

# Ozljede i patološka stanja u rekreacijskom ronjenju

---

**Petrinović, Bisera**

**Master's thesis / Diplomski rad**

**2014**

*Degree Grantor / Ustanova koja je dodijelila akademski / stručni stupanj:* **University of Zagreb, School of Medicine / Sveučilište u Zagrebu, Medicinski fakultet**

*Permanent link / Trajna poveznica:* <https://um.nsk.hr/um:nbn:hr:105:389215>

*Rights / Prava:* [In copyright](#)/[Zaštićeno autorskim pravom.](#)

*Download date / Datum preuzimanja:* **2025-04-03**



*Repository / Repozitorij:*

[Dr Med - University of Zagreb School of Medicine Digital Repository](#)



**SVEUČILIŠTE U ZAGREBU**  
**MEDICINSKI FAKULTET**

**Bisera Petrinović**

**Ozljede i patološka stanja u rekreacijskom ronjenju: rizici i prevencija**

**Diplomski rad**



**Zagreb, 2014.**

Ovaj diplomski rad izrađen je na Katedri za Zdravstvenu ekologiju i medicinu rada Škole narodnog zdravlja Andrija Štampar pod vodstvom dr.sc.**Milana Miloševića**, dr.med. i predan je na ocjenu u akademskoj godini 2013/2014.

## SADRŽAJ

1. Sažetak .....	1
2. Summary .....	2
3. UVOD .....	1
4. UZROCI PODVODNIH NESREĆA .....	2
5. ZAŠTO RONIOCI UMIRU? .....	2
6. MEDICINSKI STANDARDI ZA REKREATIVNE RONIOCE .....	4
6.1 DOB .....	6
6.2 TEŽINA.....	7
6.3 KARDIOVASKULARNI SUSTAV .....	8
6.4 RESPIRATORNI SUSTAV.....	10
6.5 OTORINOLARINGOLOŠKI RIZICI.....	11
6.6 OKO .....	13
6.7 NEUROLOŠKI SUSTAV .....	14
6.8 ENDOKRINOLOŠKI SUSTAV.....	17
6.9 MUSKULOSKELETALNI SUSTAV .....	18
6.10 GASTROENTEROLOŠKI SUSTAV .....	18
6.11 HEMATOLOŠKI SUSTAV.....	20
6.12 OSTALI RIZICI.....	21
6.12.1 GENITO-URINARNI SUSTAV.....	21
6.12.2 ZUBI.....	21
6.12.3 KOŽA.....	21
6.12.4 IMUNOLOŠKE BOLESTI .....	21
6.12.5 ZARAZNE BOLESTI.....	21
7. LJEKOVI U RONJENJU .....	22
8. OZLJEDE I PATOLOŠKA STANJA U RONJENJU .....	25
8.1 BAROTRAUMA.....	25
8.1.1 BAROTRAUMA SREDNJEG UHA .....	26
8.1.2 BAROTRAUMA UNUTARNJEG UHA.....	26

8.1.3 BAROTRAUMA SINUSA .....	27
8.1.4 BAROTRAUMA ZUBA.....	27
8.1.5 BAROTRAUMA PLUĆA.....	28
8.2 DEKOMPRESIJSKA BOLEST (DCS, <i>decompression sickness</i> ) .....	28
8.2.1 SIMPTOMI .....	30
8.2.2 ČIMBENICI RIZIKA ZA RAZVOJ DCS .....	30
8.2.3 LIJEČENJE .....	31
8.2.4 SPRJEČAVANJE NASTANKA DEKOMPRESIJSKE BOLESTI.....	31
8.3 ZRAČNA EMBOLIJA.....	32
8.4 OZLJEDE MORSKIM ŽIVOTINJAMA.....	33
9. LETENJE NAKON RONJENJA .....	34
10. RONIOCI S POSEBNIM POTREBAMA .....	34
11. ZAKONSKA REGULACIJA RONJENJA U HRVATSKOJ .....	35
12. ZAHVALE .....	37
13. LITERATURA.....	38
14. ŽIVOTOPIS .....	40

## 1. Sažetak

Naslov rada: Ozljede i patološka stanja u rekreacijskom ronjenju: rizici i prevencija

Ime i prezime autora: Bisera Petrinović

Ronjenje je složena fizička aktivnost, koja zahtijeva zdravstvenu sposobnost i tjelesnu spremnost, mentalnu zrelost, posebna znanja i vještine, te posebnu opremu prilagođenu ronilačkim zahtjevima.

Rekreacijsko ronjenje postaje sve popularniji sport u svijetu, a broj certificiranih ronioaca u Hrvatskoj slijedi taj trend. Zbog toga bi u budućnosti sve više liječnika, posebice u hitnim službama, moglo doći u doticaj sa patološkim stanjima i ozljedama svojstvenim boravku u podvodnom okruženju. Bitno je da budu upoznati s njihovom patofiziologijom i kliničkom slikom da bi ih mogli prepoznati i na vrijeme liječiti, jer u suprotnom neke od njih mogu dovesti do fatalnih posljedica.

U ovom radu dan je pregled najčešćih ozljeda i patoloških stanja u ronjenju te znanstveno dokazanih rizika koji ih potenciraju odnosno predstavljaju zdravstvenu nesposobnost za ronjenje.

Prikazani su i lijekovi čije bi korištenje moglo biti kontraindikacija za ronjenje s osvrtom na najčešće nepoželjne nuspojave.

Najčešći razlozi incidenata su izazvani ljudskim faktorom. Među najznačajnije se ubrajaju "3N": neznanje, neiskustvo i nedisciplina. Stoga je nužna potreba stručnog i odgovornog zdravstvenog nadzora i sustavnog zakonodavnog uređenja te provođenja odgovarajuće prakse kako bi se zaštitili svi sudionici u ronjenju i minimalizirao rizik ronilačkih nesreća.

## **2. Summary**

Title of the paper: Injuries and pathological conditions in recreational diving : risks and prevention

Name and surname of the author: Bisera Petrinović

Diving is a complex physical activity that requires medical fitness and physical fitness, mental maturity, special knowledge and skills, and special equipment that meets diving requirements. Recreational diving is becoming an increasingly popular sport in the whole world, and the number of certified divers in Croatia follows this trend. Therefore, in the future, more and more doctors, especially those working in emergency services, could come into contact with pathological conditions and injuries caused by an underwater environment. It is important to familiarize with their pathophysiology and clinical symptoms to be able to recognize and treat them in time, otherwise some of them can lead to fatal consequences.

This paper presents an overview of the most common injuries and pathological conditions in diving and scientifically proven risks that they pose and therefore disqualify a person from recreational diving. Drugs whose use could be a contraindication to diving with the most frequent undesirable side effects are also presented. The most common cause of diving incidents is human factor. Among the most significant we include "3 I-s": ignorance, inexperience and indiscipline. It is therefore a necessity of professional and responsible health surveillance and systematic legislation to plan and implement appropriate practices to protect all participants in diving and minimize the risks of diving accidents.

### 3. UVOD

Ronjenje označava boravak ispod vodene površine, zadržavanjem daha ili uz pomoć aparata za disanje. To je iznimno složena fizička aktivnost koja zahtjeva zdravstvenu sposobnost i tjelesnu spremnost, mentalnu zrelost, potrebna znanja i vještine te posebnu opremu prilagođenu ronilačkim zahtjevima (Gošović 1990).

Ovdje ćemo govoriti o sportskom rekreacijskom ronjenju pomoću autonomnog ronilačkog aparata na zrak (SCUBA- *Self-Contained Underwater Breathing Apparatus*). U rekreativnom ronjenju postoji nekoliko kategorija ronioca po usvojenom stupnju vještina, i nekoliko međunarodno priznatih škola (francuski CMAS, američki PADI i SSI ) koje se bave edukacijom i izdavanjem diploma za pojedinu ronilačku kategoriju. Najveća dopuštena dubina rekreativnog ronjenja iznosi 40 metara, ali preporučuje se samo vrlo iskusnim roniocima.

Najveći dio morbiditeta u rekreacijskom ronjenju čine barotrauma, dekompresijska bolest i utapanje s prevalencijom 5-152 ozljede /100 000 zarona. Utapanje je najčešći uzrok smrti a u najvećem broju slučajeva mu prethodi nedostatak zraka. Najveća je povezanost pojave ozljeda slabom edukacijom i znanjem ronioca te njegovim preegzistirajućim medicinskim problemima, zatim okolišnim faktorima kao što su temperatura vode i zraka i letenje u kratkom periodu nakon ronjenja. Od faktora specifičnih za samo ronjenje na prvom mjestu je gubitak plovnosti i nagli izron. U ukupnom mortalitetu osoba starijih od 15 godina (donja dobna granica za rekreacijsko ronjenje) sudjeluju sa 0.013 % (Buzzacott 2012).



#### **4. UZROCI PODVODNIH NESREĆA**

Najčešći razlozi incidenata su izazvani ljudskim faktorom. Među najznačajnije se ubrajaju "3N": neznanje, neiskustvo i nedisciplina.

Neznanje obuhvaća nesreće kojima je razlog neodgovarajuća obuka i praktična osposobljenost ronioca.

Neiskustvo je problem kod ronioca početnika koji nisu do automatizma usvojili i ovladali odgovarajućim postupcima i manevrima pod vodom. Najčešći primjer je panična reakcija zbog uobičajenih problema kao što je prodor vode u masku ili regulator, gubitak peraje i slično.

Nedisciplina je nedvojbeno najčešća od ovih triju uzroka. Tu spadaju ronjenja bez odgovarajuće organizacije i pripreme, bez odgovarajućeg minimuma opreme, prekoračenje dubine i dužine boravka pod vodom, ronjenje u nepovoljnim maritimnim uvjetima i sl. (Gošović 1990 ).

#### **5. ZAŠTO RONIOCI UMIRU?**

Uzroci smrti u ronjenju ovise o populaciji obuhvaćenju istraživanjem, opremi koja se koristi, okruženju i vrsti ronjenja. Smatra se da je smrtnost rekreativnih ronilaca je 15-18 na 100 000 i u stalnom je porastu. Neovisne procjene sigurnosti u rekreativnom ronjenju, iz SAD-a, Australije i Japana sve pokazuju da to nije sigurna aktivnost, unatoč propagandi ronilačke industrije koja ga prikazuje sigurnijim od npr. vožnje automobila (Edmonds 2002).

U velikoj studiji ronilačkih nesreća ANZ (Australija i Novi zeland) se pokušalo pokazati koji to medicinski faktori pridonose utapanju i smrti rekreativnih ronioca. U 39 % to je bila panika zbog nekih neobičnih okolnosti u ronjenju kao što je neispravnost opreme, slaba vidljivost, jaka struja, gubitak regulatora koja je posljedično dovela do fatalnog naglog izrona. Kod 28% smrti je

prethodila premorenost koja je dovela do problema sa srcem, panike, aspiracije slane vode ili precipitirala asmatski napad. Povraćanje pod vodom je bilo kobno za 10 %, dušikova narkoza 9%, u 7% su to bili lijekovi, 8% egzacerbacija astme. Nakon obdukcije pokazalo se da je pulmonalna barotraumas kriva za 13 % smrtnih slučajeva, pretežito mladih i neiskusnih ronioaca, a za starije muškarce najčešći krivac su bili infarkt miokarda i aritmije.

Činjenica je da je 9% poginulih ronioaca bilo savjetovano da ne rone, a bar 25% je trebalo biti proglašeno nesposobnima za ronjenje. Među žrtvama se tako pojavio velik broj asmatičara, hipertoničara na terapiji, kao i osoba s dijabetesom i epilepsijom što je teško razumjeti budući da svi morali obaviti medicinski pregled i ispuniti medicinske upitnike prije nego što su primljeni u školu ronjenja. Svakako, sustav je zakazao u probiru visokorizičnih kandidata bilo zbog komercijalnih faktora, ili zato što liječnici još uvijek miješaju dobru fizičku spremu i dobru ronilačku spremu koja uz fizičku znači i odsustvo bolesti inkompatibilnih sa sigurnim ronjenjem (Edmonds 2002).

## 6. MEDICINSKI STANDARDI ZA REKREATIVNE RONIOCE

Medicinski standardi za rekreativno ronjenje ostavljaju više prostora za fleksibilnost u odnosu na standarde profesionalnog ronjenja i teže ih je definirati u apsolutnom smislu. Rekreativni ronilac ima izbor dubine i trajanja ronjenja, može izbjeći nepovoljne vremenske uvjete, i fizički zahtjevi na njegov organizam su manji.

Kod procjene sposobnosti ronjenja kandidata moramo odgovoriti na četiri važna pitanja koja se postavljaju:

1. Utječu li stanje ili bolest na osobnu sigurnost ronioca?
2. Utječe li na sigurnost ostalih sudionika ronjenja?
3. Hoće li ronjenje dovesti do egzacerbacije simptoma predisponirajuće bolesti?
4. Hoće li ronjenje rezultirati dugoročnim posljedicama za tog kandidata (Edmonds 2002)?

Različite zemlje imaju različite pristupe ocjenjivanju zdravstvenog stanja ronioca. U SAD-u, gdje je vodeća škola ronjenja PADI, medicinski pregled rekreativnog ronioca nije obavezan. Kandidati osobno potpišu izjavu koja ih informira o potencijalnim rizicima ronjenja i ispune medicinski upitnik o dosadašnjim bolestima koje bi mogle biti kontraindikacija za ronjenje. Pitanja su da/ne tipa i pozitivan odgovor na jedno od njih je indikacija za liječnički pregled prije nastavljanja obuke. U suprotnom pregled nije potreban (Edmonds 2002).

U Velikoj Britaniji pod okriljem škole rekreativnog ronjenja BSAC kandidati moraju imati liječničku potvrdu da zadovoljavaju medicinske standarde rekreativnog ronjenja. Dozvola se do četrdesete godine života obnavlja svako pet godina a potom svako tri godine. Iznad pedesete godine liječnički pregled je obavezan svake godine. (Edmonds 2002).

U Australiji postoje medicinski standardi AS4005.1 koji detaljiziraju medicinske kriterije na koje se treba obratiti pozornost kod pojedinaca koji žele se žele baviti rekreativnim ronjenjem. Pregled bi trebao biti proveden od strane liječnika koji je završio neki od odobrenih tečaja osposobljavanja za medicinsko ispitivanje kandidata za rekreativno ronjenje. Liječnički pregled potreban je samo jednom prije početka ronilačke obuke, a nema zahtjev za dodatnim pregledima s obzirom na dob ronioca kao u Velikoj Britaniji. Na potvrdi koju izdaje liječnik mora potvrditi da kandidat ispunjava zahtjeve medicinskih standarda (liječnička odluka i odgovornost), a ako te zahtjeve ne ispunjava u potpunosti treba naznačiti savjete dane roniocu za minimiziranje rizika s obzirom na njegovo stanje ili bolest (time ronjenje postaje osobna odgovornost) (Edmonds 2002).

Zdravstveni su rizici u ronjenju, uglavnom, isti za rekreativne, sportske, profesionalne i druge ronioce, ali se razina rizika razlikuje ovisno o primijenjenim procedurama ronjenja, uvježbanosti, vještinama i opremi ronioca (Furlan 2009).

Određivanje potrebnih sposobnosti, relativnih i apsolutnih ograničenja temelj je uspješne ocjene zdravstvene sposobnosti ronioca. Svakog pristupnika za ronjenje treba ocjenjivati strogo individualno, poznavajući uvjete u kojima će roniti, opremu koju će koristiti, njegovo iskustvo i brojne druge čimbenike. Cilj koji želimo postići je što veća moguća sigurnost pristupnika, kao i onih koji rone zajedno s njim.

## 6.1 DOB

Kao opće pravilo, ronjenje na dubini većoj od 9 metara ne bi trebalo biti dopušteno prije postizanja osteogenetske zrelosti djeteta, odnosno nakon što dođe do spajanja epifiza. Potrebno je pritom napomenuti da postoji vrlo malo dokaza da je dekompresijska bolest je stvarno utjecala na rast kostiju u mladim životinja. Djeca, iako mogu biti osposobljena i vješta u ronilačkim tehnikama, često nemaju ni fizičku snagu ni psihološku stabilnost kako bi se nosila s mogućim neočekivanim opasnosti ronjenja. Dijete izloženo ronilačkoj obuci mora biti potpuno pod kontrolom instruktora ronjenja. Dobrodošlo upozorenje koje omogućuju djeci roniti daje referencu na raspon dobi u statistike i smrt. Najmlađe dijete koje je umrlo prilikom ronjenja je imalo sedam godina, a mnogi su bili u dobi od 10 i 14 godina (Edmonds 2002).

Ne postoji gornja dobna granica pod uvjetom da kandidat zadovoljava sve zdravstvene standarde. Iako je fiziološka dob je važnije od kronološke dobi, za ronioce starije od 40 godina preporučavaju se da redoviti ponovni pregledi kako bi se otkrile medicinske abnormalnosti, što može ometati učinkovitost i sigurnosti u ronilačkom okruženju. Elektrokardiografski (EKG) pregledi u maksimalnom opterećenju se preporučavaju za ovu evaluaciju a minimumom se smatra postizanje 13 metaboličkih ekvivalenata (METSa) (Edmonds 2002 ).

S porastom dobi primjenjuje se sve konzervativniji pristup ronjenju. Preporučljivo je da se za svako desetljeće iza tridesete godine života maksimalna dubina ronjenja smanji za deset posto (Edmonds 2002).

## 6.2 TEŽINA

Prekomjerna debljina se smatra povećanim rizikom za dekompresijsku bolest jer mast apsorbira pet puta više dušika nego voda i sporije ga eliminira a samim time povećava rizik za razvoj dekompresijske bolesti. S druge strane, pretilost smanjuje rizik od hipotermije (Edmonds 2002).

Idealno, težina bi trebala biti manje od 20 posto iznad prosječne idealne težina za dob, visinu i građu kandidata. I dok je pretilost u profesionalnom ronjenju kontraindikacija za ronjenje, u rekreativnom se može ograničiti dubina i vrijeme provedeno pod vodom. Australški centar za medicinu ronjenja je razradio tablice po kojima se vrijeme ronjenja smanjuje sukladno postotku odstupanja tjelesne težine od normale za visinu i građu (Edmonds 2002).

### 6.3 KARDIOVASKULARNI SUSTAV

Postojanje ozbiljnih kardiovaskularnih bolesti diskvalificira kandidata za ronjenja zbog rizika od iznenadnog gubitka svijesti ili smanjene fizičke kondicije. Te bolesti su odgovorne za 12-23 % smrtnih slučajeva u rekreativnom ronjenju. Sve abnormalnost treba istražiti u potpunosti prije izdavanja potvrde. EKG u maksimalnom opterećenju je vrijedan dodatak liječničkom pregledu i preporučuje se kod svih ronilaca u dobi iznad 45 godina, a i onih mlađih, ukoliko postoje značajni koronarni faktori rizika. Važno je zapamtiti da je koronarna arterijska bolest može biti prisutna unatoč normalnoj fizičkom pregledu (Edmonds 2002). Fizički i psihički napor pod vodom može značajno opteretiti kardiovaskularni sustav i dovesti do ishemije srca. Također, sam uron u hladnu bodu izaziva perifernu vazokonstrikciju i povećava preload srca koji može rezultirati edemom pluća kod pacjenata s bolestima lijeve kljetke i velikim valvularnim greškama kao što je aortna stenoza. Bojimo se nastupa nesvjesticice i posljedičnog utapanja ronionca (Furlan 2009).

Kod pristupnika starijih od 40 godina bi se trebao procjeniti rizik za koronarnu arterijsku bolest s obaveznim testom opterećenja ( prihvatljivi minimum iznosi 12 MET-a ili 40 ml /kg/min potrošnje kisika) (Bove 2004).

Sve organske bolesti srca su kontraindikacija osim ako eventualno kardiolog ne procjeni da nisu hemodinamski ugrožavajuće (kao što je često slučaj s bikuspidalnom aortnom valvulom i prolapsom mitralne valvule). To uključuje sve vrste kardiomiopatija, simptomatsku ishemičnu bolest srca, defekte septuma atrija i ventrikula (desno-lijevi šant je posebno opasan jer je rizik za

opasni neurološki oblik dekompresijske bolesti), aortalnu i mitralnu stenozu, umjetne valvule, koarktaciju, ugrađenu srčanu prenosnicu, aritmije (osim sinus aritmija i rijetkih ventrikularnih ekstrasistola), varikozne vene, Reynaudov sindrom iznad prvog stupnja po Stockholmskoj skali (Furlan 2009).

Hipertenzija je čest problem na koji nailazimo kod ronioaca, posebno u dobi iznad 50 godina. Tlak bi trebao biti 140/90, eventualno se može tolerirati i do 160/100 ako kandidat ne uzima lijekove, ili lijekovi nemaju utjecaja na podvodnu sigurnost i nema oštećenja ciljnih organa. Kandidat kojemu je izvedena perkutana transluminalna koronarna angioplastika (PTCA) može biti sposoban za ronjenje ako 6 mjeseci od zahvata ima dokazanu revaskularizaciju miokarda, nema simptoma ishemije i ima uredan nalaz stres ergometrije (Furlan 2009).

Srčani elektrostimulator (pacemaker) je rekreativne ronioce relativna kontraindikacija ako se kandidat ima zadovoljavajuću stres ergometriju i ako elektrostimulator ima certifikat da može izdržati velike promjene atmosferskog tlaka kao u dubinskom ronjenju (PADI 2007).



## 6.4 RESPIRATORNI SUSTAV

Respiratorne bolesti su vodeći uzrok diskvalifikacije kandidata u ronjenju. Ronioci ne samo da moraju biti u stanju tolerirati fizički napor, koji zahtijeva dobru funkciju dišnog sustava, nego i biti u mogućnosti podnositi brze promjene volumena pluća u skladu s atmosferskim tlakom (Edmonds 2002).

Svaka ozljeda ili proces na plućima koji mogu dovesti do zarobljavanja zraka zbog posebnosti ponašanja plinova pod povećanim tlakom (Boyleov zakon) su izrazito opasna i povećavaju rizik od barotraume pluća s posljedičnom cerebralnom embolijom. Roniti ne bi smjele osobe s akutnom respiratornom bolesti, akutnom upalom sinusa, KOPB-om, prethotnim spontanom pneumotoraxom, karcinomom pluća, ozljedama torakalnog zida, cističnom fibrozom, sarkoidozom i ostalim restriktivnim bolestima pluća. Ronioc treba imati FVC veći od 4 litre za muškarce i 3 litre za žene te FEV1 veći od 80% i FEV1/FVC veći od 70% da bi mogli izdržati povišen psihofizički napor na dubini (Furlan 2009).

Oko ronjenja nakon spontanog pneumotoraksa mišljenja su podjeljena. Budući da se većina ponovnih spontanih pneumotoraksa javi u intervalu od dvije godine nakon prvog neki smatraju da se, ukoliko su RTG I funkcijski testovi pluća zadovoljavajući, ronjenje može dopustiti. Drugi su pak zabrinuti oko pleuralnih adhezija koje se javljaju nakon pneumotoraksa koje mogu zarobiti zrak i dovesti do pulmonalne barotraume (Edmonds 2002). Astma je kontraindikacija za ronjenje ako je asmatični napad izazvan naporom, hladnoćom, emocijama i bronhoprovokativnim testom. Da se dopusti ronjenje asmatičar treba biti u remisiji i

imati FEV1 veći od 80% nakon 6 minuta izvođenja testa opterećenja. Bronhodilatatori se ne smiju uzimati najmanje 48 sati prije ronjenja (PADI 2007).

Penetrirajuće torakalne ozljede i operacije na plućima dovode do stvaranja ožiljka koji se ne može prilagoditi promjenama atmosferskog tlaka dobro kao normalno plućno tkivo te povećava rizik od plućne barotraume i razdora pleure (Edmonds 2002).

Relativne kontraindikacije su astma u djetinjstvu (mnogo kontroverzi) te pneumotoraks koji nije spontani (Furlan 2009).

Osobama koje su imale niže rezultate na spirometriji, a osim toga su dobra zdravlja, potrebno je preporučiti da izranjaju sporije od uobičajenog (3m/min) te da smanje dubine svojih zarona (svakako manje od 30m). Da bi se otkrilo “zarobljavanje zraka” potrebno je učiniti RTG u inspiriju i ekspiriju te sintezom kliničke slike i simptomatologije, spirometrijskih rezultata i rentgena individualno procijeniti rizik svakog bolesnika (Edmonds 2002).

## **6.5 OTORINOLARINGOLOŠKI RIZICI**

Uredna funkcija uha grla i nosa temelj je svakog sigurnog ronjenja. Upravo njihova patologija je najčešća stoga ORL pregled ronioca zahtjeva posebnu pažnju. Tlak između tjelesnih šupljina (sinusi, srednje uho) mora se izjednačiti pri zaronu i izronu. Ako se u tome ne uspije, javlja se bol koja može prethoditi rupturi zatvorenog prostora u kojem se nalazi zrak s posljedičnim oštećenjem, pa čak i smrtnim ishodom. Unutarnje uho je tekućina pa nije podložno barotraumatskim ozljedama, ali ovalni i okrugli prozorčić na granici srednjeg i unutarnjeg uha

mogu rupturirati pod utjecajem promjena tlaka. Jednom rupturirani i zacjeljeni ostaju pod povećanim rizikom za recidivnu rupturu (PADI 2007).

Otoskopsko promatranje micanja bubnjića kod izvođenja Valsalvinog pokreta, audiometrija i Rombergov test za screening vestibularnih poremećaja trebaju biti sastavni dijelovi pregleda ronilaca (Edmonds 2002).

Ždrijelo i grkljan moraju biti bez opstrukcije, epiglotis mora normalno funkcionirati da spriječi aspiraciju. Frakture srednjeg dijela lica su rizik za barotraumu i rupturu sinusa. Apsolutne kontraindikacije su sve opstrukcije koje ometaju izjednačavanje pritiska ili idiopatska nemogućnost izjednačavanja tlaka u ušima ili sinusima, otvorena perforacija membrane tympani, kronična upala uha, kronični sinusitis, operacije uha (slušnih košćica, unutarnjeg uha), paraliza facijalisa povezana s barotraumom, bolesti unutarnjeg uha osim prezbiakuzije, kolesteatom, radikalna mastoidektomija, nekorigirana opstrukcija gornjeg respiratornog trakta, nekorigirane laringokele, laringektomija, traheostomija te vestibularni oblik dekompresijske bolesti u anamnezi (Furlan 2009).

Relativne kontraindikacije u kojima se ronjenje može razmotriti nakon njihovog uklanjanja su akutna upala uha, akutni sinusitis, znatnija opstrukcija vanjskog uha (osteofiti, cerumen), znatnija naglušnost konduktivnog ili senzornog tipa, alergijski rinitis, srasla perforacija membrane tympani, timpanoplastika i jednostavna mastoidektomija u povjesti bolesti, disfunkcija temporomandibularnog zgloba, frakture lica po Le Fortu tip I, II, III, paraliza facijalisa nepovezana s barotraumom, radijacijska terapija glave i vrata, ruptura ovalnog i okruglog prozorčića u anamnezi (Furlan 2009).

Često su u podlozi nemogućnosti izjedačavanja tlaka u srednjem uhu deformacije nosnog septuma koje uzrokuju disfunkciju eustahijeve tube. Nakon operacije ronjenje postaje moguće (Furlan 2009).

Upotreba topičkih lijekova kao što su dekonjestanti, antihistaminici i steroidi mora biti pažljivo razmotrena (Furlan 2009).

Kohlearnu funkciju treba ispitati audiogramom i bilo bi idealno kada bi prag cujnosti bio 20 dB ili niži kod frekvencija od 500- 4000 Hz. Audiogram treba napraviti i nakon epizode barotraume srednjeg uha da se isključi moguća prateća barotraumas unutarnjeg uha (Edmonds 2002).

## **6.6 OKO**

Dobar vid je preduvjet sigurnog ronjenja. Daljinski vid ne bi trebao biti manji od 6/18 za oba oka, i 6/24 za gore oko. Prezbiopija može dovesti do problema u čitanju podataka s ronilačkog kompjutera ili manometra koji pokazuje koliko zraka je ostalo u boci. Konveksna leća dodana u masku za lice treba ispraviti hypermetropiju. Kratkovidnost se može ispraviti konkavnim lećama u maski ili mekim lećama. Tvrde leće (osim ako nisu fenestrirane) se ne preporučavaju za ispravljanje vida u ronjenju zbog opasnosti od oštećenja rožnice mjehurićima koji se stvaraju ispod nje. Nakon očne kirurgije, rožnica sporo zarasta a nakon radikalne keratotomije nikada ne postiže punu snagu. Zbog negativnog podtlaka koji se stvara između lica i maske prilikom ronjenja može doći do ruptur rožnice na kirurškom rezu (Edmonds 2002).

Glaukom nije kontraindikacija ukoliko nije doveo do značajnog gubitka vidne oštine, a u terapiji je preporučljivo izbjegavati inhibitore karboanhidraze zbog parestezije kao nuspojave koja koja može pobuditi lažnu sumnju na dekompresijsku bolest.

Očne proteze je potrebno skinuti prije ronjenja jer mogu implodirati i dovesti do ozljeda (Edmonds 2002).

## **6.7 NEUROLOŠKI SUSTAV**

Sva neurološka stanja u kojima postoji rizik od nesvjestica, konvulzija, motoričkih smetnji, smetnji govora i vida te orijentacije i ravnoteže nespojivi su s ronjenjem zbog povećanog rizika utapanja (PADI 2007).

Mnogi smatraju da su bolesti koje mogu imati nepredvidive neurološke ispade kao demijelinizirajuće bolesti ili migrena kontraindikacije za ronjenje jer ih je teško razlikovati od simptoma neurološkog oblika dekompresijske bolesti (PADI 2007).

Nakon potresa mozga postoji visok rizik od posttraumatske epilepsije u roku od šest mjeseci ukoliko je došlo do:

- Trajanja gubitka svijesti većeg od 10 minuta
- Epileptičkog napad u neposrednom razdoblju nakon traume
- neurološkog deficita (npr posttraumatska amnezija 24 sata, prolazne hemipareze)
- Poremećaj u korteksu (frakture lubanje, intrakranijski hematom)

Normalan elektroencefalogram u neposrednom postraumatskom periodu ne isključuje razvoj posttraumatske epilepsija. Ako takvi kandidati u razdoblju od 6 mjeseci ne razviju epilepsiju, ne trebaju lijekove i normalno funkcioniraju nakon što im se može dopustiti (Edmonds 2002).

Oni s poviješću penetrirajuće ozljede glave (npr projektilom), post-traumatskom amnezijom duljom od 24 sata, kompresivnim prijelomom lubanje ili akutnim hematom ne bi trebali najmanje pet godina, zbog rizika od kasnije post-traumatske epilepsija (Edmonds 2002).

Ozljede i bolesti leđne moždine su važne jer se, uz ograničenje zbog primarnog neurološkog deficita, može se raditi i o povećanoj osjetljivosti kralježnice na spinalni oblik dekompresijske bolesti.

Kandidati s traumom ili bolesti leđne moždine ne bi smjeli raditi, čak i ako klinički vidljiv deficit ne postoji (Edmonds 2002).

Češći problem je kandidat s anamnezom hernije intervertebralnog diska. Ako je asimptomatski i bez neuroloških znakova, radnja s ograničenjima može biti dopušteno (Edmonds 2002).

Stenoze spinalnog kanala zbog degenerativnih bolesti zglobova također čine kralježnicu osjetljivijom i podložnijom ozljedama (Edmonds 2002).

Apsolutnim neurološkim kontraindikacijama se mogu smatrati dekompresijska bolest u anamnezi s trajnim neurološkim posljedicama, svi oblici epilepsije (osim febrilnih konvulzija prije pete godine), intrakranijalni tumori i aneurizme, migrena s neurološkim simptomima, miastenija gravis, multipla skleroza, trauma i bolesti leđne moždine ili mozga s trajnim neurološkim oštećenjima, moždani udar, TIA, Parkinsonova bolest te distrofične bolesti središnjeg živčanog sustava.

Relativne kontraindikacije su asimptomatsko razdoblje od 10 godina bez epileptičkog napada i bez terapije, sindrom kroničnog umora, nerazjašnjeni gubitak svijesti, blaže ozljedce glave s postraumatskom amnezijom ili nesvjesticom kraćom od 30 min, trigeminalna neuralgija. Paraplegija nije kontraindikacija na posebnim ronilačkim tečajevima rađenima upravo za osobe s invaliditetom i izvođena na malim dubinama (Furlan 2009).

Posebna skupina neuroloških rizika su oni neuropsihijatrijski . Osoba koja želi roniti ne bi trebala bolovati od psiholoških bolesti jer bi one mogle uzrokiti i njenu sigurnost i sigurnost ostalih sudionika u ronjenu. Takve su klaustrofobija, panični poremećaji, shizofrenija i druge aktivne psihoze, bipolarni i unipolarni afektivni poremećaji te različite fobije. Posebna je pozornost potrebna s osobama s pokušajem suicida u anamnezi (Furlan 2009).

Ronioci trebaju biti mentalno i emocionalno stabilni, motivirani za učenje i svjesni opasnosti podvodnog okruženja. Ne bi se smjelo roniti zbog pogrešnog motiva ( samodokazivanje, da se zadovolji prijatelj ili partner). Osobe ovisne o alkoholu i drogama te osobe na psihotropnim lijekovima ne bi se smjele baviti ronjenjem (Furlan 2009).

## 6.8 ENDOKRINOLOŠKI SUSTAV

Ronjenje je stres za organizam angažira velik broj neuroloških i hormonalnih odgovora. Svaka osoba s endokrinim poremećajem bi trebala biti pregledana od strane endokrinologa i specijalista sportske medicine koji će individualno procijeniti rizik. Hipertireoidizam i hipotireoidizam su povezani s poremećajima termoregulacije, ali dobro kontrolirane, nakon radiojodne i supstitucijske terapije osobe se smatraju sposobnima za rekreativno ronjenje. Hipopituitarizam je kontraindikacija čak i na zamjenskoj terapiji jer kortizolska supstitucija nije dostatna za uvjete povišenog stresa kao što je ronjenje (Furlan 2009).

Dijabetes je jedna od rijetkih bolesti za koju su izdane specifične smjernice kod rekreacijskog ronjenja. Tako dijabetičari stariji od 18 godina, na stabiliziranoj terapiji inzulinom (bar jednu godinu) ili oralnim hipoglikemicima (bar 3 mjeseca), koji nisu imali teških epizoda hipo/hiperglikemije u zadnjih godinu dana, s HbA1c < 9%, te bez značajnih sekundarnih komplikacija su sposobni za rekreativno ronjenje. Trebali bi izbjegavati dubine veće od 30 metara i trajanje zarona duže od 60 minuta, ronjenje u špiljama i jako hladnim vodama. Osoba koja roni s njima mora biti obavještena o njihovom stanju i ona ne smije biti dijabetičar. Na dan ronjenja trebaju sami sebi mjeriti glukozu 60 min, 30 min i neposredno prije urona. Idealno bi bilo da je izmjerena glukoza u rasponu 8.3-16.7 mm/L, u suprotnom je potrebno odgoditi ronjenje. Važno je da sa sobom tokom zarona nose glukozu za oralnu primjenu, a na površini imaju spremnu injekciju glukagona (Pollock 2005).



Trudnoća se smatra apsolutnom kontraindikacijom za ronjenje jer je nekoliko retrospektivnih studija uspjelo povezati izloženost dubini u trudnoći i kasnije fetalne abnormalnosti, mada ima i studija koje to opovrgavaju. Zbog nedovoljnog ukupnog broja istraživanja preporuka je da se žene suzdrže od ronjenja u trudnoći, posebno onih dubljih od 10 m (Cresswell 1991).

## **6.9 MUSKULOSKELETALNI SUSTAV**

Ronilačka boca (teži 18 kg) i utezi (6-15 kg najčešće) su sastavni dio ronilačke opreme. Predstavljaju veliki stres za kralježnicu tako da je bol u leđima privremena kontraindikacija za ronjenje. Relativne kontraindikacije su amputacija, artritis, spondiloza, sanirane frakture, skolioza (provjeriti respiratornu funkciju) te aseptična nekroza kosti zbog rizika od progresije (Furlan 2009).

## **6.10 GASTROENTEROLOŠKI SUSTAV**

Svako stanje koje može dovesti do povraćanja, krvarenja, perforacije ili "zarobljavanja" zraka u probavnom sustavu kontraindikacija je za ronjenje. Zarobljeni zrak se pri izronu ekspanira i može dovesti do perforacije gastrointestinalnog trakta. Povraćanje može dovesti do gušenja i utapanja. Sva stanja sa čestom boli u truhu u većini slučajeva isključuju kandidata za ronjenje zbog mogućnosti konfuzije sa simptomima dekompresijske bolesti (Furlan 2009).

Usnu šupljinu treba pregledati radi znakova zubnog karijesa i parodontne bolesti dovoljno jake da dovodi do klimanja i ispadanja zubi koji bi se mogli udahnuti, ili mogu uzrokovati poteškoće s držanjem usnika regulatora. Potrebno je procijeniti stabilnost potpune ili djelomične proteze u ustima (Edmonds 2002).

Hernije trbušnog zida (ingvinalna, femoralna, umbilikalna, incizijska) koje potencijalno sadrže crijeva može uzrokovati probleme zbog varijacija volumena plina tijekom promjene dubine. Postoji i rizik njihove inkarceracije prilikom dizanja teške ronilačke opreme. Nakon uspješne kirurške operacije rekreativno ronjenje može biti dozvoljeno (Edmonds 2002).

Prisutnost hijatus hernije ošita može dovesti do podvodnog refluksa ili povraćanja, pogotovo u poziciji glavom prema dolje kod zarona. Tijekom uspona, refluks je također moguć, kao što su i gastrointestinalne barotraume zbog širenja plina u želucu. Rizik je najveći kod paraezofagalne hernije. Nakon kirurškog popravaka ronjenje može biti dopušteno. (Edmonds 2002).

Povijest ulkusa želuca može biti važna zbog potencijalnog rizika od perforacije ili krvarenja.

Kirurški zahvati na želudcu mogu dovesti do “dumping sindroma“ uz rizik hipoglikemije. Pilorična opstrukcija može uzrokovati napuhnutos i rupturu želuca tokom izrona.

Upalne bolesti crijeva kao što je Crohnova bolest ili ulcerativni kolitis, nisu nužno kontraindikacija kod rekreativnog ronjenja tijekom razdoblja kada je stanje je u remisiji, a terapija lijekovima nije potrebna (Edmonds 2002).

Relativni rizici su upalne i funkcionalne bolesti crijeva , malapsorpcijski sindrom , ezofagealni divertikul, nedavne bilijarne kolike i hernije abdominalnog zida dovoljno velike da prouzroče inkarceraciju crijeva (Furlan 2009).

Apsolutni rizici su ahalazija, aktivni peptički ulkus, teški gastroezofagealni refluks, opstrukcija crijeva, aktivni kronični hepatitis i pankreatitis (Furlan 2009).

Ileostoma i kolostoma ne dobode do povećanog rizika ozljeda u rekreativnom ronjenju (Edmonds 2002).

## 6.11 HEMATOLOŠKI SUSTAV

Sva stanja koja onemogućuju adekvatni transport kisika do ciljnih tkiva i reološka svojstva krvi su kontraindikacija. Bolesti s rizikom hemoragijske dijateze, kao što su hemofilija i Von Willebrand bolest, su razlozi za odbijanje rekreativnog ronioca zbog rizika od traume. Disbarična patologija, posebice mozga, leđne moždine ili unutarnjeg uha, može biti komplicirana sekundarnim krvarenjima kod tih bolesti. Kandidati sa srpastom anemijom makar i asimptomatskom ne bi smjeli roniti zbog rizika hipoksije i aseptičke nekroze kosti. Polycythaemia može dovesti krvožilne okluzije i samim time diskvalificira kandidata za ronjenje. Kandidati s leukemijom u remisiji zahtjevaju pažljivu procjenu. HIV seropozitivni pacijenti ne smiju roniti jer zbog disrupcije krvno moždane barijere u ronjenu postoji rizik od širenja virusa u mozak, a uočene su i pojave kognitivnih deficita, ataksije i hemiplegije kod do tada asimptomatskih HIV seropozitivnih osoba izloženih hiperbaričnim uvjetima (Edmonds 2002).

Apsolutna ograničenja su poremećaju koagulacije, leukemija, policitemija, srpasta anemija i tajasemija major. Darivatelji krvi 48-72 sata nakon davanja ne bi smjeli roniti (Furlan 2009).

Minimalni zahtjevi su hemoglobin žene 10.5 g/dL, muškarci 12 g/dL te hematokrit 0,4 SI (Furlan 2009).

## **6.12 OSTALI RIZICI**

### **6.12.1 GENITO-URINARNI SUSTAV**

Apsolutna ograničenja su renalna insuficijencija i aktivne genito urinarne infekcije.

Relativna ograničenja su bubrežni kamenci, nedavne kolike, poremećaju bubrežne funkcije i otežano mokrenje (Furlan 2009).

### **6.12.2 ZUBI**

Treba apstinirati od ronjenja 24 sata nakon zahvata na zubima i 14 dana nakon vađenja zuba.

Kariozni zubi trebaju biti sanirani (Furlan 2009).

### **6.12.3 KOŽA**

Svaka teža akutna ili kronična infekcija kože koja remeti njen integritet i ometa termoregulaciju (Furlan 2009).

### **6.12.4 IMUNOLOŠKE BOLESTI**

Ljudi s ankilozantnim spondilitisom, osteoartritisom, reumatoidnim i psorijatičnim artritisom, lupusom i sklerodermijom ne bi smjeli roniti (Furlan 2009).

### **6.12.5 ZARAZNE BOLESTI**

Ne preporuča se ronjenje s AIDS-om i hepatitisom, a oboljelima od malarije i mononukleoze se zabranjuje do potpunog ozdravljenja (Furlan 2009).

## 7. LJEKOVI U RONJENJU

Kisik, ugljični dioksid i dušik ili drugi inertni plinovi pod povećanim parcijalnim tlakom mogu ulaziti u interakcije s lijekovima i mijenjati njihovu farmakodinamiku i farmakokinetiku. Malo je istraživanja koja te interakcije proučavaju. Najvažnija područja koja izazivaju zabrinutost u ronjenju su učinci na središnji živčani sustav, autonomni živčani sustav, te kardiovaskularni i respiratorni sustavi. Mnoge studije su koncentrirane na neurobihevioralne učinke lijekova pod pritiskom, ali i druge učinci kao što su pogoršanje srčane aritmije ili toksičnosti kisika mogu biti jednako važno (Edmonds 2002).

Neke nuspojave lijekova koje mogu biti bitne u podvodnom okruženju i koje svakako želimo izbjeći zbog opasnosti od ozljeda ali i preklapanja simptoma s onima dekompresijske bolesti, uključuju:

- živčani sustav: glavobolja, vrtoglavica, akutna psihoza, zujanje u ušima, tremor, nekoordinacija, ekstrapiramidalna sindromi, parestezije i perifernu neuropatiju
- kardiovaskularni sustav: tahikardija, bradikardija, aritmije, hipotenzija (posturalna), bol u prsima i edem.
- hematološki sustav: anemija, trombocitopenija, neutropenija i poremećaji koagulacije.
- probavni sustav: mučnina, povraćanje, abdominalni grčevi, proljev, izmijenjena funkcija jetre i zatajenje jetre.
- bubreg: zatajenje bubrega, poremećaji elektrolita i poremećaji mokrenja.
- mišićno-koštani sustav: mijalgija, artralgijska i umor.
- koža i sluznice: svrbež, osip, angioneurotski edem i fotoosjetljivost.
- oko : glaukom, fotofobija, zamagljen vid i skotomi

Postoje dva moguća stavovi prema uporabi lijekova u ronjenju. Jedni smatraju da su lijekovi korisni u rješavanju manjih problema kao dekongestanti kod začepjenja Eustahijeve tube, antihistaminici kod morske bolesti i da će oni učiniti ronjenje ljepšim i sigurnijim. Drugi smatraju da u ronjenju nije dozvoljeno koristiti nikakve lijekove zbog mogućih nuspojava lijekova u hiperbaričnom okruženju koje, baš kao i sigurnost ronjenja u trudnoći, nisu dovoljno istražene.

Slijedi popis nekih često korištenih lijekova i mogućih problema koje u ronjenju oni mogu stvarati:

- Diuretici mogu izazvati dehidraciju i elektrolitni disbalans, a dokazano je da dehidracija povećava rizik od dekompresijske bolesti. Gubitak kalija može uzrokovati aritmije.
- Antiaritmici pod određenim okolnostima mogu dovesti do aritmija, a amiodaron i do fotosenzibilizacije i oštećenja vida.
- Beta blokatori osim svog antihipertenzivnog djelovanja uzrokuju i smanjenje srčane frekvencije i tako smanjuju odgovor na stres koji može biti ključan u ronjenju. Mogu uzrokovati bradiaritmije i bronhokonstrikciju, posebice u onih s astmatskim napadom u anamnezi. Ronioci koji uzimaju beta blokere se žale i na hladne ruke i prste nalik onima u Raznaudovom sindromu.
- Topikalni beta blokatori koji se koriste u terapiji glaukoma mogu se sistemski aporibirati i dovesti do istih nuspojava.
- Periferni vazodilatatori: blokatori kalcijevih kanala mogu izazvati ortostatsku hipotenziju. To nije problem pod vodom ali je u trenutku izlaska, zbog gubitka hidrostatskog učinka na krvne žile. može doći do vrtoglavice ili sinkope
- ACEI: mogu proizvesti suhi kašalj i oteklinu sluznice dišnih puteva uz bronhospazam. Ove nuspojave obično se pojavljuju u prva dva tjedna terapije. Ako se ne razviju, onda su

ACEI vjerojatno lijek izbora u liječenju hipertenzije u ronioaca. AT II inhibitori ne uzrokuju ove probleme.

- Psihoaktivni lijekovi: Sedativi i sredstva za smirenje uzrokuju različite stupnjeve pospanosti. Onima koji ih uzimaju savjetuje se da izbjegavaju situacije povećane pozornosti a u njih spada i ronjenje. Također, potenciraju dušikovu narokozu.
- Triciklički antidepresivi mogu uzrokovati aritmije koje okruženje povišene simpatičke stimulacije može predisponirati.
- Antihistaminici se koriste kod alergija i bolesti kretanja. Glavna nuspojava važna u ronjenju je sedacija. Novije sredstva kao što je loratidin u liječenju alergijskog rinitisa , manje prolaze krvno-moždanu barijeru
- Antibiotici su vjerojatno sigurni za ronioaca, iako mnogi mogu uzrokovati mučninu i povraćanje a tetraciklini i fotosenzitivnost.
- Analgetici: Aspirin zbog svog antiagregacijskog ucinka može dovesti do hemoragijske dijateze koja može biti kobna kod barotraume unutarnjeg uha i teške dekompresijske bolesti. Također kod susceptibilnih pojedinaca može dovesti do bronhokonstrikcije. Paracetamol je vjerojatno siguran. Nesteroidni antireumatici precipitiraju bronhospazam i mogu uzrokovati žgaravicu. Jači analgetici pod tlakom uzrokuju veću depresiju središnjeg živčanog sustava a nuspojave su im mučnina i povraćanje.
- Inzulin i oralni hipoglikemici mogu uzrokovati teška hipoglikemiju s promijenjenom svijesti.
- Tiroksin može uzrokovati tahikardiju, aritmiju, tremor, razdražljivost i glavobolju. Uz to povećava i hiperbaričnu toksičnost kisika.

- Kod liječenja peptičkog ulkusa i refluksnog ezofagitisa bolje je u ronjenju koristiti inhibitore protonske pumpe nego blokatore H<sub>2</sub> receptora jer potonji izazivaju pospanost i glavobolju (Edmonds 2002).

## **8. OZLJEDE I PATOLOŠKA STANJA U RONJENJU**

### **8.1 BAROTRAUMA**

Barotrauma se definira kao oštećenje tkiva nastalo kao rezultat nemogućnosti izjednačavanja tlaka u tijelu u zraku ispunjenom prostoru (Bove 2004). Tkiva u kojima dolazi do oštećenja su ona koja se nalaze u neposrednom dodiru s plinom ispunjenim šupljinama. Volumen tih šupljina se prilikom zarona smanjuje, okolno tkivo ih nastoji ispuniti i prilikom toga se isrteže. Istegnuće izaziva bol, a može biti toliko izraženo da dolazi do pucanja i ozljede tkiva. Tijekom izrona tlak se snižuje a volumen plina u tjelesnim šupljinama se povećava. Ukoliko je zbog nekog razloga izlazak tog plina onemogućen ,njegovo će širenje rastezati tkivo u suprotnom smjeru nego kod urona i također izazivati oštećenje i bol ( Soldo i sur. 2013 ).

Barotrauma se najčešće javlja u uhu, sinusima i plućima ali svaki zrakom ispunjen prostor u tijelu je podložan barotraumi ukoliko prilikom ronjenja ne uspije izjednačiti svoj tlak sa tlakom okoline. Sve vrste barotraume se mogu javiti i na malim dubinama ako se ne poštuju pravila izrona ili ako ronilac ima neka predisponirajuća stanja koja rezultiraju "zarobljivanjem" zraka ( Melamed 1992 ).



### **8.1.1 BAROTRAUMA SREDNJEG UHA**

Barotrauma srednjeg uha je najčešća ozljeda povezana s ronjenjem. Javlja se kod 30% novih i 10% iskusnih ronjaca (Bove 2004). Prema Boyleovu zakonu ( $PV=K$ ) na konstantnoj temperaturi volumen zraka je obrnuto proporcionalan tlaku kojem je taj zrak izložen. Prema tome, zaranjanjem se tlak povećava i zrak u srednjem uhu komprimira. Ako ronjoc prilikom zarona ne uspije Valsavinim pokretom dodati zrak iz ždrjela preko eustahijeve tube u srednje uho (naprimjer kod njenog začepjenja pri prehladi) dolazi do boli i rupture membrane timpani. Drugi simptomi su još vrtoglavica, tinitus i gubitak sluha (Bove 2004). Zabranjeno je ronjenje dok bubnjić ne zaraste. Liječi se dekongestivima i analgeticima a u slučaju purulentog iscjetka iz uha i antibioticima (Hardy 1997).

### **8.1.2 BAROTRAUMA UNUTARNJEG UHA**

Barotrauma je najčešće uzrokovana preforsiranim Valsavinim manuvrom, rezultirajući rupturom okruglog ili ovalnog prozorčića na granici srednjeg i unutarnjeg uha. Simptomi su slični kao u traumi srednjeg uha (vertigo, tinitus, gubitak sluha) ali ovom slučaju otoskopijom ćemo vidjeti očuvani bubnjić pa se tako može razlikovati od nje. Anamnestički je moramo razlikovati od dekompresijske ozljede unutarnjeg uha (nastaje postepeno pri izronu i daje simptome nakon izlaska iz vode). Tretman uključuje mirovanje s glavom uzdigunutom 30 stupnjeva i upućivanje otorinolaringologu (Hardy 1997).

### **8.1.3 BAROTRAUMA SINUSA**

Barotrauma sinusa je česta i najčešće uzrokovana blokadom ušća sinusa zbog upale. Pri izronu se u sinusu stvori negativan tlak koji uzrokuje edem i kongestiju.(Parell 2000).

Manifestira se glavoboljom, epistaksom, i lokalnom boli . Liječi se analgeticima i dekongestivima (Moon 1999).

Ako sinus rupturira može uzrokovati pneumatocefalus i potrebno je takvog bolesnika uputiti na RTG ( Hardy 1997 ).

### **8.1.4 BAROTRAUMA ZUBA**

Barotrauma zuba može nastati ukoliko ispun nakon liječenja karijesa nije dobro postavljen. (Soldo i sur. 2013) Prilikom urona zrak ulazi u šupljinu zuba, a za vrijeme izrona ostaje zarobljen, širi se i izaziva jaku bol. Terapija takvog stanja sastoji se u otvaranju zuba i oslobađanju zarobljenog zraka. Kako bi se ove smetnje izbjegle, svi oni koji se bave ronjenjem trebaju redovitu stomatološku kontrolu (Gošović 1990).

### **8.1.5 BAROTRAUMA PLUĆA**

Prvo pravilo sigurnog ronjenja je nikada ne zadržavati dah . Ako bolesnik ne izdiše pri izronu , ili ima neku predisponirajuću bolest pluća, može doći do hiperinflacije i ruptur alveola s posljedičnim formiranjem emfizema (medijastinalni, potkožni) i mogućih zračnih embolusa. Rijetko može nastati i pneumotoraks ( Smith 1996).

Najčešći simptomi barotraume pluća su bol u prsnom košu uz dispneju, kašalj i iskašljavanje krvi. Iskašljavanje krvi je obično blago i najčešće se javlja u obliku crvenkasto obojene pjenušave slin, dok je bol prisutnija na postraničnim djelovima prsnog koša. Svi se simptomi obično javljaju u razdoblju do 5 minuta od izrona (Soldo i sur. 2013). Pulmonalna barotrauma zahtjeva opservaciju i evaluaciju pulmologa prije ponovnog zarona (Smith 1996).

### **8.2 DEKOMPRESIJSKA BOLEST (DCS, *decompression sickness*)**

Dekompresijska , kesonska ili ronilačka bolest su sinonimi za oboljenje izazvano brzim prelaskom s povišenog na normalni, ili s normalnog na vrlo niski tlak (Gošović 1990).

Iako točni mehanizmi koji dovode do specifičnih simptoma u DCS nisu do kraja razjašnjeni, smatra se kako je za nastanak bolesti od najveće važnosti nastajanje mjehurića inertnog plina (najčešće dušika) u krvi ili tkivima. Po Henryevom zakonu je količina dušika otopljena u tkivima ronioca je to veća što je njegov parcijalni tlak veći. U ljudskom organizmu koji diše zrak na razini mora otopljeno je oko jedne litre dušika. Od toga je nešto više od polovice otopljeno u tjelesnoj masti, a ostatak u vodi tjelesnih tekućina. Koliko će plina biti otopljeno u tekućini među

ostalim ovisi o parcijalnom tlaku i topljivosti pojedinog plina. Tako na primjer koeficijent topljivosti za dušik iznosi 0,0158, a za helij 0,0104 ml plina/ml/atm na bilo kojoj temperaturi, te će se pri jednakom tlaku okoline (bilo na površini, bilo na određenoj dubini) u krvi uvijek otopiti 52% više dušika nego helija. Dišući zrak, na dubini od 10 metara u organizmu je otopljeno oko 2 litre, a na 90 metara oko 10 litara dušika, ukoliko na navedenim dubinama ostanemo dovoljno dugo. Naravno, ukoliko na određenoj dubini ostanemo kraće vremena, u tjelesnim tekućinama će se otopiti proporcionalno više dušika nego u masti. Iako u masnom tkivu može biti pohranjeno više dušika nego u tjelesnim tekućinama, ono je slabije prokrvljeno, pa mu za uspostavu ravnoteže treba značajno više vremena. Zbog toga se u dubokim, ali kraćim, zaronima u cjelokupnom organizmu otopi manje dušika nego u plućima, ali dugotrajnijim zaronima.

Ukoliko ronilac naglo izroni na površinu tlak okoline se trenutno i značajno smanji te nije moguće plinove (dušik) više držati otopljenima (slično nastanku mjehurića u šampanjcu nakon otvaranja čepa). U krvi se stvaraju mjehurići plina koji mogu začepiti krvne žile posljedično dovodeći do hipoksije i smrti stanica. DCS se može smatrati sindromom koji zahvaća brojne sustave te se može prezentirati različitim preklapajućim simptomima (Soldo i sur. 2013).

Simptomi koji će se javiti ovise o volumenu mjehurića i njihovoj lokaciji. Veliki mjehurići mogu uzrokovati simptome mehaničke opstrukcije. U 75% pacijenata simptomi se pojavljuju unutar jednog sata od izrona, a u 90% u prvih 12 sati. Veoma mali broj pacijenata će razviti simptome nakon više od 24 sata od dubinskog ronjenja (Hardy 1997).

### **8.2.1 SIMPTOMI**

Opći simptomi uključuju umor, malaksalost i anksioznost. Kožni oblik uzrokuje svrbež eritem i cijanozu i pojavu modrih pjega. Ako mjehurići blokiraju limfnu drenažu, koža postaje poput narančine kore.

50-70% pacijenata opisuje bolnost u udovima koja je prvo neodređena a onda se lokalizira oko zglobova, posebice ramena. Bol u rukama je 4 puta češća od boli u nogama ( Hardy 1997 ).

60% pacijenata osjećaju neki od neuroloških simptoma : slabost ,paraplegija, hipo i hiperestezija ili parestezija znače zahvaćenost perifernog, a epileptički napadaji, gubitak memorije, akutne psihoze i promjena osobnosti zahvaćenost perifernog živčanog sustava.

Dekompresijska bolest unutarnjeg uha uzrokuje vrtoglavicu, tinitus, mučninu i povraćanje te nistagmus i oštećenje sluha.

Ako mjehurići dođu do pulmonalnih arterija mogu izazvati emboliju pluća sa simptomima kašlja, substernalne boli, dispneje, cijanoze i šoka. U koronarnim arterijama mogu uzrokovati infarkt miokarda i disritmije (Hardy 1997).

### **8.2.2 ČIMBENICI RIZIKA ZA RAZVOJ DCS**

Razvoj DCS predisponiraju starija doba, ženski spol, povećana tjelesna masa, ozljede i opće loše stanje, rad tijekom zarona, hladnoća okoline, veća dubina zarona, brzi i česti izroni, ponovljena ronjenja i letenje nakon ronjenja (Soldo i sur. 2013).

### **8.2.3 LIJEČENJE**

Pri sumnji na dekompresijsku bolest potrebno je primjeniti masku s 100 % kisikom , obilno hidrirati bolesnika,po mogućnosti intravenski fiziološkom otopinom , izmjeriti elektrolite u krvi ( zabilježene su i hipo i hiperkalemija) , napraviti analizu plinova u arterijskoj krvi i snimiti RTG da se isključi pneumotoraks.

Liječi se dekompresijom u barokomori u hiperbaričnim uvjetima koji smanjuju volumen mjehurića a samim time i njihov štetni utjecaj na krvne žile i tkiva. Rezultati rekompresije su najbolji unutar prvih 12 sati od nastanka simptoma, ali i izvan tog vremena treba primjeniti takvo liječenje, čak i ako više nema simptoma jer je u suprotnom moguć njihov relaps (Hardy 1997).

### **8.2.4 SPRJEČAVANJE NASTANKA DEKOMPRESIJSKE BOLESTI**

1906. britanski fiziolog Haldane je opazio da se dekompresijska bolest praktički nikada ne javlja na dubinama većim od 12,5 m gdje je tlak zraka 2,25 puta veći nego na površini te zaključio da je potrebno ronioca prilikom izrona dovesti na područje tlaka koje je dva puta manje nego na dubini gdje je boravio. To je nazvao prvi dekompresijski zastanak i nadalje odredio stepenastu dekompresiju sa zastancima svaka 3m prema površini. Kako se tkivo u početku desaturira brže, a kasnije sve sporije, približavanjem površini vrijeme koje je potrebno provesti na toj dubini se povećava. Ta saznanja je iskoristio za izradu profilaktičkih dekompresijskih tablica koje nam govore na kojoj dubini i koliko dugo se potrebno zaustaviti da se tkiva desaturiraju i izbjegne pojava dekompresijske bolesti. Definirao je pet skupina tkiva koja su različito podložna apsorpciji dušika: najbrže se saturiraju najbolje prokrvljena tkiva- krv, pluća, jetra, slezena i

bubrezi, zatim masno tkivo , potom koštano, hrskavično i na kraju kralježnična moždina. Definirao je i brzinu saturacije pojedine grupe tkiva,tj. Vrijeme za koje se tkivo saturira u iznosu 50 % kapaciteta, za prvu grupu to je 5 minuta, a za svaku sljedeću dva puta dulje. Prema Haldaneovim tablicama izrađene su i mnoge druge od kojih se danas, s obzirom na kompletnost i prokušanost u praksi najviše koriste tablice američke RM prvi put objavljene 1973.g. U uporabi su i Hans- Buhllmannove tablice s preporučenom brzinom izrona do 10m/min.

Ovdje je potrebno naglasiti da se u rekreacijskom ronjenju teži izbjegavanju potrebe za dekompresijom – takozvanim ronjenjima u granicama "krivulje sigurnosti" koja podrazumjevaju brzinu izrona do 10m/min i sigurnosni zastanak na dubini od 3 metra u trajanju 3 minute.

Naime, za sva ronjenja plića od 12,5 m i za kraći boravak na većim dubinama nema predviđenih dekompresijskih procedura. Maksimalno dopušteno vrijeme boravka na određenoj dubini prilikom planiranja ronjenja potrebno je očitati iz tablica ili za tu svrhu koristiti ronilački kompjuter.

### **8.3 ZRAČNA EMBOLIJA**

Zračna embolija je oblik dekompresijske bolesti koji često nastaje zajedno s pulmonalnom barotraumom prilikom nekontroliranog izrona kada rupturira alveokapilarna membrana i zrak uđe u krvotok. Posljedično može nastati tenzijski pneumotorax koji predstavlja životno ugrožavajuće stanje. čak količina od 0,5 cc zraka može izazvati fatalne disritmije i akutni infarkt miokarda. Simptomi se javljaju brzo, unutar nekoliko minuta od izrona.

Ako embolus dođe do mozga može izazvati napadaj, motoričke i senzorne ispade i poremećaj svijesti. Česti su bilateralni asimetrični deficiti.

Pri sumnji na zračnu emboliju poslje ronjenja potrebno je napraviti rengen pluća da se isključi pneumotoraks.

Liječenje je rekompresija u hiperbaričnim uvjetima, intravenska hidratacija i stopostotni kisik na masku koji se daje odmah pri sumnji na zračnu emboliju. Ponekad je potrebno više tretmana u barokomori . Rezultati su najbolji ako se pacijenta uspije dovesti do regionalne barokomore u prva 4 sata. (Hardy 1997).

#### **8.4 OZLJEDE MORSKIM ŽIVOTINJAMA**

Zanimljivo je da postoji oko 1200 različitih vrsta otrovnih riba, što je više nego zbroj svih otrovnih zmija i ostalih otrovnih kralježaka zajedno. Na sreću samo mali broj njih je agresivan, većini otrov služi samo kao obrambeno sredstvo. Ipak, otrov riba uzrok je 50 000 ozljeda u ljudskoj populaciji godišnje, od kojih neke završe i sa smrtnim ishodom budući da djeluju uglavnom neurotoksično . Grčenje mišića uzrokovano tim termolabilnim otrovima može otežati potkretljivost ronioca (Soldo i sur. 2013).

Na jadrano su najčešći ubodi škarpina i ribe pauk. Na mjestu uboda javlja se jaka pulsirajuća bol koja može potrajati do nekoliko sati. Ukoliko se rana ne inficira nema dugotrajnih posljedica. Bitno je znati da su ti otrovi termolabilni i ozljeđenom se može pomoći uranjanjem ubodenog dijela tijela u vruću vodu 30 min. Treba napomenuti da su i mrtvi pripadnici ovih riba opasni jer otrov ostaje u bodljama i nakon njihove smrti (Soldo i sur. 2013).



Najbolja prevencija je nošenje neoprenskih rukavica i čizmica, koje su ujedno i zaštita od posjekotina i ubodnih rana (stijene, oštre školjke, metalni djelovi olupina) (Gošović 1990).

## **9. LETENJE NAKON RONJENJA**

Tlak u kabini komercijalnih zrakoplova nije identičan atmosferskom tlaku na razini mora. Iako se kabina putničkih aviona aktivno tlači te je tlak u njoj značajno veći od tlaka izvan zrakoplova on i dalje odgovara tlaku na otprilike 2500 metara nadmorske visine. Sniženi tlak okoline predstavlja opasnost za pojavu dekompresijske bolesti.

Stoga, postoje pravila koja su preporučena za letenje nakon ronjenja:

1. odgoda leta od 12 sati ukoliko ste u proteklih 48 sati ronili manje od 2 sata;
2. odgoda leta od 24 sata za višednevno ronjenje;
3. odgoda leta od 48 sati nakon ronjenja koje je zahtijevalo dekompresijske postupke;
4. disanje čistog kisika predstavlja jedini način za skraćanje vremena do letenja;
5. kraći, dublji zaroni su povoljniji od duljih, plićih, ukoliko se planira letenje nakon ronjenja (Soldo i sur. 2013).

## **10. RONIOCI S POSEBNIM POTREBAMA**

Zbog velikog raspona mogućih pojava invaliditeta nemoguće je dati jednoznačne smjernice za svakog pojedinog pristupnika s tjelesnim oštećenjem. Pri procjeni treba voditi računa o gubitku funkcionalne sposobnosti, postignutoj razini adaptacije, predviđenoj vrsti ronjenja, iskustvu ronioca, o tome radi li se o ronioncu početniku ili iskusnom ronioncu, nikad ne

zaboravljajući ključni čimbenik — sigurnost: sigurnost samog kandidata i njegovih kolega ronilaca. Razumno je predložiti i uvođenje ograničenja kao što su dubina, učestalost i vrsta ronjenja. Podjednak gubitak funkcije može biti prihvatljiviskusnom ronioncu koji je dokazao kontinuiranu sposobnost sigurnog ronjenja, ali ne mora biti kandidatu koji se tek želi početi baviti ronjenjem (Furlan 2009).

## **11. ZAKONSKA REGULACIJA RONJENJA U HRVATSKOJ**

Burna prošlost i priroda u hrvatskom podmorju su posijale mnoge zanimljivosti za ronioce. Bogatstvo i raznolikost biljnoga i životinjskoga svijeta, monumentalni podvodni zidovi i grebeni, olupine brodova i zrakoplova te brojna arheološka nalazišta su učinile rekreativno ronjenje našom važnom privredno turističkom djelatnošću.

Iako je tradicija podvodne medicine u Hrvatskoj dulja od sedam desetljeća, sadašnje stanje u području ronjenja u nas obilježava, uz nepostojanje sustavnih, jednoznačnih suvremenih zakonskih uporišta, nepostojanje ikakva reda u načinu, kriterijima i opsegu provođenja zdravstvenog nadzora ronionca (Furlan 2009).

Temeljni propis koji bi regulirao ronilaštvo u Hrvatskoj, Zakon o ronjenju, od 2009. godine je u fazi nacрта prijedloga Ministarstva mora, prometa i infrastrukture (Ministarstvo mora, prometa i infrastrukture 2009).

Ne postoje ni baze i registri osnovnih statističkih podataka, kao što su broj, morbiditet, mortalitet, dob i spol ronionca u Hrvatskoj, a nedostaju i suvremeni usuglašeni standardi, smjernice i propisi u zdravstvenom nadzoru ronionca, kako profesionalnih tako i sportskih te rekreativnih (Furlan 2009).

Broj ljudi koji se bave podvodnim aktivnostima ocrta va veličinu tog problema. U 2009. godini HRS je registrirao 20.334 ronioca, od kojih tek malen broj ima obavljen zdravstveni pregled (Furlan 2009).

Rekreativni roniodi danas uglavnom rone na osnovi upitnika i izjava koje sami ispunjavaju u ronilačkim klubovima i centrima, uz nepostojanje obveze za obavljanje zdravstvenog pregleda. Takva se praksa oslanja na podatke pojedinih znanstvenih istraživanja koja navode da nema statistički značajne razlike procjene zdravstvenih rizika pri rekreativnom ronjenju dobivene na osnovi medicinskog upitnika i na osnovi liječničkog pregleda (Furlan 2009).

Za rekreativne roniodce preporučuju se periodični zdravstveni pregledi u razmacima od četiri godine do njihove 45. godine, a nakon navršene 45. godine svake dvije godine. Preporuka se temelji na sljedećim razlozima: zdravstveno stanje mijenja se s vremenom i obično slabi, nastaje fiziološko smanjenje sposobnosti uslijed starenja a mnogi rekreativni roniodi imaju produžena razdoblja bez ronjenja (Furlan 2009).

Određivanje zdravstvenih sposobnosti neophodnih za sigurno ronjenje te zdravstvenih poteškoća koje predstavljaju relativna i apsolutna ograničenja za ronjenje, temelj su uspješne zdravstvene sposobnosti roniodca (Furlan 2009).

Ključno je strogo individualno ocjenjivanje svakog ispitanika. Pri donošenju ocjene sposoban/nesposoban, nužno je poznavati uvjete u kojima će roniti, opremu koja će se koristiti, iskustvo i brojne druge čimbenike. Ključni pojam koji treba voditi liječnika u ocjeni zdravstvene sposobnosti je sigurnost ispitanika ali i onih koji bi mogli roniti zajedno s njim (Furlan 2009).

## **12. ZAHVALE**

Veliko hvala mom mentoru dr.sc. Milanu Miloševiću na stručnim komentarima, susretljivosti i strpljenju prilikom pisanja ovog rada.

### 13. LITERATURA

Bove, AA. ; Davis, JC. (2004) Diving medicine, Philadelphia, Saunders

Buzzacott, PL. (2012) "The epidemiology of injury in scuba diving." Med Sport Sci. 58:57-79

Cresswell, J. ; St Leger-Dowse, M. (1991) "Women and scuba diving. " BMJ 302(6792): 1590–1591.

Edmonds, C. ; Lowry C. ; Pennefather,J. ; Walker,R. (2002) Diving and subaquatic medicine , London, Arnold

Ergović, G. , Ergović, Z. (2006) Ronilac s dvije zvijezde. Hrvatski ronilački savez

Furlan, Tomislav (2009) Prijedlog zdravstvenih kriterija i opsega pregleda ronioaca (specijalistički rad), Zagreb, Medicinski fakultet.

Gošović, Stracimir (1990) Ronjenje u sigurnosti. Zagreb, Jumena.

Guyton, Arthur C.; Hall, John E. (2006) Medicinska fiziologija, Zagreb, Medicinska naklada.

Hardy , K. (1997). "Diving-related emergencies." Emerg Med Clin North Am 15:223–240

Lynch J. (2009). " Diving medicine: review of current evidence." J Am Board Fam Med 22(4): 399-407.

Ministarstvo mora, prometa i infrastrukture (2009) Nacrt prijedloga zakona o ronjenju, (Narodne novine 181/04), Zagreb.

Moon RE. (1999). "Treatment of diving emergencies. " Crit Care Clin 15:429–456

Parell, GJ. ; Becker, GD. (2000). " Neurological consequences of scuba diving with chronic sinusitis." Laryngoscope. 110(8):1358-60.

Pollock, NW., Uguccioni. DM. (2005) "Diabetes and recreational diving: Guidelines for the future." Divers Alert Network

Soldo i sur., A. ; Valić, Z; Glavičić,I.;Jurman, B. i Drviš,I. (2013) Ronjenje. Split, Sveučilište u Splitu, Hrvatska olimpijska akademija

Smith, DJ. ( 1996). "Diagnosis and management of diving accidents." Med Sci Sports Exerc 28:587–590.

## 14. ŽIVOTOPIS

Rođena sam u Splitu 9.6.1989 godine. Godine 2008. maturirala sam u III. gimnaziji (MIOC) u Splitu. Iste godine sam upisala Medicinski fakultet u Zagrebu. Ronjenjem se rekreativno bavim već 9 godina i ronim *3. zvjezdice po CMAS-u s preko 500 urona.*