

Bożena Szymańska, Marek Kawecki, Grzegorz Kniefel

KLINICZNE ASPEKTY HIPERBARII TLENOWEJ

Z Oddziału Leczenia Oparzeń Centrum Leczenia Oparzeń w Siemianowicach Śląskich

W pracy przedstawiono zasady leczenia hiperbarycznym tlenem w klinice. Szczegółowo omówiono problem toksyczności tlenu i zatrucia tlenem, wskazania oraz przeciwwskazania do hiperbarii tlenowej. Mimo powikłań i możliwości wystąpienia działań niepożądanych terapia hiperbaryczna tlenem może być wartościową metodą leczenia z wyboru oraz leczenia uzupełniającego wielu chorób. Powinna być wdrożona w odpowiednim czasie, po właściwej kwalifikacji pacjentów i przeprowadzona w programie adekwatnym do ich stanu klinicznego. [Wiad Lek 2006; 59(1–2): 105–109]

Słowa kluczowe: hiperbaria tlenowa.

Hiperbaria tlenowa (*hyperbaric oxygenation* – HBO) to stosowanie do oddychania tlenu o podwyższonym ciśnieniu w odpowiednio skonstruowanej komorze ciśnieniowej. Ciśnienie wywierane na pacjenta poddanego terapii hiperbarycznej wyrażane jest sumą ciśnienia atmosferycznego i ciśnienia panującego w komorze (*atmosphere absolute* – ATA).

Toksyczność tlenu

Tlen wdychany w nadmiernej ilości jest toksyczny. Tlen cząsteczkowy w organizmie przekształcany jest w wodę, w wyniku tego procesu powstają toksyczne metabolity pośrednie. Reaktywne związki tlenu biorą udział w wielu procesach w organizmie: wpływają na szlaki metaboliczne, uczestniczą w procesach regulacyjnych (m.in. modulują czynność komórek błony mięśniowej gładkiej naczyń), w procesie apoptozy, pełnią główną rolę w reakcjach obronnych organizmu (m.in. eliminują czynniki patogenne) oraz uszkadzają tkanki w mechanizmie stresu oksydacyjnego, do którego dochodzi wskutek braku równowagi między produkcją reaktywnych form tlenu a działaniem fizjologicznych układów antyoksydacyjnych.

Czynniki mogące powodować nadmierną produkcję toksycznych związków tlenu to przede wszystkim zwiększone stężenie tlenu dostarczanego organizmowi, narażenie na promieniowanie, przyjmowanie środków zwiększających produkcję utleniaczy (niektóre cytotatyki, *nitrofurantoina*), uwalnianie białek hemowych (hemoglobina, mioglobina) oraz aktywacja fagocytów, fosfolipaz, cyklooksygenaz i lipooksygenaz. Nie bez znaczenia jest wiek, u ludzi starszych łatwiej bowiem dochodzi do niekorzystnych przemian. Zaburzenie równowagi między reaktywnymi formami tlenu i przeciwutleniaczami wywołuje niekorzystne zmiany. Wskutek oksydacji wielonienasyconych kwasów tłuszczowych dochodzi do uszkodzenia struktury kwasów nukleinowych i błon komórkowych. Niektóre enzymy

ulegają inaktywacji. Powstają czynniki chemotaktyczne, uruchamiające dalsze niekorzystne zmiany. Dokładne zrozumienie toksyczności tlenu u ludzi jest na etapie współczesnych badań niewystarczające, co uniemożliwia skuteczne działania zapobiegawcze. Nie ma testu diagnostycznego pozwalającego jednoznacznie ocenić to zjawisko. Ocena układów antyoksydacyjnych jako całości też nie jest możliwa. Można jedynie oznaczać w surowicy krwi poziom niektórych antyoksydantów [1,2].

Komórki i tkanki ustroju chronione są przed uszkodzeniem przez reaktywne związki tlenu za pomocą: białek wiążących metale przejściowe i hamujących produkcję toksycznych związków tlenu (transferyna, ferrytyna, laktoferyna, hemosyderyna), wymiataczy wolnych rodników tlenowych (witamina E, kwas askorbinowy, beta-karoten oraz bilirubina, albuminy, ceruloplazmina, kwas moczowy), czynników regulacyjnych (NO, adenozyne, cytokiny) [1,4] oraz enzymów (dysmutaza ponadtlenkowa, katalaza, peroksydaza glutationu). Na tolerancję tlenu przez organizm modyfikująco wpływają ponadto czynniki zewnętrzne: zmniejszające tolerancję tlenu (dwutlenek węgla, hormony tarczycy, insulina, adrenalina, noradrenalina, hipertermia, niedobór witaminy E, sterydy) oraz zwiększające tolerancję tlenu (hipotermia, chlorpromazyna, beta-blokery, leki blokujące zwoje, glutation, witamina E, barbiturany, magnez, selen, lit).

Narzędem najbardziej narażonym na toksyczne działanie tlenu są płuca, co wynika z zasady kaskady tlenowej, największą wrażliwość wykazuje natomiast tkanka mózgowa. Przy zatruciu tlenowym dominują więc objawy ze strony układu oddechowego oraz centralnego układu nerwowego, przy czym objawy dotyczące układu oddechowego pojawiają się jako pierwsze podczas stosowania ciśnienia do 2,5 ATA, natomiast objawy mózgowe podczas stosowania wyższego ciśnienia. Objawy płucne to: ucisk lub ból w klatce piersiowej, kaszel, podrażnienie bądź odczyn zapalny tchawicy i oskrzeli, bezdech oraz

zmniejszenie pojemności życiowej płuc, które mogą wystąpić po 4–6 godzinach ekspozycji na ciśnienie 2 ATA. Dłuższe ekspozycje prowadzą do uszkodzenia nabłonka pęcherzyków płucnych i śródbłonka naczyń włosowatych, a w efekcie do obrzęku płuc i niedodmy z następowym niedotlenieniem. Ze strony centralnego układu nerwowego o toksycznym działaniu tlenu świadczyć mogą nudności, zawroty głowy, czkawka, drżenie mięśni powiek, twarzy, zaburzenia widzenia i słuchu, halucynacje, uczucia utrudnionego oddychania, nieuzasadnionego zmęczenia i lęku. W silnym zatruciu dochodzi do utraty przytomności i drgawek toniczno-klonicznych, chorego nie należy jednak poddawać natychmiastowej dekompresji, tylko zmienić wentylację tlenową na powietrzną i podjąć ją dopiero po ustąpieniu drgawek.

Objawy zatrucia tlenowego podczas stosowania HBO występują ze strony układu oddechowego i centralnego systemu nerwowego niezwykle rzadko [3,5,6]. Decydując się na stosowanie HBO należy każdorazowo rozważyć, czy toksyczność tlenu nie będzie większa od spodziewanego efektu terapeutycznego. Dawka tlenu w komorze hiperbarycznej zależy od stosowanego ciśnienia, czasu trwania zabiegów oraz ich częstotliwości. Dla ujednoczenia oceny narażenia organizmu na działanie tlenu wprowadzono jednostki dawki toksycznej płuc UPDT (*unit pulmonary toxicity dose*) [3], przy czym 1 UPDT = oddychanie 100% tlenem przez 1 min na poziomie morza, np. 60 min w 2 ATA \approx 149,88 UPDT, 60 min w 2,5 ATA \approx 190,49 UPDT. Do oceny ilościowej zastosowanej dawki tlenu służą opracowane w tym celu tabele. Dawka dobową nie powinna przekraczać 1440 UPDT. Stosowane w leczeniu klinicznym ciśnienia oraz czas ekspozycji są jednak dużo niższe. W razie wystąpienia objawów mogących sugerować toksyczne działanie tlenu w trakcie zabiegu w komorze hiperbarycznej należy przede wszystkim zaprzestać wentylacji tlenowej i rozpocząć wentylację powietrzną. W celu zapobiegania toksycznemu działaniu tlenu zaleca się stosowanie tzw. przerw powietrznych w trakcie zabiegu, według schematu: 20 min wentylacji tlenem i 5 min wentylacji powietrzem lub 30 min wentylacji tlenem i 10 min wentylacji powietrzem [3].

Wskazania do leczenia w komorze hiperbarycznej

Bezwzględnymi wskazaniami do HBO są: choroba dekompresyjna, zator gazowy oraz zatrucie tlenkiem węgla i/lub cyjankami. Lista pozostałych wskazań jest wprawdzie bardzo obszerna, jednak terapia hiperbaryczna jest w tych przypadkach leczeniem wspomagającym, stosowanym w połączeniu z innymi metodami (farmakologiczną, chirurgiczną itp.). Niestety, leczenie to jest często wdrażane zbyt późno, jako ostatnia deska ratunku, gdy zawodzą powszechnie stosowane sposoby terapii.

Do wskazań tych należą: zgorzel gazowa (HBO powinna być wdrożona jak najszybciej); inne infekcje tlenowe i beztlenowe; poradiacyjne uszkodzenia tkanek; *osteomyelitis*; anemia z utraty krwi; nekrotyczne zapalenie powięzi; zespół zmiążdżenia; *compartment syndrom*; trudno gojące się rany (owrzodzenia, odleżyny); wspomaganie przeżycia przeszczepów i płatów w chirurgii plastycznej; okołoperacyjnie w zabiegach reimplantacji; leczenie oparzeń; ropnie wewnątrzczaszkowe; grzybice, zwłaszcza odporne na leczenie konwencjonalne; niektóre urazy, np. złamania, sfluczenia; odmrożenia.

Skuteczność HBO w wymienionych schorzeniach potwierdzają liczne badania. Stosowanie jej w połączeniu z innymi metodami skraca całkowity czas leczenia i obniża koszty. Hiperbaria tlenowa, poza oczywistym efektem zwiększenia ciśnienia parcjalnego tlenu w tkankach, nasila działanie antybiotyków i sulfonamidów, zaburza metabolizm komórkowy bakterii Gram-dodatnich i Gram-ujemnych, wpływa na zmniejszenie produkcji toksyn bakteryjnych i pobudza fagocytozę. Zwiększenie ciśnienia parcjalnego tlenu ma ponadto udział w poprawie przepływu krwi w tkankach niedotlenionych, kosztem tkanek dobrze natlenionych (efekt Robin Hooda), zmniejsza też obrzęk tkanek oparzonych i niedotlenionych, co poprawia dystrybucję krwi w tych obszarach.

Potwierdzono również skuteczność HBO w sepsie. Tlen stosowany pod ciśnieniem maksymalnie do 2,5 ATA hamuje peroksydację lipidów i stymuluje korzystnie system immunologiczny. Wyższe ciśnienia mogą dać efekt odwrotny, a więc niekorzystny. Także bezpośredni wpływ tlenu na bakterie jest zależny od zastosowanego ciśnienia, którego poziom 0,6–1,3 ATA sprzyja wzrostowi bakterii, natomiast powyżej 1,3 ATA hamuje go, zaburzając metabolizm komórek bakteryjnych, przy czym większą skuteczność tlen wykazuje wobec bakterii beztlenowych. Działanie uszkadzające błony komórkowe drobnoustrojów wykazują również reaktywne formy tlenu, powstające w wyniku przemian biochemicznych.

Trwają badania nad skutecznością tlenu hiperbarycznego w leczeniu niektórych schorzeń kardiologicznych (ostrego zawału mięśnia sercowego), neurologicznych (udarów oraz obrzęku mózgu, stwardnienia rozsianego), gastroenterologicznych (wrzodziejącego zapalenia jelita grubego, zapalenia wątroby), laryngologicznych (nagłej głuchoty) oraz położniczych (niedotlenienia łożyska) [3,5,6,7,8].

Przeciwwskazania do leczenia w komorze hiperbarycznej

Przeciwwskazania są stosunkowo rzadkie. Większość z nich nie jest jednoznaczna z bezwzględnym zakazem stosowania tej metody leczenia, powinna być jednak

wskazaniem dla lekarza prowadzącego, dotyczącym ewentualnych powikłań i związanego z tym wzmożonego nadzoru [3,6].

Nieleczona odma

Stanowi bezwzględne przeciwwskazanie do stosowania HBO. Przed rozpoczęciem leczenia w komorze hiperbarycznej u pacjenta z odmą konieczne jest odbarczenie odmy przez zdrenowanie klatki piersiowej, a następnie radiologiczna kontrola właściwego umiejscowienia drenu. Należy pamiętać, że zgodnie z prawem Boyle'a możliwość narastania odmy w trakcie dekompresji stanowi zagrożenie życia [3,6].

Stosowanie cytostatyków

Doksorubicyna – rozkładana w tkankach w ciągu 24 godzin, jednak dla bezpieczeństwa nie powinno się stosować HBO przez 2–3 dni po jej zażyciu. W badaniach na szczurach potwierdzono, iż w połączeniu ze zbyt wcześnie wprowadzoną HBO wykazuje toksyczny wpływ na mięsień sercowy.

Bleomycyna – antybiotyk polipeptydowy aktywny wobec różnych guzów nowotworowych. Nasila toksyczne działanie tlenu na płuca. Znane są doniesienia o stosowaniu podczas zabiegów operacyjnych tlenu w stężeniach 32–45% u pacjentów leczonych *Bleomycyną* od miesiąca do roku wcześniej, co było przyczyną śródmiąższowego zapalenia płuc, lub nawet zgonu. Dlatego przebyta, nawet odległa w czasie terapia tym antybiotykiem jest przeciwwskazaniem do HBO.

Cis-platinum – zaburza syntezę DNA w komórkach, a w efekcie opóźnia syntezę kolagenu i produkcję fibroblastów. W połączeniu z terapią hiperbaryczną nasila się jego działanie cytotoksyczne, co utrudnia gojenie się ran [9,10].

Inne leki

Disulfiram – blokuje produkcję dysmutazy nadtlenkowej, a w konsekwencji osłabia wydolność układów antyoksydacyjnych. U pacjentów leczonych tym środkiem przeciwwskazana jest długotrwała HBO.

Mafenide acetate – środek antybakteryjny, stosowany w oparzeniach i związanych z nimi infekcjach ran oparzeniowych; inhibitor anhidrazy węglanowej. Powoduje obwodową wazodilatację, co w połączeniu z centralną wazokonstrykcją będącą efektem HBO pogarsza gojenie ran [3,6].

Nowotwory

Zgodnie z doniesieniami, współistnienie choroby nowotworowej nie stanowi przeciwwskazania do HBO; w onkologii HBO stosowana jest w celu zwiększenia wrażliwości guza na promieniowanie. Nie potwierdziły się obawy dotyczące wpływu tlenoterapii ciśnieniowej

na stymulację wzrostu nowotworów oraz ewentualnych przerzutów. Wielu pacjentów poddanych radioterapii wymaga terapii HBO ze względu na poradiacyjne uszkodzenia tkanek bądź ich martwicę. U chorych tych stwierdzono zdecydowaną poprawę w miejscach występowania nekrozy po napromienieniu, nie zauważono natomiast zmian w miejscu zmiany nowotworowej [3,9,10,12].

Rozruszniki serca

Testowane w niektórych ośrodkach medycyny hiperbarycznej rozruszniki nie wykazały zaburzeń funkcjonowania pod wpływem ciśnień stosowanych w celach leczniczych. Stosowanie bardzo wysokiego ciśnienia (132–165fsw) może spowodować deformację niektórych elementów rozrusznika [3].

Rozedma z retencją CO₂

U niektórych pacjentów z przewlekłą obturacyjną chorobą płuc i rozedmą hipoksemia stanowi stymulację do oddychania. Podczas stosowania HBO chorzy ci obciążeni są poważnym ryzykiem bezdechu. Jeżeli leczenie w komorze jest konieczne, powinno być poprzedzone intubacją oraz wentylacją mechaniczną. Przy współwystępującej rozedmie istnieje też potencjalne niebezpieczeństwo pęknięcia pęcherza rozedmowego w trakcie dekompresji [3,6].

Padaczka i skłonność do drgawek

Zarówno padaczka, jak i skłonność do drgawek lub dreszczy (obniżony próg drgawkowy) nie stanowią bezwzględnego przeciwwskazania do HBO. Pacjenci powinni odpowiednio wcześniej otrzymać leki przeciwdrgawkowe, zapewniające ich poziom terapeutyczny w surowicy krwi przed rozpoczęciem leczenia. Najczęściej są to benzodwuzepiny [3].

Podwyższona ciepłota ciała

Gorączka predysponuje do wystąpienia drgawek – przed rozpoczęciem HBO należy więc dążyć do jej obniżenia. Z nagłych wskazań, poza lekami przeciwgorączkowymi, pacjent powinien profilaktycznie otrzymać środki przeciwdrgawkowe, należy też zastosować ochładzanie fizykalne [3].

Infekcje wirusowe

Niektórzy autorzy uważają, że ostre infekcje wirusowe, zwłaszcza dotyczące płuc, mogą podczas HBO ulec zaostrzeniu. Może to wynikać z nałożenia się na już istniejącą infekcję podrażnienia płuc tlenem. Przy innych infekcjach, np. przewlekłym zapaleniu zatok, proponuje się przerwanie lub odroczenie leczenia w komorze do czasu uzyskania poprawy, z wyłączeniem pacjentów wymagających HBO ze wskazań pilnych [3,13].

Wrodzona sferocytoza

Chorobę tę charakteryzuje kruchość krwinek czerwonych, co przy HBO grozi hemolizą. Wymagający leczenia w komorze pacjenci ze sferocytozą nie powinni być dyskwalifikowani, prowadzący terapię powinni jednak być przygotowani na ewentualne powikłania [3].

Przebyte zapalenie nerwu wzrokowego

Wielu pacjentów z przebyłym zapaleniem nerwu wzrokowego leczono w komorze hiperbarycznej bez żadnych powikłań okulistycznych. Istnieją jednak doniesienia o wystąpieniu ślepoty u chorych poddanych HBO z powodu stwardnienia rozsianego. Prawie u wszystkich chorych po zakończeniu terapii uzyskano samoistny powrót do stanu prawidłowego. Opisano jednak przypadek pacjentki, u której ślepotą nie cofnęła się. U chorych tych leczenie powinno więc być przerwane w przypadku jakichkolwiek objawów wskazujących na zagrożenie zmianami w narządzie wzroku [11,15].

Powikłania terapii hiperbarycznej

Leczenie tlenem hiperbarycznym należy do stosunkowo bezpiecznych metod, pod warunkiem właściwej kwalifikacji pacjentów oraz systematycznej kontroli funkcjonowania urządzenia. Każdy pacjent poddawany HBO powinien być dokładnie zbadany przez lekarza przeszkolonego w zakresie medycyny hiperbarycznej, a w razie potrzeby przez wskazanych konsultantów. Pacjenta należy poinformować o możliwych komplikacjach oraz wyjaśnić sposoby wyrównywania ciśnienia w uchu środkowym (przełykanie, żucie, wykonanie próby Valsalvy), najczęstszym bowiem powikłaniem HBO jest uraz ciśnieniowy ucha [9,14]. Drugim co do częstości możliwym powikłaniem jest uraz ciśnieniowy zatok, występujący głównie u pacjentów z infekcją górnych dróg oddechowych lub alergicznym nieżytem, któremu towarzyszy obrzęk tkanek. W takiej sytuacji przed rozpoczęciem zabiegu pomocne bywa zastosowanie leków antyhistaminowych lub sterydów donosowych. Barotrauma ucha i zatok wywołuje zwykle bardzo silne dolegliwości bólowe, które powinny być łagodzone przez wolną kompresję lub obniżenie ciśnienia docelowego. Ból zatok szczękowych może być mylony z bólem zębów występującym podczas kompresji lub dekompresji u pacjentów z przestrzenią powietrzną pod wypełnieniem zęba, co nie stanowi wprawdzie zagrożenia dla pacjenta, związane jest jednak z dużym dyskomfortem podczas leczenia. Kolejnym problemem jest klaustrofobia, występująca u jednego na 50 chorych poddawanych HBO [6]. Dotyczy to zarówno chorych leczonych w wieloosobowych, jak i jednoosobowych komorach. Produkowane obecnie jednoosobowe komory pozwalają na zachowanie

kontakty z pacjentem, co umożliwia zapanowanie nad tym problemem. Jeżeli jednak pacjent odczuwa lęk wywołany zamknięciem, należy przerwać zabieg, aby zapobiec reakcji paniki. W przypadkach kontynuowania terapii skuteczne w zapobieganiu takim stanom są środki sedatywne, podawane przed zabiegiem.

Podczas długotrwałego leczenia hiperbarycznego (ponad 20 zabiegów) może wystąpić czasowe pogorszenie widzenia na odległość. Wiąże się to ze zmianą kształtu soczewki, jednak przyczyna tych zmian pozostaje nieznana. Ten niekorzystny objaw dotyczy głównie pacjentów z krótkowzrocznością, natomiast pacjenci z dalekowzrocznością odczuwać mogą nawet poprawę wzroku. Zarówno jednym, jak i drugim należy wytłumaczyć, iż są to zmiany czasowe, ustępujące po 6–8 tygodniach od zakończenia leczenia. Zauważono, że nasilenie krótkowzroczności występuje częściej przy stosowaniu ciśnienia 2,4 ATA lub wyższego niż przy 2 ATA [3,10,11,15]. Nie wykazano natomiast nasilenia zmętnienia soczewki u poddawanych HBO pacjentów z zaćmą. Jednak w grupie zwiększonego ryzyka rozwoju zaćmy podczas terapii hiperbarycznej znajdują się pacjenci z cukrzycą w wywiadzie, po sterydoterapii i radioterapii głowy lub szyi. Ryzyko wzrasta wraz z liczbą ekspozycji oraz wysokością stosowanego ciśnienia.

Inne niekorzystne działania terapii hiperbarycznej to możliwość wystąpienia hipoglikemii, wywołującej drgawki. W przypadku tego powikłania należy je więc odróżnić od drgawek spowodowanych toksycznym działaniem tlenu. Są to na szczęście bardzo rzadkie, aczkolwiek ciężkie powikłania.

Statystycznie częstszymi niepożądanymi skutkami HBO są nudności, wymioty, bóle brzucha oraz biegunki. Uczucie drętwienia i mrowienia, szczególnie palców kończyn, których mechanizm powstawania nie został wyjaśniony, ustępują samoistnie po upływie 4–6 tygodni od zakończenia HBO. Zaobserwowano ponadto bóle głowy, w klatce piersiowej oraz inne, a także kaszel, zasłabnięcia, zawroty głowy, drżenia, incydenty nadciśnienia i obrzęk płuc. Powikłaniem mogącym wystąpić w trakcie leczenia w komorze wieloosobowej i dotyczącym zarówno personelu, jak i pacjentów jest choroba dekompresyjna. Nie dotyczy ona pacjentów leczonych w komorach jednoosobowych i oddychających tlenem [3,5,6].

WNIOSEK

Mimo znanych powikłań i możliwości wystąpienia efektów niepożądanych terapia hiperbaryczna tlenem może być wartościową metodą leczenia wielu chorób. Powinna być wdrożona odpowiednio wcześniej, po właściwej kwalifikacji pacjentów i w adekwatnie do stanu klinicznego chorych dobranym programie leczenia.

Piśmiennictwo

[1] Zapalski S, Chęciński P. Kliniczne aspekty niedokrwienia i reperfuzji. Alfa-Medica Press. Bielsko-Biała 1998. [2] Grzybowski J. Biologia rany oparzeniowej. Alfa-Medica Press. Bielsko-Biała 2001. [3] Kindwall EP, Whelan HT. Hyperbaric medicine practice. Best Publishing Company, Flagstaff, Arizona, 2002. [4] Drobniak L, Jurczyk W. Problemy anestezjologii i intensywnej terapii. Wydawnictwo Lekarskie PZWL. Warszawa 1998. [5] Davis JC, Hunt TK. Problem wounds. The role of oxygen. Norwalk, CT: Appleton and Lange, 1988. [6] Hyperbaric Medicine Team Training. San Antonio, Texas; 14-20.07.2002. [7] Williams LR. Hyperbaric oxygen therapy and the diabetic foot. J Am Podiatr Med Assoc 1997; 87: 279–292. [8] Davis JC, Landeen JM, Levine RA. Pyoderma gangrenosum: skin grafting after preparation with hyperbaric oxygen. Plast Reconstr Surg 1987; 79: 200–207. [9] Comis RL. Bleomycin pulmonary toxicity: current status and future directions. Semin Oncol 1992; 19(suppl. 5): 64–70. [10] Granstrom G, Edstrom S, Westin T i wsp. Hyperbaric oxygenation does not stimulate experimental tumor growth. Undersea Biomed Res 1990; 17(suppl.): 66.

[11] Lyne AJ. Ocular effects of hyperbaric oxygen. Trans Ophthalmol Soc UK 1978; 98: 66–68. [12] Park MK, Myers RAM, Marzella L. Oxygen tensions and infections: modulation of microbial growth, activity of antimicrobial agents, and immunologic responses. Clin Infect Dis 1992; 14: 720–740. [13] Gadd MA, McClellan DS, Neumann TS, Hansbrough JF. Effect of hyperbaric oxygen on murine neutrophil and T-lymphocyte functions. Crit Care Med 1990; 18: 974–979. [14] Fernau JL, Hirsch BE, Derkay C, Ramasastry S, Schaefer SE. Hyperbaric oxygen therapy: effect on middle ear and eustachian tube function. Laryngoscope 1992; 102: 48–52. [15] Churchill S, Hopkins RO, Weaver LK. Incidence and duration of myopia while receiving hyperbaric oxygen therapy. Undersea Hyper Med 1997; 25(suppl.): 34.

Adres autorów: Bożena Szymańska, Centrum Leczenia Oparzeń, ul. Jana Pawła II 2, 41-100 Siemianowice Śląskie

B. Szymańska, M. Kawecki, G. Knefel

CLINICAL ASPECTS OF HYPERBARIC OXYGENATION

Summary

Authors have presented methods of hyperbaric treatment used in the clinical settings. They have commented on the problem of oxygen toxicity, oxygen poisoning and indications and contraindications to hyperbaric oxygenation. In spite of side effects and possible complications, HBO can be a valuable method of treatment of many diseases. This method should be initiated in due time, after proper qualification of patients and by using the treatment protocol appropriate for every patient.

Key words: hyperbaric oxygen therapy.
