

Gäller för: Verksamhet Anestesi Operation IVA Östra
Innehållsansvar: Olaf Gräbel, (olagr1), Överläkare
Godkänd av: Martin Hubrich, (marhu11), Verksamhetschef

Giltig från: 2025-08-25

Giltig till: 2027-06-15

Handläggning av diabetespatienter med kroniska fotsår som remitteras till HBO

Denna rutin gäller för

Tryckkammarenheten, Område 5, Sahlgrenska Universitetssjukhuset.

Diabetesmottagningen, medicinkliniken, SU/område 2, Sahlgrenska Universitetssjukhuset.

Revideringar i denna version

2024-02-14. Ny rutin, ersätter rutin 17287 [Diabetes \(hypoxiska\) sår](#).

Syfte

Beskriva handläggningen av patienter med diabetes mellitus och kroniska fotsår aktuella för adjuvant Hyperbar Oxygen (HBO).

Arbetsbeskrivning

Indikation

Är följande kriterier uppfyllda bör en patient med fotsår behandlas med hyperbar oxygen (HBO):

- patienten har diabetes mellitus, bör vara välreglerad.
- har befintligt fotsår som inte läkt trots optimal standardbehandling under minst tre månader
- kärlkirurgisk utredning av benets och fotens cirkulation har genomförts

- nödvändig revaskulering är antingen utförd eller inte medicinskt möjlig
- vävnaden invid fotsåret skall vara hypoxisk enligt definition nedan

Kontraindikationer

Pneumothorax är en absolut kontraindikation.

Relativa kontraindikationer är rökning, klaustrofobi, tidigare given Bleomycinbehandling (inom 5 år), grav obstruktiv lungsjukdom, restillstånd efter thoraxtrauma eller sjukdomsprocess i lungan där ärrbildning gör att luftfickor kan bildas, nyligen genomgången hjärtinfarkt eller stroke, grav hjärtsvikt, instabil angina och graviditet.

Utredning inför bedömning:

Patienter som remitteras till TK för behandling av fotsår kallas till en läkarbedömning. Den syftar till att avgöra om:

- patienten uppfyller kriterierna ovan
- patienten av hälsomässiga skäl klarar av behandling med HBO. Hälsoenkät används. Vid behov tas EKG och lungröntgen. Klaustrofobi efterfrågas aktivt. Relativa kontraindikationer värderas.
- det föreligger vävnadshypoxi i området invid såret som går att häva med HBO. Detta fastställs med transkutan syremätning (TcpO₂) runt sårkanterna, utförd enligt separat rutin.

Såret mäts och fotograferas.

Behandling och uppföljning

HBO ges som en serie av 40 stycken behandlingar, tabell 14:90:27 vanligen en gång per vardag under åtta veckor. En behandling tar ca två timmar.

Ansvarig läkare vid tryckkammaren, An/Op/IVA, SU/Område 2 som accepterar en patient för HBO-behandling ska säkerställa att patienten har tillgång till god diabetes- samt sårvård under behandlingsperioden.

Efter avslutad HBO-behandling återgår alltid ansvaret för att handlägga patientens diabetes och eventuella kvarvarande fotsår till tidigare vårdgivare.

Uppföljning bör ske av HBO-läkare sex månader efter avslutad HBO-behandling. Eventuella besök efter HBO-behandlingens avslutande har som enda syfte att dokumentera och utvärdera given vård.

Ansvar

Läkare och sjuksköterskor som arbetar på Tryckkammarenheten samt diabetesmottagningen, medicinkliniken, SU/område 2 (DM) ansvarar för att arbeta utefter denna rutin. Vårdenhetschef och vårdenhetsöverläkare ansvarar för att rutinen är känd och följs. Verksamhetschefer på berörda enheter ansvarar för att rutinen finns och följer gällande författningar och lagar.

Uppföljning, utvärdering och revision

Vårdenhetsöverläkaren har ansvaret för att rutinen följs upp, utvärderas och revideras. Medvetet avsteg från rutinen dokumenteras i Melior om rutinen är kopplad till patient. Övriga orsaker till avsteg från rutinen rapporteras i MedControlPRO.

Relaterad information

HBO - Definition och verkningsmekanism

HBO innebär att patienten får andas ren syrgas under förhöjt omgivningstryck. Behandlingen genomförs i en tryckkammare som vanligtvis trycksätts till 240–280 kPa, motsvarande ungefär 14–18 meters vattendjup. Hela kroppen utsätts för det ökade trycket. Den inandade syrgasen har ett pO_2 på 240–280 kPa jämfört med ca 21 kPa vid luftandning under normalt atmosfärstryck (ca 100 kPa).

Mängden löst syrgas i blodet ökar markant, från ca 3ml O_2 /lit till ca 50–60 ml O_2 /lit plasma. Den ökade syrgastensionen i blodet gör att O_2 kan diffundera uppemot 2–3 ggr längre från varje kapillär än vid vanlig luftandning, samt att mängden syrgas som diffunderar ut i intilliggande vävnad ökar mer än 10 gånger. Resultatet blir ett kraftigt ökat syrgasinnehåll i blodet, ökad mängd syrgas i vävnaden samt ett förlängt diffusionsavstånd för syrgas, vilket gör att en större mängd vävnad kan syresättas med befintliga kapillärer.

Leukocyternas förmåga till fagocytos är nedsatt i hypoxisk vävnad. HBO reverserar hypoxi och förbättrar därmed deras bakteriedödande förmåga. Den

hyperoxiska miljön är dessutom fördelaktig vid infektioner där anaeroba bakterier ingår. HBO stimulerar angiogeneos i hypoxisk vävnad genom en uppreglering av VEGF (Vascular endothelial growth factor). HBO leder även till en NO-medierad mobilisering av stamceller till hypoxisk vävnad vilket ger upphov till ökad fibroblastaktivitet, kärnbildning och epitelialisering av sår. Det höga syrgastrycket ger en minskning av ödem via hyperoxisk vasokonstriktion.

Vetenskaplig bakgrund

Trots att behandling med HBO varit tillgänglig under lång tid råder det fortfarande oenighet om dess effekt vid behandling av kroniska fotsår hos patienter med diabetes mellitus. Detta beror på att tidigare studier haft vetenskapligt brister. Men de senaste åren har det publicerats nya randomiserade, kontrollerade studier av högre kvalitet, vilket förändrat kunskapsläget.

Systematiska sammanställningar publicerade av Cochrane Collaboration 2009 och International Study Group of the Diabetic Foot inom International Diabetes Foundation 2012 stödjer användandet av HBO till utvalda patienter. 2012 publicerades en HTA-analys (Health Technology Assessment) som visar att det finns ett vetenskapligt stöd för att HBO, som adjuvant behandling, leder till förbättrad läkning av fotsår hos diabetespatienter. Det är emellertid fortfarande oklart om HBO leder till färre amputationer.

Biverkningar

HBO har ett antal väl kända biverkningar. De vanligaste är relaterade till tryckförändringar i mellanöron och bihålor med framförallt värk och svårigheter att tryckutjämna. Mer sällan förekommer blödningar i mellanörat eller trumhinneperforation.

Det höga partialtrycket av syrgas kan ge upphov till påverkan av lungparenkymet och generella kramper. Det sistnämnda tillståndet är ovanligt, incidensen anges ofta i litteratur till mindre än 1/1000 behandlingar. Det är känt att HBO kan öka insulinkänsligheten och därmed finns en risk för hypoglykemi.

Progressiv myopi förekommer, vanligen efter mer än 20 behandlingar. Uppkomstmekanismen är inte fullt klarlagd, men besvären går nästan alltid

helt i regress efter avslutad behandling. Klaustrofobi kan omöjliggöra eller försvåra genomförande av planerad behandling.

Kunskapsöversikt

Löndahl M, Fagher K, Katzman P. What is the Role of Hyperbaric Oxygen in the Management of Diabetic Foot Disease? *Curr Diab Rep.* 2011; **11**(4):285-93.

Game FL, Hinchliffe RJ, Apelqvist J, Armstrong DG, Bakker K, Hartemann A, et al. A systematic review of interventions to enhance the healing of chronic ulcers of the foot in diabetes. *Diabetes Metab Res Rev.* 2012; **28** Supp 11:119-41.

Kranke P, Bennet M, Debus S, Roeckl-Wiedmann I, Schnabel A. Hyperbaric Oxygen Therapy for chronic wounds. (Review). *Cochrane Library.* 2009; (3).

Lind, F., et al. Riktlinjer för Hyperbar Oxygenbehandling - HBO. 2011 2011-12-12 [cited 2013 January]; 1:[SFAI:s referensgrupp för hyperbarmedicins riktlinjer för Hyperbar Oxygenbehandling]. Available from: http://sfai.se/files/Riktlinje_%20HBO_111212_0.pdf.

Löndahl M, Katzman P, Nilsson A, Hammarlund C. Hyperbaric oxygen therapy facilitates healing of chronic foot ulcers in patients with diabetes. *Diabetes Care.* 2010 May;**33**(5):998-1003.

Mathieu, D., *Handbook on Hyperbaric Medicine.* 1:st ed. 2006, Netherlands: Springer. 49-68.

Tandara, A.A. and T.A. Mustoe, Oxygen in wound healing - more than a nutrient. *World J Surg,* 2004. **28**(3): p. 294-300.

Fok, T.C., et al., Hyperbaric oxygen results in increased vascular endothelial growth factor (VEGF) protein expression in rabbit calvarial critical-sized defects. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod,* 2008. **105**(4): p. 417-22.

Lee, C.C., et al., Hyperbaric oxygen induces VEGF expression through ERK, JNK and c-Jun/AP-1 activation in human umbilical vein endothelial cells. *J Biomed Sci*, 2006. **13**(1): p. 143-56.

Thom, S.R., et al., Stem cell mobilization by hyperbaric oxygen. *Am J Physiol Heart Circ Physiol*, 2006. **290**(4): p. H1378-86.

Knighton, D.R., I.A. Silver, and T.K. Hunt, Regulation of wound-healing angiogenesis-effect of oxygen gradients and inspired oxygen concentration. *Surgery*, 1981. **90**(2): p. 262-70.

Nylander, G., et al., Reduction of postischemic edema with hyperbaric oxygen. *Plast Reconstr Surg*, 1985. **76**(4): p. 596-603.

Hampson, N. and D. Atik, Central nervous system oxygen toxicity during routine hyperbaric oxygen therapy. *Undersea Hyperb Med*, 2003. **30**(2): p. 147-53.

Gesell, L.B., *Hyperbaric Oxygen Therapy Indications*. 12 ed. 2008: Undersea and Hyperbaric Medical Society.

Wilkinson, D., I.M. Chapman, and L.K. Heilbronn, Hyperbaric oxygen therapy improves peripheral insulin sensitivity in humans. *Diabet Med*, 2012. **29**(8): p. 986-9.

Artikelgranskning och evidensgradering

Thorin, I. *Hyperbaric oxygen therapy in the treatment of diabetic foot ulcers and late radiation tissue injuries of the pelvis*. HTA-centrum Sahlgrenska Universitetssjukhuset. 2012-09-27 Jan 2013]; Available from: <http://www.sahlgrenska.se/hta-centrum>.

Granskare/arbetsgrupp

Anders Rosén, Specialistläkare, AnOpIVA, Område 5

OBS! Utskriven version kan vara ogiltig. Verifiera innehållet.

Stina Gabrielsson, tf Vårdenhetsöverläkare Tryckkammaren, AnOpIVA,
Område 5

Information om handlingen

Handlingstyp: Rutin

Gäller för: Verksamhet Anestesi Operation IVA Östra

Innehållsansvar: Olaf Gräbel, (olagr1), Överläkare

Godkänd av: Martin Hubrich, (marhu11), Verksamhetschef

Dokument-ID: SU9805-1593997-2984

Version: 3.0

Giltig från: 2025-08-25

Giltig till: 2027-06-15