



ISSN 0216-0773

MEDIA DERMATO-VENEREOLOGICA INDONESIANA

Editorial: Proses belajar berkelanjutan di era pandemi COVID-19

Perbandingan pencapaian PASI-75 *narrowband ultraviolet B* dengan metotreksat oral pada psoriasis vulgaris derajat sedang-berat

Terapi *Conditioned Medium-Wharton's Jelly-Mesenchymal stem cell* pada ulkus trofik kusta tipe multibasilar lepromatosa

Sifilis maligna pada pasien yang terinfeksi human immunodeficiency virus

Tata laksana komplikasi lanjut luka bakar di bidang dermatologi

Aplikasi terapi oksigen hiperbarik dalam penyembuhan luka kronis

Serologi sifilis pada infeksi *human immunodeficiency virus* (hiv)

Diagnosis dan pilihan terapi terkini prurigo nodularis

| | | | | | |
|------|---------|-------|--------------|-----------------------|----------------|
| MDVI | Vol. 48 | No. 2 | Hal. 50 - 94 | Jakarta April 2021 | ISSN 0216-0773 |
|------|---------|-------|--------------|-----------------------|----------------|

DAFTAR ISI

Editorial : Proses Belajar Berkelanjutan di Era Pandemi COVID-19 *Rizky Lendl Prayogo* 50

ARTIKEL ASLI

Perbandingan Pencapaian PASI-75 *Narrowband* Ultraviolet B dengan Metotreksat Oral pada Psoriasis Vulgaris Derajat Sedang-Berat 51 - 55

Jeffrey Giantoro, Fajar Waskito, Sunardi Radiono*

LAPORAN KASUS

Terapi *Conditioned Medium-Wharton's Jelly-Mesenchymal Stem Cell* pada Ulkus Trofik Kusta Tipe Multibasilar Lepromatosa 56 - 61

Nathasia, Sukmawati Tansil Tan*

Sifilis Maligna pada Pasien yang Terinfeksi *Human Immunodeficiency Virus* 62 - 68

Lita Setyowatie, Galuh Dyah Puspitasari, Santosa Basuki*

TINJAUAN PUSTAKA

Tata Laksana Komplikasi Lanjut Luka Bakar di Bidang Dermatologi 69 - 76

Dini Daniaty, Shannaz Nadia Yusharyahya, Larisa Paramitha, Irma Bernadette Simbolon Sitohang*

Aplikasi Terapi Oksigen Hiperbarik dalam Penyembuhan Luka Kronis 77 - 82

Duma Wenty Irene Sinambela, Oratna Ginting*

Serologi Sifilis pada Infeksi *Human Immunodeficiency Virus* (HIV) 83 - 87

Mufqi Handaru Priyanto, Melani Marissa, Wresti Indriatmi*

Diagnosis dan Pilihan Terapi Terkini Prurigo Nodularis 88 - 94

Riris Asti Respati, Windy Keumala Budianti*

PROSES BELAJAR BERKELANJUTAN DI ERA PANDEMI COVID-19

Pandemi COVID-19 mengubah berbagai aspek kehidupan. Bagi tenaga kesehatan, hal tersebut tidak hanya memengaruhi cara merawat pasien dan melakukan riset, tetapi juga cara belajar dan mengajarkan pendidikan kedokteran. Salah satu pilar penting bagi seorang dokter untuk mengembangkan ilmu pengetahuannya adalah melalui proses belajar berkelanjutan. Proses tersebut secara konstan mengalami perubahan, baik meliputi proses pengajaran residen dermatologi dan venerologi, maupun bagi dokter spesialis dermatologi dan venerologi yang ingin mengikuti pelatihan dan pembaharuan terkini.

Pandemi COVID-19 memaksa seluruh komunitas medis, tidak terbatas di bidang dermatologi dan venerologi, untuk meninggalkan kebiasaan lama dalam mengikuti proses belajar secara tatap muka. Berbagai konferensi di seluruh dunia yang dijadwalkan untuk dilaksanakan pada paruh awal tahun 2020 mengalami pembatalan atau penundaan. Sarana pembelajaran berbasis daring melalui *platform digital* dapat menjadi salah satu solusi. Media

Dermato-Venereologica Indonesiana (MDVI) saat ini ikut bertransformasi dan bertransisi ke *Open Journal System (OJS)*. Hal tersebut bertujuan agar MDVI, melalui lamannya www.ojs.perdoski.id, dapat menjadi salah satu *platform digital* yang mudah diakses bagi pembaca di seluruh Indonesia untuk meningkatkan pengetahuan di bidang dermatologi dan venerologi.

Dalam edisi kedua di tahun 2021 ini, kami memuat berbagai artikel asli, laporan kasus, dan tinjauan pustaka mengenai psoriasis vulgaris, ulkus trofik pada morbus Hansen, sifilis dengan komorbid infeksi HIV, luka bakar, luka kronis, dan prurigo nodularis. Kami akan berupaya untuk terus beradaptasi dan mengikuti perkembangan zaman agar dapat membantu pembaca menjalani proses belajar berkelanjutan.

*Rizky Lendl Prayogo
Tim Editorial MDVI*

APLIKASI TERAPI OKSIGEN HIPERBARIK DALAM PENYEMBUHAN LUKA KRONIS

Duma Wenty Irene Sinambela, Oratna Ginting*

*Departemen Dermatologi dan Venereologi,
FK Universitas Sumatera Utara/Rumah Sakit Universitas Sumatera Utara, Medan*

ABSTRAK

Luka kronis adalah luka yang membutuhkan waktu lama untuk sembuh, tidak sembuh, atau berulang. Luka kronis sebagian besar terkait dengan hipoksia dan iskemia yang dapat merusak sintesis kolagen dan dapat menyebabkan akumulasi metabolit amonia yang menyebabkan pembengkakan sel dan mengganggu penyembuhan luka. Oksigen adalah nutrisi penting untuk luka dan memainkan peran penting dalam setiap tahap proses penyembuhan luka. Terapi oksigen hiperbarik ditujukan untuk mengatasi masalah mendasar dari hipoksia luka dengan menyediakan oksigen ke jaringan iskemik. Terapi oksigen hiperbarik merupakan penggunaan O₂ 100% pada tekanan lebih besar dari tekanan atmosfer. Pasien menghirup O₂ 100% secara intermitten sementara tekanan dari ruang perawatan ditingkatkan menjadi lebih dari 1 atmosfer absolut (ATA). Terapi oksigen hiperbarik mengurangi cedera reperfusi iskemia, memobilisasi stem progenitor cell yang telah diidentifikasi berperan dalam vaskulogenesis, meningkatkan aktivitas neutrofil untuk membunuh bakteri, menghasilkan reactive oxygen species dan reactive nitrogen species, dan merangsang berbagai faktor pertumbuhan yang mendukung penyembuhan luka.

Kata kunci: luka kronis, penyembuhan luka kronis, terapi oksigen hiperbarik

HYPERBARIC OXYGEN THERAPY APPLICATION IN CHRONIC WOUND HEALING

ABSTRACT

Chronic wounds are those that take a long time to heal, do not heal, or recur. Chronic wounds are mostly associated with hypoxia and ischemia which can impair collagen synthesis and can lead to the accumulation of metabolites such as ammonia, which causes cell swelling and impairs wound healing. Oxygen is an essential nutrient for wounds and plays an important role in every stage of the wound healing process. Hyperbaric oxygen therapy is aimed to manage wound hypoxia by providing oxygen to the ischemic tissue. Hyperbaric oxygen therapy use 100% O₂ at a pressure greater than atmospheric pressure. Patients inhale 100% O₂ intermittently while the pressure from the treatment room is increased to more than 1 atmosphere absolute (ATA). Hyperbaric oxygen therapy reduces ischemic reperfusion injury, mobilizes stem progenitor cells that play a role in vasculogenesis, increases neutrophil activity to kill bacteria, produces reactive oxygen species and reactive nitrogen species, and stimulates various growth factors that supports wound healing.

Keywords: Chronic wounds, chronic wound healing, hyperbaric oxygen therapy

Korespondensi:

Jl. dr. Mansyur No.5 Medan
Tel: 08111356260
E-mail: dumasinambela.ds5@gmail.com

PENDAHULUAN

Luka adalah diskontinuitas dari struktur jaringan yang utuh. Luka dapat disebabkan oleh faktor mekanik, termal, fisik, bedah, atau kimia.¹ Penyembuhan luka melibatkan kejadian yang kompleks namun tumpang tindih dan berurutan yang bertujuan untuk memperbaiki sawar kulit, yaitu hemostasis atau koagulasi, peradangan, proliferasi, dan *remodeling*.² Kejadian tersebut diatur oleh mediator yaitu trombosit, neutrofil, makrofag, sitokin, faktor pertumbuhan, dan *matrix metalloproteinases* (MMPs). Semua komponen ini berperan dalam penyembuhan, dan perubahan pada satu atau lebih komponen ini dapat mengganggu penyembuhan dan/atau menyebabkan pembentukan parut abnormal, misalnya parut hipertrofik atau keloid.² Beberapa luka gagal melalui proses ini secara teratur dan tepat waktu sehingga menjadi luka kronis.¹⁻³

Luka kronis adalah luka membutuhkan waktu lama untuk sembuh, tidak sembuh, atau berulang. Karakteristik luka kronis adalah jaringan yang luka mengalami kondisi hipoksia dan umum terjadi pada orang tua dan orang yang memiliki penyakit penyerta, misalnya diabetes dan penyakit arteri serta vena perifer.⁴ Luka kronis tidak responsif, progresif dan resisten terhadap berbagai pengobatan, sehingga menyebabkan terjadinya peningkatan populasi pasien dengan luka yang sulit sembuh dan bermasalah. Luka kronis merupakan suatu masalah kesehatan masyarakat yang terus berkembang, menurunkan kualitas hidup dan menjadi tantangan bagi penyedia layanan kesehatan.^{1,3,4}

Terapi oksigen hiperbarik/*hyperbaric oxygen therapy* (HBOT) diperkenalkan pada tahun 1622 untuk keperluan pengobatan oleh seorang dokter berkebangsaan Inggris bernama Henshaw dan telah digunakan pada luka kronis selama 40 tahun. Modalitas terapi ini relatif banyak tersedia di Amerika Utara, Rusia, Cina dan Kuba.⁵ Terapi oksigen hiperbarik adalah penggunaan oksigen 100% pada tekanan lebih besar dari tekanan atmosfer. Pasien menghirup O₂ 100% secara *intermittent* sementara tekanan dari ruang perawatan ditingkatkan hingga lebih dari 1 atmosfer absolut (ATA).⁵⁻⁸

Terapi oksigen hiperbarik merupakan terapi adjuvan dalam penyembuhan luka kronis. Aplikasi HBOT untuk penyembuhan luka kronis telah direkomendasikan oleh *Undersea and Hyperbaric Medical Society* (UHMS), namun manfaatnya dalam penyembuhan luka kronis perlu dipelajari lebih lanjut.^{1,9-11}

PERANAN OKSIGEN DALAM PROSES PENYEMBUHAN LUKA KRONIS

Penyembuhan luka terdiri atas beberapa fase, yaitu fase hemostasis atau koagulasi, inflamasi, proliferasi, dan remodeling.^{1,2} Oksigen adalah nutrisi penting untuk luka dan memiliki peranan penting dalam setiap tahap proses penyembuhan luka.^{1,8} Oksigen berperan sebagai kofaktor penting untuk replikasi fibroblas, deposisi kolagen, angiogenesis, resistensi terhadap infeksi, dan pembunuhan bakteri oleh leukosit secara intraseluler. Pada sisi lain, hipoksia jaringan adalah inisiator penyembuhan luka dan mengarah pada stimulasi *hypoxia-inducible factor* (HIF) yang memainkan peran sentral dalam adaptasi tubuh terhadap lingkungan yang hipoksia.^{12,13} Adaptasi ini termasuk angiogenesis, glikolisis anaerob, mobilitas seluler, pensinyalan faktor pertumbuhan, dan eritropoiesis.^{1,12}

Pada fase hemostasis atau koagulasi terjadi vasokonstriksi, agregasi platelet, dan pembentukan bekuan fibrin untuk menghentikan pendarahan, tetapi juga menyebabkan iskemia dan hipoksia lokal karena terjadi trombosis pembuluh darah. Tekanan oksigen (pO₂) arteri adalah faktor kunci dalam penyembuhan luka dan dapat dimodulasi melalui vasodilatasi, peningkatan curah jantung, permeabilitas kapiler, dan peningkatan pO₂ alveolar yang dapat dicapai dalam kondisi hiperbarik.¹²

Pada fase inflamasi, makrofag merupakan faktor utama dalam menghancurkan jaringan yang rusak dan pembunuhan bakteri. Pembunuhan bakteri secara oksidatif dihambat karena terjadinya hipoksia lokal pada luka. Tekanan oksigen minimum yang dibutuhkan agar dapat membunuh bakteri adalah sebesar 30 mmHg. Neutrofil dapat membunuh 37% bakteri dalam 1 jam dalam kondisi anoksik, 58% ketika pO₂ dinaikkan menjadi 5 mmHg, dan 70% pada 30 mmHg. Aktivitas pembunuhan bakteri oleh neutrofil tergantung pada *oxygen-dependent respiratory burst*, dimana neutrofil mengubah oksigen menjadi superoksida. Proses ini dapat menghasilkan peningkatan konsumsi oksigen sebanyak 20-100 kali lipat dan terjadi penurunan pO₂ jaringan dari 60 mmHg menjadi 0-10 mmHg. Produksi superoksida terjadi secara maksimal pada pO₂ jaringan 300 mmHg, tetapi turun menjadi setengahnya apabila pO₂ jaringan antara 80-150 mmHg. Semakin tinggi oksigen yang dihirup, semakin rendah penyebaran infeksi yang dapat menyebabkan nekrosis jaringan.^{1,8,12}

Pada fase proliferasi penyembuhan luka, terjadi

peningkatan deposisi kolagen, angiogenesis, granulasi pembentukan jaringan, dan epitelisasi yang seluruhnya berkaitan dengan pO_2 luka.^{8,12} Kolagen tidak dapat disintesis tanpa oksigen. Tekanan O_2 jaringan minimum untuk sintesis kolagen adalah 25 mmHg, sehingga pO_2 jaringan < 25 mmHg menurunkan deposisi kolagen dan kolagen dengan kekuatan tarik yang rendah dapat meningkat dengan pO_2 tinggi dan menurun dengan pCO_2 yang tinggi. Hiperoksia dapat meningkatkan angiogenesis dan vaskulogenesis. *Stem progenitor cell* (SPC) telah diidentifikasi berperan dalam vaskulogenesis, dan penelitian menunjukkan bahwa HIF berperan penting dalam mengarahkan SPC pada sirkulasi ke jaringan iskemik. Tingkat mitosis sel skuamosa bergantung pada oksigen, dan epitelisasi meningkat dengan hiperoksia dan berkurang dengan hipoksia.^{1,12,14}

Pada tahap remodeling, produksi kolagen oleh fibroblas sangat tergantung oksigen. Beberapa langkah dalam sintesis kolagen yang membutuhkan oksigen, misalnya: enzim yang bertanggung jawab mengubah prolin menjadi hidrosiprolin, memungkinkan prokolagen peptida untuk mencapai bentuk *triple helix*, membutuhkan molekul O_2 .⁸ Tautan silang serat kolagen menyebabkan penutupan luka selama 4-5 minggu selanjutnya. Penutupan dari luka tergantung pada kualitas dan kuantitas kolagen, yang tergantung pada oksigenasi luka.^{1,12}

TERAPI OKSIGEN HIPERBARIK

Terapi oksigen hiperbarik adalah penggunaan O_2 100% pada tekanan lebih besar dari tekanan atmosfer. Pasien menghirup O_2 100% secara *intermittent* sementara tekanan dari ruang perawatan ditingkatkan menjadi lebih dari 1 ATA.^{5,15}

Food and drug administration (FDA) dan *Undersea and Hyperbaric Medical Society* (UHMS) telah menetapkan 13 indikasi HBOT yang telah memiliki cukup bukti untuk mendukung penggunaannya, yaitu: (1) Penyakit dekompresi, (2) Keracunan karbon monoksida, (3) Emboli udara atau gas, (4) Sindrom kompartemen pada *crush injury* dan cedera iskemia akut lainnya, (5) Miositis dan mionekrosis klostridial, (6) Pengobatan adjuvan untuk luka kronis, (7) Osteomielitis refraktori kronis, (8) Anemia selain yang disebabkan oleh kehilangan darah, (9) Infeksi jaringan lunak nekrotikans, (10) Cedera jaringan karena radiasi, (11) Luka bakar termal, (12) Iskemia pada cangkok dan *flap* kulit, (13) Abses intrakranial.^{7,8,16,17}

Undersea and Hyperbaric Medical Society telah merekomendasikan HBOT untuk penyembuhan luka kronis.⁶ Andreade dkk.(2016) melaporkan bahwa luka kronis yang paling sering diindikasikan untuk HBOT adalah ulkus vena, cedera traumatis dan kaki diabetes.³ Visnawath dkk.(2012) melaporkan HBOT dianjurkan untuk mengobati luka kronis terutama ulkus diabetes dan ulkus yang disebabkan oleh insufisiensi vaskular.⁵

TERAPI OKSIGEN HIPERBARIK PADA PENYEMBUHAN LUKA KRONIS

Berbeda dengan menghirup oksigen pada tekanan atmosfer di permukaan laut, HBOT mengurangi cedera reperfusi iskemia, memobilisasi SPC yang bersirkulasi, meningkatkan aktivitas neutrofil untuk membunuh bakteri, menghasilkan *reactive oxygen species* (ROS) dan *reactive nitrogen species* (RNS), dan merangsang berbagai faktor pertumbuhan yang mendukung penyembuhan luka. *Hyperbaric oxygen therapy* mengurangi edema perivaskular dan peradangan dengan menghambat perlekatan neutrofil pada endotel pembuluh darah iskemik, tetapi tidak menghambat fungsi antimikroba normal dari degranulasi, fagositosis, maupun *oxidative burst*. *Hyperbaric oxygen therapy* terlibat dalam rekrutmen dan diferensiasi SPC yang beredar untuk membentuk *vessel de novo*. *Hypoxia-inducible factor* dapat membantu mengarahkan SPC di sirkulasi ke jaringan iskemik sehingga terjadi kombinasi aktivitas HIF dan HBOT menjadi dasar perbaikan penyembuhan luka dengan terapi HBOT. Sebaliknya, HIF telah terbukti pecah dengan cepat dalam lingkungan non hipoksia sehingga HBOT meningkatkan penyembuhan luka dengan menekan HIF.^{6,8,12,18}

Reactive oxygen species dan RNS adalah molekul pensinyalan penting yang terlibat dalam regulasi berbagai hormon, faktor pertumbuhan, dan sitokin terlibat dalam penyembuhan luka, berupa superoksida (O_2^-), hidrogen peroksida (H_2O_2), asam hipoklorat (HOCl), dan hidrosil (-HO) adalah produk sampingan alami dari metabolisme normal, dan RNS termasuk *nitric oxide* (NO) dan *peroxynitrite* (ONOO), produk dari NO dan O_2 . *Nitric oxide* disintesis oleh tiga enzim NO sintase: NOS-1 (nNOS), NOS-2 (iNOS), dan NOS-3 (eNOS). Aktivitas eNOS sumsum tulang diperlukan untuk mobilisasi SPC, fungsi ini mengalami depresi pada pasien diabetes dan HBOT mampu menstimulasi aktivitas eNOS, menyebabkan stimulasi produksi SPC. *Reactive species* mungkin memiliki efek positif atau negatif, tergantung

pada konsentrasi dan lokasi intraselulernya. Tubuh perlu untuk menyeimbangkan ROS yang dihasilkan sebagai bagian dari metabolisme normal dengan pertahanan anti-oksidan alami. Sebuah ketidakmampuan untuk menjaga keseimbangan menghasilkan stres oksidatif, sehingga terjadi kelebihan produksi ROS pada luka kronis yang menyebabkan pemanjangan fase inflamasi. *Nitric oxide* yang merupakan vasodilator yang poten, berkurang kadarnya pada luka diabetes yang sulit sembuh. Namun, peningkatan level NO setelah pengobatan dengan HBOT berkorelasi dengan penyembuhan luka.^{12,15,19}

Dasar pemikiran di balik penggunaan HBOT dalam perawatan luka kronis adalah untuk memperbaiki jumlah oksigen pada lokasi luka. Hal ini dicapai dengan peningkatan tingkat oksigen pada luka yang diinduksi HBOT dan realokasi aliran darah ke daerah yang hipoksia yang disebabkan vasokonstriksi hiperoksia pada jaringan normal di sekitarnya.⁸

Terdapat dua metode bagaimana oksigen dapat mencapai jaringan yang terluka. Yang pertama adalah perlekatan pada molekul hemoglobin dan yang kedua adalah sebagai oksigen terlarut di dalam plasma. *Hyperbaric oxygen therapy* tidak dapat secara bermakna meningkatkan jumlah oksigen yang terikat pada molekul hemoglobin, namun dapat meningkatkan jumlah oksigen terlarut di dalam plasma.^{6,8} Apabila seseorang menghirup udara ruangan, maka 97% dari hemoglobinnya telah terikat dengan molekul oksigen, sehingga peningkatan level dan tekanan oksigen tidak akan meningkatkan kandungan oksigen hemoglobin secara bermakna. Selanjutnya, bahkan jika HBOT benar-benar meningkatkan jumlah oksihemoglobin yang terdapat dalam pembuluh darah, kurangnya jumlah pembuluh darah di luka akan mencegah oksigen mencapai bagian terdalam dari cedera, di mana hipoksia paling hebat dan oksigen sangat dibutuhkan. Di sisi lain, bahkan pada luka dengan perfusi yang buruk dapat menerima oksigen melalui plasma yang telah mengalami hiperoksigenasi.^{8,20}

Pada saat dilakukan HBOT, pasien dapat duduk atau berbaring di suatu ruang khusus yang terdiri dari bilik tunggal (*monoplace chamber*) atau bilik multipel (*multiplace chamber*) yang bertekanan lebih besar dari tekanan permukaan laut ($\geq 1,4$ ATA).^{5,6,9,13,15,21} Ruang dengan bilik tunggal dirancang untuk merawat satu orang, sedangkan ruang dengan bilik multipel dapat mengakomodasi 5 hingga 25 pasien. Ruang ini juga dapat memuat tempat tidur rumah sakit dan petugas medis jika diperlukan. Oksigen hiperbarik dihirup melalui masker,

tudung yang ketat, atau tabung endotrakeal, tergantung pada kondisi pasien.^{6,15} Di Eropa, sebagian besar fasilitas HBOT menggunakan ruang dengan bilik tunggal, sedangkan di Amerika Serikat menggunakan ruang bilik tunggal maupun multipel. Tekanan O₂ yang dihirup oleh pasien, persis sama dalam bilik tunggal maupun multipel.⁶ Televisi sering disediakan untuk membantu pasien menghabiskan waktu.²⁰ Sebagian besar terapi diberikan pada tekanan 2 atau 3 ATA, berkisar dari hanya 1-5 sesi untuk kondisi akut hingga 30-60 sesi untuk kondisi kronis misalnya luka akibat radiasi. Biasanya setiap sesi berlangsung 45-90 menit, dan 120 menit dianggap sebagai durasi maksimum yang aman.¹⁵ Dalam pengobatan luka kronis, sesi HBOT biasanya dapat diulang sekali atau dua kali sehari dan dapat diulang sampai dengan 5 hari dalam seminggu.⁴⁻⁷

EFEKTIVITAS HBOT DALAM PENYEMBUHAN LUKA KRONIS

Terdapat bukti klinis penggunaan HBOT sebagai terapi adjuvan dalam penyembuhan luka kronis dan dapat mencegah amputasi. Pada satu penelitian acak terkontrol oleh Londahl dkk.(2010) dilaporkan bahwa indeks penyembuhan ulkus mencapai 52% pada kelompok pasien yang diobati dengan HBOT dibandingkan pada kelompok plasebo yang hanya mencapai 29% ($p = 0,03$). Kombinasi HBOT dengan terapi konvensional mengurangi waktu penyembuhan rata-rata dalam jangka pendek (hingga enam minggu) bila dibandingkan dengan terapi konvensional saja di ulkus kaki diabetik [OR: 14,25; 95% CI: 7,08–28,68], ulkus kaki vena [*mean*: 33,00%, 95% CI: 18,97–47,03, $p < 0,00001$], kombinasi luka arteri dan vena [*mean*: 61,88%, 95% CI: 41,91–81,85, $p < 0,00001$] dan vaskulitis kronis berulang yang tidak berespons terhadap terapi immunosupresif. Pengobatan dengan HBOT juga dikaitkan dengan pengurangan risiko amputasi mayor yang bermakna, yang didefinisikan sebagai amputasi di atas sendi pergelangan kaki [RR: 0,29; 95% CI: 0,19–0,44].²²

KONTRAINDIKASI, KEAMANAN DAN EFEK SAMPING HBOT

Terapi oksigen hiperbarik memiliki kontraindikasi absolut dan relatif. Pneumotoraks dianggap sebagai kontraindikasi absolut kecuali telah diobati.^{6,8,23} Kontraindikasi relatif adalah gangguan keseimbangan tekanan di telinga tengah, demam, klaustrofobia, kehamilan, insufisiensi jantung berat, insufisiensi jantung

berat, asma tidak terkontrol atau kemoterapi bersamaan karena dapat meningkatkan toksisitas O₂.^{6,8,24}

HBOT merupakan salah satu prosedur yang sangat aman. Efek samping yang terjadi dapat sembuh sendiri tanpa pengobatan dan seringkali dapat dihindari dengan skrining yang memadai. Salah satu efek samping paling umum yang terkait dengan perubahan tekanan adalah barotrauma terutama pada telinga tengah.^{6,8,25} Barotrauma juga dapat terjadi pada sinus paranasal dan gigi. Efek samping lain berupa toksisitas oksigen pada sistem saraf pusat dan paru, miopia maupun katarak jarang terjadi.^{6,8,26,27}

KESIMPULAN

Terapi oksigen hiperbarik adalah penggunaan oksigen 100% pada tekanan lebih besar dari tekanan atmosfer.

Pasien menghirup oksigen 100% secara *intermittent* sementara tekanan dari ruang perawatan ditingkatkan menjadi lebih dari 1 ATA. Diantara terapi tambahan yang digunakan pada luka kronis, HBOT memiliki kemampuan unik untuk memperbaiki hipoksia jaringan, mengurangi peradangan patologis, dan mengurangi cedera reperfusi iskemia. Penggunaan HBOT telah direkomendasikan oleh FDA dan UHMS. Terapi oksigen hiperbarik merupakan suatu modalitas pengobatan yang aman dengan efek samping yang dapat dihindari dengan skrining yang memadai. Saat ini telah terdapat banyak penelitian yang memberikan dukungan kuat untuk penggunaan HBOT pada penyembuhan luka kronis, namun penelitian lanjutan masih terus diperlukan untuk mengetahui lebih banyak efikasi dan keamanannya.

DAFTAR PUSTAKA

- Jain KK. HBO therapy in wound healing, Plastic surgery and dermatology. Dalam: Textbook of Hyperbaric Medicine. Springer; 2017. h. 183–205.
- Alavi A, Kirsner R. Wound healing. Dalam: Kang S, Amagai M, Bruckner AL, Enk AH, Margolis DJ, McMichael AJ dkk., penyunting. Fitzpatrick's dermatology in general medicine. Edisi ke-9. New York: McGraw-Hill; 2019. h. 16–2700.
- Andrade SM de, Santos ICRV. Hyperbaric oxygen therapy for wound care. *Rev Gaúcha Enferm.* 2016;37(2):e59257.
- Kranke P, Bennett MH, Martyn-St James M, Schnabel A, Debus SE, Weibel S. Hyperbaric oxygen therapy for chronic wounds. *Cochrane Database Syst Rev.* 2015;2015(6).
- Bhutani S, Vishwanath G. Hyperbaric oxygen and wound healing. *Indian J Plast Surg.* 2012;45(2):316-24.
- Gottrup F, Dissemmond J, Baines C, Frykberg R, Jensen PØ, Kot J, dkk. Use of oxygen therapies in wound healing. *Acta Univ Agric Silv Mendeliana Brun.* 2015;53(9):1689-99.
- Fife CE, Eckert KA, Carter MJ. An update on the appropriate role for hyperbaric oxygen. *Plast Reconstr Surg.* 2016;138(3 Suppl):107-16S.
- Thackham JA, McElwain DLS, Long RJ. The use of hyperbaric oxygen therapy to treat chronic wounds: A review. *Wound Repair Regen.* 2008;16(3):321-30.
- Skeik N, Porten BR, Isaacson E, Seong J, Klosterman DL, Garberich RF, dkk. Hyperbaric oxygen treatment outcome for different indications from a single center. *Ann Vasc Surg.* 2015;29(2):206-14.
- Chen C-Y, Wu R-W, Hsu M-C, Hsieh C-J, Chou M-C. Adjunctive hyperbaric oxygen therapy for healing of chronic diabetic foot ulcers: a randomized controlled trial. *J wound, ostomy, Cont Nurs Off Publ Wound, Ostomy Cont Nurses Soc.* 2017;44(6):536-45.
- Jones RE, Foster DS, Longaker MT. Management of chronic wounds-2018. *JAMA.* 2018;320(14):1481-2.
- Huang E, Heyboer III M, Savaser DJ. Hyperbaric oxygen therapy for the management of chronic wounds: patient selection and perspectives. *Chronic Wound Care Manag Res.* 2019;6(1):27-37.
- Francis A, Baynosa RC. Hyperbaric oxygen therapy for the compromised graft or flap. *Adv Wound Care.* 2017;6(1):23-32.
- Sunkari VG, Lind F, Botusan IR, Kashif A, Liu ZJ, Ylä-Hertuala S, dkk. Hyperbaric oxygen therapy activates hypoxia-inducible factor 1 (HIF-1), which contributes to improved wound healing in diabetic mice. *Wound Repair Regen.* 2015;23(1):98-103.
- Jeter JP, Wong EB. Hyperbaric oxygen therapy in dermatology. *Cutis.* 2020;105(1):24-7.
- Eggleton P, Bishop A, Smerdon G. Safety and efficacy of hyperbaric oxygen therapy in chronic wound management: current evidence. *Chronic Wound Care Manag Res.* 2015;81.
- Shah J. Hyperbaric oxygen therapy. *J Am Col Certif Wound Spec.* 2010;2(1):9-13.
- Zhang Q, Gould LJ. Hyperbaric oxygen reduces matrix metalloproteinases in ischemic wounds through a redox-dependent mechanism. *J Invest Dermatol.* 2014;134(1):237-46.
- Thom SR. Hyperbaric oxygen: Its mechanisms and efficacy. *Plast Reconstr Surg.* 2011;127(SUPPL. 1 S):1-16.
- Niinikoski JHA. Clinical hyperbaric oxygen therapy, wound perfusion, and transcutaneous oximetry. *World J Surg.* 2004;28(3):307-11.
- Messages KEY. Hyperbaric oxygen therapy for the treatment of diabetic foot ulcers: A health technology assessment. *Ont Health Technol Assess Ser.* 2017;17(5):1-142.
- Löndahl M, Katzman P, Nilsson A, Hammarlund C.

- Hyperbaric oxygen therapy facilitates healing of chronic foot ulcers in patients with diabetes. *Diabetes Care*. 2010; 33(5):998–1003.
23. Hunter S, Langemo DK, Anderson J, Hanson D, Thompson P. Hyperbaric oxygen therapy for chronic wounds. *Adv Skin Wound Care*. 2010;23(3):116-9.
 24. Wang C. Hyperbaric oxygen for treating wounds. *Arch Surg*. 2003;138(3):272.
 25. Thackham JA, McElwain DLS, Long RJ. The use of hyperbaric oxygen therapy to treat chronic wounds: A review. *Wound Repair Regen*. 2008;16(3):321-30.
 26. Heyboer M, Sharma D, Santiago W, McCulloch N. Hyperbaric oxygen therapy: side effects defined and quantified. *Adv Wound Care*. 2017;6(6):210-24.
 27. Wibowo A. Oksigen hiperbarik: terapi percepatan penyembuhan luka. *Jurnal Kedokteran dan Kesehatan Universitas Lampung*. 2015;5(9):125-8.