

TLENOTERAPIA

Ciśnienie 1,33 ATA – charakterystyka:

- Umiarkowane ciśnienie (ok. 1,3 razy wyższe niż atmosferyczne).
 - Dostarcza zwiększoną ilość tlenu (często 93–95%, nie 100% jak w twardej komorach).
 - Mniej ryzykowna niż twarde komory (2–3 ATA), ale nadal wymaga ostrożności w przypadku określonych schorzeń i implantów.
-

PRZECIWWSKAZANIA BEZWZGLĘDNE (zakaz korzystania):

1. **Nieznany lub nieprzebadany typ rozrusznika serca (pacemakera)**
 - Jeśli rozrusznik **nie ma atestu lub badań kompatybilności z ciśnieniem** lub tlenoterapią hiperbaryczną – nie wolno korzystać (ewentualnie zaleca się kontakt z producentem, podanie modelu urządzenia – możliwe wtedy doprecyzowanie możliwości terapeutycznych).
 - Nowoczesne rozruszniki (MRI-safe) mogą być dopuszczone .
 2. **Odma opłucnowa (niewyleczona)**
 - Nawet utajona lub przebyta odma bez kontroli radiologicznej może prowadzić do groźnych powikłań (np. pęknięcie pęcherzyków płucnych).
 3. **Niepoddana leczeniu infekcja dróg oddechowych z dusznością (np. AKTYWNE : astma, COVID-19, zapalenie płuc)**
 4. **Nieustabilizowana padaczka.**
 5. **Klaustrofobia uniemożliwiająca przebywanie w zamkniętej przestrzeni (jeśli nie do opanowania bez farmakologii)**
 6. **Świeże krwawienia (np. z przewodu pokarmowego, układu moczowego, dróg rodnych).**
-

SYTUACJE ZACHOWANIA OSTROŻNOŚCI (konieczne stopniowe wydłużanie czasu sesji):

1. **Rozrusznik serca (zależy od typu)**
 - Nowoczesne rozruszniki mogą być kompatybilne z niskim ciśnieniem 1,3 ATA. Konieczna jest dokumentacja od producenta- potwierdzenie , najlepiej mailowe z dokumentacją atestową dopuszczenia do korzystania z komory.
2. **Protezy metalowe lub endoprotezy**
 - Zwykle **nie są przeciwwskazaniem**, jeśli są stabilne i dobrze zintegrowane. Należy jednak:
 - Zachować ostrożność przy implantach usznych i ocznych.
3. **Miażdżycy**
 - Nie jest bezwzględnym przeciwwskazaniem.
 - W ciężkiej miażdżycy naczyń mózgowych lub wieńcowych należy zachować ostrożność — tlen może nasilić stres oksydacyjny, więc zalecane jest stopniowe wydłużanie sesji.

4. **Zakrzepica / Żyłna choroba zakrzepowo-zatorowa**
 - Ryzyko przemieszczenia skrzeplin. W ostrej fazie – **bezwzględne przeciwwskazanie**.
 - Po stabilizacji i leczeniu (np. przy doustnej antykoagulacji) – **możliwa ostrożna kwalifikacja po konsultacji**. W celu oszacowania stanu zakrzepicy warto zlecić dla pacjenta udanie się po skierowanie na badania poziomu D-dimerów, CRP, badanie żył głębokich (ultrasonografia Doplerowska).
 5. **Ciąża**
 - Ogólnie przeciwwskazana, **chyba że istnieje bezpośrednie zagrożenie życia i decyzję podejmuje lekarz**.
 6. **Nieustabilizowane nadciśnienie tętnicze.+**
 7. **Zaawansowane choroby neurologiczne (SM, SLA, Parkinson)**
 - Wymagają indywidualnej oceny – niektóre yupy mogą korzystać
 8. **Zaawansowana niewydolność oddechowa, np. POChP z retencją CO₂**
 - Nadmiar tlenu może pogłębić hiperkapnię.
 9. **Nowotwory aktywne (niektóre typy)**
 - Hipotetycznie większa ilość tlenu może pobudzać angiogenezę. Wymaga konsultacji z onkologiem.
 10. **Niedawna operacja neurochirurgiczna lub zabieg wewnątrzgałkowy**
 - Ryzyko wzrostu ciśnienia w zamkniętych przestrzeniach ciała.
-

Dodatkowe przeciwwskazania / uwagi:

- **Leki chemioterapeutyczne (np. cisplatyna, bleomycyna, doksorubicyna)** – ryzyko toksyczności tlenowej → wymagana szczegółowa ocena.
 - **Dzieci poniżej 5 r.ż.** – tylko w ściśle określonych wskazaniach i z pełnym monitoringiem.
 - **Zaawansowana cukrzyca Z RETINOPATIA (przewlekła hiperglikemia, uszkodzenie naczyń krwionośnych oka, jeśli pacjent utracił wzrok ze względu na cukrzycę i ma potwierdzoną retinopatię cukrzycową , warto zrobić rozpoznanie w jakim okresie czasowym nastąpiło uszkodzenie naczyń i pogorszenie wzroku lub jego utrata oraz przed korzystaniem z komory, kontrola poziomu cukru we krwi)**– zwiększone ryzyko krwotoków siatkówkowych.
 - **Problemy z trąbką Eustachiusza / zapalenia ucha środkowego** – trudności z wyrównaniem ciśnienia.
 - **Choroby psychiczne z lękami / psychozami** – mogą nasilać się w zamkniętej przestrzeni.
-

Zaawansowane choroby neurologiczne, takie jak **SLA (stwardnienie zanikowe boczne)**, **SM (stwardnienie rozsiane)** czy **choroba Parkinsona**, nie zawsze są przeciwwskazaniem do terapii w komorze hiperbarycznej, ale w **zaawansowanym stadium mogą być przeciwwskazaniami względnymi**, a oto **dłaczego**:

1. Ryzyko stresu oksydacyjnego

- W chorobach neurodegeneracyjnych dochodzi do nadmiernego stresu oksydacyjnego i uszkodzeń mitochondriów w neuronach- dlatego właśnie w tych przypadkach jako zabezpieczenie mitochondriów sprawdza się zwiększanie ilości ATP w organizmie.
- Tlen hiperbaryczny zwiększa ilość reaktywnych form tlenu (ROS), co **może pogłębić degenerację neuronów** w mózgu i rdzeniu kręgowym – żeby zapobiegać warto zwiększać poziom ATP w krwioobiegu.
- Szczególnie niebezpieczne przy:
 - SLA – gdzie i tak dochodzi do szybkiej degeneracji neuronów ruchowych.
 - SM – gdzie nadmiar ROS może zaostrzyć proces demielinizacyjny.

- Parkinsonie – gdzie komórki dopaminergiczne są wrażliwe na stres tlenowy.

Wniosek: więcej tlenu \neq zawsze lepiej, jeśli komórki nerwowe mają uszkodzone systemy antyoksydacyjne, dlatego warto zwiększać poziom ATP żeby stymulować procesy przeciwzapalne uszkadzające mitochondria i struktury nerwowe.

2. Zaburzenia autonomicznego układu nerwowego

- Pacjenci z zaawansowanymi chorobami neurologicznymi często mają:
 - zaburzoną **regulację ciśnienia tętniczego**, tętna, termoregulacji,
 - niestabilność oddechową.
- Nawet niewielkie zmiany ciśnienia i tlenu w komorze mogą:
 - wywołać spadki ciśnienia,
 - zwiększyć ryzyko omdleń lub hipowentylacji.

Dlatego istotne jest monitorowanie czasu terapii i modulowanie go poprzez krótsze i dłuższe sesje.

3. Ograniczenia ruchowe i niewydolność oddechowa

- W SLA i zaawansowanym Parkinsonie często występuje **osłabienie mięśni oddechowych**.
- Tacy pacjenci mogą mieć:
 - problemy z oddychaniem w pozycji leżącej,
 - retencję CO₂ (hiperkapnia),
 - ryzyko **niedotlenienia paradoksalnego** (tlenoterapia może „zamaskować” spadek wentylacji).

4. Zaburzenia poznawcze i zachowania

- W zaawansowanych stadiach SM, SLA i Parkinsona występują:
 - otępienie,
 - lęki, psychozy, niepokój.
- Przebywanie w zamkniętej przestrzeni komory może wywołać:
 - **ataki paniki**,
 - **dezorientację**,
 - **pogorszenie stanu psychicznego**.

5. Interakcje z leczeniem

- Niektóre leki stosowane w SM (np. immunosupresyjne), w SLA (np. riluzol), czy Parkinsonie (leki dopaminergiczne) **mogą wchodzić w interakcje z wysokim stężeniem tlenu** – wpływać na ich metabolizm lub działania uboczne (np. nasilenie drżeń, nudności, zawroty głowy).
-

POZYTYWNY WPŁYW KOMORY:

Zwłaszcza we **wczesnych stadiach** lub po jednoczesnym podnoszeniu poziomu ATP we krwioobiegu

- W SM – poprawa mikrokrążenia i zmniejszenie stanów zapalnych,
- W SLA – poprawa nasycenia tlenem mięśni oddechowych (bardzo wcześnie),
- W Parkinsonie – ewentualna poprawa metabolizmu mózgowego.

Podczas korzystania z komory hiperbarycznej, nawet tej o niskim ciśnieniu (1,3–1,5 ATA), mogą wystąpić objawy świadczące o **nieprawidłowej reakcji organizmu lub przeciążeniu tlenem**, ciśnieniem lub zamkniętą przestrzenią. **Ignorowanie takich symptomów może prowadzić do powikłań**, dlatego bardzo ważna jest szybka reakcja i monitorowanie pacjenta, szczególnie jeśli ma choroby współistniejące.

NAJCZĘSTSZE SYMPTOMY OSTRZEGAWCZE W TRAKCIE SESJI W KOMORZE HIPERBARYCZNEJ:

Objawy neurologiczne (nadmiar tlenu / stres oksydacyjny / uszkodzenia OUN):

Objaw	Możliwa przyczyna
Zawroty głowy	Nadciśnienie wewnątrzczaszkowe, hiperkapnia
Ból głowy (narastający)	Wzrost ciśnienia, niedrożność zatok
Dzwonienie w uszach / szumy	Przeciążenie ucha środkowego, barotrauma
Nudności, wymioty	Nadmiar tlenu, zaburzenia błędnika
Drżenia, skurcze mięśni	Wczesne objawy toksyczności tlenowej
Mrowienie, uczucie "pajęczynki" na skórze	Objaw neurologiczny, możliwa hipoksja paradoksalna
Zaburzenia widzenia (rozmażany obraz, błyski)	Stres oksydacyjny nerwu wzrokowego lub zwiększone ciśnienie śródczaszkowe
Zdezorientowanie, splątanie	Nadmiar tlenu lub przegrzanie

Objawy oddechowe:

Objaw	Możliwa przyczyna
Uczucie duszności	Niedostateczna wentylacja, zatrzymanie CO ₂ (hiperkapnia)
Ból w klatce piersiowej	Odma opłucnowa (szczególnie nieujawniona wcześniej), skurcz oskrzeli
Kaszel, świszczący oddech	Nadreaktywność oskrzeli, astma lub POChP
Przyspieszony oddech	Hiperkapnia lub lęk
Nagłe osłabienie oddechu	Niewydolność mięśni oddechowych, zatrzymanie oddechu

Objawy sercowo-naczyniowe:

Objaw	Możliwa przyczyna
Tachykardia (przyspieszone tętno)	Reakcja lękowa, pobudzenie autonomiczne
Bradykardia (spowolnione tętno)	Nadmiar tlenu u osób z zaburzoną regulacją autonomiczną
Skoki ciśnienia (nagły wzrost lub spadek)	Nadreaktywność układu współczulnego lub niewydolność układu krążenia
Bładość, zlewne poty	Hipotensja, reakcja wazowagalna
Nagle osłabienie lub omdlenie	Hipoksja, niedotlenienie mózgu, hiperkapnia

Objawy ze strony uszu i zatok (barotrauma):

Objaw	Możliwa przyczyna
Silny ból uszu	Brak wyrównania ciśnienia, zapalenie ucha środkowego
Utrata słuchu / pogorszenie	Uszkodzenie błony bębenkowej
Ból zatok	Zablokowane ujścia zatok, niezdolność do adaptacji ciśnieniowej

Objawy psychiczne i wegetatywne:

Objaw	Możliwa przyczyna
Atak paniki	Klaustrofobia, lęk, hiperkapnia
Lęk, niepokój, uczucie duszenia się	Nadreaktywność psychiczna lub niewydolność oddechowa
Zaburzenia koncentracji	Nadmiar tlenu lub stres tlenowy w OUN
Senność, ospałość	Początkowy objaw hiperkapnii lub zatrucia tlenem

Objawy przy chorobach współistniejących:

- **U osób z padaczką** – może dojść do napadu drgawkowego z powodu hiperoksygenującego działania na mózg.
- **U chorych na Parkinsona** – może nasilić się drżenie lub sztywność mięśni.
- **U osób z cukrzycą z retinopatią** – mogą wystąpić zaburzenia widzenia (krwotoki z naczyń siatkówki).
- **U pacjentów po chemioterapii (np. cisplatyna, bleomycyna)** – ryzyko uszkodzeń płuc lub nerek (toksyczność tlenowa).

KIEDY PRZERWAĆ TERAPIĘ I WEZWAĆ POMOC?

- Pojawia się silny ból w klatce piersiowej lub ucha.
- Występują objawy neurologiczne (drgawki, utrata przytomności).
- Duszność lub osłabienie oddechu mimo pozornie „dobrego” dotlenienia.
- Nagłe zmiany zachowania – dezorientacja, agresja, apatia.
- Objawy wskazujące na możliwą odmę płucnową.

CO MOŻNA ZROBIĆ, ŻEBY ZMNIJSZYĆ RYZYKO?

- Przed wejściem: pomiar saturacji, ciśnienia i tętna.
- W czasie sesji: obserwacja przez okienko, możliwość szybkiego wyjścia.
- Krótkie sesje początkowe (np. 20–30 minut).
- Odpowiednia pozycja (np. półsiedząca dla osób z niewydolnością oddechową).
- Nie stosować HBOT bez wcześniejszej konsultacji u osób z ryzykiem neurologicznym lub kardiologicznym.

1. JAK POWINNA WYGLĄDAĆ POJEDYNCZA SESJA TERAPII (1,3 ATA)?

Etapy sesji:

1. **Wejście do komory** (czas przygotowania: 5–10 minut).
2. **Stopniowe zwiększanie ciśnienia (kompresja):**
 - Trwa ok. **5–10 minut**, zależnie od komory.
 - Osoba powinna w tym czasie **wyrównywać ciśnienie w uszach** (ziewanie, przełykanie, manewr Valsalvy).
3. **Właściwa sesja tlenoterapii:**
 - **Czas trwania: od 30 do 60 minut**
 - Często stosuje się maskę tlenową z tlenem 93–95%, choć nie zawsze jest konieczna przy mild HBOT.
4. **Dekompresja (obniżanie ciśnienia do atmosferycznego):**
 - Trwa ok. **5–10 minut**, nie powinna być gwałtowna.
 - Należy zachować spokój, nadal oddychać spokojnie, nie wstawać od razu.

2. CZAS SESJI NA PIERWSZYM ZABIEGU

Etap	Rekomendowany czas
Pierwsza sesja	20–30 minut w ciśnieniu 1,3 ATA
Kompresja + dekompresja	ok. 15–20 minut (łącznie)
Całkowity czas	ok. 45–50 minut

Dlaczego krótsza pierwsza sesja?

- Obserwacja reakcji organizmu.
- Adaptacja układu nerwowego i oddechowego.
- Możliwość wcześniejszego zakończenia w razie złego samopoczucia.

3. OD CZEGO ZALEŻY ILOŚĆ SESJI?

Zależy od celu terapeutycznego:

Cel terapii	Typowy zakres sesji
Regeneracja, poprawa kondycji, anti-aging	5–15 sesji
Przewlekłe zmęczenie, bezsenność, stres	10–20 sesji
Leczenie stanów zapalnych, infekcji wirusowych, boreliozy	20–40 sesji
Choroby autoimmunologiczne (np. Hashimoto, SM – wczesne)	20–60 sesji
Gojenie ran, regeneracja tkanek (np. po urazach, operacjach)	10–30 sesji
Terapia onkologiczna wspomagająca (z dużą ostrożnością)	zależnie od wskazań i stanu zdrowia
Dzieci z zaburzeniami neurorozwojowymi (np. autyzm)	20–80 sesji (w protokołach badawczych)

4. CZĘSTOTLIWOŚĆ SESJI

Tryb	Opis
Intensywny	5 sesji w tygodniu (np. pon.–pt.) zależny od rodzaju dolegliwości
Umiarkowany	3 sesje w tygodniu
Podtrzymujący	1–2 sesje w tygodniu po zakończonym cyklu intensywnym

W protokołach klinicznych i sportowych najczęściej stosuje się **20–40 sesji w ciągu 4–8 tygodni**. Między cyklami zaleca się przerwę 2–4 tygodnie.

5. CZEGO UNIKAĆ PRZED I PO SESJI?

Przed sesją:

- Nie spożywać ciężkich posiłków (min. 1–2 h przed).
- Nie spożywać alkoholu / kawy / nikotyny.
- Nie używać perfum, olejków, balsamów (zawierają łatwopalne składniki).
- Zdjąć biżuterię, zegarki, urządzenia elektroniczne.

Po sesji:

- Unikać gwałtownego wstawania.
- Pić dużo wody (2 l minimum w ciągu dnia) – tlen zwiększa metabolizm.
- Obserwować organizm przez 1–2 h po sesji (reakcje adaptacyjne mogą wystąpić z opóźnieniem).

KIEDY WARTO STOSOWAĆ KOMORE JAKO WSPARCIE ORGANIZMU

Komora hiperbaryczna (HBOT – hyperbaric oxygen therapy) to jedna z najbardziej wszechstronnych terapii wspomagających regenerację i leczenie. Jej działanie polega na podaniu czystego tlenu pod zwiększonym ciśnieniem, co zwiększa stężenie tlenu we krwi i tkankach, uruchamiając procesy naprawcze, przeciwzapalne i regeneracyjne.

Poniżej przedstawiam kompletną listę sytuacji, w których komora hiperbaryczna wpływa pozytywnie na zdrowienie:

1. CHOROBY PRZEWLEKŁE I AUTOIMMUNOLOGICZNE

Choroba	Korzyść
Reumatoidalne zapalenie stawów (RZS)	Redukcja zapalenia, regeneracja stawów
Hashimoto (niedoczynność tarczycy)	Poprawa metabolizmu, redukcja zmęczenia
Choroba Gravesa-Basedowa	Redukcja obrzęku oczodołu
Stwardnienie rozsiane (wczesne)	Zmniejszenie stanu zapalnego OUN
Toczeń układowy (SLE) Redukcja cytokin zapalnych	
Wrzodziejące zapalenie jelita grubego (WZJG)	Gojenie owrzodzeń, odbudowa śluzówki (w przypadku kiedy nie ma aktywnego krwawienia)
Choroba Leśniowskiego-Crohna	Redukcja przetok i stanów zapalnych
Fibromialgia	Zmniejszenie bólu, lepszy sen

2. CHOROBY UKŁADU KRĄŻENIA I GOJENIE RAN

Choroba	Korzyść
Stopa cukrzycowa	Przyspiesza gojenie, zmniejsza ryzyko amputacji
Owrzodzenia żyłne i tętnicze	Poprawa mikrokrążenia i dotlenienia
Martwica tkanek miękkich	Zahamowanie progresji, regeneracja
Zespół stopy niedokrwiennej	Angiogeneza, poprawa krążenia
Niedokrwienie kończyn	Lepsza perfuzja, regeneracja
Po amputacjach	Gojenie kikuta, zmniejszenie infekcji

3. UKŁAD NERWOWY I MÓZG

Choroba	Korzyść
Udar niedokrwienny (wczesny)	Przywrócenie perfuzji w strefie penumbry
Przewlekłe zmęczenie (CFS)	Wzrost energii, poprawa snu
Mgła mózgowa	Lepsze dotlenienie mózgu
ADHD, spektrum autyzmu (ASD)	Poprawa koncentracji, snu (w badaniach eksperymentalnych)
Migreny, bóle głowy	Zmniejszenie nasilenia i częstotliwości
Zespół pourazowy (PTSD)	Redukcja lęków, poprawa nastroju
Zespół stresu oksydacyjnego	Wzmacnianie antyoksydantów (SOD, glutation)

4. ONKOLOGIA – TERAPIA WSPOMAGAJĄCA

Choroba	Korzyść
Martwica popromienna (kości, jelit, pęcherza)	Leczenie powikłań radioterapii, dotlenianie tkanek
Gojenie ran po operacjach onkologicznych	Przyspieszenie regeneracji tkanek
Zespół wyniszczenia nowotworowego	Poprawa wydolności i apetytu
Odleżyny u pacjentów nowotworowych	Szybsze gojenie
Lepsza odpowiedź na radioterapię	Dotlenienie guza poprawia efekt napromieniania

5. CHOROBY OCZU I USZU

Choroba	Korzyść
Zawał oka (CRAO)	Możliwość uratowania wzroku (do 6–24 h)
Nagła głuchota idiopatyczna	Częściowe lub pełne odzyskanie słuchu
Retinopatia popromienna	Poprawa perfuzji i regeneracja
Zapalenie nerwu wzrokowego	Regeneracja osłonki mielinowej (wczesne przypadki)

6. ZAKAŻENIA I STANY ZAPALNE

Choroba	Korzyść
Borelioza (stadium II/III)	Redukcja stanu zapalnego, regeneracja nerwów
Przewlekłe infekcje wirusowe (EBV, CMV)	Wspomaganie układu odpornościowego
Ropnie mózgu / kości (z leczeniem)	Wspomaganie antybiotykoterapii
Zakażenia beztlenowe (np. Clostridium)	Bezpośrednie działanie bakteriobójcze (tlen zaburza środowisko bakterii beztlenowych)

7. SKÓRA I ESTETYKA

Zastosowanie	Korzyść
Anti-aging skóry	Produkcja kolagenu, regeneracja skóry
Trądzik, AZS, łuszczyca	Redukcja stanu zapalnego i zmian skórnych
Gojenie po zabiegach estetycznych	Szybsza regeneracja i mniejsze blizny
Przebarwienia, wiotkość skóry	Poprawa mikrokrążenia, rozjaśnienie cery

8. POZOSTAŁE WSKAZANIA MEDYCZNE

Zastosowanie	Korzyść
Po operacjach (brzuch, ortopedia, plastyka)	Szybsze gojenie i mniejsze powikłania
Odleżyny	Regeneracja skóry i tkanek głębokich
Zespół zmiężdżenia	Redukcja obrzęku, dotlenienie mięśni
Po COVID-19 („long COVID”)	Poprawa saturacji, energii, funkcji mózgu
Przetoki jelitowe i okołodbytnicze	Gojenie kanałów przetokowych

MECHANIZMY DZIAŁANIA, KTÓRE WSPIERAJĄ ZDROWIENIE:

- Dotlenienie tkanek niedokrwionych
- Redukcja cytokin zapalnych (IL-1 β , TNF- α , IL-6)
- Wzrost ATP i metabolizmu komórkowego (komora prowadzi do wzmożonej produkcji, zamiennikiem, który ominię częściowo i przyspieszy produkcję, uwydatniając i zabezpieczając mitochondria przed stresem oksydacyjnym jest preparat ATP – można stosować uzupełniająco lub zamiennie)
- Stymulacja angiogenezy
- Wspomaganie działania leukocytów i makrofagów
- Wzrost kolagenu i fibroblastów
- Redukcja stresu oksydacyjnego (SOD, glutation)

PODSUMOWANIE:

Komora hiperbaryczna wspomaga zdrowienie w różnych stanach chorobowych i regeneracyjnych. Jej działanie nie polega na leczeniu przyczyny chorób autoimmunologicznych czy nowotworowych lub innych, ale na wspieraniu organizmu w regeneracji, dotlenieniu, ograniczaniu stanu zapalnego i poprawie metabolizmu. Stymuluje organizm do produkcji ATP, które jako neurotransmitter i cząsteczka wysokoenergetyczna, zapobiega powstawaniu uszkodzeń w trakcie replikacji komórek, wspomaga ograniczenie lub stymulowanie stanu zapalnego. Wpływa na różnicowanie komórek układu odpornościowego mając wpływ na ograniczanie autoagresji lub stymulowanie układu odpornościowego do aktywnego usuwania patogenów oraz błędnych komórek.

OMÓWIENIE KILKU PRZYKŁADÓW MECHANIZMU DZIAŁANIA:

Czym jest stopa cukrzycowa?

To powikłanie przewlekłej cukrzycy, wynikające z:

1. **Niedokrwienia** (angiopatia, miażdżyca),
2. **Neuropatii cukrzycowej** (uszkodzenie nerwów – brak czucia bólu),
3. **Zakażeń bakteryjnych** (często mieszanych i opornych na leczenie),
4. **Upośledzonego gojenia ran** (przewlekły stan zapalny, stres oksydacyjny).

W efekcie dochodzi do owrzodzeń, martwicy i często amputacji.

Jak komora działa w leczeniu stopy cukrzycowej?

1. Dotlenienie niedokrwionych tkanek

- Tlen pod ciśnieniem 1,3–2,5 ATA rozpuszcza się w osoczu (nie tylko w hemoglobinie), co pozwala:
 - Przeniknąć do niedokrwionych obszarów skóry i mięśni,
 - Ominięcie zwężonych lub zamkniętych naczyń.

Efekt: poprawa metabolizmu komórkowego, regeneracji i gojenia ran.

2. Stymulacja angiogenezy (tworzenie nowych naczyń krwionośnych)

- Wysokie stężenie tlenu pobudza **VEGF** i inne czynniki wzrostu.
- Powstają nowe naczynia włosowate, poprawiające ukrwienie w długim okresie.

Efekt: trwałe zwiększenie ukrwienia w miejscu rany.

3. Działanie przeciwbakteryjne

- Tlen działa **bakteriobójczo i bakteriostatycznie**, szczególnie wobec:
 - beztlenowców (np. Clostridium, Bacteroides),
 - bakterii tlenowych opornych na antybiotyki.
- Zwiększa aktywność **leukocytów** (makrofagów i neutrofilii) w usuwaniu bakterii.

Efekt: redukcja zakażenia bez dodatkowego obciążania organizmu antybiotykami.

4. Redukcja obrzęku i stanu zapalnego

- Komora wpływa na regulację cytokin prozapalnych (IL-1 β , TNF- α),
- Stabilizuje błony komórkowe i ogranicza wyciek płynu z naczyń.

Efekt: zmniejszenie obrzęków, bólu i szybsze „oczyszczenie” tkanek.

5. Pobudzenie fibroblastów i kolagenu

- Tlen stymuluje fibroblasty do produkcji **kolagenu typu I i III** – kluczowego dla tworzenia nowej skóry.
- Przyspiesza proces naskórkowania i zamykania rany.

Efekt: szybciej tworzy się nowy naskórek i tkanka łączna.

- **Badania kliniczne** wykazują, że HBOT:
 - **zmniejsza ryzyko amputacji** kończyny u pacjentów ze stopą cukrzycową (nawet o 50–70%),
 - przyspiesza gojenie ran (nawet 2–3 razy szybciej),
 - poprawia odpowiedź na antybiotyki.

Przykład: Badanie [Löndahl et al., *Diabetes Care*, 2010] – u pacjentów z przewlekłymi owrzodzeniami stopy cukrzycowej, HBOT znacznie poprawiła wskaźniki wygojenia ran i zmniejszyła liczbę amputacji.

Przykładowy protokół HBOT przy stopie cukrzycowej:

Parametr	Typowa wartość
Ciśnienie	w terapii mild – 1,3 ATA
Czas sesji	45–60 minut
Ilość sesji	20–60 sesji (w zależności od zaawansowania zmian)
Częstotliwość	3-5 razy w tygodniu

Kiedy komora nie pomoże?

- Jeśli **nie usunięto martwicy chirurgicznie** – komora nie „rozpuści” martwych tkanek (pomocny może być ATP + dms0, ze względu na swoje działanie penetrujące tkankę).
- W przypadku **zakażenia bez kontroli glikemii** – hiperglikemia blokuje procesy regeneracji.
- Gdy **brakuje odpowiedniej opieki miejscowej rany** – HBOT nie zastąpi leczenia miejscowego- kiedy rana jest zanieczyszczona , zła pielęgnacja .
- Jeśli amputacja jest już nieunikniona z powodu rozległej martwicy – terapia może nie przynieść oczekiwanych korzyści- jednak nie zaszkodzi, mimo to pacjent powinien wiedzieć jakie są realne szanse .

Podsumowanie

Tlenoterapia hiperbaryczna może uratować stopę cukrzycową przed amputacją, szczególnie gdy:

- leczenie rozpoczęto wcześniej,
- stosuje się ją równolegle z leczeniem przyczynowym: kontrolą cukrzycy, chirurgią, antybiotykami. Higiena żywienia i rany są połową sukcesu procesu zdrowienia.

Działa, ponieważ:

- dotlenia niedokrwione tkanki,
- walczy z infekcją- ograniczając rozwój beztlenowych bakterii,
- pobudza regenerację.

Jak tlenoterapia wspomaga leczenie nowotworu:

1. Czy tlen "karmi" nowotwór?

To częsty mit, ale nie do końca prawdziwy.

- Komórki nowotworowe **preferują warunki beztlenowe (glikolizę beztlenową)** – to tzw. **efekt Warburga**.
- W niedotlenionym środowisku guza dochodzi do:
 - większej złośliwości,
 - oporności na leczenie,
 - większej skłonności do przerzutów.
- **Tlen dostarczony przez HBOT może wręcz "odwracać" ten proces** – sprawiając, że komórki nowotworowe stają się bardziej podatne na leczenie i mniej agresywne.

Wniosek: tlen nie "karmi" raka – w wielu przypadkach **działa odwrotnie**, stabilizując mikrośrodowisko guza i poprawiając odpowiedź terapeutyczną.

2. Pozytywny wpływ HBOT u osób z nowotworem:

A. Redukcja skutków ubocznych radioterapii i chemioterapii

- Leczenie nowotworów często powoduje:
 - **martwicę popromienną** (kości, jelita, pęcherza, pochwy, skóry),
 - **uszkodzenia skóry i błon śluzowych,**
 - **niedokrwienie tkanek po zabiegach chirurgicznych.**
- HBOT przyspiesza gojenie, zmniejsza ból, poprawia jakość życia.

Zastosowanie: np. w leczeniu **późnych powikłań po radioterapii prostaty, macicy, piersi, odbytnicy.**

B. Zwiększenie skuteczności chemioterapii i radioterapii

- Komórki nowotworowe w dobrze dotlenionym środowisku są **bardziej wrażliwe na:**
 - **radioterapię** (tlen nasila działanie promieniowania),
 - **niektóre cytostatyki** (tlen zwiększa ich penetrację podobnie jak niski odczyn preparatu ATP).
 - Przykład: lepsza odpowiedź radiologiczna w guzach piersi i głowy i szyi.
-

C. Poprawa regeneracji pooperacyjnej

- Operacje nowotworowe (np. mastektomia, resekcja jelita, prostatektomia) prowadzą często do:
 - niedokrwienia tkanek,
 - infekcji ran,
 - opóźnionego gojenia.
- HBOT wspomaga angiogenezę, regenerację skóry i tkanek głębokich.

W praktyce: może **zmniejszyć ryzyko powikłań po zabiegach onkologicznych** i poprawić wyniki gojenia rekonstrukcji (np. piersi, twarzy, krocza).

D. Wpływ na jakość życia i zmniejszenie zmęczenia nowotworowego

- Pacjenci poddani HBOT zgłaszają:
 - mniejsze zmęczenie,
 - poprawę nastroju,
 - lepszy sen i regenerację.

Mechanizm: poprawa mitochondrialnego metabolizmu ATP, zmniejszenie cytokin zapalnych, dotlenienie OUN.

3. Potencjalne zagrożenia

A. Ryzyko pobudzenia angiogenezy guza

- Tlen pobudza czynniki wzrostu naczyń (np. VEGF) – teoretycznie może to:
 - sprzyjać rozrostowi guza w niektórych nowotworach- głównie hormonozależnych
- Jednak: **dotyczy to głównie aktywnych, szybko rosnących nowotworów bez leczenia- głównie hormonozależność.**

W badaniach klinicznych nie wykazano jednoznacznie, że HBOT pobudza wzrost nowotworów – wręcz przeciwnie, może je stabilizować.

B. Niektóre nowotwory mogą wymagać szczególnej ostrożności:

Typ nowotworu	Uwagi
Glejak mózgu	Niejasny wpływ – wymaga indywidualnej oceny neurologicznej (samo zwiększanie ilości ATP bez udziału komory ma pozytywne działanie)
Czerniak	Teoretycznie wrażliwy na angiogenezę, ale brak dowodów na szkodliwość HBOT
Guzy z aktywnością VEGF / PDGF	Potrzebna ocena onkologa, szczególnie w fazie progresji

4. Co mówią badania:

- NIH i Cochrane uznają HBOT za skuteczną w leczeniu martwicy popromiennej.
 - W randomizowanych badaniach klinicznych wykazano:
 - poprawę gojenia ran po mastektomii, prostatektomii,
 - zmniejszenie bólu i poprawę jakości życia.
 - Brak dowodów na to, że HBOT przyspiesza rozwój nowotworów – **nawet w przypadkach przewlekłych.**
-

5. Przykładowy plan HBOT u pacjenta onkologicznego:

Parametr	Typowe wartości
Ciśnienie	1,3 ATA (w terapii wspomagającej), w maksymalnym czasie użytkowania (w martwicy popromiennej)
Liczba sesji	20–60 (zależnie od celu)
Częstotliwość	5 razy w tygodniu
Czas jednej sesji	60–90 minut lub 45- 60 minut

1. Zawał oka (zamknięcie tętnicy środkowej siatkówki – CRAO)

Co to jest?

- „Zawał oka” to **nagle zamknięcie przepływu krwi w tętnicy środkowej siatkówki**, co prowadzi do:
 - gwałtownej utraty wzroku,
 - niedokrwienia siatkówki,
 - często nieodwracalnych zmian po 4–6 godzinach.

Komora jako leczenie:

- **Tak, HBOT jest oficjalnie uznawanym leczeniem ratunkowym CRAO**, jeśli zostanie rozpoczęta w ciągu pierwszych 24 godzin, a najlepiej **do 6 godzin.**
- Celem jest **dotlenienie siatkówki poprzez osocze**, omijając zamknięte naczynie.

Efekty:

- HBOT może **uratować lub częściowo przywrócić wzrok**, zwłaszcza jeśli:
 - rozpocznie się **wczesnie**,
 - pacjent nie ma martwicy siatkówki,
 - zastosowano również leczenie wspomagające (np. acetazolamid, masaż gałki ocznej).

Oficjalna rekomendacja: European Committee for Hyperbaric Medicine (ECHM) i Undersea and Hyperbaric Medical Society (UHMS) **uznają CRAO za wskazanie do HBOT.**

Międzynarodowe organizacje zajmujące się medycyną hiperbaryczną – Europejski Komitet ds. Medycyny Hiperbarycznej (ECHM) oraz Towarzystwo Medycyny Hiperbarycznej i Podwodnej (UHMS) – oficjalnie uznają, że tlenoterapia hiperbaryczna (HBOT) może być stosowana w leczeniu zatoru tętnicy środkowej siatkówki (CRAO).

CRAO = Central Retinal Artery Occlusion → zamknięcie tętnicy środkowej siatkówki (tzw. „zawał oka”), prowadzące do nagłej utraty wzroku.

HBOT = Hyperbaric Oxygen Therapy → terapia tlenem w komorze hiperbarycznej.

ECHM i UHMS = wiodące organizacje międzynarodowe wyznaczające standardy stosowania HBOT.

2. Zawał ucha (nagła głuchota idiopatyczna – SSNHL)

Co to jest?

- **Nagła głuchota czuciowo-nerwowa** to utrata słuchu ≥ 30 dB w ≥ 3 częstotliwościach w ciągu ≤ 72 godzin.
- Może mieć podłoże naczyniowe (niedokrwienie ślimaka), wirusowe lub autoimmunologiczne.

HBOT jako leczenie:

- **HBOT jest skuteczną terapią wspomagającą SSNHL**, zwłaszcza:
 - jeśli zacznie się **do 14 dni od utraty słuchu** (im wcześniej, tym lepiej),
 - w połączeniu z leczeniem farmakologicznym (kortykosteroidy doustnie lub do ucha środkowego).

Efekty:

- HBOT poprawia dotlenienie ślimaka, redukuje stan zapalny i obrzęk.
- Może **zwiększyć szanse na odzyskanie słuchu nawet o 40–60%**.

Wskazanie oficjalnie uznane przez: **UHMS** i **ESHHO** (Europejskie Towarzystwa Medycyny Hiperbarycznej).

3. Kiedy NIE stosować HBOT?

- Jeśli od „zawału oka” minęło >24 – 48 godzin, skuteczność drastycznie spada- w tej sytuacji można podnosić poziom ATP w krwioobiegu, bez używania komory.
- Jeśli przyczyna utraty słuchu jest znana i nie ma komponenty naczyniowej lub zapalnej.
- Jeśli są przeciwwskazania neurologiczne lub oczno-otologiczne (np. nieprawidłowa budowa błędnika, przeżyta odma).

Autoimmunologia :

Terapia tlenowa, zwłaszcza tlenoterapia hiperbaryczna (HBOT), wspomaga leczenie chorób autoimmunologicznych poprzez:

- poprawie metabolizmu komórkowego (przez zwiększenie ilości ATP),
- zmniejszaniu przewlekłego stanu zapalnego (regulacja poziomu ATP),
- redukcji stresu oksydacyjnego i cytokin prozapalnych(regulacja poziomu ATP),
- regeneracji tkanek uszkodzonych przez autoagresję(regulacja poziomu ATP) .

Jak HBOT wpływa na konkretne choroby autoimmunologiczne: RZS, choroby tarczycy i WZJG.

1. RZS – reumatoidalne zapalenie stawów:

Przewlekły stan zapalny wywołany przez autoimmunologiczny atak na błonę maziową stawów.

Udział cytokin: TNF- α , IL-1 β , IL-6 \rightarrow degradacja chrząstki i kości.

HBOT – wpływ:

Redukuje stan zapalny – tlen pod ciśnieniem hamuje wydzielanie TNF- α i IL-1 β

Zwiększa aktywność przeciwzapalnych cytokin (np. IL-10)

Dotlenia niedokrwione tkanki okołostawowe, poprawiając regenerację

Zmniejsza ból i obrzęk stawów – poprzez redukcję obrzęku i nacieku zapalnego

Poprawia produkcję ATP w chondrocytach i fibroblastach – co wspomaga naprawę.

Efekt: poprawa ruchomości, zmniejszenie dolegliwości, lepsza tolerancja rehabilitacji

2. Choroby tarczycy autoimmunologiczne – Hashimoto (niedoczynność), Graves-Basedow (nadczynność):

Hashimoto (niedoczynność)

Przewlekły limfocytarny stan zapalny → zanik i włóknienie tarczycy.

Związany z wysokim poziomem cytokin zapalnych i stresu oksydacyjnego.

HBOT – działanie:

- Redukuje przewlekły stan zapalny (IL-6, TNF- α)
- Poprawia funkcję mitochondrialną komórek tarczycy
- Zwiększa poziom ATP i metabolizm – co może wspierać ogólną energię i funkcje hormonalne
- Może zmniejszać poziom przeciwciał anti-TPO (zaobserwowano w kilku opisach przypadków, wymaga więcej badań)

Graves-Basedow (nadczynność)

Nadmierna stymulacja receptorów TSH przez autoprzeciwciała.

Towarzyszy często oftalmopatia tarczycowa (wytrzeszcz, obrzęk oczodołu).

HBOT – działanie:

- Zmniejsza stan zapalny w oczodole i obrzęk
- Poprawia mikrokrażenie mięśni ocznych i nerwu wzrokowego
- Może ograniczyć uszkodzenia oka w orbitopatii (potwierdzone w niektórych badaniach)

3. Wrzodziejące zapalenie jelita grubego (WZJG)-(zastrzeżenie! Nie stosować komory w trakcie otwartego krwawienia):

- Autoimmunologiczny atak na błonę śluzową jelita grubego.
- Dominują IL-6, IL-13, TNF- α , infiltracja neutrofilii, mikrokrwawienia, owrzodzenia.

HBOT – działanie:

Silne działanie przeciwzapalne – hamuje ekspresję cytokin i redukuje nacieki zapalne

Poprawia ukrwienie i dotlenienie śluzówki jelita

Przyspiesza regenerację nabłonka i naczyń

Wspomaga gojenie owrzodzeń – potwierdzone w badaniach klinicznych

Może poprawić działanie terapii biologicznej lub sterydowej

Stosowana wspomagająco w ciężkich przypadkach, szczególnie przy trudno gojących się zmianach i groźbie kolektomii.

MECHANIZMY HBOT W AUTOIMMUNOLOGII

Efekt	Mechanizm
Redukcja cytokin zapalnych	↓ TNF- α , IL-1 β , IL-6
Zwiększenie cytokin przeciwzapalnych	↑ IL-10
Dotlenienie niedokrwionych tkanek	Lepsza perfuzja i regeneracja
Poprawa metabolizmu mitochondriów	Więcej ATP, mniej ROS
Redukcja stresu oksydacyjnego	Wzrost SOD, katalazy
Hamowanie komórek efektorowych	Supresja autoreaktywności limfocytów T

Komora hiperbaryczna (HBOT) staje się coraz popularniejszą metodą w **medycynie anti-aging**, szczególnie jeśli chodzi o **odmładzanie i regenerację skóry**. Jej działanie nie polega tylko na „dotlenieniu skóry”, ale na głębokim uruchomieniu mechanizmów biologicznych odpowiedzialnych za **naprawę, odbudowę i cofanie oznak starzenia**. Poniżej szczegółowo wyjaśniam, jak to działa:

HBOT a STARZENIE SIĘ SKÓRY

1. Stymulacja odnowy komórkowej i skrócenie czasu regeneracji

- HBOT zwiększa stężenie tlenu rozpuszczonego w osoczu – nawet **20 razy więcej niż normalnie**.
- Dzięki temu tlen:
 - dociera do niedotlenionych tkanek skóry,
 - pobudza **mitozę komórek naskórka i fibroblastów**,
 - przyspiesza usuwanie starych, uszkodzonych komórek (apoptoza) i zastępowanie ich nowymi.

Efekt: szybsze gojenie, bardziej jędrna, napięta i odnowiona skóra.

2. Stymulacja syntezy kolagenu i elastyny

- Wysokie stężenie tlenu pod ciśnieniem **aktywuje fibroblasty**, które produkują:
 - **kolagen typu I i III** (główne składniki skóry właściwej),
 - **elastynę** odpowiedzialną za elastyczność skóry.
- Dodatkowo aktywowane są czynniki wzrostu: VEGF, TGF- β , EGF.

Efekt: spłycenie zmarszczek, zwiększenie elastyczności i gęstości skóry.

3. Redukcja stresu oksydacyjnego i stanów zapalnych

- Choć HBOT zwiększa tlen, to przy odpowiednich parametrach (np. 1,3 ATA):
 - **wzmacnia system antyoksydacyjny** (np. aktywność SOD, katalazy),
 - redukuje przewlekły stan zapalny niskiego stopnia (tzw. „inflammaging”).
- Skóra starzejąca się często wykazuje przewlekłe mikrozapalenie i uszkodzenia (ubytki ATP w organizmie) mitochondrialne – HBOT je wycisza.

Efekt: zmniejszenie zaczerwienień, poprawa kolorytu, młodszy wygląd.

4. Wzrost długości telomerów i regeneracja mitochondrialna (*potwierdzone badaniami*)

W badaniu klinicznym z 2020 roku (Shai Efrati, *Aging*, 2020), wykazano, że:

- 60 sesji HBOT (5 razy w tygodniu po 60-90 minut, ciśnienie 2 ATA(jednak 1,3 ATA , tlen 100%) **wydłużyło telomery komórek krwi o 20–38%**,
- zmniejszyło liczbę **starzejących się komórek** (senescent cells) o 10–37%.

Efekt: biologiczne cofnięcie procesów starzenia na poziomie DNA i mitochondriów(zwiększanie ilości ATP wpływa bezpośrednio na jakość telomerazy).

5. Poprawa mikrokrążenia i nawilżenia skóry

- Tlen pobudza tworzenie nowych naczyń (angiogenezę).
- Lepsze ukrwienie oznacza:
 - lepsze odżywienie tkanek,
 - szybsze usuwanie toksyn,
 - **większą retencję wody w skórze.**

Efekt: rozświetlona, jędrna, dobrze nawilżona skóra.

Typowy protokół HBOT w celach anti-aging (skóra):

Parametr	Rekomendacja
Ciśnienie	1,3 ATA
Tlen	93–100%
Czas sesji	60–90 minut
Liczba sesji	20–40 sesji
Częstotliwość	3–5 razy w tygodniu
Przerwa między cyklami	1–2 miesiące

Jakie widoczne efekty zgłaszają pacjenci?

- Poprawa kolorytu skóry i rozjaśnienie przebarwień,
 - Spłylenie drobnych zmarszczek i „linii mimicznych”,
 - Zmniejszenie stanów zapalnych (np. trądzik różowaty, zaczerwienienia- szybsze efekty osiąga połączenie ATP i DMSO w kompatybilnym stężeniu DMSO),
 - Poprawa napięcia i gęstości skóry (szczególnie na szyi i twarzy),
 - Regeneracja skóry po zabiegach dermatologicznych lub medycyny estetycznej (np. laser, mezoterapia).
-

Uwaga:

HBOT **nie zastępuje** diety, pielęgnacji skóry, ani równowagi hormonalnej, ale **wzmacnia i przyspiesza** procesy regeneracyjne.

Najlepsze efekty: gdy HBOT łączy się z dobrą dietą, zwiększaniem poziomu ATP, suplementacją antyoksydacyjną (np. glutation, witamina C) oraz pielęgnacją retinoidową i peptydową.

Podsumowanie

Komora hiperbaryczna wpływa na cofanie starzenia skóry poprzez zwiększenie ilości ATP w krwioobiegu:

- Dotlenienie komórek i tkanek,
- Stymulację produkcji kolagenu i elastyny,
- Redukcję stresu oksydacyjnego i stanu zapalnego,
- Wzrost telomerów i regenerację mitochondriów,
- Poprawę ukrwienia i nawodnienia skóry.