

Arh. hig. rada, 28 (1977) 195.

METODE I ORGANIZACIJA SPECIFIČNE
MEDICINSKE POMOĆI KOD DEKOMPRESIJE
BOLESTI I BAROTRAUMATSKE PLINSKE
EMBOLIJE

S. Gošović

Institut za pomorsku medicinu, Split

(Primljeno 10. I 1977)

Sve veća primjena autonomnih ronilačkih aparata u profesionalnom i sportskom ronjenju aktualizira rekompresiono liječenje oboljelih od dekompresione bolesti i barotraumatske plinske embolije. Ova terapija etiološkog karaktera kod pravovremene primjene sprečava fatalni ishod i pojavu invalidnosti. Medikamentna terapija ima sekundarno značenje. Iskusni medicinari i ronici mogu jednako efikasno primijeniti standardne terapijske rekompresione metode sa zrakom ili one kod kojih se djelomično ili u cijelosti u toku tretmana diše kisik. Primjena kisika, kada za to postoje tehnički uvjeti, ubrzava liječenje i sprečava pojavu komplikacija zbog duge ekspozicije atmosferi povišenog tlaka.

Za efikasnu primjenu rekompresione terapije posebno mjesto ima organizacija rekompresione službe. Vrlo dobrom organizacijom i relativno skromnim sredstvima mogu se postići zadovoljavajući rezultati. U radu je dalje prikazan raspored rekompresionih komora i dati prijedlozi za sistematsko, postepeno unapređenje rekompresione službe na našoj obali Jadrana.

Pojava prvih formacija borbenih ronilaca i njihovo uspješno djelovanje u II svjetskom ratu i pronalaženje hidrostatskog regulatora »na zahtjev« za autonomni ronilački aparat na zrak izvanredno su utjecali na razvoj svih vidova ronjenja. Usavršavanje opreme za ronjenje u poratnom razdoblju uvjetovalo je da su ronici amateri danas mnogo brojniji od profesionalaca. Od oko 1500 organiziranih sportskih ronilaca u Jugoslaviji, nešto više od polovine djeluju u SR Hrvatskoj. Pribroje li se ovima i osobe koje neorganizirano rone i brojni koji za vrijeme ljetovanja rone na Jadranu, imponira brojnost osoba koje treba obuhvatiti posebnim oblikom medicinske zaštite.

Činjenica da se Institutu za pomorsku medicinu svake godine radi terapijske rekompresije javlja desetak domaćih i stranih ronilaca, od znatno većeg broja koji zbog podnošljivih tegoba ili fatalnog ishoda do Instituta i ne stižu, upozorava na potrebu organiziranja rekompresione službe u našoj zemlji. Doda li se da za sigurno ronjenje treba poznavati osnove podvodne fiziologije, specifične profilaktičke mjere i tehniku rekompresionih procedura, dovoljno govori o problemima koji se postavljaju pred zdravstvenu službu na obalama mora i velikih vodenih tokova.

Uz relativno česte barotraumatske otopatije i sinusopatije roniaci mogu biti pogođeni hipoksijom, toksičnim djelovanjem ugljičnog dioksida i kisika pod povišenim tlakom, dekompresionom bolešću, barotraumatskom plinskom embolijom, gnječanjem, pijanstvom velikih dubina, mogu biti ozlijeđeni od opasnih ili otrovnih primjeraka pomorske flore i faune, utopiti se ili stradati od djelovanja podvodnih eksplozija (1—5). Dekompresiona bolest i barotraumatska plinska embolija zauzimaju posebno mjesto u patologiji ronilaca zbog ozbiljnosti kliničke slike i potrebe za provedbom specifične profilakse i rekompresione terapije. One će zbog toga biti posebno obrađene kako s obzirom na klinički tok tako i na metode specifičnog liječenja i organizaciju rekompresione službe u podvodnim aktivnostima.

KLINIKA DEKOMPRESIONE BOLESTI I BAROTRAUMATSKE PLINSKE EMBOLIJE

Dekompresiona bolest je suvremeni, etiološki najispravniji naziv za patološku manifestaciju nastalu poslije naglog napuštanja visokog tlaka ili naglog prelaska s normalnog na vrlo niski tlak. Širem krugu bolje je poznata prema djelatnostima u kojima se javlja kao kesonska, ronilačka bolest ili bolest avijatičara. Dekompresiona bolest javlja se poslije ronjenja sa zrakom ili umjetnim plinskim mješavinama, nakon rada u kesonu ili boravka u hiperbaričnim (rekompresionim) komorama. Rjeđe može nastati u toku naglog uzlijetanja u velike visine avionima s nepresuriziranim kabinama, kao i za vrijeme boravka u ronilačkim i letačkim simulatorima (6—9).

Dekompresionu bolest izazivaju plinski mjehurići zraka, rjeđe helija kada se roni s umjetnim plinskim mješavinama koje sadržavaju helij, koji uzrokuju akutnu hipoksiju tkiva periferno od emboliziranog mjesta. Može se očitovati svrbežom, marmorizacijom kože, bolima u mišićima i zglobovima, paralizama perifernog ili centralnog porijekla, na kardiopulmonalnom sistemu dispnejom, tahikardijom i šokom. Boli u mišićima i zglobovima najčešći su simptomi dekompresione bolesti. Ove manifestacije se u anglosaksonskom žargonu obično nazivaju »bends«. Paralize centralnog porijekla susreću se vrlo rijetko, dok se periferne paralize okrajina uslijed lokalizacije plinskih embola u meduli spinalis javljaju sve češće u autonomnom ronjenju. Kardiopulmonal-

ni oblik dekompressione bolesti javlja se vrlo rijetko, kod grubih propusta u provedbi profilaktičke dekompressione. Važno je znati da se kod neliječenih ili nepotpuno specifično tretiranih slučajeva dekompressione bolesti često mogu razviti kronične degenerativne promjene na kostima u smislu aseptičke nekroze kosti (dizbarična osteonekroza), koja uzrokuje lakšu ili težu invalidnost (4, 7, 10—12).

Barotraumatsku plinsku emboliju (barotrauma pluća, traumatska plinska embolija, lažna kesonska bolest itd.) izazivaju također mjehurići inertnog plina, porijeklom iz alveolarnog zraka, koji prodiru u arterijsku cirkulaciju nakon razdora plućnog parenhima izazvanog naglim porastom intrapulmonalnog tlaka. Najčešće se javlja pri zadržavanju daha u toku izronjavanja — u tornjevima za obuku podmorničara i u autonomnom ronjenju, kad ronilac napušta iscrpljen ili neispravan ronilački aparat (4, 5, 11—13).

Nagla pojava ozbiljnih simptoma i dramatičan tok odmah nakon izronjavanja, neovisno o dubini ronjenja i dužini zadržavanja pod vodom, glavne su karakteristike barotraumatske plinske embolije. Manifestira se općom slabošću, šokom, žarišnim simptomima oštećenja CNS i gubitkom svijesti odmah nakon izronjavanja. Gubitak svijesti dok se pogođeni prihvaća za ronilački čamac ili rub platforme tornja za izronjavanje patognomonski je znak barotraumatske plinske embolije (9, 14). Rjeđe se barotraumatska plinska embolija može očitovati medijastinalnim i potkožnim emfizemom i pneumotoraksom. Ukoliko se komplicira pneumotoraksom, ionako teško kliničko stanje se još više pogoršava, istodobno zahtjevajući da se u toku dekompressione simultano odstranjuje ekspanzirani zrak iz interpleuralnog prostora (3, 4, 9).

LIJEČENJE DEKOMPRESIJE BOLESTI I BAROTRAUMATSKE PLINSKE EMBOLIJE

Pravodobno i stručno provedena terapijska rekompresija je jedino djelotvorna i etiološki ispravna metoda liječenja dekompressione bolesti i barotraumatske plinske embolije. Ona je istodobno metoda bez premca u terapiji svih oblika traumatskog plinskog embolizma jer sprečava fatalni ishod, ranu i kasnu invalidnost (3, 4, 8, 9, 11).

Terapijska rekompresija podrazumijeva brzo ponovno stavljanje oboljelog pod tlak — *rekompresiju*, kraće zadržavanje na maksimalnom tlaku postignutom u fazi rekompresije, i dugo, postepeno snižavanje tlaka — *dekompresiju*. Bit ove intervencije temelji se na činjenici da se u toku rekompresije i boravka pod maksimalnim tlakom smanjuje volumen plinskih embola, koji se brzo otapaju. Ovo omogućuje rekanalizaciju embolizirane krvne žile i oporavak hipoksijom pogođenih tkiva ako su nastale promjene još reverzibilne. Postepena dekompresija provodi se tako da se ni u jednom trenutku ne stvore uvjeti za ponovnu pojavu opasnih plinskih mjehurića u krvnom optoku (3, 4, 8, 9, 11).

Današnje metode liječenja barotraumske plinske embolije i dekompresione bolesti nastale u standardnom ronjenju sa zrakom uglavnom zadovoljavaju. Liječenje dekompresione bolesti poslije ronjenja na velikim dubinama s umjetnim plinskim mješavinama nije još u potpunosti proučeno i standardizirano, pa se za sada provodi uglavnom prema kriterijima koji vrijede za dekompresiju poslije ronjenja u saturaciji (15, 16).

Najprikladnijim terapijskim rekompresionim procedurama smatraju se metode ratnih mornarica SAD, SSSR-a i Francuske. Metoda Američke ratne mornarice danas se najčešće primjenjuje. Sovjetska metoda je uglavnom ograničena na SSSR i zemlje Varšavskog ugovora, dok su se postupci Francuske ratne mornarice uglavnom afirmirali u Francuskoj. Kako se američka metoda primjenjuje u najviše zemalja i s njom praktički ima najviše iskustva, osnovni naglasak bit će na američkim rekompresionim procedurama. Sovjetski i francuski rekompresioni postupci obradit će se informativno (7—9, 11, 13, 17).

TERAPIJSKA REKOMPRESIJA RATNE MORNARICE SAD

Suvremene rekompresione procedure RM SAD dijele se u dvije skupine: klasičnu terapijsku rekompresiju po *Van Aueu* i skraćenu rekompresiju s kisikom *Goodmana* i *Workmana*. Prva obuhvaća režime 1, 1A, 2, 2A, 3 i 4 a druga 5, 5A, 6 i 6A (8, 9, 15, 18).

Standardna procedura po *Van Aueu* (tablica 1) sastavljena je tako da je pored liječnika mogu primjenjivati medicinski tehničari, bolničari ili iskusni ronjoci.

Izbor rekompresionog režima, odnosno maksimalnog tlaka rekompresije u prvom redu ovisi o težini bolesti i visini tlaka na kojem iščezavaju subjektivni i objektivni znakovi bolesti, a ne o dubini ronjenja koje je prethodilo obolijevanju, kako to najčešće smatraju manje obaviješteni (8, 9). Standardno se po režimima 1, 1A, 2 i 2A liječe laki slučajevi dekompresione bolesti karakterizirani svrbežom, marmorizacijom i bolima u zglobovima, dok se teški oblici dekompresione bolesti i barotraumska plinska embolija liječe po režimima 3 ili 4.

Obično se rekomprimira brzinom od 8 m u minuti, dok kod teških oblika tlak treba dizati najvećom brzinom koju dopušta rekompresioni uređaj. Neposredno prije rekompresije, odnosno u toku unošenja oboljelog u komoru, treba brzo prikupiti anamnestičke podatke i utvrditi objektivne znakove bolesti, posebno vodeći računa o vitalnim funkcijama i prisutnosti paraliza. Subjektivno stanje bolesnika i objektivne manifestacije bolesti treba neprestano kontrolirati u toku rekompresije, boravka na maksimalnom tlaku i u fazi dekompresije, posebno pri prelasku sa zastanka na zastanak (8, 9, 12). Ako subjektivni i objektivni znakovi bolesti iščeznu u toku rekompresije i zadržavanja na maksimalnom tlaku, tretman se jednostavno završava prema započetom standardnom režimu. Kod teških oblika, kada pojedini simptomi prezistira-

Tablica 1
Terapijski rekompresioni postupak američke mornarice (po van Aueu)

Zastanci	Laki simptomi		Teški simptomi			
Brzina kompresije — 8 m/min	— Kožni svrbež — Mišićne boli — Boli u zglobovima		— Gubitak svijesti — Slabosti ili teškoće u voljnim pokretima nogu ili ruku — Motorne ili osjetne paralize — Smetnje vida — Vrtoglavica — Gubitak govora — Gušenje, asfiksija — Ponovno pojavljivanje simptoma u toku tretiranja (liječenja)			
Brzina dekompresije — 1 min između svakog zastanka	Rekomprimira unesrećenog sve dok ne nestanu simptomi		Rekomprimiraj unesrećenog na 50 m			
	Simptomi nestaju ispod 20 m — upotrijebi tabl. 1 — upotrijebi tabl. 1A ako ne stoji na raspolaganju kisik	Simptomi su prestali iznad 20 m. — upotrijebi tabl. 2 — upotrijebi tabl. 2A ako ne stoji na raspolaganju kisik. Boli ostaju i dalje poslije 30 min na 50 m — vjerojatno se ne radi o emboliji. Dekomprimiraj po tabl. 2 ili 2A.	Poboljšanje u toku 30 min na 50 m — dekomprimiraj prema tablici 3		Nikakvo poboljšanje poslije 30 min na 50 m — dekomprimiraj prema tablici 4	
Metara	Tablica 1.	Tablica 1-A	Tablica 2.	Tablica 2-A	Tablica 3.	Tablica 4.
50			30 min - zrak	30 min - zrak	30 min - zrak	30 min - 120 min zrak
42			12 min - zrak	12 min - zrak	12 min - zrak	30 min - zrak
36			12 min - zrak	12 min - zrak	12 min - zrak	30 min - zrak
30	30 min - zrak	30 min - zrak	12 min - zrak	12 min - zrak	12 min - zrak	30 min - zrak
24	12 min - zrak	12 min - zrak	12 min - zrak	12 min - zrak	12 min - zrak	30 min - zrak
18	30 min - kisik	30 min - zrak	30 min - kisik	30 min - zrak	30 min - zrak ili kisik	6 sati - zrak
15	30 min - kisik	30 min - zrak	30 min - kisik	30 min - zrak	30 min - zrak ili kisik	6 sati - zrak
12	30 min - kisik	30 min - zrak	30 min - kisik	30 min - zrak	30 min - zrak ili kisik	6 sati - zrak
9	↓ 5 min - kisik ↓	60 min - zrak	60 min - kisik	2 sata - zrak	12 sati - zrak	11 sati - zrak i zatim 1 sat zrak ili kisik
6		60 min - zrak	↓ 5 min - kisik ↓	2 sata - zrak	2 sata - zrak	1 sat - zrak i zatim 1 sat - zrak ili kisik
3		2 sata - zrak		4 sata - zrak	2 sata - zrak	1 sat - zrak i zatim 1 sat - zrak ili kisik
Površina		1 min - zrak	↓	1 min - zrak	1 min - zrak	1 min - kisik

ju standardni režimi se pooštravaju, ali za taj postupak je potrebno odgovarajuće iskustvo (9, 14). Jave li se u toku dekompresije recidivi, dekompresiju treba odmah prekinuti i ponovo rekomprimirati dok tegobe potpuno ne iščeznu. Zadržavanje na tlaku ponovnog oporavka i dalji tok dekompresije obavlja se po slijedećem strožem režimu (9). U oboljelih u kojih zaostanu rezidue ili dođe do recidiva nakon završetka rekompresije treba ponavljati rekompresiono liječenje do potpunog izlječenja, odnosno osvjedočenja da se stanje dalje ne može poboljšati (9, 12). Kod teških paralitičkih oblika, rezistentnih na rekompresiono liječenje, kada tegobe većim dijelom ili u cijelosti ne nestaju na maksimalnom tlaku po *Van Aueu* (120 min na 50 m), tlak treba dalje povećavati za koji postupak treba odgovarajuće iskustvo. Iako se ovakav stav protivi mišljenju autora koji su protiv rekompresije »ad infinitum«, mi smo kao i *Albano* i niz drugih autora veoma visokim tlakovima postigli potpuno izlječenje kada su se u toku rekompresije do maksimalnog tlaka po režimu br 4 po *Van Aueu* zadržale izrazite paralize (14, 19).

Polazeći od činjenice da se najveće volumske promjene plinskih embola događaju kod relativno niskih tlakova (do 30 m) te da kisik pod tlakom povoljno djeluje na oporavak tkiva emboliziranih regija, istodobno ubrzavajući eliminaciju dušika, *Goodman* i *Workman* razvili su metodu liječenja kod koje se uglavnom udiše kisik (tablica 2). Kasnije je ova metoda uvrštena kao režim 5 i 6 rekompresionog liječenja RM SAD (9, 15). Nakon toga *Van Genderen* (1967. g.) modificira ove režime posebice za liječenje barotraumske plinske embolije nastale u tornjevima za obuku podmorničara. Ovi režimi kasnije se nazivaju režimima 5A i 6A (9, 15, 20).

Navedeni režimi privlačni su zbog kratkoće, niskih tlakova rekompresije i djelotvornosti u brojnih bolesnika. Ipak u nekih se bolesnika ovim metodom ne može postići potpuna restitucija pa liječenje treba nastaviti metodom po *Van Aueu*. Režimi koje su preporučili *Goodman* i *Workman* čine nam se prikladnim da se njima nastavi liječenje bolesnika u kojih se poslije standardnog postupka zaostale srednje izražene ili diskretne posljedice (14).

TERAPIJSKA REKOMPRESIJA RATNE MORNARICE SSSR-a

Terapijska rekompresija Sovjetske RM sastoji se od 5 režima s maksimalnim tlakovima rekompresije od 50, 70, 90 i 100 m (tablica 3). Režimi br. I i II s rekompresijom do 50 m predviđeni su za liječenje lakših oblika dekompresione bolesti manifestiranih svrbežom, marmorizacijom ili umjerenim bolima u zglobovima i mišićima. Po režimu br. III rekomprimira se na 70 m kod slučajeva težeg »bendsa« i lakših poremećaja kardiocirkularnog sistema. Režim br. IV s tlačenjem na 90 m rezerviran je za tretiranje kardiopulmonalnog oblika dekompresione bolesti i paralitičkih manifestacija. Najteži oblici dekompresione bolesti s centralnim paralizama i slučajevi nastali poslije ronjenja dublje od 100 m rekomprimiraju se na 100 m po režimu br. V (11, 21, 22).

Tablica 2.
Režimi 5, 5A, 6 i 6A Američke mornarice

Zastanci	Samo »Bends«		Ozbiljni simptomi i barotraumska plinska embolija					
	Ako smetnje iščeznu nakon 10 minuta na 18 metara		Bol prestaje poslije 10'-20' na 18 m. Simpt. uklj. -gubitak svijesti -neuro. poremećaje -»Bends« perzistira		Za tretiranje barotraumske plinske embol. Režim se primjenjuje ako smetnje iščeznu kompletno u toku 15'		Tretiranje barometar. plin. em. ako simptomi iščeznu najkasnije za 30' preći na 18 m. Ako simptomi perzistiraju, primjeni režim br. 4	
	Tablica 5b		Tablica 6b		Tablica 5a		Tablica 6a	
Dubina	Vrijeme	Udisani medij	Vrijeme	Udisani medij	Vrijeme	Udisani medij	Vrijeme	Udisani medij
50					15	zrak	30	zrak
50-18					4	zrak	4	zrak
18			20	kisik			20	kisik
18			5	zrak			5	zrak
18			20	kisik			20	kisik
18	20	kisik	5	zrak	20	kisik	5	zrak
18	5	zrak	20	kisik	5	zrak	20	kisik
18	20	kisik	5	zrak	20	kisik	5	zrak
18-9	30	kisik	30	kisik	30	kisik	30	kisik
9			15	zrak			15	zrak
9	5	zrak	60	kisik	5	zrak	60	kisik
9	20	kisik	15	zrak	20	kisik	15	zrak
9	5	zrak	60	kisik	5	zrak	60	kisik
9-0	30	kisik	30	kisik	30	kisik	30	kisik

Barotraumska plinska embolija liječi se po režimu br. III. Ako svi simptomi ne nestaju u toku 15 min na 70 m, prelazi se na režim br. IV (11, 21 23).

Sovjetski terapijski rekompresioni postupci mogu se primijeniti samo u stabilnim hiperbaričnim komorama, s iskusnim, kvalificiranim osobljem. U našim uvjetima treba ih zadržati za tretiranje najtežih slučajeva, koji preostaju i poslije primjene najstrožih režima po *Van Aueu* (14).

TERAPIJSKA REKOMPRESIJA RATNE MORNARICE FRANCUSKE

I francuski rekompresioni režimi mogu se podijeliti u dvije skupine. Prva grupa sastoji se od 4 režima (tablica 4), koji donckle podsjećaju na klasičnu metodu po *Van Aueu*. Druga metoda je originalnija. Ima tri režima, kod kojih se u početku tretmana dišu mješavine zraka obojaćenog kisikom, da bi se na nižim tlakovima prešlo na čisti kisik. I

Tablica 3
Terapijska rekompresija ratne mornarice SSSR-a

		DUBINE ZASTANAKA — METRI																		Ukupno vrijeme																	
		78	75	72	69	66	63	60	57	54	51	48	45	42	39	36	33	30	27	24	21	18	16	14	12	10	8	6	4	2							
R e z i m i	Najveći tl. u komori • metri vodenoj stupcu	50	50	70	90	100																															
	Vrijeme bor. pod naj- većim tlakom • min.	15	30	30	20	15																															
	Vrijeme snižav. tlaka do prvog zast. • min.	3	5	5	10	10																															
			VRIJEME ZADRŽAVANJA NA ZASTANCIMA																		Sat Min.																
			1	2	2	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3						
I		50	50	70	90	100	15	30	30	20	15	10	10	10	10	10	10	15	15	20	25	30	30	40	40	40	40	40	40	60	60	110	180	270	12	49	
II		50	50	70	90	100	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	40	40	50	50	70	70	160	190	210	220	240	270	25	34			
III		70	70	70	90	100	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	40	60	70	110	160	180	190	210	220	240	270	30	47	
IV		90	90	90	90	100	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	35	49
V		100	100	100	100	100	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	38	10

Tablica 4.
Standardna terapijska rekompresija Francuske ratne mornarice

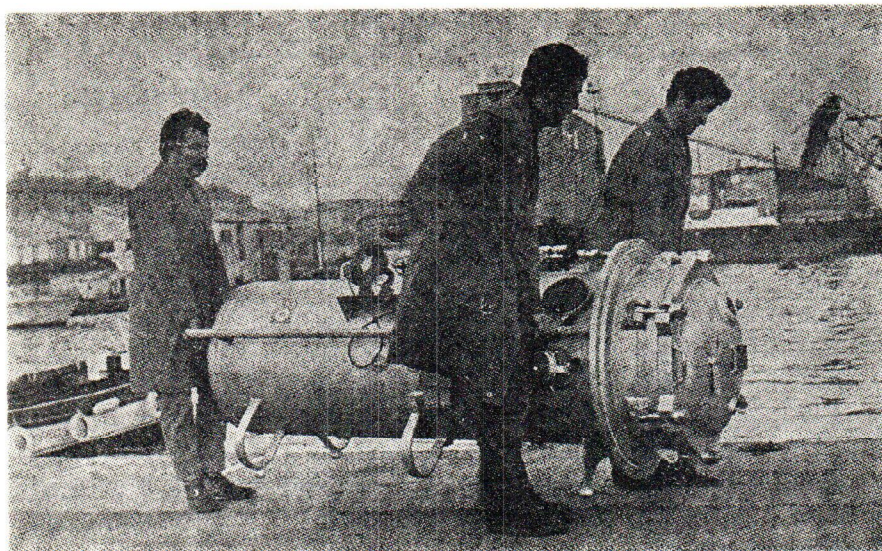
Dubina u metrima	Tablica 1A	Tablica 2A	Tablica 3A	Tablica 4A	
				Dubina u met.	Boravak
50		30 (zrak)	30 (zrak)	50	3 h (zrak)
42		15 (zrak)	15 (zrak)	42	30 min (zrak)
36		15 (zrak)	15 (zrak)	36	30 min (zrak)
30	30 (zrak)	15 (zrak)	15 (zrak)	33	2 h (zrak)
24	15 (zrak)	15 (zrak)	15 (zrak)	30	4 h (zrak)
18	30 (zrak)	30 (zrak)	30 (zrak)	27	4 h (zrak)
15	30 (zrak)	30 (zrak)	30 (zrak)	24	6 h (zrak)
12	30 (zrak)	30 (zrak)	30 (zrak)	21	6 h (zrak)
9	60 (zrak)	2 h (zrak)	12 h (zrak)	18	6 h (zrak)
6	60 (zrak)	2 h (zrak)	2 h (zrak)	15	12 h (zrak)
3	2 h (zrak)	4 h (zrak)	2 h (zrak)	12	6 h — 8 h
0 (površina)				9	6 h — 8 h
				6	6 h — 8 h
				3	6 h — 8 h

pored činjenice da s ovom metodom imamo skromna iskustva, smatramo da može biti veoma korisna kada postoje tehničke mogućnosti da bude primijenjena.

HIPERBARIČNE KOMORE

Za terapijsku rekompresiju, kao i za kombinirane profilaktičke dekompresione procedure ronilaca, nužni su posebni uređaji u kojima se može kontrolirano realizirati atmosfera povišenog tlaka — sa zrakom, kisikom ili umjetnim plinskim mješavinama. Ovi uređaji nazivaju se hiperbarične ili rekompresione komore. Standardno se nalaze u podvodnim jedinicama RM, profesionalnim ronilačkim organizacijama i institucijama koje se bave podvodnom medicinom. Posljednjih godina uvode se i u kliničke ustanove za primjenu kisika pod tlakom u terapijske svrhe (7, 24, 25).

Hiperbarične komore izdvajaju se od čeličnih elemenata, rjeđe od sintetskih materijala. Najčešće su valjkasta, rjeđe kuglasta oblika. Mogu biti prijenosne i stabilne. Prednosti prijenosnih su pokretljivost, relativno niska cijena i mogućnost brzog stavljanja pod tlak. Slaba im je strana da se u toku rekompresije ne mogu u pacijenta provoditi reanimacijske procedure (sl. 1). U stabilnim, višeodsječnim komorama



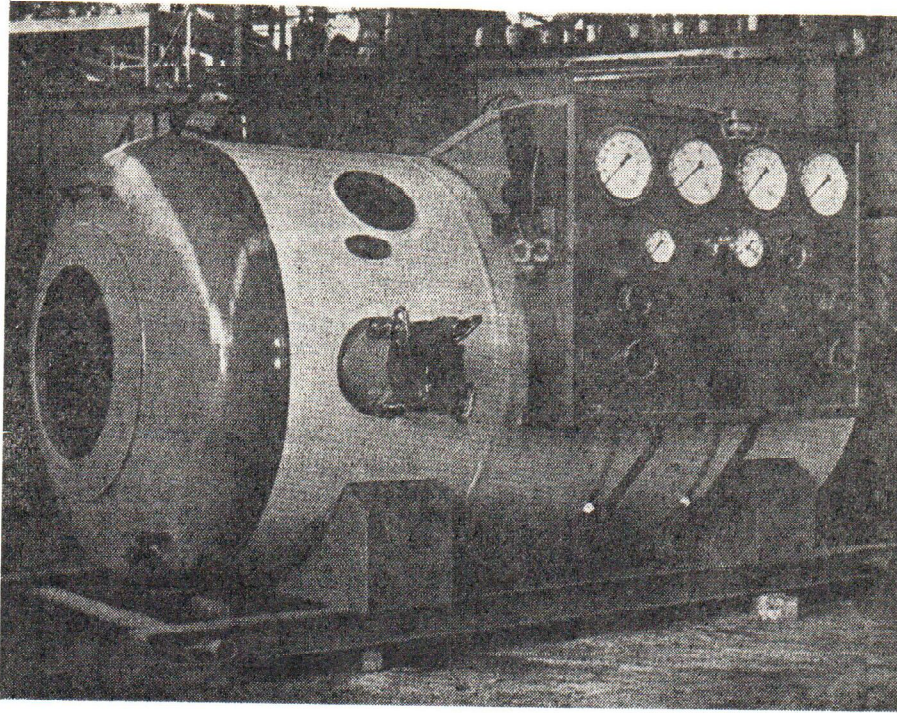
Sl. 1. Prijenosna jednomjesna komora »Galeazzi« s dispozitivom za izobarično spajanje

istodobno se može tretirati više osoba. One dopuštaju da se u njima za vrijeme rekompresije može provoditi i reanimacija. Zbog složenosti i potrebe za specijalnim prostorijama ili zdanjima za njihov smještaj te visoke cijene nabave i održavanja, prikladne su za institucije u kojima rade profesionalci (sl. 2). Za osiguranje podvodnih aktivnosti posebno su prikladni stabilni i prijenosni uređaji koji imaju dispozitive za izobarično stanje, što omogućuje da se u toku tretmana, bez mijenjanja tlaka oboljeli prebaci iz prijenosne u stabilnu, veliku hiperbaričnu komoru (24, 26).

OSTALE TERAPIJSKE MJERE

Medikamentna terapija u liječenju dekompresione bolesti ima sekundarno značenje, kao nadopuna etiološkom rekompresionom liječenju. Za ubrzanje cirkulacije, čime se pospješuje eliminacija inertnog dušika iz organizma u Italiji su preporučili da se u toku dekompresije pacijentima više puta na dan aplicira 40 mg nikotin amida, potkožno (4). S istom svrhom u SSSR-u injiciraju kamfor i kofein (11), a u SAD teofilin ili aminofilin (7).

Kod teških slučajeva dekompresione bolesti s izraženom hemokonzentracijom, odnosno hipovolemičnim šokom, *Bühlmann* je postigao povoljne rezultate infuzijama plazme ili njezinih nadomjestaka (27). Na temelju ovog iskustva u complete medikamentata koji se nalaze uz rekompresione komore uvrštena je plazma i niskomolekularni dekstra-



Sl. 2. Standardna stabilna dvoostječna rekompresiona komora

ni (9). *Bartholemy* predlaže da se kod teških slučajeva dekompresione bolesti ordinira više puta na dan 50 do 100 mg heparina, zbog njegova vazodilatatornog i blagog antikoagulacijskog djelovanja (7, 15). U novije se vrijeme predlaže da se kod teških, paralitičkih oblika dekompresione bolesti sistematski primjenjuje kontrolirana antikoagulantna terapija. *Tailleur*, *Wolkiewicz* te *Fructus* i njegova škola preporučuju davanje velikih doza kortizona prije i u toku rekompresionog liječenja koji suzbija edeme i šok. Oni preporučuju davanje 1 do 5 g hidrokortizona ili ekvivalentnih doza drugih kortikosteroida, upozoravajući da se zbog brze resorpcije ne treba bojati predoziranja (16, 23, 28). Francuski autori također preporučuju da se u toku transporta bolesnika i za vrijeme rekompresionog liječenja daju svakih 6 sati po 2 tablete aspirina, 2 tablete vazodilatatora *Surheme* i po 2 tablete *Pervicamina*, koji povoljno djeluje na oksigenaciju i cerebralnu vazoregulaciju. *Tailleur* preporučuje primjenu aspirina intravenski ili intramuskularno (23). U novije vrijeme nešto je splasnulo oduševljenje za aspirin zbog opasnosti od acidoze.

U fazi dekompresije u oboljelih od barotraumske plinske embolije treba tlak spuštati s najvećom pažnjom, posebice ako postoji sumnja da je komplicirana pneumotorakom. U ovakvim slučajevima snižava-

Tablica 5.

Rekompresiona metoda Francuske ratne mornarice za kombinirano liječenje mješavina zraka obogaćenog kisikom i čistim kisikom

Dubina u met.	Tablica A		Tablica B		Tablica C	
	Vrijeme	Mješav.	Vrijeme	Mješav.	Vrijeme	Mješav.
30	30 min	40% O ₂	30 min	40% O ₂	30min do 2 ^h	40% O ₂
24	30 min	40 ili 60%	30 min	40 ili 60%	1 h	40 ili 60% O ₂
21	30 min	60%	30 min	60%	1 h	60% O ₂
18	30 min	60%	30 min	60%	1 do 2 h	5 min O ₂ 15 min zrak ili mješ. 60% O ₂
18	30 min	60%	30 min	60%	1 do 2 h	
15	30 min	60%	1 h	60%	2 h	30 min O ₂ 15 min zrak ili mješ. 60% O ₂
12	30 min	100% O ₂	1 h	100% O ₂	2 ili 6 ili 12 ^h	1 h O ₂ 1 h zrak ili mješavine do 60% O ₂
9	30 min	100% O ₂	1 h	100% O ₂	6 ili 12h	1 h O ₂ 1 h zrak ili mješavine do 60% O ₂
6	30 min	100% O ₂	1 h	100% O ₂	6 ili 12h	
3	30 min	100% O ₂	1 h	100% O ₂	1 do 2h	100% O ₂

nje tlaka može se nastaviti uz istodobno odstranjivanje zraka iz interpleuralnog prostora — špicom ili troakarom (2, 8).

Kod paralitičkih oblika dekompresione bolesti, često se, kada postoji i paraliza mokraćnog mjehura, ne može izbjeći kateterizacija. Zbog mogućeg bakterijskog zagađenja konfinirane hiperbarične sredine, prije kateterizacije preventivno treba dati antibiotike široka spektra (8).

ORGANIZACIJA SPECIFIČNE MEDICINSKE POMOCI U PODVODNIM AKTIVNOSTIMA

Raspolaganje hiperbaričnim komorama i kvalificiranim osobljem za primjenu rekompresionih postupaka osnovni je ali ne i jedini preduvjet za uspješno pružanje rekompresione pomoći. Prikladnom organizacijom može se i u skromnim tehničkim mogućnostima postići visok stupanj djelotvornosti. Nikako obrnuto! Smatramo da organizaciju pružanja specifične rekompresione pomoći u podvodnim aktivnostima treba realizirati u okviru organizacije jedinstvene službe hitne pomoći.

Postojeći rekompresioni uređaji na jadranskoj obali raspoređeni su kako je navedeno u tabličkom pregledu br. 6. Osim njih u podvodnim

jedinicama RM nalazi se veći broj prijenosnih, jednomjesnih rekompresionih komora radnog tlaka 7 atm. Ove komore imaju unificirane uređaje za izobarično spajanje tipa »Galeazzi«. Postavljene su na tipiziranim ronilačkim barkasama, pa ih zbog čestog izbivanja iz baza nismo mogli uvrstiti u ovaj pregled. I ovi su uređaji više puta uspješno inter-

Tablica 6.

Raspored i tehničke karakteristike rekompresionih komora na Jadranu*

Mjesto i ustanova u kojoj se rekompresionih komora nalazi	Tehničke karakteristike			
	Tip	Broj ot-sjeka	Maksimalni radni tlak	Postojanje dispozitiva za izobarično spajanje s tip. prirubnice
Komanda garnizona Pula	stabilna	2	10	da — »Galeazzi«
M/b RON-3 — Lučka kapetanija Rijeka	prijenosna jednomjesna »Nemrod«	1	5	nema
PS-12 »SPASILAC«	stabilna	6	od 10 do 30	da — »Galeazzi« i »Dräger«
Institut za pomorsku medicinu u Splitu	stabilna	3	15 do 25	da — »Galeazzi« i »Dräger«
»BRODOSPAS« Split	stabilna	3	10 do 15	da — »Galeazzi«
PIK »MORNAR« Split	prijenosna jednomjesna »Galeazzi«	1	4	nema

* Osim navedenih komora u podvodnim jedinicama RM nalazi se veći broj prijenosnih jednomjesnih komora radnog tlaka 7 atm sa standardiziranim dispozitivom za izobarično spajanje »Galeazzi«. Komore se nalaze na tipiziranim ronilačkim barkasama.

venirali kada su zatražili rekompresionu pomoć domaći ili strani sportski ronionici. Valja znati da u garnizonu Novi Sad postoji velika, dvo-odsječna rekompresiona komora radnog tlaka 10 atm, a u Gradskoj bolnici u Zemunu jednomjesna, stabilna rekompresiona komora za hiperbaričnu oksigenaciju. I ovi uređaji, kada zatreba, mogu se iskoristiti za rekompresiono liječenje oboljelih ronilaca, udaljenih od rekompresionih uređaja na Jadranu.

Vodeći računa o sadašnjim tehničkim i kadrovskim mogućnostima i potrebama za rekompresionim uređajima mislimo da bi se rekompresiona služba na Jadranu trebala dalje razvijati na niže navedenim principima.

Pored postojećih stabilnih rekompresionih komora u Puli, Splitu i na PS 12 »Spasilac«, komore ovog tipa trebalo bi nabaviti za Rijeku i Južni Jadran. Ova posljednja mogla bi biti postavljena u Meljinama ili Dubrovniku. Komore bi se mogle montirati u jedinicama RM, vojnosanitetskim ustanovama ili civilnim bolnicama. Nove komore treba nabavljati planski, vodeći računa da se unificiraju dispozitivi za izobaričko spajanje s prenosnim komorama za jednu osobu.

Klubovi pojedinih istraživača, manje ronilačke jedinice i privredne organizacije koje imaju manje skupine ronilaca za rad na umjerenim dubinama treba principijelno da budu opremljene čvrstim, jednomjernim komorama radnog tlaka 7 atm. I ove komore treba da imaju standardni dispozitiv za izobaričko spajanje. U ovakvim prijenosnim komorama iskusni medicinari ili ronionci mogu na licu mjesta uspješno tretirati najmanje 90% slučajeva kojima je nužno rekompresiono liječenje. Osim toga u njima se mogu provoditi i profilaktičke dekompresione procedure kod naglog izronjavanja, čim će se smanjiti potreba za terapijskom rekompresijom. Kod oboljelih s rezistentnim paralitičkim manifestacijama i kod barotraumske plinske embolije komplicirane pneumotoraksom, bolesnika će trebati najhitnije, s komorom, prevesti do najbliže ustanove koja ima stabilnu hiperbaričnu komoru.

Sve medicinsko osoblje predviđeno da radi u klubovima podvodnih istraživača, podvodnim jedinicama teritorijalne obrane ili da osigurava profesionalne ronioce treba primjerno školovati. Za prihvaćanje jedinstvenih stavova i stjecanje praktičnog iskustva, za sada je najbolje da se ova obuka održava na već tradicionalnim tečajevima podvodne medicine u Institutu za pomorsku medicinu. Tečajevi se održavaju posebno za liječnike, medicinske tehničare ili rukovodioce ronjenja u armiji ili građanstvu.

Lučke kapetanije, medicinske institucije na obali mora, klubovi podvodnih istraživača, privredne organizacije koje imaju ronioce, ronionci pojedinci, turističke organizacije i stanice javne sigurnosti treba da budu dobro obaviješteni o institucijama koje raspolazu rekompresionim komorama i načinu uspostavljanja brze veze s njima.

Prihvaćanjem predloženih preporuka s malim bi se materijalnim ulaganjima mogla povećati djelotvornost pomoći stradalim u podvodnim incidentima. Predložena koncepcija temelji se na principu da su osnovna sredstva u specifičnom osiguranju ronilaca prijenosne, jednosmjerne rekompresione komore sa sistemom za izobarično spajanje sa stabilnim rekompresionim komorama. Prijenosne komore treba uvijek da se nalaze na mjestu gdje se organizirano roni. Na taj način stvaraju se uvjeti da se prikladna rekompresiona pomoć pruži odmah, jer u velikom broju slučajeva svako odgađanje pomoći može biti sudbonosno.

Ovakova organizacija mnogo je realnija i djelotvornija, provediva s relativno malo materijalnih izdataka, od nekih prijedloga da se duž Jadrana osnuju jaki rekompresioni centri. Nabava uređaja i izdržavanje brojnog profesionalnog osoblja zahtijeva basnoslovne financijske izdatke. Stoviše, ni ovako skupa realizacija ne bi bila djelotvornija od

predložene. Posjedovanje stabilnih komora na obali, bez prikladnih uređaja na podvodnim radilištima ulijevalo bi samo lažnu sigurnost, jer u najvećem broju slučajeva osobe kojima je nužna najhitnija rekompresiona terapija ne bi na vrijeme stigle do ovakvih uređaja.

Literatura

1. Babac, N.: Ronjenje i podvodni radovi, Podvodna biblioteka, Split, 1953.
2. Gošović, S., Stor, J.: Uzroci, klinički tok i specifično liječenje slučajeva dekompresione bolesti tretiranih u rekompresionim komorama ratne mornarice, Pomorska medicina, Pomorska biblioteka, 26 (1975) 477.
3. Miles, S.: Underwater medicine, Staples Press, London, 1962.
4. Molfino, F., Zannini, D.: L'uomo ed il mondo sommerso, Minerva Medica, Torino, 1964.
5. Moretti, G. C.: Medicina subacquea, Poligrafico dell' Academia Navale, Livorno, 1966.
6. Flight Surgeon's Manual, Department of the Air Force, Washington D. C., 1954.
7. Fundamentals of Hyperbaric Medicine, National Academy of Sciences, National Research Council, Washington D. C., 1966.
8. Gošović, S.: Profilaksa i terapija dekompresione bolesti, Pomorski zbornik, 7 (1969).
9. U. S. Navy Diving Manual, Navships 0994—001—9010, Washington D. C., 1970.
10. Bennett, P. B. et al.: The Physiology and Medicine of Diving, Balliere Tindall and Casell, London, 1969.
11. German, E. E. et al.: Učebnik special'noj fiziologiji, Voennoe izdatel'stvo, Moskva, 1956.
12. Rivera, J. C.: Milit. Med., 4 (1964) 314.
13. Instruction sur la Plongee, Ministre des Armees Marine, 1969.
14. Gošović, S., Stor, J.: Sintomatologia e trattamento dell' embolia gassosa barotraumatica, Med. Soc. 24 (1974) 66.
15. Goodman, N. W.: Proceedings of the Third symposium on underwater medicine, 1966, Williams-Wilkins Co. Baltimore, 1967.
16. Medical Book Comex, Comex, Marseille, 1974.
17. Zannini, D., Odaglia, G.: Terapia e prevenzione delle baropatie nelle attivita subacquee, XXVII Congresso Nazionale di Medicina del Lavoro, Napoli, 1965.
18. Submarine Medicine Practice, U. S. Government Printing Office, Washington D. C., 1956.
19. Albano, G.: Principi ed osservazioni di fisiologia del sommozzatore, Tip. Rotolo, Roma, 1967.
20. Van Genderen, L., Waite, C. L.: Evaluation of rapid recompression high pressure oxygenation approach to the treatment of traumatic air embolism, Aerospace Medicine, 39 (1968).
21. Bulenkov, S. E., Tjurin, V. I., Samojlov, B. P., Roslak, O. N., Čirimanov, E. V.: Spravočnik plovca podvodnika, Voenizdat., Moskva, 1968.
22. Pravila vodolaznoj služby (PVS-64), Voenizdat., Moskva, 1964.
23. Tailleur, J.: Acquisitions therapeutiques recents des accidents de plongee, Compte rendu de 3^{eme} Stage international de medicine de plongee, Martinique, 1975. 89.
24. Gošović, S.: Hiperbarične komore i njihova primjena, Mornarički glasnik, 1 (1972) 77.
25. Kraljević, Lj., Gošović, S.: Hiperbarične komore u medicini, Vojnosanit. pregl., 4 (1967) 218.

26. Galeazzi, R.: Camere e impianti iperbarici, La Spezia, 1966.
27. Biihelman, A. A.: Post-Decompression Shock Due to Extravasation of Plasma, *Lancet*, 1 (1964) 1071.
28. Wolkiewicz, J.: Interet des therapeutiques medicales precoces dans la prevention des paraplegies des accidents de decompression, *Compte rendu de 3^{eme} stade international de medecine de plongee*, Martiniques, 1975. 95.

Résumé

METHODES ET ORGANISATION DE SERVICES MÉDICAUX SPÉCIALISÉS DANS LE TRAITEMENT DES ACCIDENTS DE DÉCOMPRESSION ET DES EMBOLIES GAZEUSES BAROTRAUMATIQUES

L'utilisation de plus en plus répandue des appareils de plongée autonomes, par les professionnels et les sportifs, actualise le traitement par recompression des sujets atteints d'accidents de décompression et d'embolies pulmonaires batrotraumatiques.

Cette thérapeutique de caractère étiologique, appliquée à temps, empêche ceux expérimentés de caractères étiologiques, appliquée à temps, empêche ceux expérimentés peuvent appliquer efficacement la thérapeutique habituelle camenteuse n'a qu'une signification secondaire. Des médecins et des plongeurs expérimentés peuvent appliquer efficacement la thérapeutique habituelle par la méthode de recompression avec de l'air ou celle au cours de laquelle on respire de l'oxygène pendant tout ou une partie du traitement. Quand il existe des indications pour son application, l'oxygène accélère la guérison et prévient l'apparition de complications par suite d'une exposition prolongée dans une atmosphère d'air comprimé.

En ce qui concerne l'efficacité de la thérapeutique par recompression, un rôle particulier est joué par l'organisation même du service de recompression. Dans le cas d'une bonne organisation, on peut obtenir, même avec des moyens relativement modestes, des résultats tout à fait satisfaisants.

Dans ce travail sont donnés la disposition des chambres de recompression ainsi qu'un projet pour l'amélioration systématique et progressive du service de recompression sur la côte adriatique yougoslave.

Institut de médecine navale, Split

Accepté le 10 Janvier 1977