Pri pranju regulatorja, ki ni pod tlakom, se nikoli ne sme pritiskati gumba druge stopnje, saj bi voda iz druge stopnje stekla po nizkotlačni cevi v prvo stopnjo. Nekatere izvedbe drugih stopenj zahtevajo pranje le pod tlakom (npr. Poseidon Jetstream), zato mora biti druga stopnja med in po pranju, dokler se ne posuši, ves čas nižje od prve stopnje. Po pranju je priporočljivo, da se regulator za kratek čas obesi tako, da voda izteče iz druge stopnje, lahko se ga priključi na jeklenko in osuši z zrakom (pritisk na gumb druge stopnje).

Servisiranje regulatorja se mora izvajati v skladu z navodili proizvajalca. Redni servis je tudi pomemben zaradi zanesljivosti delovanja regulatorja.

Regulator se shranjuje v hladnem in suhem prostoru, nikoli se ga za dalj časa ne pušča na direktnem soncu. Ne shranjuje se ga obešenega, saj se s tem brez potrebe obremeni povežave med cevjo in kovinskimi priključki. Za nego regulatorja se lahko uporabi kvalitetni silikonskim pršilom, ki se ga nikoli ne sme uporabiti za notranjost prve ali druge stopnje. Membrana druge stopnje se nikoli ne maže s silikonsko mastjo ali pršilom!

Kompatibilnost regulatorja z nitroksom

Vsi regulatorji so primerni za dihanje nitroks mešanic do vsebnosti 40 % kisika. Za mešanice z višjim odstotkom kisika pa morajo biti regulatorji kompatibilni s kisikom. V ta namen se uporabi v regulatorju tesnila iz drugih materialov na primer iz Vitona (Fluorokarbon Elastomer – FKM), EPDM (Etilen Propilen Dien Monomer). Običajna »O« – tesnila so izdelana iz Nitrila (Akrilonitril-Butadin Kopolimer), ki ni kompatibilen s kisikom. Tudi silikonska mast ni kompatibilna s kisikom, zato nekateri proizvajalci že takoj uporabljajo odgovarjajočo mast v svojih regulatorjih, pri njih ni potrebna zamenjava masti (Scubapro uporablja za mazanje Crystal lube kisikovo mast).

Kompletni regulator, vključno z manometrom, mora biti očiščen za uporabo s kisikom, kar pomeni odstranitev možnih sledov ogljikovodikov, ki so vstopili v regulator s stisnjenim zrakom zaradi kompresorskega olja.

Kontrola delovanja regulatorja pred potopom

- Preverite morebitne znake mehanskih poškodb prve in druge stopnje ter »O« tesnila.
- Po pritrditvi regulatorja na jeklenko počasi odprite ventil jeklenke do konca in $\frac{1}{4}$ obrata nazaj.
- Poslušajte, če regulator morebiti pušča zrak.
- Preverite delovanje druge stopnje s kratkim pritiskom na gumb in z nekaj vdihni
- Pri izvedbah regulatorjev, ki imajo na drugi stopnji možnost nastavitve dihalnega upora (»pre-dive / dive«, - / + ali ON / OFF), nastavite na oktopusu na večji dihalni upor in na primarnem regulatorju na manjši dihalni upor (izjema je potapljanje proti močnemu toku).
- Na globini nekaj metrov s sopotapljačem preverite morebitno puščanje zraka iz prve stopnje regulatorja ali visokotlačne in nizkotlačne cevi.

3. POTAPLJAŠKI RAČUNALNIK

Potapljaški računalnik je na področju avtonomnega potapljanja ena od najpomembnejših tehnoloških inovacij. Prvi uporabni potapljaški računalniki so prišli na trg leta 1982. Z njegovo uporabo se je poenostavilo mnogo postopkov, izračuni dekompresije pa so bili veliko bolj natančni kot pa pri uporabi dekompresijskih tabel.

Princip delovanja

Količina dušika, ki ga telo med potopom absorbira, je v glavnem odvisna od globine in časa potopa in se veča z večanjem teh dveh parametrov. Z uporabo standardnih potapljaških tabel pri večini profilov potopov ne moremo izračunati resnične količine absorbiranega dušika. Potapljač mora za izračun uporabiti maksimalno globino, ki jo je med potopom dosegel ne glede na čas, ki ga je prebil na tej globini in uporabiti čas, ki ga je porabil od začetka potopa do pričetka dviga (saturacijski čas). Potapljaški računalniki pa izračunavajo količino absorbiranega dušika glede na realni profil potopa. Za izračun uporabljajo globino, ki jo izmerijo v intervalih od ene do petih sekund ter čas glede na uro v samem računalniku. Seštevek vseh intervalnih meritev absorpcije je podatek na podlagi katerega računalnik izračuna postopek dekompresije. Tako je vsak potop v računalniku obravnavan kot več nivojski potop. Čas, ki ga porabimo za dvig z maksimalne globine, pa računalnik obravnava kot del celotnega časa potopa.

Izračunavanje dekompresije temelji na algoritmih (kompleksne matematične formule), pri čemer različni proizvajalci potapljaških računalnikov uporabljajo podobne algoritme, vendar z različnimi parametri ali različnim številom teoretičnih oddelkov. Med računalniki so zato lahko rahla odstopanja glede podatkov, na primer pri času za brez dekompresijski potop za določeno globino.

Teoretični oddelki in polovični čas saturacije

US Navy dekompresijske tablice so temeljile na izračunavanju dekompresije šestih oddelkov, medtem ko izračunavanje računalnikov temelji na do 12 teoretičnih oddelkih in na ta način podajajo rezultate, ki so bližje realnemu stanju kot v primeru dekompresijskih tabel. US Navy tabele obravnavajo najpočasnejše tkivo z razpolovnim časom 120 minut, nekateri računalniki pa tkivo z razpolovnim časom do 700 minut, vsi pa nad 300 minutami.

Razlike med tabelami in računalnikom pri več nivojskem potopu

Računalnik izračuna absorpcijo dušika za vsako globino posebej in s tem omogoči potapljaču, da ima potop zato daljši in kljub temu ostane znotraj varnostnih meja, kot pa bi v primeru uporabe dekompresijskih tabel. Za čim boljši izkoristek prednosti računalnika je dobro, da čim hitreje dosežemo planirano maksimalno globino, nato pa potop počasi nadaljujemo proti plitvejšim predelom, kjer bo manjša absorpcija dušika. Na ta način je tudi manjša verjetnost, da bi se zmotili glede razpoložljive količine zraka za zaključek potopa.

Kaj moramo upoštevati pri uporabi potapljaškega računalnika

Kljub temu, da je računalnik pripomogel k večji varnosti potapljanja, pa je potrebno upoštevati, da se lahko pokvari tako kot vsak drug inštrument, zato je potrebno vedno imeti s seboj dekompresijske tablice in jih tudi znati uporabljati. Ni pametno, da se zanašate na podatke o dekompresiji na računalniku svojega potapljaškega kolega, saj imata lahko različna profila potopa, kar lahko pomeni tudi občutne razlike glede absorpcije dušika in s tem tudi različne dekompresijske postanke. V primeru odpovedi računalnika niso dovolj le potapljaške tablice, nujna sta tudi ura in globinomer, saj so tablice brez teh dveh inštrumentov praktično neuporabne. Zanesljivo rešitev za potop predstavlja uporaba dveh računalnikov, mnogi se odločajo za rezervni računalnik v obliki ure. Priporočljivo je, da za uporabo dekompresije uporabljata oba računalnika isti algoritem ali pa, da je rezervni računalnik vsaj kompatibilen s primarnim računalnikom. Zelo važno je, da se oba računalnika nosi na vseh potopih in ne samo na globokem potopu, saj v nasprotnem primeru v rezervnem računalniku ne bo podatkov o količini absorbiranega dušika na predhodnem potopu.

Kadar se iz različnih vzrokov po predhodnem potopu prične uporabljati rezervni računalnik (ta ni bil v uporabi na predhodnem potopu), je površinski interval potrebno podaljšati v skladu s priporočili za letenje po potopu, kar pomeni, da mora biti odmor dolg vsaj 12 ur po enem brez dekompresijskem potopu pred naslednjim potopom, oziroma najmanj 18 ur po več dnevnem potapljanju ali po ponovljenih potopih.

V primeru odpovedi ali izgube računalnika, ko nimamo možnosti izračunavanja postopka dekompresije po potapljaških tablicah in nimamo rezervnega računalnika, se morata s potapljaškim kolegom takoj dvigniti na površino v skladu s podatki na njegovem računalniku. Kadar sta imela potapljača približno enak profil potopa vendar se je potapljač, ki je ostal brez delujočega računalnika potapljajal dva do največ 3 m globlje in ni na razpolago dekompresijskih tablic, se dekompresija, ki jo kaže računalnik sopotapljača podaljša na 3 metrih za približno 5 minut oziroma, ko predvideni dekompresijski postanek na 3 metrih doseže čas 7 minut, se doda postanek na 6 m za 3 minuti. To je le grob orientacijski približek in nikakor ni način za natančen postopek dekompresije in je namenjen le za potope do globine 33 metrov.

V primeru uporabe računalnikov z integriranim merilcem pritiska zraka ali plinske mešanice v jeklenki je nujna uporaba tudi klasičnega potapljaškega manometra.

Hitrost dviga brez računalnika lahko ocenimo tudi ob sidrni vrvi, kjer se moramo vsaki 2 sekundi dvigniti za približno 30 cm (9 m/min).

Letenje po potopu

Potapljaški računalniki po potopu avtomatsko prikažejo tudi oznako »NO FLY« in čas, ko zaradi možnosti nastanka dekompresijske bolezni ni dovoljeno leteti z letalom ali kakor koli drugače hitro spremeniti nadmorske višine, na kateri se nahajamo (potovanje preko gorskih prelazov in podobno). V takih primerih se v telesu tvorijo mehurčki

plina, ki so drugače prisotni v telesu v raztopljenem stanju še nekaj ur. Princip je enak kot pri prehitrem dvigu ali nepopolni dekompresiji potapljača. Tudi potapljaške tablice imajo stolpec, ki označuje čas, po katerem se lahko leti z letalom. Kot splošno pravilo glede letenja po potopu velja naslednje:

12 urni odmor pred poletom, če so bili potopi v zadnjih dveh dneh brez dekompresijski in so skupno trajali manj kot 120 minut,

24 do 48 urni odmor pred poletom, če so bili potopi dekompresijski, oziroma po ponovljenih potopih.

Zagotavljanje pravilnega delovanja in uporabe računalnika

- Upoštevajte navodila proizvajalca glede vzdrževanja in servisiranja računalnika.
- Pred odhodom na potapljaški izlet preverite funkcije računalnika in stanje baterije, ki lahko v mrzli vodi zaradi nizke kapacitete odpove.
- Kadar ima računalnik možnost menjave baterije s strani uporabnika, je nujna tudi menjava tesnila ali vsaj podroben pregled starega tesnila in mazanje s silikonsko mastjo. Poleg tesnila mora biti popolnoma čisto tudi mesto, na katerega tesnilo nalega.
- Kadar računalnik ni v uporabi morajo biti njegovi kontakti čisti (oprani), računalnik mora biti shranjen tako, da ne pride v kontakt z vlago (mokra potapljaška obleka), ker bi zato lahko ostal vklopljen in bi prišlo do nepotrebnega praznjenja baterije.

Potapljaški računalniki so tako kot dekompresijske tabele osnovani na standardnih podatkih in ne upoštevajo različnih podatkov in reakcij posameznikov. Ne upoštevajo starosti potapljača, njegove fizične kondicije niti ne njegovega emocionalnega stanja, napora med potopom, prehrane pred potopom in drugo. Le nekateri računalniki upoštevajo temperaturo vode in s tem povezano ohlajevanje potapljača in zato slabšo desaturacijo v zadnjem delu potopa, ko je ohladitev telesa največja. Nekaj računalnikov je povezano direktno ali brezžično s potapljaško jeklenko in merijo tlak zraka v jeklenki in izračunajo porabo zraka ter temu tudi prilagajajo postopek dekompresije. Taki računalniki prikažejo razpoložljivo količino zraka oziroma čas, ki je potapljaču na določeni globini na razpolago, da se bo varno vrnil na površino. Pri dihanju v paru se pri uporabi računalnika, ki upošteva porabo zraka, dekompresijski postanki občutno podaljšajo zaradi hitrejšega padca tlaka zraka v jeklenki.

- Potapljaški računalniki, ki so namenjeni rekreativnemu potapljanju, niso primerni za izračunavanje dekompresije pri podvodnem delu. Pri večji fizični aktivnosti je prekrvavitev določenih mišičnih skupin veliko večja kot pri rekreativnem potapljanju, s tem pa se v telesu poveča količina absorbiranega dušika in podaljša čas desaturacije.

4. KOMPAS

Definicija

Magnetni kompas je navigacijski inštrument za orientacijo, ki reagira na Zemljin magnetizem. Meritev poteka glede na referenčni okvir na katerem so zarisane štiri glavne smeri - sever, jug, vzhod, zahod in miruje glede na zemeljsko površino, smer severnega magnetnega pola pa pokaže prosto vrteča se magnetna igla. Prvo preprosto obliko kompasa naj bi izumili Kitajci okrog 2600 let pred našim štetjem.

Poleg magnetnih kompasov poznamo še giroskope, ki imajo v svoji notranjost hitro se vrteči masivni rotor. Nanj vpliva rotacija Zemlje tako, da postane os vrtenja rotorja vzporedna z osjo vrtenja Zemlje.

Zgradba magnetnega kompasa

Osnovni sestavni deli kompasa so magnetna igla, magnetna roža (številčnica) in pri nekaterih kompasih tudi ogledalo z merilno muho. Igla se mora vrteti čim bolj brez trenja tako, da so meritve lahko hitre in dovolj natančne. Po tehnični izvedbi delimo magnetne kompase na suhe in tekočinske kompase.

Magnetna igla v odsotnosti drugih zunanjih vplivov kaže v smeri zemeljskega magnetnega polja.

Kompasna roža je izdelana iz lahkega nemagnetnega materiala in razdeljena na kotne stopinje od 0° do 360° . Poleg tega so na roži izpisane glavne strani neba - sever (N - angl. North), ustreza nič stopinjam, nato se stopinje povečujejo v smeri urinega kazalca tako, da je vzhod (E - angl. East) na 90 stopinjah, jug (S - South) na 180 stopinjah in zahod (W - angl. West) na 270 stopinjah.

Kompasna roža in magnetna igla sta zaprti v ohišje, ki je lahko napolnjeno z zrakom ali tekočino (prečiščen kerozin, mešanica alkohola in vode - 1:2, olje itd.). Kompasi, polnjeni s tekočino, imajo večjo stabilnost kazanja smeri.

Magnetna deviacija

Deviacija kompasa je kot med smerjo severa, ki jo kaže kompas in magnetnega severa. Vzrok za deviacijo so kovinski predmeti v okolici, elektromagnetna polja inštrumentov in podobno. Deviacijo lahko izničimo s kompenzacijskimi magneti v ohišju kompasa.

Magnetna deklinacija

Magnetna deklinacija ali variacija je razlika med pravim in magnetnim severom. To razliko moramo prišteti ali odšteti od smeri, prikazane na kompasu, da dobimo pravo smer. Vrednost deklinacije se s časom spreminja. Podatke o magnetni deklinaciji v neki točki dobimo na posebnih zemljevidih, ki imajo navedeno tudi letnico izdaje ter letno spremembo deklinacije. Na podlagi teh podatkov izračunamo trenutno deklinacijo kot zmnožek števila let od izdaje zemljevida in letne spremembe deklinacije.

Uporaba kompasa

Uporabljamo ga za določanje smeri glede na zemeljski severni pol. Kot med severom in izbrano smerjo imenujemo azimut, merimo ga od severa v smeri urinega kazalca. Azimut predmeta, ki leži vzhodno od nas, je tako 90° . Kot med severom in nasprotno smerjo je kontraazimut. Kontraazimut vzhodne smeri je 270° .

Azimut je najpogosteje merjen v kotnih stopinjah ali v tisočinkah. Pri stopinjski razdelitvi je polni kot razdeljen na 360° , ta razdelitev je najpogostejša, najdemo jo na vsakem kompasu. Razdelitev na tisočinke je nastala predvsem zaradi vojaških potreb. Razdelitev na tisočinke je decimalna in je zato bolj praktična.

Potapljaški kompas mora imeti na zgornji strani vrtljiv obroč s stopinjskimi oznakami ter za lažje odčitavanje smeri stransko okence, kjer so vidne stopinje trenutno izbrane smeri. Preko zgornjega stekla mora potekati enojna ali dvojna obarvana črta (rdeča ali oranžna). Kompas naj bi imel tudi čim večjo možnost nagiba, saj ga je med plavanjem težko obdržati vodoravno.

Pri meritvi smeri, v katero naj potapljač plava, je najbolje, da ta drži kompas v obeh stegnjenih rokah v smeri plavanja ali pa, da z roko, na kateri ima kompas, drži pod pravim kotom približno v višini komolca druge roke, ki kaže v smer plavanja. V primeru, da držimo kompas le v eni roki, bo med plavanjem prišlo do odstopanja od željenega kurza. Kompas mora biti ves čas plavanja čim bolj vodoraven!

Pri navigaciji s pomočjo stranskega okenca obrnemo kompas tako, da poteka obarvana črta v zeleni smeri plavanja, stransko okence pa mora biti obrnjeno proti nam. V primeru, da v okencu odčitamo 90° obrnemo vrtljivi obroč tako, da obarvana črta na steklu kompasa kaže na oznako 90° na obroču na nasprotni strani od stranskega okenca. Pri povratku v istem kurzu morajo biti v okencu vidne stopinje, ki so na obroču nad stranskim okencem. V našem primeru je to 270° , oziroma k prvotnemu kurzu prištejemo 180° ($90 + 180 = 270$). Med plavanjem morajo biti stopinje izbranega kurza ves čas vidne v stranskem okencu, v nasprotnem primeru moramo korigirati smer plavanja.

Pri plavanju po določenem kurzu ni potrebno ves čas spremljati stopinj v stranskem okencu, temveč po začetni orientaciji pogledamo preko kompasa v smeri obarvane črte in si v tem kurzu v oddaljenosti poiščemo neko orientacijsko točko (skalo, korale ipd.), do katere bomo plaval in zopet izbrali novo orientacijsko točko.

Pri potapljanju na kovinske razbitine nastopi magnetna deviacija kompasa. Da lahko ponovno odčitamo pravilni kurz, se moramo od razbitine oddaljiti za nekaj metrov (horizontalno ali vertikalno).

5. SUHA OBLEKA

Kadar se potapljamo v vodi s temperaturo pod 10°C se odločimo za suho obleko. Poleg temperaturne zaščite v vodi je njena prednost v primerjavi z mokro obleko tudi v boljši toplotni zaščiti izven vode. Pri suhi obleki nas poleg materiala obleke in

podobleke ščiti tudi zrak, ki je boljši toplotni izolator kot voda (pri mokri obleki) in se nahaja med obleko in kožo.

Glavna pomanjkljivost suhe obleke je njena cena in dodatni trening glede njene uporabe med potapljanjem.

Potapljanje s suho obleko brez predhodnega treninga o načinu njene uporabe ima lahko za posledico izgubo kontrole plovnosti in s tem nekontroliran hiter dvig (dekompresijska bolezen, zračna embolija) ali pa nekontroliran spust (utapljanje).

Tipi suhih oblek

Obstajata dva glavna tipa suhih oblek: trilaminatni in neoprenski tip. Vsak material oziroma obleka, ki je iz njega izdelana, ima določene prednosti. Material izberemo glede na vrsto potapljanja in osebne želje.

	Trilaminat	Neopren
Prednosti	<p>Lahko popravilo</p> <p>Lahko oblačenje in slačenje</p> <p>Lažje gibanje izven vode in v vodi</p> <p>Med potopom ni spremembe plovnosti in toplotne izolacije</p> <p>Znotraj se hitro posuši (razen čevljev)</p> <p>Toplotno izolacijo lahko spreminjamo z menjavo podobleke</p> <p>Manjše pakiranje</p>	<p>Zelo topel</p> <p>Trpežen</p> <p>V primeru vdora vode pod obleko nudi neopren boljšo toplotno izolacijo od trilaminata</p>
Slabosti	<p>Zahteva dodatno podobleko za toplotno zaščito</p> <p>V primeru vdora vode pod obleko se zelo zmanjša njena toplotna zaščita</p>	<p>Obleka se težko obleče in sleče zaradi tesnejšega prilaganja telesu (razen v primeru ohlapnih modelov obleke)</p> <p>Zelo ploven</p> <p>Z globino se tanjša in slabša se toplotna izolacija, zato je potrebno več zraka v obleki in kompenzatorju plovnosti</p> <p>Pri pakiranju obleka zavzame več prostora</p> <p>Notranja stran obleke se težje posuši</p> <p>Okorna je za gibanje izven vode in v vodi</p>

Ventili

Ventili so zelo pomemben del suhe obleke, saj z njimi reguliramo količino zraka v obleki.

Polnilni ventil je običajno nameščen na prsni in nanj s hitro spojko priključimo nizko tlačno cev, ki ob pritisku na gumb ventila dovaja zrak iz prve stopnje regulatorja v obleko.

Izpustni ventil mora biti avtomatski in je običajno nameščen na levi nadlakti. Na določeni globini ga privijemo ali odvijemo za toliko, da na tisti globini preprečimo izhajanje zraka iz obleke. Pri zmanjšanju globine bo ventil avtomatsko izpustil odvečno količino zraka. Ventil mora imeti tudi možnost ročnega izpuščanja zraka s pritiskom na gumb ventila. Količina zraka, ki jo avtomatski ventil lahko prepušča, mora biti večja od količine zraka, ki jo lahko v primeru blokade dovaja v obleko polnilni ventil. Ventil naj ima na notranji strani obleke zaščito, ki preprečuje vstop nečistoč v ventil in s tem njegovo blokado.

Poleg avtomatskega izpustnega ventila ima lahko obleka tudi navaden nadtladni ventil, nameščen običajno blizu zapestja leve roke. Eden izmed proizvajalcev suhih oblek namešča take ventile tudi na gležnje obleke.

Podobleka

Podoblek se ne uporablja le pri nekaterih tipih debelejših neoprenskih suhih oblek. Naloga podobleke je, da med svojimi vlakni zadržuje zrak, ki deluje kot toplotni izolator. Krojena mora biti čimbolj po telesu, da nam ne omejuje gibanja. Zunanja stran podobleke mora biti iz materiala, ki omogoča gladko drsenje znotraj suhe obleke. Notranja stran mora odvajati telesno vlago in biti po možnosti iz materiala, ki se v primeru puščanja obleke ne napije vode (npr. Thinsulate).

Priporočila za uporabo suhe obleke

Prepričajte se, da manšete na obleki tesnijo oziroma se dobro prilagodijo vratu in zapestjem in vas ne vežejo.

Preverite suho obleko vsaj dva dni pred potopom, da imate še dovolj časa za morebitno popravilo.

Toplotno izolacijo (podobleko) prilagodite temperaturi vode in vašemu podvodnemu delu.

Obtežite se z minimalno zadostno količino uteži, s tem zmanjšate potrebno količino zraka v kompenzatorju plovnosti in v obleki. Testiranje obtežitve je podobno kot pri mokri obleki. Pri globokem vdihu, polni jeklenki in prazni obleki ter kompenzatorju plovnosti mora v vertikalnem položaju telesa voda segati do oči. Nato dodamo toliko uteži, da se kompenzira porabljen zrak na koncu potopa.

Vedno nosite kompenzator plovnosti. Plovnost se med potopom uravnava s kompenzatorjem plovnosti in ne s suho obleko. V primeru vdora vode v trilaminatno obleko in, ko se podobleka napoji z vodo (izrine zrak, ki se je nahajal med vlakni podobleke),

je dvig proti površini težji, prav tako pa tudi plavanje na površini. Težave so manjše pri neoprenski obleki zaradi plovnosti neoprena, vendar je tudi pri tem tipu obleke kompenzator plovnosti obvezna oprema zaradi varnosti in lažjega vzdrževanja plovnosti. Kompenzator plovnosti tudi olajša plavanje na površini, saj prevelika količina zraka v obleki ustvarja pritisk na ovratno manšeto.

Potaplajte se s potapljačem, ki pozna vaš sistem suhe obleke. Pred potopom v preverjanje v paru vključite tudi delovanje suhe obleke. Ko uporabljate suho obleko pogosto potrebujete pomoč svojega potapljaškega kolega, še posebno pri odpiranju in zapiranju zadrge na hrbtu. Sopotapljač naj tudi pred potopom pregleda namestitvev ter tesnjenje vaše vratne manšete.

Udeležite se specialnega tečaja za uporabo suhe obleke. Učenje na lastnih napakah je lahko nevarno, zato se naučite vseh podrobnosti uporabe obleke na tečaju ali pa pri inštruktorju, ki to področje dobro obvlada.

Vadite spretnost potapljanja s suho obleko. Začnite jo uporabljati najprej v plitvi vodi kjer boste lahko preverili tudi pravilno obtežitev. Vsak potapljač mora biti tudi sposoben, da se v suhi obleki obrne iz položaja z glavo navzdol v položaj z glavo navzgor. Hitro morate najti ventil za napihovanje obleke in z njega sneti nizkotlačno cev. Dobro morate obvladati rokovanje z izpustnim ventilom, ročno in avtomatsko.

Pravilno vzdržujte svojo suho obleko. Pri slačenju obleke bodite pozorni na manšete. Po odklopu nizkotlačne cevi je najbolje, da s čepom takoj zaprete polnilni ventil in s tem preprečite, da bi vanj vstopili delci, ki bi lahko pri naslednjem potopu motili njegovo delovanje.

Vzdrževanje suhe obleke je zahtevnejše kot vzdrževanje mokre obleke. Po vsakem potopu jo dobro sperite s čisto sladko vodo. Preverite stanje manšet, zadrž in ventilov ter jih po potrebi popravite, oziroma oddajte serviserju v popravilo. Če je po potopu mokra tudi notranja stran obleke, jo je potrebno tudi znotraj sprati s sladko vodo. Preverite vlažnost v notranjosti čevljev! Po pranju položite obleko v senco preko več vrvi za obešanje. Navaden obešalnik lahko mokro obleko preveč obremenjuje, lahko uporabljate tudi poseben obešalnik za obešanje obleke, namensko izdelan za čevlje. Kadar je obleka obešena le za čevlje mora spodnji del biti na tleh ali na neki drugi podlagi, da ne pride do prevelike obremenitve spodnjega dela obleke. Pri shranjevanju obleke, obešene za zgornji del, naj bo obešalnik zelo širok (namenjen za suho obleko) in čevlji obleke naj bodo na tleh. Na ta način je obleka manj obremenjena. Kadar je mokra tudi notranjost obleke jo obrnite navzven in posušite. Nikoli ne spravljajte vlažne obleke, saj se lahko na njej razvije plesen.

Zunanjo stran zadrge je potrebno pred vsako uporabo namazati s čebeljim ali parafin-skim voskom. Najbolje to storite pri zaprti zadrugi.

Manšete, predvsem iz lateksa, se po vsaki uporabi opere s sladko vodo in po nekajkratni uporabi tudi z rahlo milnico (ali vodo z dodatkom tekočega mila), da se odstrani maščoba, ki se je s kože prenesla na manšeto. Ko so manšete suhe, se jih potrese s

smukcem, ki ne sme vsebovati nobenih dodatkov. Nikoli na nobenem delu suhe obleke ne uporabite silikonskega pršila. Ta lahko prodre globoko v material suhe obleke in kasneje oteži morebitno popravilo.

Za shranjevanje se obleka običajno zvije z odprto zadrgo in spravi v dobro zaprto vrečo. Shranimo jo v hladnem, suhem in temnem prostoru, daleč od izvora ozona (električni motorji) ali grelnih teles. Lahko jo shranite tudi z odprto zadrgo, obešeno na zelo širok obešalnik.

Zlaganje suhe obleke za transport:

- obleko z odprto zadrgo položite na čisto podlago tako, da je zadrga čimbolj ravna in rokavi stegnjeni na stran,
- noge obleke prepognite dokler se čevlji ne dotikajo vrha obleke v višini ramen,
- prepognite spodnji del obleke za približno 30 cm,
- obleko še enkrat prepognite tako, da je konec zavihka v liniji ramen obleke,
- zapestne manšete potisnite v rokave,
- rokave prepognite preko zvite obleke.

Potop s suho obleko

Pred vstopom v vodo iz obleke izpustite ves zrak, izpustni ventil naj bo popolnoma odprt in deloma napolnite kompenzator plovnosti. Zrak, ki ni izšel preko izpustnega ventila, lahko spravimo iz obleke tako, da s prstom odmaknemo vratno manšeto.

Pri skoku v vodo z obleko, v kateri se nahaja še nekaj zraka, se ta dvigne pod vratno manšeto, kjer povzroči pritisk na vratne žile in lahko nastopi tudi nezavest potapljača. Zrak se lahko nabere tudi v spodnjem delu rokavov ker nima izhoda iz obleke.

Za spust izpustite zrak iz kompenzatorja plovnosti in se obrnite tako, da je avtomatski izpustni ventil na najvišji točki. Med spuščanjem pustimo avtomatski ventil odprt in v obleko dovajamo zrak s kratkimi pritiski na gumb polnilnega ventila. To je še posebno pomembno pri potapljanju v vodi s temperaturo pod 5 °C, saj bi zaradi dalj časa trajajočega polnjenja obleke polnilni ventil lahko zamrznil. Količina zraka v obleki naj bo takšna, da nas zaradi povečanja zunanje pritiska obleka nikjer ne stiska. Na dnu pripravimo avtomatski ventil za toliko, da ob dvigu podlakti lahko zrak še vedno dovolj hitro izhaja iz obleke.

Med potopom naj bo volumen prostega zraka (zrak, ki ni ujet v material podobleke) čim manjši, saj ne pripomore k toplotni izolaciji in se ves čas seli po obleki na njeno najvišje mesto.

Med potopom nikoli popolnoma ne zaprite avtomatskega izpustnega ventila, ker lahko zaradi ujetega zraka izgubimo kontrolo plovnosti!

Dvig s suho obleko

Pred dvigom popolnoma odpremo izpustni ventil (zavrtimo ga v nasprotni smeri urinega kazalca) in se počasi pričnemo dvigovati. Levi komolec dvignemo in s tem omogočimo lažji izhod zraka iz obleke skozi izpustni ventil. Hitrost dviga uravnavamo z

dvigovanjem, oziroma spuščanjem komolca leve roke in s kompenzatorjem plovnosti. Hitrost dviga naj bo raje počasnejša od zahtevane, saj se plovnost počasneje uravnava s suho kot z mokro obleko.

Na površini

Po dvigu na površino takoj zapremo izpustni ventil (zavrtimo ga v smeri urinega kazalca) in napihnemo kompenzator plovnosti.

Reševanje težav pri uporabi suhe obleke med potapljanjem

Vzpostavitev vertikalnega položaja kadar je v obleki preveč zraka, ki se nabere v nogah in nas obrne z glavo navzdol ali pa nam le dviguje noge:

- močno zaplavamo proti dnu,
- prepognemo se v pasu,
- kolena pokrčimo proti prsnemu košu in jih primemo z rokami,
- zavrtimo se v položaj z glavo navzgor, tako lahko iz obleke preko avtomatskega izpustnega ventila spustimo zrak.

Ta manever je potrebno izvesti takoj, ko nas začne obračati na glavo in dvigovati noge. V nasprotnem primeru lahko izguba kontrole plovnosti počasi privede do nekontroliranega dviga na površino.

Kadar se ne moremo rešiti iz položaja z glavo navzdol, moramo zmanjšati hitrost dviga tako, da razširimo roke in noge, plavuti pa obrnemo tako, da so pravokotne na smer dviga.

Ventil za polnjenje obleke ostane odprt. Z ventila takoj snemite nizkotlačno cev, ki ga povezuje s prvo stopnjo regulatorja. Inflatorsko cev najlažje snamete tako, da med potiskanjem cevi na ventil povlečemo za prirobnico za hiter odklop. Vadite to z rokami na rokah.

Preko avtomatskega nadtláčnega ventila izpusite iz obleke prebitek zraka (ne pozabite pri tem dvigniti ventila v najvišji položaj – dvig roke, obračanje telesa). Ventil se odpira v obratni smeri urinega kazalca ali pa ga praznite ročno s pritiskom na gumb ventila. Če pritiskamo na gumb tudi po tem, ko smo iz obleke spustili ves zrak, bo preko ventila v obleko pritekla voda.

Kadar zrak iz ventila izhaja prepočasi lahko večjo količino zraka izpusite iz obleke tako, da malo odmaknete vratno ali zapestni manšeti. V tem primeru bo v obleko priteklo nekaj vode.

Ventil za praznjenje obleke ostane zaprt. Takoj prenehajte s potopom. Obe roki dvignite nad glavo in z eno roko odmaknite zapestno manšeto na drugi roki za toliko časa, da vzpostavite želeno plovnost. Na površino se vrnite z uporabo kompenzatorja plovnosti in po potrebi s praznjenjem obleke preko zapestne manšete.

Ventil za praznjenje obleke pušča. Obleka ne bo zadrževala zraka in preko odprtega ventila lahko voda vstopa v obleko. Potop takoj zaključite in za uravnavanje plovnosti ter za dvig uporabite kompenzator plovnosti.

Počasno puščanje ventila za polnjenje obleke. Z ventila takoj snemite inflatorsko cev in zaključite potop. Plovnost, oziroma dvig, kontrolirajte s kompenzatorjem plovnosti in z izpuščanjem zraka iz obleke preko izpustnega ventila.

Vdor vode v suho obleko. Takoj prenehajte s potapljanjem, s kompenzatorjem plovnosti vzpostavite pozitivno plovnost in se s predpisanim postopkom dekompresije dvignite na površino.

Uteži odvrzite šele, ko s kompenzatorjem plovnosti klub plavanju proti površini ne morete doseči pozitivne plovnosti. V tem primeru predhodno povsem izpraznite kompenzator plovnosti in ga po potrebi napihujte šele po odvrženih utežeh.

Prevelika količina zraka, ki se med dvigom lahko nabere pod vratno manšeto. Tak primer nastopi kadar je manšeta ob vratu zapognjena navznoter in navzdol in se pod njo lahko ujame zrak. Manšeta zato preveč pritiska na vratne žile (karotide), zrak se izpod manšete spusti tako, da jo malo odmaknemo od vratu.

Pritisk kapuce na ušesa. Pri hitrem potopu lahko tesna kapuca zatesni ušesa tako, da ni možen vpliv zunanega pritiska na bobnič. Težavo rešimo s pihanjem zraka v kapuco preko zgornjega dela maske, ki mora biti pod robom kapuce.

Izguba pasu z utežmi. Kontrolo hitrosti dviga dosežemo tako, da iz obleke in kompenzatorja plovnosti spustimo ves zrak, stegnjene roke in noge razširimo, stopala pa dvignemo tako, da so plavuti vodoravno.

6. POVRŠINSKA MARKIRNA BOJA

Boja je lahko življenjsko pomembna, če v bližino mesta dviga potapljača na površino pride plovilo. Dobro bi bilo, da bi bili tudi lastniki plovil dovolj informirani o potapljaški boji, saj jo pogosto zamenjujejo za ribiško bojo, izgubljeno žogo ipd. Tudi tisti, ki poznajo to oznako, velikokrat vozijo preblizu boje (predpis je najmanj 50 m od boje) in zato je za potapljača najbolje, da pozabi na predpisano razdaljo plovbe v bližini boje in se v primeru, da sliši motor plovila, na površino dvigne tik ob boji.

Namen

- Označuje položaj potapljača pod vodo, da mu lahko plovilo sledi,
- lahko se uporablja za signaliziranje potapljaču,
- uporabna je kot dodatni plovec na površini za obešanje opreme ipd.

Opis boje

Običajno je to napihljiva boja oranžne barve, nosilnosti približno 20 kg in premera najmanj 30 cm. Na vrhu ima napihljivo ali običajno signalno »A« (Alfa) belo-modro zastavico, ki pomeni, da je pod vodo potapljač in se morajo plovila izogniti temu področju in zmanjšati hitrost. Poleg tega pa ta zastava označuje tudi plovilo, ki ima omejeno zmožnost gibanja.

Rdeča zastava z belo progjo, ki poteka diagonalno preko zastave, je splošno razširjena zastava, ki označuje potapljača pod vodo, oziroma tudi servis za potapljače, kot je potapljaški center, potapljaška trgovina in podobno. Zaradi dvojnega pomena Alfa zastave je najbolje, da ima potapljaško plovilo izobešeni obe zastavi. Seveda pa je potapljač zaščiten z zastavo na plovilu le, če se potaplja v neposredni bližini plovila, na oddaljenosti več kot 50 m pa mora imeti lastno bojo z zastavico.



Na bojo je privezana vrv iz sintetičnih vlaken, dolžine vsaj 25 m, ki je lahko navita tudi na mlinček.

Namesto, da potapljač vleče za seboj bojo se lahko mesto potopa zavaruje s štirimi fiksnimi bojami ali plovci, na katerih so pritrjene potapljaške zastavice in tako na vodni površini tvorijo štirikotnik okrog področja podvodnih aktivnosti. Označevanje mesta potopa ni le varnostni ukrep, temveč je tudi zakonsko opredeljeno. Seveda pa površinske boje, ki jo potapljač vleče za seboj, ne uporabljamo tam, kjer bi ovirala potapljača ali pa bi ga celo ogrožala.

Kdaj uporabljamo in kdaj ne uporabljamo površinske markirne boje

- Obvezna uporaba za označevanje mesta potopa, kadar to zahteva zakonodaja,
- uporablja se na potopih na odprtem morju ali pri potopih v toku, ko je pomembno, da se spremljevalno plovilo nahaja v bližini mesta potopa,
- pri prostem potapljanju je njena uporaba obvezna za preprečitev morebitnega trka s plovilom,
- površinske markirne boje se **NE** uporablja pri potopih, kjer se nahajajo haloge ali visoka trava, med skalovjem, pod previsi, v podvodnih jamah in razbitinah oziroma na vseh mestih, kjer obstaja možnost, da se bo vrv boje zataknila ob oviro,
- pri potopih blizu obale ali v zalivih se boja običajno ne uporablja razen, če se ne zahteva označevanje mesta potopa.

Kako se uporablja površinsko markirno bojo

- Bojo spustimo v vodo preden vstopimo v vodo ali pa nam jo nekdo poda, ko smo že v vodi,
- vrv sprostimo, ko začnemo s potopom in držimo mlinček z vrvjo stran od telesa,
- pri potopu »na glavo« moramo paziti, da držimo mlinček dovolj odmaknjen od telesa, da se nam vrv ne zaplete ob plavuti,
- ko dosežemo dno, z mlinčka spustimo še nekaj vrvi, s tem lahko kompenziramo manjše spremembe globine plavanja in vrv tako ni preveč napeta, nato pa mlinček blokiramo,

- mlinček pripravimo na kompenzator plovnosti, da imamo proste roke,
- med potopom moramo kontrolirati dolžino vrvi, ki mora ves čas ustrezati globini potopa, na ta način se ne zaplete ob oviro na dnu ali ob sopotapljača,
- med dvigom vrv boje navijamo na mlinček tako, da ni odvečne vrvi in na površino izplavamo ob boji,
- v nujnih primerih mlinček z vrvjo odvržemo saj lahko vrv povzroči dodatne težave.

7. DEKOMPRESIJSKA BOJA

Opis boje

Boja je iz plastičnega materiala, dolžine do 2 m. Njena barva je pomembna saj z barvo boje potapljač osebam na površini sporoča kaj se z njim dogaja pod vodo.

Namen

- Označuje položaj potapljača pod vodo med dekompresijskim postankom (rdeča boja), plovilo se mu lahko približa, lahko pa v toku tudi sledi potapljaču med njegovo dekompresijo,
- potapljača s pokonci dvignjeno dekompresijsko bojo se lažje opazi v valovitem morju,
- potapljač z dvignjeno rumeno bojo nujno potrebuje pomoč,
- dekompresijska boja ni namenjena za dvigovanje predmetov,
- pri večjem številu potapljačev v skupini je priporočljivo, da je na vsaki boji izpisano polno ime potapljača.

Rdeča barva (ali oranžna) boje označuje potapljača, ki se dviguje in izvaja normalni dekompresijski postopek. Spremembo potapljača na površini takšno bojo le opazuje in čaka na prihod potapljača.

Rumena barva boje pomeni, da je potapljač v težavah in potrebuje pomoč, zato imajo nekateri potapljači pri sebi boji obeh barv. Potapljač lahko na bojo priveže plastično tablico s sporočilom o svojih težavah. Potapljači v čolnu ali na obali morajo zato ob pojavu rumene boje na površini biti pripravljeni na hitro ukrepanje.

Barvna oznaka velja za Evropo, v severni Ameriki je obratna. Rdeča označuje potapljača v težavah, rumena pa normalni dekompresijski dvig.

Potapljač, ki izvaja dekompresijo ima lahko spuščeni obe boji to je rdečo in rumeno kar pomeni, da je začel izvajati dekompresijo, z rumeno bojo pa sporoča, da potrebuje pomoč (na primer želi dodatno jeklenko, ker bo z razpoložljivo količino dihalnega plina težko zaključil dekompresijski postanek).

Odprti konec boje ima lahko manjšo utež, ki omogoča, da je odprtina boje pod vodno gladino in zato ostane zrak v njej ujet. Odprti del boje se zaradi razširjanja zraka lahko

avtomatsko zapre. Popolnoma zaprte boje imajo vgrajen ventil za polnjenje in praznjenje ali pa imajo za polnjenje samostojni izvor zraka in ventil za praznjenje.

Vrv, na katero je boja privezana, je lahko zložena, navita na bojo, navita na nek predmet v obliki črke »H« ali pa navita na mlinček. Predmet, na katerega je vrv navita, mora imeti negativno plovnost.

Varnostni ukrepi

Zaradi varnosti se bojo napihuje z oktopusom in ne z primarnim regulatorjem! V primeru, da se vrv zaplete ob primarni regulator lahko nastanejo težave. Potapljač se prične hitro dvigovati in ostane brez zraka, če ne doseže rezervnega regulatorja.

Pri dvigu boje je potrebno biti izredno pazljiv, da se vrv ne zaplete v potapljača in da se mlinček ne zatakne. Potapljač se bo v takih primerih zaradi vzgona boje hitro dvignil na površino. To lahko preprečimo tako, da vrv, ki ni navita na mlinčku, pritrđimo na nek predmet na dnu ali pa zvito vrv položimo stran od telesa na dno in v roki držimo le prosti konec vrvi. Mlinček moramo pred uporabo boje odpreti in ga držati v roki. Nezgodo z blokiranjem mlinčka lahko preprečimo z dvema zaporedno vezanima mlinčkoma, v primeru blokade enega mlinčka se začne odvijati vrv z drugega mlinčka.

Konec vrvi, na katerega je privezana dvignjena boja, mora potapljač trdno držati v roki ali imeti pritrjeno na nek drug način, da boje ne izgubi. Pri bojah, ki se hitro prevrnejo in iz njih uide zrak, mora potapljač držati vrv ves čas dovolj napeto.

Na vseh potopih, ki niso blizu obale je priporočljivo, da imamo dekompresijsko bojo v žepu kompenzatorja plovnosti, uporabimo jo ob zaključku potopa, če na površini nimamo zaščite s strani potapljaškega plovila.

8. PODVODNO PADALO

Za dvigovanje potopljenih predmetov se najpogosteje uporabljajo podvodna padala različnih velikosti oz. nosilnosti. Njihova uporaba je priporočljiva že pri dvigovanju predmetov, ki so težji od 5 kg.

Izkušnje za delo s podvodnim padalom si je potrebno pridobiti najprej v plitvi vodi in šele nato dvigovati predmete iz globoke vode in ob sodelovanju drugih potapljačev.

Pri delu s padalom potrebujemo:

1. Vrvi, s katerimi privežemo predmet na padalo. Za privezovanje se največkrat uporabljata vozla »pašnjak« in »vozel za bojo«.
2. Izvor zraka za polnjenje padala – pri dvigovanju večjih predmetov se priporoča drug izvor kot sta jeklenka in regulator, ki ju potapljač uporablja za dihanje. Kadar to ni mogoče, mora potapljač planirati porabo zraka za padalo, za svoje podvodno delo ter za varen povratek na površino. Med podvodnim delom je

- potrebna pogostejša kontrola tlaka zraka v jeklenki kot pa je to potrebno pri običajnem, rekreativnem potopu.
3. Pri polnjenju podvodnega padala z regulatorjem, ki ga potapljač uporablja za dihanje, mora to narediti tako, da prepreči možnost zapletanja regulatorja v vrvi padala.
 4. Podvodno padalo se polni dokler ne dosežemo nevtralne plovnosti predmeta, ki ga želimo dvigniti. V ta namen se v padalo dodaja majhne količine zraka, pri roki pa moramo imeti izstopni ventil padala. V primeru, da predmet doseže pozitivno plovnost, se takoj izpusti iz padala majhna količina zraka dokler zopet ne dosežemo nevtralne plovnosti. V nasprotnem primeru se bo hitrost padala med dvigom pospeševala zaradi širjenja zraka v padalu. Med dvigom se iz padala neprekinjeno izpušča zrak v majhnih količinah.
 5. Vodoravne premike padala s predmetom se mora, če je le možno, izvesti v bližini dna.
 6. Pred dvigom predmeta se mora potapljač prepričati, da na poti in na mestu dviga na površino ni ovir ali celo drugih potapljačev.
 7. V primeru izgube kontrole nad dvigovanjem predmeta mora potapljač padalo izpustiti in se dovolj oddaljiti, če pride do padca predmeta v globino.
 8. Pred dvigom predmeta s podvodnim padalom je potrebno planirati način dviga predmeta na plovilo ali na obalo.
 9. Med podvodnim dvigom in med dvigom na plovilo ali na kopno ne sme biti zaradi varnosti noben potapljač pod ali nad predmetom ali padalom.

Primer izračuna porabe zraka za dvig potopljenega predmeta s podvodnim padalom

Iz globine 20 metrov je potrebno dvigniti betonski blok z merami 0,60 m x 0,15 m x 0,10 m. Gostota betona (ρ_b) je 2400 kg/m³, gostota morske vode (ρ_v) pa 1030 kg/m³. Kakšno količino zraka v litrih potrebujemo, da na globini 20 m dosežemo nevtralno plovnost betonskega bloka in za koliko bo padel tlak v 10 litrski jeklenki, v kateri je ob polnjenju tlak 150 barov?

Volumen bloka: $V_b = 0,60 \text{ m} \times 0,15 \text{ m} \times 0,10 \text{ m} = 0,009 \text{ m}^3$
 Masa bloka: $m_b = V_b \times \rho_b = 0,009 \text{ m}^3 \times 2400 \text{ kg/m}^3 = 21,6 \text{ kg}$
 Masa izpodrinjene morske vode: $m_v = V_b \times \rho_v = 0,009 \text{ m}^3 \times 1300 \text{ kg/m}^3 = 11,7 \text{ kg}$

Za nevtralno plovnost betonskega bloka mora podvodno padalo izpodriniti toliko morske vode, kolikor je navidezna masa potopljenega bloka. Sila teže bloka in sila vzgona morata biti izenačeni.

Volumen vode, ki jo mora padalo izpodriniti, da bo njena masa odgovarjala navidezni masi potopljenega bloka: $V_v = (m_b - m_v) / \rho_v = 9,9 \text{ kg} / 1030 \text{ kg.m}^{-3} = 0,0096 \text{ m}^3 = 9,6 \text{ l} \approx 10 \text{ l}$

Volumen zraka v podvodnem padalu mora biti na globini 20 m trikrat večji kot pa bi bil na vodni površini.

Absolutni tlak na globini 20 m: $P_{20} = 3 \text{ bar}$

Količina zraka, ki je potrebna, da na globini 20 m napolni padalo do zahtevanega volumna 10 litrov: $10 \times 3 = 30 \text{ l}$

V primeru, da potapljač za potop uporablja 10 l jeklenko in ima ob začetku polnjenja padala v njej še 150 barov, bo po polnjenju padala tlak v jeklenki znašal:

Količina zraka pred polnjenjem padala: $150 \times 10 = 1500 \text{ l}$

Količina zraka po polnjenja padala: $1500 - 30 = 1470 \text{ l}$

Tlak v 10 litrski jeklenki po polnjenju padala: $1470 / 10 = 147 \text{ bar}$

X. PLANIRANJE POTOPA

1. PLANIRANJE POTOPA

Planiranje potopa in potapljanje v skladu s predhodno narejenim planom je eden od najpomembnejših parametrov potapljanja. Dober plan potopa omogoči potapljaču varen in učinkovit potop.

Plan potopa je sestavljen iz planiranja aktivnosti pred potopom in iz načrta poteka samega potopa.

Splošno planiranje

Lokacija potopa mora biti taka, da omogoča varno potapljanje vsem članom potapljaške skupine, tudi najmanj izkušenim. Sprememba vremena lahko poslabša pogoje potapljanja, zato je potrebno načrtovati tudi rezervno lokacijo za potop. Potop v pogojih, ki so slabši od načrtovanih, poveča tveganje za nezgodo.

Medicinska pomoč v nujnih primerih – najbližja lokacija zdravstvene ustanove in telefonska številka.

Oprema za prvo pomoč – oprema mora vsebovati običajni komplet prve pomoči in komplet za prvo pomoč s kisikom. Ta oprema mora biti na mestu potopa in ne na oddaljeni obali.

Rezervna potapljaška oprema – rezervna polna potapljaška jeklenka, rezervne maske, rezervni paski za plavuti in masko, dodatne uteži itd.

Individualno planiranje

Potapljaški par ne sme biti sestavljenih iz dveh za določen potop neizkušenih potapljačev. V paru mora biti vedno nekdo, ki ima dovolj izkušenj, da lahko vodi manj

izkušenega potapljača in sprejema odločitve o poteku potopa ter o postopkih v nujnih primerih. V pogojih dobre vidljivosti in z dovolj izkušenimi potapljači se lahko formira tudi večja skupina, kjer je vodja potopa najbolj izkušen potapljač. V taki skupini pa morajo biti potapljači zaradi varnosti razdeljeni v pare, saj vodja ne more ves čas nadzorovati vsakega člana posebej.

Zaključek potopa je lahko določen na več načinov, od katerih je najvažnejši razpoložljiva količina zraka v jeklenki. Kadar pri enem potapljaču doseže tlak v jeklenki v naprej določeno rezervno vrednost, se par ali cela skupina dvigne na površino po predpisanem dekompresijskem postopku.

Potapljanje po planu

Pod vodo je možnost komunikacije med potapljači zelo omejena in je zato nujno, da se vsi potapljači po v naprej določenemu planu. Odstopanje od plana povzroči zmedo med potapljači in zmanjša varnost potopa. Še posebno nevarno je spreminjanje plana potopa na globini, kjer višji parcialni tlak dušika zmanjšuje razsodnost potapljačev.

Med potopom mora vsak potapljač dovolj pogosto nadzorovati tlak zraka v jeklenki, globino in trajanje potopa. Občasno mora vodja potopa preveriti tlak zraka v jeklenkah ostalih potapljačev (direktni odčitek z manometra ali zahteva po poročilu o tlaku z znakom). Vsak potapljač mora med potopom paziti na svoj položaj glede na vodjo potopa oziroma svojega partnerja.

Ob predvidenem zaključku potopa mora vodja potopa dati jasen znak o zaključku in dvigu na površino. Med dvigom mora vodja potopa zagotoviti, da potapljaški pari ostanejo skupaj. Par ostane skupaj tudi na vodni gladini dokler se ne vkrcajo v plovilo, oziroma plava skupaj do mesta izhoda na kopno.

2. POSTOPKI PRED POTOPI

Potapljačeva varnost je med potopom v veliki meri odvisna od njegovih postopkov pred potopom in od zanesljivosti sopotapljača.

Uskladitev poteka potopa s sopotapljačem

Pred potopom se mora potapljaški par dogovoriti o glavnih parametrih potopa in nekaterih postopkih.

- Določitev vstopne točke potopa in mesta zaključka potopa
- Izbira smeri potopa
- Dogovor o največji globini in najdaljšem času potopa
- Dogovor in pregled postopkov komunikacije (potapljaški znaki, potegi varnostne vrvi, zvočni signali ipd.)
- Dogovor o minimalnem tlaku zraka v jeklenki pred dvigom na površino
- Dogovor o načinu potapljanja, ki bo omogočil, da potapljaški par med potopom ostane skupaj
- Dogovor o postopku v primeru, da se potapljaški par pod vodo loči
- Dogovor o postopkih v nujnih primerih

Preverjanje potapljaške opreme

Pred potopom, ko ste si že nadedli potapljaško opremo, obvezno preverite, da je oprema kompletna in, da deluje brez napake. To naredite tudi s sopotapljačevo opremo, enako pa mora sopotapljač preveriti vašo opremo.

1. **Kompenzator plovnosti** – vsi jermeni morajo biti zapeti in zategnjeni tako, da se kompenzator prilega telesu potapljača. Pravilno delovanje nizkotlačnega in ustnega inflatorja. Delovanje nadtlčnih ventilov za hitro praznjenje kompenzatorja plovnosti.
2. **Pas z utežmi** – pas mora biti nameščen tako, da se zaponko lahko odpne z desno roko. Preko pasu ne sme potekati nič (jermeni), kar bi onemogočalo hitro odpenjanje pasu z eno roko.
3. **Mesta odpenjanja** – poznavanje delovanja in lokacije vseh mest, kjer se sopotapljačeva oprema odpne (zaponke, karabini itd.).
4. **Dovod zraka** – ventil jeklenke odprt do konca in zaprt za četrto obrata. Tlak v jeklenki mora biti blizu delovnemu tlaku jeklenke (npr. od 185 do 200 barov), regulatorji morajo pravilno delovati. Cevi obeh regulatorjev, manometra in cev za polnjenje suhe obleke ne smejo biti pod nobenim pritrditvenim jermenom. Preverite nahajanje in delovanje alternativnega izvora zraka (oktopus, regulator na inflatorju itd.). Pri suhi obleki preverite delovanje ventila za polnjenje obleke in vseh izpušnih ventilov.
5. **Potapljaški instrumenti** – delovanje manometra, potapljaškega računalnika, ure, globinomera itd. V primeru uporabe potapljaških tablic morajo biti le te pritrdjene na lahko dostopnem, oziroma vidnem mestu.
6. **Delovanje svetilk** – delovanje svetilke in pri nočnem potopu tudi rezervne svetilke
7. **Zaključna kontrola** – po končanem preverjanju po točkah od 1 do 6 preverite, da ne obstaja nepritrjena oprema in, da ne manjka noben del potapljaške opreme. Oktopus mora biti v nujnem primeru lahko in hitro dosegljiv (na prsih oz. pod vratom naj bo pritrjen na lahko snemljiv način).

Dodatna potapljaška oprema

1. **Boja** - površinska markirna oziroma dekompresijska boja
2. **Potapljaški nož** – primernejši je nož v kombinaciji s škarjami za lažje rezanje vrvi z eno roko
3. **Podvodna svetilka** – preveri delovanje svetilke in pri nočnem potopu tudi rezervne svetilke
4. **Mlinček z vrvjo** – preveri njegovo delovanje, vrv se ne sme zatikati
5. **Rezervna maska** – v primeru zahtevnejših potopov

Po vstopu v vodo se na globini nekaj metrov še enkrat preveri delovanje regulatorja in potapljaškega računalnika (ali ure in globinomera), tlak v jeklenki, ponovno se nastavi pritrditveno jermenje kompenzatorja plovnosti in zategne se pas z utežmi. V paru se

naj preveri še morebitno puščanje zraka iz potapljaške opreme. Drobni mehurčki lahko izhajajo predvsem na mestu pritrditve regulatorja na ventil jeklenke, na vseh spojih cevi z regulatorjem, na spoju nizkotlačne cevi z inflatorjem in ventilom suhe obleke ter na mestu, kjer se manometer obrača na visokotlačni cevi. Sopotapljaču se z znakom O.K. sporoči, da ste pripravljeni na nadaljevanje potopa. V primeru puščanja zraka, čeprav minimalne količine, se potop takoj prekine.

3. IZRAČUN PORABE ZRAKA IN TRAJANJA POTOPA

Običajno se rekreativni potapljači potaplajo tako, da končajo potop, ko manometer pokaže tlak zraka 50 barov in se ne menijo za natančnejše planiranje potopa. Med potopom lahko manometer kaže napačen tlak zraka v jeklenki ali pa popolnoma odpove. Potapljač se lahko med potopom zamoti in pozabi dovolj pogosto pogledati na manometer, kar je lahko pri globljem potopu zelo nevarno zaradi večje porabe zraka. Kadar pa potapljač predhodno vsaj približno izračuna porabo zraka za načrtovan potop, bo v primeru okvare manometra to napako tudi prepoznal in takoj zaključil potop.

Pri globljih in daljših potopih, ki zahtevajo daljši dekompresijski postanek, je lahko pri manjšem volumnu jeklenke standardni rezervni tlak zraka 50 barov prenizek, da bi lahko varno končali potop.

Potapljač, ki pozna svojo minutno porabo zraka (minutni respiratorni volumen - MRV), bo lahko ugotovil, da tlak zraka v jeklenki prehitro pada, kar je znak za puščanje zraka na potapljaški opremi.

Vsak potapljač ima drugačno povprečno porabo zraka, kar je odvisno od njegove telesne zgradbe, fizične kondicije in sproščenosti med potopom. Nesmiselne so torej težnje nekaterih potapljačev, da bi imeli »tako majhno« porabo zraka kot eden od sopotapljačev. S krajšim zadrževanjem zraka med posameznimi vdihli le povečujejo koncentracijo ogljikovega dioksida v telesu in zmanjšujejo varnost potopa.

Pravilno planiranje potopa poveča varnost potapljača in njegovega sopotapljača. Pri takem potopu je eden od bistvenih podatkov potapljačeva poraba zraka za celoten potop, vključno z dekompresijo.

Določitev minutnega respiratornega volumna - MRV

Našo dejansko porabo zraka lahko določimo na sledeč način:

1. V potapljaški opremi, ki jo običajno uporabljamo (tudi z jeklenko!), se potopimo na globino 10 m. Teren na katerem se potapljammo mora biti brez večjih sprememb globine, kar nam olajša plavanje na konstantni globini, vodni tok ne sme biti prisoten.
2. S kompenzatorjem plovnosti vzpostavimo nevtralno plovnost.

3. Zapomnimo ali zapišemo si tlak v jeklenki in čas pričetka plavanja.
4. Plavamo s tempom, ki ga običajno uporabljamo na potopu in pazimo, da smo ves čas na isti globini.
5. Po 10 minutah plavanja na manometru odčitamo tlak v jeklenki.

Primer:

Čas plavanja: 10 min

Globina: 10 m

Poraba zraka: 40 bar

$40/10 = 4 \rightarrow MRV_{10} = 4 \text{ bar/min}$

Dobljeni MRV velja samo za globino 10 m (MRV_{10}) in samo za velikost jeklenke, s katero je potapljač plaval. Dobljeni MRV je potrebno preračunati na absolutni tlak enega bara (vodna gladina).

Absolutni tlak na globini 10 m je 2 bara. Zato je MRV na vodni površini pri 1 baru

$$MRV_0 = 4 / 2$$

$$MRV_0 = 2 \text{ bar / min}$$

Pri uporabi jeklenke z enakim volumnom se za določen potop izračuna planirana poraba zraka tako, da se absolutni tlak na globini potopa množi z MRV_0 .

Na globini 25 m je potapljačev MRV_{25} : 7 barov ($MRV = 2 \times 3,5 \text{ bara}$).

Za potapljanje z jeklenkami različnih volumnov je potrebno dobljeni MRV v barih pretvoriti v litre zraka porabljenih v eni minuti. V primeru, da je potapljač v zgoraj opisanem primeru za potapljanje uporabil 10 l jeklenko, je njegova poraba zraka na površini MRV_0 : 20 l / min (2 bara x 10 l).

Pri uporabi 15 litrske jeklenke bi potapljaču v eni minuti na površini padel tlak namesto za 2 bara (10 l jeklenka) za samo 1,3 bara ($MRV_0 / V_{\text{jeklenke}} = 20 / 15$).

Planiranje trajanja potopa z uporabo tretjin razpoložljivega zraka

Varen način planiranja trajanja potopa je z uporabo tretjin volumna jeklenke:

- ena tretjina zraka se porabi od startnega mesta do predvidenega zaključka na globini (prvi del potopa),
- druga tretjina zraka je za povratek (drugi del potopa), to je za pot iz globine do povratka na startno mesto. Pot povratka mora biti približno enaka dolga, kot je bila razdalja v prvem delu potopa,
- tretja tretjina zraka predstavlja rezervno količino zraka za slučaj, da se potapljač med povratkom izgubi, oz. preveč spreminja smer plavanja, zaplete v vrvi, naleti na vodni proti tok ipd.

Primer:

Volumen jeklenke: 15 l

Globina: 30 m

Tlak zraka v jeklenki na začetku potopa: $P = 180 \text{ bar}$

MRV_o : 20 l / min

Uporaba pravila tretjin:

$15 \text{ l} / 3 = 5 \text{ l}$ (rezervna količina zraka)

Uporabni volumen jeklenke: $15 \text{ l} - 5 \text{ l} = 10 \text{ l}$ (brez rezervne količine zraka)

Razpoložljiva količina zraka pri tlaku 180 barov je brez rezerve: $10 \times 180 = 1800$ litrov zraka oziroma 900 litrov za prvi del in 900 litrov za drugi del potopa.

Poraba zraka na planirani globini 30 m (tlak je na tej globini 4 bare) je v eni minuti: $4 \times MRV_o = 4 \times 20 \text{ l} = 80 \text{ l}$

Za potop na globino 30 m, oziroma za prvi del potopa, imamo na razpolago: $900 / 80 = 11,25 \approx 11$ minut.

Za drugi del potopa, to je za povratek in dekompresijo (3 min na 3 do 5 metrih), imamo na razpolago še 900 litrov oziroma 60 barov ($V_{\text{zrak pri 1 baru}} / V_{\text{jeklenke}} = 900 / 15$). Po zaključenem potopu ima potapljač na razpolago še 60 barov rezervne količine zraka (zadnja tretjina začetnega volumna zraka)

Pri vseh potopih se običajno planira, da se potop zaključi z najmanj 50 bari tlaka zraka v jeklenki!

Zgoraj opisani primer ne upošteva zmanjšane porabe zraka med spustom na globino in med dvigom na površino. Izračun je zaradi enostavnosti in dovolj velikega varnostnega faktorja glede porabe zraka primeren za dovolj hitro planiranje enostavnega, rekreativnega potopa.

V primeru planiranih dekompresijskih postankov, ki so daljši od preventivnega postanka, moramo upoštevati še dodatni zrak za dekompresijo.

Planiranje trajanja potopa z upoštevanjem porabe zraka za spust, dvig in dekompresijske postanke

Primer:

Profil potopa: »U«

Največja globina potopa: $G = 30 \text{ m}$

Saturacijski čas potopa: $t = 30 \text{ min}$

Hitrost spusta: $v_1 = 20 \text{ m} / \text{min}$

Hitrost dviga: $v_2 = 10 \text{ m} / \text{min}$

Dekompresijski postanki (SPZ tablice): 2 min / 6 m in 7 min / 3 m

Volumen jeklenke: 18 l

Tlak zraka v jeklenki ob začetku potopa: $P = 180 \text{ bar}$

MRV_o : 20 l / min

Kolikšen je tlak zraka v jeklenki po dvigu potapljača na površino in ali zadošča zahtevi o minimalnem rezervnem tlaku 50 barov?

V jeklenki je pred potopom 3240 l zraka. Rezervna količina zraka naj bi imela volumen 900 l ($V_{\text{jeklenke}} \times P_{\text{rezerva}} = 18 \times 50$). Na razpolago ima potapljač 2340 l zraka.

Za spust in dvig se pri računanju porabe zraka uporabi povprečni tlak, to je absolutni tlak, ki je na polovični globini potopa (15 m) in znaša v tem primeru 2,5 bara. Čas spusta je 1,5 min ($G / v_1 = 30 / 20$), čas dviga pa 3 minute ($30 / 10$).

Poraba zraka za spust: $P \times MRV \times t_{\text{spust}} = 2,5 \times 20 \times 1,5 = \mathbf{75 \text{ l}}$

Poraba zraka za dvig brez dekompresije: $P \times MRV \times t_{\text{dvig}} = 2,5 \times 20 \times 3 = \mathbf{150 \text{ l}}$

Poraba zraka za dekompresijo na 6 m ($P = 1,6$ bar): $P \times MRV \times t_6 = 1,6 \times 20 \times 2 = \mathbf{64 \text{ l}}$

Poraba zraka za dekompresijo na 3 m ($P = 1,3$ bar): $P \times MRV \times t_3 = 1,3 \times 20 \times 7 = \mathbf{182 \text{ l}}$

Poraba zraka na globini 30 m v trajanju 30 minut ($P = 4$ bar): $P \times MRV_0 \times t = 4 \times 20 \times 30 = \mathbf{2.400 \text{ l}}$

Skupna poraba zraka za potop: $75 \text{ l} + 150 \text{ l} + 64 \text{ l} + 182 \text{ l} + 2.400 \text{ l} = \mathbf{2871 \text{ l}}$

Volumen zraka v jeklenki po končanem potopu: $3240 \text{ l} - 2871 \text{ l} = \mathbf{369 \text{ l}}$

Tlak zraka v jeklenki po končanem potopu ($P_1 \times V_1 = P_2 \times V_2$; $1 \times 369 = P_2 \times 18$): $369 / 18 = \mathbf{20,5 \approx 20 \text{ bar}}$

Tlak zraka v jeklenki je po končanem potopu 20 barov, kar ne zadošča varnostni zahtevi po tlaku rezervnega zraka 50 barov. Potapljač mora saturacijski čas potopa skrajšati ali pa uporabiti večjo jeklenko, oziroma jeklenko z višjim delovnim tlakom.

4. PODVODNA NAVIGACIJA BREZ KOMPASA

Izračun razdalje

Med plavanjem lahko približno razdaljo izračunamo s pomočjo štetja števila ciklov udarcev nog, pri čemer moramo predhodno vedeti razdaljo, ki jo preplavamo z enim ciklom. En cikel se prične z udarcem desne noge navzdol in zaključí, ko navzdol udarimo z levo plavutjo. Metoda je neuporabna v toku in v primeru neenakomernega plavanja. Krajše razdalje lahko določimo tudi s štetjem ciklov rok, če se z rokami izmenično dotikamo dna. Večje razdalje lahko v mirni vodi določimo z merjenjem časa plavanja, če poznamo razdaljo, ki jo preplavamo v določenem času.

Navigacija po naravi

Navigacija brez kompasa se začne že na suhem, ko se moramo seznaniti s karakteristikami lokacije potopa po informacijah potapljača, ki to mesto že pozna, ali pa iz

podrobne navtične karte. Med potopom se ne smemo zamotiti z opazovanjem rib in drugih morskih organizmov, opazovati moramo tudi strukturo dna in si zapomniti večje orientacijske točke. Pri povratku opazujemo dno ali greben iz druge smeri kot pa v prvem delu potopa. Koristno je, da občasno pogledamo nazaj in na ta način lažje prepoznamo pot povratka.

Zelo točno navigacijo lahko dosežemo, če si za želeni kurz plavanja izberemo na dnu dve orientacijski točki, eno bližnjo in eno bolj oddaljeno ter nato plavamo tako, da se obe točki pokrivata. Ko preplavamo bližnji orientir, si moramo ponovno izbrati bolj oddaljeno točko. Metoda je neuporabna pri peščenem dnu ali dnu, kjer ni izrazitih orientacijskih točk.

Na peščenem dnu se lahko v plitvejši vodi orientiramo glede na brazde v pesku, ki so nastale zaradi valov. Brazde potekajo vzporedno z obalo.

Zasledovanje globine potopa je dobra orientacija kadar se dno dokaj enakomerno spušča od obale proti odprtemu morju. Kadar plavamo ves čas na isti globini to pomeni, da plavamo vzporedno z obalo, če pa se globina manjša, plavamo proti obali.

Mesto vstopa v vodo s plovila in s tem tudi mesto, ki ga moramo najti pri povratku, lahko poleg orientacijskih točk na dnu določimo tudi tako, da si na mestu potopa zapomnimo globino ter nato tudi čas, ki smo ga porabili za horizontalno plavanje. Pri povratku naj bo plavanje na globini krajše od prej porabljenega časa, nato pa se dvignemo na globino mesta potopa in na tej globini plavamo v smeri plovila. Običajno na ta način v mirni vodi zgrešimo sidrno vrv plovila le za nekaj metrov.

Nekaj metrov pod površino je možna tudi orientacija glede na Sonce ali podvodne sence, v jasnih nočeh pa tudi glede na položaj Lune.

XI. POTAPLJANJE V OTEŽENIH POGOJIH

1. POTAPLJANJE V POGOJIH ZMANJŠANE VIDLJIVOSTI

Za varno potapljanje v pogojih zmanjšane vidljivosti so potrebni določeni previdnostni ukrepi in tehnika. Potapljač se lahko hitro dezorientira in poleg izgube smeri plavanja velikokrat ne ve, v kateri smeri je površina in v kateri je dno. Osebe, ki imajo občasno težave v zaprtih prostorih (klavstrofobija), imajo lahko take težave tudi pri potapljanju v vodi z zmanjšano vidljivostjo.

Poleg potapljanja v motni vodi sodi k potapljanju v pogojih zmanjšane vidljivosti tudi nočno potapljanje.

Tehnika potapljanja

Pri potopu ob vrvi naj bodo zadnji metri spusta (predhodno je potrebno poznati globino potopa in kontrolirati globinomer!) počasnejši, preden pa dosežemo dno je nujna nevtralna plovnost, saj bi se lahko v nasprotnem primeru ob hitrem spustu poškodovali na skalah, ježkih in podobnim. Hiter spust na dno povzroči tudi obilen dvig mulja in tako se vidljivost še zmanjša. Vstop v motno vodo in spust do dna mora biti vedno z nogami naprej!

Poleg dezorientacije je potapljačeva težava tudi otežena komunikacija s sopotapljačem. Pri dobri vidljivosti je lahko razdalja med potapljačema nekaj metrov, ko pa vidljivost pade na 2 do 5 metrov, morata plavati skupaj. V takih pogojih olajša potapljanje varnostna vrv. Ta naj ima na sredini majhen plovec, ki preprečuje, da bi se vrv zatikala ob dno. Potapljača morata imeti vrv nataknjeno na roko z zategljivo zanko, ki jo lahko takoj snameta. Pri vidljivosti pod dvema metroma je varnostna vrv bistvenega pomena za ohranjanje stika med potapljačema, pri vidljivosti pod enim metrom pa je življenjskega pomena vrv, ki povezuje enega potapljača s površino in oba potapljača med seboj. Pri nočnem potapljanju vidljivost določa jakost svetilke obeh potapljačev, nikakor pa se ne smeta oddaljiti drug od drugega za več kot nekaj metrov.

Eden od pogojev, da se že tako slaba vidljivost ne zmanjša še bolj, je pravilno plavanje (žabica) ob dnu in kontrola plovnosti. Eden od načinov premikanja, ki najmanj dviguje mulj je, da se povlečemo naprej z rokami. Prednost, da ne uporabljamo plavuti, je tudi v tem, da ni nevarnosti, da bi potapljaču, ki je lahko tik za nami, zbili masko z obraza.

Komunikacija

V pogojih zmanjšane vidljivosti je komunikacija z ročnimi signali zelo otežena oziroma nemogoča. Ponoči je signaliziranje vidnejše z uporabo ročne svetilke, še boljše pa z

uporabo bliskavice. Edini zanesljivi način komunikacije v motni vodi so potegi za varnostno vrv, pri čemer se je potrebno predhodno dogovoriti za pomen določenega potega. Pri nočnem potapljanju se na kratke razdalje signale, ki jih dajemo z roko, osvetli s svetilko, na razdaljo nekaj metrov pa so bolj zanesljivi signali samo s svetilko.

Orientacija

V motni vodi in ponoči je uporaba kompasa obvezna, saj je onemogočena orientacija glede na okolico. Med potapljanjem je v takih pogojih tudi dobro, da si izberemo neke referenčne točke, ki nam pomagajo pri kontroli našega položaja. Taka točka je lahko vrv, ob kateri se potopimo do dna, sopotapljač in pa poleg kompasa tudi globinomer, ki ga moramo pri potapljanju v motni vodi in ponoči pogosteje kontrolirati kot pa pri potopu v dobri vidljivosti, kjer lahko spremembo globine zasledujemo z opazovanjem reliefa terena po katerem plavamo.

Potapljač se lahko tudi zmede glede smeri dviga oziroma spusta. Takrat je najbolje, da opazujemo mehurčke izdihanega zraka, ki se vedno dvigujejo navpično proti površini. Spremembo globine nam pove tudi pritisk v ušesih. Ne glede na to, da se nam dozdeva, da plavamo ves čas na isti globini, nam povečan pritisk v ušesih in s tem potreba po izenačevanju tega pritiska pove, da se je globina potopa povečala.

Pred začetkom potopa moramo na površini na kompasu nastaviti smer potopa. Spust in dvig potapljača zelo olajša vrv, ki je napeljana od plovila ali boje do dna. Vrv je dobra orientacijska točka in omogoča lažje izvajanje dekompresije. Ko na dnu zapustimo varnostno vrv, se moramo takoj začeti orientirati glede na predhodno nastavljen kurz na kompasu.

Pri potapljanju z obale je orientacija lažja saj ob povratku običajno ni pomembno, če izhodno točko zgrešimo za nekaj metrov.

Za lažjo orientacijo se lahko na dno položi obteženo vrv, ki vodi od mesta začetka potopa do njegove skrajne točke.

Kadar je stres zaradi izgube orientacije premočan je najbolje, da se ustavimo, zapremo oči in umirjeno dihamo.

Oprema

Za nočno potapljanje je poleg brezhibne potapljaške opreme obvezno naslednje:

- svetleče (luminiscenčne) številčnice vseh potapljaških inštrumentov (kompas, manometer, globinomer, potapljaški računalnik),
- potapljaška svetilka z dovolj širokim kotom osvetljevanja,
- rezervna potapljaška svetilka primerne jakosti.

Koristna oprema:

- kemično svetilo, ki je pritrjeno na varnostno ali sidrno vrv,
- odsevni trakovi na kompenzatorju plovnosti,
- stroboskopska bliskavica,
- piščalka, s katero lahko v temi opozorimo nase.

Potapljaška svetilka

Običajne potapljaške svetilke, ki jih uporabljamo podnevi za razsvetljevanje špranj in lukenj med skalami, imajo ožji kot osvetlitve in krajšo dobo delovanja in so zato ponoči primerne le kot rezervne svetilke. Glavna svetilka za nočno potapljanje mora imeti širši kot osvetljevanja ter dovolj dolg čas delovanja, da lahko z njo brez težav svetimo najmanj eno uro in pol, oziroma za planirani čas potopa, ki mu moramo prišteti še čas izstopa iz vode ter rezervni čas delovanja 30 minut. Pomembna je tudi barvna temperatura svetilke, ki naj bo čim bližje sončevi svetlobi, saj so osvetljeni predmeti in podvodni teren z neprimernimi svetilkami videti rumenkaste barve. Premočna svetilka moti živali in se zato umaknejo v skrivališča. Obstajajo tudi svetilke, pri katerih lahko brezbarvno steklo zamenjamo z rdečim, saj rdeča svetloba ponoči ne moti živali. Jakost svetlobe svetilke z rdečim steklom močno pade in zato ni primerna za glavno ali rezervno svetilko. V primeru odpovedi glavne svetilke pričnemo uporabljati rezervno svetilko in zaključimo potop.

Kemično svetilo, ki se ga pritrdi na mestu zaključka potopa nekaj metrov nad dnom, omogoča potapljačem, da lažje najdejo pot do mesta izhoda iz vode.

Stroboskopska bliskavica se običajno pritrdi na naramnico kompenzatorja plovnosti ali na ventil jeklenke, aktivira se jo v primeru, če se potapljač izgubi. Njeni bliski so na površini vode vidni na velike razdalje, tudi pod vodo so bliski zelo dobro vidni, vendar motijo ostale potapljače.

Izbira lokacije

Običajno se za nočno potapljanje in potapljanje v motni vodi izbira lokacije z manjšo globino saj so pogoji potapljanja zaradi slabše vidljivosti že tako oteženi in ni varno povečevati težavnosti z večanjem globine. Teren naj bi imel tudi čim več naravnih orientacijskih točk za lažjo orientacijo med potopom. Točka vstopa in izstopa iz vode mora biti brez ostrih skal in predmetov, ki bi lahko poškodovali potapljača. Najboljša priprava na nočni potop je ogled lokacije še pri dnevni svetlobi.

Planiranje nočnega potopa

Začetek potopa planirajte pred nastopom teme, saj je začetek potopa lažji in lahko tudi opazujemo, kako se živali, ki so aktivne podnevi poskrijejo in iz skrivališč pridejo nočne živali. Nočni potop iz plovila je lažji, ker je vstop v vodo in izstop iz nje varnejši. Manjši čoln lahko sledi lučem potapljačev, vendar pa mora za plovbo uporabljati vesla in ne motorja zaradi nevarnosti, ker bi v temi lahko poškodoval potapljača, ki se je nenadoma dvignil na površino.

Priprava opreme

Že preko dneva napolnite akumulator svetilke ali zamenjajte baterijske vložke. Preglejte tesnila in jih po potrebi zelo na tanko namažite. Pri dnevni svetlobi preglejte potapljaško opremo in jo zmontirajte.

Varnostni postopki

Osnovni varnostni postopki se pri potapljanju v motni vodi in ponoči ne razlikujejo bistveno od postopkov pri potapljanju v vodi z dobro vidljivostjo. V obeh primerih je dobro, da pred odhodom na potop obvestite zanesljivo osebo o lokaciji potopa in predvidenem času povratka.

Pri nočnem potapljanju pa so nujni še dodatni varnostni ukrepi.

Varnostni postopki pri nočnem potapljanju

1. Na mestu potopa naj bo na sidrno vrv ali vrv z bojo nekaj metrov nad dnom pritrjena stroboskopska svetilka ali kemično svetilo.
2. Na plovilu naj bo nameščenih več luči, ki potapljačem olajšajo vrnitev. Pri potapljanju s kopnega naj bosta na obali fiksno nameščene dvoje luči na različnih višinah, ki osvetljujeeta izhod iz vode in osvetljujeeta tudi morebitne ovire.
3. Pred vstopom v vodo naj potapljača ponovita signalizacijo s svetilko.
4. V primeru, da izgubite stik s sopotapljačem ugasnite svojo svetilko in v krogu 360° poskusite zaslediti svetlobo svetilke svojega kolega. Če ga po eni minuti še niste opazili, se morate v skladu s predpisano dekompresijo vrniti na površino in tam počakati, da isto naredi tudi sopotapljač.
5. Odpoved svetilke je pri nočnem potapljanju dokaj običajna težava, zato je za vsakega potapljača obvezna rezervna, manjša svetilka. V primeru odpovedi glavne svetilke je priporočljivo, da potapljaški par takoj zaključi potop, saj ima rezervna svetilka običajno krajši čas delovanja in bi tako eden od potapljačev lahko ostal tudi brez možnosti signalizacije.
6. Po potopu poleg ostale opreme operite s sladko vodo tudi svetilke in jih ne razdirajte dokler se ne posušijo.

2. GLOBOKI POTOPI

Definicija

Tveganja za nastanek težav oziroma obolenj se večajo sorazmerno z globino potopa. Vzrok je v tem, da dvig na površino zahteva dalj časa, poraba zraka je večja, večja je težava pri reševanju v primeru nezgode in večji je fiziološki vpliv večjega pritiska okolice na človeško telo ter narkotični učinek dušika. Danes je 40 metrov mednarodno priznana meja za rekreativno potapljanje, potopi na globine, ki presegajo 30 m, pa se obravnavajo kot globoki potopi. Kljub temu, da je tveganje pri globokem potopu večje, pa se taki potopi pogosto izvajajo in je zato potrebno poznati nevarnosti in način kako se jim izognemo, oziroma se z njimi soočimo ter tako zmanjšamo tveganje na minimum.

Ste pripravljeni na globok potop?

- **Potapljaške izkušnje.** Potapljačem začetnikom se svetuje, da ostanejo plitveje od 20 m in si nabirajo izkušnje dokler jim potapljanje na te globine ne predstavlja

nobenih težav ter lahko opravijo nadaljevalni potapljaški tečaj. Po opravljenem nadaljevalnem tečaju (CMAS P2, PADI Advanced open diver ipd.) si mora potapljač pridobiti izkušnje na potopih med 20 in 30m. Šele takrat je pripravljen na potope globlje od 30 m, oziroma se priporoča, da najprej opravi tečaj za najvišjo potapljaško kategorijo.

- **Najgloblji predhodni potop.** Kako globok je bil prejšnji potop? Kako pogosto ste opravili tako globok potop in kdaj ste ga nazadnje? Globine potopov povečujte postopoma. Najprej naredite nekaj potopov na globine okrog 25 m preden se odločite za potop na globino med 30 in 35 metri. Predhodni potopi morajo biti opravljeni v preteklih nekaj mesecih, saj se izkušnje sčasoma izgubijo. Kako ste se počutili pri zadnjem globljem potopu? Če ste imeli med potopom na globino 30 m neprijetne izkušnje ali ste se počutili nelagodno, v nobenem primeru ne povečujte globine naslednjega potopa, ampak globino raje zmanjšajte za nekaj metrov.
- **Potapljaška oprema.** Noben del opreme ne sme biti popolnoma nov in ne preizkušen na potopu. Globina ni kraj za napake pri rokovanju s katerim koli delom potapljaške opreme. V primeru, da se odločimo za globok potop je izredno pomembno, da popolnoma obvladamo svojo in sopotapljačevo potapljaško opremo. Sposobni moramo biti, da hitro dosežemo ventil na jeklenki in ga po potrebi odpiramo ali zapiramo ter brez napake rokujemo z regulatorjem in kontrolami na kompenzatorju plovnosti. Oprema za potop nam mora biti domača, testirana ter dobro vzdrževana.
- **Izkušnje vašega sopotapljača in njegova oprema.** Najmanj izkušen potapljač v skupini je merilo za globino potopa. Potapljač, ki nima primernih izkušenj ali pa nima odgovarjajoče potapljaške opreme, ni primeren za sopotapljača na globokem potopu.
- **Pogoji za potop.** Globok potop je relativna oznaka saj je potop na globino 35 m v topli tropski vodi z odlično vidljivostjo manj zahteven kot pa potop na razbitino na globini 20 m v hladni vodi in toku. Pomemben je nivo stresa med potopom. Globina potopa je le eden od dejavnikov stresa, ostali so še mraz, slaba vidljivost, tok, valovi na gladini (otežen pričetek in zaključek potopa), teža opreme, anksioznost (tesnoba, strah), utrujenost in drugo.

Planiranje globokega potopa

Pri načrtovanju globokega potopa je potrebno upoštevati več dejavnikov. Vedeti moramo, da na globinah preko 30 m ne reagira vsak potapljač enako na povečan delni tlak dušika in njegov učinek, ne glede na njegovo tehnično znanje in potapljaške izkušnje. To pomeni, da mora biti vsak potapljač previden, kadar se odloči za globok potop in razumeti, da so individualne reakcije na povečan parcialni pritisk dušika lahko zelo različne. Priporočljivo je, da se odločimo za globok potop šele po predhodnem obdobju »treninga« z manj zahtevnimi potopi in postopoma povečujemo globino potopa. V tem obdobju se bo telo lahko deloma prilagodilo na povečan parcialni tlak dušika in pridobili bomo fizično kondicijo za globoke potope. Pri načrtovanju potopa ne smemo pozabiti na nižjo temperaturo vode v globini, kakor tudi ne na čustveno napetost ter hitrejšo zadihanost, kar vse pospešuje dušikovo narkozo.

Tveganje za nastanek dekompresijske bolezni narašča bolj kot se oddaljujemo od varnostnih limitov, ko se poraba zraka veča zaradi večjega napora pri dihanju v večji globini (večja gostota zraka), včasih zaradi nižje temperature vode, ali pa v primeru neuporabe kompenzatorja plovnosti in s tem težav s plovnostjo. Pri večji porabi zraka vstopi v telo tudi večja količina dušika, kar ima za posledico povečanje absorpcije dušika v tkivih. Pri globokih potopih je kljub upoštevanju dekompresijskih tabel ali potapljaškega računalnika večje tveganje za nastop dekompresijske bolezni kot pa pri plitvih potopih, saj algoritmi v računalnikih še ne zmorejo predvideti vseh težav, ki lahko nastopijo v globini.

Inštrumenti

Med potopom je nujno, da konstantno preverjamo čas in globino, da lahko na ta način potop poteka v skladu s planom. Opremljeni moramo biti z inštrumenti, na katerih so podatki tudi v primerih zmanjšane vidljivosti lahko čitljivi. Prikazani morajo biti tako, da ni možnosti, da bi se pri odčitavanju zmedli ali podatek napačno odčitali kadar je branje težje, kar je mogoče tudi zaradi dušikove narkoze.

Podpora na vodni gladini

Za varno izvedbo globokega potopa je nujna določena podpora na površini še posebno, če se potop odvija na odprtem morju. Idealen je dovolj velik čoln, ki mora biti varno zasidran nad mestom potopa ali v njegovi neposredni bližini. Sidrna vrv je lahko tudi vodilna vrv za potop in dvig.

Zaradi obvezne dekompresije pri globokem potopu posadka na čolnu spusti v vodo na globino 3 m in po potrebi na 6 m dekompresijske postaje ter eno ali več rezervnih jeklenk z regulatorjem na globino 6 do 9 m od dna.

Podpora globokega potopa z vrvmi

Za večjo varnost je priporočljivo, da je od mesta potopa do dna napeljana vrv imenovana **glavna vrv**, debeline vsaj 15 mm. Vrv mora biti na dnu privezana na večje fiksirano sidro, 25 kg utež ali pa privezana na razbitino, če je to potop na razbitino. Na površini mora biti vrv privezana na večjo bojo.

Glavna vrv mora biti povezana z **dekompresijsko vrvjo** dolžine približno 15 m, na kateri so na dekompresijskih postankih obešene rezervne jeklenke, na katerih so regulatorji z dvema drugima stopnjama. Na koncu dekompresijske vrvi je utež, ki drži celotno vrv napeto, na površini pa je privezana na čoln.

Povezovalna vrv med glavno in dekompresijsko vrvjo je še posebno pomembna pri slabši vidljivosti. Potapljač se namreč dviguje po glavni vrvi in na dekompresijsko vrv preide po povezovalni vrvi.

Jeklenke na dekompresijski vrvi se uporabljajo le v primeru, da potapljaču zmanjka zraka za dokončanje dekompresije in se v nobenem primeru ne smejo uporabljati za izračun razpoložljive količine zraka pri planiranju potopa.

Kontrola obtežitve

Zaradi povečanega pritiska na neoprensko obleko se z globino potopa večja tudi negativna plovnost potapljača, kar ta uravnava s kompenzatorjem plovnosti. Pri obtežitvi moramo biti previdni, saj prevelika obtežitev pomeni večjo količino zraka v kompenzatorju plovnosti in zato večji upor pri plavanju. Zaradi premajhne obtežitve pa bodo nastopile težave pri dvigu in na dekompresijskem postanku, saj se plovnost dodatno poveča zaradi porabljenega zraka v jeklenki.

Izračun porabe zraka

Poraba zraka se od potapljača do potapljača spreminja, odvisna je tudi od podvodne aktivnosti, zato je za globok potop zelo težko izbrati idealno jeklenko. Običajno pravilo je, da se odločimo za dvig, ko je v jeklenki še najmanj 1/3 zraka, kar je dovolj za nujne primere in za obvezne dekompresijske postanke.

Za izračun avtonomije zraka moramo upoštevati sledeče parametre:

KOLIČINO ZRAKA V JEKLENKI

ČAS POTOPA

GLOBINO POTOPA

Količina zraka v jeklenki je odvisna od dveh faktorjev:

KAPACITETE JEKLENKE

PRITISKA ZRAKA V JEKLENKI

VOLUMEN ZRAKA V JEKLENKI = KAPACITETA JEKLENKE X PRITISK ZRAKA V JEKLENKI

Za izračun porabe zraka se običajno jemlje podatek, da potapljač na vodni gladini pri umirjenem plavanju porabi v eni minuti 20 l zraka.

PORABA ZRAKA V LITRIH = 20 X AMBIENTNI PRITISK X ČAS

Avtonomijo jeklenke za določeno globino izračunamo po formuli:

Čas avtonomije v minutah = VOLUMEN ZRAKA V JEKLENKI / 20 X AMBIENTNI PRITISK

Na dan potopa

- **Bodite spočiti.** Večer pred jutranjim globokim potopom se ne odločajte za aktivnosti, zaradi katerih bi bili naslednje jutro utrujeni in neprespani. Utrujenost je eden od dejavnikov, ki pospešuje nastanek dekompresijske bolezni, dušikovo narkozo in neprevidnost.
- **Bodite hidrirani.** Dehidracija povečuje tveganje za nastanek dekompresijske bolezni. Že prejšnji večer morate omejiti pitje alkohola in prave kave, saj oboje

pospešuje dehidracijo še nekaj ur po zaužitju. Pijte dovolj vode, približno 2 litra na dan, saj tudi sam potop zaradi dihanje suhega zraka iz jeklenke pospešuje dehidracijo.

- **Vrstni red potopov.** Najprej naredite globok potop, saj ima nato telo čas za desaturacijo preko celega dneva (kadar ni ponovljenih potopov) in noči. Najgloblji potop na začetku dneva ni več absolutno pravilo saj potapljaški računalnik ves čas spremlja desaturacijo telesa, je pa priporočljiva dobra praksa. Potopi pred globokim potopom naj bodo čim bolj v mejah, ki ne zahtevajo dodatne dekompresije.
- **Planiranje potopa.** Plan globokega potopa mora biti temeljitejši kot pa plan za plitev potop. Ne pozabite, da planirate potop v mejah najmanj izkušenega, oziroma sposobnega potapljača v skupini.

Potop

Pred vstopom v vodo je potrebno, da potapljaški par podrobno pregleda svojo potapljaško opremo in upošteva navodila, dobljena med »briefingom«, s strani vodje potopa. Sam spust mora biti v okviru možnosti ob sidrni vrvi, ob občasnem napihovanju kompenzatorja plovnosti, zaradi kontrole hitrosti spusta. Potapljaški kolega mora biti ves čas v neposredni bližini. Po dosegu planirane maksimalne globine potopa je potrebno čim hitreje vzpostaviti nevtralno plovnost. Med potopom se pogosto kontrolira globino potopa, čas in pritisk zraka v jeklenki. Pozorni moramo biti tudi na svoje počutje in opazovati obnašanje, oziroma reakcije sopotapljača. V primeru dušikove narkoze je potrebno takojšne signaliziranje sopotapljaču in se skupaj z njim dvigniti na manjšo globino (dvig za vsaj 3 metre). Glede na počutje se potapljača nato odločita ali nadaljujeta s potopom ali pa ga končata.

Za dvig je zelo primerna sidrna vrv, ki je poleg vodila tudi opora v primeru toka. Potapljaški par mora ostati skupaj tudi med dvigom.

Potopi, ki se jim moramo izogibati

MAKSIMALNA GLOBINA JE DOSEŽENA NA KONCU POTOPA (v primeru uporabe le potapljaških tablic; pri uporabi potapljaškega računalnika je največja globina lahko na koncu potopa)

VEČJA SPREMEMBA GLOBINE MED POTOPOM

PONOVLJENI POTOPI S KRATKIMI POVRŠINSKIMI INTERVALI

Ritem dihanja

Med potopom je potrebno imeti reden in umirjen ritem dihanja in, da preprečimo zadihanost, se moramo izogibati dodatni fizični obremenitvi.

Dihanje mora biti umirjeno, z malo podaljšanim časom vdih in izdih ob normalni frekvenci dihanja, kar prepreči večjo porabo zraka in zadihanost. V primeru večjega napora se je ob najmanjšem znaku zadihanosti potrebno takoj umiriti in počakati, da se povrne umirjeni ritem dihanja. V nasprotnem primeru se zadihanost povečuje, dihanje pa postaja zaradi večje gostote zraka oteženo in zato plitvejše. Zaradi plitvejšega dihanja se v pljučih povečuje koncentracija ogljikovega dioksida in dihanje postaja še hitrejše.

Po potopu

- **Počivajte.** Po potopu počivajte najmanj eno uro in pijte dovolj vode ne glede na to, da niste prekoračili limitov, ki jih je predpisoval vaš računalnik. Zaradi močnejše fizične aktivnosti po potopu je velika verjetnost za nastanek dekompresijskega obolenja. Dobro hidrirana tkiva hitreje izločajo raztopljeni dušik, kri je redkejša in hitreje cirkulira.
- **Ne letite takoj z letalom.** Trenutno veljavno priporočilo organizacije Divers Alert Network je, da se po enem brez dekompresijskim potopom pred poletom počaka 12 ur. Po dekompresijskem potopu ali po ponovljenih potopih in po več dnevnem potapljanju počakamo več kot 12 ur. Po globokem potopu je bolje, da počakamo s poletom več kot 12 ur, najbolje pa 24 ur po potopu. Priporočljivo je tudi, da na enotedenskem potapljaškem izletu naredite globok potop sredi tedna, ko ste že spočiti od poti in imate še dovolj časa za desaturacijo pred poletom domov.

3. VIŠINSKO POTAPLJANJE

Nadmorska višina (m)	Zračni pritisk (bar)	Koeficient
0	1,000	1,0
100	0,988	1,0
200	0,976	1,0
300	0,964	1,0
400	0,952	1,0
500	0,940	1,0
600	0,928	1,0
700	0,918	1,1
800	0,907	1,1
900	0,897	1,1
1000	0,886	1,1
1100	0,877	1,1
1200	0,865	1,1
1300	0,855	1,1
1400	0,844	1,2
1500	0,834	1,2
1600	0,823	1,2
1700	0,813	1,2
1800	0,802	1,2

Nadmorska višina (m)	Zračni pritisk (bar)	Koeficient
1900	0,792	1,3
2000	0,782	1,3
2100	0,773	1,3
2200	0,764	1,3
2300	0,755	1,3
2400	0,746	1,3
2500	0,736	1,3
2600	0,727	1,4
2700	0,718	1,4
2800	0,709	1,4
2900	0,700	1,4
3000	0,690	1,4
3100	0,681	1,5
3200	0,672	1,5
3300	0,664	1,5
3400	0,656	1,5
3500	0,648	1,5
3600	0,640	1,6
3700	0,632	1,6
3800	0,625	1,6
3900	0,617	1,6
4000	0,609	1,7

Potapljanje na nadmorski višini, večji kot 700 m, se obravnava kot višinsko potapljanje, saj je pritisk ozračja in s tem tudi parcialni pritisk dušika na večji nadmorski višini nižji. Atmosferski pritisk se prvih 5.000 metrov vsakih 1.000 metrov zniža za približno 100 milibarov. Za aklimatizacijo na spremembo zračnega pritiska potrebuje človeško telo vsaj 48 ur. Na ta način se vsa tkiva v telesu počasi desaturirajo in je v telesu raztopljeno toliko dušika, kot je odgovarjajoče za določeno nadmorsko višino.

Teoretični princip za izračun dekompresije pri višinskem potapljanju na večji nadmorski višini je enak kot pri potapljanju na ničelni nadmorski višini. Razlika je le v tem, da je atmosferski pritisk pri višinskem potapljanju vedno manjši od enega bara in zato lahko v tkivih nastanejo mehurčki dušika.

Pri planiranju potopa na večji nadmorski višini moramo pri uporabi standardnih dekompresijskih tabel upoštevati razmerje med pritiskom med potopom in atmosferskim pritiskom na površini.

Planiranje višinskega potopa

Današnji potapljaški računalniki avtomatsko zaznajo nadmorsko višino in ji prilagodijo vse parametre potopa. Vendar pa je planiranje potopa z vsemi potrebnimi izračuni nujno, če si želimo zagotoviti dovolj visoko stopnjo varnosti, saj računalniki še ne zmorejo

dovolj upoštevati vseh dogajanj v človeškem telesu. V primeru odpovedi računalnika ali prikaza napačnih podatkov je bila pot do mesta višinskega potopa opravljena zastonj, če ne obvladamo klasičnega planiranja višinskega potopa.

Za pravilno planiranje takega potopa so pomembni naslednji parametri:

- čas preživet na višini kjer nameravamo izvesti potop,
- nadmorska višina lokacije potopa,
- planirana globina potopa,
- planirani čas trajanja potopa.

Primer višinskega potopa z adaptacijo

Po 48 urah adaptacije:

nadmorska višina 2000 m

planirana globina (**Pg**).....30 m

planirani čas potopa 25 min

Zračni pritisk na viši 2000 m je 0,782 barov. Sedaj lahko izračunamo razmerje med zračnim pritiskom na morski gladini (**P₀**) in barometričnim pritiskom na mestu potopa (**P**). Potrebno je izračunati še Koeficient spremembe pritiska (**KSP**) in Koeficient teoretične globine (**KTG**).

$$KTG = P / P_0$$

$$KTG = 0,728 / 1 = 0,728$$

$$KSP = P_0 / P$$

$$KSP = 1 / 0,782 = 1,28$$

Z izračuni prilagodimo planirani višinski potop na potop na ničelni nadmorski višini in tako lahko uporabljamo standardne potapljaške tabele za planirano globino potopa. V ta namen moramo izračunati **teoretično globino potopa (Tg)**, ki mora biti odraz razmerja pritiskov zraka, ki ga potapljač diha med potopom in zunanjega, atmosferskega pritiska na lokaciji potopa.

$$Tg = Pg \times KSP = 30 \times 1,28 = 38,4 \quad Pg \dots \dots \text{planirana globina;}$$

KSP ... koeficient spremembe pritiska

Dobili smo teoretično globino (38,4 m) potopa, ki ga bomo naredili na nadmorski višini 2.000 metrov na dejansko globino 30 metrov. Na potapljaških tablicah moramo zato za naš potop na 30 m odčitati podatke, ki veljajo za globino 38,4 m ali zaokroženo na 39 m.

Iz potapljaških tablic (SPZ potapljaške tablice) odčitamo za globino 39 m in čas 25 min sledeče dekompresijske postanke: 2 min / 9 m, 4 min / 6 m in 12 min / 3 m.

Tako globina dekompresijskih postankov, kot hitrost dviga morata tudi biti prilagojena nadmorski višini. Pri tem uporabimo Koeficient teoretične globine (**KTG**).

Dvig do prvega dekompresijskega postanka na 9 metrih, kjer počakamo 2 minuti, naj bo s hitrostjo okrog 8 m/min.

$$\text{Hitrost dviga} = 10 \text{ m/min} \times KTG = 10 \times 0,782 = 7,8 \text{ m/min}$$

- 1.dekompresijski postanek = $9\text{m} \times \text{KTG} = 9 \times 0,782 = 7\text{ m}$
- 2.dekompresijski postanek = $6\text{m} \times \text{KTG} = 6 \times 0,782 = 4,7 \approx 5\text{ m}$
- 3.dekompresijski postanek = $3\text{m} \times \text{KTG} = 3 \times 0,782 = 2,35\text{ m} \approx 2,4\text{ m}$

Primer višinskega potopa brez adaptacije

Po prihodu na lokacijo višinskega potopa se običajno potop prične po kratkem počitku. Telo je že saturirano z dušikom in zato moramo potop obravnavati kot ponovljeni potop in iz tabele odčitati časovni pribitek za naš potop.

Nadmorska višina 2.000 m
 Planirana globina potopa30 m
 Planirani čas potopa 15 min

$$\text{KSP} = P_o / P = 1 / 0,782 = 1,28$$

Resnični pritisk (P_r), ki mu je potapljač izpostavljen na globini 30 m, izračunamo po naslednji formuli:

$$P_r = P_i + P = 3\text{ bar} + 0,782\text{ bar} = 3,78\text{ bar} \approx 3,8\text{ bar}$$

P_i pritisk vodnega stolpca brez upoštevanja zračnega pritiska

P zračni pritisk na nadmorski višini 2.000 m

Globino (G) na kateri je absolutni pritisk 3,8 bara je:

$$G = 28\text{ m}$$

V spodnji tabeli ni podatka za 28 m temveč za 27 m in 30 m. Pri manjši globini je večji časovni dodatek in zato podatek odčitamo za globino 27 m in tako dobimo, da je k planiranemu času potopa potrebno prišteti 20 minut (27 m, koeficient 1,3)

Metri	KSP								
	1,9	1,8	1,7	1,6	1,5	1,4	1,3	1,2	1,1
12	213	161	138	101	87	61	49	25	17
15	142	111	99	76	66	47	38	21	13
18	107	88	79	61	52	36	30	17	11
21	87	72	64	50	43	31	26	15	9
24	73	61	54	43	38	28	23	13	8
27	64	53	47	38	33	24	20	11	7
30	57	48	43	34	30	22	18	10	7
33	51	42	38	31	27	20	16	10	6
36	46	39	35	28	25	18	15	9	6
39	40	35	31	25	22	16	13	8	6
Pribitek minut									

Teoretični čas potopa je tako 35 minut, 15 minut dejanskega potopa in 20 minut pri-
 100

bitka za teoretično globino 38 m ($T_g = P_g \times KSP = 30 \times 1,28 = 38,4$).

V dekompresijskih tabelah odčitamo za potop na 39 m / 35 min naslednje dekompresijske postanke:

5 minut na 9 metrih

9 minut na 6 metrih

28 minut na 3 metrih

Z upoštevanjem Koeficienta teoretične globine (**KTG**) dobimo prave globine postankov: 7 m, 5 m in 2,4 m.

Oprema za višinski potop

Za pravilno odčitavanje globine potopa potrebujemo membranski globinomer. Uporaben je tudi globinomer na vodni stolpec čeprav ni najbolj natančen, je pa dovolj dober za določitev teoretične globine. Pri njegovi uporabi je dovolj, da za dekompresijske postanke upoštevamo oznake 3, 6 in 9 metrov.

Pred potopom je bil zrak v cevki (Bourdonijeva cev) globinomera, ki je na eni strani zaprta, pod pritiskom, ki je enak zračnemu pritisku na tej nadmorski višini. Tako globinomer med potopom kaže razliko med pritiskom okolice in absolutnim pritiskom in je zato zelo uporaben inštrument za višinske potope.

Pri membranskem globinomeru je potrebno pred potopom izenačiti pritisk v globinomeru z zračnim pritiskom na mestu potopa.

XII. DIHALNE MEŠANICE

Poleg zraka se za dihanje potapljača uporabljajo različne dihalne mešanice katerih sestava je odvisna od globine, ki jo potapljač želi doseči. Za uporabo vseh vrst mešanic je nujno potrebno izobraževanje na specialnih tečajih.

Plini v mešanicah

Kisik (O_2) je plin brez barve, vonja in okusa, v zraku je prisoten v približno 21 volumnskih odstotkih (20,8 %). Zdrav človek se lahko adaptira na dihanje kisika, ki v plinski mešanici variira od 0,16 do 0,60 bara (16 % do 60 %). Pod 16 odstotki kisika v mešanici nastopijo pri človeku motnje dihanja in delovanja srca. Pri dihanju plinske mešanice, v kateri je vsebnost kisika nižja od 7 odstotkov, hitro nastopi smrt.

Dušik (N_2) je plin brez barve, vonja in okusa, v zraku zavzema največji delež, to je približno 79 volumnskih odstotkov (78,5 %). Je kemijsko neaktiven plin in pri normalnih pogojih ne vpliva na procese v človeškem organizmu.

Helij (He) je žlahtni plin brez barve, vonja in okusa, v zraku je zelo redek, prisoten je v 0,00046 odstotkih, kar je približno 4 ml He v 1 m³ zraka. Je kemijsko in biološko neaktiven plin. Za globlje potope se uporablja v mešanicah s kisikom, ker nima narkotičnega učinka tako kot dušik. Ravno tako kot dušik lahko tudi helij povzroči dekompresijsko bolezen, vendar je zaradi manjše atomske mase njegova hitrost saturacije in desaturacije 2,7 krat hitrejša od dušika. Zaradi dobre toplotne prevodnosti helij oziroma mešanice, ki vsebujejo helij, niso primerne za polnjenje suhih oblek, v ta namen se uporablja žlahtni plin argon (Ar).

Vodik (H₂) je najlažji kemijski element in ga kot plin zaradi njegove reaktivnosti na Zemlji ne najdemo, v vesolju pa je zastopan v 73 masnih odstotkih. Je zelo vnetljiv, brez barve in vonja, kemijsko reagira z večino kemijskih elementov. Zaradi najmanjše atomske mase se najhitreje saturira in desaturira iz organizma (3,7 krat hitreje od dušika).

Nitroks

Z nitroksom označujemo vse dihalne mešanice dušika in kisika vključno s sledovi plinov, ki se normalno nahajajo v zraku. Tovrstne mešanice označujemo tudi z angleškimi imeni Enriched Air Nitrox, Oxygen Enriched Air, Nitrox, EANx ali Safe Air. Odstotek kisika v mešanici se zapiše za imenom mešanice, npr. EAN40 pomeni, da je v mešanici 40 odstotkov kisika. Lahko se zapiše tudi odstotke obeh plinov, npr. Nitroks 68/32, kjer druga številka označuje odstotek kisika (npr. 32 % O₂). Najpopularnejši mešanici sta Nitroks I (Nitroks 68/32) in Nitroks II (Nitroks 64/36).

Glavna prednost uporabe nitroks mešanic je podaljšan brez dekompresijski čas potopa, oziroma krajši dekompresijski postanki.

Zaradi toksičnosti kisika pri povečanem tlaku je uporaba nitroks mešanic primerna za plitvejšje potope, saj se mora odstotek kisika v mešanici z večanjem tlaka okolice (večanjem globine) manjšati, s tem pa se zaradi večjega odstotka dušika v mešanici krajšajo brez dekompresijski časi potopa in daljšajo časi dekompresijskih postankov. Za rekreativno potapljanje z nitroksom so primerne mešanice z do 40 % kisika. Mešanice z višjim odstotkom kisika so namenjene tehničnemu potapljanju, potapljaška oprema pa mora biti združljiva s čistim kisikom.

Helioks

Helioks je mešanica helija in kisika, uporablja se v tehničnem in komercialnem potapljanju za doseganje večjih globin. Helij se v plinskih mešanicah uporablja, ker ima manjši narkotičen učinek na potapljača kot pa dušik. Pri tlakih nad 13 barov (globina 120 m) se pri uporabi helioksa pri potapljaču pojavijo znaki živčnega sidroma visokega tlaka (angl. High pressure nervous syndrome – HPNS). Simptomi HPNS vključujejo tresenje (rok in trupa, redko tudi nog), zaspanost, spremembe EEG (merjenje možganske električne aktivnosti), motnje vida, slabost, omotico ter zmanjšano psihično zmogljivost. Hitrost pojava HPNS je odvisna tudi od hitrosti spusta na globino.

Trimiks

Za preprečevanje nastopa HPNS se mešanici helija in kisika dodaja dušik. Tako dobimo dihalno mešanico imenovano trimiks. Poleg zmanjšanja tveganja za nastop HPNS z dodajanjem dušika znižamo tudi ceno mešanice, saj je dušik veliko cenejši kot helij.

Hidroks

Hidroks je dihalna mešanica kisika in vodika. Zaradi eksplozivnosti je lahko v mešanici le manj kot 4 odstotke kisika, zato je uporaba hidroksa zelo omejena. Pri potapljaču se lahko pojavi vodikova narkoza.

Hidrelioks

Hidrelioks je mešanica helija, vodika in kisika. Uporablja se za zelo globoke potope – preko 500 m.

XIII. REŠEVANJE

1. NUJNI PRIMERI PRI POTAPLJANJU

Možne poškodbe med spustom

Tip	Vzrok	Simptomi	Znaki	Prva pomoč	Previdnostni ukrepi	Preventiva
Srednje uho Poškodba zaradi prevelikega pritiska vode v sluhovodu Poškodba zaradi podtlaka v sluhovodu	Izcedek iz nosu Blokada Evstahijeve tube	Izguba sluha Bolečine v ušesu	Krvavitev iz sluhovoda Vnetje bobniča Možna perforacija bobniča	Dvig na površino		Ne potaplajte se, če ste prehlajeni ali nahodni
Notranje uho	Nenadna sprememba pritiska	Vrtoglavica Slabost	Krvni strdek v sluhovodu Spremembe na bobniču		Otolaringološki pregled in zdravljenje	Pravilno izenačevanje pritiska
Sluhovod	Blokada sluhovoda	Bolečine v ušesu Možnost krvavitve	Krvavitev iz nosu	Dvig na površino, analgetiki, aplikacija proti bolečinskih kapljic v sluhovod (Otagan), dekonjestivne kapljice ali pršilo za nos		Ne nosite ušesnih zamaškov
Paranasalni sinusi	Izcedek iz nosu Zapora paranasalnih sinusov	Ob spremembi pritiska je bolečina v paranasalnih sinusih		Dvig na površino, analgetiki, aplikacija proti bolečinskih kapljic v sluhovod (Otagan), dekonjestivne kapljice ali pršilo za nos		
Pljuča	Nezadostno dovajanje zraka med spustom	Težko dihanje, bolečine v prsnem košu	Krvav izpljunek, cianoza	Dihanje kisika, preprečevanje šoka	Nujen sprejem v bolnico	

Poškodba kože	Premajhna količina zraka v suhi obleki	Bolečine na koži	Modrice na koži	Dovajanje zraka v suho obleko		Zadostno dovajanje zraka in podobleka
Obraz	Nepravilno izenačevanje pritiska pod masko	Bolečine	Zatečen obraz, modrice			Pravilno izenačevanje pritiska pod masko

Možne poškodbe med potopom

Tip	Vzrok	Simptomi	Znaki	Prva pomoč	Previdnostni ukrepi	Preventiva
Izguba zavesti med potopom	Hipoglikemija, post infektivna stanja, težave s srcem, vodne živali in rastline, predolgo zadrževanje zraka pri prostem potapljanju		Odvisno od vzroka	Hitro reševanje potapljača Temeljni postopki oživljanja Po potrebi rekompresija v hiperbarični komori	Specialistični pregled pri zdravniku	Ne potaplajte se, če niste zdravi Med potapljanjem se izogibajte prevelikim naporom
Dušikova narkoza	Dihanje zraka pod povišanim pritiskom	Izguba koncentracije, неконтролирано delovanje, omotica, evforija		Hitro zmanjšajte globino potopa		Izogibajte se globokih potopov
Zastrupitev z ogljikovim dioksidom (CO ₂)	Dihanje zraka, ki vsebuje CO ₂ Preveliki odmori med vdihih Zadihanost	Tahikardija Omotica Slabost Brenčanje v ušesih Zadihanost	Zadihanost, glavobol, izguba zavesti in mišična relaksacija, pospešen srčni utrip, cianoza, težko dihanje	Prenehajte z vsemi aktivnostmi Dvig na površino		Izogibajte se zadihanosti Preverite kvaliteto zraka v jeklenki
Zastrupitev s kisikom	dalj časa trajajoče dihanje kisika pod višjim parcialnim tlakom	Slabost Krči obraznih mišic Omotica Težave z očmi Tresavica Nekontrolirani gibi udov	Mišični krči Epileptični napad	Prenehanje potapljanja in dvig na površino Terapija proti šoku	Pregled specialista	Dalj čas se izogibajte dihanju kisika z večjim parcialnim pritiskom

Tip	Vzrok	Simptomi	Znaki	Prva pomoč	Previdnostni ukrepi	Preventiva
Pomanjkanje kisika - anoksija	Prenizka koncentracija kisika v dihalni mešanici	Ni simptomov	Izguba zavesti z blago ali močno cianozo	Reševanje potapljača Temeljni postopki oživljanja	Sprejem v bolnico	Preverite opremo za dihanje Upošteвайте pravila za uporabo dihalnih aparatov

Možne poškodbe med dvigom

Tip	Vzrok	Simptomi	Znaki	Prva pomoč	Previdnostni ukrepi	Preventiva
Barotravmatski sinusitis	Blokada paranasalnih sinusov med potopom	Bolečine med dvigom		Nosni dekongestanti	Pregled pri specialistu	Ne potaplajte se, če ste prehlajeni ali imate nahod
Napenjanje v prebavnem traktu	Pred ali po potopu uživanje hrane, ki povzroča pline v prebavnem traktu	Med dvigom bolečine v trebuhu	Trebuh je na otip trd in napihnjen	Počasen dvig		Pred potopom ne uživajte hrane, ki povzroča pline v prebavnem traktu

Dekompresijska bolezen

Bolečine na koži in v sklepih	Neupoštevanje pravil dekompresije	Zbadajoče bolečine na koži, topa bolečina v sklepih	Podpludbe in/ali maroge na koži, zaradi bolečin je otežena gibljivost sklepa	Terapija proti šoku, dihanje kisika, rekompresija v hiperbarični komori	Zdravniški pregled med hiperbarično terapijo	Izogibajte se globokih potopov in upošteвайте pravila dekompresije
Nevrosenzorične težave		Vrtoglavica, težave z vidom, sluhom in govorom	Delna paraliza, izguba nevrosenzoričnih sposobnosti, šok			
Motnje delovanja pljuč		Paraliza, izguba zavesti, težko dihanje, kašelj, bolečine v prsih	Težko dihanje, cianoza, šok			

Tip	Vzrok	Simptomi	Znaki	Prva pomoč	Previdnostni ukrepi	Preventiva
Prekomerno razširjenje pljuč						
Emfizem	Ne izdihovanje med dvigom, pljučne bolezni	Težko požiranje in dihanje	Težko dihanje	Terapija proti šoku Dihanje kisika Rekompresija v hiperbarični komori	Zdravniški pregled med hiperbarično terapijo	Preverite hitrost dviga Ne zadržite dihanja Redno dihanje
Pnevmotoraks		Težko dihanje, bolečine v prsih				
Travmatska embolija		Izguba zavesti ob prihodu na površino	Enostranska paraliza, izguba nevrosenzoričnih sposobnosti			
Cerebralna embolija		Izguba zavesti ob prihodu na površino, Nenadna bolečina v področju srca, težko dihanje	Znaki infarkta in šoka			
Koronarna embolija						

Različne nezgode

Tip	Vzrok	Simptomi	Prva pomoč	Preventiva
Izpostavljenost nizki temperaturi	Neprimerna mokra obleka Okvarjena suha obleka Brez ali z neprimerno podobleko	Občutek mraza Neprekinjen drget Bleda koža Fizična in mentalna otopelost	Potapljača zavijte v odejo Topla kopel z okončinami izven vode Prepovedane alkoholne pijače	Preverite potapljaško opremo Informacije o potopu (temperaturi)
Toplotni udar	Omejeno odvajanje toplote s telesa Previsoka temperatura okolice Povečano delo in nošenje suhe obleke v topli vodi	Omotica, utrujenost, glavobol, težko dihanje, hiter utrip, prekomerno potenje, visoka telesna temperatura, krči, bolečine v mišicah, izguba zavesti	Potapljača položite v senco Potapljaču položite na telo in glavo vrečke z ledom Potapljača zavijte v mokre brisače	Oblečeno imejte primerno obleko, Brez prekomernih fizičnih obremenitev, Na površini se zaščitite pred soncem

Tip	Vzrok	Simptomi	Prva pomoč	Preventiva
Vbod meduze	Vbod zaradi dotika lovk meduze	Bolečina na mestu vboda, pordečena koža, otekline, mehurji, izguba občutka, krči, bolečine v trebuhu, slabost in bruhanje, paraliza udov	Dvig potapljača iz vode Mesto vboda sperite s sladko vodo Na mesto vboda nanesite alkalno raztopino (amoniak) Terapija proti šoku	Izogibajte se kontaktu z meduzami in nosite zaščitno obleko
Vbodi	Vbodi, ki jih povzročajo različni morski organizmi s svojimi bodicami	Bolečina na mestu vboda, pekoč občutek, bolečine, živo rdeča koža, otekline, paraliza udov, težave z dihanjem	Terapija proti šoku	Zaščitna obleka Izogibajte se kontaktu z organizmi, ki imajo bodice
Ugriz morske kače	Morske kače vbrizgajo strup v mesto ugriza	Simptomi se lahko pojavijo takoj ali več ur kasneje. Slabo počutje, otrdelost udov, napredujoča paraliza, šok, krči, izguba zavesti	Pomirite potapljača Prevežite rano Injekcija protistrupa Terapija proti šoku	Izogibajte se morskim kačam Zaščitite telo z primerno obleko

2. VODENJE REŠEVANJA

Vodja potopa je lahko le potapljač z najvišjo potapljaško kategorijo ali pa inštruktor potapljanja. Obvladati mora različne postopke reševanja, ki jih mora znati prilagoditi različnim situacijam. Običajno je vodja potopa najbolj izkušen potapljač in izurjen reševalec in zato mora tudi voditi celotno reševalno akcijo.

Za uspešno reševanje ponesrečenca je potrebno uspešno opraviti več nalog kar lahko presega zmožnosti enega reševalca. Če so prisotne tudi druge osebe, na primer drugi potapljači, je nujna organizacija celotnega reševanja in s tem tudi vodenje reševanja.

Od vodje reševanja se zahteva, da organizira reševanje tako, da razdeli posamezne naloge osebam za katere ve, da so jih sposobni opraviti kvalitetno, glede na njihovo znanje in izkušnje. Potek reševanja mora za uspešen zaključek slediti spodaj opisanemu preprostem modelu reševanja.

Naslednje točke niso nujno v enakem kronološkem zaporedju, temveč so smernice za reševalno akcijo, lahko se jih po potrebi zamenja ali opusti.

Ocena situacije

Vsaka reševalna akcija, velika ali majhna, se vedno začne s pregledom trenutnega stanja oz. vzroka za nezgodo, kar opravi vodja reševanja, paziti mora, da se pri oceni situacije ne poškoduje. Nato zbere podatke o številu poškodovancev in njihovem nahajanju ter možnih dodatnih nevarnostih za reševalce (tok, slaba vidljivost, dodatne nevarnosti v podvodni razbitini in podobno).

Preprečitev nadaljnjih možnosti za nezgodo

Vodja mora poskusiti zagotoviti, da se obstoječa nezgoda ne slabša oziroma ne dobi večjega obsega od zatečenega.

Izbira članov reševalne ekipe

Večje nesreče je treba reševati z »ekipo« in vodja mora zato določiti, katere izmed usposobljenih reševalcev lahko uporabi v reševalni akciji (začetna potapljaška kategorija je zaradi pomanjkanja izkušenj neprimerna). Razpoložljive potapljače lahko glede reagiranja razdelimo v štiri kategorije:

- a. Potapljač lahko vodi celotno reševalno operacijo ali njen del.
- b. Potapljač bo pod stresom kratek čas onesposobljen. Običajno se to dogodi osebam, ki niso dovolj izšolane v postopkih reševanja in prvi pomoči ali pa je od zadnjega takega treninga minilo že veliko časa. Taka oseba pa je lahko sposobna opraviti manjšo nalogo v reševalni akciji, če ji je bila ta naloga jasno določena in razložena.
- c. Potapljač bo imel večje psihološke reakcije.
- d. Potapljač bo na nastalo situacijo reagiral tako burno, da bo izgubil kontrolo.

Osebe, ki sodijo v zadnji dve skupini (c in d) ne smejo sodelovati v reševalni akciji. Uspešen vodja akcije bo za ekipo izbral osebe, ki sodijo v prvo kategorijo (a), osebe iz skupine »b« pa lahko uporabi le kot pomočnike reševalni ekipi in to le na plovilu ali na kopnem.

Prioritete reševanja

Pri vsakem nujnem primeru, ki vključuje tudi reševanje neke osebe iz nevarne situacije, obstajajo tri prioritete:

- **Reševanje** – premik ponesrečenca iz mesta, kjer je ogroženo njegovo zdravje ali življenje.
- **Prva pomoč** – zagotovitev začasne oskrbe ponesrečenca do prihoda medicinskega osebja ali do prihoda v zdravstveno ustanovo.
- **Organiziranje zdravljenja** – ponesrečencu zagotoviti zdravstveno oskrbo.

Vrstni red teh treh prioritete se ne sme zamenjati, lahko pa se prekrivajo. Ponesrečencu se lahko nudi prvo pomoč že medtem, ko se ga premešča z mesta ogroženosti. Vsaka

prioriteta pa ima še svoje pod prioritete naloge, kar je razvidno iz naslednjega primera utapljačnega se potapljača:

Reševanje

- Dvig ponesrečenega potapljača na površino kjer se lahko vzpostavi normalno dihanje
- Transport do obale ali plovila
- Dvig ponesrečenca iz vode

Prva pomoč

- Absolutno prednost ima oživljanje ponesrečenca (proste dihalne poti, dihanje, delovanje srca)
- Kontrola večjih krvavitev
- Zdravljenje šoka
- Oskrba ostalih poškodb

Organiziranje zdravljenja

- Klic 112 za prihod reševalcev
- Posredovanje reševalcem ali zdravniku vse potrebne informacije o vzroku za nezgodo, ki bi se jih potrebovalo pri zdravljenju (na primer arterijska plinska embolija, dekompresijska bolezen itd.)

Za uspešno reševanje ponesrečenca je potrebno uspešno opraviti več nalog kar lahko presega zmožnosti enega reševalca. Če so prisotne tudi druge osebe, na primer drugi potapljači, je nujna organizacija celotnega reševanja in s tem tudi vodenje reševanja.

Psihološka prva pomoč

- Med celotno reševalno operacijo je ponesrečenim potrebno ves čas nuditi psihološko prvo pomoč
- Po reševalni akciji je psihološko prvo pomoč potrebno nuditi tudi reševalcem. V ta namen je včasih potrebna strokovna psihiatrična pomoč.

Glavne naloge psihološke prve pomoči

Bodi pripravljen	Poznavanje razmer na mestu nezgode, obvladovanje osnov prve pomoči.
Ocena in prioritete	Ocena situacije in postavitev prioritete – ne hitimo s postopki.
Varnost in zavetje	Poskrbimo, da so prizadete osebe na varnem in toplem ter, da imajo na razpolago pitno vodo.
Vzpostavitev kontakta	Predstavimo se na nevsiljiv način, razložimo kdo smo in kakšna je naša naloga pri reševalni operaciji.

Pomirjanje in tolažba	Bodimo s ponesrečenci in njihovimi prijatelji ali sorodniki. Seznanimo se z njihovo situacijo, mislimi in občutki. Za pomiritev uporabimo praktične tehnike kot sta tehnika dihanja (globok vdih - štejeemo do 4, zadržimo dih do 2, izdih - štejeemo do 8) in sproščanje telesa v predklonu.
Praktična pomoč	Kaj jih najbolj skrbi? Kako lahko pri tem pomagata in kakšne informacije so jim na voljo.
Iskanje rešitev	Spodbujanje ljudi, da opredelijo svoje potrebe in iskanje načina za realizacijo teh potreb. To jim pomaga, da sami rešijo težavo ali pa, da najdejo informacijo ali ustrežno osebo, ki jim bo pri tem pomagala.
Pomoč naslednjim v nezgodi prizadetim osebam	Preden pričnemo pomagati naslednjim poškodovancem zagotovimo, da predhodno poškodovane osebe ne bodo prepuščene same sebi, šele nato pričnemo s pomočjo novim osebam ali osebam, ki so tega bolj potrebne.

3. PREVIDEVANJE NEZGODE

Potapljači višjih potapljaških kategorij, ki delujejo kot vodje potopa, morajo biti sposobni oceniti primernost določenega potopa za vse člane skupine in tudi prepoznati znake stresa pri potapljaču ter na ta način preprečiti nezgodo. Tudi potapljači, ki niso odgovorni za celotno potapljaško skupino, morajo biti pozorni na obnašanje svojega potapljaškega kolega pred, med in po potopu. Potapljač, ki ga je prevelik stres privedel do panike, bo lahko ogrozil tudi svojega sopotapljača.

Ocena situacije

Ocena pogojev za potapljanje. Pogoji, ki ne ustrezajo potapljaškemu znanju in izkušnjam vseh potapljačev v skupini, tudi najmanj izkušenemu, so lahko vzrok za nezgodo.

Ocena potapljaške skupine mora zajemati:

- potapljaške izkušnje,
- potapljaške kvalifikacije,
- znanje s področja reševanja,
- osebno potapljaško opremo,
- navdušenje za določen potop.

Stres

Vsak potop je do določene mere stresen, vendar pa se je potrebno izogibati prevelikemu stresu, ki lahko vodi v paniko. Večje kot so izkušnje potapljača, manjša je stopnja

stresa. Za preprečevanje nezgode je izredno pomembno, da pred in med potopom predvidimo možen vzrok za stres in ga odstranimo ali pa vsaj omilimo, oziroma potop prilagodimo tako, da je za najmanj izkušenega potapljača čim manj stresen. Situacijam, kjer nastopi stres zaradi opreme, se lahko izognemo s kvalitetno in dobro vzdrževano opremo.

Pogoji, ki med potopom povečajo stres:

- nočni potop ali potop v zmanjšani vidljivosti,
- valovito morje,
- močan tok,
- dolgotrajno plavanje po površini,
- potop brez direktnega izhoda na površino (razbitina, podvodne jame, led),
- globok potop,
- potop v hladni vodi,
- potapljanje s suho obleko,
- solo potop,
- ločitev od potapljaškega kolega ali inštruktorja,
- nizek tlak zraka v jeklenki ali brez zraka,
- deljenje zraka (dihanje v paru),
- ujetje v jami/razbitini ali zapletenost v vrvi ali mrežo,
- izguba orientacije,
- morski pes in ostali nevarni morski organizmi.

Stres zaradi potapljaške opreme:

- puščanje maske,
- izguba maske,
- izguba pasu z utežmi,
- pretrgan jermen plavuti,
- okvara računalnika ali drugih potapljaških instrumentov,
- okvara podvodne svetilke,
- težko rokovanje z inflatorjem kompenzatorja plovnosti,
- slabo sestavljena potapljaška oprema,
- zdrs jeklenke iz pritrditvenega jermena,
- puščanje regulatorja ali »free flow«,
- preobtežitev ali premajhna obtežitev.

Težave z opremo so lahko vzrok za nekontrolirani dvig še posebno pri izgubi pasu z utežmi ali težavah s kompenzatorjem plovnosti.

Fizični in psihološki vzroki za stres:

- težko izenačevanje pritiska v srednjem ušesu,
- utrujenost ali prevelik napor,
- krči v mišicah,
- tiščanje v prsih,
- hiperventilacija,

- različna zdravila,
- vdih vode namesto zraka,
- morska bolezen,
- strah pred neznanim,
- strah pred pregledom opreme s strani vodje potopa ali zadrego pred ostalimi potapljači,
- prezahtevna naloga za znanje in sposobnosti potapljača.

Vedenjski signali, ki pred potopom nakazujejo na povečano stopnjo stresa pri potapljaču:

- potapljač je nenavadno tih in zaprt vase,
- pretirano govorjenje,
- povečana ali zmanjšana aktivnost,
- hitra hoja sem in tja /kriljenje z rokami / razburjenost,
- obešenjaški humor,
- pozabljivost,
- zavlačevanje,
- zlovoljnost ali izgovor »ne počutim se dobro«,
- napake v razmišljanju,
- pretirana aroganca ali junačenje,
- vzdražljivost.

Vedenjski signali, ki med potopom nakazujejo povečano stopnjo stresa pri potapljaču:

- hitro ali težko dihanje,
- pogled s široko odprtimi očmi,
- neučinkovito plavanje,
- oprijemanje za skale ali plazenje po dnu,
- zoženje zaznavanja,
- nenaden dvig na površino,
- odmetavanje opreme na površini (maska, odpor do dihanja na regulator na površini itd.).

Vedenjski signali po potopu:

- takoj odide na pijačo,
- pusti svojega potapljaškega kolega za seboj,
- nenavadno hitro pospravi svojo opremo ali takoj vrne najeto opremo,
- poskuša prodati svojo potapljaško opremo,
- nima več časa za potapljanje,
- drugi razlogi zaradi katerih se ne more potapljati.

Obvladovanje stresa

Podvodno okolje, v katerem se potapljač ne počuti sproščeno, bo njegovo telo prepoznalo kot grožnjo in reakcija se bo pokazala kot tesnoba, strah in v najslabšem primeru tudi kot panika. Za potapljača je življenjskega pomena, da prepozna znake povečanja stresa in ga zmore obvladati preden preide v paniko.

Pred potopom

Preden se odpravimo na potop se je potrebno vprašati ali imamo za ta potop dovolj izkušenj in ali smo psihično in fizično dovolj sposobni. V primeru, da je potop take vrste, ki ga še niste opravili (na razbitino, globok potop, potop z zmanjšano vidljivostjo ipd.) in zaradi tega čutite tesnobo, oziroma vas je do določene mere strah, tega potopa raje ne naredite. Lahko si pa pomagata tako, da o tem potopu skušate zvedeti čim več podatkov od drugih potapljačev in iz literature. Na potop boste tako bolj pripravljeni in z manj dejavniki, ki bi pri vas preveč povečali stres.

Kadar imate kljub temu pred potopom še vedno tesnobne občutke in vas je strah, morate to zaupati vodji potopa. Ta vam bo dodelil izkušenega potapljača in s tem zmanjšal nevarnost, da zaradi povečanega stresa naredite napako ali celo zapadete v paniko. Lahko pa vodja potopa prilagodi potop tako, da je manj stresen za potapljače, ki jim ta potop predstavlja prevelik izziv. Tako bo pri potopu na razbitino ne dovolj izkušene potapljače usmeril na potapljanje po vrhu in okrog razbitine, medtem ko bodo ostali odšli v razbitino.

Svoje tesnobne občutke glede planiranega potopa morate vedno zaupati svojemu sopotapljaču, ki mora poznati vaše sposobnosti, poleg tega pa bo med potopom bolj pozoren in vam bo lahko pomagal.

Pred potopom pozorno preverite svojo opremo in v primeru dvoma o njenem pravilnem delovanju takoj zamenjajte ne odgovarjajoči del. Na ta način se boste izognili stresu zaradi opreme.

Med potopom

Med samim potopom zmanjšajte stres tako, da skušate v potopu čim bolj uživati. Ugotovili ste, da imate brezhlebno opremo, spremlja vas izkušen kolega in potapljate se po planu, za katerega ste se dogovorili na površini, zato ne dopustite, da bi se znašli v situaciji, ki je niste pričakovali. Ne dopustite tudi, da vas kolega pelje globlje kot je dogovorjeno ali, da želi, da z njim vstopite v podvodno votlino, čeprav je bilo dogovorjeno, da tega ne storita.

Kaj storiti, če vas kljub temu prične grabiti panika? Po možnosti obmirujte na dnu, globoko in počasi dihajte ter se poskusite čim bolj sprostiti. Če je potop plitvejši, pogledite proti površini, ki vas bo zaradi bližine pomirila. Lahko tudi za kratek čas zaprete oči in na ta način izključite okolje, ki je pri vas povzročilo prevelik stres. Vedno pa svoje težave takoj signalizirajte svojemu sopotapljaču. Lahko zaplavata v plitvejšo vodo, kjer se boste lažje sprostiti ter nato nadaljujeta s potopom ali pa potop prekineta.

Nezgodí se izognete s prepoznavanjem znakov povečanega stresa ter s planiranjem potopa za katerega ste pridobili čim več informacij in potapljanjem v skladu s planom.

4. REŠEVANJE TEHNIČNIH TEŽAV POTAPLJAČA

Med potopom je lahko potapljač soočen z različnimi tehničnimi težavami pri uporabi potapljaške opreme. Za težave z opremo je lahko kriva njena napačna uporaba, slabo servisiranje, izostanek servisa, dotrajanost opreme ali pa njena slaba kvaliteta. Te težave mora rešiti čim hitreje in na čim bolj učinkovit način ter o tem obvestiti tudi potapljaškega partnerja.

Poleg spodaj naštetih težav lahko potapljača doletijo tudi večinoma manj nevarne okvare opreme, kot je na primer pretrganje jermena na maski ali plavutih in podobno. Pri zahtevnejših potopih je zato včasih dobro, da imamo pri sebi rezervno masko.

Regulator nepretrgano dovaja zrak – »free flow«

- Vzrok: slabo rokovanje z regulatorjem in njegovo slabo vzdrževanje. V drugi stopnji regulatorja se lahko nahaja pesek ali nečistoče, ali pa je zataknjen gumb druge stopnje.
- Na težavo mora potapljač opozoriti svojega kolega.
- Med izdihom mora z usti premagati pritisk izhajajočega zraka.
- Uporabi naj alternativni izvor zraka in z roko zapre izhajanje zraka iz okvarjenega regulatorja.
- Kadar je delujoči regulator na drugem ventilu kot okvarjeni, naj potapljač prosi svojega kolega, da zapre ventil, ki dovaja zrak okvarjenemu regulatorju.
- Težave se ne more rešiti - zaprosi naj potapljaškega kolega za asistiran dvig (dihanje v paru), pri tem reševalec lahko zapre ventil jeklenke z okvarjenim regulatorjem, da izhajajoči zrak ne bi motil dviga.

Regulator ne dovaja zraka

- Vzrok: prazna jeklenka (pred potopom nismo preverili pritiska zraka v jeklenki ali pa manometer ni deloval pravilno). Okvara regulatorja (zaradi slabega rokovanja, tovarniške napake ali ne odgovarjajočega servisa).
- Reševanje: panični potapljač bo skušal hitro priti na površino. Reševalec ga mora hitro in brez oklevanja prijeti in mu ponuditi svoj regulator medtem, ko sam diha na svoj oktopus, dokler se situacija ne umiri in lahko zamenjata regulatorje.

Kompenzator plovnosti nekontrolirano spušča zrak

- Vzrok: tovarniška napaka, slabo rokovanje ali slabo vzdrževanje kompenzatorja plovnosti.
- Reševanje: potapljaču bo pri dvigu pomagal sopotapljač s svojim kompenzatorjem plovnosti, pri čemer se potapljača med seboj držita za naramnice kompenzatorjev plovnosti.

Kompenzator plovnosti se nekontrolirano napihuje

- Vzrok: tovarniška napaka, slabo rokovanje ali slabo vzdrževanje kompenzatorja plovnosti. Običajno je okvarjen ventil na inflatorju (ostane odprt).

- Reševanje: izkušen potapljač se bo v takem primeru v okviru možnosti prijel za skalo, popolnoma izpraznil kompenzator plovnosti in nato odklopil nizekotlačno cev z inflatorja. Za tem bo zaprosil za pomoč kolega in se z njim in njegovim kompenzatorjem plovnosti dvignil na površino.

Izguba pasu z utežmi

- Vzrok: premalo zategnjen pas zdrkne preko bokov, zaponka pasu se zaradi udarca ob skalo odpre, uteži lahko padejo iz slabo zaprtih žepov.
- Reševanje: če je potapljač pas ujel, izprazni kompenzator plovnosti do nevtralne plovnosti in si namesti pas. Pas je padel na dno – pomoč sopotapljača, ki nato dovolj izprazni svoj kompenzator plovnosti, da oba obdržita nevtralno plovnost (dodajanje kamnov v žepe).

Težave s suho obleko

- Vzrok: okvara vstopnega ali izstopnega ventila (zatakne se v zaprti ali odprti fazi).
- Reševanje: **vstopni ventil ostane odprt** – ročno praznjenje preko avtomatskega ventila, odmik zapestne ali vratne manšete. Pri odklopu nizekotlačne cevi z ventila lahko v obleko vdre voda.

Odpoved potapljaškega računalnika

- Vzrok: slaba baterija ali napaka v samem računalniku.
- Reševanje: najenostavnejša rešitev je rezervni računalnik ali pa komplet potapljaških tablic, globinomera in ure. V zadnjem primeru je nujno, da ne glede to, da uporabljamo računalnik, pred potopom nastavimo uro in med potopom zasledujemo globino tudi na globinomeru in ne samo na računalniku.

5. PREISKAVA TERENA

Pri iskanju pogrešanega potapljača mora biti ukrepanje hitro, vendar kljub temu planirano. Potrebno je poznati čas od zadnjega stika s pogrešanim potapljačem, lokacijo in globino. Pri iskanju pogrešanih predmetov in utopljenecv pa je dovolj časa, da se preiskava terena v miru pripravi.

Poleg konfiguracije terena morajo biti reševalci seznanjeni tudi s tokovi, vidljivostjo in z morebitnim vzrokom za izgubo potapljača.

Metodo preiskave terena se izbere glede na njegovo konfiguracijo, pogoje (vidljivost, tokovi), opremo ter v primeru iskanja predmeta tudi glede na njegovo velikost.

Med preiskavo terena moramo biti še posebno pozorni na:

- ostre predmete,
- vrvi in ribiške mreže,
- nenadno močno zmanjšano vidljivost,

- tokove,
- dvigovanje predmetov z vrvmi ali podvodnimi padali,
- promet na vodni gladini.

Določitev mesta iskanja

Po izgubi kontakta s potapljačem ali skupino potapljačev je najpomembneje, da se najprej določi čim bolj natančno mesto iskanja, saj v nasprotnem primeru pri iskanju izgubimo preveč časa. Dobro je tudi, da poznamo pogoje okolja kot so vidljivost, tokovi, konfiguracija terena, globina in morebitna valovitost vode. Mesto iskanja označimo z bojo ali pa naj na tem mestu na površini plava potapljač.

Reševanje je lahko pomoč potapljaču v težavah za katerega predvidevamo, da je živ in ima še dovolj zraka v jeklenki ali pa iščemo potapljača, za katerega predvidevamo, da je že mrtev. V prvem primeru se mora reševalna akcija takoj pričeti, pri tem je sprejemljivo tudi večje tveganje za reševalce. V drugem primeru morajo reševalci glede na pogoje okolja pretehtati tudi vsa morebitna tveganja in po potrebi iskanje preložiti na kasnejši čas, ko bodo pogoji za iskanje ugodnejši ali pa bodo iskanje prepustili bolj usposobljenim reševalcem.

Izbira postopka iskanja

Za pozitiven rezultat iskanja je glavni element izbira pravega postopka iskanja. Obstaja več postopkov in tehnik iskanja: v paru, en potapljač, uporaba pripomočkov kot je kompas in drugo. Najbolj učinkoviti so enostavni pripomočki.

Plan reševanja

Dober plan reševanja mora vsebovati naslednjih šest elementov:

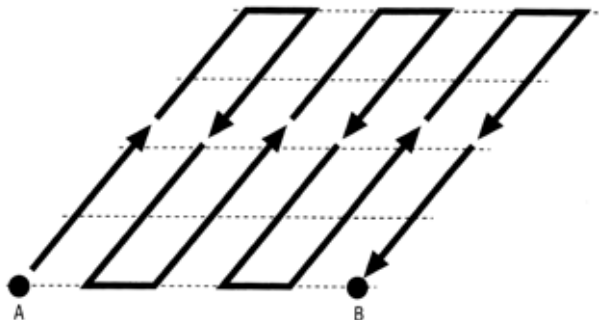
1. Iskanje se začne na znani točki in konča na dogovorjenem mestu tako, da je s preiskavo pokrito področje na katerem se predvideva, da se nahaja iskani predmet ali oseba.
2. Med potapljači pod vodo in potapljači na površini se mora uporabiti dober sistem komunikacije.
3. V primeru slabe vidljivosti se uporabi dodatna oprema kot je kompas, podvodna svetilka, površinska boja in druga oprema
4. Možnost signaliziranja ob najdbi predmeta ali osebe (dvig boje na površino).
5. Možnost vključevanja ne potapljačev v reševalno operacijo.
6. Rezervni potapljač na površini, ki je pripravljen za pomoč ostalim potapljačem pod vodo.

Enostavnejše tehnike preiskovanja terena

»U« tehnika

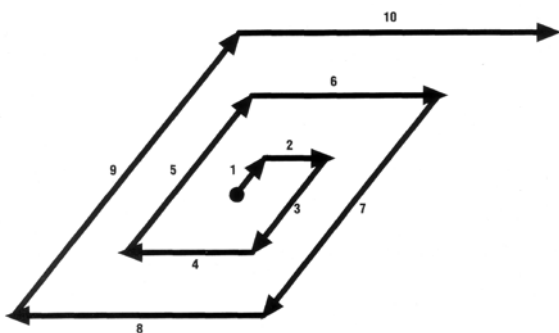
Ta tehnika ne potrebuje nobenih vrv in se uporablja kjer konfiguracija terena, večji skalni bloki, razbitine in drugo, onemogočajo uporabo vrv ali pa se uporablja zaradi pomanjkanja opreme (vrvi, uteži, boja itd.). Smer določamo s kompasom, preplavano

razdaljo pa štejemo z udarci s plavutmi, razen kadar imamo na razpolago poseben daljinomer. Dolžina krajšega in daljšega dela črke »U« se določi glede na vidljivost.



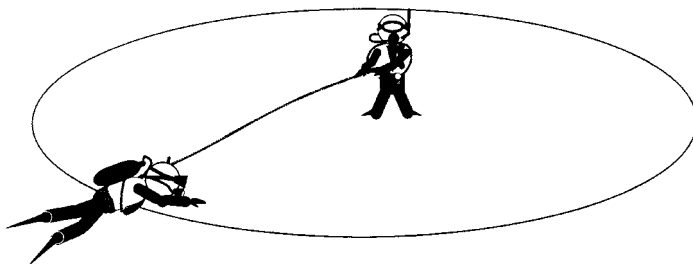
Spiralna tehnika

Podobno kot »U« tehnika se tudi spiralna tehnika uporablja na razgibanem terenu. Smer določamo s kompasom, preplavano razdaljo pa s štetjem udarcev s plavutmi. Pri tem pa pri vsakem zaključku enega obhoda podaljšamo stranico spirale, oziroma povečamo število udarcev nog pri plavanju. Za izvedbo je ta tehnika zahtevnejša kot »U« tehnika, kjer menjavamo le razdalji dveh krakov črke »U«.



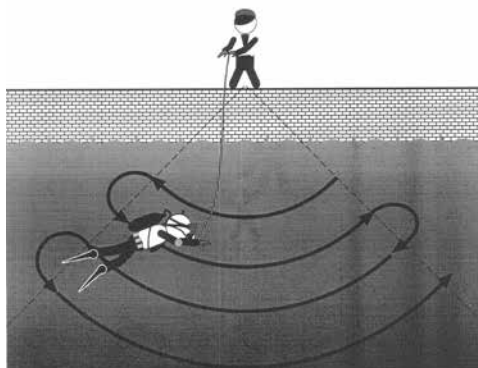
Krožna tehnika

Tehnika je dobra na ravnem dnu brez ovir. Potapljač v centru po vsakem preiskovanem kroga popusti vrv za toliko, da preiskovalec lahko pregleda teren, ki se stika s predhodno pregledanim. Namesto potapljača v centru lahko vrv privežemo na utež ali dovolj veliko sidro ter sami popuščamo vrv za preiskavo naslednjega področja.



Tehnika polmeseca

Uporablja se pri preiskovanju terena z brega, plovila ali mostu. Asistent na kopnem poleg popuščanja vrvi tudi signalizira potapljaču kdaj mora zamenjati smer plavanja.



Dvig najdenega predmeta

Predmete do teže 10 kg lahko dvignemo s svojim kompenzatorjem plovnosti. Pri tem moramo biti pozorni na hitrost dviga in na to, da predmeta ne izgubimo in se zaradi tega ne dvignemo nekontrolirano proti površini.

Težje predmete se dviguje s podvodnim padalom ustrezne nosilnosti.

Vaja

Namen: varna uporaba podvodnega padala pri dvigovanju potopljenih predmetov

Zahteve: primeren akvatorij globine 10 do 15 metrov. Predmet (50 - 100 kg), ki naj bi ga dvignili. Podvodno padalo (kapaciteta 50 do 100 kg). Primerne vrvi, karabini in gambeti. Jeklenka z zrakom in priključkom za polnjenje podvodnega dvigala.

Vaja se naj izvaja v paru pod nadzorom inštruktorja. En potapljač pritrdi dvigalo na predmet, drugi ga s padalom s kontrolirano hitrostjo dvigne na površino.

Potek vaje:

- določitev teže predmeta, potrebne velikosti padala in mesto pritrditve padala na predmet,
- potrebna količina zraka za dvig predmeta,
- opozorilo površinski ekipi, da se odstrani na varno razdaljo od mesta dviga predmeta,
- potop in pritrditev padala na predmet,
- polnjenje padala in dvig na površino. Med dvigom in na površini se ne sme potapljač nahajati pod predmetom ali pod padalom!
- zavarovanje dvignjenega predmeta na vodni gladini in dvig na obalo ali pa njegov ponovni spust v globino.

6. POMOČ IN REŠEVANJE V VODI

Če želimo potapljaču nuditi pomoč, je potrebno najprej ugotoviti, kakšna je situacija in kako mu lahko pomagamo.

Nujni primeri

Izredne in nepričakovane ali nevarne situacije, ki so nastopile nenadoma in zahtevajo hitro ukrepanje.

Varnost

Stanje, ki zagotavlja varnost pred poškodbami ali nevarnostjo.

Pomoč / reševanje

Akcija s katero potapljaču pomagamo, da se reši iz neugodne ali nevarne situacije.

Nevarnost

Kombinacija okoliščin ali situacij, ki lahko škodujejo potapljaču.

Med potapljanjem nam v primeru nujnih primerov lahko pomaga kolega, ki nam lahko reši tudi življenje, kar dokazujejo tudi spodnji statistični podatki:

- preko 60% potapljačev je rešilo življenje svojemu kolegu,
- 60% potapljačev je dvignilo drugega potapljača na površino,
- 60% potapljačev je nudilo zrak drugemu potapljaču,
- 20% potapljačev je vadilo umetno dihanje,
- 10% potapljačev je vadilo kardio-pulmonalno oživljanje.

Podvodno reševanje je specifična dejavnost, ki je odvisna od okolja, opreme, vrste plovila, vremena, tokov in temperature vode.

Posebni treningi pripravijo reševalca da:

- JE MIREN IN SE SAMOOBVLADUJE,
- JE HITER PRI INTERVENCIJI,
- JE ZMOŽEN OPAZOVANJA,
- IMA DOBRO INTUICIJO.

Reševanje

Preprečevanje

Včasih ima lahko potapljaška nezgoda za potapljača resne posledice za njegovo zdravje, zato je pomembno, da se naučimo tehnik za rešitev težav takoj, ko nastopijo in ne šele, ko nastane resen problem. Vsekakor pa poznavanje tehnik ni dovolj, če reševalec ni tudi dovolj praktično usposobljen.

Vsako leto po svetu umirajo potapljači, ker njihovi sopotapljači niso prepoznali težave in niso bili sposobni, da bi jim pomagali.

Zelo pomembno je, da vemo **KAJ MORAMO NAREDITI** in **KAKO MORAMO NAREDITI**.

Prepoznavanje težave

Ogrožen potapljač lahko reagira glede na svoje izkušnje, situacijo ali svoj značaj in sicer:

- RACIONALNO, ZAVEDAJOČ SE NEVARNE SITUACIJE,
- Z NEZAVESTJO IN TEŽAVAMI Z DIHANJEM,
- PASIVNO BREZ GIBANJA,
- PANIČNO.

V primeru, ko ogrožen potapljač prepozna svojo težavo, jo je pogosto tudi sposoben rešiti tako, da signalizira svojemu kolegu in je sposoben sodelovati pri svojem reševanju iz nevarne situacije.

Pasiven potapljač je zelo prestrašen, oči ima široko odprte, težko diha in ni sposoben sodelovanja z reševalcem. Reševalec ga mora najprej pomiriti in prepričati, da postane paničen ali pa, da se onesvesti.

Nezavesten potapljač, ki težko diha oziroma se duši, je v nevarnem položaju in zato mora reševalec zelo hitro reagirati, saj bi lahko prišlo do zastoja srca. Čim hitreje mora pri reševancu vzpostaviti normalno dihanje.

Paničen potapljač je zelo nevaren saj je izgubil kontrolo nad svojimi dejanji. Hitro želi izplavati na površino in pri tem hitro diha. Reševalcu lahko iz ust iztrga regulator in nevarno situacijo zase in za reševalca še poslabša. V takem primeru je potrebno hitro in pravilno ukrepanje ter dovolj poguma.

Nujni primeri

Seznani se bomo s pogostimi nujnimi primeri in načini njihove rešitve. V vsakem podpoglavju bo analizirana določena situacija z razlago zakaj, kako in kdaj je potrebno posredovati.

Podpoglavja obravnavajo:

- vzroke za nezgodo,
- stanje ogroženega potapljača,
- reševalni manever.

Težave s kontrolo potapljača v skupini

Izgubljen potapljač

ZROK NEZGODE

Potapljači pogosto ne ostanejo v skupini, ker ji ne morejo slediti ali pa jih je nekaj zmotilo.

- Med potopom z zmanjšano vidljivostjo je pomembno, da je skupina potapljačev tesno skupaj.
- Kadar se potapljač ustavi zaradi opazovanja oklice ali pa urejanja svoje opreme, mora o tem obvestiti vodjo potopa ali pa svojega potapljaškega kolega in sicer zato, da mu lahko pomagajo ali pa, da ga ostali potapljači počakajo.
- V toku se je med dvigom težko držati skupine in zato morajo biti potapljači tesno skupaj.

STANJE OGROŽENEGA POTAPLJAČA

Izkušen in izurjen potapljač lahko v primeru, ko izgubi svojo skupino, ukrepa na dva načina:

- poišče skupino kadar meni, da skupina ali njegov sopotapljač ne morejo biti daleč, saj ni dolgo, kar je izgubil z njimi kontakt in predvideva, da ga išče tudi njegov kolega,
- se dvigne na površino, če v pol do največ eni minuti ni našel sopotapljačev.

Potapljač, ki ni izkušen in izurjen, mora v primeru izgube sopotapljačev ostati miren, dihati normalno in počakati na skupino na mestu kjer je ugotovil, da jih je izgubil. Skupina ga bo namreč iskala tako, da se bo vračala po isti poti, kot so predhodno plavali. Če ga skupina po nekaj minutah ne najde, se mora izgubljeni potapljač dvigniti na površino po pravilnem dekompresijskem postopku.

REŠEVALNI MANEVR

Izkušen potapljač se bo v primeru, da je izgubil skupino dvignil za nekaj metrov in v manjšem krogu (odvisno od konfiguracije terena) iskal potapljače ali sledi njihovega izdihanega zraka. Če pri tem nima uspeha lahko nadaljuje iskanje v smeri, ki je bila za potop določena pri napotkih potapljačem pred potopom. Tudi pri tem iskanju je bolje, da plava nekaj metrov nad tlemi in ostane umirjen, da ne poslabša situacije. Neuspešno iskanje preneha po nekaj minutah in se dvigne na površino.

Kadar se izkušen ali neizkušen potapljač odloči za takojšen dvig proti površini mora upoštevati sledeče previdnostne ukrepe:

- kadar je v bližini sidrna vrv ali vrv nekega drugega plavajočega objekta se bo potapljač dvignil ob tej vrvi,
- če je potapljač preveč oddaljen od plovila oziroma ga ne more najti je najbolje, da se dvigne ob steni in se na ta način skuša izogniti plovni poti plovil. Pred dvigom je priporočljivo, da napihne signalno bojo in jo pripeto na vrv spusti proti površini. Po dvigu na površino naj potapljač prične signalizirati svojo prisotnost potapljačem, ki so v vodi ali na plovilu ter prične plavati proti plovilu, oz. skupini potapljačev.

Tehnične težave

Regulator nepretrgano dovaja zrak - »free flow«

ZROK NEZGODE

Najpogostejši vzrok za tovrstno težavo je slabo rokovanje z regulatorjem in njegovo slabo vzdrževanje. V drugi stopnji regulatorja je lahko pesek ali nečistoče ali pa je zataknjen gumb druge stopnje.

STANJE OGROŽENEGA POTAPLJAČA

Potapljač mora ostati miren saj lahko zaradi presenečenja nad nepretrganim dovajanjem zraka njegovega regulatorja izgubi smer plavanja in globino.

REŠEVALNI MANEVR

Zaradi nepretrganega dovajanja zraka se jeklenka hitro prazni in zato mora potapljač:

- na težavo opozoriti potapljaškega kolega,
- med izdihom mora z usti premagati pritisk izhajajočega zraka,
- uporabiti alternativni izvor zraka in skušati z roko zapreti izhajanje zraka iz okvarjenega regulatorja,
- v primeru, da je delujoči regulator na drugem ventilu kot okvarjeni, prositi so-potapljača, da zapre ventil, ki dovaja zrak okvarjenemu regulatorju,
- kadar ne more rešiti težave, zaprositi potapljaškega kolega za asistiran dvig (dihanje v paru), pri tem reševalec lahko zapre ventil jeklenke z okvarjenim regulatorjem, da izhajajoči zrak ne bi motil dviga.

Regulator ne dovaja zraka

ZROK NEZGODE

Za nenadno blokado dovajanja zraka so najpogostejši naslednji vzroki:

- jeklenka je prazna, ker pred potopom nismo preverili pritiska zraka v jeklenki ali pa manometer ni deloval pravilno in je bilo v jeklenki manj zraka, kot ga smo ga odčitali na manometru,
- regulator je okvarjen zaradi slabega rokovanja, tovarniške napake ali ne odgovarjajočega servisa.

STANJE OGROŽENEGA POTAPLJAČA

Kadar regulator postopoma preneha dovajati zadostno količino zraka ima potapljač dovolj časa, da mirno reši težavo in zaprosi kolega za pomoč.

V primeru, da regulator nenadoma preneha dovajati zrak je situacija lahko nevarna, če potapljač zapade v paniko.

REŠEVALNI MANEVR

Panični potapljač bo skušal hitro priti na površino. Reševalec ga mora hitro in brez oklevanja zagrabit in mu potisniti v usta svoj regulator, sam diha na svoj oktopus dokler se situacija ne umiri in lahko zamenjata regulatorje.

Kadar je panični potapljač, ki je ostal brez zraka, preveč oddaljen od reševalca in se začne prehitro dvigovati proti površini, postane situacija zelo nevarna. Reševalec se mora po predpisanem postopku dvigniti na površino in preveriti stanje ogroženega potapljača.

Umirjen potapljač bo v situaciji, ko ostane brez zraka to signaliziral svojemu kolegu in z deljenjem zraka se bosta po predpisanem dekompresijskem postopku dvignila na površino.

Kompenzator plovnosti nekontrolirano spušča zrak

ZROK NEZGODE

Vzrok za težavo je lahko tovarniška napaka, slabo rokovanje ali slabo vzdrževanje kompenzatorja plovnosti.

STANJE OGROŽENEGA POTAPLJAČA

Potapljač ugotovi to težavo takrat ko:

- ne more več vzdrževati nevtralne plovnosti in se spušča proti dnu,
- vidi, da izhaja zrak iz poškodbe na kompenzatorju plovnosti ali iz okvarjenega ventila.

Običajno to ni nevarna težava in ko potapljač ugotovi vzrok, obvesti o težavi sopotapljače in se počasi dvigne proti površini.

REŠEVALNI MANEVR

Ogroženemu potapljaču bo pri dvigu pomagal sopotapljač s svojim kompenzatorjem plovnosti, potapljača se med seboj držita za naramnice kompenzatorjev plovnosti.

Kompenzator plovnosti se nekontrolirano napihuje

ZROK NEZGODE

Vzrok za težavo je lahko tovarniška napaka, slabo rokovanje ali slabo vzdrževanje kompenzatorja plovnosti. Običajno je okvarjen ventil na inflatorju, ki ostane odprt, ko ga pritisnemo, da bi napihnili kompenzator plovnosti.

STANJE OGROŽENEGA POTAPLJAČA

Stanje je lahko nevarno saj se lahko potapljač zaradi prevelikega vzgona hitro dvigne na površino.

Potapljač nepričakovano začuti, da je izgubil nevtralno plovnost in, da se hitro dviguje. Pričel bo prazniti kompenzator plovnosti in plavati proti dnu, vendar bo čez nekaj trenutkov ponovno nastopila težava s plovnostjo.

REŠEVALNI MANEVR

Izkušen potapljač se bo v takem primeru po možnosti prijel za skalo, popolnoma izpraznil kompenzator plovnosti in nato odklopil nizkotlačno cev z inflatorja, nato bo zaprosil za pomoč kolega in se z njim in njegovim kompenzatorjem plovnosti dvignil na površino. Lahko tudi nadaljuje s potopom tako, da v primeru potrebe po povečanju plovnosti na inflator priklopi nizkotlačno cev in jo nato zopet odklopi.

Neizkušen potapljač pa se mora ob pomoči sopotapljača dvigniti na površino.

Težave s suho obleko

ZROK NEZGODE

Suha obleka vsebuje določeno količino zraka, ki deluje kot toplotni izolator in ima enak učinek kot kompenzator plovnosti.

Ventili na suhi obleki se lahko zataknejo zaradi konstrukcijske napake, slabega rokovanja ali pa slabega vzdrževanja. Nastopijo lahko sledeče težave:

- vstopni ventil ostane zataknjen v odprti fazi, obleka se nekontrolirano polni z zrakom in potapljač se zaradi prevelike pozitivne plovnosti hitro dvigne na površino,
- vstopni ventil ostane zataknjen v zaprti fazi, obleka se ne polni z zrakom in potapljača stiska ob nadaljnjem spuščanju v globino,

- izstopni ventil se zatakne v zaprti fazi, zrak ne izhaja iz obleke in obstaja nevarnost prehitrega dviga zaradi prevelike pozitivne plovnosti,
- izstopni ventil ostane popolnoma odprt, zrak iz obleke hitro izhaja.

STANJE OGROŽENEGA POTAPLJAČA

Vse zgoraj naštetе težave so lahko nevarne, če potapljač ne razume vzroka za nastalo situacijo in ne reagira pravilno. Poleg tega lahko potapljač zaradi reševanja težav z ventili suhe obleke izgubi kontakt s svojo skupino ali pa hitro spreminja globino potopa.

REŠEVALNI MANEVER

Če v obleko ne moremo dovajati zraka nam je hladno, če pa se nekontrolirano polni je lahko posledica prehitere dvig na površino. V takem primeru rešimo težavo z:

- z ročnim praznjenjem avtomatskega izpustnega ventila,
- odmaknemo zapestno ali vratno manšeto. V obleko bo vstopila voda, vendar se bomo lahko varno dvignili na površino.

Izguba pasu z utežmi

ZROK NEZGODE

Med potopom lahko pas z utežmi izgubimo zaradi različnih vzrokov.

- Pas ni bil dovolj zategnjen in nam zdrsne preko bokov zaradi stisnjene neoprenske obleke,
- med potopom z zaponko pasu zadenemo ob skalo in se zaradi tega odpre,
- kadar pas vsebuje žepe za uteži lahko te izgubimo, če žepi niso bili pravilno zaprti.

STANJE OGROŽENEGA POTAPLJAČA

Ko potapljač ugotovi, da izgublja pas z utežmi, ga skuša ujeti preden pade na dno, pri tem pa nervozno skuša rešiti težavo in ponovno namestiti pas z utežmi.

Kadar potapljač nenadoma izgubi pas z utežmi postane takoj pozitivno ploven, dviguje se prehitro in posledice so lahko zelo nevarne.

REŠEVALNI MANEVER

Če je potapljač ujel svoj pas z utežmi mora izprazniti kompenzator plovnosti toliko, da še obdrži nevtralno plovnost in umirjeno namestiti pas z utežmi. Za pomoč lahko zaprosi tudi potapljaškega kolega. Če je v bližini dna je najbolje, da popolnoma izprazni kompenzator plovnosti in na dnu, v klečečem položaju, namesti pas z utežmi.

Pomoč: potapljač, ki izgublja pas z utežmi težko signalizira za pomoč saj je preveč zaposlen z reševanjem situacije. Sopotapljač se mu naj zato hitro približa in mu dovolj izprazni kompenzator plovnosti, če je potrebno bo izpraznil tudi svojega in skušal obdržati nevtralno plovnost ogroženega potapljača. Če je prisoten tudi tretji potapljač, ki pobere izgubljeni pas, bo težava rešena. Če pa je potapljaški par brez prisotnosti tretjega potapljača, bosta skušala najti manjše kamne, jih dati v žepe kompenzatorja plovnosti in doseči negativno plovnost in se nato skupaj kontrolirano dvignila na površino. V nobenem primeru se potop ne sme nadaljevati!

Izguba maske

ZROK NEZGODE

Med potopom lahko:

- izgubimo masko medtem, ko smo uravnavali dolžino jermena in nameščali masko na obraz,
- ob trčenju v sopotapljača,
- zaradi pretrganja jermena maske

STANJE OGROŽENEGA POTAPLJAČA

Potapljač se mora med praznjenjem maske in njenem nameščanju zaustaviti in v miru izvesti operacijo. Hladna voda lahko potapljaču, ki je brez maske, povzroči določene težave in v nekaterih situacijah tudi paniko. Težavam se izognemo, če s prsti zatisnemo nos in umirimo dihanje. Šele nato pristopimo k nadaljnjim postopkom (nameščanju in praznjenju maske, iskanju maske itd.).

REŠEVALNI MANEVR

Kadar je maska dovolj žive barve jo bo potapljač našel tudi, če je brez nje. Če jo ne najde, mora to signalizirati ostalim potapljačem. Kadar tudi ostali potapljači ne najdejo maske se mora potapljač brez maske v spremstvu kolega dvigniti na površino.

V primeru, da se je strgal jermen maske potapljač lahko masko z roko drži na obrazu. Prestrašenega potapljača (hitro dihanje, velika količina izdihanega zraka) mora reševalec najprej pomiriti, šele nato se loti iskanja izgubljene maske.

7. PANIČNI POTAPLJAČ

Med potapljanjem lahko pri potapljaču kateri koli dogodek povzroči strah in paniko. Ko potapljač ugotovi, da nima zraka, lahko postane agresiven.

Panični potapljač reagira nekontrolirano in na ne odgovarjajoč način. Lahko napade svojega kolega, da bi od njega dobil pomoč in, če ta ni umirjen, lahko taka situacija povzroči nesrečo obeh potapljačev.

Panični potapljač, ki napade svojega prijatelja, lahko povzroči dve situaciji. Da bi dobil pomoč se lahko panični potapljač tesno oklene sopotapljača od spredaj ali od zadaj. Če se nas oklene od spredaj, ga vidimo in moramo takoj preprečiti njegovo nadaljnje delovanje in to s tem, da:

- v primeru, da je brez zraka, mu ponudimo alternativni izvor zraka in začnemo z asistiranim dvigom,
- mu pomagamo pri praznjenju ali polnjenju kompenzatorja plovnosti, če ne kontrolira več svoje plovnosti,
- ga v primeru panike pomirimo.

Kadar se nam panični potapljač približa od zadaj je situacija resnejša, saj ne moremo videti vzroka težav in ne vemo ali je paničen, je brez zraka ali pa ne more kontrolirati

svoje plovnosti. Težavo moramo rešiti tako, da ga zgrabimo za roko ali jeklenko in mu ponudimo oktopus ter ga počasi skušamo potegniti pred sebe. Če je v bližini drug potapljač je priporočljivo, da se ta približa paničnemu potapljaču od spredaj in pomaga prvemu potapljaču.

Ko se situacija umiri je najbolje, da se prične z kontroliranim dvigom, pri čemer morata biti potapljača ves čas obrnjena eden proti drugemu, reševalec pa mora trdno držati reševanca za roko ali kompenzator plovnosti.

8. REŠEVANJE IN SAMOREŠEVANJE⁶

Vsak potapljač mora biti sposoben rešiti samega sebe, svojega potapljaškega kolega in ostale potapljače. Prepoznati mora težave preden se te razvijejo v težko obvladljivo situacijo. Med potopom lahko naletimo na različne situacije, v katerih je ogroženo potapljačevo zdravje in življenje, zato je nujno, da ima potapljač dovolj praktičnega znanja v reševanju različnih podvodnih težav.

Preprečevanje nezgode

Večino nezgod je možno preprečiti ali pa vsaj omiliti njene posledice, če upoštevamo sledeča priporočila:

- fizična zmožnost, ki odgovarja zahtevnosti potopa,
- odgovarjajoči trening,
- odgovarjajoča oprema,
- pravilno servisirana oprema,
- preverjanje delovanja opreme in njene namestitve na potapljača,
- potapljanje v skladu s potapljaško kategorijo in izkušnjami,
- upoštevanje postopkov potapljanja,
- potapljanje v paru tekom celega potopa.

Preverjanje opreme pred potopom je ena najpomembnejših aktivnosti, ki lahko prepreči nezgodo.

Obvezno preverite da je:

- jeklenka polna,
- ventil jeklenke odprt in nato zaprt za četrto obrata,
- jermen kompenzatorja mora biti moker preden ga pritrdimo na jeklenko,
- jermen kompenzatorja tesno zapet okrog jeklenke (preveri se s kratkim dvigom jeklenke za nahrbtnik kompenzatorja plovnosti),
- nizkotlačna cev priklopljena na inflator in ventil za polnjenje suhe obleke,
- pas z utežmi pravilno zapet,
- vam in vašemu sopotapljaču znano, kako se v nujnem primeru odvrže vse uteži,
- delovanje kompenzatorjev plovnosti potapljaškega para brez napak,
- lokacija oktopusa znana obema potapljačema.

⁶ Rescue Techniques, NOAA Diving Center

Dejavniki, ki povečujejo možnost za nezgodo

Vsak od spodaj naštetih dejavnikov lahko poveča tveganje za nezgodo med potopom. Če je teh dejavnikov več, je tveganje toliko večje.

- Stres,
- nelagodnost, tesnoba,
- strah,
- panika,
- utrujenost,
- težave z opremo,
- ločitev od sopotapljača,
- slabo preverjanje v paru pred potopom,
- potapljanje izven svojih fizičnih zmožnosti in potapljaških izkušenj.

Strah in panika

Tesnobni občutki in strah lahko v nenadni krizni situaciji zelo hitro prerasteta v paniko, ki je v začetnem stadiju še deloma obvladljiva, potem pa potapljač čedalje bolj zapada v paniko in izgubi stik z okolico. V nevarnosti je količina adrenalina v krvi do dvajsetkrat večja od tiste v mirnem stanju in tako organizem pripravi na beg ali pa spopad.

- Dihanje in srčni utrip sta hitrejša,
- ob večanju strahu se zmanjšuje sposobnost zavedanja in razumnega ukrepanja dokler ne preide v paniko,
- kritična točka za nastop panike je, ko se eni težavi, ki še ni bila obvladana, nenadoma pridruži že naslednja
- reševalec mora biti pozoren na znake povečanega strahu in/ali panike pri potapljaču – neodzivnost, hitro dihanje, široko razprte oči.

Znaki za nevarnost

Podnevi:

- mahanje z rokami nad glavo ali bočno od glave do vodne površine,
- brez odziva,
- očitne potapljačeve težave,
- znak »brez zraka«,
- na površini ima potapljač masko na čelu.

Ponoči:

- hitri gibi s svetilko gor in dol,
- na površini ima potapljač masko na čelu.

Samoreševanje

- Prepoznajte in ocenite težavo,
- težava je mogoče rešljiva pod vodo,
- poznati morate rešitve v primeru odpovedi ali slabega delovanja opreme,
- poiščite sopotapljača, je vaš alternativni izvor zraka,
- ne prepustite se paniki, ne dihajte pospešeno in ne bežite proti površini,

- na površini napihnite kompenzator plovnosti in suho obleko, odvrzite pas z utežmi,
- zmanjšajte fizično aktivnost,
- kontrolirajte dihanje in se umirite,
- v primeru, da potrebujete na površini pomoč, mahajte z roko bočno od glave proti površini in kličite na pomoč.

Panični potapljač na površini

Potapljač, ki je v stiski na površini izpustil regulator iz ust, premakne masko na čelo ali pa jo celo odvrže. Če bo njegovo stanje prešlo v paniko ne bo več zmožen nobenih aktivnosti, ki bi ga rešile iz nastale situacije. S plovila mu naj zakličejo, da naj napihne svoj kompenzator plovnosti in odvrže uteži. V primeru, da tega ne stori naj mu s plovila vržejo predmet, ki mu bo povečal plovnost (rešilni jopič, reševalni obroč ipd.).

Panični potapljač bo na površini v vertikalnem položaju z rokami nad vodo, glavo bo imel nagnjeno nazaj in imel bo odprta usta. Dihal bo hitro ali pa bo zadrževal dihanje. Z rokami bo krilil po zraku, z nogami pa neučinkovito plaval. V primeru, da je v njegovi neposredni bližini plovilo, se ga bo krčevito oklepjal in skušal splezati nanj. Enako bo storil tudi s sopotapljačem, ki se ga bo oklepjal okrog glave ali vratu in se iz vode dvigoval tako, da bo potapljal svojega reševalca. Reševalec se mu ne sme ponuditi kot objekt za reševanje potapljačeve plovnosti.

Potapljač reševalec naj dobro napihne svoj kompenzator plovnosti in se približa potapljaču v stiski za hrbtom. Z levo roko naj zgrabi za njegov ventil jeklenke, ki jo mora istočasno stisniti s svojimi koleno. Z desno roko naj pod vodo seže do potapljačevega pasu z utežmi in ga odpne.

Panični potapljač lahko zagrabi reševalca in mu onemogoči reševanje in ga celo ogroža. V takem primeru mora reševalec izprazniti svoj kompenzator plovnosti, se potopiti in istočasno odriniti potapljača od sebe in navzgor. Ponovno naj se mu približa pod vodo in mu odpne pas z utežmi.

Kadar se panični potapljač kljub pridobljeni plovnosti ne umiri in ga je nujno potrebno spraviti na plovilo ali obalo, mora reševalec odvreči svojo potapljaško opremo, se pod vodo približati reševancu, ga za hrbtom umiriti z enim od vklenitvenih prijemov ter transportirati na varno mesto.

Panični potapljač pod vodo

Nudenje pomoči potapljaču, ki je ostal brez zraka lahko zelo hitro preide v boj za primarni regulator, saj ga zaradi panike reševanec noče več vrniti. Osnovno pravilo pri potapljanju je, da imamo VEDNO med potopom dve kvalitetni drugi stopnji ali pa dva regulatorja tudi prav iz tega razloga.

Med plavanjem do potapljača, ki je ostal brez zraka, se dobro nadihamo, ga z levo roko trdno zagrabimo za naramnico kompenzatorja plovnosti, z desno roko pa mu ponudimo svojo primarno drugo stopnjo. Ta je takoj pri roki in ni potrebno iskati oktopusa. Poleg tega reševanec velikokrat sam poseže po našem primarnem regulatorju in zavrača oktopus, ker meni, da bo primarni regulator zanesljiveje deloval.

Kadar je reševanec pod vplivom močnega stresa sam ne bo izpraznil vode iz druge stopnje in mu moramo zato ob približanju regulatorja k njegovim ustom pritisniti tudi gumb druge stopnje. Reševalec preide na dihanje iz svojega oktopusa dokler se situacija ne umiri in lahko reševancu ponudi oktopus, sam pa diha na primarni regulator. Reševanca moramo ves čas trdno držati pred seboj, ga gledati v oči in ga z znaki skušati pomiriti.

Proti površini se lahko par dvigne šele, ko se reševanec umiri in lahko normalno sodeluje pri dvigovanju.

Potapljaču, ki ga je pod vodo zajela panika in ima dovolj zraka, se v nobenem primeru ne smemo približati od spredaj, temveč za njegovim hrbtom. Z desno roko ga primemo za ventil jeklenke in istočasno s koleno stisnemo njegovo jeklenko (»jockey« položaj). Z levo roko lahko nadzorujemo plovnost s svojim kompenzatorjem plovnosti. Plovnosti paničnega potapljača nikdar ne nadzorujemo z njegovim inflatorjem, ker nas bo zagrabil za roko in bomo nezmožni za nadaljnje ukrepanje.

Ključni ukrepi

- Preverjanje v paru pred potopom
- Potapljaška nezgoda ima lahko za posledico različne poškodbe
- Prepoznavajte znake povečanega stresa in bodite sposobni za primerne ukrepe
- Pred reševanjem drugih morate biti sposobni rešiti samega sebe
- Ocenite situacijo – ali je nujna pomoč drugega potapljača ali pa se lahko rešite sami
- Ne povzročite še večje škode oz. dodatnih poškodb
- Med potopom opazujte sopotapljača in z njim obdržite kontakt
- Pogosto vadite postopke reševanja in samoreševanja
- Ne bodite naslednji reševanec

9. DVIG NA GLADINO IN TRANSPORT OGROŽENEGA POTA- PLJAČA

Med dvigom potapljača, ki je pri zavesti, mora reševalec nadzorovati hitrost dviga in dekompresijski postopek. Reševalec lahko v nujnih primerih izpusti krajšo dekompresijo na globini 3 metrov. Pri reševanju potapljača, ki ne diha in pri dekompresijskem postanku reševalca nad 5 minut na 3 metrih, reševalec na 3 metrih napihne kompenzator plovnosti ponesrečenca in ga spusti na površino. V primeru, da se ta na površini obrne na hrbet, obstaja možnost, da sam zaduha.

V nobenem primeru ne sme biti med dvigom plovnost ponesrečenca negativna, reševalca pa pozitivna, saj bi lahko v primeru, da ogroženi potapljač zdrzne iz rok reševal-

ca, hitro potonil v globino! Samo svoj kompenzator plovnosti lahko uporabljamo le v primeru, da dvigujemo potapljača, ki ne diha, s prijemom za ventil njegove jeklenke.

Pri dvigu ponesrečenca, ki diha, mora reševalec upoštevati dovoljeno hitrost dviga in svoj dekompresijski postopek, oziroma dekompresijski postopek ponesrečenca, če je ta daljši od njegovega in ga je odčital s ponesrečenčevega potapljaškega računalnika. Pri dvigu potapljača, ki ne diha, se ravna le po svojem dekompresijskem postopku.

Na površini reševalec napihne kompenzator plovnosti ogroženega potapljača!

Pri reševanju mora reševalec najprej poskrbeti za svojo varnost, saj v nasprotnem primeru ne bo mogel uspešno rešiti ponesrečenca!

Dvig potapljača, ki je pri zavesti

Med dvigom morata biti potapljača obrnjena eden priti drugemu tako, da reševalec lahko kontrolira reakcije ogroženega potapljača in ga po potrebi pomiri. Z levo roko se mora reševalec trdno držati za ponesrečenčevo naramnico kompenzatorja plovnosti. Dobro je, da drži reševalca tudi ogroženi potapljač. Lahko se z desnima rokama držita za podlakti medtem, ko levo roko uporabljata za uravnavanje plovnosti s kompenzatorjem plovnosti.

Kadar ogroženi potapljač zaradi stresa ni sposoben uravnavati svoje plovnosti mora to storiti reševalec.

Dvig nezavestnega potapljača, ki diha

Reševalec mora čim hitreje prijeti drugo stopnjo regulatorja v ustih nezavestnega potapljača in s tem preprečiti, da bi jo ta izpustil iz ust.

Kadar se reševalec od zadaj približa ponesrečencu, ki leži na trebuhu, mu seže z desno roko pod njegovo desno pazduho in mu v ustih fiksira regulator.

V primeru, da se reševalec približa ponesrečencu od spredaj mu najprej z desno roko pridrži regulator v ustih, nato se premesti na njegov bok, pri tem pa s svojo levo roko prenese ponesrečenčevo desno roko preko svoje desne roke, s katero mu drži regulator.

Z roko, ki drži regulator, nagne ponesrečenčevo glavo nazaj in na ta način med dvigom prepreči, da bi prišlo do zapore dihalnih poti in poškodbe pljuč.

Za vzpostavitev pozitivne plovnosti reševalec s svojo levo roko napihuje ponesrečenčev kompenzator plovnosti. Kadar za dvig ne zadostuje samo ponesrečenčev kompenzator plovnosti, si reševalec pomaga tudi s svojim kompenzatorjem.

Dvig potapljača, ki ne diha in v ustih nima regulatorja

Najhitrejši in najbolj enostaven način dviga potapljača, ki smo ga našli na dnu in v ustih nima regulatorja je, da ga od zadaj z desno roko primemo za ventil na jeklenki oz. prvo stopnjo regulatorja ter ga s svojim in po potrebi tudi njegovim kompenzatorjem plovnosti, dvignemo na površino.

Transport potapljača po površini

Pri krajšem transportu potapljača, ki diha, ni potrebe po slačenju opreme tako reševalca kot ponesrečenca, razen pasu z utežmi ponesrečenca. Pri transportu, kjer se uporablja tudi umetno dihanje, pa je zaradi lažjega nudenja prve pomoči in hitrega transporta obvezno, da sta tako reševalec kot ponesrečenec brez jeklenke s kompenzatorjem plovnosti in pasu z utežmi. V primeru prevelike plovnosti reševalca lahko ta obdrži pas z utežmi, saj bi lahko imel težave pri izvajanju umetnega dihanja.

10. TEMELJNI POSTOPKI OŽIVLJANJA POTAPLJAČA

Preverjanje zavesti potapljača

Ob prihodu na površino preverite stanje zavesti pri ogroženem potapljaču s tem, da mu postavite nekaj enostavnih vprašanj, ga stresete in pogledate v oči. Potapljač, ki zadovoljivo reagira na ta test, naj ob vašem spremstvu odplava do plovila ali obale. Nezavestnemu potapljaču pred transportom odpnite pas z utežmi.

Klic na pomoč

Po preverjanju zavesti potapljača s primernimi znaki skušajte priklicati pomoč z ladje ali z obale.

Preverjanje dihanja

Medtem, ko čakate na pomoč pri nezavestnem potapljaču, preverite dihanje na sledeč način:

Odprite dihalne poti in opazujte, če se mu dviga prsni koš ali trebuh, ob ponesrečenčevih ustih skušajte zaznati zvoke dihanja.

Zaradi položaja v vodi in stresne situacije je težko zaznati dihanje nezavestne osebe. Obstaja še nekaj elementov, ki lahko pomagajo pri ugotovitvi, da ponesrečenec ne diha:

Obraz ponesrečenca je zardel in modrikast, ker mu v krvi primanjkuje kisika, ustnice in oči so otekle in nabrekli.

DIHANJA NE PREVERJAJTE DLJE KOT 10 SEKUND!

Umetno dihanje usta na usta med transportom

Kadar pri ponesrečencu na vodni gladini nismo ugotovili znakov dihanja TAKOJ pričnemo z dihanjem usta na usta.

1. *Napihnite ponesrečenčev kompenzator plovnosti toliko, da ponesrečenca dovolj drži na gladini in ne nudi prevelikega upora med transportom. Pozorni bodite na jermene, ki potekajo preko prsnega koša, da nebi ovirali dihanja.*
2. *Odvrzite svojo jeklenko s kompenzatorjem plovnosti*

3. *Položite dlan ene roke na ponesrečenčevo čelo ter mu s palcem in kazalcem zatesnite nosnice. Drugo roko položite pod njegov vrat, s tem preprečite, da bi mu usta prišla pod vodo. S prvo roko mu zvrnite glavo nazaj in njegova usta proti vašim ustom.
Lahko uporabite »Do-Si-Do« prijem, ki je za umetno dihanje med transportom učinkovitejši: z desno (levo) roko sezite pod desno (levo) pazduho ponesrečenca in z dlanjo zagrabite za njegovo kapuco ali lase, s čimer mu učinkovito odprete dihalne poti. Če ne dosežete kapuce, lahko dlan položite na njegov tilnik in ga privzdignete. Levo (desno) dlan mu položite na čelo ter s prsti zatesnite nos.*
4. *Vpihnite v ponesrečenčeva usta 5 vpihov (1 vpih/sekundo), odmori med vpihi naj bodo enako dolgi kot vpihi.*
5. *S ponesrečenca odprite pas z utežmi, nato mu v odmorih med vpihi slecite kompenzator plovnosti z jeklenko. Neoprenska obleka bo nudila dovolj vzgona, transport pa bo brez vse potapljaške opreme hitrejši.*
6. **Blizu obale**, v plitvi vodi, damo utapljajočemu **5 vpihov** in ga odvedemo na obalo.
7. *Od obale ali plovila ste oddaljeni **manj kot 5 minut plavanja**: med transportom ponesrečencu nudite umetno **dihanje na vsakih 20 sekund**.*
8. *Od obale ali plovila ste oddaljeni več **kot 5 minut plavanja**: med transportom ponesrečencu nudite umetno **dihanje 1 minuto**, nato ga brez umetnega dihanja čim hitreje privlecite do obale ali plovila.*

Pri nudenju prve pomoči na vodni površini nikakor ne moremo zanesljivo ugotoviti delovanja srca. Pri utapljajočem potapljaču se je koncentracija kisika v njegovem telesu zaradi prenehanja dihanja začela hitro zmanjševati. Možgani lahko brez večjih posledic prenesejo zmanjšano prekrvavitev in manjši dotok kisika le približno 4 minute (od 3 do 5 minut). Po tem času lahko na možganih nastanejo nepopravljive posledice. Čas je odvisen tudi od starosti osebe, njenega zdravstvenega stanja in temperature okolice (hladna voda!).

Potapljaču, ki ne diha, moramo najprej zagotoviti zadostno količino kisika in zato naredimo najprej **5 vpihov**. Pri reševanju odrasle osebe, ki se ni utapljala pa se predvideva, da je prišlo do zastoja srca in ima v telesu še dovolj kisika, zato po predhodnem klicu na tel. št. **112** pričnemo najprej z masažo srca, naredimo **30 stisov** in šele nato preidemo na kombinacijo umetnega dihanja in masaže srca: **2 vpiha / 30 stisov**.

Med umetnim dihanjem se izogibamo hitrim in forsiranim vpihom, en vpih naj traja eno sekundo, uporabimo volumen, ki omogoča dvig prsnega koša žrtve. Reševalci naj dva vpiha zagotovijo v 5 sekundah.

Utapljajočemu blizu obale najprej v vodi nudimo umetno dihanje - 5 vpihov in ga nato hitro transportiramo na obalo. S petimi vpihi smo dosegli v njegovem telesu zadostno koncentracijo kisika za možgane ob morebitnem delovanju srca. Daljše oživljanje samo z umetnim dihanjem zmanjša možnost preživetja, saj se podaljša čas do nujno potrebne zunanje masaže srca.

Pri reševanju potapljača s katerim je reševalec oddaljen manj kot 5 minut plavanja od obale ali plovila, mu med plavanjem na 20 sekund vpihujemo v usta zrak. Ko dosežemo trdno podlago, takoj pričnemo tudi z masažo srca.

Pri reševanju potapljača, s katerim je reševalec oddaljen več kot 5 minut plavanja od obale ali plovila, nudimo umetno dihanje le 1 minuto, saj daljše oživljanje brez morebitno nujno potrebne masaže srca nima smisla. V primeru, da ponesrečencu srce še minimalno poganja kri po telesu, smo z eno minutnim umetnim dihanjem dodali v kri dovolj kisika. Važno je, da čim prej dosežemo trdno podlago in pričnemo z masažo srca, zato je nadaljnji transport ponesrečenca po vodni površini brez umetnega dihanja.

Postopek umetnega dihanja na kopnem:

- sprostim dihalno pot tako, da glavo obrnem nazaj in s palcem na bradi ter kazalcem in sredincem pod njo dvignemo brado,
- s palcem in kazalcem roke, ki jo imamo na čelu, stisnemo mehki del nosu,
- narahlo odpremo usta in ob tem dvigujemo brado,
- normalno vdihnemo in zaobjamemo ustnice prizadetega tako, da dobro tesnijo,
- enakomerno vpihujemo zrak v usta prizadetega in opazujemo dvigovanje prsnega koša, vpih naj traja 1 sekundo (količina vpihnjenega zraka naj bo približno 0,5–0,6 litra oziroma tolikšna, da opazimo viden dvig prsnega koša),
- odmaknemo svoja usta, vzdržujemo prosto dihalno pot in opazujemo spuščanje prsnega koša,
- ponovno normalno vdihnemo in izvedemo drugi vpih, enako kot prvega,
- pri sumu na poškodbo vratne hrbtenice sprostim dihalno pot z že opisanim prilagojenim trojnim manevrom, umetno dihanje pa dajemo tako, da stisnemo nos z robovi obeh dlani ob palcih.

Kadar imamo na razpolago tudi opremo za prvo pomoč s kisikom za umetno dihanje uporabimo žepno masko. Če ima ta priključek za dovajanje kisika, nanjo priključimo kisik in tako svoje vpihe obogatimo s čistim kisikom. Pri umetnem dihanju brez dodatka kisika dovajamo v pljuča ponesrečenca 16 % kisika, preko maske s kisikom pa 50 % kisika, kar zelo pomaga pri uspešnosti oživljanja žrtve nezgode.

Zunanja masaža srca

Odsotnost dihanja ali kakršnakoli nenormalnost dihanja (sopenje – angl. gasping) je eden od znakov srčnega zastoja.

Preverjanje utripa na vratni arteriji (ali drugega utripa) je tako za laične in usposobljene reševalce (laiki s tečajem TPO) kot za profesionalce nenatančna metoda ugotavljanja prisotnosti ali odsotnosti krvnega obtoka, zato se to preverjanje opušča.

Pri zunanji masaži srca odrasle osebe mora biti globina stisov najmanj 5 cm (največ 6 cm) in frekvenca masaže najmanj 100 stisov (največ 120) na minuto. Enemu stisu naj sledi popuščenje, ki naj bo časovno enako stisu.

Pri oživljanju je zelo pomembno, da se čim prej uporabi avtomatski eksterni defibrilator. Pri njegovi uporabi moramo čim bolj zmanjšati trajanje prekinitvev masaže srca in nadaljujemo že med polnjenjem defibrilatorja.

Čeprav se lahko prve 2 do 4 minute oživlja samo z zunanjo masažo srca pa je tak način manj učinkovit od standardnega oživljanja v primerih srčnega zastoja zaradi utopitve ali zadužitve, saj je v telesu takega ponesrečenca zaloga kisika v arterijski krvi izčrpana. Pri reševanju utaplajočega potapljača je nujno tudi umetno dihanje.

Kvaliteta zunanje masaže srca (globina stisov) se po dveh minutah izvajanja zmanjša, zato je potrebno, da se po dveh minutah zunanje masaže srca reševalca zamenjata. Prekinitve zunanje masaže srca naj bodo čim krajše.

Postopek zunanje masaže srca:

- pokleknemo ob prsnem košu prizadetega, ki leži na hrbtu,
- peto dlani ene roke položimo na sredino spodnje polovice grodnice (na linijo, ki povezuje prsne bradavice), peto dlani druge roke položimo na prvo,
- roke morajo biti v komolcih stegnjene, hrbet raven,
- pritiske (stise) izvajamo tako, da se iz kolkov nagibamo nad prizadetega in z iztegnjenimi rokami pritiskamo pravokotno na grodnico,
- pri pritiskih se mora grodnica vdati za 4 do 5 cm
- med popuščanjem (prekinitve med pritiski) rok ne odmikamo s prizadetega.

Pri utaplajočem izvajamo zunanjo masažo srca in umetno dihanje 1 minuto in nato pokličemo nujno medicinsko pomoč. V ostalih primerih najprej pokličemo tel.št. 112 in nato pričnemo z oživljanjem, ker je pomembno, da čim hitreje prispe reševalec z AED.

Oskrba ponesrečenca po oživljanju

Po uspešnem oživljanju položimo ponesrečenca v bočni položaj za nezavestnega tako, da preprečimo morebitno zaprtje njegovih dihalnih poti v primeru bruhanja. V tem položaju mora počakati do prihoda reševalnega vozila.

Ponesrečenec mora biti ves čas pod nadzorom saj se mu lahko stanje poslabša in je nujno ponovno oživljanje.

Vsaka oseba, ki se jo je oživljalo ali je po nezgodi doživela šok, mora biti obvezno prepeljana v bolnico zaradi opazovanja in nadaljnjega zdravljenja.

