

Dr n. med. Dariusz Białoszewski  
Specjalista Chirurgii Ortopedycznej i Traumatologii

## **Zastosowanie terapii ozonem do leczenia zakażeń w obrębie narządu ruchu**

**Ozone therapy in the treatment of infections in the musculoskeletal system**

**Słowa kluczowe: ozonoterapia, narząd ruchu, zakażenie**  
**Key words: ozone therapy, musculoskeletal system, infection**

### **STRESZCZENIE**

Ozonoterapia, czyli leczenie mieszaniną tlenowo- ozonową, od wielu lat znajduje miejsce w medycynie jako metoda wspomagająca leczenie podstawowe, zwłaszcza w tych przypadkach, w których leczenie rutynowe nie daje zadowalających wyników (np. ubytki skóry, niegojące się rany, owrzodzenia, odleżyny, ropne przetoki). Mimo, że jej skuteczność wykazano w wielu klinicznych zastosowaniach na całym świecie, metoda ta nie jest w Polsce rozpowszechniona i rzadko stosowana w ortopedii i traumatologii.

Ozonoterapia umożliwia zmniejszenie pourazowych zagrożeń infekcyjnych, szybsze gojenie powikłań pooperacyjnych i zalecenie przewlekłych stanów septycznych. Metoda obniża też koszty antybiotykoterapii i czasami staje się jedynym sposobem wspomagającym zabiegi chirurgiczne, zwłaszcza w przypadkach zakażeń wieloopornymi, szpitalnymi szczepami bakteryjnymi.

### **1.0 WSTĘP**

Poszukiwanie nowych (inżynieria genetyczna) lub rozwijanie starych (np. leczenie bakteriofagami), zarzuconych w dobie euforycznej antybiotykoterapii, metod walki z zakażeniami staje się ostatnio palącą koniecznością. Wynika to z narastającej lawinowo oporności drobnoustrojów nierównoważonej równie szybkim rozwojem nowych leków przeciwbakteryjnych. Żłudny okazał się bowiem lansowany do niedawna pogląd, że rozwój antybiotyków będzie wyprzedzał mutacje drobnoustrojów. Coraz dotkliwiej i częściej zaczynamy odczuwać bezradność w walce ze szpitalnymi zakażeniami. W wielu krajach pojawiają się głosy, że narastająca lekkooporność drobnoustrojów jest już problemem globalnym. Szczególnie niepokojące są ostatnie doniesienia o zakażeniach szczepami MRSA poza biocenozy szpitalnymi.

Jedną z metod, która znalazła się ostatnio ponownie w kręgu zainteresowań klinicystów jest ozonoterapia. W tej metodzie leczniczej wykorzystuje się, stwierdzone już w 1873 roku przez Foxa, zabójcze dla drobnoustrojów tlenowych i beztlenowych działanie ozonu. Gaz ten uzyskiwano wówczas z wynalezionej przez Siemens w 1857 roku lampy ozonowej. Od tej pory ozon znajduje w medycynie coraz szersze zastosowania. Ozonoterapia jest obecnie uznana na świecie metodą leczniczą wspomagającą terapię podstawową, zwłaszcza tam, gdzie ogólnie przyjęte leczenie rutynowe nie daje zadowalających wyników. Leczenie za pomocą mieszaniny tlenowo- ozonowej zdobywa ostatnio nowych zwolenników z wielu powodów- najważniejsze z nich, to:

- pojawienie się dostatecznej liczby prac udowadniających nietoksyczność i niekancerogenność ozonu podawanego drogą inną niż oddechowa,

- ustalenie bezpiecznych dla zdrowia stężeń ozonu w powietrzu – ogólnie przyjęta norma dla powietrza w środowisku pracy 0,1- 0,2 mg/m<sup>2</sup> ,
- dostęp do nowoczesnej aparatury (znacznie skuteczniejszej, całkowicie bezpiecznej dla użytkownika i pacjenta, ułatwiającej dokładne aplikacje leczniczych stężeń mieszaniny tlenowo- ozonowej),
- odkrycia nieznanymi oddziaływań biologicznych ozonu,
- narastająca wciąż lekooporność patogennych mikroorganizmów .

### 1.1 WŁAŚCIWOŚCI FIZYCZNE OZONU

Ozon- bezbarwny , lekko niebieskawy gaz będąc allotropową odmianą tlenu posiada szereg interesujących właściwości fizycznych:

- ciężar cząsteczkowy 48 ;gaz cięższy od powietrza, dobrze zalega w przestrzeniach zamkniętych,
- gęstość- ozon / powietrze: 1,6; łatwo wypiera powietrze,
- wyczuwalny już w stężeniu 1:600; stąd niekiedy brak akceptacji zapachu wśród pacjentów oraz personelu medycznego; i to pomimo stężeń nie zagrażających zdrowiu,
- łatwo rozpuszczalny w wodzie (15 x lepiej od tlenu); łatwość przygotowywania mieszanin leczniczych,
- przylączy się bardzo łatwo do podwójnego wiązania w związkach organicznych tworząc ozonidy,
- jeden z najsilniejszych znanych utleniaczy,
- gaz
- nietrwały, po około 20 minutach ulega rozpadowi generując cząsteczkę tlenu i niezwykle aktywny tlen atomowy /O<sup>-</sup> /

### 1.2 DZIAŁANIE BIOLOGICZNE OZONU

Do częstszego stosowania ozonoterapii zachęca udowodnione, dobroczynne, biologiczne działanie ozonu, który m.in.:

1. Poprawia utlenowanie tkanek poprzez:
  - zwiększanie absorpcji tlenu w płucach ( następowy wzrost pO<sub>2</sub> we krwi obwodowej),
  - zwiększenie transbłonowego przepływu tlenu,
  - przesuwaniu krzywej dysocjacji hemoglobiny w prawo ( ułatwione odtlenowanie hemoglobiny),
  - usprawnieniu wykorzystania tlenu w mitochondrialnym łańcuchu oddechowym.
2. Powoduje wzrost ogólnej i miejscowej odporności, stymulując układ immunologiczny i produkcję limfocytów T i Ts.
3. Wywiera korzystny wpływ w procesach zapalnych poprzez:
  - zmniejszenie proliferacji neutrocytów i mastocytów,
  - stymulację produkcji eozynofili i inaktywatorów histaminy,
  - wyhamowywanie uwalniania enzymów lizosomalnych,
  - uaktywnianie przemian tlenowych i ułatwienie resyntezy ATP,
  - aktywowanie inhibitorów proteaz,
  - powodowanie spadku aktywności ceruloplazminy,
  - stymulowanie aktywności komórek podścieliska usuwających resztki pooksydacyjne,
  - hamowanie uwalniania niektórych białek tzw. ostrej fazy.
4. Poprawia warunki w mikrokrążeniu dzięki:

- uelastycznianiu i stabilizacji błony komórkowej erytrocytów,
- zapobieganiu rulonizacji i agregacji erytrocytów ,
- ograniczeniu agregacji płytek ( stabilizacja wiązań S-S)

5. Wykazuje silne działanie:

- bakteriobójcze w stosunku do flory tlenowej i beztlenowej ( m. in. Staph.: aureus, albus, haemolyticus ; E. coli, P. vulgaris, Ps. Aeruginosa i Clostr. Perfringens z wyłączeniem form przetrwalnikowych),
  - grzybobójcze ( m. in. Cand. albicans, Mon. albicans, Trychopython Microsporium),
- wirusobójcze ( m. in wirusy z grup: Polio, Adeno, Echo, Cox, Herpes A i B oraz Retro).

Niezmiernie istotne jest również, że pomimo wielu badań nie stwierdzono do chwili obecnej zjawiska nabywania odporności na ozon przez chorobotwórcze drobnoustroje.

### **1.3 BIOLOGICZNE MECHANIZMY WYKORZYSTUJĄCE OZON DO NISZCZENIA DROBNOUSTROJÓW**

Do 2002 roku nigdy nie udało się potwierdzić istnienia cząsteczek ozonu w żywym organizmie, stąd wielu badaczy i klinicystów uważało za нефizjologiczne stosowanie ozonu dowodząc jego działań cytotoksycznych i stymulacji powstawania szkodliwych wolnych rodników rezydujących jako resztki pooksydacyjne. Dotyczyło to zwłaszcza technik parenteralnego podawania ozonu. Sytuacja ta uległa radykalnej zmianie po opublikowaniu w grudniu 2002 roku odkrycia amerykańskich badaczy (Wentworth, Jonathan, McDunn i wsp.), którzy udowodnili w swej pracy, że:

- przeciwciała dysponują mechanizmem wytwarzania nadtlenu wodoru, który niszczy drobnoustroje poprzez oksydację ich błon komórkowych,
- sprawność mechanizmu zależy od dostępności w środowisku tkankowym wolnych rodników aktywnego tlenu,
- produktem ubocznym tych biochemicznych reakcji jest ozon katalizujący zwrotnie procesy peroksydacyjne,
- prawdopodobnie jest to cecha filogenetycznie bardzo stara,
- usuwaniem „pooksydacyjnych resztek” zajmują się wyspecjalizowane komórki śródbłonna i podścieliska.

Być może zatem obserwowana kliniczna skuteczność ozonoterapii, w tym również w stanach posocznicowych, opiera się na dostarczaniu „gotowych” atomów aktywnego tlenu i tym samym znacznym usprawnieniu działania nowoodkrytych mechanizmów obrony biologicznej.

### **1.4 ZASTOSOWANIA OZONOTERAPII W ORTOPEDII I TRAUMATOLOGII**

Przykłady zastosowania ozonoterapii w ortopedii i traumatologii można mnożyć, jednak najczęściej metoda ta znajduje swoje miejsce w skojarzonym leczeniu (pod pojęciem leczenia skojarzonego rozumiemy leczenie tradycyjne wspomagane terapią ozonem):

- otwartych i zamkniętych uszkodzeń urazowych tkanek miękkich i kości, zwłaszcza o typie zmiążdżeniowym,
- wczesnych powikłań septycznych po planowych zabiegach operacyjnych,
- przewlekłych zapaleń kości i stawów,

- pourazowych zaburzeń krążenia obwodowego,
- 
- przetok i trudno gojących się ran (w tym również takich schorzeń interdyscyplinarnych jak zespół stopy cukrzycowej ),
- pourazowych ubytków tkanek miękkich i skóry –ułatwienie przygotowania podłoża do przeszczepów,
- algodystrofii współczulnych,
- wtórnych zakażeń bakteryjnych, grzybiczych i wirusowych tkanek.

Zabiegi ozonoterapii przeprowadzane są przy użyciu różnych technik, według ściśle określonych protokołów uwzględniających nieco inną specyfikę każdej z nich.

## 1.5 TECHNIKI OZONOTERAPII

Techniki ozonoterapii mające swoje zastosowanie w leczeniu schorzeń i stanów pourazowych w obrębie narządu ruchu można podzielić na zachowawcze i inwazyjne.

Techniki nieinwazyjne ozonoterapii to:

- opatrunki z zastosowaniem oleistych preparatów ozonowanych / ozonoterapia „domowa”/,
- kąpiele w mieszaninie tlenowo- ozonowej, w tym o przedłużonej ekspozycji tkankowej,
- stosowane w okulistyce krople ozonowe,
- sauny ozonowe,

Stosowane techniki inwazyjne:

- przetaczanie ozonowanej krwi żyłnej metodą autohemotransfuzji,
- dożylnie podawanie ozonowanych płynów infuzyjnych,
- podawanie mieszaniny tlenowo- ozonowej do: jam ciała, stawów, przetok, ran pooperacyjnych i kaletek maziowych ,
- drenaże płuczące ozonowanymi płynami,
- śródtkankowe bariery tlenowo- ozonowe: między-, pod- i nadpowięziowe,
- podawanie dotętnicze mieszaniny tlenowo- ozonowej ( autor jest przeciwny tej technice z uwagi na znaczne ryzyko jej stosowania i krótkotrwałą, chociaż spektakularną, efekt terapeutyczny).

## 2.0 CZĘŚĆ SZCZEGÓŁOWA

W części szczegółowej nie będzie uwzględniona metoda podawania dotętniczego mieszaniny tlenowo- ozonowej , gdyż

### 2.1 KĄPIELE TLENOWO- OZONOWE

Jest to najczęściej wykonywana technika ozonoterapii. Wskazania do stosowania kąpiele tlenowo- ozonowych to :

- owrzodzenia kończyn na podłożu schorzeń naczyńniowych ( zespół pozakrzepowy, zespół „umierających palców” etc.),
- zespół stopy cukrzycowej,
- owrzodzenia i trudno gojące się, zakażone rany różnego pochodzenia ( po ukąszeniach, oparzeniach etc.),
- ciężkie zakażenia pourazowe po otwartych uszkodzeniach tkanek miękkich i kości,
- zakażenia szpitalne.

Podczas tego typu zabiegów istnieje potencjalnie największe narażenie układu oddechowego pacjentów i personelu medycznego na działanie ozonu. Wynika stąd konieczność perfekcyjnego uszczelniania rękawów polietylenowych i wyjątkowo dokładność przy sprawdzaniu szczelności połączeń systemu drenów.

Toksyczny wpływ ozonu na układ oddechowy może przejawiać się w :

- metaplazji i rozroście nabłonka dróg oddechowych oraz pęcherzyków płucnych ,
- zwiększeniu oporów w drogach oddechowych,
- przewlekłych stanach zapalnych tkanki płucnej,
- zwłóknieniu płuc,
- zwiększeniu podatności na czynniki wywołujące skurcz mięśniówki gładkiej dróg oddechowych,
- obrzęku płuc, stwierdzanym w przypadkach ostrych zatruc.

Stąd też wypływa konieczność ścisłego przestrzegania norm stężenia ozonu, które odpowiednio wynoszą:

#### dla powietrza atmosferycznego

- w obszarach chronionych: 100  $\mu\text{g}/\text{m}^3$
- w obszarach zurbanizowanych: 0,1  $\text{mg}/\text{m}^3$

#### dla powietrza w środowisku pracy

- najwyższe dopuszczalne stężenie: 0,2  $\text{mg}/\text{m}^3$
- dopuszczalne stężenie chwilowe: 0,6  $\text{mg}/\text{m}^3$

W przypadkach szczególnie uporczywych zakażeń lub zakażeń szpitalnymi, wieloopornymi szczepami bakteryjnymi nieocenione usługi może dać technika przedłużonych kąpeli tlenowo- ozonowych. Poniżej przedstawiam oryginalnie opracowaną, autorską technikę tych zabiegów:

- komora, w której odbywa się kąpiel musi być szczelna i powinna mieć jak najmniejszą osiągalną objętość,
- rany eksponowane na działanie mieszaniny ozonowo- tlenowej powinny być pozbawione tkanek martwiczych,
- zalecane stężenie ozonu 75- 120  $\mu\text{g}/\text{ml}$ ,
- jednorazowy czas ekspozycji tkanek 60- 180 min., maksymalnie 2 x dziennie,
- zalecane płukanie czystym tlenem co 30 min. przez 3 min.

## **2.2 PŁUKANIE POWIERZCHNIOWE PŁYNAMI OZONOWANYMI**

Płukanie takie jest bardzo przydatne wszędzie tam, gdzie obok efektu mechanicznego wypłukiwania zanieczyszczeń pożądane jest działanie bakteriobójcze preparatu. Stosowane często w takich razach płukanie wodą utlenioną przypomina wrzucenie granatu do rany. Skutkiem takiej wybuchowej reakcji jest zwykle uczynienie już zahamowanego krwawienia i całkowite zasłonięcie pola operacyjnego.

W nowoczesnych urządzeniach można w krótkim czasie uzyskać znaczne ilości płynów zawierających ozon w stężeniu min. 60  $\mu\text{g}/\text{ml}$ . Jediną wadą takiego płukania jest krótki czas aktywności płynu ozonowanego. Powinien być on zużyty najpóźniej do 20 minut od chwili przygotowania.

## **2.3 OPATRUNKI Z AKTYWNYCH BIOLOGICZNIE, NATURALNYCH SUBSTANCJI ZAWIERAJĄCYCH ZWIĄZANY OZON**

Opatrunki z użyciem naturalnych substancji zawierających aktywny biologicznie ozon

stanowią bardzo wygodną dla pacjenta i chirurga formę podtrzymywania prowadzonego ambulatoryjnie lub szpitalnie leczenia ozonem. Dostępny obecnie na polskim rynku atestowany ozonowany preparat do stosowania zewnętrznego ma postać oleistą i posiada liczne zalety:

- jest środkiem naturalnym, którego składnikiem bazowym jest najwyższej jakości oliwka z oliwek,
- ozon jest w nim związany trwałymi wiązaniami lipidowymi (stąd znaczna, 24 miesięczna trwałość preparatu i jego skuteczność biologiczna),
- jest jałowy i można go stosować na otwarte powierzchnie ranne,
- wykazuje działanie bakteriobójcze oraz słabsze wirusobójcze i grzybobójcze,
- w kontakcie z płynami i wydzielinami ustrojowymi( pot, wysięki z powierzchni rannych etc.) uwalnia aktywny ozon,
- dzięki swej oleistej postaci i stopniowemu uwalnianiu ozonu jest łatwy w stosowaniu i długo działa w miejscu aplikacji,
- podczas stosowania rzadko obserwowano słabo nasilone, skórne reakcje alergiczne
- działa natleniająco i rewitalizująco na tkanki, zwłaszcza na naskórek; stąd jest chętnie stosowany w kosmetologii,
- posiada atest Państwowego Zakładu Higieny
- jest preparatem bezpiecznym i można go stosować w domu.

Zwykle zaleca się pacjentom wykonywanie 1-2 opatrunków dziennie. Preparat nie powinien być stosowany na tkanki martwicze.

## **2.4 AUTOHEMOTRANSFUZJE**

Była to tej pory to najbardziej dyskusyjna technika ozonoterapii, która w świetle ostatnich badań może wreszcie zyska nowych zwolenników. Polega ona na zewnętrznym ozonowaniu krwi żyłnej pacjenta i podawaniu jej natychmiast z powrotem do łóżyska naczyniowego. Technika ta jest podobna do plazmaferezy tyle tylko, że nie wymaga powtórnego wkłucia dożylnego. Jest przydatna wszędzie tam, gdzie zależy nam na wykorzystaniu działania biologicznego ozonu, które jest możliwe do wykorzystania przy jego podawaniu parenteralnym . Dotyczy to zwłaszcza niewydolności mikrokrążenia i związanego z tym niedotlenienia tkanek obwodowych oraz stanów w których dochodzi do wysiewu do krwi patogennego materiału bakteryjnego grożącego posocznicą i tragicznym w skutkach zespołem wykrzepiania śródnaczyniowego.

## **2.5 WLEWY KROPKOWE PŁYNÓW OZONOWANYCH**

Są one alternatywą dla autohemotransfuzji i powinny być wykorzystywane wszędzie tam , gdzie istnieją dla niej wskazania a z przyczyn technicznych- najczęściej brak możliwości wkłucia wenflonu o odpowiedniej średnicy- nie można stosować ozonowania bezpośredniego krwi żyłnej.

## **2.6 DRENAŻE PŁUCZĄCE PŁYNAMI OZONOWANYMI**

Stanowią one bardzo przydatny oręż w walce z zakażeniami, zwłaszcza w przypadkach, w których mamy do czynienia z zakażeniami szczepami opornymi na większość stosowanych do drenaży antybiotyków. Technika ta może mieć szczególne znaczenie w walce z infekcjami szpitalnymi drobnoustrojami typu MRSA lub opornymi na karbapenemy i wankomycynę. Drenaże te niosą ze sobą oczywiście wszelkie znane niedogodności drenaży

hydraulicznych. Stąd też w każdym przypadku należy rozważyć celowość ich użycia w kontekście możliwości zastosowania techniki insuflacyjnej.

## 2.7 GŁĘBOKIE INSUFLACJE MIESZANINĄ TLENOWO- OZONOWĄ

Wybrane wskazania do ozonoterapii insuflacyjnej:

- otwarte i zamknięte uszkodzenia urazowe tkanek miękkich i kości, zwłaszcza o typie zmiżdżeniowym,
- powikłania septyczne po planowych zabiegach operacyjnych,
- wtórne zakażenia bakteryjne, grzybicze i wirusowe tkanek.

Podczas stosowania wielodniowego drenażu przepływowego z zastosowaniem płynów ozonowanych występowały, związane z tym typem leczenia, znane powszechnie problemy dotyczące: dyskomfortu pacjenta, utrzymania sprawności hydraulicznej systemu drenów oraz zapewnienia jałowości przepływających płynów. Trudności te oraz wspomniana wyższa aktywność ozonu w postaci gazowej powodowały konieczność poszukiwania optymalnego, łatwego w obsłudze i zapewniającego jałowość oraz powtarzalność dawek terapeutycznych sposobu podawania mieszaniny ozonowo-tlenowej do przestrzeni międzytkankowych w ranach pooperacyjnych i stawach. Pierwszoplanowe znaczenie miało również to, by opracowana technika była bezpieczna i nieuciążliwa dla chorych, zwłaszcza by nie „przywiązywała” ich do łóżka, tak jak w przypadkach stosowania drenaży przepływowych.

Po wielu doświadczeniach przedstawiam autorską, oryginalnie opracowaną technikę:

- dren do podawania mieszaniny tlenowo- ozonowej musi być umieszczony w miejscu największych zmian patologicznych (zanieczyszczeń), najlepiej w bezpośrednim sąsiedztwie standardowego drenażu ssącego. Powinien być umieszczony zawsze w górnym (w stosunku do ułożenia pooperacyjnego pacjenta) biegunie drenowanej przestrzeni, tak by zminimalizować ryzyko zwrotnego wypełniania się drenu wydzieliną z rany,
- podawanie ozonu należy rozpocząć najwcześniej w 2 dobie po zabiegu, chyba że odbiór z drenu ssącego w pierwszej dobie jest minimalny,
- w zależności od warunków miejscowych i stanu tkanek miękkich oraz techniki zamykania rany (konieczna konsultacja z lekarzem operującym) zalecane jest jednorazowe podawanie od 100 do 500 ml gazu. Przed przekroczeniem maksymalnej pojemności insuflowanej przestrzeni ostrzega zwykle zgłaszane przez pacjenta narastające odczucie rozpierania śródtkankowego. Należy tu podkreślić, że u chorych z ciężkimi, pourazowymi uszkodzeniami tkanek oraz wielokrotnie miejscowo operowanych odczucia rozpierania są zgłaszane ze znacznym opóźnieniem, ma to bezpośredni związek z uszkodzeniami lokalnego unerwienia. U pacjentów tych należy stosować bezpieczne (100- 200 ml./ dawkę) objętości. Nie przestrzeganie tego zalecenia może wiązać się z ciężkim powikłaniem jakim jest rozerwanie rany pooperacyjnej.
- częstość podawania mieszaniny tlenowo- ozonowej: 1 do 3 razy na dobę, zależnie od stanu pacjenta,
- zalecane stężenie ozonu w podawanej mieszaninie waha się, w zależności od stanu miejscowego i celu ozonoterapii, od 50 do 120  $\mu\text{g/ml}$ ,
- drenaż ssący winien być utrzymany do czasu zakończenia odbioru wydzielin z rany, minimum przez dwa dni od czasu rozpoczęcia ozonoterapii. Jest to związane ze zdolnością ozonu do rozpuszczania zalegających, zacinających się organizmów resztkowych krwiaków, które w normalnych warunkach nie są odsysane,
- podawanie mieszaniny gazowej nie powinno być dłuższe niż 7-10 dni i musi odbywać się od 4-5 dnia w systemie zmniejszania stosowanych objętości. Umożliwia to naturalne gojenie się rany pooperacyjnej (pacjenci z dobrym unerwieniem operowanej okolicy w

kolejnych dniach ozonoterapii znacznie wcześniej niż w poprzednich zgłaszają uczucie rozpierania śródtkankowego).

Podczas prowadzonych w ciągu ostatnich lat badań celem porównania osiągniętych wyników z wynikami leczenia uzyskanymi w okresie poprzedzającym stosowanie techniki wielodniowego podawania mieszaniny tlenowo- ozonowej do przestrzeni międzytkankowych w ranach pooperacyjnych, wybrano losowo z podobnego przedziału czasowego dwie grupy pacjentów pourazowych:

- chorych leczonych z powodu analogicznych uszkodzeń, u których stosowano jedynie klasyczne postępowanie, tj. leczenie chirurgiczne i antybiotykoterapię,
- chorych, u których jako profilaktykę zakażenia stosowano dodatkowo gąbkę garamycynową. Wyniki podaje Tabela 1.

	Liczba chorych	Średni czas hospitalizacji /w dniach/	Średni czas stosowania antybiotyków /w dniach/	Liczba poważnych powikłań septycznych (ostitis)
Grupa leczona tradycyjnie	30	38	17	6
Grupa w której stosowano dodatkowo gąbki garamycynowe	30	21	6	2
Grupa w której stosowano dodatkowo wielodniowe insuflacje ozonem opisywaną techniką	31	19	7	1

Tab. 1. Analiza porównawcza leczonych grup chorych. Losowa grupa kontrolna: leczona tradycyjnie (01.1995÷12.1996), grupa w której stosowano gąbkę garamycynową (01.1997÷12.1999), grupa I poddana głębokiemu leczeniu ozonem (01.2000- 09.2001)- materiał kliniczny autora.

Zwraca uwagę znaczne skrócenie czasu hospitalizacji i okresu stosowania antybiotykoterapii oraz dużo mniejsza liczba powikłań ropnych w grupach pacjentów, u których stosowano dodatkowe formy profilaktyki zakażeń. Podkreślić trzeba, że wyniki osiągnięte w grupie poddanej profilaktyce z zastosowaniem gąbek garamycynowych były bardzo podobne do wyników w grupie pacjentów, u których stosowano ozonoterapię. Świadczyć to może o równie skutecznym działaniu profilaktyki ozonowej, co miejscowej aplikacji antybiotyku. Każda z tych metod ma swoje wady i zalety. Niewątpliwie jednak stosowanie drenaży ozonowych jest tańsze, gwarantuje szersze spektrum działania bakteriobójczego niż gentamycyna i ma szereg innych, wymienionych wyżej biologicznych zalet. Ma to znaczenie zwłaszcza w przypadkach pourazowych ekspozycji tkanek, gdzie nasze działania, mając charakter profilaktyczny, muszą jednocześnie zapewniać niszczenie nieznanymi drobnoustrojów. Niewątpliwą zaletą stosowania gąbek antybiotykowych jest znaczna koncentracja miejscowa leku oraz ich duża plastyczność umożliwiającą wszczepianie we wszystkie, nawet trudno dostępne, ciasne przestrzenie anatomiczne, w których z przyczyn



technicznych niemożliwe jest stosowanie jakichkolwiek drenaży objętościowych, w tym również gazowych. Do stosowania miejscowych nośników antybiotykowych nie jest konieczne również posiadanie specjalistycznego sprzętu

Najtrudniej jest porównywać wyniki w grupie przewlekłych stanów septycznych, a zwłaszcza wtórnych zakażeń kości. Patologie te mają tak indywidualny przebieg i tak wiele czynników ma wpływ na powodzenie w ich leczeniu, że wnioski płynące z ich porównywania są mało wiarygodne. Tym niemniej wykazana skuteczność terapii ozonem w opisanych wyżej przypadkach pourazowych przenosi się również na przewlekłe zakażenia narządu ruchu o różnej etiologii. Świadczą o tym dobre wyniki wstępne osiągnięte w tej grupie pacjentów. Skuteczność leczenia ozonem w tych przypadkach wymaga dalszych obserwacji i badań.

Ozonoterapia ma jednak z całą pewnością swoje miejsce w skojarzonym leczeniu niektórych trudnych przypadków urazowych oraz przewlekłych infekcji narządów ruchu. Nie powinna już być zatem traktowana jako metoda niekonwencjonalna.

## **2.8 OZONOWA PROFILAKTYKA ŚRÓDOPERACYJNA**

Technika ta pozostaje obecnie w sferze prób klinicznych. Wydaje się jednak, że wczesne śródoperacyjne stosowanie ozonoterapii może w istotny sposób zmniejszyć ryzyko powikłań septycznych a zwłaszcza zakażeń szczepami szpitalnymi drobnoustrojów chorobotwórczych.

## **3.0 NAJCZĘSTSZE WSKAZANIA DO LECZENIA OZONEM**

### **3.0 OTWARTE, PIERWOTNIE ZAKAŻONE USZKODZENIA NARZĄDU RUCHU**

Zastosowanie mają tu przede wszystkim techniki mające na celu mechaniczne usunięcie materiału potencjalnie zakaźnego jak i oddziaływanie ściśle bakteriobójcze. Do takich technik należą: wszelkie formy płukania płynami ozonowanymi, w tym również pod ciśnieniem oraz insuflacje gazowe i kąpiele tlenowo-ozonowe. Pewne znaczenie, szczególnie przy współistnieniu zaburzeń mikrokrążenia (np. zmiażdżenia tkanek) mają autohemotransfuzje. Przydatne są także opatrunki z oliwki ozonowanej.

### **3.1 POURAZOWE, WCZESNE ZAPALENIE KOŚCI I STAWÓW**

Szczególnie pomocne są tu kombinowane zabiegi łączące autohemotransfuzje i głębokie podawanie ozonu lub przedłużone kąpiele ozonowe w przypadkach dużych ekspozycji tkankowych.

### **3.2 PRZEWLEKŁE ZAPALENIA KOŚCI I STAWÓW**

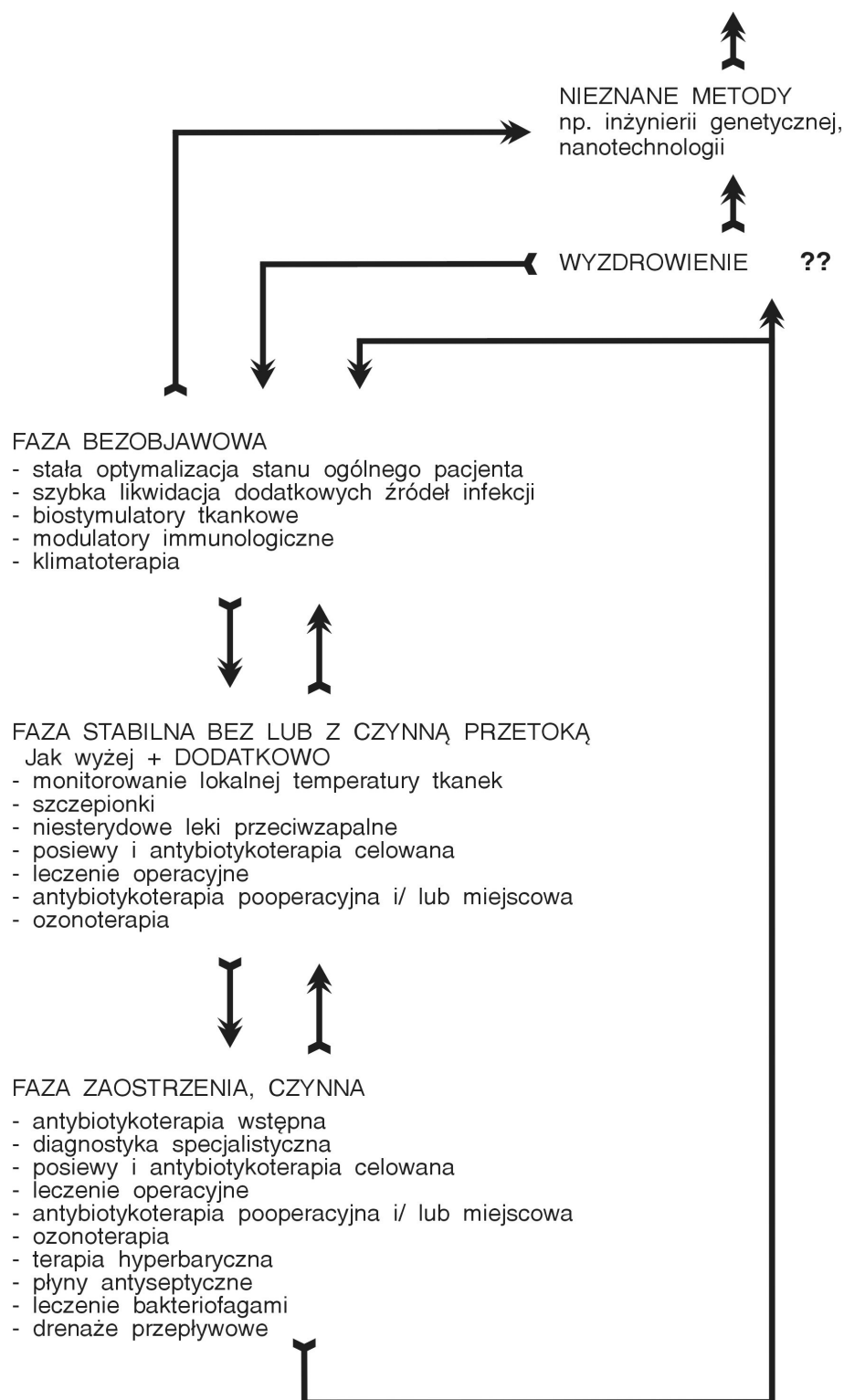
Jest to, jak powszechnie wiadomo szczególnie trudny i tak naprawdę nie rozwiązany problem leczniczy. Okazało się bowiem, że przewlekłe zapalenie kości nadal, jak przed erą antybiotyków, jest chorobą właściwie obecnie nieuleczalną, a doniesienia o jej wyleczeniu stanowią swego rodzaju spekulacje. Często uznaje się bowiem 5 letni okres remisji za wyleczenie, a przecież niejednokrotnie obserwowano wznowę procesu nawet po kilkunastoletnim okresie pozornego zdrowia. Niemniej, konieczne jest tutaj, podobnie jak w onkologii, przyjęcie cezury czasowej celem oceny skuteczności klinicznej różnych sposobów leczenia. Powinniśmy zatem mówić raczej o zaleczeniu, a nie wyleczeniu przewlekłego zapalenia kości. Na skutek infekcji dochodzi bowiem do pierwotnego zakażenia wszystkich elementów otaczających i tworzących kość, ze szczególnym uwzględnieniem fragmentów kości niedokrwionej. W okresie zejściowym, na skutek tworzenia się tkanki bliznowatej, pozostaje w przestrzeniach międzybeleczkowych, pośród zniszczonych śródkostnych systemów naczyniowych wyizolowane ognisko osłabionych drobnoustrojów. Powoduje to powstanie swoistej drzemiącej bomby biologicznej, której wybuch zależy w duże mierze od

utrzymywania stałej równowagi pomiędzy zjadliwością uśpionych drobnoustrojów a sprawnością immunologiczną organizmu chorego.

Z tych powodów metoda ozonoterapii z wszystkimi jej technikami ma swoje miejsce w leczeniu przewlekłego zapalenia kości jako uzupełnienie procedur operacyjnych lub może przyczyniać się do powstrzymywania wznowy procesu zapalnego. Obserwowano również skuteczność leczenia ozonem przy operacjach rewizyjnych w przypadkach powikłań infekcyjnych po endoplastykach stawowych.

Reasumując, ozonoterapia wykazując przydatność w leczeniu przewlekłych zakażeń kości wymaga jednocześnie dalszych badań, jednak z całą pewnością powinna znaleźć swoje miejsce w leczeniu skojarzonym tego ciężkiego schorzenia (Ryc. 1).

# CAŁKOWITE WYZDROWIENIE



Ryc.1. Miejsce ozonoterapii w leczeniu przewlekłego zapalenia kości – rycina autora.

#### 4.0 WNIOSKI

1. Stosowanie zabiegów wykorzystujących lecznicze działanie ozonu wykazuje znaczną skuteczność w profilaktyce i leczeniu pourazowych powikłań infekcyjnych w obrębie narządów ruchu.
2. Metoda ozonoterapii jest przydatna w skojarzonym leczeniu przewlekłych schorzeń septycznych tkanek miękkich i układu szkieletowego.
3. Stosowanie zabiegów ozonoterapeutycznych wg oryginalnej, podanej techniki wykazuje znaczną skuteczność w profilaktyce i leczeniu pourazowych powikłań infekcyjnych w obrębie narządów ruchu.
4. Na podstawie uzyskanych wyników można stwierdzić porównywalną skuteczność miejscowej profilaktyki ozonowej i osiąganą za pomocą implantacji gąbek garamycynowych.
5. Technika wielodniowych insuflacji mieszaniną tlenowo- ozonową do przestrzeni międzykankowych ran pooperacyjnych i stawów jest przydatna w skojarzonym leczeniu przewlekłych schorzeń septycznych tkanek miękkich i kości.
6. Stosowanie powierzchniowych zabiegów ozonoterapeutycznych wykazuje znaczną skuteczność w leczeniu ran zakażonych.
7. Podana technika przedłużonej ekspozycji zakażonych tkanek na mieszaninę tlenowo- ozonową wydaje się być metodą godną polecenia przy skojarzonym leczeniu zakażeń przyrannych spowodowanych lekoopornymi szczepami bakteryjnymi.
8. Ozonoterapia ogranicza procesy zapalne, niszczy mikroorganizmy chorobotwórcze oraz polepsza utlenowanie tkanek, zwłaszcza tych, które w wyniku zachodzących procesów septycznych są niedotlenione i gorzej odżywione.
9. Leczenie ozonem nie powinno budzić nieufności i być nadal uważane za metodę niekonwencjonalną. Musi zatem znaleźć swoje miejsce wśród innych, stosowanych powszechniej, metod leczenia.

#### PIŚMIENNICTWO

1. Antoszewski Z. Some aspects of ozone therapy. *Przegląd Lekarski*, 1997; 54(7-8):561-564.
2. Beck EG. Ozone in preventive medicine. W: International Ozone Association, ed. *Proceedings Ozone in Medicine, 12th World Congress of the International Ozone Association*. May 15-18, 1995, Lille France. Instaprint SA Tours, 1995:55-62.
3. Bębenek M, Wawrzykiewicz M, Zagrobelny Z. Ozonoterapia w zakażeniach ran chirurgicznych. *Pol Przegl Chir*, 1995; 67 (2): 212-15.
4. Białoszewski D, Nowak P, Michalski P. Przydatność terapii ozonem w leczeniu pourazowych i przewlekłych patologii w obrębie narządów ruchu. *Ortopedia Traumatologia Rehabilitacja*, 2000; 2 (5):104- 108.
5. Białoszewski D, Kowalewski M: Przydatność miejscowych, głębokich insuflacji mieszaniną tlenowo- ozonową w profilaktyce i leczeniu zakażeń w obrębie narządów ruchu. *Ortopedia Traumatologia Rehabilitacja*, 2001; 3 (4): 552- 556.
6. Białoszewski D, Kowalewski M: Rola antybiotykoterapii w skojarzonym leczeniu przewlekłych zakażeń tkanki kostnej. *Ortopedia Traumatologia Rehabilitacja*, 2002; 4 (3): 383- 388.
7. Bocci V, Paulesu L. Studies on the biological effects of ozone: induction of interferon-gamma on human leucocytes. *Haematologica*, 1990; 75:510-515.
8. Bocci V. Autohemotherapy after treatment of blood with ozone. *Journal of International Medical Research*, 1994 May-Jun; 22 (3): 131-144.

9. Bocci V. Ozone as a bioregulator. Pharmacology and toxicology of ozone therapy today. *Journal of Biological Regulators and Homeostatic Agent*, 1996; 10 (2-3):31-53.
10. Burgard H. Praktische Anwendung der Ozonotherapie in der Kleintierpraxis. *Biol Vet Med*, 1990; 5:125-8 .
11. Cardile V. Effects of ozone on some biological activities of cells in vitro. *Cell biology and Toxicology*, 1995; Feb 11(1):11-21.
12. Cox KS. Prevention of pressure ulcers: a new approach. *Journal of the South Carolina Medical Association*, 1998; Oct 94 (10):433-435.
13. Doroszkiewicz W. Ozone as sensitizier of bacteria to the bactericidal action of complement. *Acta Biologica Polonica*, 1993; 42 (3-4): 315-319.
14. Duplaa G. Ozone therapy in the treatment of chronic ulcers of the lower extremities. *Angiologia*, 1991; Mar-Ap 43 (2):47-50 .
15. Dyas A, Boughton B, Das B. Ozon killing action against bacterial and fungal species. *Journal of Clinical Pathology*, 1983; 36 (10): 1102- 1104.
16. Freeman BA, Mudd JB. Reaction of ozone with sulfhydryls of human erythrocytes. *Archives of Biochemistry and Biophysics*, 1981; April 208 (1): 212-220.
17. Friedman M. Effects of ozone exposure on lipid metabolism in human alveolar macrophages. *Environmental Health Perspectives*, 1992; Jul 97: 95-101.
18. Gaździk T, Antoszewski L: Ozonoterapia w leczeniu niektórych schorzeń ortopedycznych. W : Ozonoterapia i jej zastosowanie w medycynie. Antoszewski Z, Madej P (red) ,  $\alpha$ - medica press, 1977:141- 147.
19. Hernandez F. Decrease of blood cholesterol and stimulation of antioxidative response in cardiopathy patients treated with endovenous ozone therapy. *Free Radical Biology and Medicine*, 1995; Jul 19 (1): 115-119.
20. Jakab GJ. The effects of ozone on immune function. *Environmental Health Perspectives*, 1995; Mar 103 Suppl 2:77-89.
21. Jasiński A. Leczenie mieszaniną tlenowo-ozonową gronkowcowego zapalenia stawu kolanowego u królika. Praca Doktorska, ŚIAM Katowice; 1996 .
22. Kekez MM. A new ozone-based method for virus inactivation: preliminary study. *Physics in Medicine and Biology*, 1997; Nov 42(11):2027-2039 .
23. Konrad H. Ozone therapy for viral diseases.W: Proceedings 10th Ozone World Congress 19-21 Mar 1991, Monaco. Zurich: International Ozone Association, 1991:75-83.
24. Konrad H. Ozone therapy for herpes simplex and herpes zoster.W: International Ozone Association, ed. Proceedings Ozone in Medicine, 12th World Congress of the International Ozone Association. May 15-18 1995; Lille France: Instaprint SA Tours, 1995: 187-194.
25. Liczmański AE. Toksyczność tlenu-uszkodzenia żywych komórek. *Post Biochem*, 1988; 34:273-5.
26. Lunec J. Oxygen radicals: their measurement and role in major disease. *J Int Fed Clin Chem*, 1992; 58 :4-10.
27. Metka M, Enzelberger H, Salzer H, Rokitansky A.Zur Frage der Teratogenitat und Toxizitat von medizinischem ozon-ein stud an trachtigen Ratten. *Ozo-Nachrichten*,1988 ; 80:1-5.
28. Moszkowicz T, Antoszewski Z, Kozakiewicz J. Zastosowanie ozonoterapii w niektórych powikłanych przypadkach ortopedycznych. *Pamiętnik I Ogólnopolskiego Kongresu Pol Tow Ozonoterapii*; Katowice, 1994 :117-9.
29. Nowak P, Michalski P, Białoszewski D, Zbiewski W. Ocena skuteczności wczesnej miejscowej profilaktyki pourazowych zakażeń w leczeniu otwartych złamań kości goleni. *Chir Narz Ruchu Ortop Pol*, 1998; t. LXIII, Supl 2: 182- 185.
30. Orlando PL. Pressure ulcer management in the geriatric patient. *Annals of Pharmacotherapy*, 1998; Nov 32 (11):1221-1227.

31. Razumowski SD, Zaikov GE. Ozone and its reactions with organic compounds. New York: Elsevier; 1984.
32. Rilling S, Viebahn R. The use of ozone in medicine. Karl F Hand Publ Heidelberg, 1987: 24-9.
33. Schulz S. Die Ozontherapie in der Ozon-Sauerstoff-Therapie. *Ars Med.* 1986; 12: 5-8.
34. Sunnen GV. Ozone in Medicine. *Journal of Advancement in Medicine.* 1988;1 (3): 159-174.
35. Washutti J. Immunological examinations in patients with chronic conditions under administration of ozone/oxygen mixtures. *Ozone Science and Engineering*, 1989; 11: 411-13.
36. Wentworth P Jr, McDunn JE, Wentworth AD, Takeuchi C, Nieva J, Jones T, Bautista C, Ruedi JM, Gutierrez A, Janda KD, Babior BM, Eschenmoser A, Lerner RA. Evidence for Antibody-Catalyzed Ozone Formation in Bacterial Killing and Inflammation. *Science*, 2002; 298: 2195-2199.
37. Werkmeister H. Subatmospheric O<sub>2</sub>/O<sub>3</sub> treatment of therapy-resistant wounds and ulcerations. *OzoNachrichten*, 1985;4:53-59.
38. Vaughlin JM. Inactivation of human rotaviruses by ozone. *Appl Environ Microbiol*, 1987; 53: 2218-21 .
39. Valdes A. Ozone therapy in the advanced stages of arteriosclerosis obliterans. *Angiologia*, 1993; Jul-Aug 45 (4):146-148 .
40. Verrazzo G. Hyperbaric oxygen, oxygen-ozone therapy, and rheologic parameters of blood in patients with peripheral occlusive arterial disease. *Undersea and Hyperbaric Medicine*, 1995; Mar 22 (1): 17-22 .
42. Yamayoshi T. Microbicidal effects of ozone solution on methicillin-resistant *Staphylococcus aureus*. *Drugs Under Experimental and Clinical Research*, 1993;19 (2):59-64.
43. Yu BP. Cellular defenses against damage from reactive oxygen species. *Physiological Reviews*, 1994; Jan 74 (1):139-162.
44. Żabicki W. Kształtowanie światowej strategii walki z narastaniem oporności lekowej drobnoustrojów. *Ortopedia Traumatologia Rehabilitacja*, 2001; 3 (1): 114- 119.