

PODTLAKOVÁ BAROTRAUMA OČÍ PRI ŠPORTOVOM POTÁPANÍ

Doc. MUDr. František NOVOMESKÝ, CSc., MUDr. Josef KRAJČOVIČ

Ústav súdneho lekárstva FNsP, Martin

[prednosta: doc. MUDr. F. Novomeský, CSc.]

MUDr. Božena JAKUBOVIČOVÁ

Očná klinika FNsP, Martin

[prednosta: doc. MUDr. J. Ševčík, CSc.]

K životnému jubileu MUDr. Vladimíra Doležala, CSc.

Barotrauma možno vo všeobecnosti charakterizovať ako súbor rôznych typov poškodenia organizmu mechanickým účinkom tlaku okolitého prostredia. Najčastejšie sa takýto súbor polymorfných poškodení živého organizmu vyskytuje pri potápaní či už profesionálnom, alebo športovom, a to v súvislosti s meniacim sa okolitým hydrostatickým tlakom vody, v ktorej sa potápač pohybuje ako v logickom operačnom médiu. Ľudské telo obsahuje celý rad anatomicky determinovaných preformovaných dutín (pľúcny parenchým, sinusy v pneumatických častiach kostí lebky, stredoušné dutiny, parciálne plynom vyplnená dutina žalúdka, plyn v črevných kľučkách a pod.). V týchto dutinách, najmä však v parenchýme pľúc a dutinách stredouší, musí byť počas celého pobytu potápača pod vodou kontinuálne kompenzovaný tlak plynu (vzduchu) tak, aby bol v čo najideálnejšej rovnováhe s tlakom okolitého vodného prostredia. Kompenzáciu tlaku v telových dutinách umožňuje podľa aktuálneho tlaku okolia buď pľúcna automatika dýchacieho prístroja [2, 11], alebo rôzne vôľové manévry, umožňujúce navodenie aproximatívnej tlakovej rovnováhy medzi plynom v dutine a tlakom okolia (napr. Valsalvov manéver pri vyrovnávaní tlaku v stredouší). V prípade, že potápač nie je z akéhokoľvek dôvodu schopný vyrovnat' tlak v týchto somatických kavitárnych priestoroch s tlakom okolitej vody, výsledkom môže byť rad poškodení týchto tkanív a orgánov či už z pretlaku, alebo podtlaku v nich. Najčastejšie ide o bolesti v čelových dutinách, bolestivé rozpínanie žalúdočných a črevných plynov — aerogastralgia, barotraumu stredoušných dutín s poškodením až ruptúrou bubienkov a iné [7, 8, 10, 15]. Najzávažnejšou epizódou zostáva pretlaková barotrauma pľúc so vzduchovou embóliou, niekedy až smrtiacou [12].

Aj za použitia súčasnej modernej potápačskej techniky je však potápač konfrontovaný s viacerými arteficiálne vytvorenými a objemove determinovanými priestormi vyplnenými plynom, ktorého tlak a objem musí byť taktiež kompenzovaný vzhľadom k okoliu. Takýmto typickým arteficiálnym priestorom technicky determinovaným je napr. potápačský oblek suchého typu s prilbou, ktorý ako uzatvorený priestor vyžaduje tiež priebežnú kompenzáciu tlaku a objemu plynu v ňom [14, 20]. Iným, podstatne menej objemným, no za istých okolností

taktiež nebezpečným arteficiálnym priestorom s plynným obsahom na tele potápača je potápačská maska, prekrývajúca oči a nos. Jej použitie pri potápaní je nevyhnutné, nakoľko maska umožňuje jasné a ostré videnie pod vodou [11, 16]. Nos uzatvorený v priestore masky umožňuje vyrovnávať tlak v maske na úroveň okolitého hydrostatického tlaku jednoduchým prifukovaním vzduchu dýchaného z pľúcnej automatiky potápačského dýchacieho prístroja. Pridychovanie vzduchu do masky je veľmi dôležité najmä pri zostupe potápača do hĺbky, keď v maske, nasadenej na obličaj v normobarických podmienkach, je v podstate atmosférický tlak. Ak potápač počas zostupu opomenie alebo nedokáže včas vyrovnať tlak v maske jednoduchým pridýchnutím nosom, potom v maske vzniká podtlak vóči okoliu, ktorého hodnota so zväčšujúcou sa hĺbkou ponoru úmerne narastá. Za týchto okolností môže v dôsledku podtlakovej barotraumy dôjsť niekedy až k značne rozsiahlym poškodeniam očí aj periokulárnych tkanív orbity [5, 9]. V našej praxi sme zaznamenali a znalecky posudzovali nasledovný prípad.

Vlastné pozorovanie

I. D., 21-ročná športová potápačka, členka zväzarmovského potápačského klubu, v júli 1987 počas prípravy na skúšky kvalifikačného stupňa „Škola prístrojového potápania“ mala vykonať spolu s inštruktorom zostup do plánovanej hĺbky 13 m. Išlo o študentku pedagogickej fakulty UK, odbor telesná výchova, ktorá v čase potápania bola v bezchybnom somatopsychickom stave. Klimatické podmienky v čase potápania v inkriminovaný deň nehody boli veľmi dobré, bolo teplo a slnečno, viditeľnosť pod vodou asi 5 m. Potápačka I. D. mala nedostatočné skúsenosti so zostupmi do väčších hĺbok a predaný zostup použila záťažový opasok o vyššej hmotnosti, než bolo vzhľadom k jej telesným rozmerom včítane výtlaku neoprenového obleku nevyhnutne potrebné. Naviac potápačka použila nevhodnú masku z tvrdej, málo elastickej gumy. Ostatná technická výzbroj bola čs. výroby. Po zanorení vo dvojici s inštruktorom vzhľadom na relatívne preťaženie začala I. D. rýchlo klesať ku dnu, a keďže nebola vybavená nafukovacím kompenzátorom vztlaku, nedokázala rýchlosť klesania spomaliť ani za pomoci in-

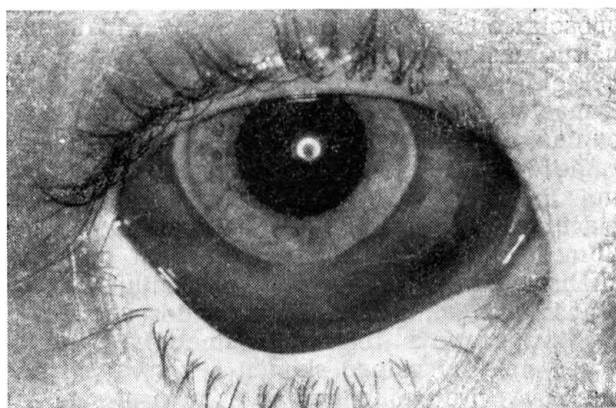
štruktora. V tejto dynamickej fáze kompresie nedokázala pravdepodobne I. D. dostatočne rýchlo a aktívne kompenzovať narastajúci podtlak v maske. Po dosiahnutí dna v hĺbke asi 12 m signalizovala I. D. inštruktorovi predpísaným znamením žiadosť o okamžitý výstup. Inštruktor po nafúknutí svojho kompenzátoru vztlačky vystúpil v priebehu asi 3 min s I. D. na hladinu. Po dosiahnutí hladiny sa I. D. ihneď sťažovala na pocit dvojitého videnia, ľahko sa jej točila hlava, iné ťažkosti neudávala. Bola zjavne excitovaná, orientačné neurologické vyšetrenie až na ľahký tras prstov bolo v norme. Už v momente vynorenia na hladinu boli u poškodenej dobre viditeľné opuchy oboch viečok bilaterálne, ktoré v priebehu minút očividne narastali. Stav sa stabilizoval asi do 10 minút, kedy bola poškodená schopná vôľove rozovrieť viečka oboch očí asi len z jednej tretiny. Ihneď po vynorení bola poškodená I. D. vyšetrená a ďalej priebežne sledovaná lekárom-znalcom z odboru hyperbarická medicína, prítomným pri potápačskej akcii. Záver vyšetrenia: podtlaková barotrauma oboch očných gúľ s rozsiahlym konjunktiválnym krvácaním, mohutným periokulárnym edémom i diskretným, skôr petechiálnym krvácaním do periokulárnych mäkkých tkanív. Spojivkové vaky boli provizórne vypláchnuté vhodným dezinfekčným roztokom, nariadený bol zákaz potápania a kľud s periodickým prikladaním obkladov zvlhčených dezinfekčným roztokom. V priebehu nasledujúcich hodín sa objektívny nález ďalej nezhoršoval.

Na druhý deň bola I. D. vyšetrená na Očnej klinike FNŠP v Martine. Anamnestické aj celkové vyšetrenia zamerané cielene na eventuálne krvácivé stavy alebo cievne anomálie boli negatívne. Lokálny nález: neporušená zraková ostrosť, nález na oboch očiach symetrický, VOD: 6/4, VOS: 6/4. Očné štrbiny zúžené pre edém a hematóm oboch mihalníc, aktívne otváranie značne obmedzené. Oba bulby voľne pohyblivé všetkými smermi, bez protrúzie. Takmer v celom rozsahu spojovky tarzálnej i bulbárnej oboch očí nachádza sa rozsiahly plošný podspojkovkový hematóm (obr. 1, 2) a početné spojivkové sufúzie. Celistvosť spojoviek neporušená. Ostatný očný nález fyziologický, bez traumatických zmien. Optické médiá číre, krvácania na sietnici neprítomné. Terapia: lokálne suché teplo, octanové obklady, kľud. Kalium jodatum gtt., Ophtalmo-Septonex ung.

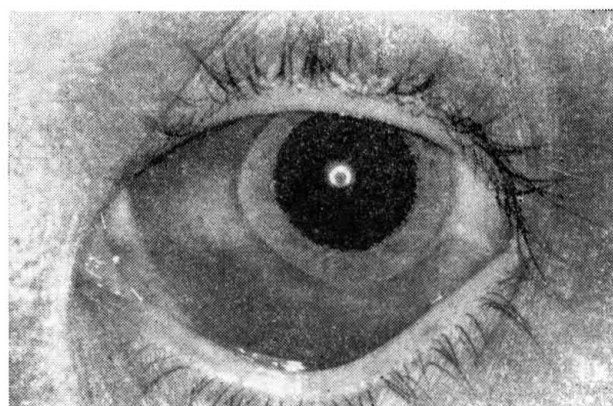
Kontrola po 10 dňoch: opuch vymiznutý, očné štrbiny normálnej šírky, hematómy v štádiu rezorpcie. Ostatný očný nález fyziologický. Úprava bilaterálne ad normam asi po 5. týždňoch.

Diskusia

V opísanom prípade išlo o nehodu, ktorú možno biofyzikálne charakterizovať ako podtlakovú barotraumu oboch očí a periokulárnych mäkkých tkanív pri rýchlom zostupe do hĺbky



Obr. 1. Pravé oko poškodenej potápačky. Takmer difúzny spojovkový hematóm. Pupila dilatovaná po predchádzajúcom vyšetrení vnútorných pomerov oka. Nikon F2, obj. MEDICAL, 1× zväčšené



Obr. 2. Ľavé oko poškodenej potápačky. Spojovkový hematóm o niečo menej rozsiahly. Pupila medikamentózne dilatovaná. Nikon F2, obj. MEDICAL, 1× zväčšené

bez adekvátnej kompenzácie tlaku v maske. Takýto rýchly zostup potápača do hĺbky predstavuje teda porušenie Archimedovho zákona v neprospech postihnutého (19, 20). Rýchly zostup, prípadne až pád do hĺbky je nehodou charakteristickou pre potápačov v klasickom skafandri s prilbou (13, 14, 18). Opísaný prípad, ktorý aj v praxi športového potápania vonkoncom nie je ojedinelý, ukazuje, že nehoda tohoto typu môže veľmi dobre postihnúť aj preťažených (nesprávne vyvážených) športových potápačov. Pád do hĺbky môže byť niekedy veľmi rýchly a s pribúdajúcou hĺbkou sa rýchlosť klesania tela ešte viac zvyšuje vzhľadom na stláčanie materiálu neoprenového obleku potápača, z čoho vyplýva aj ďalšia strata jeho vztlačky. Ak sa potápač nemá čoho zachytiť (zostupového lana, klesajúceho profilu dna), prípadne nemá na sebe zariadenie umožňujúce rýchle zvýšenie vztlačky a zastavenie ďalšieho klesania (kompenzátor vztlačky, nafukovacia vesta), potom nie je obvykle schopný počas pádu do hĺbky včas ventilovať priestor v maske. Výsledkom je podtlak v maske o závažných fyzikálnych hodnotách, schopný mechanizmom sania („squeeze“)

spôsobí opísané poškodenie očí. V prípade použitia masky kryjúcej celú tvár, používanej obvykle profesionálnymi potápačmi, môže dôjsť k masívnemu opuchu tváre a rozsiahlym krvácaniam do podkožia (3). Konjunktiválne hemoragie vyvolané podtlakom v maske sú v odbornej literatúre potápačskej medicíny opísané viacerými autormi (1, 3, 5). Náš prípad je zaujímavý v tom smere, že prítomnosť potápačského lekára už v mieste a čase vzniku nehody umožnila objektívne sledovať predovšetkým dynamiku rozvoja tohoto traumatického deja. I keď opísaný prípad skončil bez trvalých následkov a pre poškodenú potápačku predstavoval len nepríjemnú kozmetickú vadu po niekoľko týždňov, nikdy nie je možné u takýchto stavov s istotou vylúčiť ani podstatne závažnejšie poškodenia v zmysle pretrvávajúcich zmien vnútroočného tlaku, prípadne narušenia retiny (6). Je potrebné taktiež upozorniť na tú skutočnosť, že podtlaková barotrauma očí, ktorá sa veľmi rýchlo rozvíja už pod vodou, môže najmä u menej skúseného potápača navodiť ťažkú panickú reakciu. Ako je známe z potápačskej medicínskej praxe, panika je až v 80 % dominantným evokujúcim činiteľom ťažkých, často aj smrteľných nehôd potápačov (4, 5, 17).

Z hľadiska prevencie vzniku podtlakovej barotraumy očí sú autori toho názoru, že v procese prípravy a výcviku potápačov treba klásť mimoriadny dôraz na dokonalé osvojenie si princípov fyzikálnych zákonov týkajúcich sa zmien stavu plynu (najmä zákon Boyleho a Mariotta o tlakovo-objemových zmenách plynu). Ďalej je potrebné do výcvikového algoritmu zaradiť a dbať na dokonalé osvojenie si spôsobu správneho vyvažovania potápača vo voľnej vode a trvať dôsledne na používaní nafukovacej vesty. Rovnako nevyhnutné je vytvoriť a priebežne posilovať u potápačov stereotyp občasného výdychu nosom do masky do tej miery, až sa tento úkon dostane do roviny podvedomého automatizmu. Tieto zásadné výcvikové premisy platia nielen pre športových potápačov Zväzarmu, ale aj pre služobných potápačov ČSLA a MV ZNB, používajúcich rovnakú potápačskú techniku. Ak však predsa dôjde ku vzniku podtlakovej barotraumy očí aj minimálneho rozsahu (petechiálne hemoragie spojoviek, ľahký opuch viečok a pod.), je namieste čím skoršie vyšetrenie odborným očným lekárom s eventúalnym nasadením vhodnej terapie, ktorá v prípadoch podtlakovej barotraumy očí je však vždy len konzervatívna. Umiestnenie poškodeného do dekompresnej komory je úplne nelogické a môže viesť ešte k ďalšiemu zhoršovaniu stavu, čo by mali vedieť predovšetkým tie potápačské skupiny, ktoré vlastnia a používajú dekompresnú komoru. V prípade trvalých následkov u potápača z povolania nadobúda podtlaková barotrauma očí charakter choroby z povolania v zmysle príslušných zákonných ustanovení.

Súhrn

Práca opisuje prípad podtlakovej barotraumy očí u športovej potápačky následkom rýchleho nekontrolovaného zostupu do hĺbky 12 m. Analyzuje sa biofyzikálna podstata vzniku tejto chorobnej jednotky, opísaná je dynamika rozvoja chorobných zmien, morfológický nález a uvádzajú sa i niektoré aspekty terapeutické. V závere autori poukazujú na možnosti prevencie takéhoto druhu potápačskej nehody.

Literatúra

1. BENNETT, P. B. - ELLIOTT, D. H.: The Physiology and Medicine of Diving and Compressed Air Work. London, Baillière Tindall 1975.
2. CORRIOL, J. H. - VANUXEM, P. - GARRON, J.: Remarques sur la physiologie des détenteurs. Médecine du Sport, 51, 1977, č. 5, s. 28-37.
3. EDMONDS, C. - LOWRY, C. - PENNEFATHER, J.: Diving and Subaquatic Medicine. Mosman, N. S. W., Diving Medical Centre 1981.
4. EGSTROM, G. H. - BACHRACH, A. J.: Diver Panic. Skin Diver, 20, 1971, č. 11, s. 36-38.
5. EHM, O. F.: Tauchen — noch sicherer! Zürich, Albert Müller Verlag 1984.
6. KALTHOFF, H.: Auge und Tauchen. Teil 1. Z. prakt. Augenheilk., 1985, č. 6, s. 153-158.
7. KIZER, K. W.: Gastrointestinal Barotrauma. The West. J. Med., 134, 1981, č. 5, s. 449-450.
8. LANDON, C. W.: Gastrointestinal Barotrauma in Scuba Divers. The West. J. Med., 135, 1981, č. 3, s. 242.
9. MATTHYS, H.: Medizinische Tauchfibel. Berlin, Springer Verlag 1971.
10. MILROY, W. C.: The Sport Diving Employee. J. Occupat. Med., 24, 1982, č. 4, s. 295-298.
11. N. O. A. A. Diving Manual. U. S. Department of Commerce, National Oceanic and Atmospheric Administration. U. S. Government Printing Office, Washington 1979.
12. NOVOMESKÝ, F. - PALDAUF, E.: Smrteľná pretlaková barotrauma pľúc so vzduchovou embóliou u potápačky. Soudní Lék., 28, 1983, č. 2, s. 21-26.
13. PRZYLIPIAK, M. - TORBUS, J.: Sprzet i prace nurkowe. Warszawa, Wydawnictwo Minist. obrony narodowej 1981.
14. Royal Naval Diving Manual. Part I: The Theory of Diving. London, Admiralty, S. W. 1, Naval Staff, Under-surface Warfare Division 1956.
15. ROYDHOUSE, N.: The Squeeze, the Ear and Prevention. New Zealand J. Sports Med., 4, 1976, č. 2, s. 18 až 23.
16. STEHLE, R.: Der Tauchsport und die Augenoptik. Dtsch. Optikerz., 34, 1979, č. 4, s. 7-23.
17. STRAUSS, R. H.: Diving Medicine. New York, Grune and Stratton 1976.
18. ŠIKANOV, E. P.: Spravočnik vodolaza. Moskva, Voennoje izdat. minist. obrony SSSR 1973.
19. TUCKER, W. C.: Diver's Handbook of Underwater Calculations. Centreville, Cornell Maritime Press 1980.
20. U. S. Navy Diving Manual. Vol. I. — Air Diving. Washington, NAVSEA 0994-LP-001-9010, Navy Department, Naval Sea System Command 1980.

Kľúčová slova: Barotrauma; Potápanie; Poškodenie očí; Prevencia.