

Ivan Drviš

Darko Katović

Nataša Viskić-Štalec

Nada Grčić-Zubčević

DETEKCIJA RIZIČNIH RONILACA U APNEJI

Važnost prosudbe sposobnosti ronilaca u apneji u dosadašnjim istraživanjima je promatrana kroz različite aspekte fizičke i psihičke pripreme. Prepoznavanje rizičnih ronilaca u apneji u ovom istraživanju provodi se sa ciljem smanjenja smrtnosti i broja ronilačkih incidenata utvrđivanjem gornjih granica sposobnosti ronilaca u simuliranim uvjetima, bez stvarne opasnosti za život.

Omasovljenje ronjenja na dah, uz istodobno nedovoljno ili potpuno nepoznavanje osnovnih fizikalno – fizioloških zakonitosti boravka ronioca u *inspiratornoj apneji* pod povišenim pritiskom vodenog omotača, dovodi do sve većeg broja ronilačkih nesreća. Prije nastanka tjelesnih oštećenja u organizmu ronioca koji neadekvatno zaranja u dubinu, ne poštujući odgovarajuće profilaktičke mjere urona, pojavljuje se intenzivna bol. Ona je zaštitni mehanizam organizma koji signalizira lokaciju ugroženog dijela tijela i prisiljava ronioca na izron ili poduzimanje odgovarajućih mjera zaštite (kompenzacija tlaka u tjelesnim šupljinama i ronilačkoj maski).

Pojavi najveće opasnosti u ronjenju na dah – hipoksiji ne predhodi nikakva najava organizma pa zbog pomanjkanja kisika u krvi i tkivima vrlo naglo dolazi do nesvjestice. U ronjenju na dah hipoksija se gotovo u pravilu događa samo nekoliko metara ispod površine (*shallow water blackout*) tijekom izrona s veće dubine¹.



Slika 1. *Primjer hipoksije ronioca na dah u dubinu*

¹ Razlog je nagli pad parcijalnog tlaka kisika, prouzročen ponovnim širenjem obujma zraka u plućima iz kojeg je već potrošena kritična količina kisika na metaboličke potrebe ronioca tijekom ronjenja.

U slučajevima kada ronionci ne poštuju pravilo ronjenja u paru, hipoksija najčešće završava smrtnim ishodom. Ronilac je može izbjeći samo dobrim poznavanjem vlastitih sposobnosti i poznavanjem problematike ronjenja na dah.

Kako bi uron bio izveden relativno sigurno, s obzirom na hipoksiju, treba izbjegavati hiperventilaciju prije urona i planirati svaki uron prema trenutnim vlastitim mogućnostima. Hiperventilacijom (višestruko namjerno forsiranje dubokih udaha i izdaha prije urona) postiže se povećano izbacivanje ugljičnog dioksida iz pluća. Kako određeni porast razine CO_2 u krvi potiče refleks disanja, tako smanjenje koncentracije CO_2 ostvareno pojačanim ventiliranjem omogućuje odgađanje “gladi za udahom” i produljenje trajanja urona. S druge strane, hiperventilacijom organizam dobiva tek neznatno više kisika (zbog brze zasićenosti krvi tim plinom). Kada se tijekom urona, kojem je prethodila hiperventilacija, ipak pojavi “glad za udahom” zbog povećane koncentracije ugljičnog dioksida, tada je, uslijed nepovoljnog odnosa baričkih oscilacija i parcijalnog tlaka kisika, preostala količina kisika nedovoljna za izron na površinu. U uvjetima takvog predhipoksičnog stanja osobito opasno reagira ronilac – početnik, koji nema dovoljno ronilačkog iskustva i nije svjestan ozbiljnosti situacije. Spoznajom o zakašnjoj potrebi za udahom panično kreće u izron, čime dodatno troši preostali kisik.

Slučajevi incidenata, kao posljedice hipoksije, prema statističkim pokazateljima učestaliji su kod iskusnih ronilaca. Najčešći razlozi utapanja ronilaca iz populacije iskusnih ronilaca su precjenjivanje vlastitih mogućnosti iz želje za postizanjem ronilačkih rekorda te ulaganje neplaniranih napora (povećano trošenje kisika) tijekom lova kod podvodnih ribolovaca.

U okviru istraživanja *Virtualna realnost u kineziologiji* (br. 0034216 MZOS), konstruiran je simulator jedne natjecateljske discipline u ronjenju na dah, na kojem se sva mjerenja izvode u virtualnom, a ne stvarnom podmorju, bez opasnosti od smrtnog ishoda za ispitanika.



Slika 2. Mjerenje na simulatoru ronjenja

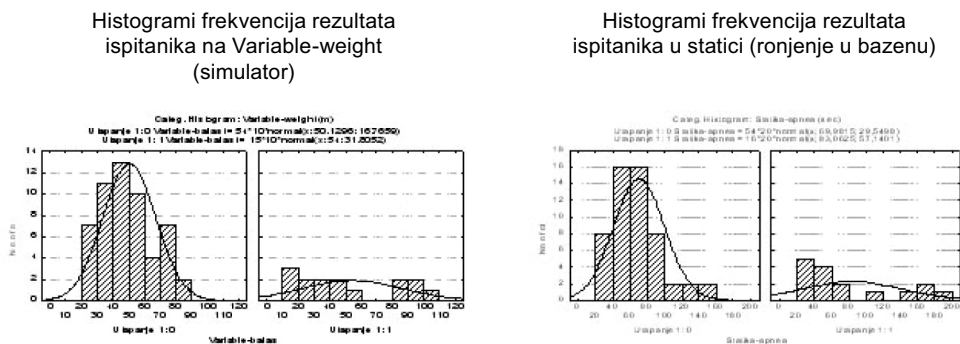
Računalo, uz odgovarajuću programsku podršku, generira VR podmorje, u kojem ispitanik može biti podvrgnut različitim zahtjevima. Kako bi doživljaj uronjenosti ispitanika bio što bliži realnom doživljaju ronjenja, u simulaciju su uključeni mehanički koloturi sa sidrenim užetom, čijim povlačenjem ispitanik dobiva taktilni osjet blizak onom pri izranjanju na površinu. Dubina urona i brzina promicanja oznaka dubine, koje ronilac prati kroz HMD kacigu, usklađene su s realnom situacijom.

U okviru eksperimenta izmjeren je uzorak od 70 studenata treće godine studija Kineziološkog fakulteta u Zagrebu, najslbličnijih po svojim psihosomatskim obilježjima ronilačkoj populaciji. Provedena su mjerenja u varijablama: (1) *Static apnea* – maksimalno trajanje zadržavanja daha ispod površine vode u bazenu. (2) *Variable weight* - simulacija natjecateljske discipline ronjenja u dubinu na dah.

Svaki ispitanik imao je do četiri pokušaja.

Dobiveni rezultati prikazani su grafički. Izračunata je i povezanost između rezultata ispitanika u dvjema varijablama. Ispitanici su podijeljeni u dvije funkcionalne kategorije s obzirom na rezultate mjerenja (uspješni – manje uspješni). U stvarnosti one opisuju kategorije početnika/rekreativaca i sportskih ronilaca/profesionalaca). Promatrano je koja se od navedenih kategorija više “utapa” u virtualnom podmorju.

Grafički prikazi (slika 3.) učinjeni su na temelju rezultata ispitanika u dvije praćene varijable. Histogrami frekvencija su učinjeni za svaku varijablu zasebno i za svaku od dvije kategorije ispitanika, one koji su doživjeli “virtualno utapanje” na simulatoru i one koji to nisu doživjeli.



Slika 3. Histogrami frekvencija rezultata ispitanika u mjerenim varijablama

Uočljiva je normalnost raspodjele rezultata ispitanika u skupini osoba koje nisu doživjele ‘utapanje’, a slabo naznačena, ali ipak bipolarna raspodjela u skupini onih koji jesu doživjeli “utapanje”. Rezultati “utopljenih” ukazuju na dvije različite grupacije ispitanika, na one sa slabijim rezultatima i one s dobrim rezultatima u mjerenim varijablama.

U proceduru mjerenja uključen je kriterij detekcije rizičnih ronilaca. Svaki ispitanik koji se na simulatoru “utopio” više od dva puta od četiri moguća pokušaja urona proglašen je potencijalno rizičnim roniocem. Zabilježena su 4/70 slučajeva.

Pojave nesvjestice (3/70) na simulatoru događale su se samo ispitanicima s iznimno dobrim rezultatima u bazenu tj. osobama s iskustvom u ronjenju. Među ispitanicima koji su postigli prosječne rezultate nije bilo incidenata.

Dobiveni koeficijent korelacije ($r = 0,84$) ukazuje kako, uz sve zamjerke prema laboratorijskim uvjetima, postoji 67,24% zajedničkog varijabiliteta među varijablama.

ZAKLJUČAK

Ovim istraživanjem pokušalo se detektirati ispitanike koji nisu znali procijeniti svoje mogućnosti u postizanju maksimalne dubine pri virtualnom zaranjanju na dah.

Razlozi ‘utapanja’ skupine ispitanika koji su ostvarili dobre rezultate na mjerenjima i onih koji su ostvarili loše rezultate su očigledno različiti. Skupina sa slabijim rezultatima “utapa” se zbog svog neiskustva i slabe procjene svojih sposobnosti.

Skupina sa izrazito dobrim rezultatima “utapa” se zbog precijenjenih vlastitih sposobnosti. U ovu skupinu uglavnom ne pripadaju osobe bez iskustva. Upravo zbog iskustva stečenog u prethodnim ronilačkim aktivnostima, ove osobe ispituju granice svojih sposobnosti i u tome nadilaze svoje mogućnosti. Iako će u bezazlenim laboratorijskim uvjetima mjerenja svjesno ulaziti u rizik, u stvarnom podmorju, upravo zbog nepoznavanja točne granice vlastitih mogućnosti, nerijetko će doći do pravih incidenata. Profesionalci u ronjenju na dah najčešće smrtno stradavaju upravo zbog toga što psihofizičkim treningom uspijevaju vrlo visoko podići granicu osobnih psihičkih barijera te se tako tijekom urona opasno približavaju krajnjim granicama vlastitih sposobnosti. Problem osobne prosudbe trenutnih sposobnosti uvijek je isti: je li dubina u koju ronilac namjerava zaroniti vrlo blizu njegovih krajnjih mogućnosti ili prelazi njegove maksimalne sposobnosti? Nepredviđene nepovoljne okolnosti tijekom izranjanja ili zanemarivanje ozbiljnosti utjecaja interakcije parcijalnog tlaka kisika u plućima s baričkim promjenama tijekom izrona, povećavaju vjerojatnost pojave hipoksije i utapanja.

Upravo u tome se i očituje jedna od vrijednosti mjerenja u virtualnoj okolini u kojoj se ronilac može više približiti granicama svojih realnih sposobnosti, ne dovodeći se pritom u životnu opasnost.

Razlog za učestala virtualna “utapanja” nekog ispitanika vjerojatno ne leži samo u lošoj prosudbi vlastitih mogućnosti u postizanju maksimalne dubine. Nesumnjivo, postoje psihološki profili koji diskvalificiraju kandidate za ronioce. Neke od mogućih uzroka ronilačkih incidenata psihološke prirode navode Vranjković–Petri, Petri, Tomić (2002.): To su osobe s klaustrofobijom, suicidalnim idejama, psihozama, značajnijom anksioznošću, teškom depresijom, maničnim stanjima, alkoholizmom, osobe koje uzimaju lijekove i preparate koji mijenjaju raspoloženje te osobe s neodgovarajućom motiviranošću za ronjenje.

Značajna povezanost između rezultata ispitanika postignutih u realnim uvjetima ronjenja u bazenu i rezultata na simulatoru ronjenja u disciplini *variable weight* otvara dodatni prostor u promišljanju i pristupu problematici razvoja simulatora ovog tipa.

LITERATURA

1. Fels, S., Kinoshita, Y., Chen, T., Takama, Y., Yohanan, S., Takahashi, S., Gadd, A., Funahashi, K. (2005.). Swimming Across the Pacific: A VR Swimming Interface - A locomotion interface for swimming and floating in a virtual ocean is part of the interactive installation of the Swimmingacross the Pacific artwork, IEEE Computer Graphics and Applications , Vol.25, No.1, pp 24-31.
2. Gošović, S. (1986.). Ronjenje u sigurnosti, JUMENA, Zagreb.
3. Katović, D., Viskić – Štalec, N. (2000.). Virtual Reality in sport and medical simulations, Hrvatski športskomedicinski vjesnik. Vol.15, No.3, pp. 101-106.
4. Viskić – Štalec, N., Katović, D., Štalec, J., Dizdar, D., Filipović, V., Drviš, I., Jeričević, M. (2004.). Virtual Reality technology in education, Zbornik radova, Visoka učiteljska škola, Hrvatski pedagoško-književni zbor 2004. pp. 65-71.