

https://www.ncbi.nlm.nih.gov.translate.goog/pmc/articles/PMC7871935/?_x_tr_sl=en&_x_tr_tl=pl&_x_tr_hl=pl&_x_tr_pto=rq

Jako biblioteka NLM zapewnia dostęp do literatury naukowej. Włączenie do bazy danych NLM nie oznacza poparcia ani zgody na zawartość przez NLM lub National Institutes of Health. [Dowiedz się więcej o naszym wyłączeniu odpowiedzialności.](#)



[Med Gas Res.](#) 2020 styczeń-marzec; 10(1): 54-59.

Opublikowano w Internecie 13 marca 2020 r. doi: [10.4103/2045-9912.279985](https://doi.org/10.4103/2045-9912.279985)

PMCID: PMC7871935

PMID: [32189671](https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/32189671/)

Ozonowany olej w gojeniu ran: co już zostało udowodnione?

[dr med. Ana Paula Anzolin](#) , * [Níncia Lucca da Silveira-Kaross](#) , i [Charise Dallazem Bertol](#)
[Informacje o autorze](#) [Uwagi do artykułów](#) [Informacje o prawach autorskich i licencji](#)
[Zrzeczenie się odpowiedzialności](#)

[Iść do:](#)

Abstrakcyjny

Ostre lub przewlekłe reakcje zapalne mają na celu kontrolę zmian chorobowych, odporność na atak patogenów i naprawę uszkodzonych tkanek. Terapeutyczne podawanie ozonu, znane jako terapia ozonem, wydaje się być możliwym sposobem leczenia naprawy tkanek, ponieważ wspomaga gojenie się ran. Ma właściwości bakteriobójcze, przeciwwirusowe i przeciwgrzybicze i był stosowany jako środek terapeutyczny w leczeniu stanów zapalnych. Celem było przeprowadzenie przeglądu integracyjnego dotyczącego stosowania oleju ozonowanego w ostrych i przewlekłych stanach zapalnych. Słowa kluczowe „terapia ozonem”, „zapalenie” i „ozon” były używane w językach portugalskim, hiszpańskim i angielskim. Wybór artykułów opierał się na kryteriach włączenia i wyłączenia. Łącznie wybrano 28 artykułów. Zaobserwowano, że ozonowany olej skutecznie leczy rany skórne. Korzystne efekty wynikają z gojenia się ran, dzięki zmniejszeniu infekcji bakteryjnej, efektowi oczyszczenia rany, modulacji fazy zapalnej, stymulacji angiogenezy oraz biologicznym i enzymatycznym reakcjom sprzyjającym metabolizmowi tlenu, poprawiającym bliznowacenie rany. Oprócz wspomaganego gojenia, ozonowany olej zmniejsza objawy związane z oparzeniami skóry, zapobiega przebarwieniom pozapaleniowym oraz zmniejsza ból przy owrzodzeniach aftowych. Olej ozonowany stanowi zatem skuteczną i niedrogą alternatywę terapeutyczną, którą należy wszczepić w system publicznej służby zdrowia. poprawa zabliźnienia rany. Oprócz wspomaganego gojenia, ozonowany olej zmniejsza objawy związane z oparzeniami skóry, zapobiega przebarwieniom pozapaleniowym oraz zmniejsza ból przy owrzodzeniach aftowych. Olej ozonowany stanowi zatem skuteczną i niedrogą alternatywę terapeutyczną, którą należy wszczepić w system publicznej służby zdrowia. poprawa zabliźnienia rany. Oprócz wspomaganego gojenia, ozonowany olej zmniejsza objawy związane z oparzeniami skóry, zapobiega przebarwieniom pozapaleniowym oraz zmniejsza ból przy owrzodzeniach aftowych. Olej ozonowany stanowi zatem skuteczną i niedrogą alternatywę terapeutyczną, którą należy wszczepić w system publicznej służby zdrowia.

Słowa kluczowe: ozon, olej ozonowany, przewlekłe zapalenie, ostre zapalenie, stres oksydacyjny, przeciwutleniacz

[Iść do:](#)

WPROWADZENIE _

Ozon jest gazem o dużej sile utleniania i był używany do różnych celów. Terapia ozonem to podawanie terapeutyczne w leczeniu różnych patologii. Podanie miejscowe stosowano w leczeniu rozległych ran, infekcji grzybiczych, bakteryjnych i wirusowych, zmian niedokrwiennych i innych schorzeń, wykazując skuteczność, głównie w dezynfekcji i gojeniu ran. [1](#), [2](#)

Aplikację miejscową można przeprowadzić przy użyciu olejków ozonowanych. Ozonowanie oleju sprzyja formułacjom zawierającym pochodne ozonu o odpowiedniej stabilności. W tym kontekście praca ta miała na celu przeprowadzenie zintegrowanego przeglądu ozonowanego oleju drogą miejscową w stanach zapalnych. [3](#)

[Iść do:](#)

STRATEGIA WYSZUKIWANIA _ _

Kwerendę bibliograficzną przeprowadzono w języku portugalskim, angielskim i hiszpańskim, używając słów kluczowych: „ozon” i „terapia ozonem”. Deskryptory były konsultowane w Descriptors in Health Science (DeCS) przy użyciu „ozonu”, ponieważ w DeCS termin terapia ozonem nie pojawia się. Kryteriami włączenia były oryginalne artykuły wykorzystujące ozonoterapię, powiązane z deskryptorami: „stan zapalny” oraz „pacjenci” uzyskujący wynik 74 wskazań w PubMed z tym skojarzeniem. Wyszukiwanie i zbieranie danych przeprowadzono w sierpniu i wrześniu 2018 r. Kryterium wykluczenia były wszystkie inne rodzaje publikacji (artykuły redakcyjne, komentarze, refleksje i raporty z doświadczeń).

W portalu badawczym Bireme wykorzystaliśmy filtry artykuł lub tezę, cały okres i główny temat terapii ozonem. W ten sposób znaleziono 14 artykułów. Następnie przeprowadzono analizę treści w czasopiśmie Koordynacja doskonalenia personelu wyższego szczebla, stosując te same filtry wyszukiwania z portalu Bireme, w wyniku czego powstały 4 artykuły.

Po analizie tytułu i treści artykułów wybrano 28 artykułów.

[Iść do:](#)

WYNIKI _

Reakcje zapalne

Reakcje zapalne stanowią aktywowany mechanizm działania powstrzymujący postęp zmian chorobowych, przeciwstawiający się atakowi patogenów i naprawiający uszkodzone tkanki. Mimo fizycznych dolegliwości (takich jak gorączka) stany zapalne są często korzystne i pozwalają radzić sobie z codziennym stresem i agresją. [4](#), [5](#), [6](#), [7](#)

Proces ten jest złożony i obejmuje komórki gospodarza oraz cząsteczki, takie jak białka, czynniki transkrypcyjne i mediatory chemiczne, w celu wyeliminowania początkowej przyczyny uszkodzenia komórki lub martwiczych komórek i tkanek powstałych w wyniku pierwotnej zmiany, a następnie uruchomienia procesu naprawy. [8](#)

Zapalenia dzielimy na ostre i przewlekłe. Ostra jest odpowiedzią szybką i krótkotrwałą i ma na celu przeniesienie leukocytów i białek osocza do miejsc zmiany. Bodźcem do powstania ostrych zmian chorobowych są infekcje, urazy, czynniki chemiczne i fizyczne, martwica tkanek, ciała obce i reakcje immunologiczne. [9](#)

Przewlekłe zapalenie trwa dłużej i może trwać tygodnie, miesiące lub lata. Charakteryzuje się naciekiem limfocytów i makrofagów do zmienionej zapalnie tkanki oraz proliferacją naczyń

krwionośnych w tym miejscu. Stan zapalny zostaje aktywowany i prowadzi do zniszczenia dotkniętej chorobą tkanki. W przeciwieństwie do niszczenia tkanki, następuje naprawa regionu, ale uszkodzona tkanka w wyniku tego typu zapalenia nie jest w pełni zregenerowana, a wynikiem gojenia jest zwłóknienie. [8](#)

Ozon

Ozon powstaje podczas odwracalnej reakcji endotermicznej, która zużywa 286,19 J. W środowisku pochłaniane promienie ultrafioletowe katalizują tę reakcję i umożliwiają ozonowi kontrolę promieniowania, chroniąc planetę Ziemię. Wśród środków utleniających ozon jest trzecim najpotężniejszym środkiem utleniającym, poprzedzającym w kolejności fluor i nadsiarczan. [10](#)

Ozon jest wysoce reaktywną i niestabilną cząsteczką. Ta niska stabilność około 3 sekund w fazie gazowej pozwala uniknąć jej przechowywania. Dlatego konieczne staje się wytwarzanie ozonu *in situ*. Ozon można wytwarzać trzema różnymi technikami: ekspozycją O_2 na światło ultrafioletowe, elektrolizą kwasu nadchlorowego i wyładowaniami elektrochemicznymi. [11](#), [12](#)

Żywotność cząsteczki ozonu jest bezpośrednio związana z temperaturą. Im wyższa temperatura, tym krótszy czas życia ozonu, a co za tym idzie mniejsza siła jego działania. Na przykład okres półtrwania ozonu wynosi 140 minut w temperaturze $0^\circ C$ i osiąga tylko 40 minut w temperaturze $20^\circ C$. [10](#)

Gaz ozonowy został odkryty w 1840 roku w Szwajcarii przez Christiana Friedricha Schobeina, który pracując z dużą elektrycznością w obecności tlenu, wytworzył wyładowanie elektryczne z utworzeniem nieprzyjemnego zapachu gazu. W 1854 roku Werner von Siemens zbudował pierwszy generator ozonu. Już wtedy było wiadomo, że ozon jest niestabilny, że trzeba go wyprodukować, a następnie wykorzystać. Wraz z budową generatorów ozonu zapoczątkowano jego zastosowanie w zastosowaniach przemysłowych, a nawet do czystej wody, promując jego silne działanie bakteriobójcze. [10](#)

Ozon jest stosowany do uzdatniania wody pitnej w Europie od początku XX wieku, bez utraty właściwości organoleptycznych, a w stosunku do mikroorganizmów działa równie skutecznie jak chlor. [12](#)

Austriacki lekarz Payr, szwajcarski dentysta Fisch i niemiecki lekarz Wolff są pionierami badań klinicznych z udziałem ozonu [1](#), chociaż ich obserwacje miały charakter empiryczny. Obecnie istnieją doniesienia naukowe potwierdzające korzyści płynące z ozonu w leczeniu ran, zastosowaniu stomatologicznym, dezynfekcji, leczeniu przepukliny dysku i wirusowego zapalenia wątroby typu [C.13](#)

Ozonoterapia: zastosowanie ozonu w medycynie

Praktyka ozonu rozpoczęła się w leczeniu gruźlicy, następnie w klinikach dentystycznych i leczeniu zgorzeli. Chirurg Payr jako pierwszy zastosował ozon doodbytniczy. [14](#)

Jednak niewłaściwe podanie gazu drogą dożylną przez osoby nie mające doświadczenia w ozonoterapii lub medycynie skutkowało śmiercią w wyniku zatoru. W ten sposób w niektórych krajach potępiono stosowanie ozonu. [10](#)

Ozon ma zdolność wspomaganie eliminacji bakterii, wirusów i pasożytów, a także biofilmów. W tym kontekście założono, że dożylnie wstrzyknięcie mieszaniny gazów złożonej z O_2 i O_3 do sepsy bakteryjnej u pacjentów z HIV unieczynni patogeny i wyleczy chorobę. Na początku lat 90. technicy migrowali do Afryki i Indii Zachodnich, aby wykonywać takie zabiegi; rzeczywiście zaobserwowano, że dożylnie podanie $O_2 - O_3$ powodowało zatorowość i śmierć pacjentów. Podawanie ozonu drogą dożylną jest zakazane w Europie od 1984 roku. [13](#) Zgodnie z Deklaracją madrycką w sprawie ozonoterapii, ozonu nigdy nie należy stosować w

postaci inhalacji lub iniekcji.¹⁵ Istnieją jednak publikacje potwierdzające bezpieczeństwo ozonu drogą inhalacyjną w niskich stężeniach.¹⁶

W krajach takich jak Kuba, Rosja i Ukraina terapia ta jest szeroko stosowana do kilku zabiegów, w postaci wlewów ozonowanej soli fizjologicznej oraz wdmuchiwanie ozonu doodbytniczo ze względu na niski koszt i możliwość zastosowania u tysięcy pacjentów.¹⁷ W Brazylii w 2006 roku założono Brazylijskie Stowarzyszenie Terapii Ozonem. Jednak Federalna Rada Lekarska nie uznaje jeszcze ozonoterapii. Gaz może być wykorzystywany w badaniach naukowych, zgodnie z Uchwałą 196/96 Narodowej Rady Zdrowia, która obejmuje zatwierdzenie projektu badawczego przez Komisję Etyki Badań Naukowych.¹⁸ W 2011 roku Federalna Rada Medyczna i brazylijska Narodowa Agencja Nadzoru Sanitarnego argumentowały, że terapia ozonem nie ma naukowego uzasadnienia, aby podlegać regulacji. W 2017 roku w Senacie zaproponowano projekt ustawy nr 227, który przewiduje zezwolenie na przepisywanie ozonoterapii na terenie całego kraju. W sierpniu 2017 r. Senat rozpoczął konsultacje społeczne tej ustawy.¹⁹ W 2018 roku ozonoterapia odniosła historyczny sukces i została włączona do praktyk integracyjnych i uzupełniających brazylijskiego zunifikowanego systemu opieki zdrowotnej. Praktyki integracyjne i uzupełniające dotyczą kompleksowej opieki nad populacją poprzez praktyki obejmujące różnorodne terapie.²⁰ Stosowanie tej terapii w Brazylii i innych krajach wschodzących mogłoby obniżyć koszty zdrowia publicznego, dlatego należy podjąć wysiłki w celu uregulowania tego problemu.

Biorąc pod uwagę standardy terapeutyczne, istnieją różnice w stosowanych stężeniach ozonu. Akceptowalne wzorce wynikają z zaleceń i adaptacji w zależności od objawów i chorób pacjentów. Bezpieczne stężenia terapeutyczne określano wcześniej jako 10–40 µg ozonu/ml krwi.²¹ Do 2002 roku uważano, że niskie dawki ozonu działają pobudzająco, a wysokie hamująco; informacja ta jest jednak błędna, ponieważ ozon w postaci złożonej lub w dużych dawkach jest również skuteczny i należy liczyć się z możliwością wystąpienia działań niepożądanych.¹⁷

Ozonoterapia zwiększa dotlenienie tkanek, stymuluje produkcję endogennych przeciwutleniaczy oraz powoduje działanie immunosupresyjne (z stymulacją uwalniania oksytocyny) w układzie krążenia.²² Terapia ozonem działa poprzez bezpośrednie utlenianie, powodując np. inaktywację mikroorganizmów lub mediatorów bólu oraz aktywację efektorów jądrowych (Nrf2 lub czynnik jądrowy kappa B (NF-κB)) indukując odpowiedź farmakologiczną.¹⁵ W niskich dawkach ozon stymuluje szlaki ochronne komórek bez zmiany żywotności komórek²³, a ozon w dużych dawkach może być genotoksyczny.⁸

W naprawie tkanek terapia ozonem wspomaga gojenie się ran²⁴, a miejscowo może być stosowana w postaci gazowej i olejowej.

Mechanizm działania ozonu

Ozon działa jako bioregulator, uwalniając czynniki komórek śródbłonka i normalizując komórkową równowagę redoks w kontakcie z płynem biologicznym.²⁵ Może również zmieniać poziom cytokin (interleukiny-8, czynnika martwicy nowotworu-α, transformującego czynnika wzrostu beta, płytkopochodnego czynnika wzrostu).²⁶

Ozon po podaniu dożylnym rozpuszcza się w płynach biologicznych (osoczu, moczu i limfie) i wchodzi w reakcję z wielonienasyconymi kwasami tłuszczowymi, przeciwutleniaczami, zredukowanym glutationem i albuminą.²⁷ Związki te działają jako donory elektronów i ulegają utlenianiu, w wyniku czego powstaje nadtlenek wodoru (H_2O_2) i produkty utleniania lipidów.

H_2O_2 działa jako przekaźnik ozonu, inicjując efekty terapeutyczne i biologiczne,²⁷ działając jako regulator transdukcji sygnału, aktywując obronę immunologiczną.²⁸ Proces ten pomaga komórkom przetrwać uraz. Jednak w nadmiernych ilościach może być szkodliwy dla komórek.

Ozon stymuluje produkcję interferonu, interleukin i enzymów antyoksydacyjnych. [29](#) Układ odpornościowy można również stymulować poprzez aktywację neutrofilii i uwalnianie cytokin. Ma zdolność przywracania komórkowej homeostazy redoks. [30](#)

Ozon jest bioregulatorem chroniącym przed uszkodzeniami spowodowanymi przewlekłym stresem oksydacyjnym, mechanizmem pre/post-conditioning [31](#), reguluje poziom tlenu azotu, podjednostki p65 NF- κ B oraz czynnika martwicy nowotworów- α . [32](#)

Kontrolowane podawanie ozonu sprzyja adaptacji do stresu oksydacyjnego, pobudza endogenne antyoksydanty, chroniąc przed uszkodzeniem tkanek. [33](#)

W przypadku ran skórnych ozon jest stosowany w generatorach wysokiej częstotliwości, wytwarzających ciepło, które powoduje miejscowe rozszerzenie naczyń obwodowych, zwiększenie przepływu krwi, dotlenienie i metabolizm komórkowy, przyspieszając proces gojenia. [34](#)

Wpływ na skórę wynika z jej reakcji z wielonienasyconymi kwasami tłuszczowymi i śladowymi ilościami wody obecnymi w górnej warstwie skóry właściwej, w wyniku której powstają reaktywne formy tlenu (ROS) i lipooligopeptydy, wśród których znajduje się H_2O_2 . Tylko RFT i lipooligopeptydy powstałe w wyniku tej reakcji mogą być częściowo zredukowane przez enzymatyczne przeciwutleniacze skóry (oksydaza glutationowa, dysmutaza ponadtlenkowa, katalaza) i nieenzymatyczne cząsteczki o małej masie cząsteczkowej (izoforny witaminy E, witaminy C, glutationu, kwasu moczowego, kwas i ubichinol) lub do częściowego wchłaniania przez naczynia włosowate dożylnie i limfatyczne. ROS są najskuteczniejszymi naturalnymi środkami przeciwko patogenom opornym na antybiotyki. Ponadto poprawia przemianę materii i funkcje odpornościowe, przyczyniając się do satysfakcjonującej regeneracji. [35](#)

U pacjentów z immunosupresją terapia ozonem jest zdolna do aktywacji i syntezy ILs, leukotrienów i prostaglandyn, które zmniejszają stany zapalne i poprawiają gojenie. Wpływa na aktywację procesów tlenowych (glikoliza, cykl Krebsa, beta-oksydacja kwasów tłuszczowych), wydzielanie substancji rozszerzających naczynia krwionośne (np. tlenek azotu), aktywację mechanizmu syntezy białek oraz wzrost liczby rybosomów i mitochondriów w komórce. [36](#) Wzrost aktywności funkcjonalnej nasila regenerację tkanek. [37](#) Ozon wnika w błonę komórkową powstałych ROS, które aktywują szlaki NF- κ B zwiększając ich translokację do jąder, powodując aktywację wewnątrzkomórkowych szlaków zapalnych, takich jak interleukina-1 β , interleukina-6, czynnik martwicy nowotworów- α i cyklooksygenaza-2, które budzą kaskadę apoptozy. [38](#)

Olej ozonowany: produkcja i stabilność

Celem olejów ozonowanych jest uzyskanie formułacji zawierających ozon o lepszej stabilności w celu ułatwienia posługiwania się nim, polepszenia jego przechowywania, uniknięcia jego szybkiej degradacji, umożliwienia leczenia pozaszpitalnego oraz zmniejszenia ryzyka stosowania go w postaci gazowej, w wysokich i nieodpowiednie dawki. Naukowiec Nicola Tesla bąbelkuje ozon w oleju nieprzerwanie przez trzy tygodnie, tworząc naturalny żel z zawieszoną ozonu. Produkt ten nazwano „olejem ozo”. [3](#)

Ozon reaguje z podwójnymi wiązaniami kwasów tłuszczowych obecnych w olejach roślinnych, tworząc zwłaszcza ozonki (1,2,4-trioksolany) i nadtlenki, takie jak wodoronadtlenki, H_2O_2 , nadtlenki polimerowe i inne nadtlenki organiczne. [39](#), [40](#)

W celu scharakteryzowania olejów ozonowanych niezbędne jest poznanie ich właściwości fizykochemicznych. Do określenia jakości olejów roślinnych i produktów ozonowanych zastosowano techniki analityczne. [40](#)

Charakterystyka ozonowanych i czystych olejów za pomocą magnetycznego rezonansu jądrowego, liczby nadtlenkowej i kwasowej, oznaczania lepkości i masy molowej wykazała

stopniowe zmniejszanie się nienasyceń wraz ze wzrostem czasu ozonowania i powstawaniem ozonków. Ozonowanie podniosło wartości nadtlenków i kwasów. Po długich okresach ozonowania zaobserwowano związki o górnej i dolnej masie molowej, takie jak ozonki oligomeryczne i ozonki krzyżowe. [3](#)

Pierwszy ozonowany olej roślinny, znany jako OLEOZON[®], został zarejestrowany jako produkt leczniczy do celów terapeutycznych doustnych i miejscowych przez Narodowe Centrum Badań Naukowych na Kubie. W badaniu toksykologicznym OLEOZON[®] nie wykazał zgonów ani sygnałów toksyczności. Zwierzęta wykazywały normalne zachowanie, bez zmian makroskopowych w żadnym z narządów mięsistych w obu grupach (leczonej i kontrolnej). OLEOZON[®] nie jest sklasyfikowany jako substancja o ostrej toksyczności, a jego bezpieczeństwo przekracza 2000 mg/kg masy ciała. [41](#)

Wytwarzanie olejów ozonowanych można bezpośrednio powiązać ze sposobem wytwarzania pian na drodze dyfuzji gazowej. Metody te wyjaśniają proces utleniania w fazie ciekłej, gdy gaz na bazie tlenu jest wtryskiwany do naczynia barbotażowego reaktora kolumnowego zawierającego utleniającą ciecz organiczną. Jest to system o wysokiej energii, który wytwarza jednorodne pęcherzyki o małej średnicy, silnie napędzane w formie strumienia, co powoduje pienienie. Technika ta znana jest jako pianka sprężonego powietrza i jest stosowana od kilkudziesięciu lat między innymi w przemyśle naftowym, spożywczym, kosmetycznym i farmaceutycznym. [42](#)

Do zestalenia ozonowanego oleju roślinnego potrzebne są dwa dni ciągłego barbotowania ozonu w oleju roślinnym, dzięki czemu jeden gram oleju zawiera około 160 mg ozonu. Jednak można go również wytwarzać w krótszym czasie, stając się bardziej lepki i mniej trwały. Przechowywany w lodówce jest ważny przez 2 lata. [10](#) Informacje te są jednak nieprecyzyjne, ponieważ nie wyjaśniają, jakie stężenie ozonu wytwarza generator, a także, że na rynku nie ma miernika ozonu w oleju.

Na stabilność otrzymanego produktu duży wpływ ma wielkość pęcherzyków, frakcja ciekłego gazu oraz kołowość pęcherzyków, która jest czynnikiem decydującym o ich trwałości. Ponieważ pęcherzyki stały się mniejsze i okrągłe, ich rozkład jest bardziej równomierny i wyższy, o dobrej jakości i stabilności. [43](#)

Ozonowany olej w stanach zapalnych

Ozon jest uznawany za jeden z najlepszych środków bakteriobójczych, przeciwwirusowych i przeciwgrzybiczych i był stosowany empirycznie jako kliniczny środek terapeutyczny na przetoki i rany pooperacyjne, odleżyny, a także rany przewlekłe, takie jak owrzodzenia troficzne, owrzodzenia niedokrwienne, rany cukrzycowe, łuszczyca i grzybicy stóp. Korzystny wpływ ozonu na gojenie się ran związany jest z redukcją infekcji bakteryjnej, działaniem oczyszczającym, modulacją fazy zapalnej, stymulacją angiogenezy oraz reakcjami biologicznymi i enzymatycznymi sprzyjającymi metabolizmowi tlenu poprawiającym gojenie ran. [13](#)

Naprawa i odbudowa tkanek to złożony i dynamiczny proces. Usprawnienie tego procesu, charakteryzujące się zamknięciem rany, ma kluczowe znaczenie dla wielu patologii, jak np. u diabetyków. [33](#)

Ozonowany olej wykazuje wczesną reakcję i ma większą liczbę komórek zaangażowanych w proces naprawy, gdy jest stosowany na rany, a także lepszą angiogenezę ze zwiększonymi czynnikami wzrostu śródbłonna naczyniowego i ekspresją cykliny D1. [12](#)

Istnieją miliony pacjentów ze zmianami skórnymi, które przeradzają się w zakażone wrzody i z niewielkimi oczekiwaniami na wyleczenie, zwłaszcza w chorobach takich jak cukrzyca, miażdżyca tętnic i w procesie starzenia, co wiąże się z wysokimi kosztami społeczno-ekonomicznymi. Codzienne stosowanie ozonowanego oleju w tych zmianach eliminuje infekcję i sprzyja szybkiemu gojeniu. [34](#)

Pierwsze dowody oceniające korzyści ozonu w chorobach skóry dostarczyła Shpektorova [44](#) w 1964 roku.

Powikłania cukrzycowe można również przypisać stresowi oksydacyjnemu. W 2005 roku opublikowano badanie kliniczne mające na celu zbadanie skuteczności terapeutycznej ozonu w leczeniu pacjentów z cukrzycą typu 2 ze stopą cukrzycową oraz porównanie ozonu z antybiotykoterapią. [45](#) Wybrano 101 pacjentów i podzielono na dwie grupy (52 pacjentów leczonych ozonem (miejscowe i doodbytnicze wdmuchiwanie gazów) oraz 49 pacjentów leczonych miejscowo i ogólnoustrojowo antybiotykami przez 20 dni). Ozon poprawiał kontrolę glikemii, zapobiegał stresowi oksydacyjnemu, normalizował poziomy nadtlenu organicznych i aktywował dysmutazę ponadtlenkową. Zaobserwowano również poprawę w gojeniu zmian chorobowych, co skutkowało mniejszą liczbą amputacji niż w grupie kontrolnej. W związku z tym leczenie zachowawcze ozonem aktywuje system antyoksydacyjny i może stanowić alternatywną terapię w leczeniu cukrzycy i jej powikłań. Praca ta została wykonana z zachowaniem wysokiego rygoru metodologicznego.

W 2003 roku leczono ozonem 23 pacjentów w przewlekłych powikłaniach septycznych i antybiotykoopornych o szerokim spektrum działania po urazach, zabiegach chirurgicznych i wtórnych zakażeniach skóry. [46](#) Ozonoterapię stosowano powierzchownie, autorską techniką. Procesy septyczne zostały zahamowane, a gojenie się ran znacznie szybsze niż normalnie u wszystkich pacjentów otrzymujących ozonoterapię, co potwierdza zalety ozonoterapii powierzchniowej w leczeniu ran septycznych.

Wpływ ozonowanej oliwy z oliwek z pierwszego tłoczenia był oceniany *in vitro* w celu potwierdzenia aktywności przeciwgrzybiczej oraz oceniany *in vivo* na poziomie doustnym *Candida* spp. u pacjentów z protetycznym zapaleniem jamy ustnej. Aktywność przeciwgrzybiczą oceniono przeciwko *Candida albicans* i pięciu gatunkom innych niż *albicans* (*Candida tropicalis*, *Candida dubliniensis*, *Candida krusei*, *Candida guilliermondii* i *Candida parapsilosis*). Oceniono również wpływ na plankton *C. albicans* i biofilm. *In vivo* ozonowany olej stosowało 30 pacjentów, a kolejnych 20 stosowało wodorowęglan sodu przez 14 dni. *In vitro* olej ozonowany wykazał działanie przeciwgrzybicze wobec wszystkich gatunków *Candida*, a także działanie przeciwbiofilmowe *C. albicans*. Poziomy kandydozy jamy ustnej były niższe niż wartości wyjściowe po 14 dniach interwencji w przypadku obu terapii. Remisję protetycznego zapalenia jamy ustnej obserwowano u wszystkich pacjentów po 7 dniach leczenia w obu grupach. Dlatego w badaniu stwierdzono, że ozonowany olej może być alternatywą dla kontroli biofilmu u pacjentów z protetycznym zapaleniem jamy ustnej. [47](#)

U myszy porównano wpływ różnych olejów ozonowanych (z oliwek, sezamu i lnu) na gojenie się ran. [48](#) Osiem mikrolitrów ozonowanego lub nieozonowanego oleju podawano 36 myszom podzielonym na 4 grupy po 9 myszy w każdej, dwa razy dziennie w rany przez 14 dni. Rany wykonano na grzbiecie myszy, uniemożliwiając im lizanie. Skórę ściśnięto i fałdowano w celu uzyskania okrągłej rany o równej średnicy. Rany sfotografowano w 0, 3, 7 i 14 dniu. Na każdą ranę aplikowano oliwę z oliwek, olej sezamowy i lniany bez ozonowania (grupa kontrolna) oraz te same oleje ozonowane (grupa leczona). Zamknięcie rany było większe niż 90% we wszystkich przypadkach, jednak grupa leczona wykazała znaczny wzrost wskaźnika zamykania ran w stosunku do grupy kontrolnej pierwszego dnia i był znacznie wyższy w dniach od 3 do 7. Olej sezamowy wykazał znaczny wzrost szybkości gojenia się ran w stosunku do nieozonowanego oleju sezamowego w pierwszych 7 dniach,

Oceniono działanie terapeutyczne miejscowej ozonowanej oliwy z oliwek w gojeniu miejsc chirurgicznych przeszczepu dziąsłowego. [49](#) Randomizowane, potrójnie ślepe badanie kliniczne z udziałem 20 pacjentów podzielono na 2 grupy (leczenie: ozonowany olej lub kontrola: oliwa z oliwek bez ozonowania). Oceniano je pooperacyjnie na podstawie analizy cytologicznej na początku badania, po 24 godzinach, 3, 7, 14 i 21 dniach oraz po 2, 3, 8 i 18 miesiącach. Nastąpiła znaczna poprawa gojenia nabłonka po 7, 14 i 21 dniach, a także po 2, 3 i 8 miesiącach w grupie ozonowanego oleju. Udowodniono skuteczność miejscowego stosowania ozonowanego oleju roślinnego w miejscach operacji dziąseł. Ozonowany olej

sprzyjął znacznej poprawie nabłonkowego gojenia ran dziąseł w porównaniu z grupą kontrolną. Metodologia tego badania jest dobrze zdefiniowana,

Oceniono skuteczność ozonowanego oleju i żelu chlorheksydyny w leczeniu zapalenia dziąseł. Na początku kuracji (do trzeciego tygodnia) ozon prezentował zalety; jednak pod koniec badania nie było istotnej statystycznej różnicy między ozonowanym olejem a żelem z chlorheksydyną. Masaż dziąseł ozonowanymi olejkami stanowi skuteczną alternatywę dla zapalenia dziąseł wywołanego płytką nazębną. [50](#)

Ozonowany olej i α -bisabolol porównano z kremami kontrolnymi (witamina A, witamina E, talk i tlenek cynku) w naczyniowym leczeniu owrzodzeń podudzi. Całkowite wygojenie owrzodzenia było lepsze w przypadku ozonowanego oleju i α -bisabololu. Ponadto zmiany powierzchni owrzodzenia były istotne tylko dla ozonowanego oleju i α -bisabololu, przy istotnym i postępującym zmniejszaniu powierzchni rany odpowiednio o 34%, 59% i 73% po 7, 14 i 30 dniach. [51](#) To badanie przeprowadzono bez podwójnej ślepej próby i obliczeń próby, a te fakty mogą stanowić ograniczenie.

Oceniono działanie ozonowanego oleju kameliowego w atopowym zapaleniu skóry. [52](#) Osiemnaście myszy zostało rannych w plecy i potraktowano je ozonowanym olejem. Ozonowany olej znacznie zahamował stany zapalne i wyleczył zmiany w ciągu 7 dni. Dlatego ozonowany olej może tłumić stany zapalne w atopowym zapaleniu skóry, co może być potencjalnym sposobem leczenia tej choroby.

W ostrych ranach skórnych świnek morskich ozonowany olej znacznie poprawił proces gojenia. [53](#)

Wśród prac naukowych kilka z nich wykazało skuteczność ozonowanego oleju w gojeniu ran skórnych. Jednak niektóre badania oceniające ozonowany olej u ludzi [45](#), [46](#), [47](#), [49](#), [50](#), [51](#) wskazują na ograniczenia w stosowanych metodologiach, bez jasnej randomizacji pacjentów, podwójnie ślepej próby lub obliczenia próbki.

[Iść do:](#)

PODSUMOWANIE _

Ozon podawany miejscowo w postaci gazowej lub olejowej wyróżnia się jako środek do naprawy tkanek, ponieważ wspomaga gojenie się ran i ma właściwości przeciwdrobnoustrojowe, immunologiczne, przeciwutleniające i dotleniające. Skuteczność ozonowanego oleju może stanowić terapię integracyjną w leczeniu zmian tkankowych, zwłaszcza u pacjentów z patologiami takimi jak cukrzyca, miażdżyca oraz w procesie starzenia. W przypadku chorób takich jak wrzody czy aftowe zapalenie jamy ustnej, zapalenie dziąseł, zapalenie skóry ozonowany olejek pomaga złagodzić ból i przyspieszyć proces gojenia. Jednak niektóre badania wykazały ograniczenia w metodologii, bez randomizacji, podwójnie ślepej próby lub obliczeń próbek, wykazując potrzebę dalszych badań klinicznych w celu potwierdzenia miejscowej skuteczności ozonu.

[Iść do:](#)

przypisy

Konflikt interesów

Autorzy nie zgłaszają żadnych konfliktów interesów.

Wsparcie finansowe

Nic.

Umowa licencyjna dotycząca praw autorskich

Umowa licencyjna dotycząca praw autorskich została podpisana przez wszystkich autorów przed publikacją.

Kontrola plagiatu

Sprawdzone dwukrotnie przez iThenticate.

Recenzja koleżeńska

Zewnętrznie recenzowane.

[Iść do:](#)

REFERENCJE

1. Sunnen GV. Ozon w medycynie: przegląd i przyszłe kierunki. *J Adv Med.* 1988; 1 :159-174. [[Google Scholar](#)]
2. Morette DA. Principais aplicações terapêuticas da ozonioterapia. Botucatu, Brazylia: UNESP; 2011. [[Google Scholar](#)]
3. Sadowska J, Johansson B, Johannessen E, Friman R, Broniarz-Press L, Rosenholm JB. Charakterystyka ozonowanych olejów roślinnych metodami spektroskopowymi i chromatograficznymi. *Lipidy Chem Phys.* 2008; 151 : 85–91. [[PubMed](#)] [[Google Scholar](#)]
4. Kumar V, Abbas AK, Aster JC. Podstawowa patologia Robbinsa. 9 wyd. Los Angeles: Elsevier Nauki o zdrowiu; 2017. [[Google Scholar](#)]
5. Duris K, Lipkova J, Splichal Z, Madaraszova T, Jurajda M. Ocena wczesnej odpowiedzi zapalnej w mózgu i czasu wybudzania znieczulenia po doświadczalnym krwotoku podpajęczynówkowym. *Transl Stroke Res.* 2018 doi: 10.1007/s12975-018-0641-z. [[PubMed](#)] [[Google Scholar](#)]
6. Zha A, Vahidy F, Randhawa J i in. Związek między skurczem śledziony a ogólnoustrojową odpowiedzią zapalną po ostrym udarze niedokrwiennym różni się w zależności od wieku i rasy. *Transl Stroke Res.* 2018; 9 :484–492. [[Bezpłatny artykuł na PMC](#)] [[PubMed](#)] [[Google Scholar](#)]
7. Yuen CM, Yeh KH, Wallace CG i in. Terapia skojarzona EPO-cyklosporyna zmniejszyła obszar zawału mózgu u szczura po ostrym udarze niedokrwiennym: rola wrodzonej odpowiedzi immunologicznej-zapalnej, mikro-RNA i rodziny szlaków sygnałowych MAPK. *Am J Transl Res.* 2017; 9 :1651-1666. [[Bezpłatny artykuł na PMC](#)] [[PubMed](#)] [[Google Scholar](#)]
8. Li Q, Shang J, Zhu T. Właściwości fizykochemiczne i toksyczne działanie cząstek sadzy utlenionych ozonem. *Atmos Środowisko.* 2013; 81 :68–75. [[Google Scholar](#)]
9. Robbins KA. Patologia - Bazy Patológicas Das Doenças. 9 wyd. Elsevier; 2009. [[Google Scholar](#)]
10. Bocci V. Patologia - Bazy Patológicas Das Doenças. 9 wyd. Elsevier; 2009. [[Google Scholar](#)]
11. Almeida E, Assalin MR, Rosa MA, Durán N. Tratamento de efluentes industriais por processos oxidativos na presença de ozônio. *Quim Nova.* 2004; 27 :818-824. [[Google Scholar](#)]
12. Cardoso CC, Dias Filho E, Pichara NL, Campos EGC, Pereira MA, Fiorini JE. Ozonoterapia como tratamento adjuvante na ferida de pé diabético. *Rev Assoc Med Minas Gerais.* 2010; 20 :442–445. [[Google Scholar](#)]
13. Bocci V, Zanardi I, Travagli V. Tlen/ozon jako mieszanina gazów medycznych. Krytyczna ocena różnych metod wyjaśnia pozytywne i negatywne aspekty. *Med Gas Res.* 2011; 1 :6. [[Bezpłatny artykuł na PMC](#)] [[PubMed](#)] [[Google Scholar](#)]
14. Turcic J, Hancević J, Antoljak T, Zic R, Alfirević I. Wpływ ozonu na to, jak dobrze przeszczepy skóry pośredniej grubości według Thierscha przyjmują rany wojenne. Wyniki

- badania prospektywnego. Łuk Langenbecks Chir. 1995; 380 : 144–148. [[PubMed](#)] [[Google Scholar](#)]
15. Schwartz A, Sánchez GM, Sabah F. Madrid deklaracja w sprawie ozonoterapii. Madryt: Międzynarodowy Komitet Naukowy Terapii Ozonem; 2015. [[Google Scholar](#)]
16. Cestonaro LV, Marcolan AM, Rossato-Grando LG i in. Ozon generowany przez oczyszczacz powietrza w niskich stężeniach: przyjaciel czy wróg. Environ Sci Pollut Res Int. 2017; 24 :22673–22678. [[PubMed](#)] [[Google Scholar](#)]
17. Bocci V. Terapia tlenowo-ozonowa – krytyczna ocena. Holandia: Springer; 2002. [[Google Scholar](#)]
18. Processo-Consulta CFM nr 6.121/09 – Parecer CFM nr 14/10. [Dostęp do 29 kwietnia 2019 r.]. http://www.portalmedico.org.br/pareceres/cfm/2010/14_2010htm .
19. Raupp V. Projeto de Lei do Senado nr 227/2017. Brazylia: Senado Federal; 2017. [[Google Scholar](#)]
20. Ministério da Saúde inclui 10 novas práticas integrativas no SUS. Brazylia: Ministério da Saúde; 2018. [[Google Scholar](#)]
21. Beck EG, Wasser G, Viebahn-Hansler R. Aktualny stan terapii ozonem - Rozwój empiryczny i badania podstawowe. Forsch Komplementarny. 1998; 5 :61–75. [[PubMed](#)] [[Google Scholar](#)]
22. Marques M. Estudo da ozonioterapia como contribuição para a odontologia veterinária. São Paulo: Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia; 2008. [[Google Scholar](#)]
23. Delgado-Roche L, Riera-Romo M, Mesta F i in. Ozon medyczny promuje fosforylację Nrf2, zmniejszając stres oksydacyjny i cytokiny prozapalne u pacjentów ze stwardnieniem rozsianym. Eur J Pharmacol. 2017; 811 : 148–154. [[PubMed](#)] [[Google Scholar](#)]
24. Melo MS, Alves LP, Carvalho HC i in. Ozonioterapia Em Queimaduras Induzidas Por Laser De Co 2 Em Pele De Ratos. XXIV Congresso Brasileiro de Engenharia Biomédica. 2014 [[Google Scholar](#)]
25. Iliakis E, Petropoulos I, Iliaki A, Agapitos E, Agrogiannis G. Czy ozon medyczny jest bezpieczny po wstrzyknięciu w porównawcze badanie histologiczne na szczurach. Int J Ozon Ther. 2008; 7 :59–68. [[Google Scholar](#)]
26. Bocci V, Valacchi G, Corradeschi F, Fanetti G. Badania nad biologicznymi efektami ozonu: 8. Wpływ na całkowity status antyoksydacyjny i produkcję interleukiny-8. Mediators Inflamm. 1998; 7 :313–317. [[Bezpłatny artykuł na PMC](#)] [[PubMed](#)] [[Google Scholar](#)]
27. Guven A, Gundogdu G, Sadir S i in. Skuteczność ozonoterapii w eksperymentalnym żrącym oparzeniu przełyku. J Pediatr Surg. 2008; 43 :1679-1684. [[PubMed](#)] [[Google Scholar](#)]
28. Reth M. Nadtlenek wodoru jako drugi przekaźnik w aktywacji limfocytów. Nat Immunol. 2002; 3 :1129-1134. [[PubMed](#)] [[Google Scholar](#)]
29. Bocci VA. Naukowe i medyczne aspekty ozonoterapii. Stan techniki. Arch Med Res. 2006; 37 :425–435. [[PubMed](#)] [[Google Scholar](#)]
30. Vaillant JD, Fraga A, Diaz MT i in. Oksydacyjne postkondycjonowanie ozonem łagodzi uszkodzenia stawów i zmniejsza poziomy cytokin prozapalnych i stres oksydacyjny w zapaleniu stawów wywołanym przez PG / PS u szczurów. Eur J Pharmacol. 2013; 714 :318–324. [[PubMed](#)] [[Google Scholar](#)]
31. León OS, Menéndez S, Merino N i in. Kondycjonowanie oksydacyjne ozonem: ochrona przed uszkodzeniem komórek przez wolne rodniki. Mediators Inflamm. 1998; 7 :289-294. [[Bezpłatny artykuł na PMC](#)] [[PubMed](#)] [[Google Scholar](#)]
32. León Fernández OS, Ajamieh HH, Berlanga J, et al. Wstępne kondycjonowanie oksydacyjne ozonem odbywa się za pośrednictwem receptorów adenyzynowych A1 w szczurzym modelu niedokrwienia/reperfuzji wątroby. Transpl Int. 2008; 21 :39–48. [[PubMed](#)] [[Google Scholar](#)]
33. Ajamieh HH, Menéndez S, Martínez-Sánchez G, et al. Wpływ wstępnego kondycjonowania oksydacyjnego ozonem na wytwarzanie tlenku azotu i komórkową równowagę redoks w szczurzym modelu niedokrwienia-reperfuzji wątroby. Wątroba Int. 2004; 24 :55–62. [[PubMed](#)] [[Google Scholar](#)]
34. de Oliveira LMN. Utilização do ozônio através do aparelho de alta frequência no tratamento da úlcera por pressão. Rev da Atenção à Saúde. 2011; 9 :41–46. [[Google Scholar](#)]

35. Sanchez CMS. A utilização zrobić óleo ozninizado par ao tratamento tópico de lesões em porquinho da índia - relato de caso. Sao Paulo: Universidade Castelo Branco; 2008. [[Google Scholar](#)]
36. Ferreira R, Sant'ana ACP, Rezende MLRD, Greggi SLA, Zangrando MSR, Damante CA. Ozonioterapia: uma visão crítica e atual sobre sua utilização em periodontia e implantodontia: revisão de literatura. *Innov Implant J Biomat Esthet.* 2014; 9 :35–39. [[Google Scholar](#)]
37. Bocci V, Aldinucci C. Modyfikacje biochemiczne indukowane w ludzkiej krwi przez utlenianie-ozonowanie. *J Biochem Mol Toxicol.* 2006; 20 :133–138. [[PubMed](#)] [[Google Scholar](#)]
38. Manoto SL, Maepa MJ, Motaung SK. Ozonoterapia medyczna jako potencjalna metoda leczenia regeneracji uszkodzonej chrząstki stawowej w chorobie zwyrodnieniowej stawów. *Arabia J Biol Sci.* 2018; 25 :672-679. [[Bezpłatny artykuł na PMC](#)] [[PubMed](#)] [[Google Scholar](#)]
39. de Almeida NR, Beatriz A, Micheletti AC, de Arruda EJ. Ozonowane oleje roślinne i właściwości lecznicze: przegląd. *Electron J Chem.* 2012; 4 :313–326. [[Google Scholar](#)]
40. Zanardi I, Travagli V, Gabbrielli A, Chiasserini L, Bocci V. Fizyko-chemiczna charakterystyka pochodnych oleju sezamowego. *lipidy.* 2008; 43 :877-886. [[PubMed](#)] [[Google Scholar](#)]
41. Pérez MEA, Mirabal JM, Barro AMB, Navarro BG, Rodríguez ZZ, Montero ACR. Clasificación toxicológica del OLEOZON® *J Revista CENIC Ciencias Biológicas.* 2001; 32 :57–58. [[Google Scholar](#)]
42. Srebro SF. Mikrosfery z kopolimeru akrylowego Inventor. Patent USA 3691140. 1972 [[Google Scholar](#)]
43. Graiver D, Patil M, Narayan R. Najnowsze postępy w ozonowaniu olejów roślinnych. *Najnowsze patenty Mater Sci.* 2010; 3 :203–218. [[Google Scholar](#)]
44. Szpektorowa RA. Ozonoterapia niektórych chorób skóry. *Vestn Dermatol Venerol.* 1964; 38 :44–46. [[PubMed](#)] [[Google Scholar](#)]
45. Martínez-Sánchez G, Al-Dalain SM, Menéndez S, et al. Skuteczność terapeutyczna ozonu u pacjentów ze stopą cukrzycową. *Eur J Pharmacol.* 2005; 523 :151-161. [[PubMed](#)] [[Google Scholar](#)]
46. Białoszewski D, Kowalewski M. Powierzchnowa, dłuższa, przerywana terapia ozonem w leczeniu ran przewlekłych, zakażonych. *Rehabilitacja Ortop Traumatol.* 2003; 5 :652-658. [[PubMed](#)] [[Google Scholar](#)]
47. Crastechini E, Koga-Ito CY, de Fátima Machado S, et al. Wpływ ozonowanej oliwy z oliwek na poziomy w jamie ustnej *Candida spp.* u pacjentów z protetycznym zapaleniem jamy ustnej. *Braz Dent Sci.* 2018; 21 :111–118. [[Google Scholar](#)]
48. Valacchi G, Zanardi I, Lim Y i in. Ozonowane oleje jako funkcjonalne matryce dermatologiczne: wpływ na proces gojenia się ran przy użyciu myszy SKH1. *Int J Pharm.* 2013; 458 :65–73. [[PubMed](#)] [[Google Scholar](#)]
49. Patel PV, Kumar S, Vidya GD, Patel A, Holmes JC, Kumar V. Cytologiczna ocena gojenia się ran miejsca dawcy podniebienia i ran dziąseł przeszczepionych po zastosowaniu ozonowanego oleju: osiemnastomiesięczne randomizowane kontrolowane badanie kliniczne. *Acta Cytol.* 2012; 56 :277–284. [[PubMed](#)] [[Google Scholar](#)]
50. Indurkar MS, Verma R. Wpływ ozonowanego oleju i żelu chlorheksydyny na zapalenie dziąseł wywołane płytką nazębną: randomizowane kontrolne badanie kliniczne. *J Indian Soc Periodontol.* 2016; 20 :32–35. [[Bezpłatny artykuł na PMC](#)] [[PubMed](#)] [[Google Scholar](#)]
51. Solovăstru LG, Stîncanu A, De Ascentii A, Capparé G, Mattana P, Vătă D. Randomizowane, kontrolowane badanie innowacyjnego preparatu w sprayu zawierającego ozonowany olej i alfa-bisabolol w miejscowym leczeniu przewlekłych żylnych owrzodzeń nóg. *Adv Pielęgnacja ran skóry.* 2015; 28 :406–409. [[PubMed](#)] [[Google Scholar](#)]
52. Lu J, Chen M, Gao L i in. Wstępne badanie miejscowego ozonowanego oleju w leczeniu atopowego zapalenia skóry u myszy. *J Kuracja dermatologiczna.* 2018; 29 :676-681. [[PubMed](#)] [[Google Scholar](#)]
53. Kim HS, Noh SU, Han YW i in. Terapeutyczne efekty miejscowego stosowania ozonu na ostre gojenie się ran skórnych. *J Korean Med Sci.* 2009; 24 :368-374. [[Artykuł bezpłatny na PMC](#)] [[PubMed](#)] [[Google Scholar](#)]
-

Artykuły z Medical Gas Research są dostępne dzięki uprzejmości **Wolters Kluwer -- Medknow Publications**
