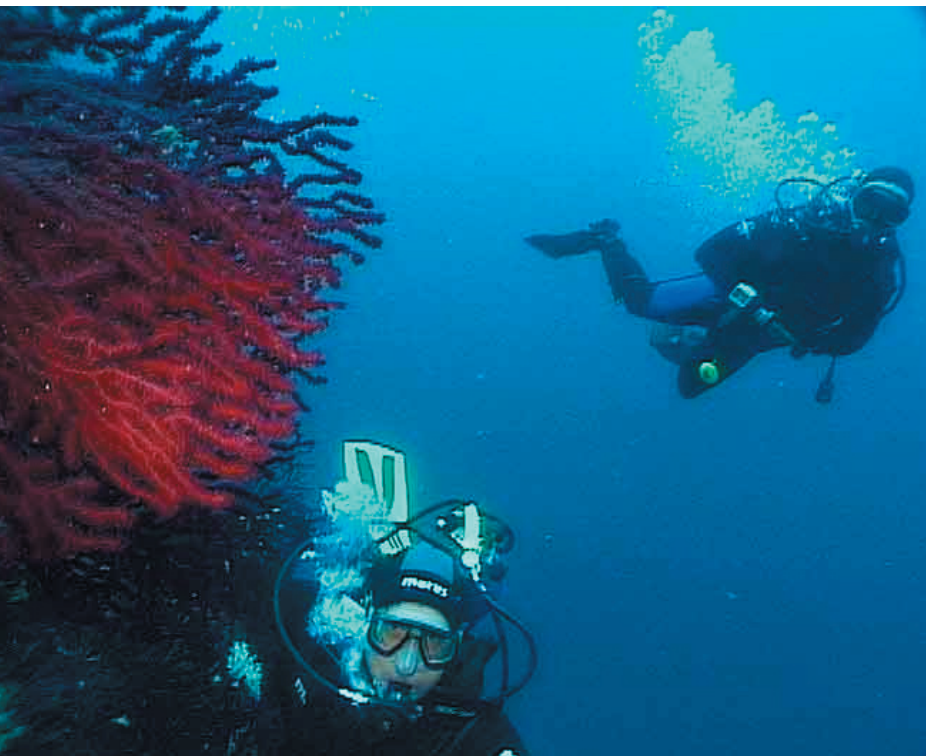


OZLJEDE U RONJENJU I PREVENCIJA



- a) Usta i pluća: Aparat daje uvijek ronioncu zrak pod istim pritiskom okolice, što omogućuje održavanje ravnoteže pritiska.
- b) Sinusi: Čim su otvoreni, napune se zrakom istog pritiska. Kada su sinusi začepljeni zbog prehlade ili bolesti, ne preporučuje se ronjenje
- c) Želudac i utroba: Stijenke želuca i utrobe su elastične i zato nema poteškoća kada se nalaze pod pritiskom.
- d) Srednje uho: Srednje uho povezano je s grlom pomoću cijevi koja se zove Eustahijeva tuba. Samim

Zasigurno kao jedna od najstarijih ljudskih težnji, otkrivanje nepoznatog podmorskog svijeta, nagnalo je čovjeka na traganje za načinima boravka pod vodenom površinom. Znajući da je to za njega neprirodno, čovjek je dugo vremena tehnološki stvarao povoljan trenutak za siguran i pouzdan uron pod vodenu površinu. Gotovo 70% površine Zemlje prekriveno je vodenom površinom – prostranstvo koje je kolijevka života na Zemlji i značajan ekološki sustav budućnosti čovječanstva. Tekst koji slijedi kratak je pregled ozljeda i bolesti koje mogu nastati u vodenom okruženju i način sprečavanja istih. Napominjem da će isključivo biti govora o boravku čovjeka pod vodom uz osiguranje fizioloških uvjeta disanja (ronjenje s autonomnim ronilačkim aparatom).

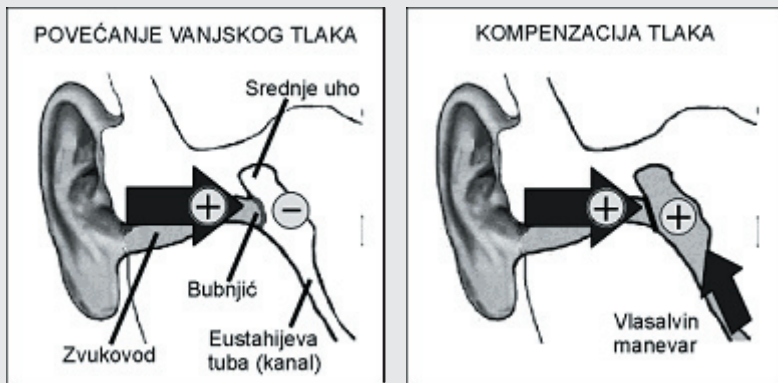
UTJECAJ POVIŠENOG PRITISKA NA TJELESNE ŠUPLJINE

Zrak pod pritiskom je najsigurnija mješavina plina koju možemo udisati. Međutim pod povišenim pritiskom postoji nekoliko problema koje moramo proučiti i objasniti.

Veći dio čovječjeg tijela sastoji se od tekućine. Zbog toga se ne može stlačiti. U principu, čovjek može kao i riba uronjavati u dubine, a da ne bude zdrobljen uz izuzetak da i u našem tijelu ima šupljina koje mogu biti stlačene i ozlijeđene akonisu napunjene zrakom pod određenim protupritiskom.

uronom, okolni tlak je u porastu povećanjem dubine. Time je i veća razlika između tlaka okoline i tlaka u šupljini srednjeg uha. Pri tome dolazi do djelovanja povišenog vanjskog tlaka na bubnu opnu uha, a to osjećamo kao pritisak u ušima. Tu pojavu moramo spriječiti kompenzacijom tlaka u srednjem uhu. Izjednačenje tlaka u ušima postižemo tzv. "Valsalvinim manevrom". Postupak vršimo nakon dovršenog udisaja. Izvodimo ga tako da stiskajući obje nosnice puhnemo u nos. Iz usne i nosne šupljine zrak pod tlakom prolazi kroz Eustahijeve tube, prodire u šupljinu srednjeg uha i s unutarnje strane izjednačava tlak i ispravlja bubnjić (Slika 1 i 2).

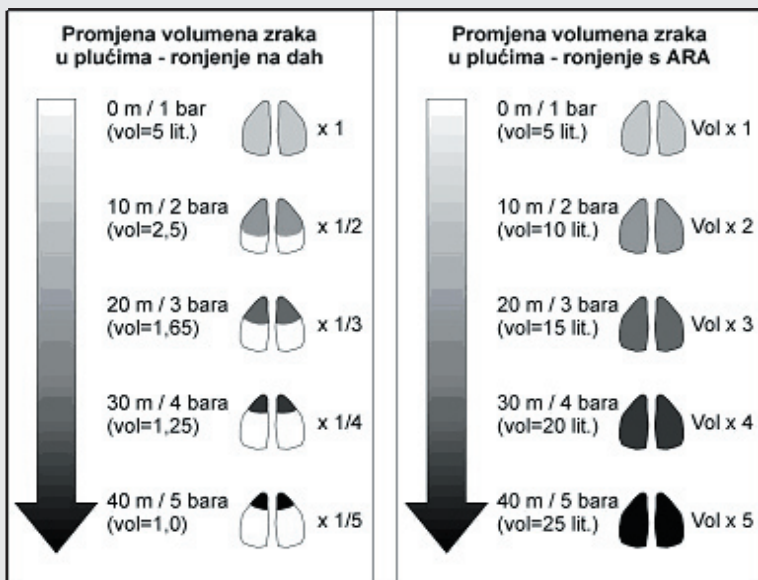




Slika 1 i Slika 2

BAROTRAUMA PLUĆA

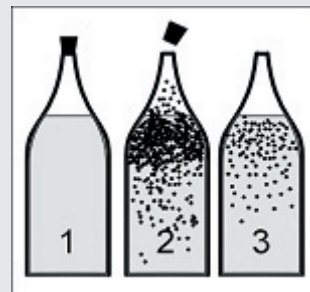
Prema Boyle-Mariotteovom zakonu poznate su nam promjene volumena u skladu s promjenama tlaka (*pri konstantnoj temperaturi volumen plina mijenja se obrnuto proporcionalno u odnosu na apsolutni tlak, dok je gustoća plina izravno proporcionalna tlaku*). Kod ronjenja s autonomnim ronilačkim aparatom stvarni volumen udahnutog zraka u plućima se mijenja ovisno o okolnom tlaku (isti kao i tlak zraka koji udišemo), kao i gustoći tog udahnutog zraka. U skladu s time, ukoliko imamo vitalni kapacitet pluća od 5 litara, jednim punim udahom na površini (tlak od 1 bara) unosimo 5 litara zraka. Na dubini od 10 metara (2 bara) jednim punim udahom udahnut ćemo u 5 litara nazivnog volumena pluća stvarnih 10 litara zraka (tj. 5 litara pod tlakom od 2 bara)-(Slika 3). Jasnije je da će taj zrak zbog dvostruko većeg tlaka biti i dvostruko veće gustoće. Ovdje se suočavamo s pojavom promjene volumena zraka u plućima i pri izronu. U kapacitetu pluća od 5 litara nalazilo bi se stvarnih 10 litara zraka kada bismo se iznenada našli na površini (tlak = 1 bar). To naša pluća ne bi izdržala, te može doći do pucanja plućnog tkiva. Tako zapravo nastaje **barotrauma pluća**. Ova ozljeda može uzrokovati i prodor zraka u krvotok i začepljenje krvotoka zračnim mjehurićima (plinska embolija) što može imati teže posljedice po ronioaca. Poznavajući ovo, lako je izbjeći komplikacije ove vrste. Mirnim i ravnomjernim disanjem



bez zadržavanja daha tijekom ronjenja sprječavamo mogućnost nastanka **barotraume pluća** i **barotraumatske plinske embolije**. Zato nikada, ni u jednom trenutku ne izranjavajte sa zadržavanjem zraka. Ako polagano izranjavate, normalno disanje će izjednačavati povećani volumen. Pravilo je da se ne izranjava brže od 10 metara u minuti.

DEKOMPRESIJSKA BOLEST

Tijekom ronjenja, udisanjem zraka pod povišenim tlakom, u našim plućima povišeni tlak djeluje na krv u kapilarama alveola. Time dolazi i do većeg otapanja plinova u krvi, a izravno dolazi do većeg zasićenja dušika u krvi i preko krvi u tkivima tijela (Henry-ev zakon-*količina otopljenog plina u nekoj tekućini izravno je proporcionalna tlaku koji plin vrši na površinu tekućine, kao vremenu utjecaja plina na tekućinu*). Primjer kojim možemo najlakše predočiti pojavu otopljenog plina pod povišenim tlakom i oslobađanja tog plina iz tekućine padom tlaka nad tekućinom, prikaz je zbivanja pri otvaranju boce s gaziranom mineralnom vodom (Slika 4).



Dok je boca pod tlakom, plin je otopljen u tekućini i nije vidljiv kao takav. Otvaranjem zatvarača plin se oslobađa stvarajući mjehuriće u tekućini, odnosno, padom tlaka prelazi iz potpuno otopljenog stanja u

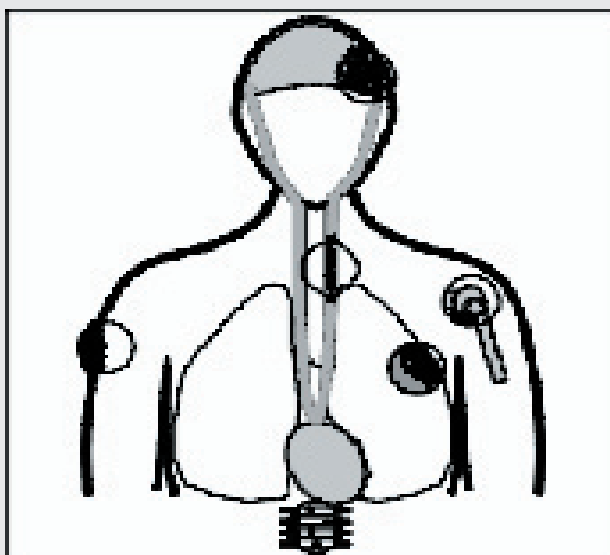
slobodno plinovito stanje, nakon čega slijedi izjednačavanje tlaka sukladno tlaku okoline. Isti se proces dešava u našem tijelu kada iz veće dubine naglo izranjavamo prema površini.

Mjehurići koji nastaju i rastu tijekom ili nakon izrona kao rezultat povišene količine dušika otopljenog u organizmu tijekom ronjenja uzrok su oboljenja kojeg nazivamo **dekompresijskom**

Dekompresijska bolest je oboljenje fizikalne prirode koje nastaje padom tlaka u okruženju tkiva zasićenog dušikom, a pojava je opisana Henryevim zakonom.

Prvi preduvjet sigurnog ronjenja u kojem izbjegavamo stvaranje problematičnih mjehurića plina u krvi i tkivima jest ronjenje u granicama nedekompresijskog režima.

Naredni korak u prevenciji jest polagan izron – polagano smanjenje tlaka okoline i tlaka udahnutog zraka u plućima, a definiran je brzinom izrona prema površini. Ta brzina iznosi između 7 i 10 metara u minuti. Treći korak sigurnog ronjenja je pravilno izvođenje sigurnosnih dekompresijskih zastanaka, dakle zaustavljanja i boravka na malim dubinama kako bismo osigurali dovoljno vrijeme da se količina dušika koji se oslobađa u tijelu procesom disanja izjednači s odgovarajućim parcijalnim tlakom u okolini. Svako ronjenje mora biti dovršeno sigurnosnim dekompresijskim zastankom u trajanju od 3 minute na 3 metra dubine. Važno je naglasiti da se u sportsko-rekreacijskom ronjenju izvode ronjenja koja



Slika 5

ne sadržavaju dekompresijske režime. Dekompresijsku bolest možemo podijeliti na vrste prema mjestu gdje mjehurići uzrokuju poremećaje, odnosno simptome i znakove bolesti (kožni tip, srčani, moždani,...). Na slici 5 prikaz je oblika dekompresijske bolesti prema mjestu poremećaja (zbog nastanka mjehurića dušika). Želja mi je ovim kratkim osvrtom na ronilačke ozljede skrenuti pažnju na samu prevenciju. Neke od ovih ozljeda jesu veoma ozbiljne i mogu ozljeđenog stajati života, međutim pridržavanjem određenog broja pravila koja su izuzetno jednostavna ronjenje postaje sigurno i nadasve zabavno. Razvoj podvodne medicine i ronilačke tehnike uvjetovao je nagli porast podvodneaktivnosti, što vezuje na sebe potrebu za kvalitetnom edukacijom. Dakle, kvalitetna priprema ronjenja prema određenim mjerama sigurnosti uvjetuje zabavan i ugodan boravak ispod vodene površine.

Vladimir Mušković CMAS instruktor 2**

CMAS = Confederation Mondiale Des
Activites Subaquatiques
Jedna od najstarijih ronilačkih organizacija
sjedište u Rimu
(u prijevodu na eng. World Underwater
Federation)

2** znači instruktor ronjenja sa 2
zvijezdice
(kategorizacija unutar ovog saveza)

