

Borgis - Balneologia Polska 4/2006, s. 211-219

\*Marek Kawecki<sup>1,3</sup>, Grzegorz Knefel<sup>1</sup>, Bożena Szymańska<sup>1</sup>, Mariusz Nowak<sup>1</sup>, Aleksander Sieroń<sup>2</sup>

**Terapia tlenem hiperbarycznym w Centrum Leczenia Oparzeń. Doświadczenia własne**  
Hyperbaric Oxygen Treatment in Burn Treatment Center, Siemianowice Śląskie. Own Experience

<sup>1</sup> Centrum Leczenia Oparzeń, Siemianowice Śląskie Dyrektor: lek. med. Mariusz Nowak <sup>2</sup> Katedra i Klinika Chorób Wewnętrznych, Angiologii i Medycyny Fizykalnej, Bytom Kierownik: prof. dr hab. n. med. dr h.c. Aleksander Sieroń <sup>3</sup> Katedra i Klinika Chirurgii Ogólnej, Naczyń i Transplantacyjnej Śląskiej Akademii Medycznej, Katowice Kierownik: prof. dr hab. n. med. Lech Cierpka

### **Streszczenie**

#### **Wstęp:**

Początki hiperbarycznej terapii tlenowej (HBO) w Centrum Leczenia Oparzeń sięgają kwietnia 2002 roku, kiedy to uruchomiono pierwszą komorę jednomiejscową. Pierwsze zabiegi wykonano u oparzonych górników po wypadku spowodowanym wybuchem metanu. Pod koniec 2003 roku uruchomiono drugą komorę jednomiejscową, a w maju 2006 roku otwarto Pracownię Hiperbarii Tlenowej wyposażoną w komorę wielomiejscową. Terapię HBO podejmuje się na podstawie wskazań Europejskiego Komitetu Medycyny Hiperbarycznej oraz listy procedur zatwierdzonych przez NFZ.

#### **Cel pracy:**

Celem pracy jest przedstawienie własnych doświadczeń w zastosowaniu HBO w Centrum Leczenia Oparzeń w latach 2002-2006.

#### **Materiał i metody:**

Materiał stanowi 391 chorych w tym 103 kobiety i 298 mężczyzn w wieku od 10 miesięcy do 86 lat, u których wykonano 5172 zabiegi hiperbarii tlenowej. Leczeniu w komorze poddano chorych z oparzeniami termicznymi, elektrycznymi, odmrożeniami, owrzodzeniami troficznymi, odleżynami, zgorzelą gazową klostridialną i nieklostridialną, ropowicą skóry i tkanki podskórnej, stopą cukrzycową, zespołami zmiążdżenia i pourazową martwicą tkanek miękkich, nagłą głuchotą, zapaleniem kości i szpiku, zatruciem tlenkiem węgla, zakażeniem beztlenowcami łoży po nefrektomii, nagłą głuchotą, chorobą Bürgera, martwicą poradiacyjną tkanek miękkich klatki piersiowej, poradiacyjnym uszkodzeniem pęcherza moczowego oraz guzkowym zapaleniem tętnic. Przeprowadzono analizę materiału klinicznego w oparciu o rozpoznania, przeanalizowano uzyskane wyniki, które porównano z grupą chorych leczonych w tym samym okresie, z tego samego powodu, bez udziału HBO.

#### **Wyniki:**

1. W grupie chorych z oparzeniami skrócono czas oczyszczania rany oparzeniowej oraz tym samym hospitalizacji.
2. Zredukowano ryzyko wystąpienia ostrej niewydolności oddechowej w oparzeniu dróg oddechowych.
3. Skrócono czas hospitalizacji pacjentów z owrzodzeniami troficznymi przygotowując ich do operacji z zastosowaniem HBO przed hospitalizacją. Zmniejszono ilość.
4. Koniecznych reoperacji.
5. Ograniczono zakres amputacji w zespołach stopy cukrzycowej redukując równocześnie objawy infekcji w ranie.
6. W przypadkach głębokiej infekcji tkanek miękkich (zespoły zmiążdżenia, zgorzel gazowa) również ograniczono szybko strefę infekcji.
7. W zatruciu CO uzyskano wielokrotnie szybszą (do 8 razy) eliminację HbCO.
8. Uzyskano znaczącą poprawę słuchu w zespole SSSL (Sudden Sensorineural Hearing Loss).

#### **Dyskusja:**

Istnieje wiele wskazań do zastosowania HBO w klinice, zarówno podstawowych jak i uzupełniających inne formy terapii. W każdym przypadku dążymy do zwiększania gradientu prężności tlenu pomiędzy tkanką zdrową i objętą procesem chorobowym. Uzyskujemy dzięki temu aktywizację procesów naprawczych w ranie, które są upośledzone z powodu niskiej dostępności tlenu. Dzięki temu dochodzi do szybszego oczyszczenia się i tym samym gojenia rany. Tlen hiperbaryczny wywierając działanie bakteriobójcze i bakteriostatyczne przyczynia się też do ograniczenia infekcji w ranach, a w niektórych przypadkach (zespół stopy cukrzycowej, zgorzel gazowa, zespół zmiążdżenia) umożliwia ograniczenie zakresu ewentualnych amputacji. W wypadku schorzeń rzadziej poddawanych terapii HBO (migrenowe bóle głowy, zespoły reperfuzyjne, choroby skóry, udary mózgu) mała ilość pacjentów poddanych tej terapii nie upoważnia do uogólnień, jednakże wskazuje się na potencjalne możliwości terapeutyczne HBO jako wspomaganie leczenia chirurgicznego i antybiotykoterapii.

#### **Wnioski:**

Możliwości HBO są wciąż nie do końca poznane. Nasze pierwsze doświadczenia wskazują na jej dużą skuteczność jako środka wspomagającego zasadnicze procedury chirurgiczne oraz antybiotykoterapię we wszystkich chorobach spowodowanych infekcją, ostrym i przewlekłym niedotlenieniem (niedokrwieniem) tkanek.

**Słowa kluczowe:** hiperbaria tlenowa, zastosowanie, Centrum Leczenia Oparzeń

#### **Wstęp**

Początki hiperbarycznej terapii tlenowej (HBO) w Centrum Leczenia Oparzeń sięgają kwietnia 2002 roku, kiedy to uruchomiono pierwszą komorę jednomiejscową. Pierwsze zabiegi wykonano u górników przyjętych do CLO z powodu oparzeń spowodowanych wybuchem metanu. Pod koniec 2003 roku uruchomiono drugą komorę jednomiejscową. W maju 2006 roku otwarto pomieszczenia nowej Pracowni Hiperbarii Tlenowej wyposażonej w dwuprzediałową komorę wielomiejscową. W tej komorze można poddawać sesjom HBO jednorazowo 14 pacjentów.

#### **Cel pracy**

Celem pracy jest przedstawienie własnych doświadczeń z zastosowania hiperbarii tlenowej w Centrum Leczenia Oparzeń w latach 2002-2006.

#### **Materiał i metody**

Materiał stanowi 391 chorych leczonych w Centrum Leczenia Oparzeń, w Siemianowicach Śląskich, w tym 103 kobiety i 288 mężczyzn w wieku od 10 miesięcy do 86 lat, u których wykonano łącznie 5172 zabiegi hiperbarii tlenowej (pacjenci ambulatoryjni i stacjonarni). W okresie od 14.06.2002 do 26.05.2006 sesje hiperbaryczne (3902) odbywały się w komorach jednomiejscowych ETC Bara-Med. Zastosowano ciśnienia od 2 do 2,5 atmosfery absolutnej (ATA) przy czasie trwania sesji od 55 do 122 minut. Na ten okres przypada 302 chorych, w tym 235 mężczyzn i 67 kobiet w wieku 10 miesięcy do 86 lat (średnia wieku 49,5 lat).

W okresie od 29.05.2006 do 27.07.2006 sesje hiperbaryczne (1270) prowadzono w komorze wielomiejscowej oraz okresowo w komorach jednomiejscowych poddając zabiegom 89 chorych, w tym 53 mężczyzn i 36 kobiet w wieku od 12 do 85 lat (średnio 65 lat).

Zastosowano komory jednomiejscowe ETC Bara-Med oraz komorę wielomiejscową Haux Starmed 2500 (2 przedziały po 8 miejsc każdy) stosując ciśnienia 2,5 ATA przy czasie sesji od 70 do 90 minut.

Każdego z pacjentów przygotowywano do sesji uwzględniając przepisy bezpieczeństwa obowiązujące w komorach hiperbarycznych (ubrania z bawełny, eliminacja opatrunków i kosmetyków na bazie tłuszczu, kontrola glikemii u chorych na cukrzycę przed i po sesji HBO).

**Jednostki chorobowe poddane leczeniu HBO w okresie od 14.06.2002 do 25.06.2006:**

Owrzodzenia troficzne: 118  
Zapalenia kości i szpiku: 17  
Infekcje tkanek miękkich (trudno gojąca się rana): 6  
Oparzenia termiczne: 69  
Oparzenia elektryczne i łukiem elektrycznym: 23  
Odmrożenia rąk i stóp: 9  
Zespół stopy cukrzycowej: 3  
Martwica pourazowa tkanek miękkich: 11  
Ropowica skóry i tkanki podskórnej: 2  
Migrenowe bóle głowy: 1  
Nagła utrata słuchu: 5  
Zespół zmiążdżenia w obrębie rąk, podudzi i stóp: 2  
Zgorzel gazowa klostridialna i nieklostridialna: 7  
Zakażenie beztlenowcami w łoży po nefrektomii: 1  
Zarostowe zapalenie tętnic: 2  
Guzkowe zapalenie tętnic: 2  
Przeszczepy i płaty skórne zagrożone martwicą: 10  
Martwica tkanek miękkich kikuta po amputacji: 1  
Martwicza infekcja tkanek miękkich: 6  
Martwica popromienna ściany klatki piersiowej: 1  
Zatrucie tlenkiem węgla: 3  
Poradiacyjne uszkodzenie pęcherza moczowego: 1

**Jednostki chorobowe poddane leczeniu HBO w okresie od 29.05.06 do 27.07.06:**

Owrzodzenia troficzne: 32  
Zapalenia kości: 8  
Infekcje tkanek miękkich (trudno gojąca się rana): 12  
Oparzenia: 6  
Zespół stopy cukrzycowej: 9  
Martwica pourazowa tkanek miękkich: 3  
Owrzodzenia w bliznach pooparzeniowych: 2  
Owrzodzenia odleżynowe: 7  
Migrenowe bóle głowy: 1  
Poradiacyjne uszkodzenie jelita grubego: 2  
Nagła utrata słuchu: 2

Przeprowadzono analizę materiału klinicznego w oparciu o rozpoznania, przeanalizowano uzyskane wyniki, które porównano z grupą chorych leczonych w tym samym okresie, z tego samego powodu, bez udziału HBO.

Wyniki

1. W grupie chorych oparzonych leczonych bez udziału HBO średni czas hospitalizacji był dłuższy o 5 dni w porównaniu z czasem hospitalizacji chorych poddanych HBO. Średni czas przygotowania ran oparzeniowych do przeszczepu skóry był krótszy o 8 dni w porównaniu z grupą, w której nie zastosowano tlenu hiperbarycznego. W grupie chorych z oparzeniami twarzy, głowy i szyi hiperbaria tlenowa skracała czas utrzymywania się obrzęku o średnio 23 godziny.
2. W 7 przypadkach zastosowanie HBO we wczesnej fazie choroby oparzeniowej (do 24 godzin od oparzenia) u chorych z rozpoznaniem oparzeniem dróg oddechowych spowodowało ustąpienie narastających objawów ostrej niewydolności oddechowej, co znalazło potwierdzenie w badaniu fizykalnym i gazometrycznym.
3. W grupie chorych z owrzodzeniami troficznymi zastosowanie HBO znamienne zmniejszyło liczbę koniecznych reoperacji (ponowny wolny przeszczep skóry pośredniej

grubości). U pacjentów z tą jednostką chorobową zastosowanie tlenu hiperbarycznego jako przygotowania do wykonania wolnego przeszczepu skóry pośredniej grubości pozwoliło na rozpoczęcie hospitalizacji w przeddzień wykonania zabiegu operacyjnego. Czas hospitalizacji wyniósł w tym przypadku średnio 11 dni. Czas pobytu u pacjentów przygotowywanych do zabiegu w szpitalu (bez zastosowania HBO do oczyszczenia rany) wyniósł średnio 21 dni.

4. W zespole stopy cukrzycowej udało się w 4 przypadkach ograniczyć.

5. Zakres amputacji (amputacja palców stopy lub/i kości śródstopia) redukując równocześnie objawy infekcji tkanek miękkich, co potwierdzono badaniem mikrobiologicznym.

6. W grupie chorych z głęboką infekcją tkanek miękkich, w zespole zmiążdżenia po urazie, a także zgorzeli gazowej zastosowanie HBO pozwoliło na szybsze opanowanie zakażenia. W wypadku zgorzeli gazowej ujemny wynik badania bakteriologicznego (preparat bezpośredni) otrzymywano po wykonaniu średnio 8 zabiegów (4 doby).

7. W grupie chorych z zatruciem CO użycie tlenu hiperbarycznego przy ciśnieniu 2,8 ATA pozwala na wielokrotne przyspieszenie (do 8 razy) eliminacji tlenku węgla z HbCO (wykonywano od 3 do 5 sesji HBO).

8. U pacjentów z nagłą głuchotą zmiany wywołane tlenem hiperbarycznym (poszerzenie pasma akustycznego w audiometrii kontrolnej) pojawiały się już po wykonaniu 5 zabiegów w komorze. W jednym z przypadków uzyskano tylko redukcję szumów i gwizdów w uszkodzonym uchu.

51 letni pacjent z przewlekłą raną podudzia prawego. Stan po złamaniu i leczeniu operacyjnym. Infekcja rany po założeniu zespoła. Rana nie goiła się od 2 lat.



Ryc. 1. Stan przed rozpoczęciem HBO.



Ryc. 2. Stan po 30 sesjach w komorze.

50-letnia pacjentka z ropowicą i martwicą skóry i tkanki podskórnej szyi, klatki piersiowej oraz powłok brzucha. Odleżyna okolicy krzyżowej. Pacjentka przy przyjęciu we wstrząsie septycznym. Hospitalizowana od 13.06.02 do 26.07.02. HBO od 14.06.02 do 18.06.02 (12 zabiegów z czego 3 w ciągu pierwszych 24 godzin po przyjęciu). 13.06.02 wykonano głębokie wycięcie tkanek martwiczych. 3-krotnie wykonano wolny przeszczep skóry pośredniej grubości.



Ryc. 3. Stan przy przyjęciu.



Ryc. 4. Stan po 12 zabiegach w komorze i przeszczepach skóry.



Ryc. 5. Kontrola w Poradni Chirurgii Plastycznej 2,5 miesiąca później.

24-letni pacjent z oparzeniem termicznym 44% powierzchni ciała II/III stopnia i oparzeniem dróg oddechowych. Wypadek 25.12.02. Hospitalizacja od 31.12.02 do 27.02.03. Przy przyjęciu niewydolny oddechowo, zaintubowany. Odłączony od respiratora 06.01.03. Infekcja *Pseudomonas aeruginosa*. Terapia hiperbaryczna – 8 zabiegów. 2-krotnie wolny przeszczep skóry pośredniej grubości.





Ryc. 6. Stan przy przyjęciu.



Ryc. 7. Stan po 6 sesjach HBO.



Ryc. 8. Stan przy wypisie do domu.  
49-letni pacjent z zespołem stopy cukrzycowej. 5-letni przebieg choroby. Stan po amputacji  
palców I i V stopy lewej. HBO rozpoczęte 10 dni po amputacji z powodu rozwijającej się  
infekcji w ranie.



Ryc. 9. Po 4 sesjach HBO.





Ryc. 10. Po 4 sesjach HBO.



Ryc. 11. Po 30 sesjach HBO.



Ryc. 12. Po 30 sesjach HBO.

49-letnia pacjentka przyjęta z powodu zgorzeli nieklostridialnej powłok brzusznych. Stan po eksterpacji macicy z przydatkami. Hospitalizacja od 22.09.05 do 16.11.05. HBO od 22.09.05 (15 zabiegów). 23.09.05 założony drenaż ssący (VAC). 12.10.05 drenaż rany, plastyka powłok, wolny przeszczep skóry pośredniej grubości.



Ryc. 13. Stan po przyjęciu do CLO.



Ryc. 14. Stan po 5 sesjach HBO i oczyszczeniu rany z tkanek martwiczych.



Ryc. 15. Stan po 15 sesjach HBO i przeszczepach.

41-letni pacjent z owrzodzeniami troficznymi podudzi przygotowywany zabiegami HBO do położenia przeszczepu. Stan po operacji żyłaków podudzi. HBO - ogółem 24 sesje.



Ryc. 16. Stan przed rozpoczęciem sesji hiperbarycznych.



Ryc. 17. Stan przy przyjęciu do szpitala przed zabiegiem chirurgicznym po wykonaniu 20 sesji HBO.

32 letni pacjent przyjęty z oparzeniem 49% TBSA II/III stopnia. Masywny obrzęk tkanek miękkich twarzy. Wykonano łącznie 7 sesji HBO.





Ryc. 18. Stan przed 1 sesją w komorze hiperbarycznej.



Ryc. 19. Po 2 sesjach w przeciągu 36 godzin.

80-letnia pacjentka z olbrzymim, okrężnym owrzodzeniem troficznym podudzia prawego na tle niewydolności żylniej. Owrzodzenie leczone od około 5 lat. Wykonano 30 sesji HBO. Po zakończeniu terapii tlenem hiperbarycznym wykonano na oczyszczonej ranie wolny przeszczep skóry pośredniej grubości.





Ryc. 20. Stan przed rozpoczęciem HBO.



Ryc. 21. Stan po 30 sesjach HBO.

#### Dyskusja

Istnieje obecnie wiele wskazań do zastosowania tlenu hiperbarycznego. Niektóre z nich są uznane jako jedna z podstawowych metod leczenia (zatrucie tlenkiem węgla, zatory gazowe czy choroba dekompresyjna).

W wypadku schorzenia najczęściej poddawane terapii HBO w Centrum Leczenia oparzeń, owrzodzeniach troficznym, dążymy do uzyskania poprawy w mikrokrażeniu w obrębie rany, zwiększenia gradientu prężności tlenu pomiędzy centrum rany, a jej obwodem, zaktywizowania mechanizmów naprawczych w ranie – pobudzenie tworzenia fibroblastów i kolagenu (1, 2).

W oparzeniach staramy się uzyskać, poprzez wzrost stężenia tlenu w okolicy rany oparzeniowej, szybsze oddzielanie się tkanek martwiczych, ograniczenie obrzęku w okolicy rany, co sprzyja poprawie krążenia w uszkodzonym obszarze oraz ograniczeniu infekcji (3, 4, 5). HBO sprzyja również szybszemu wchłonięciu się przeszczepów, co dotyczy również przeszczepów położonych na wycięte owrzodzenia troficzne. W tych sytuacjach dążymy do zmniejszenia ilości powikłań pod postacią lizy przeszczepów w ranie (6).

Zastosowanie HBO w leczeniu oparzeń dróg oddechowych ma na celu redukcję obrzęku śluzówki oskrzeli, co poprawia warunki wymiany gazowej w płucach oraz sprzyja ograniczeniu infekcji, a tym samym może stanowić środek zapobiegawczy przeciw wystąpieniu ARDS (7, 8).

Wspomaganie leczenia zespołu stopy cukrzycowej tlenem hiperbarycznym również ma na celu ograniczenie infekcji, co wiąże się często z równoczesnym ograniczeniem zakresu ewentualnych amputacji. Badania z użyciem izotopów radioaktywnych wykazały znaczące zmiany w przepływie krwi w mikrokrążeniu w okolicach palców stóp u chorych na cukrzycę już po wykonaniu 10 sesji hiperbarycznych (9, 10).

Użycie tlenu hiperbarycznego w wypadku zatrucia tlenkiem węgla wiąże się ze znaczącą redukcją okresu półtrwania HbCO. Zastosowanie tylko tlenoterapii biernej powoduje, że okres półtrwania HbCO wynosi około 320 minut. Użycie komory hiperbarycznej przy zastosowaniu ciśnienia 1,8 bara pozwala zredukować ten czas do około 40 minut. Poza tym wczesne zastosowanie HBO pozwala na uniknięcie powikłań późnych pod postacią degeneracji neuronów szczególnie w obszarach wrażliwych jak np. hipokamp (11, 12).

HBO jako leczenie wspomagające przy leczeniu infekcji florą mieszaną aerobową i anaerobową tkanek miękkich takich jak zgorzel gazowa czy zespół Fourniera pozwala na szybsze opanowanie szybko rozwijającej się infekcji. Wspomagane przez chirurgiczne wycinanie martwiczych fragmentów powięzi, skóry i tkanki podskórnej, drenaże i celowaną antybiotykoterapię ułatwia oczyszczanie rany do stopnia umożliwiającego pokrycie ubytków przeszczepami lub płatami skórnymi. Przyczynia się też w wielu przypadkach do ograniczenia zakresu amputacji w objętej procesem chorobowym kończynie (13, 14).

Etiopatogeneza nagłej utraty słuchu (SSNHL – sudden sensorineural hearing loss) nie została dotychczas jeszcze dobrze poznana. Przypuszcza się, że zmiany w obrębie ślimaka i okolicznych neuronów mogą być spowodowane lokalnym zaburzeniem przepływu krwi, mikrozatorami, wazokonstrykcją w tym obszarze, infekcją wirusową lub procesem autoimmunologicznym. Na skutek tych zmian dochodzi do obrzęku komórek ucha wewnętrznego i ich uszkodzenia. Wszystkie te mechanizmy prowadzą do utraty słuchu i narastających szumów. Zastosowanie HBO to jedyny sposób na zwiększenie stężenia tlenu w perylimfie (dociera tam rozpuszczony fizycznie w osoczu oraz przenikając przez błonę okienka owalnego). Przyczynia się do ochrony komórek czuciowych aparatu słuchu i przywrócenia metabolizmu tlenowego oraz poprawia reologię poprzez zmniejszenie lepkości krwi i zwiększenie elastyczności erytrocytów (15).

W wypadku schorzeń takich jak nagła utrata słuchu, migrenowe bóle głowy, poradiacyjne uszkodzenie jelita grubego, mała ilość chorych poddanych terapii tlenem hiperbarycznym nie upoważnia do uogólnień, jednakże wyniki uzyskiwane w leczeniu tego typu przypadków przez niektóre ośrodki hiperbaryczne wskazują równocześnie na potencjalne możliwości terapeutyczne tej metody wspomaganie leczenia chirurgicznego i antybiotykoterapii.

**Wnioski**

Przedstawione wyniki wskazują na dużą skuteczność HBO jako środka wspomagającego zasadnicze procedury chirurgiczne oraz antybiotykoterapię we wszystkich chorobach spowodowanych infekcją, ostrym i przewlekłym niedotlenieniem (niedokrwieniem) tkanek.