

Arh. hig. rada, 6 (1955) 33.

KESONSKA BOLEST I NJEN ZNAČAJ U HIDROGRADNJI

(Prvi slučajevi kesonske bolesti na Drini kod Zvornika)

B. MILIJIĆ

Odeljenje medicine rada, Higijenski institut NR Srbije, Beograd

(Primljeno 15. III. 1954.)

Na izgradnji hidroelektrane kod Zvornika, gdje su upotrebljavani kesoni, došlo je do pojave kesonske bolesti. Bilo je 12 bolesnika, od kojih je jedan umro. Zbog toga autor iznosi saznanja o kesonskoj bolesti, princip kesona i rad u njima; značaj pritiska na povećanje koncentracije gasova u krvi i tkivima; način eliminisanja gasova, a u vezi s tim i poseban značaj dekompresije. Iz posmatranog materijala vidi se, da su glavne tegobe kod bolesnika od kesonske bolesti bile ove: povišenje temperature preko 38° kod 9 bolesnika, koja se održavala od 2–5 dana. Tačan uzrok ovoj hipertermiji nije se mogao objasniti, iako ima raznih tumačenja. Kod jednog od ovih bolesnika konstatovan je samo bronhitis i sumnja na bronhopneumonično ognjište. Od ostalih simptoma po redu dolaze: kod 8 bolesnika malaksalost, bolovi u nogama i rukama sa parestezijama. Kod 8 bolesnika izražene mijalgije, a kod 10 artralgijske. Pritom, kod 7 bolesnika nemogućnost hodanja i stajanja. Od drugih simptoma pojavljuju se: karakterističan svrab po koži kod 5 bolesnika; kod 2 zaptivanje; kod 1 pojava spontanog pneumotoraksa; kod 2 bolovi u trbuhu; kod 1 pojava ekimoze i krvavljenje iz nosa. Ovi simptomi trajali su od 4–10 dana i na kraju iščezli su bez naročitih posledica, sem kod dvojice kod kojih su se zadržali duže, i to kod jednog 18, a kod drugog 21 dan.

Pojava kesonske bolesti i posebno razvoj hidrogradnje u našoj zemlji zahtevaju pravilnu profilaksu: 1. odabiranje radnika i redovno sprovođenje periodičnih kontrola, kako bi se sprečio rad obolelima u kesonu; 2. određivanje radnog vremena prema pritisku koji vlada u kesonu; 3. održavanje povoljne temperature i osiguranje racionalne izmene vazduha i 4. pravilno sprovođenje kompresije i dekompresije.

Kesonske bolesti su manje poznate kod nas nego druga profesionalna oboljenja. Međutim, razvoj industrijalizacije, a posebno hidrogradnje u našoj zemlji, kao što je slučaj na Drini, dovodi i kod nas do pojave oboljenja od povećanog atmosferskog pritiska. Našoj preventivnoj službi pretstoji zadatak da blagovremeno otkriva sve profesionalne bolesti i

da ih pravilnim merama sprečava. Kesonska bolest predstavlja poseban interes i problem za nas, pošto se sa hidrogradnjom na našim rekama ova oboljenja mogu pojavljivati.

Cilj ovog izlaganja je, na osnovu obrađenog materijala, upoznavanje patogeneze, dijagnoze, terapije i naročito profilakse kesonskih bolesti.

Izučavanjem kesonske bolesti bavio se veliki broj autora. Već 1670 god. R. Boyle ustanovio je stvaranje vazdušnih mehurića kod naglog smanjenja pritiska. Francuski inženjer Triger prvi je zapazio (1841) artralgične pojave kod kesonskih radnika. Pol i Watelle (1854) opisali su klinički tok bolesti. Hoppe-Seyler (1857) opisuju bolest sa patogenetske strane, a Paul Bert (1878) eksperimentalno je utvrdio patogenezu ove bolesti. Takođe, dugogodišnjim i strpljivim posmatranjem i eksperimentalnim istraživanjem: Haldane, Oliver, Bornstein, Lalet i Langlois, Von Schroetter, Silbestren, Catsaras, Hill, Damant i Gilbert jasno su izložili kliničku sliku ove bolesti i nužnost preventivnih mera (1).

Kesonska bolest, po Preti-u, je sindrom sa poremećajima pretežno nervnog sistema i zglobova kod radnika, koji rade u kesonima pod povećanim atmosferskim pritiskom gde može doći, prilikom nagle promene pritiska, do formiranja gasnih mehurića i izlivanja krvi izvan krvnih sudova (2).

Princip kesona

Keson, koji omogućuje građevinske radove pod vodom, načinjen je od gvožđa ili armiranog betona i sastavljen je iz tri dela: radne komore *A*, koja nema dna i spušta se ispod nivoa vode; cilindra *B*, koji spaja ovu komoru s ulaznom i izlaznom komorom *C*. Keson se spušta u vodu do dna, pri čemu voda ulazi u keson i dostiže njen spoljni nivo. Ova voda iz kesona izbacuje se sabijanjem vazduha pomoću kompresora. Zbog toga se u kesonu stvara sredina u kojoj je pritisak veći nego u normalnoj atmosferi.

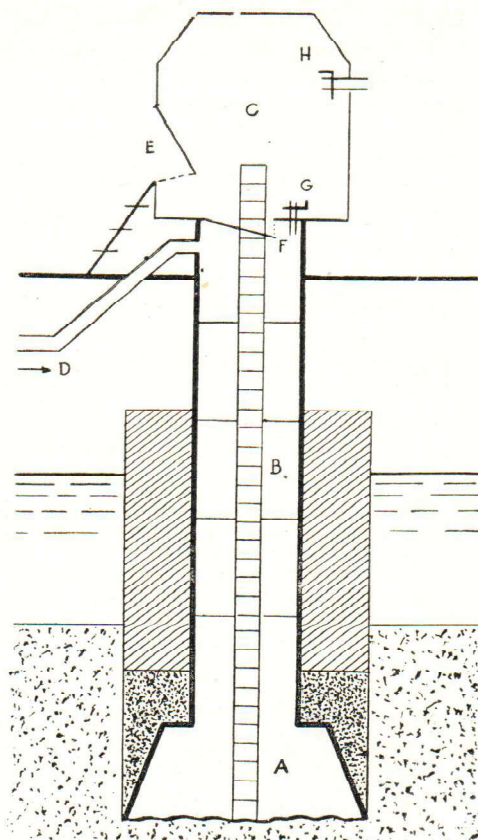
Ulaz i izlaz radnika vrši se preko komore *C*. Kad radnik uđe u komoru *C*, zatvore se vrata *E* i na taj način sprečava se ulaz spoljnog vazduha. Pri tome se otvara slavina *G* i komprimirani vazduh iz radne komore *A* ulazi u komoru *C* gde se vrši izjednačenje pritiska. Pošto se izvršilo izjednačenje i radnik privikao na povećani pritisak, otvaraju se vrata *F* i radnik se spušta kroz cilindar *B* u radnu komoru. Cev *D* služi za ubacivanje komprimiranog vazduha u keson.

Komora *C* je tako konstruisana da se kompresija i dekompresija, za vreme ulaza i izlaza radnika, može nesmetano da obavlja a da se pritisak u radnoj komori ne menja. Pritom najveću pažnju zahteva dekompresija, koja se vrši pri izlasku radnika iz kesona.

Po završenom poslu radnici izlaze iz radne komore i dolaze u komoru *C*; tada se zatvore vrata *F* i otvori slavina *H*, koja služi za komunikaciju

između komore *C* i spoljnog vazduha i, kada se pritisak u komori *C* izjednači sa atmosferskim pritiskom, radnici mogu izaći napolje.

Spoljni rad se obavlja pod normalnim atmosferskim pritiskom. Međutim, u kesonu pritisak je znatno veći. Vazdušni pritisak u kesonu povećava se u srazmeri sa dubinom njegovog spuštanja, odnosno pove-



ćava se za jednu atmosferu, ili za jedan kg na 1 cm^2 na svakih 10,32 m. Tako na dubini od 10,33 m pritisak je dva puta veći od normalnog atmosferskog pritiska, na 20,66 m tri puta veći, i t. d.

Da bi se dobro razumela geneza bolesti, potrebno je poznavati ponašanje gasova u krvi pod različitim vazdušnim pritiskom. Po već poznatom Henry-evom zakonu: »Apsorpcija gasova od strane tečnosti proporcionalna je pritisku pod kojim se gas nalazi«, sa povećanjem pritiska povećaće se proporcionalno količina gasova koji će se rastvarati

u tečnosti, odnosno u krvi. Poznato je da je atmosferski vazduh sastavljen od kiseonika (21%), ugljen dioksida (0,03%) i azota (79%) pod pritiskom od 760 mm, pri čemu je parcijalni pritisak za azot 600,4 ($760 \times 0,79$), a za kiseonik 159,6 ($760 \times 0,21$), zato će pri povećanju pritiska doći i do povećanja količine kiseonika i azota u krvi.

Na 100 sm^3 arterske krvi, po Bert-u, dolazi 19 sm^3 kiseonika i 39 sm^3 ugljen dioksida, a 100 sm^3 venske krvi sadrže 11 sm^3 kiseonika i 46 sm^3 ugljen dioksida. Međutim, azot se nalazi u fizičkom rastvoru i u venskoj i u arterijskoj krvi u količini od 1,6%. Sa povećanjem pritiska, povećavaće se količina kiseonika i azota rastvorenih u krvi na sledeći način: pod pritiskom od 1 dopunske at biće kiseonika 20% (tj. 20 sm^3 O_2 na 100 sm^3 krvi), azota 2,2%; pod pritiskom od 2 at kiseonika 20,9%, azota 3%; od 3 at kiseonika 21,6%, azota 3,9%; od 5 at kiseonika 22,6%, azota 6%; od 7 at kiseonika 23,1%, azota 7%; pod pritiskom od 10 at kiseonika 23,4%, azota 9,4%.

Pored povećanja atmosferskog pritiska postoje i drugi faktori, koji olakšavaju apsorpciju gasova od strane čovekova organizma. Mišićni rad, a takođe i tkiva bogata mastima i lipoidima, olakšavaju apsorpciju gasova, osobito azota. Kod radnika koji rade u kesonima, gasovi se mogu rastvoriti u tkivima u znatnoj količini, što zavisi od pritiska i vremena zadržavanja u kesonu. Za potpuno zasićenje krvi potrebno je po Haldane-u 5 sati, po Bornsteinu 8–10, po Caccuri-u 7–10, koje po poslednjem autoru za 15 minuta iznosi 50%, posle 30 minuta 75% i posle 1 sata 94% (3). U svakom slučaju, može se smatrati da se azot apsorbuje dosta brzo. I individualni uslovi igraju vrlo vidnu ulogu.

U momentu povećanja pritiska, u početku rada, radnici mogu osetiti izvesne nelagodnosti, koje obično brzo iščezavaju.

Ozbiljniji poremećaji, odnosno prava kesonska bolest, nastaju odmah ili nekoliko časova po izlasku iz kesona.

Kad se dekompresija vrši lagano i ravnomerno, gasovi se postepeno eliminišu iz krvi u nivou plućnih kapilara gde oni, zbog manjeg pritiska, prelaze u alveole, a zatim napolje. Pošto je izračunano da se iz pluća čoveka može eliminisati 150 sm^3 azota za 1 minut, i pošto je poznato da se kod čoveka od 70 kg pod pritiskom od 4 at nalazi rastvoreno 3.360 sm^3 azota, potrebno je da se dekompresija vrši lagano, da bi se izbeglo stvaranje gasnih mehurića.

Ako se dekompresija vrši brzo, azot nema mogućnosti da se istom brzinom izluči, tj. da ga pluća izbace napolje i tada može doći do stvaranja gasnih mehurića, koji izazivaju razne poremećaje u ishrani tkiva. Tkiva bogata lipoidima, a siromašna krvnim sudovima kao što su potkožno masno tkivo, zglobovi i centralni nervni sistem, apsorbuju 4–5 puta više azota i desaturišu se sporije od drugih tkiva, pa su veoma pogodna za stvaranje gasnih embolija (4). U interpretaciji patogeneze kesonskih bolesti treba uzeti u obzir još i mogućnost autohtonog stvaranja azota u tkivima bogatim mastima i lipoidima, koji stvara nadražaj

i poremećaj u ishrani tkiva, i to naročito u centralnom nervnom sistemu, u likvoru, u limfi unutrašnjeg uha, u tkivima zglobova i u koži, izazivajući karakteristične kliničke pojave (1).

Simptomatologija. – Simptomatologija kesonskih bolesti može se podeliti u dva dela: u period kompresije i u period dekompresije.

Od simptoma u početku kompresije zapažen je kod radnika prijetan osećaj toplote, izvešan subjektivni osećaj pojačane snage. Zapaženo je, zatim, ubrzanje pulsa i disanja i smanjenje krvnog pritiska. Osim toga, promene u glasu, nemogućnost zviždanja, smanjenje osetljivosti čula pipanja, katkad mirisa i ukusa, zatim krvavljenje iz nosa, uha i pluća. Nekada se pojavljuje znojenje i premorenost. Pri naglom povećanju pritiska može doći do vrtoglavice, gađenja i zujanja u ušima, zbog razlike između vazdušnog pritiska spolja i pritiska u srednjem uhu, što može dovesti i do rupture bubnjića. Pri ovom stanju dovoljno je učiniti nekoliko pokreta gutanja, pri zatvorenom nosu i ustima, da bi se u Eustahijevoj trubi uspostavio pritisak jednak pritisku, koji deluje izvana na bubnjić i poremećaji bi odmah iščezli (2).

U periodu dekompresije dešavaju se najteže kliničke pojave kesonske bolesti. Po pravilu nastaju po izlasku napolje, najčešće posle 10–15 minuta do jednog sata, pa i nekoliko časova posle dekompresije. Kliničke pojave ove bolesti su mnogobrojne, ali je ipak moguće, po Molfinu, razlikovati nekoliko oblika: neurosenzorijalni, artralgični i mijalgični i hroničnu osteoartrozu.

Kod neurosenzorijalnog oblika, odnosno cerebralnog, početak je munjevit gde, pored vrtoglavice, glavobolje, povraćanja, može doći do iznenadnog gubljenja svesti, konvulzija, stupora i kolapsa. Ako dođe do oštećenja pojedinih centara u kičmenoj moždini, i ako bolesnik preživi, mogu nastati trajne posledice: hemiplegije, paraplegije, parapareza, monoplegija, poremećaj refleksa, poremećaj lučenja mokraće i defekacije, dizartrije, paraliza moždanih živaca i t. d.

Zapaženi su i bulbarni simptomi, iako ne tako često, sa teškim poremećajima u krvotoku i disanju koji brzo dovode do smrti (1). Od posebnog kliničkog značaja su poremećaji čula sluha. Dok se u periodu kompresije zapažaju: zujanje u ušima, bolovi i prolazna vrtoglavica, dotle se u periodu dekompresije pojavljuju poremećaji teže prirode praćeni vrtoglavicom zbog koje dolazi do pada na zemlju sa simptomima kao: zujanje, naglupost, gađenje, hladno znojenje, glavobolja i opšta malaksalost. Ovi bolesnici moraju duže ostati u miru, jer se pri pokretu odmah pojavljuje rotatorna vrtoglavica. Prema ovim simptomima Bertoin deli obolele u tri grupe: u prvu grupu dolaze oni kod kojih nastupa potpuno iščezavanje simptoma bolesti; u drugu grupu dolaze bolesnici kod kojih poremećaji labirinta, sluha i ravnoteže iščezavaju, ali nepotpuno; u treću grupu dolaze oni kod kojih poremećaji ne iščezavaju (5). Chossegras, Roche i Migeon opisali su vestibularne poremećaje kod 19 kesonskih radnika, i to lakše prirode kod 6 bolesnika u periodu kom-

presije, a teže prirode udružene sa povredama kohlee kod 13 u periodu dekompresije. Pri tome od ovih poslednjih kod 7 povrede su bile bilateralne, a samo kod 1 unilateralne (6).

Poremećaji oka su takođe česti kod kesonskih radnika. Zapaženi su krvni podlivni očnih kapaka, subkonjunktivalne hemoragije, a takođe i hemoragije retine, prolazno ili stalno slepilo, tranzitorna amauroza i hemianopsija zbog embolije u centru za vid ili traktusu kao i paralize unutrašnjih i spoljnih mišića oka, staza papile i nekad bilateralna katarakta.

Kao klinički najinteresantnije i najčešće su altralgije i mialgije. Kod velikog broja slučajeva zapaženi su bolovi u mišićima i zglobovima, pretežno u ekstremitetima, koji se često udružuju sa nervnim i senzorijskim pojavama koje su već opisane.

Nekoliko sati po prestanku rada pojavljuju se jaki bolovi, naročito u zglobovima donjih udova, osobito kolena, a isto tako i u mišićima. Ovi bolovi se povećavaju, kako pri aktivnim, tako i pri pasivnim pokretima, a osobito sa pritiskom na površinama zglobova. Često ovim bolovima prethode parestezije. Posle tri do četiri dana bolovi znatno popuštaju sem lakših osećaja bolova u ponekom zglobovima. Ponekad artralgije mogu ostati lokalizovane u jednom ili više zglobova. Pri tome bolesnik oseća tupe duboke bolove, koji posle jedne do dve nedelje iščezavaju.

Pored mialgije i artralgije opisan je poslednjih godina jedan osobiti klinički oblik kesonskih bolesti, nazvan osteoarthritis deformans chronicus. Ova hronična osteoartropatija zapažena je kod radnika koji su već više puta imali bolove u zglobovima. Po Molfino-u i Balestra-i bolest se najviše lokalizuje u bedrenom i ramenom zglobovima (7). Objektivno se konstatuje bol, krepitacije i ponekad hipotrofija mišića u blizini bolesnog zgloba (8, 9).

Radiološki se otkrivaju poremećaji kao svetle zone u bedrenom i ramenom zglobovima, okružene malim prstenovima tamne boje koji su nepravilno raspoređeni u tkivu epifize, najčešće po površinama zglobova nadlaktice i butne kosti (10). Pri tome i konture, kao i interskapularni prostor, ostaju nepromenjeni. U težim slučajevima može doći do deformacije nadlaktice i bedrene kosti gde se interartikularni prostor sužava, a mogu se pojaviti i ivični osteofiti. Ova slika približava se slici primarne artroze (7). Za razliku od ostalih oblika hroničnih artrita, hronična osteoartroza kod kesonskih radnika obično se pojavljuje posle jedne ili više nepravilno izvedenih dekompresija. A sa anatomske strane razlikuju se primarne osteoartroze po tome, što lezije počinju dublje od koštanog tkiva epifize, a ne od raskavice i koštanog subhondralnog tkiva.

Klinička zapažanja pokazuju da su bolovi u zglobovima mnogo češći od senzorijskih pojava. Tako po Bornstein-u artralgije tegobe po-

javljaju se u 90% slučajeva, dok po Langelez-u i do 93%. Slično citiraju Martini i Molfino u Italiji.

Pored osteoartralgičnih pojava često se javljaju i simptomi sa strane kardiovaskularnog sistema: cirkulatorni kolaps sa padom tenzije praćene glavoboljom, vrtoglavicom, gubljenjem svesti, palpitacijama, prekordijalnim bolovima i t. d. Opisani su i elektrokardiografski poremećaji: znaci oštećenja srčanog mišića, devijacija električne osovine srca u desno (11, 12). Zapažene su i plućne komplikacije i razvoj infarkta pluća posle izlaska iz kesona sa razvojem eksudativnog pleurita (13), zatim pojava spontanog pneumotoraksa uz iznenadan bol, dispnoja, kašalj (14).

Naš materijal. – Na radilištu hidroelektrane kod Zvornika primenjen je keson. Rad u kesonu obavljao se u smenama, ali što je interesantno izbor radnika nije bio izvršen sistematskim pregledom od strane lekara, već su radili i oni kojima bi ovaj posao svakako bio zabranjen (slučaj umrlog radnika br. 12). Osim toga, nije bilo ni dovoljnog stručnog nadzora kako u pripremi radnika za rad u kesonu, tako i za vršenje kompresije i dekompresije. Iz komisiskog zapisnika ne može se videti kako je vršena kompresija i dekompresija. Može se jedino zaključiti da je sve obavljano nestručno, pošto je i poslovođa oboleo od kesonske bolesti ukazujući nastradalima pomoć. Po izjavi glavnog inženjera dubina kesona iznosila je oko 13 metara, a rad u smeni trajao je 6 časova pod pritiskom od oko 1,5 do 2,5 atmosfere. Interesantno je da na kesonu nije bilo ni manometra, ni termometra za merenje temperature, koja je na dan nesreće naročito bila povećana zbog upotrebe zagrejanog betona. Ukupan broj obolelih radnika od kesonske bolesti iznosi 12, od kojih je jedan umro.

Slučajevi.

1. Marković Srbobran, 48 godina, inženjer. 11. XI. 1952 godine oko 20 minuta po izlasku iz kesona osetio je bol u desnom hemitoraksu, otežano disanje, povremeni kašalj i lupanje srca. Pošto su se tegobe pojačale, preveden je na Treću internu kliniku.

Objektivno: opšte stanje dobro. Desni hemitoraks proširen, zaostaje pri disanju; perkutorno: hipersonoran zvuk sa timpaničnim prizvukom i oslabljeno bronhijalno disanje amforičnog karaktera. Levo samo pooštreno vezikularno disanje. Srce u celini potisnuto prema levoj strani. Iktus u VI interkostalnom prostoru spolja od medioklavikularne linije. Tonovi jasni, nešto naglašeni na vrhu. Puls ubrzan, mali, mek, 80 u minuti. RR 130/100. Ostalo B. O. Zaključak: Pneumothorax spontanea.

8. XII. 1952 godine nastupilo pogoršanje i konstatovan je hidropneumotoraks desno. Kasnije se sve povlači i bolesnik izlazi kao zdrav 12. XII. 1952 godine.

2. Tanacković Mile, 27 godina. Jedan sat posle rada (21. I. 1953) osetio malaksalost, bolove u levom ramenu, pektoralnim mišićima, kvadricepsu leve noge, levom kuku i kolenu. Nije mogao da hoda, te je prenesen u šabačku bolnicu.

Objektivno: opšte stanje dobro, afebrilan. Koža i sluzokoža cijanotične. Zenice okrugle i jednake, ali slabije reaguju na svetlost i akomodaciju. Pluća, srce i trbušni organi B. O. Gornje tegobe trajale su 4 do 5 dana i potpuno iščezle. Lečenje simptomatsko. Bolesnik je otišao kući zdrav.

3. Božić Bogdan, 24 godine. Za vreme rada u kesonu (24. I. 1953) osećao je pritisak u ušima i grudnom košu. 25 minuta po izlasku iz kesona osetio je svrab po

celom telu. Na 500 metara od radilišta osetio je bolove u levom kolenu, žmarce, grčeve u mišićima ruku i potkolenicama, nije mogao da hoda i zbog ovih tegoba prenesen je u bolnicu.

Objektivno: febrilan, visok, slabije razvijen i uhranjen. Koža u predelu radio-karpalnog zgloba sa dorzalne strane prelivena je sitnim krvnim podlivima. Konjunktive hiperemične. Pluća, srce, trbuh i ekstremiteti B. O. Posle 11 dana tegobe prestale, te je otpušten kući kao zdrav.

4. Krunic Borivoje, 26 godina. Jedan sat posle dekompresije, vraćajući se kući, osetio je žiganje u rukama i nogama, naročito u zglobovima i nije mogao da hoda. Prenesen je odmah u keson radi rekompresije, gde je ostao 1 sat, a zatim je prenesen u baraku i posle toga u bolnicu.

Objektivno: febrilan (38°). Opšte stanje dobro. Zubi kariozni, tonzile uvećane. Pluća B. O. Srce u fiziološkim granicama, tonovi nejasni, na vrhu blag sistoličan šum. Akcija ritmična, ubrzana, puls 96. Tegobe su trajale oko 10 dana i posle toga otpušten je iz bolnice kao izlečen.

5. Ahmetović Meho, 26 godina. 1 sat po izlasku iz kesona osetio je malaksalost, naglo žiganje u rukama i nogama, osobito zglobovima i pao je pošto su ga noge izdale. Vraćen je u komoru gde je ostao 1 sat, a kasnije prenesen u baraku i sutradan u bolnicu.

Objektivno: febrilan (38,2°). Opšte stanje dobro. Pluća B. O. Srce u fiziološkim granicama, tonovi nejasni, srčana radnja ubrzana, puls 102. Trbuh i ekstremiteti B. O. Subjektivne tegobe trajale su oko 10 dana i iz bolnice otpušten kao zdrav.

6. Brkić Radojko, 41 godinu. 1 sat po izlasku iz kesona osetio je malaksalost, žiganje u mišićima i zglobovima ruku, nogu i predelu srca kao i potpunu malaksalost i pao je na zemlju. Prenesen je u baraku i odmah posle u bolnicu.

Objektivno: febrilan (39,4°). Zubi defektni, jezik vlažan, obložen. Pluća: zvuk mukliji, disanje oslabljeno sa difuznim bronhijalnim šušnjevima. Srce u fiziološkim granicama, tonovi naglašeni, puls 120. Trbuh ispod ravni grudnog koša. Jetra uvećana za 2 poprečna prsta ispod rebarnog luka, sa osetljivošću na palpaciju.

Posle dva dana ležanja u bolnici znaci pneumonije na levoj strani. Terapija: penicilin, kamfor, askorbit i aneurin. Posle 21 dan lečenja otpušten kao zdrav.

7. Hadži-Efendić Sulejman, 30 godina. Radio u noćnoj smeni. Usled mraza beton je pravljen vrućom vodom. Zbog toga u kesonu se razvila gusta magla i teška atmosfera, pa je osećao stalno otežano disanje. Po izlasku iz kesona osetio je svrab po celom telu, a zatim zaptivanje. Nešto docnije svrab je prestao, ali je osetio hladnoću i pao na zemlju ne mogavši dalje da se pokrene. Ta uzetost zahvatila je celo telo, osobito mišić toraksa i donjih ekstremiteta. U tom momentu nije osećao ni hladnoću ni bolove, ali je počeo osećati jako žiganje u rukama i bolove u zglobovima. Ležao je nepomično dok ga nisu preneli kući. Kako se stanje nije popravljalo, a usto je dobio i temperaturu, prenesen je u keson, gde je izvršena rekompresija. Međutim, ni posle toga se stanje nije popravilo, te je upućen u bolnicu.

Objektivno: febrilan (37,8°), unutrašnji organi B. O. Gornje subjektivne tegobe trajale su oko 7 dana, kada se stanje popravilo; bolesnik je posle 18 dana ležanja u bolnici otpušten kao zdrav.

8. Filipović Đorđe, 23 godine. Pri radu na kesonu 24. I. 1953 g. primao je radnike u keson i stalno je otvarao i zatvarao vrata od komore. Usled menjanja pritiska pozlilo mu je, dobio je teško disanje i zaptivanje i bolove u zglobovima leve ruke. Zbog toga je upućen u šabačku bolnicu.

Objektivno: febrilan (37,2°), opšte stanje dobro, na vrhu srca lak sistoličan šum, pri aktivnim i pasivnim pokretima oseća bolove u nogama. Posle 9 dana bez tegoba otpušten je kući kao zdrav.

9. Ahmetović Hakija, 35 godina. Oko 30 minuta po izlasku iz kesona osetio je svrab po celom telu i malaksalost. Znojio se, osećao bolove u zglobovima, jako uznemirenje, loš san, neuredna stolica i mokrenje. Kako se stanje nije popravljalo, upućen je u bolnicu.

Objektivno: febrilan (37,9°). Opšte stanje dobro, zubi defektni, desna gingiva upaljena i otečena. Unutrašnji organi B. O. Pri aktivnim i pasivnim pokretima oseća

bolove u ekstremitetima. Od laboratorijskih podataka – leukocitoza od 21.400, bez drugih patoloških nalaza. Lečen je penicilinom. Posle nekoliko dana bolovi i grčevi u ekstremitetima su iščezli i bolesnik je otpušten kao izlečen.

10. Radamanović Azir, 45 godina. Po izlasku iz kesona osetio svrab, a 1 sat docnije bolove u udovima i muku u stomaku. Posle dva dana upućen je u bolnicu.

Objektivno: febrilan, opšte stanje dobro, zubi defektni, tonzile uvećane. Unutrašnji organi B. O. Pri aktivnim i pasivnim pokretima oseća bolove u ekstremitetima. Posle 8 dana pušten kao zdrav.

11. Baketić Suljo, 30 godina. Osetio je za vreme rada u kesonu da neki govore kroz nos. Po prekidu rada, napolju, osetio je svrab po celom telu, a zatim i bolove u rukama, nogama i opštu malaksalost. Od bolova u ekstremitetima nije mogao da spava. Posle 2 dana upućen je u šabačku bolnicu.

Objektivno: febrilan (38,2°). Opšte stanje dobro. Zubi kariozni. Laka pulzacija vratnih žila. Pluća B. O. Na vrhu srca tonovi nejasni, sistoličan šum, nad aortom II. ton naglašen. Bolovi u oba kolena. U desnom lakatnom zglobu bol se povećavala pri ekstenziji i fleksiji. Bolesnik se brzo oporavlja i posle 10 dana otpušten je kao izlečen.

12. Klinčević Uso, 38 godina, radnik iz Zvornika. Radio je u kesonu u drugoj smeni (24. I. 1953). Preboleli drugovi umrlog Klinčevića kažu da se u poslednje vreme žalio na bolove u stomaku i da je povraćao, ali je nastavio da radi kao i obično. Po izlasku iz kesona, pošao je kući i na putu je naglo pao. Odmah je prenesen u baraku, a posle jednog sata u komoru radi rekompresije. Tu je ostao 1 sat, a zatim je prenesen u ambulantu. Međutim, posle nekoliko časova nastupa iznenada egzitus. Komisija higijenskog zavoda u Šapcu je mišljenja da je smrt Klinčevića Use nastupila usled nepravilne dekompresije i nekih individualnih osobina: nehigijenskog života, preterane upotrebe alkohola i hroničnog gastrita.

Komentar: Kao što se vidi iz iznesenih slučajeva, simptomi kesonske bolesti bili su kod 11 bolesnika lakše prirode, dok kod jednog teže prirode, te su doveli do letalnog ishoda. Glavne tegobe kod naših bolesnika bile su: povišenje temperature preko 38 stepeni kod 9 bolesnika, koja se održavala prvih 2–5 dana, čije poreklo još nije razjašnjeno. Molfino je objašnjava kao cirkulatorni poremećaj termoregulatornih centara zbog kompresije i dekompresije. Kod naših slučajeva nije bilo nekog posebnog uzroka koji bi objasnio pojavu hipertermije. Kod 1 slučaja, uz temperaturu i teško kliničko stanje, konstatovan je bronhit i sumnja na bronhopneumonično ognjište. Od ostalih simptoma po redu dolaze: kod 8 bolesnika malaksalost, bolovi u nogama i rukama sa parestezijama; kod 8 slučajeva izražene mialgije, a kod 10 artralgijske. Pri tome kod 7 bolesnika nemogućnost hodanja i stajanja. Od drugih simptoma pojavljuju se: karakterističan svrab po koži kod 5 bolesnika; kod 2 zaptivanje; kod 1 pojava spontanog pneumotoraksa, a kasnije je došlo do razvoja hidropneumotoraksa; kod 2 bolovi u trbuhu; kod 1 pojava ekimoze i krvavljenje iz nosa. Interesantno je da je kod 1 bolesnika (slučaj 7) došlo, uz osećaj hladnoće, do uzetosti torakalnih mišića i donjih ekstremiteta, praćene parestezijama u gornjim ekstremitetima. Ovi simptomi trajali su od 4 do 10 dana, sem kod jednog, gde su trajali 18 i kod drugog 21 dan, i na kraju iščezli bez naročitih posledica.

Kao što se vidi iz ovih slučajeva, pojava kesonske bolesti nastupila je, prema iskazima, oko 20 minuta do 1 sata posle rada u kesonu. Uzrok ovome je svakako nepravilno sprovedena dekompresija, jer da je ova izvršena pravilno, do ovih neželjenih pojava ne bi ni došlo. Ove pojave

nisu mogle ni pravilno ni brzo da se otklone, pošto nije bilo posebne komore za rekompresiju. Pokušaj da se bolesnici odmah posle prvih pojava vrata u komoru radi rekompresije ostao je bez efekta, jer su se vrata često otvarala i zatvarala zbog priliva novih bolesnika. Iz ovoga se vidi: da je poznavanje kesonske bolesti, a naročito njene profilakse i terapije, vrlo važno, kako za ljude koji rade u kesonima, tako i za rukovodioce tih radova. Naravno, pravilno sprovedena dekompresija skoro unapred isključuje pojavu kesonske bolesti. No i pored toga, svako radilište treba da ima komoru za lečenje gde bi se mogla blagovremeno ukazati pravilna pomoć.

Kod već izraženih emboličnih sindroma preporučuje se upotreba nikotinske kiseline, jer je po izvesnim autorima (Caccuri, Molfino) pokazala vrlo dobre rezultate. Kod zaostalih pareza preporučuje se uglavnom odgovarajuća fizikalna terapija. Kod slučajeva gde su artralgijske izražene i gde se duže povlače, povoljni efekat pružaju analgetici, utopljanje bolesnika sa vunanim pokrivačima, a preporučuje se i stavljanje termofora na obolele zglobove. Za lečenje poremećaja uha, naročito perforacije bubnjića, potrebna je specijalistička intervencija.

Profilaksa. – Kao kod svih profesionalnih bolesti, tako i kod kesonskih oboljenja treba da se sprovodi higijenska i tehnička zaštita. U prvom redu treba obuhvatiti odabiranje radnika za rad u kesonu. To moraju da budu zdravi i mladi ljudi od 25 do maksimum 45 godina starosti. Prilikom lekarskog pregleda treba voditi računa da radnici ne boluju od srca i krvnih sudova, bubrega, pluća, jetre, zatim uha i oboljenja centralnog nervnog sistema. Osim toga, treba obratiti pažnju da nisu alkoholičari niti pak adipozne konstitucije. No i pored brižljivog odabiranja, potreban je stalni sistematski pregled kesonskih radnika kao kontrola njihovog zdravstvenog stanja i otkrivanja eventualnih interkurentnih infekcija – oboljenja.

U pogledu određivanja radnog vremena u kesonu treba voditi računa da novi radnici prvi put mogu da rade jednu trećinu radnog vremena, drugi put $\frac{2}{3}$, a zatim celo radno vreme. Ali radno vreme, po uredbi iz 1949 god. (Sl. list FNRJ br. 31), ne bi smelo da pređe više od 7 časova za poslove pod apsolutnim pritiskom do 1,75 atmosfere – podeljeno u 2 partije sa prekidom između partija od najmanje 4 časa; 6 časova za radove pod pritiskom od 1,75 do 2,5 atmosfere, podeljene u 2 smene sa prekidom od najmanje 6 časova; 5 časova za poslove pod pritiskom od 2,5 do 3 atmosfere, sa prekidom između partija od najmanje 8 časova; 4 časa za poslove pod pritiskom od 3 do 3,5 atmosfere, sa prekidima od najmanje 10 časova, i 2 časa dnevno bez prekida za poslove pod apsolutnim pritiskom od 2,5 do 4 atmosfere.

U pogledu trajanja radnog vremena u kesonu postoje dva mišljenja: jedno za dvokratno sa pauzama od 4 do 10 časova i drugo za jednokratno radno vreme. Izgleda, po Molfinu, da je ipak bolje jednokratno

radno vreme, naročito zbog toga, što se radnici ne bi podvrgavali riziku dvostruke dekompresije.

S obzirom na poseban rad u kesonu, potrebno je održati i određenu temperaturu koja bi trebala da se kreće od 17^o do 22^o. Od velike je važnosti i racionalno menjanje vazduha u kesonu, kako bi se održala normalna kvota atmosferskog kiseonika. Na jednog radnika treba da dođe oko 30 m³ atmosferskog vazduha za 1 sat. – Razumljivo je da radna komora treba da bude dovoljno prostrana, da ima visinu prosečno 2,20 m, da se radnici u njoj mogu slobodno kretati i nesmetano raditi.

Od posebnog i najvažnijeg značaja u profilaksi protivu kesonske bolesti je pravilno regulisanje kompresije i dekompresije.

Pre spuštanja radnika u keson, gde vlada pritisak do 1 atmosfere oni moraju da provedu u komori za ravnotežu najmanje 8 minuta. Zadržavanje radnika u komori povećava se za svaku desetinu atmosferskog pritiska po 30 sekundi, zaključno do 2,5 atmosfere pritiska u kesonu i komori.

0,-1,0 dopunskog atm. prit. vod. stuba	0,10 m. visine za 8 minuta	
1,2	12	9
1,4	14	10
1,6	16	11
1,8	18	12
2,0	20	13
2,5	25	15,5 (15)

Prelaz iz kesona na normalni atmosferski pritisak pretstavlja najveću opasnost za radnika, zbog toga se dekompresija mora vršiti sa mnogo pažnje i stručnosti. Postoje uglavnom dva sistema dekompresije: ravnomerni i stepenasti. Kod ravnomerne dekompresije, pri pritisku do 1 atmosfere, smanjenje pritiska za 0,1 atmosferu treba vršiti u razmacima od po 2 minuta. Prema tome, ispuštanje vazduha iz komore za ravnotežu izvršiće se pri pritisku od:

0,5 dopunske atm. (pritisak vod. stuba 5 m visine) za 5 minuta		
1,0	10	10
1,2	12	24
1,4	14	28
1,6	16	32
1,8	18	36
2,0	20	40
2,5	25	50 (15)

Odgovorni rukovodilac treba da kontroliše sprovođenje dekompresije pomoću manometra i časovnika, koji su postavljeni u komori za ravnotežu. Kesonski majstor treba da kontroliše dekompresiju spolja na spoljnjem manometru. Ispuštanje vazduha može se spolja kontrolisati i pomoću barografa.

Druga – stepenasta metoda, koju je predložio Haldane, zasniva se na tom što ljudsko telo može da rastvori za $2,25 \times$ više azota nego što ga ima u vazduhu pri određenom parcijalnom pritisku. Iz ovoga proizlazi da čak i brzi prelaz na atmosferski pritisak, koji je za $2,25 \times$ manji, ne prati stvaranje azotnih mehurića. Zato se kod primene ove metode pritisak do polovine smanjuje relativno brzo, zatim se pravi pauza dok se suvišni gas ne izdvoji iz tkiva i krvi, posle čega sleduje relativno brzo smanjenje isto tako na polovinu i t. d. (4). Ova metoda ima tu nezgodnu stranu što prouzrokuje naglo sniženje temperature, kondenzaciju vodene parc i gustu maglu (1).

Prema ovoj metodi, Molfino preporučuje da se dekompresija izvrši za pritisak od 2,4 dopunske atmosfere, na sledeći način:

I. faza: od 2,4 do 1,2 atmosfere za 6 minuta, zatim se opet povećava do 1,4 at (radi smanjenja formiranja magle) i odmor od 8 min.

II. faza: od 1,4 do 0,7 at za 3 minuta, zatim povećanje do 0,8 at i odmor od 10 minuta.

III. faza: od 0,8 do 0,4 at za 2 minuta, povećanje do 0,5 at i odmor od 10 minuta.

IV. faza: od 0,5 do 0,25 at za 1'30", povećanje do 0,30 at i spuštanje na 0 u vremenu od 6 minuta (1).

Bornstein, pak, preporučuje kombinovani sistem: u početku brz i stepenasti metod, a zatim primenu ravnomerne dekompresije.

Kod ronilaca je mnogo bolji stepenasti sistem, jer je vreme dekompresije relativno veliko (u upoređenju s njihovim veoma kratkim boravkom pod vodom), a samim tim i znatno produženo opšte vreme u kome se oni nalaze pod povećanim pritiskom (4).

Kao praktično uputstvo za rad u kesonu može se uzeti pravilnik, koji je izradila jedna specijalna tehnička komisija u Italiji (uzet je u obzir i dvokratni rad).

Atmosferski pritisak (preko normalnog pritiska)	Maksimalno trajanje rada u komprimiranom vazduhu za vreme 24 h, ne računajući vreme za kompresiju i dekompresiju	Maksimalno trajanje vremena kompresije	Maksimalno trajanje vremena dekompresije	Minimalno vreme odmora između jednog i drugog perioda rada za svakog radnika
od 0-1	7,30 sati	1 m'nut za svaku 0,2 atmosfere	10 min.	1 sat
1-1,5	7 "		20 "	1
1,5-2	5,45 "		30 "	1,30
2-2,5	4 "		45 "	2,30
2,5-2,8	2,45 "		55 "	3
2,8-3	2 "		60 "	4
3-3,2	1,30 "		70 "	5

Pomenuti pravilnik predviđa i mnoge druge preventivne tehničke mere i norme (1).

Preduzimajući brižljivo sve pomenute preventivne mere, mogu se brzo sprečiti neželjene pojave kesonske bolesti. Ali kao osnov u celokupnom problemu razvoja ove bolesti, ostaje da se pravilno sprovodi dekompresija. Samo na taj način može se sprečiti pojava i razvoj kesonske bolesti, odnosno sačuvati zdravlje naših kesonskih radnika.

Posebnu zahvalnost dugujem Dr. V. Pavloviću, šefu int. odeljenja u Šapcu, koji mi je stavio na raspoloženje klinički materijal (istorije bolesti), dopunivši moja istraživanja i Dr. R. Feliksu, koji je omogućio da ovaj materijal iskoristim, kao i Dr. M. Bojaniću, asistentu III. Interne klinike za istoriju slučaja 1.

Bibliografija

1. *Molfino, F.*: Malattie causate da lavoro in aria compressa, Edizioni I. N. A. I. L., Collana di monografie sulle malattie professionali, 1 (1953) 1-31.
2. *Preti, L.*: Trattato di patologia medica di lavoro, Milano, Antonio Cordani (1940) 479.
3. *Caccuri, S.*: Manuale di medicina interna, II Edizione, Napoli, Casa editrice V. Idelson (1950) 895.
4. *Letavet, A.A.*: Higijena rada, Medicinska knjiga, Beograd-Zagreb (1949) 144.
5. *Bertoin, R.*: Évolution clinique des accidents labirintiques survenant chez les ouvriers travaillant en air comprimé, Arch. Mal. Prof., t. 14, 3 (1953) 221.
6. *Chossegras, H., Roche, L., Migeon, L.*: Les atteintes vestibulaires graves dans la maladie des caissons. Arch. Mal. Prof., t. 14, 3 (1943) 211.
7. *Molfino, F., Balestra, G.*: L'osteo-necrosi assetica e l'osteo-artrosi da Malattia dei cassoni. Congr. Naz. Infort. Mal. Prof., Palermo (1947). Ediz. I. N. A. I. L. Roma (1949).
8. *Guitard, J.*: Considérations sur les signes de début des ostéo-artrites baro-traumatiques, Arch. Mal. Prof. t. 14, 3 (1953) 230.
9. *Roche, L., Rayneau, G.*: Les ostéo-artropathies chez les travaillants en air comprimé, Arch. Mal. Prof., t. 14, 3 (1953) 233.
10. *Barbara, L., A.*: L'osteoartrosi cronica da malattia dei cassoni, Accad. Med., 6 (1930) 526.
11. *Caccuri, S., Graziani, G.*: Su alcuni casi di Malattia dei cassoni, Folia Medica (1949) 309.
12. *Zannini, D.*: Altérations électrocardiographiques chez les tubistes, Arch. Mal. Prof., t. 14, 3 (1953) 241.
13. *Zannini, D.*: Infarto polmonare da Malattia dei cassoni, Med. d. Lavoro, v. 44, 2 (1953) 91.
14. *Fulton, F. J.*: Decompression Sickness, Saunders Company, Philadelphia-London (1951).
15. *Matić, U.*: Tehničke zaštitne mere na većim gradilištima mostova i hidrotehničkim radovima, Vjesnik rada, g. III, 6 (1949) 447-451.

Riassunto

LA MALATTIA DEI CASSONI E LA SUA IMPORTANZA
NELLE COSTRUZIONI IDRAULICHE

(Primi casi di malattia dei cassoni nel fiume Drina, presso Zvornik)

Nella costruzione della centrale idroelettrica presso Zvornik, dove sono stati usati i cassoni, si sono verificati 12 casi, dei quali uno mortale, di malattia dei cassoni. Perciò l'autore pone in rilievo le nozioni della malattia dei cassoni, il principio dei cassoni ed il lavoro nei stessi; l'importanza della pressione sull'aumento della concentrazione dei gas nel sangue e nei tessuti; il modo di eliminazione dei gas, ed in rapporto a ciò la particolare importanza della decompressione. Dal materiale osservato risulta che i principali disturbi degli ammalati di malattia dei cassoni sono stati i seguenti: l'aumento di temperatura sopra i 38° in 9 ammalati, mantenutasi 2 a 5 giorni. La vera causa di questa ipertermia non si è potuta determinare benchè vi esistano diverse opinioni. In uno dei casi è stata constatata la bronchite con segni d'un focolaio di broncopolmonite. Gli altri sintomi vengono nell'ordine seguente: in 8 ammalati debolezza, dolori nelle mani e nelle gambe, con parestesie; in 8 casi forti mialgie ed in 10 casi artralgie. Inoltre, presso 7 ammalati vi era l'impossibilità di camminare e di mantenersi in piedi. Altri sintomi erano: il caratteristico prurito della pelle in 5 casi, dispnea in 2, segni di pneumotorace spontaneo in uno, dolori nell'addome in 2, apparizione di ecchimosi ed emorragia del naso, in uno. Questi sintomi persistevano da 4 a 10 giorni, per scomparirvi poi completamente senza particolari conseguenze, salvo i due casi nei quali si sono trattenuti più a lungo, e cioè, nell'uno 18 e nell'altro 21 giorno.

L'insorgere della malattia dei cassoni ed il particolare sviluppo delle costruzioni idrauliche nel nostro paese richiedono una profilassi regolare e sistematica: 1) la scelta degli operai e gli esami di controllo periodici regolari, allo scopo di escludere gli ammalati dal lavoro nei cassoni; 2) determinare la durata del lavoro in rapporto alla pressione nel cassone; 3) condizionare la temperatura ed assicurarne lo scambio razionale dell'aria e, 4) attuarne una regolare compressione e decompressione.

Reparto per la Medicina del Lavoro
dell'Istituto d'Igiene della R. P. di Serbia,
Belgrado

Ricevuto il 15. 3. 1954.