

# Hiperbanična oksigeno terapija u liječenju kroničnih rana

---

Hodanić, Ivana

Undergraduate thesis / Završni rad

2019

Degree Grantor / Ustanova koja je dodijelila akademski / stručni stupanj: **University North / Sveučilište Sjever**

Permanent link / Trajna poveznica: <https://um.nsk.hr/um:nbn:hr:122:362504>

Rights / Prava: [In copyright](#) / [Zaštićeno autorskim pravom.](#)

Download date / Datum preuzimanja: **2025-02-05**



Repository / Repozitorij:

[University North Digital Repository](#)





**Sveučilište  
Sjever**

**Završni rad br. 1183/SS/2019**

## **Hiperbarična oksigenoterapija u liječenju kroničnih rana**

**Ivana Hodanić, 1860/336**

Varaždin, rujan 2019. godine





# Sveučilište Sjever

**Odjel za sestrinstvo**

**Završni rad br. 1183/SS/2019**

## **Hiperbarična oksigenoterapija u liječenju kroničnih rana**

**Student**

Ivana Hodanić, 1860/336

**Mentor**

doc. dr. sc. Marijana Neuberg

Varaždin, rujan, 2019. godine

# Prijava završnog rada

## Definiranje teme završnog rada i povjerenstva

ODJEL	Odjel za sestrinstvo		
STUDIJ	preddiplomski stručni studij Sestrinstva		
PRISTUPNIK	Ivana Hodanić	MATIČNI BROJ	1860/336
DATUM	17.09.2019.	KOLEGIJ	Zdravstvena njega odraslih II
NASLOV RADA	Hiperbarična oksigeno terapija u liječenju kroničnih rana		
NASLOV RADA NA ENGL. JEZIKU	Hyperbaric oxygenated therapy in treatment of chronic wounds		
MENTOR	dr.sc. Marijana Neuberg	ZVANJE	docent
ČLANOVI POVJERENSTVA	1. doc.dr.sc. Rosana Ribić, predsjednik		
	2. doc. dr.sc. Marijana Neuberg, mentor		
	3. Ivana Herak, mag.med.techb., član		
	4. dr.sc. Irena Canjuga, zamjenski član		
	5. _____		

## Zadatak diplomskog rada

BROJ	1183/SS/2019
OPIS	<p>Kronične rane velik su javnozdravstveni problem današnjice. Stvaraju velik teret bolesnicima, zdravstvenom osoblju ali i cijelom zdravstvenom sustavu. Hiperbarična oksigeno terapija nije je neinvazivna metoda liječenja kroničnih rana. Hiperbarična oksigeno terapija postupak je primjene kisika pri tlaku većem of atmosferskog tlaka. Cijeđenje rana kompleksan je process u kojem sudjeluje više čimbenika te hiperbarična oksigeno terapija pospješuje taj process.</p> <p>U radu je opisano: *Hiperbarična oksigeno terapija *Kronične rane i njeno cijeljenje *Utjecaj kiperbarične oksigeno terapije na cijeljenje kroničnih rana</p>

ZADATAK URUČEN

23.09.2019.



M

## **Predgovor**

*Na kraju mojeg trogodišnjeg studija Sestrinstva, uz veliki trud i odricanje, sa sigurnošću mogu reći da sam iznimno sretna što sam kao odabir svog daljnjeg obrazovanja izabrala upravo Sveučilište Sjever u Varaždinu.*

*Ovim putem željela bih se zahvaliti najviše svojoj mentorici doc. dr. sc. Marijana Neuberg koja mi je od prvog dana studija bila velika motivacija za moje daljnje obrazovanje. Hvala Vam na Vašem znanju, uloženom vremenu i trudu za vrijeme studiranja te prilikom izrade ovog završnog rada.*

*Zatim bih se htjela zahvaliti Mii Grković, mag.med.techn. djelatnici Zavoda za podvodnu i hiperbaričnu medicinu Kliničkog bolničkog centra Rijeka te cjelokupnom Zavodu za podvodnu i hiperbaričnu medicinu koji mi je otvorio svoja vrata te uveo u, za mene, novu granu medicine prema kojoj sam još od srednjoškolskog obrazovanja pokazivala velik interes.*

*Na kraju se želim zahvaliti cijeloj svojoj obitelji te prijateljima koji su u najtežim trenucima vjerovali i bili uz mene kada mi je bilo najpotrebnije.*

## Sažetak

Hiperbarična medicina je specifična grana medicinske znanosti koja se bavi proučavanjem i primjenjivanjem hiperbarične oksigenoterapije. Hiperbarična oksigenoterapija (HBOT) je terapijski postupak upotrebe kisika pri tlaku većem od atmosferskog tlaka. Pacijent se nalazi u hiperbaričnoj komori u kojoj je prisutan tlak veći od jedne apsolutne atmosfere (ATA) te putem maske za lice ili kacige udiše stopostotni kisik. Hiperbaričnom oksigenoterapijom liječe se sve bolesti pri kojima je prisutna hipoksija pa se tako primjenjuje i u procesu cijeljenja kronične rane. S obzirom na tijek cijeljenja rane dijelimo na akutne i kronične. Rane nastaju djelovanjem mehaničkih, kemijskih, termičkih, električnih, bioloških te kombiniranih čimbenika. Kronična rana je svaka rana koja unatoč standardnom medicinskom postupku ne cijeli očekivanom dinamikom, odnosno ne cijeli unutar šest tjedana.

Kisik je za ranu izuzetno hranjiv i igra važnu ulogu u procesu cijeljenja. Promjene tlaka kisika u fiziološkom rasponu utječu na proliferaciju fibroblasta tako što mijenjaju aktivnost tvari koja regulira reakciju stanica na čimbenike rasta. Kisik je potreban za hidroksilaciju prolina i lizina što je neophodno za oslobađanje kolagena iz fibroblasta i njegovu ugradnju u matriks rane koja zacjeljuje.

Cijeljenje rane normalan je odgovor organizma na ozljedu i započinje neposredno nakon prekida integriteta kože. Cilj procesa cijeljenja rane je nadomjestiti oštećeno tkivo vitalnim tkivom te ponovno dovesti do obnove i kontinuiteta kože.

Liječenje rana cjelovit je pristup prilikom kojeg je važno učiniti dobar pregled i procjenu pacijenta, procjenu rane te samo liječenje rane. Prije početka primjene terapije hiperbaričnim kisikom medicinska sestra/tehničar će objasniti pacijentu princip rada barokomore te utjecaj hiperbarične oksigenoterapije na liječenje kroničnih rana. Iako su komplikacije vrlo rijetke, edukacija pacijenta će uvelike pomoći da se takve komplikacije izbjegnu.

**Ključne riječi:** hiperbarična medicina, hiperbarična oksigenoterapija, kronične rane, kisik

## Popis korištenih kratica

<b>HBO</b>	Hiperbarična oksigena cija
<b>HBOT</b>	Hiperbarična oksigenaterapija
<b>ATA</b>	Apsolutna atmosfera
<b>p</b>	Parcijalni tlak plina
<b>pO<sub>2</sub></b>	Parcijalni tlak kisika
<b>pA<sub>O<sub>2</sub></sub></b>	Parcijalni tlak kisika u alveolama
<b>pa<sub>O<sub>2</sub></sub></b>	Parcijalni tlak kisika u arterijskoj krvi
<b>p<sub>v</sub>O<sub>2</sub></b>	Parcijalni tlak kisika u venskoj krvi



## Sadržaj

1.	Uvod.....	1
2.	Povijest liječenja hiperbaričnim zrakom.....	3
2.1.	Povijest hiperbarične oksigencije u Hrvatskoj .....	4
3.	Hiperbarična oksigenoterapija .....	5
3.1.	Fizika i fiziologija hiperbarične oksigenacije .....	5
3.2.	Hipoksija .....	6
3.3.	Hiperbarična komora.....	8
3.4.	Indikacije, kontraindikacije i komplikacije hiperbarične oksigenoterapije.....	9
4.	Kronične rane.....	12
4.1.	Proces cijeljenja rana.....	13
4.2.	Liječenje kroničnih rana.....	14
5.	Sestrinska skrb bolesnika pri hiperbaričnoj oksigenoterapiji .....	18
6.	Sestrinske dijagnoze.....	20
6.1.	Prisutnost boli kod kroničnih rana .....	20
6.2.	Nedostatak znanja o kroničnim ranama .....	20
6.3.	Visok rizik za infekciju kronične rane .....	21
6.4.	Strah u svezi s neizvjesnosti .....	22
7.	Hiperbarična oksigenoterapija i kronične rane .....	24
8.	Prikaz slučaja .....	26
8.1.	Kronična rana traumatske posljedice .....	26
8.2.	Kronična rana lijeve potkoljenice .....	28
9.	Zaključak.....	30
10.	Literatura.....	31

# 1. Uvod

Hiperbarična medicina je specifična grana medicinske znanosti koja se bavi proučavanjem i primjenjivanjem hiperbarične oksigenoterapije. Hiperbarična oksigenoterapija (HBOT) terapijski je postupak upotrebe kisika pri tlaku većem od jednog atmosferskog tlaka. Pacijent se nalazi u hiperbaričnoj komori u kojoj je prisutan tlak veći od jedne apsolutne atmosfere (ATA) te putem maske za lice ili kacige udiše stopostotni kisik [1].

Razvijanje moderne hiperbarične medicine možemo podijeliti u tri ere. Tako u prvu eru možemo smjestiti samo vrijeme otkrića koje traje od početka renesanse do doba prosvjetljenja, dok vrijeme hiperbarične terapije spada u drugu eru te ona traje od sredine 19. stoljeća do početka 20. stoljeća. Treća era, odnosno vrijeme moderne hiperbarične medicine obilježeno je znanstvenim istraživanjima te počinje u drugoj polovici 20. stoljeća i traje još danas [1,2].

Izolacijom "deflogistiranoz zraka", engleski znanstvenik Joseph Priestley, 1775. godine otkrio je kisik. Iako se od 1662. godine primjenjuje liječenje pomoću hiperbaričnog zraka, kisik se nije primjenjivao u hiperbaričnim komorama zbog toksičnih učinaka hiperbaričnog kisika. Toksične učinke prvi su opisali Lavoisier i Seguin 1879. godine te su naveli vrlo jake razloge koji su rezultirali izbjegavanjem primjene hiperbaričnog kisika. Primjenu kisika pod povišenim tlakom prvi je otkrio Dräger koji je 1917. godine razvio sustav liječenja unesrećenih ronilaca. Iz neobjašnjenih razloga Drägerov se sustav nikada nije počeo serijski proizvoditi, a doba hiperbarične oksigenacije (HBO) započinje kada su Behnike i Shaw počeli primjenjivati hiperbarični kisik u liječenju dekompresijske bolesti [1].

Danas se hiperbarična oksigenacija koristi sve češće i češće, a educirano osoblje prilagođava i upravlja komorom i procesom terapije te brine o sigurnosti korisnika tijekom terapije [2]. Medicinska sestra/tehničar ima veliku ulogu u liječenju pacijenta hiperbaričnim kisikom. Prije tretmana medicinska sestra/tehničar educira i priprema pacijenta i kroničnu ranu na tretman te je prisutna tijekom cijelog tretmana u barokomori. Ona/on zapaža i bilježi moguće promjene na pacijentu, omogućuje pacijentu osjećaj sigurnosti te kontrolira ispravnost tijeka tretmana. Nakon tretmana hiperbaričnim kisikom medicinska sestra/tehničar zbrinjava pacijenta i njegovu kroničnu ranu.

Danas postoje dokazane informacije o učinkovitosti hiperbarične oksigenoterapije. HBOT se uspješno koristi u liječenju kroničnih rana, dekompresijske bolesti ronjenja te u svim ostalim stanjima i oboljenjima pri kojima je prisutna hipoksija [3].

Kronične rane predstavljaju velik problem bolesnicima, medicinskom osoblju, ali i cijelom zdravstvenom sustavu. Rane koje ne zarastaju unutar predviđenog razdoblja sukladno s etiologijom i lokalizacijom rane te rane koje ne zarastaju unutar šest tjedana nazivaju se kronične

rane. U 95% slučajeva, kronične rane javljaju se u obliku ishemijske rane, venskih ulkusa, neuropatskih ulkusa te dijabetičkog stopala i dekubitusa. Kronične rane lokalizirane na potkoljenicama u 80% slučajeva su kronične rane uzrokovane kroničnom venskom insuficijencijom, dok su 5-10% arterijske etiologije te ostatak možemo svrstati u neuropatske ulkuse. Osim što prisutnost kroničnih rana smanjuje kvalitetu života bolesnika, kronične rane spadaju u socioekonomski problem u razvijenim zemljama svijeta, problem koji iz dana u dan raste. Javljaju se u 1-2% populacije te se na njihovo tretiranje troši 2-4% zdravstvenog proračuna. Zbog starenja populacije te porasta dijabetesa i pretilosti u svijetu procjenjuje se da će navedene brojke porasti. Tretiranje kroničnih rana zahtjeva multidisciplinarni pristup u koji je potrebno uložiti veliku količinu truda medicinskog osoblja kako bi se kronična rana tretirala što učinkovitije, bezbolnije za bolesnika, jednostavnije te na kraju i jeftinije za zdravstveni proračun [5].

## 2. Povijest liječenja hiperbaričnim zrakom

Prvo hiperbarično liječenje zabilježeno je 1662. godine kada je britanski liječnik Henshaw primjenjivao stlačeni zrak u medicinske svrhe. Iz toga se može zaključiti da prva evidentirana primjena hiperbaričnog liječenja prethodi samom otkriću kisika. Naime, Henshaw je koristio komoru koja je bila hermetički zatvorena prostorija u kojoj je svojevolumno mogao stvoriti razne klimatske uvijete te ostvariti različite tlakove. Takvu je komoru nazivao "domicilium". Prema Henshawu "domicilium" se preporučuje za poboljšanje probave, pojačanje neosjetnog znojenja, olakšanja prilikom disanja i iskašljavanja te zbog toga služi kao izvrsna prevencija kod većine bolesti pluća i dišnih puteva [1].

U devetnaestom stoljeću ponovo dolazi do rasta zanimanja za hiperbarično liječenje u Francuskoj. 1834. godine Junod je izgradio hiperbaričnu komoru za liječenje plućnih bolesti pod tlakom od dvije do četiri apsolutne atmosfere (ATA), dok je 1837. godine Pravaz izgradio najveću hiperbaričnu komoru tog doba te je u njoj liječio pacijente s različitim oboljenjima. Prvu mobilnu hiperbaričnu kiruršku dvoranu izgradio je Fontaine 1877. godine, a do tada su komore postojale u svim većim gradovima Europe. Zanimljiva informacija je da nije postojao općeniti razlog za samu primjenu hiperbarične oksigenacije pa su ju tako liječnici na različite načine opravdavali i objašnjavali njen princip liječenja [1].

U drugoj polovici devetnaestog stoljeća hiperbarična su središta uspoređivana s prirodnim lječilištima. U Oshawi je 1860. godine izgrađena prva hiperbarična komora na tom području, točnije u Sjevernoj Americi. Godinu dana kasnije prva komora u Sjedinjenim Američkim Državama izgrađena je u New Yorku zbog liječenja bolesti živčanog sustava. Najviše korištena komora je Cunninghamova komora u Kansas Cityju tijekom 1920-ih godina. U početku je komora imala svrhu liječenja oboljelih od Španjolske gripe. Cunningham je primijetio kako je smrtnost oboljelih od Španjolske gripe veća na područjima veće nadmorske visine te je tako zaključio kako je barometarski čimbenik vrlo bitan u samom razvoju i tijeku te bolesti. Isto tako je tvrdio kako komora ostvaruje izuzetno poboljšanje kod cijanotičnih i komatoznih pacijenata. Kasnije je počeo liječiti bolesti poput sifilisa, tumora te dijabetesa melitusa. 1928. godine Cunningham je izgradio najveću barokomoru koja je bila visoka pet katova i promjera devetnaest metara. Devet godina kasnije, 1937. godine, najveća barokomora rastavljena je za staro željezo te je time priveden kraj ere liječenja hiperbaričnim zrakom [1].

Godine 1775. engleski znanstvenik Joseph Priestley otkrio je kisik tako što je izolirao "deflogistirani zrak". Hiperbarični zrak koristi se u liječenju još od 1662. godine, no nigdje se ne spominje liječenje uz pomoć kisika. U nadolazećim se razdobljima liječenje kisikom pod povišenim tlakom nije primjenjivalo zbog toksičnih učinaka hiperbaričnog kisika, koje su 1879.

godine prvi opisali Lavoisier i Seguin. Godine 1878. utemeljitelj fiziologije povišenog tlaka, Pul Bert, otkrio je toksičan učinak kisika te je preporučio primjenu normobaričnog kisika, a ne hiperbaričnog kisika u liječenju. 1917. godine Dräger je razvio sustav liječenja žrtava ronilačkih nesreća te je tako otkrio potencijalnu korist hiperbaričnog kisika. Iz nepoznatih razloga Drägerov sustav se nikada nije počeo serijski proizvoditi. Behnke i Shaw 1937. godine počeli su primjenjivati hiperbarični kisik prilikom liječenja dekompresijske bolesti te time započinje doba hiperbarične oksigenacije (HBO) [1].

## **2.1. Povijest hiperbarične oksigenacije u Hrvatskoj**

Prvi članak o mogućnostima primjene hiperbarične oksigenacije objavljen je u riječkom časopisu "Bilten" 1967. godine, časopisu tadašnje Opće bolnice "Braće dr. Sobol". Članak je napisao prof. dr. sc. Ljubomir Ribarić te je u njemu iznio svoja iskustva iz Nizozemske. Primjena hiperbarične oksigenacije u kliničkoj medicini započela je 1969. godine u Institutu pomorske medicine u Splitu, a primjenu su započeli prof. dr. Gošović i suradnici. U nadolazećim godinama, razna istraživanja i publikacije splitskih liječnika potvrđuju učinkovitost hiperbarične oksigenoterapije. Doktor Hasan Kovačević 1992. godine na Medicinskom fakultetu u Rijeci prvi je obranio doktorat znanosti u Hrvatskoj. Doktorat dr. Hasana Kovačevića bio je u području hiperbarične medicine pod naslovom "Ispitivanje djelovanja hiperbaričnog kisika kod bolesnika u drugom stadiju aterosklerotske insuficijencije donjih ekstremiteta".

Prva Hrvatska lista indikacija za hiperbaričnu medicinu objavljena je 1993. godine u riječkom časopisu "Medicina". Iste godine na Medicinskom fakultetu Sveučilišta u Rijeci, započinje dodiplomska nastava iz Pomorske, podvodne i hiperbarične medicine za studente medicine. U srpnju, 1996. godine u Splitu je utemeljeno Hrvatsko društvo za Pomorsku, podvodnu i hiperbaričnu medicinu Hrvatskog liječničkog zbora. Hrvatska hiperbarična medicina počinje se promovirati 2001. godine kada je u Opatiji održan I. Kongres Radne zajednice Alpe-Jadran. Nekoliko godina kasnije, točnije u srpnju 2008. godine, Hrvatski zavod za zdravstveno osiguranje donio je Hrvatsku listu indikacija za hiperbaričnu oksigenaciju te je započelo liječenje hiperbaričnom oksigenacijom uz uputnicu liječnika, no sukladno strogo definiranoj listi. U Rijeci, 2015. godine otvario se Centar za podvodnu i hiperbaričnu medicinu pod vodstvom dr. Borisa Reinića i dr. Igora Barkovića [2].

### 3. Hiperbarična oksigenoterapija

Hiperbarična oksigenoterapija (HBOT) znanstveno je utemeljen terapijski postupak kojim se primjenjuje kisik pri tlaku većem od atmosferskog tijekom kojeg pacijent udiše čisti medicinski kisik, spontanim ili asistiranim udisajem [6].

HBOT se temelji na liječenju tijekom kojeg se primjenjuje kisik tlaka višeg od sto kPa (jedan bar). Ova metoda liječenja primjenjuje se kod bolesnika kod kojih je izravno ili neizravno prisutna hipoksija [7].

Tijekom udisanja hiperbaričnog kisika razina otopljenog kisika u krvi povećava se dvadeset puta više nego prilikom udisanja normobaričnog zraka (normalno disanje) te tri do četiri puta više nego tijekom udisanja normobaričnog kisika (disanje kisika na normalnom tlaku) [6].

Sam postupak hiperbarične oksigenoterapije izvodi se prema određenim smjernicama te pod nadzorom educiranog osoblja. Educirano osoblje upravlja barokomorom te procesom terapije i isto tako brine o sigurnostima pacijenta i osoblja u barokomori tijekom hiperbarične oksigenoterapije [6].

#### 3.1. Fizika i fiziologija hiperbarične oksigenacije

Kisik je najrasprostranjeniji i najvažniji kemijski element na Zemlji. Mješavina plinova koja sadrži 20,94 volumnih postotaka (vol%) kisika, 78,8 vol% dušika, 0,04 vol% ugljičnog dioksida te ostale plinove u tragovima naziva se atmosfera. Zrak se prikazuje kao mješavina 21 vol% kisika i 79 vol% dušika [1].

Kisik putuje iz ambijentnog zraka u alveolski zrak te potom krvlju prolazi plućnim kapilarama i venama u kapilarni i sistemski krvotok. Zatim iz kapilara prelazi u međustaničnu i unutarstaničnu tekućinu pa se potom rasprostranjuje sve do mikroskopskih točaka u kojima započinje njegova potrošnja (endoplazmatski retikulum, perioksimi i mitohondriji) [1].

Kisik se neprestano zadržava u krvi koja prolaskom kroz pluća dopire do sistemskog krvotoka. Prilikom ventilacije pluća od 5 L/min primi se 250 mL/min kisika. Održivost tlaka kisika u alveolama je na vrijednosti od 104 mmHg. Tijekom umjerenog naprežanja tlak se održava četverostrukim povećanjem ventilacije alveola pa se stoga u krv apsorbira 1000 mL kisika u minuti. Ugljični dioksid se kontinuirano stvara u organizmu i putem alveola se izlučuje 40 mmHg. Parcijalni tlak ugljičnog dioksida u alveolama ( $p\text{CO}_2$ ) povećava se proporcionalno brzini izlučivanja  $\text{CO}_2$  iz krvi, a smanjuje se obrnuto proporcionalno veličini alveolske ventilacije [1].

Zbog razlike između parcijalnog tlaka kisika u alveolama ( $pA_{O_2}$ ), koji iznosi 104 mmHg, i parcijalnog tlaka kisika u venskoj krvi ( $pV_{O_2}$ ), koji iznosi 40 mmHg, kisik se rasprostranjuje u plućnu krv. Zatim se, većinom vezan uz hemoglobin, prenosi do tkivnih kapilara gdje se raspušta u stanicama zbog iskorištavanja. U stanicama kisik i različiti spojevi reagiraju i nastaje  $CO_2$  koji dolazi u kapilare te se prenosi natrag u pluća krvlju. U normalnim uvjetima 97% kisika koji se prenosi iz pluća do tkiva kemijski je povezan s hemoglobinom eritrocita, dok je ostalih 3% otopljeno u plazmi. 1,34 mL kisika može biti vezno za jedan gram hemoglobina te je normalna koncentracija hemoglobina 15 grama u 100 mL kisika. Hemoglobin koji je 100% zasićen kisikom u 100 mL krvi prenosi u prosjeku oko 20 mL kisika vezanog za hemoglobin. Najčešće je zasićenje hemoglobina obično 97,5% pa se tako u 100 mL zasićene arterijske krvi nalazi 19,5 mL kisika [2].

Uloga hemoglobina je održavanje stabilne vrijednosti parcijalnog tlaka kisika u tkivima, dok je gornja granica tlaka 40 mmHg. U tkiva se kisik uglavnom dostavlja brzinom od 20 do 40 mmHg, u tlačnoj komori parcijalni se tlak kisika može povećati i do deset puta, a da je pritom promjena  $pO_2$  u tkivu vrlo mala. Hemoglobin se može zasititi kisikom za samo 3% jer je 97% hemoglobina već zasićeno kisikom. Zasićenje kisika za 3% može se ostvariti kada je parcijalan tlak između 100 i 200 mmHg. Prilikom povećanja koncentracije udahnutog kisika ili ukupnog tlaka udahnutog kisika ne poveća se količina kisika koja se krvlju prenosi povezana s hemoglobinom, takvim načinom hemoglobin funkcionira kao pufer tkivne razine kisika [2].

## 3.2. Hipoksija

Termin hipoksija koristi se za označavanje smanjene dostave kisika u tkiva, dok se anoksija označava za potpuni nedostatak kisika, no u pojedinim literaturama anoksija se koristi kao i sinonim za hipoksiju.

Hipoksija je smanjenje parcijalnog tlaka kisika, odnosno smanjenje molekularne koncentracije kisika u tjelesnim tkivima. Teško ju je precizno definirati, ali možemo ju opisati kao stanje kod kojega je prisutan smanjen aerobni metabolizam zbog sniženog parcijalnog tlaka kisika ( $pO_2$ ) u mitohondriju. Istraživanja su dokazala kako hipoksija intenzivno utječe na psihofizički status pojedinca. Promjene su sve opsežnije i dublje ako je hipoksija intenzivnija, dok je moć prilagodbe pojedinca slabija. Hipoksija ima neravnomjerno djelovanje na izložena tkiva te se može razviti u svakom dijelu organizma, dok je od svih tkiva najveći potrošač živčano tkivo [1,8].

Zajednička značajka mnogih bolesti koje se liječe s HBOT je relativna tkivna hipoksija. 80% ukupnog primitka kisika u stanici troši se u mitohondriju, a preostalih 20% iskorištava se u

ostalim staničnim organelima. Pojedini enzimi koji sudjeluju u sintezi neurotransmitera imaju oslabljeni afinitet za kisik te je stoga njihova funkcija narušena već kod umjerenog nedostatka kisika. Neki znaci nedostatka kisika posljedica su prestanka rada transmitera, a ne prestanka rada bioenergijskog sustava. Svi poremećaji koji smanjuju dostavu kisika mogu nastati u svakoj fazi, primjerice fazi disanja, fazi prijenosa kisika ili u samoj fazi iskorištenja kisika u tkivima [1].

Posljedice hipoksije ovise o uzroku, brzini razvoja i o općem stanju organizma. Stanična hipoksija može dovesti do sindroma višestrukog zatajenja organa zbog povećane potrebe tkiva za kisikom i/ili zbog smanjene sposobnosti stanice da preuzme kisik. Na početku kada dođe do hipoksije, disanje je ubrzano, no kasnije se disanje usporava. Prema tomu uzroci hipoksije mogu biti nedostatan oksigeniranje pluća i nedostatan prijenos, isporuka kisika te nemogućnost iskorištavanja kisika u tkivu. Pod nedostatan oksigeniranje pluća možemo svrstati nedostatak kisika u atmosferi (velika nadmorska visina, zatvoren prostor), hipoventilaciju (izrazita pretilost, središnja depresija disanja uzrokovana sedativima, narkoticima ili anestheticima), bolesti pluća (ozljede ili deformacije prsišta, kronična opstruktivna bolest pluća, npr. kronični bronhitis, hipoksično plućno srce), poremećaji disanja u spavanju te poremećaji potrebe tkiva preko normalnog kapaciteta dobave (naprezanje, upala ili hipertermija). Nedostatak prijenosa i isporuke kisika podrazumijeva prijenos kisika u spoju s hemoglobinom (anemija, smanjen broj eritrocita, snižena koncentracija djelotvornog hemoglobina), pojačan afinitet hemoglobina prema kisiku (sniženje temperature, povećanje pH krvi), poremećaji krvotoka (opće sniženje minutnog volumena srca) i poremećaji viskoznosti krvi i mikrokrvotoka (povećanje viskoznosti, bolesti eritrocita). Otrovanje staničnih enzima te smanjenje količine staničnih enzima zbog nedostatka možemo svrstati pod nemogućnost iskorištenja kisika u tkivu [1].

Kada je hipoksija uzrokovana nedostatkom oksigenacije u plućima, bilo to zbog vanjskih razloga bilo zbog plućnih bolesti, najčešće se liječi kisikom. Hiperbarična oksigenoterapija najčešće se koristi kod stanja s nedostatnim prijenosom i isporukom kisika u tkiva te kod stanja sa smanjenim kapacitetom iskorištenog kisika u tkivu. Kao što je navedeno, hipoksija ima najznačajniji učinak na mozak i živčani sustav. Pregledom metaboličkih učinka otkriva se opravdanost primjene HBOT u liječenju hipoksičnih stanja mozga, osobito kada je riječ o cerebrovaskularnoj ishemiji. HBOT se najčešće primjenjuje kod stanja s nemogućnosti prijenosa i isporuke kisika u tkiva i u stanjima sa smanjenim kapacitetom iskorištavanja kisika u tkivu. Neuronima imaju sposobnost podnošenja potpune anoksije bez nepovratnih promjena između dvadeset i šezdeset minuta. Nakon teških inzulta neuronima razvijaju sposobnost sinteze bjelančevina, proizvodnje ATP-a i ponovno stvaranje akcijskih potencijala. Uz primjenu hiperbarične oksigenoterapije ovaj proces oporavka je ubrzan [1].



### 3.3. Hiperbarična komora

Najvažniji uređaj u hiperbaričnoj medicini je sama hiperbarična komora. Hiperbarična komora je komora koja je izgrađena tako da može podnijeti tlačenje te da se u njoj može disati kisik pod tlakom većim od tlaka na razini mora. Materijali koji se koriste za izgradnju komore su čelik, aluminij te akrilno staklo za prozore. Ona osigurava boravak ljudima u sredini povišenog tlaka u odnosu na normalni atmosferski tlak od jednog bara. Vrste hiperbarične komore su jednomjesne, višemjesne ili „walk-in“ komore, prenosive ili pokretne, komore za ispitivanje i uvježbavanje ronioaca te male hiperbarične komore za novorođenčce ili za pokuse na životinjama [1].

Jednomjesne komore se najčešće koriste, njihov radni tlak ne može biti veći od tri ATA. Pacijent se na nosilima smjesti u jednomjesnu komoru te se komora ispuni kisikom pod povišenim tlakom. Postoje dva načina protoka kisika; jedan od načina je neprekidno pročišćavanje pri čemu kisik ravnomjerno protječe kroz komoru te se izbacuje van u okoliš, dok drugi način protoka kisika jest recikliranje. Tijekom recikliranja čitav ili dio plina iz komore se obnavlja te nakon uklanjanja neželjenog CO<sub>2</sub> i vodene pare vraća u komoru. Prednosti jednomjesne komore su uspješniji rad s pacijentom, individualan rad s pacijentom, zajamčena je privatnost, a u slučaju da dođe do infekcije omogućena je i izolacija. Jednomjesne komore idealne su za liječenje intenzivnih pacijenata jer nije potrebno premještanje ni prekidanje liječenja te tako nije potrebno korištenje maske i nema opasnosti od curenja kisika. Idealna je za pacijente u akutnom stadiju te pacijente koji su vezani za postelju. U jednomjesnoj komori pacijenta je lako nadzirati, nisu potrebni posebni postupci dekompresije. S ekonomske strane veoma je povoljna te ju je lako premještat i postavljati u bilo koje prostorije. Neki od nedostataka jednomjesnih komora su: opasnost od požara u okruženju s visokom koncentracijom kisika, fizikalno liječenje nije moguće u skućenom prostoru, teško je izvoditi pauze disanja zraka kod liječenja pacijenta koji se liječi zbog dekompresijske bolesti, osim ako je pacijent budan, svjestan, surađuje i sam sebi može staviti i skinuti masku za disanje. Neposredan pristup pacijentu je ograničen, osim u slučaju preuređenja komore koje su povezane s dodatnim tlačnim prostorijama za pratioca. Izvedba ovih komora idealna je za liječenje pacijenata kojima je potrebna pomoć zdravstvenog osoblja tijekom hiperbarične oksigenoterapije [1].

Višemjesne komore se primjenjuju kod istovremenog liječenja više pacijenata, njihov kapacitet seže u rasponu do čak dvadeset pacijenata. Komora se puni zrakom te pacijenti udišu kisik kroz maske koje im pokrivaju usta i nos ili se koristi fleksibilni „helmet“. Kako tehnologija napreduje tako su višemjesne komore iz godine u godinu sve opremljenije te imaju složeniju opremu. Opremljene su sustavima za dostavu udisajnog medija i za njegov nadzor pomoću kojeg

se može korigirati ako dođe do curenja kisika iz maske. Prednost višemjesne komore je ta što je moguće istovremeno liječenje više pacijenata. Višemjesna komora obavezna je za postupke liječenja u kojima je potrebna nazočnost terapeuta i posebnih uređaja, npr. operacijskoj dvorani. U višemjesnoj komori smanjena je opasnost od požara te je moguće provoditi fizikalno liječenje. Tlak se može povećati do šest ATA za potrebe liječenja posebno kritičnih stanja. Višemjesne komore se mogu, ovisno o postupcima liječenja, koristiti na raznolike i prilagodljive načine. U njima je moguće izvoditi standardne tehnike intenzivnog liječenja kao što su npr. mehanička ventilacija pluća, endotrahealna sukcija, nadzor hemodinamike, mjerenje plinova u krvi, kardiopulmonalno oživljavanje, defibrilacije i dr. [1].

Neke od prednosti višemjesnih komora su: mogućnost premještanja prema potrebi, udobnost i sigurnost za rad, idealne su za primjenu u klinici, ali i za istraživanja te su prikladne za primjenu u vojnu medicinu [1].

U novije vrijeme započinje proizvodnja mekanih komora koje su izgrađene od fleksibilnog akrila i najlona premazanih uretanom. Mekane komore omogućuju rad na radnim tlakovima od 0.3 do 0.5 bara te se najviše koriste u kozmetičke svrhe. One se ne mogu koristiti u medicinske svrhe i za njihovo rukovanje nije potreban educiran medicinski kadar [2].

Europska krovna organizacija za hiperbaričnu medicinu (ECHM) izdala je dokument pod nazivom „European code of good practice for hyperbaric oxygen therapy“ u kojemu su navedeni standardi o kompetencijama i edukaciji osoblja centra. Potrebno je kontinuirano educiranje te vježbanje postupaka koji se provode u centru cjelokupnog osoblja. Centar se sastoji od sljedećeg profila radnika: rukovodeći kadar koji se sastoji od medicinskog upravitelja/pročelnika centra, glavna medicinska sestra/tehničar centra i tehničar supervizor te od ostalog kadra koji se sastoji od liječnika, medicinska sestra/tehničar, pratnje (osoba medicinskog obrazovanja zadužena za pratnju pacijenta tijekom tretmana), operatera komore i pomoćnog osoblja [2].

### **3.4. Indikacije, kontraindikacije i komplikacije hiperbarične oksigenoterapije**

Indikacije za primjenu HBO razlikuju od zemlje do zemlje. Popis indikacija Hrvatskog zavoda za zdravstveno osiguranje dijeli se u tri skupine. Razlikuju se tri vrste indikacija te svaka indikacija ima određen maksimalan broj tretmana.

Indikacije (hitne) I. vrste:

1. Dekompresijska bolest
2. Akutno trovanje CO ili CO Hb > 20%, cijanidima, pesticidima, nitritima
3. Plinska ili zračna embolija

4. Plinska gangrena (klostridijska infekcija)
5. Akutna traumatske ishemije (crush i compartmentsy)
6. Iznenadna gluhoća i sljepoća
7. Disbarična osteonekroza
8. Glaukom otvorenog kuta
9. Kronični refraktorni osteomijelitis

#### Indikacije (stabilizacijske) II. vrste

1. Dijabetičko stopalo i dijabetička gangrena te druge rane koje sporo zacjeljuju, trofički i ishemijski ulkusi (prema kriterijima i procjeni kliničara)
2. Ugroženi kožni režnjevi, smrzotine te druge subakutne ishemije
3. Nekrotizirajuće i anaerobne bakterije
4. Radionekroza tkiva

#### Indikacije (eksperimentalne) III. vrste

1. Ulcerozni kolitis i Mb. Crohn
2. Mb. Burger i Mb. Raynaud
3. Cerebralni apsces
4. Postoperacijski paralitički ileus

Apsolutna kontraindikacija za primjenu hiperbarične oksigenoterapije je nezbrinuti tenzijski pneumotoraks. HBOT se ne primjenjuje u neliječenom metastatskom malignitetu, u prisutnosti kardiogenog šoka, hemolitičke anemije, ako je povećana preosjetljivost na kisik te ako su u anamnezi prisutne komplikacije ranijeg liječenja s hiperbaričnom oksigenoterapijom. U relativne kontraindikacije spadaju infekcija gornjih dišnih putova koja predstavlja opasnost od nastanka barotraumatskih oštećenja srednjeg i unutrašnjeg uha. Prilikom enfisema sa zadržavanjem CO<sub>2</sub> može se razviti pneumotoraks nakon pucanja emfizemske bule te se preporučuje u sklopu prethodne obrade uraditi rtg snimku pluća. Hiperbarični tretman se ne bi trebao primjenjivati prilikom asimptomatske rtg promjene na plućima, operacijama uha i otvorenog prsišta te urođene anomalije u otorinolaringološkoj regiji. Relativna kontraindikacija za primjenu hiperbarične oksigenoterapije je i nekontrolirano visoka vrućica, trudnoća u trećem mjesecu i kasnije, klaustrofobija te epileptički poremećaji [1].

I tijekom hiperbarične oksigenoterapije, kao i drugdje, može doći do nastanka raznih zdravstvenih poteškoća, bolesti i stanja koje nisu povezane s načinom liječenja. Takve pojave se često pogrešno tumače te se prepisuju komplikacijama hiperbarične oksigenoterapije. Ako se prije početka liječenja provedu propisani dijagnostički postupci te ako se tijekom tretmana

provodi propisana procedura monitoringa, komplikacije koje nastaju tijekom liječenja izuzetno su rijetke [1].

Komplikacije koje najčešće nastaju tijekom primjene hiperbarične oksigenacije su barotrauma srednjeg uha (nastaje ako se neadekvatno izjednačavaju tlakovi u šupljini srednjeg uha), može doći do boli u zubima i/ili čeljusti, barotraume pluća, dekompresijske bolesti (nastaje prilikom primjene visokog tlaka te kada je brzina snižavanja tlaka neadekvatna), boli u sinusima, kratkovidnosti i katarakte, kisikove epilepsije i straha od zatvorenog prostora. Također može doći do napadaja panike te do požara i/ili eksplozije ako se ne poštuju i pridržavaju propisane sigurnosne mjere. Pretjerano napuhavanje alveola može dovesti do plućne embolije, medijastinalnih emfizema ili tenzijskog pneumotoraksa [1].

## 4. Kronične rane

Kronične rane sežu dugo u povijest. Važno je spomenuti kako je 1747. godine James Lint objavio svoj osvrt na rane prisutne kod moreplovaca te je potom naveo utjecaj prehrane na proces cijeljenja rana. Naveo je kako su naranče, limun, vinski ocat, morska voda te orah pogodni za cijeljenje rana pa je stoga te namirnice preporučio prilikom liječenja rana. 1794. godine engleski kirurg J. Hunter objavio je u Londonu precizno zapažanje cijeljenja tkiva. Hunter je prikazao razliku između primarnog slijepljenja rubova rane prilikom kojeg nastaje krvavi sekret te cijeljenje popraćeno upalom i adhezijom rubova rane. Isto tako, opisao je supuracijsko i granulacijsko cijeljenje. 1840. godine postalo je jasnije kako tkivo nastaje celularnim umnožavanjem prilikom procesa cijeljenja rana. Billroth je 1865. godine spomenuo i opisao malinasto-crvene čvoriće, *lat. granula*, koji se neravnomjerno nalaze na površini rane. Smatralo se kako granulacijsko tkivo nastaje isključivo kao posljedica gnojne i inficirane rane, sve dok engleski kirurg Lister nije uveo antiseptičan način rada. Njemački je patolog Marchand 1900. godine objavio standardan opis cijeljenja rane. Posljedice Prvog svjetskog rata potakle su mnoge na istraživanja o reparacijskim procesima te je tako 1929. godine Howes iznio svoja istraživanja o čvrstoći rane. Nadalje slijede brojna istraživanja o utjecaju životne dobi, prehrane i vrsti materijala za šivanje na tijek cijeljenja rana. 1924. godine započela se zamjećivati vazodilatacija i povećanje permeabilnosti krvnih žila te se počelo smatrati kako je to posljedica djelovanja hormona histamina. Kako vrijeme odmiče te tehnologija i tehnike napreduju sve se više obilježuju brojne znanstvene spoznaje o biokemijskim procesima cijeljenja rane na staničnoj, submikroskopskoj i molekularnoj razini [9].

Prekid svakog anatomskog i funkcionalnog kontinuiteta tkiva ili organa naziva se rana. S obzirom na tijek cijeljenja rane dijelimo na akutne i kronične. Rana nastaje djelovanjem mehaničkih, kemijskih, termičkih, električnih, bioloških te kombiniranih čimbenika. Kronična rana je svaka rana koja unatoč standardnom medicinskom postupku ne cijeli očekivanom dinamikom, odnosno ne cijeli unutar šest tjedana. Kronične rane također mogu biti tipične i atipične. U tipične rane ubrajamo ishemijske (potkoljениčni arterijski ulkus), neurotrofične (neuropatski ulkus) i hipostatske rane (potkoljениčni venski ulkus) te ubrajamo i dva posebna entiteta, a to su dijabetičko stopalo i dekubitus, dok atipične rane mogu biti uzrokovane autoimunim poremećajima, infektivnim bolestima, bolestima krvnih žila i vaskulopatijama, metaboličkim i genetskim bolestima, malignim bolestima, vanjskim uzrocima, psihičkim bolestima, reakcijama na lijekove i dr. U 80% slučajeva kronične rane koje se nalaze na potkoljenicama posljedica su kronične venske insuficijencije, dok u 5-10% slučajeva su arterijske etiologije, a ostatak spada u neuropatske ulkuse. Atipične rane javljaju se u 5%

slučajeva te su to rane koje se ne prikazuju u tipičnim oblicima, a posljedica su nekih rjeđih uzroka [10].

Kronične rane veliki su teret bolesnicima, medicinskom osoblju, ali i cjelokupnom zdravstvenom sustavu. Rastući su socioekonomski problem u razvijenim zemljama te se javljaju u 1-2% populacije. S obzirom na starenje populacije te porast incidencije dijabetesa i pretilosti smatra se kako će prisutnost kroničnih rana iz dana u dan rasti. Dokazano je kako su kronične rane izvor velikih troškova u zdravstvu, čak i za bogata društva [11].

#### **4.1. Proces cijeljenja rana**

Cijeljenje rane normalan je odgovor organizma na ozljedu i započinje neposredno nakon prekida integriteta kože. Cilj procesa cijeljenja rane je nadomjestiti oštećeno tkivo vitalnim tkivom te ponovno dovesti do obnove i kontinuiteta kože. Cijeljenje se sastoji od različitih, suptilno balansiranih procesa.

Dobro poznavanje samog procesa cijeljenja rane je preduvjet adekvatnog liječenja te pravilnog savjetovanja bolesnika. Cijeljenje rane započinje u samom trenutku nastanka ozljede. Faze cijeljenja su hemostaza, upalna ili inflamatorna faza, proliferativna faza te faza remodelacije.

##### *Hemostaza*

Nakon samog ozljeđivanja pokreće se intrinzična i ekstrinzična koagulacijska kaskada koja je rezultat triju procesa, kontrakciji krvnih živa, stvaranju trombocitnog čepa i koagulacije. Kako bi ti procesi započeli potrebni su mnogi čimbenici kao što su faktor XII, faktor IX, Von Willebrandov faktor i drugi. Odsutnost ili poremećaj tih faktora neće omogućiti normalan slijed tih događanja. Oštećene stanične membrane oslobađaju tromboksan A2 i prostaglandin 2-alfa, oba su vrlo jaki vazokonstriktori koji skraćuju vrijeme krvarenja.

##### *Upalna faza*

Upalna faza započinje prilikom nastanka oštećenja te se dijeli na ranu i kasnu upalnu fazu. Rana upalna faza započinje izravno nakon nastanka rane. Upalna se faza opisuje kao kompleks raznih međusobno povezanih procesa-upala, proliferacija i maturacija, koji se međusobno preklapaju i javljaju simultano. Ugrušak koji nastaje u hemostatskoj fazi mora se rastopiti tijekom procesa fibrinolize jer je to potrebno da bi se omogućila lakša migracija stanica te da se prevenira kompletna opstrukcija krvnih žila i daljnje narušavanje perfuzije. U kasnoj upalnoj fazi alfa granule trombocita, koje sadrže faktore rasta te koji se šire iz rane u okolno tkivo, reguliraju ulazak upalnih stanica točnije neutrofila i makrofaga u područje rane. Te su upalne stanice primarno uključene u fagocitozi i debridmanu. Makrofagi imaju izuzetno važnu ulogu u

cijeljenju rane, nisu samo esencijalni za fagocitozu, već su i bogati izvor bioloških staničnih regulatora koji su neophodni za inicijaciju i napredak cijeljenja rane. Otpuštaju citokine i faktore rasta u ranu te tako stimuliraju fibroblaste, keratinocite i endotelne stanice da obnavljaju oštećene krvne žile. Kod kroničnih rana koje ne cijele postoji prekomjerna proizvodnja proteinaze i smanjena proizvodnja inhibitora proteinaze, a to je rezultat bakterijskih infekcija ili ponovljenih trauma. Tijekom faze proliferacije dolazi do regenerativnih promjena koje dovode do formiranja ožiljka i obnove oštećenog tkiva. Period stvaranja ožiljka počinje u prvih nekoliko sati nakon nastanka ozljede te može trajati od četiri do šest tjedana. Proliferativna faza sastoji se od nekoliko procesa koji se međusobno preklapaju, a to su: stvaranje granulacijskog tkiva, angiogeneze, epitelizacije te kontrakcije. Remodelacija je konačna faza cijeljenja rane. Ona obuhvaća sintezu i razgradnju kolagena u cilju pojačanja čvrstoće i otpornosti na istezanje, a traje i do dvije godine. Granulacijsko tkivo označeno je velikom gustoćom krvnih žila, kapilara i mnoštvom različitih stanica. Zbog toga su metaboličke potrebe rane velike. Kada je završen proces granulacije, proces remodelacije smanjuje količinu krvnih žila i broja stanica te tako smanjuje metaboličku aktivnost. Postepeno tijekom cijeljenja rana povećava svoju čvrstoću, ali dosegne maksimalno 80% originalne čvrstoće tkiva [12].

Kisik je za ranu izuzetno hranjiv i igra važnu ulogu u procesu cijeljenja. Promjene tlaka kisika u fiziološkom rasponu utječu na proliferaciju fibroblasta tako što mijenjaju aktivnost tvari koja regulira reakciju stanica na čimbenike rasta. Kisik je potreban za hidroksilaciju prolina i lizina što je neophodno za oslobađanje kolagena iz fibroblasta i njegovu ugradnju u matriks rane koja zacjeljuje. U ozljedi je neizbježan stupanj lokalne hipoksije koja čak djeluje kao poticaj za oporavak. Prokrvljenost rane ovisi o stvaranju krvnih žila odnosno o angiogenezi. U hipoksiji i kod povećanja koncentracije laktata, makrofagi izlučuju angiogeni faktor te se davanjem kisika ovaj proces ne zaustavlja [2].

Zastoj u cijeljenju kroničnih rana najčešće je povezan s hipoksijom i ishemijom. Fibroblasti koji se dijele imaju povećane metaboličke potrebe, energija koja je potrebna za oporavak najveća je u vrijeme kada je lokalni krvotok usporen te u rani nastaje stanje energetske krize. Tako hipoksija otežava sintezu kolagena [12].

## **4.2. Liječenje kroničnih rana**

Liječenje rana cjelovit je pristup te je prilikom liječenja važno učiniti dobar pregled i procjenu pacijenta, procjenu rane te samo liječenje rane. Važno je da skrb o kroničnoj rani započne temeljitom anamnezom kako bi se mogli otkriti komorbiditeti (dijabetes, bubrežne bolesti, zatajenje srca, debljina te prethodna venska tromboza). Također je važno je saznati je li

pacijent pušač te koristi li lijekove koji mogu uzrokovati otežano cijeljenje rane, npr. varfarina. Isto tako važno je odrediti laboratorijske parametre poput GUK, SE, KKS, albumina te kreatinina, odrediti nutritivni status te procijeniti pouzdanost i suradljivost pacijenta i/ili onih koji o njemu skrbe. Procjena rane započinje određivanjem lokaliteta rane, izgleda rane, prisutnost granulacijskog tkiva ili fibrinskih naslaga, izgled rubova rane te postoje li neki znakovi infekcije ili ishemije. Isto tako procjenjuje se veličina, dubina, prisutnost eksudata te miris rane. Također je važno procijeniti prisutnost neuropatija, kroničnih venskih poremećaja, periferne arterijske bolesti ili strukturnog deformiteta. Ako postoje znakovi infekcije rane i okolnog tkiva potrebno je učiniti biopsiju ruba rane koja je zlatni standard u dijagnosticiranju uzročnika infekcije kronične rane. Nakon sistematskog pregleda rane važno je slijediti klasifikaciju rane ovisno o kojoj vrsti rane je riječ. Klasifikacija određuje daljnji način liječenja, no pomaže i predvidjeti ishod liječenja rane. Budući da je riječ o bolesnicima s izuzetno kompleksnim stanjima, prilikom liječenja kroničnih rana važan je multidisciplinarni pristup. Pri liječenju kronične rane važno je započeti s liječenjem stanja koje je u podlozi kronične rane, a neka od njih su: dijabetes, kronični venski poremećaj, pothranjenost, periferne arterijske bolesti, deformacije stopala, infekcije itd. [13].

Liječenje rane možemo podijeliti u dvije odvojene, no ujedno i povezane skupine. Jedna skupina je sustavno liječenje, dok je druga skupina lokalno liječenje tj. lokalni postupci s ranom. Pod lokalnim postupcima liječenju rane spadaju: liječenje pomoću suvremenih obloga za rane, primjena debridmana te terapija negativnim tlakom [14].

Dokazano je kako liječenjem uz pomoć obloga od gaze i fiziološke otopine nisu ispunjeni uvjeti koji pomažu cijeljenju rane jer je taj postupak zastario te se već godinama ne primjenjuje u razvijenim zemljama. Suvremene obloge za rane baziraju se na Turnerjevim kriterijima, oni zahtijevaju da obloga ima visoki kapacitet upijanja eksudata i sprječavanja prenošenja bakterija. Za oblogu je važno da osigurava odgovarajuću vlažnost rane i istodobno održava temperaturu i pH u rani. Materijali obloga ne smiju sadržavati toksine te moraju omogućiti razmjenu plinova točnije moraju biti polupropusni. Obloga mora služiti kao zaštita okolne kože rane od maceracije te isto tako treba štiti površinu rane od moguće sekundarne mikrobne kontaminacije iz okoline. Mnoga istraživanja su dokazala kako je pogodan uvjet za cijeljenje rane vlažna sredina. U vlažnoj se sredini postiže angiogeneza, usporava se razmnožavanje bakterija, održava se željni pH, rana je zaštićena od utjecaja vanjskih čimbenika, smanjuje se prisutnost boli, nisu potrebna česta previjanja, pacijenti u kraćem roku postaju aktivni te se na kraju smanjuju troškovi liječenja. Suvremeni materijali za zarastanje rane predstavljaju zamjenu za tkivo i kožu koja nedostaje, svrha njihove primjene je u pripremi rane za obnavljanje i optimalno zarastanje, tj. za uklanjanje nekrotičnih struktura u rani nastalih autolizom, kao i za smanjenje inflamacije i



koncentracije mikroorganizama u rani. Danas se na tržištu nalazi širok spektar suvremenih obloga za cijeljenje i liječenje. Obloge su svrstane u primarne i sekundarne suvremene obloge. Primarne obloge stupaju neposredno u kontakt s površinom rane te sekundarne obloge imaju ulogu držanja primarne obloge na prvom mjestu, a istodobno štite površinu rane od vanjskih utjecaja rane. Danas su sve češće dostupne obloge koje imaju istodobno ulogu primarnog i sekundarnog pokrova. Primjena ove obloge je jednostavna, laka i brza te nisu potrebni dodatni zavojni materijali. Suvremene obloge možemo podijeliti na poliuretanske filmove, hidrokoloide, poliuretanska pjena/membrana, hidrokapilarna obloga, hidrogel, alginati, neljepljive kontaktne mrežice, obloge s dodacima, obloge s mekanim silikonom, kolageni te resorptivne terapijske obloge [15].

Cilj liječenja kronične rane je pretvoriti ranu u ranu koja ima potencijal za cijeljenje. Brojna istraživanja su dokazala kako prisutnost devitaliziranog tkiva tj. nekrotičnog tkiva i fibrinskih naslaga u kroničnoj rani pogoduje razvijanju i rastu bakterija, smanjuje rezistenciju prema infekciji, reducira razvoju granulacijskog tkiva te sprječava nastanak i progresiju epitelizacije. Nekroze prekrivaju ranu i time onemogućuju adekvatnu procjenu rane (kvalitetu tkiva u rani, dubinu i stanje rubova rane), devitalizirano tkivo dobro je stanište bakterija te je ujedno i mehanička barijera koja ograničava fagocitnu aktivnost. Isto tako nekrotično tkivo može maskirati znakove lokalne infekcije te je njegova prisutnost fizička barijera liječenju i podržava značajan bakterijski rast. Iz tih razloga uklanjanje nekrotičnog tkiva od velike je važnosti. Međutim, važno je i napomenuti kako u određenim situacijama bolje ne učiniti debridman, točnije odstranjenje nekrotičnog tkiva. Naime, ako znakovi infekcije nisu prisutni nepotrebno je odstranjivati krust koji predstavlja barijeru između rane i okoline jer ako bi se krusta odstranila rana bi se direktno eksponirala prema okolini. Debridman je najosnovniji postupak u liječenju rane koji ima cilj poboljšanja cijeljenja i smanjivanja mogućnosti infekcije. Važno je naglasiti kako se ne radi o jednokratnom, već o višekratnim postupcima, odnosno o postupku koji se provodi uvijek prilikom nastanka nekrotičnog tkiva ili prilikom razvijanja fibrinskih naslaga u rani. Odabir vrste debridmana ovisi o više čimbenika; neki od njih su tip i volumen rane, prisustvo infekcije, prisustvo biofilma, veličina rane, vaskularizacija rane i okolnog tkiva, hospitalizirani ili ambulantni bolesnik, preferiranje samog bolesnika i cijena postupka, kao i mogućnosti izvođenja postupka i znanje. Debridman se može podijeliti na: oštri ili kirurški, autolitički, enzimski, kemijski, biološki i mehanički. Važno je napomenuti kako se prečestim i prekomjernim debridmanom cijeljenje rane može poremetiti te valja biti oprezan [16].

Negativan je tlak termin koji se odnosi na tlak ispod normalnog atmosferskog tlaka koji na visini razine mora iznositi 760 mmHg. Primjena negativnog tlaka uzrokuje mehanički stres u tkivu te to dovodi do stimulacije mitoze i stvaranja novih krvnih žila. U današnje vrijeme postoji

nekoliko vrsta aparata za terapiju negativnim tlakom. Riječ je o aparatima koji stvaraju negativan tlak u rani, do -200 mmHg. Negativan tlak se postiže vakuumskom pumpom te se preko posebnih gaza ili spužvi, koje su oblikovane i umetnute u ranu, sekret iz rane odvodi u spremnik u sklopu aparata. Medicinska sestra/tehničar u timu s liječnikom sudjeluje u promjeni obloge koja se izvodi u aseptičkim uvjetima svaka dva do tri dana, ovisno o eksudatu rane. Prilikom promjene obloge prvo se uklanja ljepljiva folija koju je potrebno navlažiti fiziološkom otopinom kako se prilikom skidanja ne bi oštetilo novo granulacijsko tkivo. Ako je potrebno radi se debridman rane, zatim se stavlja nova obloga oblikovana prema dubini rane. Na oblogu se stavlja ljepljiva folija te se na foliju stavlja spojnik koji spaja površinu obloge s drenažnom cijevi. Trajanje terapije ovisi o potrebi cijeljenja rane i evakuaciji eksudata. Nakon završetka tretmana rana može cijeliti spontano ili se može učiniti kožni presadak. Učinci terapije negativnog tlaka svrstani su u primarne i sekundarne. Primarni učinci negativnog tlaka su makrodeformacija, stabilizacija rane, odstranjenje ekstracelularne tekućine i mikrodeformacije, dok su sekundarni učinci smanjivanje volumena rane, poboljšanje protoka krvi u okolini rane i dnu rane, smanjenje broja bakterija u rani, promjena biokemije rane i sistemnog odgovora te bolja priprema dna rane [17].

## 5. Sestrinska skrb bolesnika pri hiperbaričnoj oksigenoterapiji

Prije početka primjene terapije hiperbaričnim kisikom medicinska sestra/tehničar će objasniti pacijentu princip rada barokomore, utjecaj hiperbarične oksigenoterapije na liječenje kroničnih rana. Iako su komplikacije vrlo rijetke, edukacija pacijenta će uvelike pomoći da se takve komplikacije izbjegnu [17].

Prije svakog tretmana pacijent obavlja kompletnu osobnu higijenu s pH neutralnim sapunom i šamponom za kosu koji treba dobro isprati običnom vodom. Obavezno je potrebno obratiti pozornost na higijenu rane te je istu važno prije terapije hiperbaričnim kisikom pravilno očistiti i obraditi. Prije samog početka hiperbarične oksigenoterapije važno je da pacijent odjene pamučnu odjeću te je potrebno napomenuti da donje rublje mora biti od stopostotnog pamuka, čisto i bez ostataka kozmetičkih preparata. Medicinska sestra/tehničar će napomenuti da je zabranjeno nošenje grudnjaka s metalom. Isto tako zabranjeno je korištenje svih vrsta kozmetičkih proizvoda što uključuje puder, maskaru, tuš, ruž, dezodoranse, parfeme, lak za kosu, ulja, losione i dr. Valja napomenuti da je zabranjeno nošenje nakita (prstenje, lančići, narukvice, satovi, ukosnice, piercing i sl). Medicinska sestra/tehničar će objasniti koja su medicinska pomagala (pace maker i sl.) ili implantati dozvoljeni te koju dokumentaciju zahtijevaju. Dokumentacija djeluje kao dokaz dobrog rada pomagala pod povećanim atmosferskim tlakom te sadrži certifikat proizvođača. Strogo je zabranjeno unošenje hrane i pića u barokomoru. Medicinska sestra/tehničar potiče pacijenta na konzumiranje laganije prehrane, izbjegavanje začinjene i masne hrane prije tretmana i tako prevenira nadutost. Također naglašava važnost unošenja dovoljno tekućine no upozorava pacijenta na veliku štetnost koja može biti izazvana konzumacijom gaziranih i alkoholnih pića na dan tretmana, ali i na dan prije. Tijekom tretmana hiperbaričnim kisikom primjena kronične terapije je dozvoljena ako ju liječnik nije drugačije odredio [18].

Prije početka svakog tretmana medicinska sestra/tehničar mjeri vitalne znakove, obavlja pregled kronične rane te ako primjećuje kakve promjene bilježi ih u medicinsku dokumentaciju. Pri početku izlaganja povišenom tlakom potrebno je izjednačiti pritisak u srednjem uhu. Medicinska sestra/tehničar educira pacijenta na koji će način izjednačiti pritisak u srednjem uhu „Valsavinim manevrom“, pomicanjem donje čeljusti ili gutanjem vode. Potrebno je napomenuti pacijentu ako tijekom tretmana osjeti bol bilo koje vrste neka obavezno reagira te obavijesti osoblje kako bi se proces tlačenja mogao zaustaviti te kako ne bi nastale nepoželjne pojave [18].

„Valsalvin manevar“ se izvodi tako da se pritisnu nosnice prstima tako da kroz njih ne prolazi zrak, udahne se duboko na usta te usta čvrsto zatvore. Zatim se polagano krene puhati na

nos koji je i dalje zatvoren prstima sve dok se uši, zubi i sinusi ne prilagode, a pritisak izjednači [18].

Medicinska sestra/tehničar dužna je objasniti pacijentu da je nakon tretmana normalna prisutnost blagog umora, osjećaja vrtoglavice i promjene vida koje nestaju u roku od šest do osam tjedana nakon kraja tretmana [18].

## 6. Sestrinske dijagnoze

Kako bi se na ispravan način pristupilo kroničnoj rani te kako bi se omogućilo uspješnije cijeljenje rana, važno je postaviti sestrinske dijagnoze te si tako olakšati posao. Neke od najvažnijih sestrinskih dijagnoza vezane za kronične rane su:

### 6.1. Prisutnost boli kod kroničnih rana

Definicija boli po M. McCafery je sljedeća : „Bol je štogod osoba koja ju doživljava kaže da jest i postoji kadgod ona kaže da postoji.“

Cilj: pacijent nakon primijenjenih sestrinskih intervencija neće osjećati bol

Sestrinske intervencije:

- procjena karaktera, lokalizacije, dužine, intenziteta boli
- procjena faktora koji utječu i smanjuju intenzitet boli
- promatranje bolesnikovog općeg stanja i izraza lica
- kontrola vitalnih znakova
- primjena propisanih lijekova
- edukacija pacijenta
- postavljanje oštećenih ekstremiteta u odgovarajući položaj [19]

### 6.2. Nedostatak znanja o kroničnim ranama

Karakteristike:

Nedostatak informacija o kroničnim ranama, nerazumijevanje zdravstvenog stanja, nerazumijevanje terapije te liječenja kroničnih rana.

Cilj: pacijent će verbalizirati i razumjeti što su kronične rane te će znati koje promjene treba primjenjivati u daljnjem načinu života.

Sestrinske intervencije:

- procjena razine znanja, sposobnosti i želje za učenjem o kroničnim ranama
- edukacija bolesnika o kroničnim ranama
- omogućiti razne načine edukacije, npr. časopisi, slike, knjige, brošure, video
- objasniti čimbenike rizika nastanka kroničnih rana
- pomoć u sastavljanju plana liječenja kroničnih rana
- edukacija o načinu života s kroničnim ranama (redovita higijena kronične rane, prestanak pušenja, reguliranje šećera u krvi, zdrav način prehrane) [19]

### 6.3. Visok rizik za infekciju kronične rane

Definicija: Stanje pacijenta u kojemu je izložen riziku za nastanak infekcije uzrokovane patogenim mikroorganizmima

Prikupljanje podataka:

1. učiniti procjenu kronične rane
2. mjerenje vitalnih znakova
3. prikupiti podatke o stupnju pokretljivosti
4. prikupiti podatke o kognitivno-senzornom deficitu
5. prikupiti podatke o aktualnoj terapiji i liječenju kroničnih rana i osnovnoj bolesti
6. prikupiti podatke o mogućim izvorima infekcija
7. procijeniti druge faktore rizika: urinarni kateter, ET tubus ili trahealna kanila, I.V. kateter, centralni venski ili arterijski kateter, drenov

Kritični čimbenici nastanka infekcije kronične rane:

- kronične bolesti (dijabetes)
- poremećaji prehrane (pretilost)
- oslabljeni imunološki sustav (osobe starije životne dobi)
- primjena imunosupresiva
- dugotrajna primjena antibiotika
- kontakt s infektivnim tvarima/materijalima
- neupućenost- nedostatak znanja o higijeni kronične rane
- loše higijenske navike, loša higijena rane

Ciljevi:

- pacijent će usvojiti znanje o načinu prijenosa i postupcima sprečavanja nastanka infekcije kronične rane, demonstrirat će pravilnu higijenu kronične rane
- pacijent će znati prepoznati znakove i simptome infekcije kronične rane

Intervencije:

- praćenje izgleda rane
- učiniti bris rane
- aseptičan način rada
- praćenje pojave simptoma i znakova infekcije
- primjena propisane antibiotske profilakse
- edukacija pacijenta i obitelji

Ishodi:

- rana nije inficirana
- pacijent navodi simptome infekcije
- pacijent navodi čimbenike rizika za nastanak infekcije [19].

## 6.4. Strah u svezi s neizvjesnosti

Definicija: Negativan osjećaj koji nastaje usred stvarne ili zamišljene opasnosti

Prikupljanje podataka:

- prikupljanje podataka o činiteljima koji dovode do osjećaja straha
- prikupljanje podataka o intenzitetu straha
- prikupiti podatke o stresu i suočavanju sa stresom
- prikupiti podatke o fizičkim manifestacijama straha
- prikupljanje podataka o metodama suočavanja sa strahom

Kritični čimbenici:

- dijagnostički i medicinski postupci
- bolničko liječenje
- operacijski zahvat
- terapijski
- smanjenje ili gubitak tjelesne funkcije
- bolest
- bol
- promjena stila života
- nedostatak znanja

Vodeća obilježja:

- izjava pacijenta o strahu
- napetost
- tjeskoba
- osjećaj izoliranosti
- neizvjesnost
- panika
- tahikardija
- vrtoglavica
- povraćanje

- proljev
- ubrzano disanje
- blijedilo kože
- znojenje
- proširenje zjenica

#### Ciljevi:

- pacijent će prepoznati činitelje koji dovode do pojave osjećaja straha
- pacijent će prepoznati metode suočavanja sa strahom
- pacijenta neće biti strah

#### Intervencije:

- stvoriti profesionalan empatijski odnos, objasniti pacijentu sve što ga zanima o kroničnim ranama
- identificirati s pacijentom činitelje koji dovode do pojave osjećaja straha
- poticati pacijenta da verbalizira strah
- stvoriti osjećaj sigurnosti
- primjereno reagirati na pacijentove izjave i ponašanje
- pacijenta upoznati s okolinom, aktivnostima, osobljem i ostalim pacijentima
- redovito informirati pacijenta o planu liječenja kronične rane

#### Ishod:

- pacijenta nije strah
- pacijent verbalizira smanjenu razinu straha
- pacijent prepoznaje činitelje koji dovode do pojave osjećaja straha [19]



## 7. Hiperbarična oksigenoterapija i kronične rane

Kisik ima hranjiv utjecaj na ranu te ima važnu ulogu u procesu cijeljenja rana. Promjene tlaka kisika utječu na proliferaciju fibroblasta tako da mijenjaju aktivnost stalne prijelazne tvari koja regulira reakciju stanica na čimbenike rasta. Kisik je potreban za prolin i lizin te je to neophodno za oslobađanje kolagena iz fibroblasta i njegovu ugradnju u matriks rane koja je u procesu cijeljenja. Neizbježno je izvjestan stupanj lokalne hipoksije koja ima pozitivno djelovanje i potiče na oporavak. Prokrvljenost rane ovisi o stvaranju krvnih žila (angiogenezi). Tijekom hipoksije te kod povećanja koncentracije laktata, makrofagi izlučuju angiogeni faktor te se davanjem kisika taj proces ne zaustavlja. Hipoksija rane može se izliječiti primjenom kisika u rasponu od udisanja 40% kisika na atmosferskom tlaku do stopostotnog kisika na tlaku od 2,5 ATA, prilikom oksigeniranja hipoksičnog središta kronične rane koja ne zacjeljuje potrebno je primjenjivati visoki parcijalni tlak kisika. Do hipoksije može doći i u normalno prokrvljenom tkivu koje je ujedno i mjesto upalne reakcije, a istraživanja su dokazala kako se pri radnom tlaku od dva ATA u takvim slučajevima oksigeniranost tkiva poboljšava. Tijekom naizmjeničnog popravljivanja tkivne hipoksije, primjenom kisika, ubrzava se replikacija fibroblasta i proizvodnja kolagena. Pojačana dostava kisika u tkiva povećava omjer RNA/DNA u tkivima te je to znak pojačanog stvaranja zrnatog endoplazmatskog retikuluma u stanicama iz područja rane. Isto tako povećana dostava kisika zadovoljava povećane potrebe u području cijeljenja rane. Kisik koji se daje pri radnom tlaku od jedan do dva ATA ubrzava epitelizaciju ishemičnih rana te HBOT potiče neoangiogenezu u ranama. Novonastalom tkivu, koje je ispunjeno mrtvim prostorom rane, potrebne su nove krvne žile, a one nastaju nakon stvaranja kolagena. U hipoksična područja urastaju kapilare te sinteza kolagena napreduje dalje u dubinu rane. Povećanjem tlaka  $pO_2$  u kapilarama tijekom hiperbarične oksigenoterapije povećava se količina kisika koja dolazi do naprednih stanica. Tada te stanice mogu nastaniti u dubini s očuvanom sposobnošću sintetiziranja. Mreža krvotoka razvija se sve brže i brže te to omogućuje bržem cijeljenju rane [1].

Optimalna  $pO_2$  u rani je između 50-100 mmHg. Za kisik možemo reći da je samo dodatak. Glavnu ulogu u zbrinjavanju rana čine debridman i kontinuirano previjanje te ako je moguće važno je ukloniti glavni uzrok kronične rane. Primjena kisika obično je na tri načina: disanjem normobaričnog kisika (stopostotnog kisika), topikalna primjena hiperbaričnog kisika i hiperbarična oksigenacija udisanjem u barokomori. Najčešća primjenjivana metoda te obično dostatna za akutne rane u kojima je  $pO_2$  veći od 30 mmHg je udisanje normobaričnog kisika tj. stopostotnog kisika. Topikalna primjena hiperbaričnog kisika najčešće se primjenjuje pomoću malih hiperbaričnih komora (TOPOX) u koje se smješta ozlijeđen ekstremitet. Ova se tehnika

najčešće koristi u liječenju ulkusa. Ako se  $pO_2$  u rani ne može povećati za više od 30 mmHg udisanjem stopostotnog kisika na atmosferskom tlaku, potrebno je primijeniti hiperbaričnu oksigenoterapiju pri radnom tlaku od 2 do 2,5 ATA te bi terapija trebala trajati jedan do dva sata i ponavljati se dnevno. HBO se primjenjuje u zbrinjavanju ulkusa uzrokovanih arterijskom insuficijencijom, dijabetičkih ulkusa, venskih ulkusa, zagađene rane, promrzlina i dr. [1].

## 8. Prikaz slučaja

### 8.1. Kronična rana traumatske posljedice

Pacijent N.N., dobne starosti 45 godina, muškog spola. Medicinsko osoblje zapaža kako je pacijent slabijeg mirovinskog statusa (beskućnik), ima problema s ovisnošću točnije alkoholizmom, u obitelji su prisutni loši odnosi, nezaposlen je te se zaključuje kako pacijent boravi u nezdravoj okolini. Pacijent dolazi u zavod 5. prosinca 2016. godine prema preporuci spec. kirurga. Pri primitku na zavod lokalizirana je kronična rana na desnom stopalu koja je posljedica traume. Također su prisutni lomovi na tri metatarzalne kosti. Po prijemu ozljeda i rana se zbrinjavaju te se kreće sa sanacijom stopala. Početak zbrinjavanja kronične rane prikazan je na slici 8.1.1.

Kirurška rana je zbrinjavana svakodnevno sa svim suvremenim postupcima i oblogama. Može se izdvojiti kako se tijekom liječenja ove kronične rane primjenjivao Rosydal-kompresivan set. Rosydal je kompresivni set, kratko-elastični sustav za kompresiju koji omogućuje djelotvorno zbrinjavanje kroničnih rana. U određenom trenutku liječenja postavljen je privremeni šav kako bi tkivo sraslo. Postavljeni privremeni šav moguće je vidjeti na slici 8.1.2. Tijekom daljnje obrade preporučuje se ortopedsko pomagalo odnosno rasteretna cipela. Nošenje rasteretne cipele omogućuje brže cijeljenje rane jer se na otvorenu i prikladno tretiranu ranu ne vrši pritisak te se rani omogućuje brže cijeljenje. Uz suvremenu obradu kronične rane sveukupno je primijenjeno šestdeset hiperbaričnih oksigenoterapija. Rana nakon šezdeset terapija hiperbaričnim kisikom vidljiva je na slici 8.1.3.

Važno je napomenuti kako je ovaj pacijent slabijeg mirovinskog statusa te to ima veliku ulogu o uspjehu cijeljenja kronične rane.



*Slika 8.1.1. Početak zbrinjavanja kronične rane*

*Izvor: Autor članka: E. Marccucci, M. Grković, M. Piplica, V. Dujanić Njegovan, M. Marinović, B. Reinić: ICHM2017, Book of Abstracts, XIX International Congress on Hypobaric Medicine, Beograd*



*Slika 8.1.2. Postavljanje privremenog šava*

*Izvor: : Autor članka: E. Marccucci, M. Grković, M. Piplica, V. Dujanić Njegovan, M. Marinović, B. Reinić: ICHM2017, Book of Abstracts, XIX International Congress on Hypobaric Medicine, Beograd*



*Slika 8.1.3. Prikaz kronične rane nakon šezdeset HBOT*

*Izvor: : Autor članka: E. Marccucci, M. Grković, M. Piplica, V. Dujanić Njegovan, M. Marinović, B. Reinić: ICHM2017, Book of Abstracts, XIX International Congress on Hypobaric Medicine, Beograd*

## **8.2. Kronična rana lijeve potkoljenice**

Pacijentica N.N. starosne dobi od 70 godina, dolazi na zavod s kroničnom ranom lijeve potkoljenice, dijagnoza ulcus cruris. Ulcus cruris je ulceracija na koži donjeg dijela potkoljenice koja najčešće nastaje kao rezultat kronične venske insuficijencije. Početak rane prikazan je na slici 8.2.1. Pacijentica stanuje na otoku te je veoma dislocirana od adekvatne zdravstvene skrbi. Iz tog razloga pacijentica je na prvi pregled došla u svibnju 2017. godine te je u siječnju 2018. godine započeto liječenje. Uz kiruršku obradu koju je bilo potrebno učiniti, pacijentica je liječena i različitim suvremenim oblogama. Primjenjivali su se autolitički gel, hidrokolid te hidrofiber, pacijentica je prvi put liječena hiperbaričnom oksigenoterapijom. Tijekom liječenja primjenjivala se i transkutana oksimetrija kako bi se prepoznala razina tkivne ishemije i opskrba kisika u razini kože.

Slika 8.2.2. prikazuje kroničnu ranu nakon učinjenih pedeset tretmana hiperbaričnim kisikom. Nakon učinjenih šezdeset tretmana hiperbaričnim kisikom, u vremenskom razdoblju od deset tjedana te primjenom debridmana, nekrektomije, suvremenih obloga, antimikrobne potpore antibioticima i kompresivne odjeće, postiglo se uspješno cijeljenje rane.



*Slika 8.2.1. Prikaz kronične rane na početku liječenja*

*Izvor: Autori članka: E. Marcucci, M. Piplica, V. Dujanić Njegovan, M. Marinović, B. Reinić; Acta Chirurgica Croatica, Vol. 15, Suppl. 1, ISSN 1845-2760 Zagreb 2018.*



*Slika 8.2.2. Prikaz kronične rane nakon pedeset tretmana hiperbaričnim kisikom*

*Izvor: : Autori članka: E. Marcucci, M. Piplica, V. Dujanić Njegovan, M. Marinović, B. Reinić; Acta Chirurgica Croatica, Vol. 15, Suppl. 1, ISSN 1845-2760 Zagreb 2018.*

## 9. Zaključak

Kronične rane velik su teret bolesnicima, obitelji, zdravstvenim radnicima, ali i zdravstvenom sustavu. Osim što izrazito umanjuju kvalitetu života bolesnika, kronične su rane rastući socioekonomski problem današnjice. Procjenjuje se kako će njihova prisutnost sve više i više rasti zbog starenja populacije te porasta pretilosti i dijabetesa u razvijenim zemljama.

Uključivanje hiperbarične oksigenoterapije u liječenje kronične rane dovodi do oporavka stanične sredine u kojoj se mogu odvijati procesi cijeljenja rane i protubakterijski mehanizmi. Pomoću uključivanja hiperbaričnog kisika u tretmane ostvaruje se značajno povećanje tkivne oksigenacije u tkivu slabo prokrvljene i inficirane rane. Povećanje tlaka kisika uzrokuje značajne pozitivne promjene u procesu oporavka rane. Tlak kisika u tkivu utječe na brzinu ulaganja kolagena, angiogeneze i na uništavanje bakterija u rani. Hipoksija je štetna, a hiperoksija ubrzava proces cijeljenja rane. Najveća korist se pritom ostvaruje unutar tkiva s narušenim krvotokom i dostavom kisika.

Iz slučaja prikazanih u radu može se zaključiti da je hiperbarična oksigenoterapija izvrsna nadopuna suvremenom liječenju kroničnih rana. Potvrđuju se razna istraživanja da hiperbarična oksigenoterapija pospješuje cijeljenje rana. Osim toga uz hiperbaričnu oksigenoterapiju važno je odabrati i dodatnu odgovarajuću terapiju kao što je primjerice primjena suvremenih obloga, terapija negativnim tlakom te debridman. Za uspješno liječenje kroničnih rana vrlo je važan multidisciplinarni pristup ali i mnogo truda i strpljenja od strane pacijenta. Liječenje je velik izazov za cijeli multidisciplinarni tim koji je uključen u liječenje rane i u skrb pacijenta s kroničnom ranom.

Cilj ovog rada je objasniti koliko važnu ulogu medicinska sestra/tehničar ima u liječenju kroničnih rana hiperbaričnim kisikom. Da bi se postigli što bolji rezultati, potrebna je adekvatna edukacija medicinskog osoblja te kontinuirano uključivanje pacijenta u proces zbrinjavanja kroničnih rana.

Profesor dr. Harding je rekao: *U ranu ne stavljajte ništa što ne biste stavili sebi u oko!*

## 10. Literatura

- [1] K. K. Jain: Textbook of Hyperbaric Medicine, Poliklinika za baromedicinu i medicinu rada OXY, Pula, 2010.
- [2] Mathieu D., Handbook on hyperbaric medicine, Dspringer, P.O. Box 17, 3300 AA Dordrecht, TheNetherlands, 2006.
- [3] S. Bhutani, G.Vishwanath: Hyperbaric oxygen and wound healing, Indian J Plast Surg. 2012 May-Aug; 45(2): 316–324
- [4] S. R. Thom: Hyperbaric oxygen – its mechanisms and efficacy, Plast Reconstr Surg. 2011 Jan; 127(Suppl 1): 131S–141S.
- [5] M. Šitum, M. Kolić, G.Redžepi, S. Antolić: Kronične rane kao javnozdravstveni problem, Acta Med Croatica, 68 (Supl. 1) (2014) 5-7
- [6] D. Jugović: Proračun i oblikovanje medicinske komore barokomore, Sveučilište u Zagrebu, 2010.
- [7] I. Bilić, N. M. Petri: Hiperbarična oksigenacija u liječenju infekcija središnjeg živčanog sustava, Infektološki glasnik, Vol. 33 No. 4, 2013.
- [8] J. Obrenović, M. Nešić: Kognitivna vrednost govornog signala u uslovima akutne hipoksije, Godišnjak za psihologiju, UDC 159.946.3:612.233
- [9] J. Hančević, T. Antoljak i suradnici: Rane, Naklada Slap, 2000.
- [10] M. Šitum, M. Kolić: Diferencijalna dijagnoza kroničnih rana, Acta medica Croatica, Vol. 67 No. Supplement 1, 2013.
- [11] M. Šitum, M. Kolić, G. Redžepi, S. Antolić: Kronične rane kao javnozdravstveni problem, Acta medica Croatica, Vol. 68 No. Supplement 1, 2014.
- [12] D. Huljev: Prepreke u cijeljenju rane, Acta medica Croatica, Vol. 67 No. Supplement 1, 2013.
- [13] N. Fumić, M. Marinović, D. Brajan: Kontinuirana edukacija medicinskih sestara s ciljem unaprjeđenja kvalitete zdravstvene njege, Acta Med Croatica, 68 (Supl. 1) (2014) 13-16
- [14] M. S. Škoc, E. Pezelj, D. Ležaić: Karakterizacija i učinkovitost medicinskih obloga za kronične rane, Tekstil 63 (9-10) 293-305 (2014.)
- [15] C.Triller, D. Huljev i D. M. Smrke: Primjena suvremenih obloga u liječenju kroničnih rana, Acta Med Croatica, 66 (Supl. 1) (2012) 65-70
- [16] D. Huljev, A. Gajić, C. Triller, N. Kecelj Leskovec:Uloga debridmana u liječenju kroničnih rana, Acta Med Croatica, 66 (2012) (Supl. 1) 79-84



- [17] D. Huljev, A. Gajić , Tugomir Gverić , N. Kecelj Leskovec, C.Triller: Uloga terapije negativnim tlakom u tretmanu kroničnih rana, Acta Med Croatica, 66 (Supl. 1) (2012) 59-64
- [18] Informativno-edukativni materijal za pacijente i posjetitelje, KBC Rijeka, 2016.  
<http://kbc-rijeka.hr/informativno-edukativni-materijali-pacijente-posjetitelje/#1454925719-2-023434> Dostupno 23.09.2019.
- [19] S. Šepec, B. Kurtović, T. Munko, M. Vico, D. Abcu Aldan, D. Babić, A. Turina: Sestrinske dijagnoze, Hrvatska Komora Medicinskih Sestara, Zagreb, 2011.
- [20] M. Žulec: Transkutana oksimetrija (TcP02 ) – između teorije i prakse, Acta Med Croatica, 68 (Supl. 1) (2014) 59-61

## **Popis slika**

*Slika 8.1.1. Početak zbrinjavanja kronične rane*

*Slika 8.1.2. Postavljanje privremenog šava*

*Slika 8.1.3. Prikaz kronične rane nakon šezdeset HBOT*

*Slika 8.2.1. Prikaz kronične rane na početku liječenja*

*Slika 8.2.2. Prikaz kronične rane nakon pedeset tretmana hiperbaričnim kisikom*



Sveučilište  
Sjever




SVEUČILIŠTE  
SJEVER

## IZJAVA O AUTORSTVU I SUGLASNOST ZA JAVNU OBJAVU

Završni/diplomski rad isključivo je autorsko djelo studenta koji je isti izradio te student odgovara za istinitost, izvornost i ispravnost teksta rada. U radu se ne smiju koristiti dijelovi tuđih radova (knjiga, članaka, doktorskih disertacija, magistarskih radova, izvora s interneta, i drugih izvora) bez navođenja izvora i autora navedenih radova. Svi dijelovi tuđih radova moraju biti pravilno navedeni i citirani. Dijelovi tuđih radova koji nisu pravilno citirani, smatraju se plagijatom, odnosno nezakonitim prisvajanjem tuđeg znanstvenog ili stručnoga rada. Sukladno navedenom studenti su dužni potpisati izjavu o autorstvu rada.

Ja, Ivana Hodanić (*ime i prezime*) pod punom moralnom, materijalnom i kaznenom odgovornošću, izjavljujem da sam isključivi autor/ica završnog rada pod naslovom Hiperbarična oksigenoterapija u liječenju kroničnih rana (*upisati naslov*) te da u navedenom radu nisu na nedozvoljeni način (bez pravilnog citiranja) korišteni dijelovi tuđih radova.


Student/ica:  
Ivana Hodanić

  
(vlastoručni potpis)

Sukladno Zakonu o znanstvenoj djelatnosti i visokom obrazovanju završne/diplomske radove sveučilišta su dužna trajno objaviti na javnoj internetskoj bazi sveučilišne knjižnice u sastavu sveučilišta te kopirati u javnu internetsku bazu završnih/diplomskih radova Nacionalne i sveučilišne knjižnice. Završni radovi istovrsnih umjetničkih studija koji se realiziraju kroz umjetnička ostvarenja objavljuju se na odgovarajući način.

Ja, Ivana Hodanić (*ime i prezime*) neopozivo izjavljujem da sam suglasan/na s javnom objavom završnog rada pod naslovom Hiperbarična oksigenoterapija u liječenju kroničnih rana (*upisati naslov*) čiji sam autor/ica.

Student/ica:  
Ivana Hodanić

  
(vlastoručni potpis)