



Branko Đukić *

ISSN 0469 - 6255
(145 - 150)**ZDRAVSTVENO-MEDICINSKI ASPEKTI RADA U PODMORSKOM
OKRUŽENJU****HEALTH AND MEDICAL ASPECTS OF THE WORK IN UNDERWATER
SURROUNDINGS**

UDK 615.838(26.03)

Stručni rad

Professional paper

Sažetak

Rad u uvjetima povišenog (atmosferskog) tlaka predstavlja jedan od agresivnijih faktora fizikalne radne okoline. Različite profesije radnika, ali i amatera, obavljaju svoju djelatnost pod djelovanjem povišenog tlaka. Ozbiljne greške u dijagnozi i terapiji mogu se javiti kod stanja poteklih od ronjenja ili drugih aktivnosti koje uključuju povećani okolinski tlak. Neravnomjerna raspodjela tlaka može rezultirati barotraumom, koja nastaje u toku kompresije ili u toku povratka u uvjete normalnog tlaka.

Ključne riječi: povišeni okolinski tlak, ronjoci, disbarizam

Summary

Diving with scuba has grown enormously as a popular sport in commercial and scientific applications. As a result, many individuals are now potential victims of conditions that were once confined to deep sea divers and construction workers in tunnels or caissons.

The underwater environment imposes considerable physiological burdens on those who venture into it. The underwater environment is hostile, a dense viscous medium, pressure increases with depth, visibility is often poor, and temperatures are commonly low. All medical screening should have well defined objectives. Assessment of fitness to dive for pleasure is no exception. Factors to be taken into account when considering a person's fitness to dive therefore include the ability to tolerate exercise, pressure changes, sensory deprivation and cold. Physical disability need not preclude sports diving, but great care must be taken in specifying the circumstances in which a disabled person may dive. Decompression illnesses have a wide, inconstant range of symptoms and signs and can easily be confused with other more common medical

conditions. Manifestations include pains or aches in joints, neurological disturbances such as in mood and intellectual processes, vestibular disturbances such as vomiting, nystagmus and deafness, and cardiopulmonary effects such as chest pain, cyanosis, and dyspnoea. The new classification of decompression illnesses removes the necessity to assume a pathological mechanism and relies solely on a physician's observing, describing, and recording the clinical manifestations of the disease. Patients should be referred for specialist advice and decompression treatment if they have recently flown back from a diving holiday and have neurological symptoms and signs, however vague.

Key words: increased pressure of environment, divers, decompression illness

Uvod**Introduction**

Ljudska opsjednutost podvodnim svijetom seže daleko i u nezapisanu povijest, pa se tako spominje u grčkoj mitologiji. Plinije bilježi ronjenje ratnih plivača, a Plutarh govori o izvanrednim ribarskim natjecanjima ronilaca između Antonija i Kleopatre. Budući da podmorsku aktivnost limitira dubina mora i sposobnost zadržavanja daha, ona se neprestano pokušavala produljiti različitim mehaničkim pomagalicama. Već od 14. st. javljaju se različite konstrukcije naprava za boravak ispod površine mora, uključujući znatan doprinos Leonarda da Vincija. San o slobodnom ronjenju bez površinske dostave zraka realiziran je tek pred II. svjetski rat u projektima ljudskih torpeda, ronjoca britanske i talijanske mornarice. Zahvaljujući pronalasku ventilnog regulatora (hidrostatski regulator "Na zahtjev") autonomni ronilački aparat-SCUBA* - dovodi do masovnog razvitka autonomnog ronjenja sa zračnim spremnicima.

* Mr. sc. Branko Đukić, dr. med.,
spec. medicine rada
DOM ZDRAVLJA DUBROVNIK

* SCUBA (self contained underwater breathing
apparatus)

2. Podvodni svijet *Underwater World*

Značajna tjelesna i psihološka opterećenja javljaju se kod posjetilaca morskog svijeta. Plavo-zelena boja i prozračnost mora, životopisnost flore i faune koja se često vide na TV emisijama tipa Cousteau-ove proizvodnje, pobuđuju iluziju o prijateljskom i toplom mediju. Istini je bliža činjenica da vidljivost može biti svega nekoliko metara, a temperatura je daleko od termoneutralne. Roniocima se u moru suprostavljaju sile uzgona, prirodna i umjetna strujanja i izrazito gušća sredina dok se porastom dubine progresivno jednakomjerno raste hidrostatski tlak (svakih 10m jedna dodatna atm, ali npr. na dubini od 10m vlada tlak od 2 atm-jedna barometrijska plus jedna od stupca mora). Prodiranjem u morsku masu sunčeva svjetlost se postupno apsorbira i pretvara u toplinsku energiju. Tako na dubini od već 5m bude apsorbirano 3/4, a na 18m 7/8 sunčeva spektra. Zbog spektralne apsorpcije ljudska krv do 10 m dubine izgleda crvenkasta, do 20 m zelena, na 30 m plava, a preko toga tamne je boje. Podvodna vidljivost ovisi o bistrini na kojoj se roni, dobu dana i godine, geografskoj širini i meteorološkim uvjetima. Zbog disperzije čestica i u čistom moru svjetlost se nepravilno odbija, međusobno miješa, što promatraču odaje dojam nejasnoće predmeta (efekt difuzije i refrakcije). Prekomjerno rashlađivanje ronioca javlja se zbog niskih temperatura i velike toplinske vodljivosti (oko 25 puta veća od zračne). Veća brzina zvuka u morskom okolišu ometa točno lokaliziranje smjera izvora zvuka. Ekonomiziranje s utroškom energije nužno je zbog nepovoljne hidrodinamike opremljenosti ronioca tako da svako pretjerivanje u fizičkoj aktivnosti vodi k hiperventilaciji. Ako se uz sve navedene faktore spomenu i potencijalne opasnosti od ozljeda i od agresivnih ili otrovnih primjeraka morske flore i faune, dobija se slika ne baš prijateljskog okruženja.

3. Povišeni tlak i fiziološke funkcije *Raised pressure and physiology functions*

Nepovoljno djelovanje atmosfere povišenog tlaka na organizam manifestira se direktno ili indirektno. Prvo nastaje zbog promjene fizikalnih karakteristika plinova pod tlakom, a indirektno djelovanje zbog promjena parcijalnog tlaka fiziološki aktivnih i inertnih plinova što se nalaze u zraku ili plinskim (umjetnim) mješavinama. Prilikom naglog uranjanja u dubinu volumen svih plinova u organizmu jako se smanjuje, jer se povećava tlak koji izvana djeluje na tijelo. Ako ronilac uranja bez dodavanja zraka u te šupljine, naročito pluća, volumen plinova jako će se smanjiti i moguća su teška tjelesna oštećenja tzv. gnječenje. Zbog visokog postotka u organizmu efekt gnječnja ("squeeza") manifestira se samo na grudnom košu i ostalim tjelesnim šupljinama koje efekt-učinak komuniciraju s okolinom (srednje uho, sinusi i probavni trakt). Ronjenjem na dah efekt gnječnja na grudnom

košu izražen je zbog toga što se u pluća ronioca ne dodaje disajni medij s površine.

Vanjski tlak se također potpuno prenosi na sve krvožilje tijela uključujući i ono u mukozi srednjeg uha. To može dovesti do Barotitis media - ozljede srednje uha koja je često praćena infekcijom. Kako se plinovi u plućima komprimiraju prema Boyle-ovom zakonu, prosječni ukupni plućni volumen muškarca od oko 6 l koliko iznosi na površini, reducirati će se dubinom od 10 m na 3 l a na dubini od 30m na samo 1,5 l. Gustoća zraka povećava se razmjerno tlaku, što znači da je gustoća u dubini od 30m četiri puta veća, a u dubini od 60m sedam puta veća nego na morskoj razini. Otpor strujanja zraka kroz dišne putove povećava se upravo razmjerno gustoći smjese koja se udiše. Povećana gustoća zraka povećat će rad pri disanju sa posljedicom smanjenja maksimalnog kapaciteta disanja.

3.1. Djelovanje visokih parcijalnih tlakova na organizam *Partial-pressure effects on human body*

Visoki parcijalni tlakovi kisika, dušika, ugljičnog monoksida i helija (dušik se često zamjenjuje helijem) pri ronjenju na velikim dubinama mogu izazvati snažne toksične efekte. Na razini mora dušik uopće ne djeluje na tjelesne funkcije, ali pod visokim tlakovima može uzrokovati različite stupnjeve narkoze. Na dubini od oko 50 m javlja se zamor i pospanost, a sa daljnjim povećanjem dubine na 60-75 m mišićna slabost progresivno raste. Potpuna anestezija nastupa na dubini preko 100 m, gdje vlada tlak od oko 1215 kPa. Budući da se dušik sporije rastvara u mastima nego u tjelesnim tekućinama, narkotski efekti dušika pri povišenom parcijalnom tlaku se ne javljaju odmah nego poslije nekoliko sati. Simptomi narkoze dušikom veoma su slični simptomima trovanja alkoholom, pa se često naziva dubinska ekstaza ili opojenost dubinom. Mehanizam narkotičnog učinka sličan je kao i kod drugih plinovitih anestetika. Udisanje kisika pod visokim parcijalnim tlakovima može pogubno djelovati na centralni nervni sistem i štetno na plućne alveole. Izlaganje parcijalnom tlaku kisika iznad 300 kPa izaziva epileptiformne grčeve (kisikova epilepsija/Bentov efekt) poslije kojih uslijedi koma. Tjelesna aktivnost za vrijeme ronjenja smanjuje toleranciju prema kisiku i pridonosi bržem nastajanju toksičnog efekta kisika. Konvulzije često nastaju bez ikakvog prethodnog znaka i za ronioca u moru mogu biti smrtonosne. Oštećenje alveola i uzrokovanje plućnog edema objašnjava se neposrednim djelovanjem visokog parcijalnog tlaka na alveolarni epitel. Ronilačka oprema koja je dobro konstruirana i ispravnih funkcija neće ugroziti ronioca trovanjem od ugljičnog dioksida jer sama dubina ne povećava tlak CO₂ u plućnim alveolama. Pri normalnoj plućnoj ventilaciji eliminacija CO₂ srazmjerna je količini CO₂ proizvedenog u tkivima. U ronilačkom šljemu i kod određenih uređaja za povratno disanje CO₂ se često može nagomilavati u zraku "mrtvog prostora", odakle ga ronilac ponovo udiše. Nagomilavanje CO₂ u udisanom zraku za vrijeme ronjenja dovodi u početku do stimulacije disanja preko povećanog minutnog volumena disanja. Iznad 11 kPa

parcijalnog tlaka CO₂ dolazi do kočenja centra za disanje, što rezultira respiratornom acidozom i konačno narkozom. Prilikom dubokog ronjenja helij ima nekoliko prednosti pred dušikom:

- skraćeno vrijeme dekompresije
- 4-5 puta slabiji narkotski efekt
- manji otpor u dišnim putevima.

Mjehurići helija počinju se stvarati kada parcijalni tlak helija u tjelesnim tekućinama bude samo 1,7 puta veći od tlaka izvan tijela. Za dušik taj omjer iznosi 3,0. Brža difuzija helija omogućuje da se u tjelesnim tekućinama u kraćem vremenu otopi mnogo više helija nego dušika. Zbog toga je za duga ronjenja u velikim dubinama prikladnija upotreba helija, dok je za kraća, plića ronjenja bolji dušik.

4. Ronjenje sa komprimiranim zrakom *Diving with compressed air*

Zrak je u ronjenju još uvijek najzastupljeniji medij za disanje (tablica I). Danas se najčešće roni s autonomnim aparatima otvorenog kruga. Klasični skafander, koji je nekada dominirao, zadržao se danas samo u pojedinim vidovima profesionalnog ronjenja. Poremećaji tjelesnih funkcija koji nastaju kao posljedica

Tablica I. Vrste ronjenja prema udisanom mediju
Table I. Types of diving

zrak	ronjenje na dah autonomno ronjenje sa zrakom ronjenjesa zrakom s površine
kisik	autonomno ronjenje s kisikom
plinske mješavine	autonomno ronjenje sa plinskim mješavinama ronjenje s mješavinama s površine

djelovanja povišenog okolinskog tlaka pri ronjenju mogu se podijeliti na period kompresije i dekompresije.

4.1. Period kompresije *Compression period*

Problemi sa povećanim parcijalnim tlakovima plinova već su opisani. Pri kompresiji razlike u tlaku između tjelesnih šupljina i okolne atmosfere, npr. zbog zatvorenog ulaza u sinusnu šupljinu proizrokovano upalom nosnog epitela, mogu izazvati jaku bol u sinusnoj šupljini. Sličan je mehanizam nastanka barotraume srednjeg uha zbog blokade Eustahijeve tube uzrokovane infekcijom. Razlike tlakova i volumena plinova u srednjem uhu mogu na nekoliko načina izazvati vertigo. Mehanizmom kalorijskog podražaja, alternobaričkim podražajem ili perilimfnom fistulom može se javiti dezorijentacija, mučnina ili povraćanje. Ako je prsni koš komprimiran na volumen manji od rezidualnog volumena pluća, dolazi do izlaska krvi i tkivnih tekućina u respiratorne puteve i alveole, što je povezano s teškim oštećenjima pluća. Zbog povećanog tlaka u probavnom traktu zbog širenja

trbušnih organa, moguć je i jaki bol u predjelu trbuha. Kompresija plinova u gastrointestinalnom traktu dovodi do spuštanja ošita, što se pozitivno odražava na vitalni kapacitet koji se može ovisno od okolinskog tlaka povećati od 6% do 15%. U toku kompresije i boravka u hiperbaričnoj atmosferi dolazi do usporavanja bila. Ova pojava još više je izražena kod inhalacije hiperbaričnog kisika. Relativna bradikardija perzistira izvjesno vrijeme po prestanku disanja kisika i povratku na normalni tlak. Povišeni okolinski tlak može *per se* izazvati određene neuromuskularne ili moždane abnormalnosti kroz *high pressure neurologic syndrome*. On je opažen kod dubinskog ronjenja na dubinama većim od 180 m.

4.2. Period dekompresije *Decompression period*

Za razumijevanje poremećaja koji mogu nastati u organizmu zbog dekompresije treba poznavati osnovne principe saturacije i desaturacije tekućina u kontaktu s plinovima pod tlakom, budući da tkiva živih bića, koja su pretežno sastavljena od tekućine ponašaju kao i tekućine. Ronilac koji duže vrijeme udiše zrak pod visokim tlakom, povećava količinu dušika što se otomio u tjelesnim tekućinama. Krv koja je prošla kroz plućne kapilare zasiti se dušikom do istog tlaka koliki je u smjesi za udisanje. Količina dušika otopljenog u tjelesnim tekućinama na različitim dubinama imala bi na razini mora sljedeće vrijednosti:

metri	litre
10	2
30	4
60	7
90	10

Od patoloških manifestacija koje mogu nastati tijekom ronjenja u užem su smislu najkarakterističnije dekompresiona bolest i barotraumska plinska embolija.

5. Dekompresijska bolest *Decompression illness*

Dekompresijska bolest (sinonimi: bolest zbog kompresije zraka, kesonska bolest, paraliza ronioca, disbarizam) specifična je bolest izazvana istim etiološkim agensom-plinskim embolijama nastalim zbog neadekvatne dekompresije. Javlja se pri ronjenju, nakon boravka u kesonima, ronilačkim simulatorima, ali i u letačkim simulatorima ili zrakoplovima bez tlačene kabine. Prvi simptomi i znaci dekompresijske bolesti opisani su davne 1843. godine kod kesonskih radnika, povratkom na normalni atmosferski tlak. Dekompresijske smetnje često su okružene konfuzijom, mitom ili nerazumijevanjem. U cjelom Ujedinjenom Kraljevstvu godišnje oko 150-200 pacijenata zatraži rekompresiju, većina potraži samo medicinski savjet. Prebrzim povratkom ronioca na morsku površinu u tjelesnim se tekućinama (bilo u staničnoj ili izvanstaničnoj) mogu stvoriti znatne količine mjehurića dušika. Vanjski tlak na tijelo ronioca (660 kPa) kom-

Tablica II. Tradicionalna klasifikacija dekompresijske bolesti
 Table II. Traditional classification of decompression illnesses

- Barotrauma uši, sinusi, pluća pneumotoraks pneumomediastinum embolija moždanih arterija
- Dekompresijska bolest tip I (umjereni) skeletalno-mišićna bol kožni oblik limfatički oblik
- Dekompresijska bolest tip II (ozbiljna) neurološki oblik kardiopulmonalni oblik audiovestibularni oblik

primira u tolikoj mjeri sva tkiva da plinovi ostaju otopljeni. Naglim izronjavanjem na morsku razinu, vanjski tlak na tijelo spušta se na svega 100 kPa, dok je tlak u tjelesnim tekućinama jednak zbroju tlaka vodene pare, CO₂, O₂ i N, tj. ukupno iznosi 542 kPa, što je mnogostruko više od vanjskog tlaka na tijelo. Zbog toga se plinovi mogu osloboditi iz otopljenog stanja i stvarati u tkivima mjehuriće, što može, ovisno o količini, uzrokovati blaga ili teška oštećenja gotovo u svakom području tijela. Tjelesni rad pojačava stvaranje mjehurića pri dekompresiji, jer se tkiva i tekućine miču. Međusobnim spajanjima mjehurići postaju sve veći te se, zahvaljujući krvnom optoku, mogu zaustaviti u krvnim žilama manjeg promjera od vlastitog. Na taj način kompromitira se dobava kisika u pogođenim regijama što je osnovni uzrok dekompresijske bolesti. Klinička zapažanja i tradicionalna klasifikacija dekompresijske bolesti (tablica II.) dolazi od Goldinga i Elliota sa suradnicima. Upotreba tog klasifikacijskog sustava zahtijeva prethodno znanje hiperbarične patofiziologije te razumijevanje upotrijebljenih termina (tip I i tip II dekompresijske bolesti).

Plinska embolija moždanih arterija poslije plućne barotraume razlikuje se od neuroškog ili paralitičkog tipa dekompresijske bolesti. Procjena između ta dva entiteta se donosi na temelju podataka o načinu ronjenja, brzini dizanja i početku simptoma. Uvriježeno je mišljenje da između tipa I i tipa II dekompresijske bolesti postoji suptilna razlika u prezentaciji. Bazirajući se na tradicionalnim pretpostavkama Francis i suradnici su na 1070 slučajeva neurološkog tipa dekompresijske bolesti zaključili da postoji značajno preklapanje, naročito u vremenu pojave simptoma i znakova bolesti. Ovo promatranje baca sumnju na vjerodostojnost prihvaćenih dijagnostičkih kriterija i na stupanj podudarnosti dijagnoza koje bi se očekivale u epidemiološkim studijama. U studiji i Smitha i suradnika 47 liječnika za podvodnu medicinu upotrijebili su navedene dijagnostičke kriterije na 50 biranih slučajeva. Rezultati su ukazivali na lošu podudarnost bez obzira na prezentaciju identičnih informacija na kojima se bazirala di-

Tablica III. Alternativna klasifikacija dekompresijske bolesti
 Table III. Alternative classification of decompression illnesses

- Evolucija progresivna statična spontano poboljšanje povratak bolesti
- Manifestacije mišićno skeletalna bol, pojasna bol neurološke audiovestibularne kardiopulmonalne kožne limfatične konstitucionalne
- Dodatne informacije prisutnost barotraume tlak inertnog plina terapijski odgovor ispitivanja

jagnoza. Predložen je alternativni pristup dekompresijskoj bolesti (Tablica III.), koji kroz jedan novi koncept uklanja potrebu naglašenih patoloških mehanizama.

Opisani pristup dekompresijskoj bolesti razvijen je kao pomoć pri rukovanju epidemiološkim informacijama bez traženja pomoći među kompleksnim definicijama. Cilj im je sakupljanje osnovnih informacija za ulazak u bazu podataka, a zaključak se provodi po ključu informacija o evoluciji i zajedničkom kliničkom opisu manifestacija. Sistem je dinamičan tako da usvaja opise stanja koji se mogu drastično mijenjati u vremenu. Učestalo ronjenje (*Repetitive divers*) je dodatni problem jer se količina inertnog plina u tijelu zadržava i nakuplja sa svakim sljedećim ronjenjem. U slučaju da je interval između dva uzastopna ronjenja kraći od 12 sati moraju se upotrijebiti specijalne tablice za učestalo ronjenje. Ronjenje koje se provodi na visinama kao i letenje poslije ronjenja zahtijevaju posebnu proceduru i oprez.

6. Barotraumatska plinska embolija *Gas embolism*

Barotraumatska plinska embolija je poremećaj koji slijedi iz prenapuhnutosti pluća ekspanzijom plućnih plinova za vrijeme redukcije okolinskog tlaka. Naglim porastom intrapulmonalnog tlaka dolazi do rupture plućnog parenhima i aspiracije alveolarnog zraka (plinova) u cirkulaciju. To se najčešće događa kada ronilac u izronjavanju zbog straha, grča, glotisa ili slabije obuke, zadržava daha koji u plućima ekspandira za vrijeme izronjavanja. Do plinske embolije može također doći kod naglog udara u vreću za disanje ili udarac u predio trbuha ili grudnog koša. Čak i dubine plivačkih bazena dovoljne su za pojavu plinske embolije ukoliko osoba ima pristup izvoru zraka ili plinova te udahne jedan podvodni dah. Nagli gubitak svijesti s ili bez konvulzija uz ostale moždane manifestacije tipične su posljedice plinske embolije. Dekom-

presije bolest i plinska embolija liječe se rekompresijom odnosno kada nema mogućnosti tretiranja u rekompresijskoj komori vrši se reimerzija, ukoliko stanje oboljelog to dopušta.

7. Pripremljenost za ronjenje

Fitness to dive

Temeljiti medicinski "skrining" nužan je za profesionalne ronioce i za ronioce iz zabave. Primarna je zadaća ustanoviti koji kandidati su sposobni za ronjenje, a nakon toga kandidate kojima su potrebni dodatni medicinski pregledi, ili su nepripremljeni za ronjenje. Nakon što je ustanovljena pripremljenost i zabilježene osnovne informacije, razmatra se učestalost i razina slijedećih pregleda. Za komercijalne ronioce navedeni faktori su definirani unutar zakonodavnih okvira (ronilački poslovi-poslovi s posebnim uvjetima rada). Nešto drugačiji je pristup kod sportskih i rekreacijskih ronilaca. Vodeći princip pregleda ili "skrininga" jesu godina starosti sa svojim mogućim negativnim efektima, naročito srčana i respiratorna rezerva, te općenito prisutnost bolesti nakon posljednjeg pregleda. Dugotrajni učinak liječenja, kao i posljedice ronilačkih ozljeda ili nesreća (naročito centralnog nervnog sistema također imaju važnu ulogu u procjeni sposobnosti. Pri odlučivanju treba imati na umu da ronjenje nije samostalna aktivnost, već se općenito generalno roni u paru i djeluje u prijateljskom sistemu pažnje i uzajamne pomoći. Procjena nečije spremnosti za ronjenje ili slične aktivnosti nije jed-

nostavna (Tablica IV), te liječnici najčešće ne zabranjuju ronilačke-podvodne aktivnosti, već su u funkciji savjetnika, tim više što još nisu ustanovljeni uniformni standardi.

Najranije od 12-te godine života može se roniti, dok stariji kandidati, kao što je rečeno, zaslužuju pažljivije i detaljnije preglede, treba naročito razmotriti hereditet i koronarni faktor rizika. Žene, ako su zdrave i u tjelesnoj kondiciji, uz određene iznimke spremne su roniti jednako sigurno kao i muškarci. Određene studije ukazuju da su žene osjetljivije na dekompresijsku bolest, te bi se morale konzervativnije odnositi prema dekompresiji nego muškarci. Jedna od iznimki tiče se trudnoće, jer postoje sumnje da ronjenje povećava incidenciju malformacija i smrti čeda. Potreban je oprez kod žena sa silikonskim implantatima u grudima i tijelu na dubinama preko 30 m. Ronjenje iziskuje znatan tjelesni napor, koji se ne ogleda isključivo u ronjenju, već i u aktivnostima koje su povezane s njim, kao rukovanje plovilom, teškom opremom ili sudjelovanje u spašavanju ozlijeđenih koji sebi ne mogu pomoći. Od ronioaca se ne očekuje olimpijski aerobni kapacitet¹, već prihvatljiv stupanj aerobne sposobnosti, tjelesne izdržljivosti i okretnosti. Smanjena tolerancija napora često je povezana lošom tjelesnom kondicijom, prekomjernom uhranjenosti, srčanim ili respiratornim bolestima i sa širokim rasponom mišično-skeletnih smetnja. Prekomjerna debljina je često udružena sa umanjenom tolerancijom napora i povećanom osjetljivošću na dekompresijsku bolest. Kratkotrajno zaronjavanje utječe na srčano-žilni sistem izazivajući ronilački refleks kao npr. pojačani venski povrat. Dugotrajnije ronjenje inducira hormonske promjene od kojih je najprisutnija imerzijska diureza. Smanjena mogućnost adaptacije na ove promjene stvaraju dodatnu dvojbu na dobru pripremljenost ronioaca. Očuvanje svjesnog stanja fundamentalno je za podvodno preživljavanje, a od psihičkih sposobnosti zahtijeva se primjerana senzomotorna koordinacija, opća intelektualna razvijenost, emocionalna stabilnost te socijalna prilagodljivost iznad donje granice prosjeka. Rad osjetljivih organa mora se također razmatrati. Osjeti okusa i mirisa ovdje su funkcionalno manje važni. Normalna funkcija oka (uredan vid na daljinu i blizinu, dubinski vid, uredno vidno polje, raspoznavanje boja) i unutarnjeg uha (naročito vestibularnog elementa) od iznimne su važnosti za boravaka u podvodnom svijetu. Neuspjeli "Valsavin manevar" može rezultirati oštećenjem ili perforacijom bubnjića, ali može pridonijeti i osjećaju dezorijentacije.

Tablica IV. Spremnost za ronjenje
Table IV. Fitness to dive

- Tolerancija napora	aerobni kapacitet okretnost
- Osjetljivost na	imerziju promjenu tlaka hladnoću dekompresiju reducirani senzorni primitak informacija
- Sporna stanja	ozljede glave astma dijabetes trudnoća
- Potencijalni problem	dijabetes migrena porfirija hematološke bolesti (<i>sickle cell</i>) neurološke i mišičnokoštane bolesti

1 Maksimalni primitak kisika (VOI. 02 maks.) predstavlja najveću količinu kisika koju organizam može primiti u jednoj minuti a odgovara pojmu aerobno kapaciteta. Kapacitet oksidativne energetske sposobnosti pojedine osobe ovisi o brojnim činiteljima, od kojih neku u većoj, a neki u manjoj mjeri determiniraju njegovu veličinu. To su npr. dob, spol, tjelesna aktivnost, a s tim svim u vezi i sposobnost pojedinih pojmenata transportnog sistema za kisik. U fiziološkim uvjetima maks. primitak kisika je najdirektniji izraz

8. Simptomi i stanja povezani s ronjenjem

Potential confusion with diving related illnesses

Ronilačke bolesti imaju širok raspon simptoma i znakova koji se mogu pobrkati s vjerojatno mnogo češćim medicinskim stanjima. Primjerice pojava migrenoznih simptoma u ronionca, kao što je jaka glavobolja, vidne i druge smetnje osjetila i mogući paretični simptomi i znakovi mogu stvarati dijagnostičke dileme. Takva stanja se najsigurnije rješavaju tako da se pacijent podvrgne rekompresiji. Nekolicina liječnika fakultativno će prihvatiti navedeno liječenje, ali posljedice za netretiranog ronionca mogu biti teške; trajna paraliza, potrebe za rehabilitacijom i skupom dugotrajnom skrbi. Za liječnika su moguće i mediko-legalne konsekvence. Različita druga stanja pod određenim okolnostima mogu praviti poteškoću pri razlikovanju od dekompresijske bolesti kao porfirija, anemija srpastih stanica i različite druge neurološke i mišično-skeletne bolesti.

Zaključak *Conclusion*

Ronjenje autonomnim ronilačkim aparatima preraslo je u popularnu športsku aktivnost sa komercijalnim i znanstvenim primjenama. Zbog toga mnoge

osobe postaju potencijalnim žrtvama nepovoljnih uvjeta koji vladaju u podmorju. Patološke promjene koje se mogu javiti tijekom podvodnih aktivnosti dijele se na nespecifične i specifične. Prve obuhvaćaju stanja koja se mogu javiti i u drugim aktivnostima kao utapljanje, prekomjerno rashlađivanje, vrtoglavica i različite infekcije. U specifične promjene ubrajaju se dekompresijska bolest, barotraumska plinska embolija, hipoksija, toksično djelovanje ugljičnog dioksida, narkotično djelovanje dušika i nervni sindrom visokog tlaka. Medicinski "skrining" od prvorazrednog je značenja za sigurno ronjenje, jer neprepoznate bolesti ili loša pripremljenosti za ronjenje mogu dovesti do teže invalidnosti ili smrtnog ishoda.

Literatura *References*

- [1] W. Sykes: Medical aspects of scuba diving, BMJ vol. 308, 1994.
- [2] The physiology and medicine of diving 4th ed. London: W B Saunders, 1993.
- [3] The World Book, Encyclopedia, World Book, inc. 1994. Vol. 5, 246
- [4] Pomorska enciklopedija, JLZ, Zagreb, 1983, 171
- [5] The Merck manual of Diagnosis and Therapy, 16-th edition, Merck Co. Inc Rahway, N.J. 1992.
- [6] The Physician Guide to Diving Medicine, Undersea and Hyperbaric Medical Society, Bethesda, 1992.

Rukopis primljen: 20. srpnja 1996.



MEDITERANSKA PLOVIDBA d.d.
KORČULA - HRVATSKA

DIREKCIJA - KORČULA
Telegram: Mediteranska Korčula
Telex: 27528 MEDKOR
Telefoni: 020 / 711-156
711-155
Telefax: 020 / 711-157

RASPOLAŽE SPECIJALNIM BRODOVIMA HLADNJAČAMA ZA PRIJEVOZ LAKO POKVARLJIVIH TERETA PO SVIM MORIMA SVIJETA.

PREVOZI ROBU U SLOBODNOJ PLOVIDBI PO SVIM MORIMA SVIJETA

SUVREMENIM TRAJEKTOM ODRŽAVA VEZU KORČULA - KOPNO.