

## **INDICE**

Introduzione	pagina 1
Capitolo 1- Le patologie vascolari, il diabete mellito e le ulcere cutanee che esse causano	pagina 5
1.1 L'insufficienza venosa	pagina 5
1.2 L'arteriopatia periferica	pagina 7
1.3 Il diabete mellito	pagina 9
Capitolo 2- L'ossigenoterapia iperbarica.	pagina 11
2.1 Il ruolo dell'infermiere nell'ossigenoterapia iperbarica.	pagina 14
2.2 Normativa e sicurezza nei centri di medicina iperbarica.	pagina 16
Materiali e Metodi	pagina 18
Risultati e discussione	pagina 20
Conclusione	pagina 31
Bibliografia	pagina 33
Sitografia	pagina 37

## INTRODUZIONE

Per lesioni cutanee si intendono soluzioni di continuo cutaneo (Peghetti 2016), che non tendono naturalmente al processo di guarigione, la quale, in assenza di fattori patologici concomitanti o fattori di rischio, segue quattro fasi: una prima fase di emostasi, a seguire una fase infiammatoria, poi una fase di riparazione e, in ultimo, una fase di rimodellamento.

Nel momento in cui sono coinvolte turbe vascolari o metaboliche, il processo riparativo non si svolgerà in autonomia, ma il paziente avrà bisogno dell'intervento di un'equipe infermieristica e medica in grado di assisterlo e di curare la lesione che lo affligge.

Le lesioni cutanee che verranno affrontate in questo elaborato sono quelle degli arti inferiori causate dall'insufficienza venosa cronica, da arteriopatia periferica e dal diabete mellito.

Questo tipo di patologie si sono dimostrate di particolare rilievo, perché hanno in comune fattori di rischio tipici dei paesi più industrializzati. Tra questi ricordiamo l'obesità che in Italia raggiunge l'11% tra la popolazione adulta; come rileva uno studio del sistema sperimentale di sorveglianza della salute della popolazione anziana, "passi d'argento", il 60% degli individui tra i 65 e i 75 anni è in sovrappeso\obesi e che gli individui tra i 75 e gli 84 anni in sovrappeso\obesi siano il 53% e gli ultra 85enni il 42%. (Ministero della Salute, 2014)

Un altro fattore di rischio particolarmente diffuso nel nostro paese riguarda il fumo di tabacco, in quanto, nel 2018, si è constatato che esso partisse dalle fasce di età più giovanili; in particolare il numero più elevato di fumatori si raggiunge tra i 20 e i 24 anni con una percentuale del 32,4% per gli uomini, il 22,2% per le donne e il 27,7% per la popolazione generale (Ministero della salute, 2020).

Il fumo di sigaretta è considerato un fattore di rischio di elevata portata sociale in quanto si è dimostrato la principale causa di morbosità e mortalità prevenibile nel nostro paese, che conta tra le 70.000 e le 83.000 vittime ogni anno con età compresa fra i 35 ed i 65 anni (Ministero della Salute, 2020)

La presenza di uno o più fattori di rischio è alla base delle patologie che causano le lesioni che verranno discusse in questo elaborato.

Tra queste vi sono le ulcere vascolari che rappresentano un problema significativo in Italia, in quanto affliggono l'1% della popolazione e che colpiscono con un'incidenza direttamente proporzionale all'età del soggetto che presenta la patologia di base.

In particolare, è stato dimostrato che l'insufficienza venosa cronica affligge la popolazione sopra i cinquant'anni di età con una prevalenza del 21,2% negli uomini e 12% nelle donne. In questa percentuale troviamo un'incidenza di ulcere attive dello 0,3% con una prevalenza combinata di ulcere attive e cicatrizzate dell'1%. (Andreozzi, 2015).

Per quanto riguarda l'arteriopatia periferica i dati ci suggeriscono che affligge circa 200 milioni di persone nel mondo, di cui 40 milioni in Europa, in special modo nei soggetti al di sopra dei 50 anni, incrementando dopo i 65 anni e raggiungendo il 20% di incidenza dopo gli 80 anni. (consulta scv, 2019)

Inoltre, sappiamo che nei paesi ad alto reddito gli uomini sono più colpiti rispetto alle donne, con un rapporto di 2:1.

Questa patologia è tanto subdola quanto silente, infatti su più studi è stato dimostrato come un'ampia porzione di soggetti non presenti i sintomi fino alla manifestazione della patologia stessa.

In Europa occidentale questa patologia causa direttamente 3,5 vittime su 10.000, per quanto una restante, e significativa, porzione di popolazione muoia a causa delle conseguenze più comuni che si possono attribuire alla arteriopatia periferica: Infarto del miocardio acuto e Ictus.

Le ulcere vascolari arteriose rappresentano l'8% delle lesioni degli arti inferiori.

Per quanto riguarda, invece, il diabete mellito sappiamo che ne esistono di tre tipi: il diabete mellito di tipo uno, il diabete mellito di tipo due e il diabete di altro tipo.

Riguardo il diabete di tipo uno sappiamo che rappresenta l'8% dei casi totali ed è comunemente riconosciuto come il diabete infantile-giovanile, che insorge tra gli zero e i quattordici anni con un'incidenza tra i 6 e i 10 casi per 100.000 per anno e tra i quindici e i ventinove anni con un'incidenza pari a 6,72 casi ogni 100.000 per anno. (Vespasiani, ...)

In merito, invece, al diabete di tipo due, i dati indicano che esso è il diabete diagnosticato nel 90% dei soggetti malati e che la prevalenza dei casi di diabete di tipo due si aggira tra il 6% e l'11%, con una crescita continua. (Vespasiani, ...)

Questo tipo di diabete, rispetto a quello precedente, insorge in tarda età a causa dei fattori di rischio di cui sopra, ovvero: la sedentarietà e l'obesità.

In Italia possiamo contare che circa 3 milioni di persone è affetta da diabete e che il 15% di esse risulta affetto da un'ulcera diabetica (Arzini, 2011).

Questo dato è particolarmente allarmante, in quanto il 10%-20% delle ulcere da piede diabetico cronicizza, andando gradualmente in contro a necrosi, che evolve progressivamente fino ad arrivare alla necessità di dover amputare la porzione di arto coinvolta nel processo necrotico. Nei paesi occidentali, le lesioni diabetiche, rappresentano la prima causa di amputazione e il 60% di tutte le amputazioni (Arzini, 2011).

Dai dati, quindi, si evince come questi tipi di ulcere rappresentano un problema significativo per il sistema sanitario nazionale sotto il punto di vista dei costi sia sociali che materiali.

Per questo elaborato è stato posto il seguente obiettivo: porre l'accento sulla problematica che rappresentano le lesioni cutanee di cui sopra e poter presentare la terapia iperbarica come un valido supporto terapeutico al fine di migliorare le prospettive del wound care.

Verranno evidenziate le principali caratteristiche del trattamento, quali sono gli impieghi clinici, le indicazioni e le controindicazioni assolute, ovvero quelle indicazioni per le quali è fortemente sconsigliata la terapia iperbarica al paziente che soffre di tali

patologie, e le controindicazioni relative, ovvero condizioni cliniche che presenta il paziente al momento dell'accesso nella struttura e che necessitano di una correzione terapeutica per poter cominciare la terapia in tutta sicurezza.

Si discuterà del rapporto costo\beneficio che l'ossigenoterapia iperbarica apporta al sistema sanitario nazionale in relazione a quello apportato dalle medicazioni avanzate tipicamente in uso.

Si descriveranno, inoltre, i punti di forza che questo tipo di terapia possiede e quali sono gli aspetti da modificare per consentire che il suo impiego sia usufruibile e accessibile a tutti i pazienti che ne avranno bisogno, al fine di migliorarne il benessere clinico.

È stato dimostrato, infatti, che gli effetti terapeutici riconducibili alla terapia iperbarica sono: ridurre l'infiammazione cronica con effetto antiedemigeno, indurre un'azione antibatterica e, in presenza di patologie con deficit circolatori, fornire ossigeno ai tessuti ischemici, facilitando i processi di guarigione grazie alla proliferazione dei vasi, di collagene e deposito di calcio delle ossa e favorire il ripristino delle funzioni cellulari.

D'altro canto, la terapia iperbarica è ancora molto discussa a causa delle problematiche logistiche e patologiche che potrebbe apportare. Infatti, sotto il punto di vista logistico, si discute del fatto che, essendo una terapia unicamente ospedaliera, non è ancora facilmente accessibile ai pazienti allettati o con difficoltà nei movimenti.

Per quanto riguarda le questioni cliniche, si discuterà dell'impatto che le complicanze, ormai note, di questa terapia avranno sulle funzioni polmonari.

## CAPITOLO 1

Le patologie vascolari, il diabete mellito e le ulcere cutanee che esse causano.

Come è stato riportato precedentemente, la prima causa delle ulcere degli arti inferiori sono proprio le patologie vascolari come l'insufficienza venosa e l'arteriopatia periferica, e il diabete mellito.

Queste patologie hanno dimostrato una discreta rilevanza nella vita del paziente, che con un'elevata percentuale, si ritroveranno a far fronte alle ulcere, spesso invalidanti, che esse causano.

Come verrà descritto in questo capitolo, una lesione cutanea non può essere trattata e curata come un'afflizione a sé stante, ma andrà considerata come il sintomo e il segno di una patologia potenzialmente invalidante per il paziente.

Si richiederà, quindi, non solo un adeguato piano terapeutico basato sul wound care dove l'infermiere svolge un ruolo fondamentale, ma anche di un sostegno terapeutico polispecialistico.

Di conseguenza sarà opportuno, sia stabilire una diagnosi differenziale, sia attenersi ad un approccio olistico nei riguardi della patologia e di un approccio integrato quando si ricorrerà alla stesura di un piano terapeutico.

### 1.1 L'insufficienza venosa

Fisiologicamente durante la fase di rilassamento muscolare, il sangue passa dal circolo venoso superficiale a quello profondo in maniera unidirezionale, grazie alle vene perforanti che sono dotate di valvole. Durante la contrazione muscolare, questo processo è semplificato, infatti il sangue è spinto verso un'unica direzione grazie alla contrazione stessa.

Nell'insufficienza venosa cronica, il danno valvolare causa un reflusso di sangue dal letto vascolare delle vene profonde a quello delle vene superficiali, caratterizzando così un quadro clinico di ipertensione e stasi venose.

I sintomi di questa patologia possono cambiare da soggetto a soggetto, insorgendo sin dall'inizio dell'afflizione e riconducibili a: dolore, edema che compare solo la sera, senso di peso in posizione ortostatica (Andreozzi, 2008).

I segni, invece, sono strettamente correlati all'evoluzione della patologia e sono: vene varicose, dermatosclerosi e ulcere cutanee (Andreozzi, 2008).

L'insieme dei segni e dei sintomi va a costituire un quadro clinico particolarmente invalidante per il paziente.

L'insufficienza venosa è universalmente classificata secondo i criteri della CEAP (clinica-eziologia- anatomia e patologia):

CLASSE	CLINICA
0	Non segni visibili o palpabili di patologia venosa.
1	Presenza di teleangectasie e/o varici reticolari.
2	Varici troncolari.
3	Edema.
4	Segni dermici di origine venosa, quali: dermatiti da stasi, eczema, pigmentazione.
5	Segni dermici e ulcera cicatrizzata.
6	Segni dermici e ulcere venose in atto.
	EZIOLOGIA
Ec	Congenita
Ep	Primitiva
es	Secondaria
Eo	Eziologia venosa non identificabile
	ANATOMIA
As	Interessamento del sistema venoso superficiale
Ad	Interessamento del sistema venoso profondo
Ap	Interessamento delle vene perforanti

Ao	Interessamento venoso non localizzabile
	PATOFISIOLOGIA
Pr	Reflusso
Po	Ostruzione
Pr+o	Reflusso e ostruzione
Pn	Patologia venosa non identificabile

Le ulcere venose sono caratterizzate da una cute perilesionale iperpigmentata, a causa dell'accumulo dell'emosiderina, e per la lipodermatosclerosi. Il letto della ferita può presentarsi fibrinoso o granuleggiante, con bordo poco rilevato o piatto e irregolare.

Sono presenti i polsi periferici e la sintomatologia dolorosa è spesso assente, nel caso in cui sia presente si consiglia di sopraelevare l'arto.

Solitamente la terapia classica prevede il bendaggio elasto-compressivo, atto a correggere l'insufficienza venosa, e le tecniche di medicazione specifica per lo stato della ferita stessa.

## 1.2 L'arteriopatia periferica.

Per quanto riguarda l'arteriopatia periferica, è caratterizzata da aterosclerosi a carico degli arti inferiori, causa di ischemia. Di questa patologia è nota la prevalenza nel genere maschile e che i fattori di rischio sono riconducibili ad ipertensione, diabete, dislipidemia, fumo di sigaretta ed obesità.

Questa patologia può essere classificata come lieve, moderata o grave.

Nel primo caso, questa afflizione rimane silente e il paziente non riferirà alcun tipo di segno o di sintomo rilevante.

Nel secondo caso, arteriopatia periferica moderata, il paziente riferirà il sintomo tipico di questa patologia, la claudicatio intermittens, ovvero la difficoltà nel camminare a causa della comparsa di dolore, costrizione, crampi e affaticamento. Quest'ultimo sintomo è spesso riconducibile ad un'ischemia reversibile provocata da uno sforzo,



infatti la sintomatologia si riduce nel momento in cui il paziente si mette a riposo, con gli arti in posizione declive.

Nel terzo caso, ovvero l'arteriopatia periferica grave, sopraggiungeranno segni e sintomi come la cianosi, la perdita di peli, il dolore a riposo, atrofia cutanea e ulcere ischemiche che potrebbero rapidamente evolvere in gangrena.

Nel caso di una malattia arteriosa periferica moderata o grave abbiamo come segno distintivo una mancanza o una riduzione dei polsi periferici in sede poplitea, tibiale posteriore e dorsale del piede. (Koon, 2019)

Questo tipo di malattia è considerata sistemica in quanto il 50%-75% dei pazienti affetti da arteriopatia periferica è colpito da coronaropatia clinicamente significativa o da una cerebropatia vascolare.

Le ulcere che si verificano in concomitanza con questa malattia, comunemente si associano ad un trauma o una pressione prolungata e sono proporzionali all'aggravamento della patologia stessa.; solitamente si localizzano al livello del piede ed occasionalmente sulla gamba.

Occasionalmente dolorose, si presentano perforate, non granuleggianti, con bordi ben delimitati; le estremità dell'arto colpito potrebbero andare incontro a una gangrena secca. (Koon, 2019)

Un'eventuale infezione di quest'ultime, con l'insorgenza di una gangrena umida, non è rara e ne consegue una progressiva cellulite.

La terapia per questo tipo di lesioni consiste in una prima parte preventiva, in cui si evitano i traumatismi al piede, si eliminano i fattori di rischio e si incoraggia il paziente a camminare.

Per quanto riguarda le ulcere, possono guarire rivascolarizzando le zone ormai ipossiche; ciò può essere svolto grazie alla chirurgia ricostruttiva, se il problema è sistemico, o con l'angioplastica per una stenosi locale.

Un altro trattamento utile è la terapia locale specifica per la lesione.

### 1.3 Il diabete mellito.

Parlando, invece, del diabete mellito si può definire come una patologia caratterizzata dall'alterazione del metabolismo dei glucidi, associato ad una carenza o totale mancanza di insulina.

I valori di glicemia necessaria per poter postulare una diagnosi di diabete mellito sono: superiore a 126 mg\dl a digiuno e superiore a 200 mg\dl dopo due ore dalla somministrazione di zuccheri per via orale, nell'esecuzione del test di tolleranza al glucosio. (Di Santo, 2018).

Questa afflizione può essere di tre tipi:

-diabete di tipo uno, in cui il paziente affetto da questo tipo di diabete sarà indirizzato nel cominciare sin da subito la terapia insulinica.

-diabete di tipo due, che non necessita fin dal momento della diagnosi, la somministrazione di insulina sottocute, ma può essere tenuto sotto controllo da esercizio fisico, una sana alimentazione e ipoglicemizzanti orali, riuscendo a far tardare significativamente l'inizio delle somministrazioni sottocute.

-il diabete di altro tipo, come ad esempio, il diabete gestazionale, il diabete secondario o il diabete insipido.

Il diabete mellito, a lungo termine, è causa di progressive complicanze come: la retinopatia con il rischio di cecità, la nefropatia con potenziale rischio di insufficienza renale, la neuropatia con una possibile evoluzione in lesioni cutanee pedicie, amputazioni e disfunzioni del sistema nervoso autonomo. (Pascale, 2012)

Inoltre, i pazienti affetti da diabete mellito incorrono in un elevato rischio di sviluppare una malattia cardiovascolare, cerebrovascolare o una vasculopatia periferica.

La lesione cutanea più comune che si associa a questa patologia, è senza dubbio il piede diabetico che il "Gruppo di Studio Piede Diabetico" della Società Italiana di Diabetologia ha definito nel 2000 come "piede con alterazioni anatomico-funzionali determinate dall'arteriopatia occlusiva periferica e/o dalla neuropatia diabetica".

Nel trattamento del piede diabetico gioca un ruolo fondamentale la prevenzione, che si basa su cinque elementi fondamentali ovvero il riconoscimento precoce del piede a rischio, periodiche ispezioni ed esami della cute, l'educazione del paziente, della sua famiglia, del caregiver e dei sanitari coinvolti nel processo assistenziale, consigliare l'uso di calzature idonee a evitare la comparsa di ulcere e trattare le eventuali lesioni preulcerative. (Guidi, 2018)

Nel trattamento del piede diabetico, troviamo un importante riscontro nella Vacuum Assisted Closure (VAC) che, a seguito di un adeguato sbrigliamento della ferita, si è dimostrata molto efficace nel drenaggio della lesione tramite la pressione negativa che applica su di essa.

Il malato, inoltre, avrà bisogno di assistenza da parte di un'equipe multidisciplinare, in grado di poter effettuare controlli e cure costanti specialistiche per ogni tipo di complicanza che potrebbe sviluppare.

## CAPITOLO 2

### L'ossigenoterapia iperbarica.

L'Organizzazione Mondiale della Sanità (OMS), definisce l'ossigenoterapia iperbarica come “una terapia sistemica che sfrutta la solubilità fisica dell'ossigeno in pressione”.

Essa, infatti, è un trattamento medico che consiste nella somministrazione di ossigeno in camere di pressurizzazione appositamente adibite, in cui i pazienti possano assumere la terapia ad almeno un'atmosfera maggiore e mai superiore a tre volte quella ambientale, che equivale ad 1 ATM (atmosfera assoluta).

Alla base del trattamento troviamo le leggi fisiche di Dalton, di Henry e di Boyle, le quali trattano la solubilità dei gas. Enunciando, infatti, la legge di Henry “la quantità di un gas che entra in soluzione in un liquido è direttamente proporzionale alla sua pressione parziale rispetto al liquido con il quale è in contatto”.

Considerando questo enunciato, gli studi sono stati indirizzati verso l'approfondimento delle conoscenze in merito alla pressione parziale dell'ossigeno nell'aria alveolare che, come è stato scoperto, possa variare a seconda della concentrazione di ossigeno inspirata e della pressione alla quale il soggetto si trova.

La pressione parziale dell'aria alveolare in condizione di aria ambiente e a livello del mare (con pressione di 1 ATA ovvero un'atmosfera assoluta) è di 159 mmHg, in condizione di medesima atmosfera e con concentrazione di ossigeno inspirato pari al 100%, la pressione sale a 760 mmHg; considerando invece, la condizione di iperbarismo pari a 3 ATA e con una concentrazione di ossigeno inspirato pari al 100%, si arriva ad una pressione parziale alveolare di 2280 mmHg.

Da questo ne consegue che maggiore sarà la pressione atmosferica dell'aria che il paziente respirerà e maggiore sarà la concentrazione dell'ossigeno disciolto nel plasma, quantità migliorata anche dal fatto che l'aria che il paziente respirerà sarà satura di ossigeno puro al 100%.

L'ossigenoterapia iperbarica va ad aumentare la pressione parziale di ossigeno in tutto il sistema vascolare arterioso e capillare, andando ad aumentare la quota di ossigeno che può essere rilasciata e utilizzata nella respirazione tissutale

Questo processo viene favorito dalla notevole vasocostrizione che avviene nei distretti normoperfusi sottoposti ad un ambiente iperbarico.

La condizione di vasocostrizione appena citata è in grado di richiamare sangue che viene prontamente convogliato nei distretti in cui è in atto un meccanismo di ipoperfusione, riuscendo in questo modo a ristabilire una condizione di perfusione adeguata, principio alla base della guarigione dell'ulcera.

La terapia consiste in tre fasi: una prima fase di compressione, durante la quale la pressione ambientale viene aumentata fino ad arrivare a quella terapeutica per la seduta, una seconda fase di trattamento vero e proprio, dove il paziente inala ossigeno ad una concentrazione del 100% nella camera pressurizzata ed un'ultima fase, chiamata fase di decompressione, con un graduale ritorno alla pressione atmosferica di base.

La terapia viene svolta in camere appositamente strutturate, multiple o singole, sebbene quest'ultime non siano ancora ampiamente utilizzate in Italia.



Foto 1. Camera di pressurizzazione multipla.



Foto 2. Camera di pressurizzazione singola.

La durata della sessione di ossigenoterapia dura dai sessanta ai centoventi minuti, escludendo i tempi di pressurizzazione e decompressione. Fondamentale in queste ultime due fasi è la compliance del paziente, che deve attivare le manovre di compensazione a cui è stato precedentemente addestrato per evitare o limitare i disturbi che potrebbero presentarsi a livello uditivo.

Infatti, le maggiori complicanze che potrebbero presentarsi in concomitanza con la terapia iperbarica sono: il barotrauma, che si presenta in particolare a livello dell'orecchio medio, dei polmoni, dei seni paranasali e dei denti in fase di compressione; la tossicità da ossigeno, che può manifestarsi in forma acuta, coinvolgendo il sistema nervoso centrale e dando sintomi simili a crisi di grande male, o in forma cronica, coinvolgendo i polmoni e dando sintomi di irritazione e dolore parasternale con tosse secca; ansia e claustrofobia, riportate anche nelle controindicazioni per poter accedere alla terapia iperbarica, in quanto il trattamento è prolungato, in una camera dalla quale non si può uscire istantaneamente; variazione refrattive, in cui i pazienti riferiscono un deterioramento della vista, fortunatamente reversibile; tensione e dolori gastrointestinali, causati da distensione gastrointestinale in

fase di decompressione; interazione con i farmaci, alcuni dei quali verranno riportati successivamente.

All'interno della camera è sempre presente un medico o un infermiere specializzato che aiuterà il paziente durante la seduta e gestirà le eventuali complicanze.

Il paziente, prima della seduta di ossigenoterapia, dovrà indossare camici ignifughi e calzature antistatiche.

Questo tipo di terapia presenta delle indicazioni assolute che rendono impossibile al paziente sottoporsi alle sedute in camera iperbarica, come lo pneumotorace in atto, la tubercolosi cavitaria, le bronchiectasie, lo stato di male epilettico, la claustrofobia, quadri psicotici e il trattamento con cisplatino, doxorubicina e bleomicina.

L'Ossigenoterapia Iperbarica presenta anche delle controindicazioni relative, che potrebbero necessitare di azioni correttive per permettere lo svolgimento della terapia, come le otiti, le cardiopatie ischemiche e congestizie, l'ipertensione arteriosa non trattata, storia di barotrauma, broncopneumopatia cronica ostruttiva severa, sinusite o infezione alle alte vie aeree, pregresso pneumotorace, storia di interventi chirurgici a carico del torace, febbre non controllata, gravidanza, claustrofobia o storia di attacchi di panico.

Per quanto riguarda i pazienti portatori di Pacemaker, protesi oculari o mammaria si renderà necessario controllare nel certificato di fabbricazione l'eventuale autorizzazione all'esposizione del dispositivo ad un ambiente iperbarico.

Relativamente alle indicazioni per poter accedere alla terapia iperbarica, le condizioni sono le seguenti: malattia da decompressione, intossicazioni da monossido di carbonio, gangrena gassosa, necrosi dei tessuti molli, infezioni, osteomielite refrattaria, ulcere diabetiche, embolia gassosa, actinomicosi, lesioni da schiacciamento, severa anemizzazione, ustioni, danno tessutale da radiazioni, innesti dermo-epidermici, lesioni vascolari causate da arteriopatia periferica ed insufficienza venosa.

## 2.1 Il ruolo dell'infermiere nell'ossigenoterapia iperbarica.

L'infermiere di camera iperbarica è un professionista attentamente preparato e formato che deve aver frequentato e superato un corso specifico abilitante alla conduzione del

sistema iperbarico nel suo insieme, con particolare considerazione e rispetto per i protocolli operativi del centro iperbarico in cui si svolge la terapia e rispettando rigidamente le norme in vigore.

L'infermiere specializzato è responsabile del corretto funzionamento dei presidi elettromedicali specifici della camera di pressurizzazione.

Egli deve, pertanto, controllare giornalmente la funzionalità di quest'ultime per prevenire il rischio di guasti dell'apparecchiatura sottoposta alla pressione della camera e per evitare che i parametri impostati abbiano subito delle alterazioni.

È di fondamentale importanza, inoltre, prestare particolare attenzione alla manutenzione dell'alimentazione elettrica della camera e degli accessori ad essa associati, in modo tale da evitare e, nel caso prevenire, il rischio di incendi nella stanza di pressurizzazione, in quanto come già specificato, una volta raggiunta la pressione terapeutica non è possibile uscire dalla camera se non prima del tempo necessario dedicato alla decompressione.

Proprio per quanto riguarda quest'ultima evenienza, è di fondamentale importanza che il sistema antincendio della stanza sia funzionante e periodicamente controllato.

All'infermiere di camera iperbarica è attribuibile, inoltre, la responsabilità della verifica, per ogni paziente, di eventuali prescrizioni mediche o dispositivi specifici di cui l'assistito necessita per poter svolgere la terapia.

Deve, inoltre, verificare che ogni paziente entri nella camera con indosso il camice ignifugo e gli zoccoli adibiti alla camera e che non porti con sé alcun tipo di oggetto non consentito nella camera, tra cui si ricordano gli oggetti che potrebbero essere infiammabili.

L'infermiere specializzato entrerà nella camera iperbarica insieme ai pazienti e dovrà assicurare loro un'assistenza continuativa per tutto l'arco temporale che la terapia impiega e gestire le eventuali complicanze che potrebbero verificarsi, in special modo dovrà essere preparato ad occuparsi dei pazienti che presenteranno segni e sintomi di una momentanea intolleranza all'ossigenoterapia e che avvertiranno uno stato d'ansia dovuto all'ambiente claustrofobico.



Dovrà, inoltre, aiutare i pazienti che non saranno in grado di attuare le tecniche di compensazione dell'orecchio, che respireranno in maniera scorretta dal dispositivo di erogazione dell'ossigeno o che avvertiranno una sensazione di caldo o di freddo nella camera.

Nel caso in cui arrivino pazienti dalla terapia intensiva, l'infermiere insieme all'anestesista di camera iperbarica, dovranno cambiare i dispositivi con quelli compatibili all'ambiente iperbarico, verificare la pervietà del tubo endotracheale, sostituire l'aria della cuffia di ancoraggio con soluzione fisiologica e controllare eventuali drenaggi.

Dovranno anche verificare che i cateteri venosi siano pervi e funzionanti, verificare la terapia in corso e portare nella camera un carrello, appositamente adibito all'ambiente iperbarico, munito di farmaci ed eventuale attrezzatura che potrebbe occorrere.

## 2.2- Sicurezza e normativa nei centri di medicina iperbarica.

Il 31 ottobre 1997 un infermiere e dieci pazienti si apprestano ad entrare nella camera iperbarica dell'istituto Galeazzi di Milano, per sostenere la seduta terapeutica prevista per quel pomeriggio.

L'infermiere, come da routine, controlla che i pazienti indossino i camici ignifughi e le calzature consone per sostenere la terapia, ricordando anche agli astanti che non si possono introdurre oggetti infiammabili all'interno della camera.

Una paziente porta con sé, uno scaldamani ad alcol e, noncurante delle raccomandazioni dell'Infermiere, comincia la terapia.

Una volta iniziata la terapia e cominciata a salire la pressione atmosferica, lo scaldamani ad alcol causa un incendio.

Il tecnico di camera si era assentato e il sistema antincendio non era funzionante, perciò, quando il tecnico stesso e il medico si accorsero di quello che stava accadendo, ormai all'interno della camera, vi erano undici morti.

A causa di questo tragicissimo incidente, la regione Lombardia ha deciso di redigere delle linee guida "D.G.R. 27 febbraio 1998, n. 6/34873 "Approvazione delle linee guida per la gestione delle camere iperbariche collocate in ambienti sanitari pubblici e privati"

(B.U. 6 aprile 1998, n. 14.)” al fine di evitare che un evento simile possa accadere nuovamente.

Queste linee guida comprendevano il dover indossare, da parte dei pazienti, un apposito camice ignifugo e delle calzature isolanti; istituivano l’obbligo di seguire un corso di preparazione riguardo gli atteggiamenti che si devono o non si devono tenere in camera iperbarica, cosa poter portare con sé e altre istruzioni da dover seguire per poter svolgere la seduta iperbarica in tutta sicurezza.

Queste sono solo alcune delle raccomandazioni contenute nel documento e sono state redatte appena accaduto l’incidente, proprio per evitare che questo tipo di eventi potessero capitare nuovamente.

Inoltre, la regione ha stipulato le linee guida preventivamente, attendendo il decreto ministeriale che arrivò poco dopo, infatti il 7 agosto 1998, il Ministero della salute emana il D.P.S VI/4.6/655: “Linee guida Tecniche per la gestione in sicurezza di camere iperbariche multiposto in ambiente clinico ed in strutture sanitarie con esclusione delle camere iperbariche monoposto e di quelle trasportabili”, valido su tutto il territorio nazionale.

Quest’ultimo decreto in merito alla terapia iperbarica impone ad ogni centro di medicina iperbarica di attrezzarsi con almeno due camere di pressurizzazione, da poter utilizzare in qualsiasi momento ed anche contemporaneamente. Questo perché se una camera fosse occupata dal trattamento di routine, ce ne sarebbe un’altra disponibile per eventuali emergenze che potrebbero verificarsi e che necessiterebbero della camera iperbarica, con un’immediata disponibilità di medico, infermiere e tecnico.

Il decreto ministeriale impone i requisiti fondamentali a cui i centri di medicina subacquea e iperbarica devono attenersi per allestire la camera di pressurizzazione, nelle modalità e nei luoghi più idonei; stabilisce, inoltre, come devono essere i sistemi antincendio e i circuiti elettrici.

Il decreto impone, inoltre, che per ogni camera iperbarica devono prendere servizio un infermiere, un tecnico iperbarico e un medico specializzato in anestesia e rianimazione che seguirà la terapia.

## **MATERIALI E METODI**

### **PICO.**

**P:** pazienti affetti da ulcere degli arti inferiori causate da diabete mellito, arteriopatia periferica e insufficienza venosa, refrattarie alle medicazioni avanzate utilizzate fino a quel momento.

**I:** cura delle ulcere croniche, sottoponendo il paziente a cicli terapeutici di ossigenoterapia iperbarica.

**C:** pazienti affetti da ulcere croniche che non sono stati sottoposti a ossigenoterapia iperbarica e che presentano condizioni cliniche simili.

**O:** presentare l'ossigenoterapia iperbarica come valido supporto terapeutico associato alle medicazioni avanzate per poter portare il paziente verso la guarigione e il miglioramento della propria condizione clinica.

Per questo elaborato è stata svolta una revisione narrativa della letteratura, prendendo in considerazione individui adulti sia uomini che donne senza distinzione di età che rientrano nei criteri clinici per essere sottoposti ad ossigenoterapia iperbarica, al fine di curare le lesioni croniche che li affliggono, causate da malattie di origine metabolica e vascolare.

Per questa revisione narrativa sono stati utilizzati studi trasversali, revisioni narrative e sistematiche, trial controllati e randomizzati e studi di coorte.

Al fine di poter svolgere un elaborato completo e basato sulle evidenze scientifiche più recenti, è stato posto come limite temporale l'anno 2004 per gli studi, sebbene quasi tutti siano più recenti. Sono state inoltre consultate le linee guida SIMSI del 2018, ovvero le più attuali.

Per quanto riguarda, invece, gli articoli presi in considerazione per la parte informativa, essi non superano il limite temporale dell'anno 2004.

Le parole chiave che sono state utilizzate per rintracciare gli articoli scientifici sono: ossigenoterapia iperbarica, lesioni cutanee, hyperbaric oxygen therapy, insufficienza venosa, lesioni venose, arteriopatia periferica, lesioni arteriose, diabete mellito, piede

diabetico, leg lesions, vascular lesions, venous lesions, diabetic foot, epidemiology, vascular disease, diabetes.

Banche dati consultate: pubmed, simsi, ncbi, epuap,uhms, europepmc, aiuc, siapav, nsis, ancip, nursind.

## RISULTATI E DISCUSSIONE

L'ossigenoterapia iperbarica si è dimostrata ampiamente efficace come supporto terapeutico per le ferite difficili croniche che naturalmente non tendono alla guarigione.

Nello studio che verrà di seguito riportato, sono stati presi in considerazione tutti i pazienti che sono stati sottoposti a terapia iperbarica da gennaio a dicembre 2012, arrivando ad un totale di 200 pazienti.

Lo studio ha dimostrato come le ferite che solitamente hanno indicazione per l'ossigenoterapia iperbarica, sono ulcere venose e ulcere da piede diabetico.

È stato evidenziato che le ulcere dei pazienti che hanno ricevuto fino a 30 sedute di OTI sono riuscite a guarire o a ridurre le loro dimensioni, fornendo risultati rilevanti per quanto riguarda il tipo di ferite che rispondono in maniera ottimale a questo tipo di terapia aggiuntiva.

Le lesioni croniche trattate con OTI hanno ricevuto meno sedute di terapia e le lesioni che presentavano i pazienti sono guarite (61,1%) o si sono ridotte (62,0%) in percentuale più elevata rispetto ai pazienti che non sono stati trattati con ossigeno iperbarico.

Autore	S. Meireles de Andrade, I. C. Ramos Vieira Santos.
Data di pubblicazione	Giugno, 2016
Titolo	Hyperbaric oxygen therapy for wound care.
Tipo di studio	Studio trasversale.
Disponibile in	<a href="https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/27410674/">https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/27410674/</a>
Abstract	Objective: To describe the most common types of wounds indicated for hyperbaric oxygen therapy and the results. Method: Cross-sectional study at a Hyperbaric Centre in the city of Salvador, Bahia, Brazil. The medical records of 200 patients treated with hyperbaric oxygen were reviewed from January to December 2012.

	<p>The Results show that the wounds that were most frequently indicated for hyperbaric oxygen therapy were venous ulcers, traumatic injury and diabetic foot. Patients with chronic wounds had fewer sessions (61.1%) and their wounds healed or were reduced (62.0%) compared to those with acute wounds.</p> <p>Conclusion: Hyperbaric oxygen therapy is an effective treatment for patients with chronic wounds.</p>
--	---

L'ossigenoterapia iperbarica, come già descritto nei precedenti capitoli, svolge un importante ruolo nella prevenzione dell'infezione dell'ulcera che si intende curare.

Questo tipo di terapia, infatti, non solo è usata come trattamento primario o aggiuntivo per infezioni come la gangrena gassosa, la fascite necrotizzante, l'osteomielite refrattaria, le infezioni neurochirurgiche e le infezioni fungine, ma viene anche utilizzata proprio nelle ulcere con tendenza all'ipossiemia.

Come dimostrato nell'articolo che verrà riportato di seguito, l'azione dell'ossigeno iperbarico è quella di agire come battericida e batteriostatico contro i batteri anaerobi che colonizzano questo tipo di ferite, aumentando la formazione dei radicali liberi dell'ossigeno.

Grazie alla capacità di questa terapia di aumentare la percentuale dell'ossigeno nei tessuti, i leucociti miglioreranno la loro capacità battericida.

Inoltre, è stato dimostrato come l'OTI agisce in maniera complementare e, in diversi casi, sinergica con alcuni agenti antimicrobici.

Autore	M. Cimsit, G. Uzun, S. Yildiz
Data di pubblicazione	Ottobre, 2009
Titolo	Hyperbaric oxygen therapy as an anti-infective agent.
Tipo di studio	Revisione

Disponibile in:	<a href="https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/19803709/">https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/19803709/</a>
Abstract	Hyperbaric oxygen therapy (HBOT) involves inhalation of 100% oxygen at supra-atmospheric ambient pressure. HBOT is used as either a primary or adjunctive treatment in the management of infections such as gas gangrene, necrotizing fasciitis, diabetic foot infections, refractory osteomyelitis, neurosurgical infections and fungal infections. HBOT acts as a bactericidal/bacteriostatic agent against anaerobic bacteria by increasing the formation of free oxygen radicals. HBOT restores the bacterial-killing capacity of leukocytes in hypoxic wounds by increasing tissue oxygen tensions. In addition, HBOT acts synergistically with a number of antibiotics. This article reviews the anti-infective effects of HBOT and the use of HBOT in the treatment of certain infectious diseases.

Per quanto riguarda l'impiego dell'ossigenoterapia iperbarica per la cura delle ulcere venose, abbiamo un importante riscontro per quanto riguarda la diminuzione della dimensione di tali ulcere.

Nello studio di seguito riportato, infatti, è stato svolto un trial controllato, randomizzato in doppio cieco e con un gruppo di controllo placebo, in cui trent'uno pazienti presi nello studio stesso, erano sottoposti alla terapia iperbarica o al trattamento placebo.

I criteri di inclusione scelti riguardavano l'età che era fissata sui 70 anni con una deviazione standard di 12.9, affetti da ulcere venose refrattarie e che presentavano una durata media dell'ulcera all'arruolamento di 62 settimane.

I risultati hanno evidenziato che i pazienti che sostenevano la terapia iperbarica hanno presentato una percentuale di riduzione dell'ulcera pari a 95%, mentre i pazienti sottoposti alla terapia placebo presentavano una percentuale di riduzione dell'ulcera pari a 54%, dimostrando come la terapia iperbarica sia un supporto valido alla guarigione di ulcere venose refrattarie alla terapia basata sulle evidenze.

Autore	K.R. Thistlethwaite, K. J. Finlayson, P. D. Cooper, B. Brown, M. H. Bennett, G. Kay, M. T. O'Reilly, H. E. Edwards.
Data di pubblicazione	Luglio, 2018
Titolo	The effectiveness of hyperbaric oxygen therapy for healing chronic venous leg ulcers, a randomized, double-blind, placebo-controlled trial.
Tipo di studio	trial controllato, randomizzato in doppio cieco e con un gruppo di controllo placebo
Disponibile su	<a href="https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/30129080/">https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/30129080/</a>
Abstract	<p>This study aimed to determine the effectiveness of Hyperbaric Oxygen Therapy (HBOT) as an adjunct treatment for nonhealing venous leg ulcers. There was a parallel placebo.</p> <p>Were enrolled adults that were 70 years (standard deviation 12.9) with a venous leg ulcer with median duration at enrolment that was 62 weeks; there were 84 eligible patients, but only 31 patient were randomized to either 30 HBOT treatments or 30 "placebo" treatments.</p> <p>The primary outcome was numbers in each group completely healed. Secondary outcomes were ulcer PAR, pain and quality of life, 12 weeks after commencing interventions. At 12 weeks, there was no significant difference between groups in the numbers completely healed. The HBOT intervention group had a mean of 95 ulcer PAR, compared to 54 (SD 67.8) mean PAR for the placebo group at 12 weeks. In this study, HBOT as an adjunct treatment for nonhealing patients returned indolent ulcers to a healing trajectory.</p>



Come già descritto precedentemente, la causa di una mancata guarigione da parte dell'ulcera è ricondotta ad un'infezione della stessa. Oltre questo fattore, prende un importante posto nel processo di guarigione della ferita, il grado di ipoperfusione tissutale associata alla lesione, causato da problematiche come valori della tensione di ossigeno inferiore a quella ideale affinché possa avvenire la guarigione stessa.

Gli effetti terapeutici di tale apporto di ossigeno iperbarico si identificano nella proliferazione e differenziazione dei fibroblasti, nell'aumento della formazione di collagene, nell'aumento della vascolarizzazione attraverso angiogenesi e la stimolazione per i leucociti all'uccisione dei microorganismi che colonizzano l'ulcera, beneficiando anche di un effetto fortemente antiedemigeno.

Nelle ulcere ischemiche prese in considerazione, ovvero le ulcere arteriose e diabetiche, viene misurata una tensione di ossigeno lesionale e perilesionale inferiore a 20 mmHg, il quale causa un ambiente ipossico, nel quale le ulcere non possono guarire tramite i processi descritti nelle righe precedenti.

L'ossigeno iperbarico agisce come farmaco inducente fenomeni di rivascularizzazione indiretta, mediante angiogenesi e vasculogenesi, ripristinando un quadro di ossigenazione tissutale distrettuale che tendeva all'ipossia.

Nell'articolo di seguito citato, viene evidenziato come, in un paziente diabetico sottoposto a molteplici sedute di ossigeno iperbarico, si possa misurare una tensione di ossigeno transcutanea peri lesionale in ossigenoterapia iperbarica a 2.5 ATA pari a 400 mmHg e in ossigeno puro normobarico superiore a 50 mmHg.

Entrambi i dati sono indici prognostici favorevoli ad una lesione che tende alla guarigione, come scritto anche nelle linee guida SIMSI, in cui tra i criteri descritti per poter sospendere l'OTI, c'è proprio un valore di ossimetria transcutanea maggiore o uguale a 40 mmHg, indice di prognosi favorevole alla guarigione.

Autore	J. HA Niinikoski.
Data di pubblicazione	Marzo, 2004
Titolo	Clinical hyperbaric oxygen therapy, wound perfusion, and

	transcutaneous oximetry.
Tipo di studio	Revisione
Disponibile in	<a href="https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/14961187/">https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/14961187/</a>
Abstract	For an objective assessment of wound perfusion and oxygenation, transcutaneous oximetry provides a simple, reliable, noninvasive, diagnostic technique. It can be used for assessment of tissue perfusion in the vicinity of the problem wound. Transcutaneous oximetry may be used in the assessment of wound healing potential, selection of amputation level, and patient selection for HBOT. In diabetic patients with chronic foot ulcers peri-wound transcutaneous oxygen tensions (TcP(O <sub>2</sub> )) over 400 mmHg in 2.5 ATA hyperbaric oxygen or over 50 mmHg in normobaric pure oxygen predict healing success with adjunct HBOT with high accuracy.

Un'altra problematica significativa, già affrontata nell'introduzione, è il rischio che la lesione diabetica evolva fino alla necrosi, portando così inevitabilmente all'amputazione della porzione di arto interessata.

L'ossigeno iperbarico si è dimostrato valido anche nel prevenire la necrosi dell'arto, sia andando a ripristinare una corretta perfusione, sia scongiurando una possibile infezione.

Lo scopo dello studio che verrà riportato successivamente è proprio quello di confrontare la cura delle ferite standard associate all'ossigenoterapia iperbarica alle sole cure standard e quanto questa differenza di terapia possa incidere sulla guarigione delle ferite, sui marker di infiammazione, sulla glicemia, sul tasso di amputazione e sulla qualità della vita.

Per questo studio sono stati presi in considerazione 38 pazienti, e in modo casuale sono stati assegnati nel gruppo dell'ossigenoterapia iperbarica (20 pazienti) o nel gruppo di controllo delle cure standard (18 pazienti). I pazienti trattati con ossigenoterapia iperbarica sono stati sottoposti ad ossigeno iperbarico a 2,5 atmosfere di pressione per

120 minuti e hanno beneficiato del trattamento per 5 giorni a settimana per 4 settimane consecutive.

I risultati hanno dimostrato che nel caso dei pazienti sottoposti ad ossigenoterapia iperbarica la chiusura completa della ferita sia avvenuta in 5 pazienti (25%) e solo in un paziente sottoposto a cure standard (5,5%). Il tasso di amputazione è stato del 5% per il gruppo sottoposto ad ossigeno iperbarico e dell'11% per il gruppo delle cure di routine. Inoltre, nel gruppo associato ad OTI, ci sono stati miglioramenti significativi nell'indice di infiammazione e nella qualità della vita.

Con questo studio, si è quindi arrivati alla conclusione che l'ossigenoterapia iperbarica non solo ha migliorato la guarigione delle ferite nei pazienti con ulcere da piede diabetico, ma la terapia ha anche ridotto il rischio di amputazione.

Autore	C. Chen, R. Wu, M. Hsu, C. Hsieh, M. Chou.
Data di pubblicazione	Novembre-dicembre, 2017
Titolo	Adjunctive Hyperbaric Oxygen Therapy for healing of chronic diabetic foot ulcers: a randomized controlled trial.
Tipo di studio	Trial controllato, randomizzato,
Disponibile in	<a href="https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/28968346/">https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/28968346/</a>
Abstract	<p><b>Purpose:</b> The purpose of this study was to compare the effect of standard wound care with adjunctive hyperbaric oxygen therapy (HBOT) to standard wound care alone on wound healing, amputation rate, survival rate of tissue, and health-related quality of life in patients with diabetic foot ulcers (DFUs). <b>Methods:</b> both groups received standard wound care including debridement of necrotic tissue, topical therapy for Wagner grade 2 DFUs, dietary control and pharmacotherapy to maintain optimal blood glucose levels. Wound physiological indices were measured and blood tests (eg, markers of inflammation) were undertaken. Health-related quality of life was measured using the Medical</p>

	<p>Outcomes Study 36-Item Short Form.</p> <p>Results: Complete DFU closure was achieved in 5 patients (25%) in the HBOT group (n = 20) versus 1 participant (5.5%) in the routine care group (n = 18) (P = .001). The amputation rate was 5% for the HBOT group and 11% for the routine care group (<math>\chi = 15.204</math>, P = .010).</p> <p>Conclusions: Adjunctive HBOT improved wound healing in persons with DFU. Therapy also reduced the risk of amputation of the affected limb. We assert that at least 20 HBOT sessions are required to be effective.</p>
--	---

Questo tipo di terapia, non solo ha degli effetti terapeutici di notevole importanza, ma sembra essere anche solitamente ben tollerata e in generale esente da eventuali complicanze, anche in pazienti critici.

Chiaramente, questa terapia si è dimostrata sicura, anche grazie all'anamnesi medica che è necessario svolgere prima dell'inizio della cura.

Infatti, il medico specializzato durante la prima visita deve essere in grado di identificare i fattori prognostici negativi e le affezioni che sono controindicate per l'esposizione ad ambienti iperbarici con concentrazioni di ossigeno pari al 100%.

È ben noto come effetto collaterale di questa terapia la tossicità da ossigeno, rivolgendo, in particolare, i dubbi sull'effetto che apporterebbe sulle funzioni polmonari questa conseguenza così significativa.

Lo studio che andrà riportato di seguito ha come scopo quello di valutare proprio l'effetto che questa terapia ha sulle funzioni polmonari dei soggetti che la utilizzano con i protocolli attuali, in quanto studi precedenti avevano dimostrato lievi riduzioni delle funzioni polmonari che evidenziavano una riduzione della conduttanza delle vie aeree dopo ripetute sessioni iperbariche.

Sono stati reclutati 88 pazienti di età pari o superiore a 18 anni, con età media di 60,36 ±15,43 anni e di cui il 62,5% erano maschi. Il 94,3% dei pazienti (83 pazienti su 88)

non presentava nessuna malattia polmonare prima dell'inclusione e il 30,7% (27 pazienti su 88) aveva una storia di tabagismo.

Le funzionalità polmonari prese in esame sono la capacità vitale forzata, volume espiratorio forzato in un secondo e la velocità di flusso espiratorio di picco.

Lo studio dimostra come non solo non ci sono stati risultati significativamente rilevanti sotto il punto di vista clinico ma che statisticamente parlando c'è stato un miglioramento della velocità del flusso espiratorio di picco e della capacità vitale forzata; vengono riportati risultati per cui viene considerato sicuro l'attuale protocollo di esposizione all'ossigeno iperbarico nei confronti delle funzioni polmonari.

Autore	Hadanny A, Zubari T, Tamir-Adler L, Bechor Y, Fishlev G, Lang E, Polak N, Bergan J, Friedman M, Efrati S.
Data di pubblicazione	13 agosto 2019
Titolo	Hyperbaric oxygen therapy effects on pulmonary functions: a prospective cohort study.
Tipo di studio	Studio prospettico di coorte.
Disponibile in	<a href="https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/31409407/">https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/31409407/</a>
Abstract	<p><b>Methods:</b> Prospective analysis included adult patients, scheduled for 60 daily HBOT sessions between 2016 and 2018. Each session was 90 min of 100% oxygen at 2 ATA with 5 min air breaks every 20 min, 5 days per week. Pulmonary functions, measured at baseline and after HBOT, included forced vital capacity (FVC), forced expiratory volume in 1 sec (FEV1) and peak expiratory flow rate (PEF).</p> <p><b>Results:</b> The mean age was <math>60.36 \pm 15.43</math> and 62.5% (55/88) were males. Most of the patients (83/88, 94.3%) did not have any pulmonary disease prior to inclusion and 30.7% (27/88) had a history of smoking. Compared to baseline values, at the completion of 60 HBOT sessions, there were</p>

	<p>no significant changes in FEV1 (0.163), FEV1/FVC ratio (0.953) and FEF25-75% (0.423). There was a statistically significant increase though not clinically relevant increase in FVC (<math>0.1 \pm 0.38</math> l) and PEF (<math>0.5 \pm 1.4</math> l) with a 0.014 and 0.001 respectively.</p> <p>Conclusion: Regarding pulmonary functions, repeated hyperbaric oxygen exposure based on the currently used HBOT protocol is safe.</p>
--	---

Come descritto precedentemente, l'ossigenoterapia iperbarica si prospetta un valido trattamento di supporto, ma come gestire i costi di questa terapia?

Nello studio che verrà riportato di seguito, per rispondere a questo quesito, è stata arruolata una coorte di pazienti di 65 anni affetti da ulcere del piede diabetico ed è stato condotto in un arco temporale di 12 anni.

È stato dimostrato come, nell'arco temporale sopra citato, il costo per i pazienti che ricevevano la terapia iperbarica era di \$40.695 (dollari canadesi), rispetto ai \$49.786 che sono stati utilizzati per la sola cura standard.

Per quanto riguarda gli anni di vita in qualità normalizzata (QALY) i risultati erano di 3,64 per i pazienti sottoposti ad ossigenoterapia iperbarica e 3,01 per i casi-controllo.

Si è quindi giunti alla conclusione che la terapia iperbarica aggiuntiva per la cura delle ulcere del piede diabetico è economicamente più vantaggiosa rispetto alla cura standard da sola, sebbene si sia comunque resa pubblica la necessità di avere a disposizione più camere iperbariche se si dovesse inserire l'ossigenoterapia iperbarica come cura standard per tutti i pazienti affetti da ulcere.

Autore	Chuck AW, Hailey D, Jacobs P, Perry DC. Int J Technol Assess Health Care.
Data di pubblicazione	2008

Titolo	Cost-effectiveness and budget impact of adjunctive hyperbaric oxygen therapy for diabetic foot ulcers.
Tipo di studio	.
Disponibile in	<a href="https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/18400121/">https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/18400121/</a>
Abstract	<p>Methods: The population was a 65-year-old cohort with DFU. The time horizon was 12 years taken from a Ministry of Health perspective. The health states were a healed wound with or without a minor LEA, an unhealed wound with no related surgery, and a major LEA. Efficacy data were based on outcomes reported in studies included in a literature review.</p> <p>Results: The 12-year cost for patients receiving HBOT was CND \$40,695 compared with CND\$49,786 for standard care alone. Outcomes were 3.64 quality-adjusted life-years (QALYs) for those receiving HBOT and 3.01 QALYs for controls. Estimated cost to treat all prevalent DFU cases in Canada was CND\$14.4-19.7 million/year over 4 years.</p> <p>Conclusions: Adjunctive HBOT for DFU is cost-effective compared with standard care. Additional HBOT capacity would be needed if it were to be adopted as the standard of care throughout Canada.</p>

## CONCLUSIONE

In conclusione, possiamo affermare che le lesioni degli arti inferiori sono una problematica ancora aperta e di dimensioni sempre più elevate, in quanto le patologie che sono state prese in esame sono, nella maggior parte dei casi, causate dai fattori di rischio che vanno sempre di più ad aumentare, in special modo nei paesi più industrializzati, dei quali l'Italia fa parte.

Basti pensare al tasso di obesità e di fumatori che ogni anno cresce sempre più significativamente, andando a inficiare in maniera negativa sulla qualità e sulla prospettiva della vita di chi ne è vittima.

Per quanto riguarda la terapia iperbarica, si è dimostrata un validissimo supporto terapeutico per questo tipo di affezioni croniche, migliorando non solo lo stato di guarigione della lesione, ma anche la vita stessa del paziente, andando a far riacquisire progressivamente uno standard sempre più elevato delle azioni quotidiane che purtroppo erano state accantonate a causa della malattia.

Infatti, i pazienti affetti da queste patologie, causa di ulcere spesso invalidanti, tendono a perdere la propria autonomia, requisito che, invece, la terapia in camera iperbarica riuscirà a ripristinare.

Queste ulcere sono considerate spesso invalidanti a causa della loro naturale involuzione, che talvolta apporta anche menomazioni significative; a tal proposito, infatti, la terapia iperbarica si è dimostrata anche fondamentale per diminuire il tasso di amputazioni del piede diabetico, che come riportato nelle statistiche, rappresenta un problema di grande rilevanza a livello Europeo; essa andrà, inoltre, a diminuire la dimensione di quelle ferite dolenti o non dolenti, che fino alla terapia con ossigeno iperbarico, sembravano incurabili.

È stato, inoltre, comprovato come l'ossigeno iperbarico diminuirebbe il costo che il sistema sanitario nazionale si troverebbe ad affrontare, risultando, quindi, l'alternativa più economica rispetto alle medicazioni standard che sono attualmente in uso, che a livello di tempistiche e qualità della vita sono meno efficaci della terapia iperbarica.



Quindi, possiamo definire l'ossigenoterapia iperbarica come una terapia molto efficace e che dovrebbe essere presa in considerazione a livello delle strutture pubbliche, in quanto al momento è presente unicamente in strutture private.

## BIBLIOGRAFIA

1. Allegretti L., (2019). Ossigenoterapia Iperbarica (OTI) come supporto terapeutico per le lesioni non healing. Medica live. Disponibile in: <https://www.medicalive.it/ossigenoterapia-iperbarica-oti-come-supporto-terapeutico-per-le-lesioni-non-healing/> [28 giugno 2019].
2. Andrade SM, Santos IC. Hyperbaric oxygen therapy for wound care. Rev Gaucha Enferm. 2016 Jun;37(2):e59257. English, Portuguese. doi: 10.1590/1983-1447.2016.02.59257. PMID: 27410674. Disponibile in: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/27410674/>
3. Andreozzi G. M., (2008). Trattamento dell'insufficienza venosa cronica. Disponibile in: <http://www.passonieditore.it/md/2008/26/Terapia.pdf> [24 settembre 2008]
4. Antignani P.L., Vestri A., Allegra C. (2006). L'insufficienza venosa cronica: risultati di una indagine epidemiologica in Italia. Disponibile in: <https://www.siapav.it/pdf/IVC.pdf> . [maggio-giugno, 2006].
5. Arzini A. (2011). Ulcere arti inferiori: epidemiologia e inquadramento diagnostico. Disponibile in: [http://www.medicigroane.it/docorsi/2011.1.c01/epidemiologia\\_ulcere\\_arti\\_inferiori.pdf](http://www.medicigroane.it/docorsi/2011.1.c01/epidemiologia_ulcere_arti_inferiori.pdf) [22 gennaio 2011]
6. Asta M.L. (2019). Un infermiere e 10 pazienti morirono nella camera iperbarica del Galeazzi. Da allora cosa è cambiato. Normative e sicurezza. Disponibile in: <https://www.infermieristicamente.it/articolo/11154/un-infermiere-e-10-pazienti-morirono-nella-camera-iperbarica-del-galeazzi-da-allora-cosa-e-cambiato-normative-e-sicurezza> . [29 novembre 2019].
7. Berger A.E., Piede diabetico: vantaggi dell'uso dell'ossigenoterapia iperbarica nell'ambito di un approccio terapeutico multidisciplinare. Disponibile in: [http://www.iperbaricobolzano.it/Doc/Informazioni/COSTO%20BENEFICIO%20TI\\_INPS.pdf](http://www.iperbaricobolzano.it/Doc/Informazioni/COSTO%20BENEFICIO%20TI_INPS.pdf).
8. Brauzzi M., Galvani A., Maffi L., Mancosu S. (2018). Linea guida ossigenoterapia iperbarica (OTI): controindicazioni ed effetti collaterali. Disponibile in [https://www.researchgate.net/publication/328419782\\_LINEA\\_GUIDA\\_OSSIGENO](https://www.researchgate.net/publication/328419782_LINEA_GUIDA_OSSIGENO)

TERAPIA IPERBARICA OTI CONTROINDICAZIONI ED EFFETTI COLLA TERALI . [ottobre 2018]

9. Chen CY, Wu RW, Hsu MC, Hsieh CJ, Chou MC. Adjunctive Hyperbaric Oxygen Therapy for Healing of Chronic Diabetic Foot Ulcers: A Randomized Controlled Trial. *J Wound Ostomy Continence Nurs.* 2017 Nov/Dec;44(6):536-545. doi: 10.1097/WON.0000000000000374. PMID: 28968346. Disponibile in: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/28968346/>
10. Chuck AW, Hailey D, Jacobs P, Perry DC. Cost-effectiveness and budget impact of adjunctive hyperbaric oxygen therapy for diabetic foot ulcers. *Int J Technol Assess Health Care.* 2008 Spring;24(2):178-83. doi: 10.1017/S0266462308080252. PMID: 18400121. Disponibile in: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/18400121/>
11. Cimşit M, Uzun G, Yildiz S. Hyperbaric oxygen therapy as an anti-infective agent. *Expert Rev Anti Infect Ther.* 2009 Oct;7(8):1015-26. doi: 10.1586/eri.09.76. PMID: 19803709. Disponibile in: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/19803709/>
12. Commissione Regionale Dispositivi Medici, Direzione Generale Sanità e Politiche Sociali e per l'Integrazione, Le medicazioni avanzate per il trattamento delle ferite acute e croniche – Servizio Assistenza Territoriale -Area Farmaco e Dispositivi Medici. Disponibile in <https://salute.regione.emilia-romagna.it/normativa-e-documentazione/rapporti/dispositivi-medici/le-medicazioni-avanzate-per-il-trattamento-delle-ferite-acute-e-croniche-2016#:~:text=Le%20principali%20tipologie%20di%20ferite,le%20lesioni%20cutanee%20che%20non> [Gennaio2016].
13. Di Santo S. (2018). Diabete Mellito. Disponibile in: <https://www.nurse24.it/studenti/patologia/diabete-mellito-tipo-1-tipo-2-sintomi-cause.html>. [12 novembre 2018].
14. Eggleton P., Bishop A., Smerdon G. (2015). Safety and efficacy of hyperbaric oxygen therapy in chronic wound management: current evidence. Disponibile in: <https://www.dovepress.com/safety-and-efficacy-of-hyperbaric-oxygen-therapy-in-chronic-wound-management-peer-reviewed-article-CWCMR> [22 aprile 2015].
15. Guidi P.L., Monge L., Ferrero S., Santoro D., Daghino W., Massè A. (2018) Il piede diabetico. Presentazioni cliniche e principi di trattamento. *Giornale italiano di*

- Ortopedia e Traumatologia, 44:38-44. Disponibile in: [https://www.giot.it/wp-content/uploads/2018/04/06\\_Art\\_aggiornamento\\_Guidi-1.pdf](https://www.giot.it/wp-content/uploads/2018/04/06_Art_aggiornamento_Guidi-1.pdf). [06 aprile 2018]
16. Hadanny A, Zubari T, Tamir-Adler L, Bechor Y, Fishlev G, Lang E, Polak N, Bergan J, Friedman M, Efrati S. Hyperbaric oxygen therapy effects on pulmonary functions: a prospective cohort study. BMC Pulm Med. 2019 Aug 13;19(1):148. doi: 10.1186/s12890-019-0893-8. PMID: 31409407; PMCID: PMC6693142. Disponibile in: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/31409407/>
17. Iacopi E., Coppelli A., Goretti C., Piaggese A. (2015). Ossigenoterapia iperbarica nel trattamento del piede diabetico: indicazioni, controindicazioni e complicanze. Un caso clinico. Disponibile in: <https://www.gidm.it/wp-content/uploads/2017/06/Caso-Clinico-7.pdf> [13 aprile 2015].
18. Koon K.T., (2019). Arteriopatia periferica. Disponibile in: <https://www.msmanuals.com/it-it/professionale/disturbi-dell-apparato-cardiovascolare/anomalie-delle-arterie-periferiche/arteriopatia-periferica> . [Luglio 2019]
19. Leone S., Pascale R., Vitale M., Esposito S. (2012) Epidemiologia del piede diabetico. Le infezioni in Medicina, Suppl. 1, 8-13. Disponibile in: [https://www.infezmed.it/media/journal/Vol\\_20\\_5\\_2012\\_2.pdf](https://www.infezmed.it/media/journal/Vol_20_5_2012_2.pdf). [2012].
20. Mollo P.E., Pomella F., Guarnera G., Guarnera L., Bilancini S., Lucchi M., Lucchi G., Tucci S. (2019) Malattia venosa Cronica. Quadri clinici e classificazione CEAP. Disponibile in: [http://www.attidellaaccademialancisiana.it/uploads/allegati\\_articolo/MOLLO%2012%20marzo%2022019.pdf](http://www.attidellaaccademialancisiana.it/uploads/allegati_articolo/MOLLO%2012%20marzo%2022019.pdf) . [aprile-giugno, 2019].
21. Niinikoski JH. Clinical hyperbaric oxygen therapy, wound perfusion, and transcutaneous oximetry. World J Surg. 2004 Mar;28(3):307-11. doi: 10.1007/s00268-003-7401-1. Epub 2004 Feb 17. PMID: 14961187. Disponibile in: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/14961187/> .
22. Pascale R., Vitale M., Zeppa P., Russo E. (2012). Il piede diabetico: definizioni. Disponibile in: [https://www.infezmed.it/media/journal/Vol\\_20\\_5\\_2012\\_1.pdf](https://www.infezmed.it/media/journal/Vol_20_5_2012_1.pdf). [2012]
23. Thistlethwaite KR, Finlayson KJ, Cooper PD, Brown B, Bennett MH, Kay G, O'Reilly MT, Edwards HE. The effectiveness of hyperbaric oxygen therapy for

- healing chronic venous leg ulcers: A randomized, double-blind, placebo-controlled trial. *Wound Repair Regen.* 2018 Jul;26(4):324-331. doi: 10.1111/wrr.12657. Epub 2018 Oct 19. PMID: 30129080. Disponibile in: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/30129080/>
24. Zanon V., De Iaco G., Infascelli R.M., Nasole E. (2015) Linee Guida all'Ossigeno Terapia Iperbarica, SIMSI, 2° Ed (2015) Disponibile in: [https://www.researchgate.net/publication/283507438\\_Linee\\_Guida\\_all'Ossigeno\\_Terapia\\_Iperbarica\\_SIMSI\\_2a\\_Ed\\_2015](https://www.researchgate.net/publication/283507438_Linee_Guida_all'Ossigeno_Terapia_Iperbarica_SIMSI_2a_Ed_2015)
25. Zanon, V., Rossi, L., Castellani, E., Camporesi, EM, Palù, G., & Bosco, G. (2012). Progetto Oxybiotest: microrganismi sotto pressione. Ossigeno iperbarico (HBO) e semplice interazione di pressione su batteri selezionati. *Ricerca sui gas medici*, 2 (1), 24. <https://doi.org/10.1186/2045-9912-2-24>. Disponibile in: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC3517458/>. [11 settembre 2011].

## SITOGRAFIA

- <http://www.riparazionetessutale.it/documenti/upload/Lesioni%20di%20difficile%20guarigione.%20Nozioni%20di%20base.pdf>
- [https://www.uhms.org/images/indications/UHMS\\_HBO2\\_Indications\\_13th\\_Ed.\\_Front\\_Matter\\_References.pdf](https://www.uhms.org/images/indications/UHMS_HBO2_Indications_13th_Ed._Front_Matter_References.pdf)
- <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC6035985/>
- <https://simsi.it/wp-content/uploads/2019/06/Medicina-Subacquea-e-Iperbarica-%E2%80%93-N.2-%E2%80%93-Giugno-2009.pdf>
- [http://www.riparazionetessutale.it/ulcere\\_arti\\_inferiori/ulcere\\_venose.html](http://www.riparazionetessutale.it/ulcere_arti_inferiori/ulcere_venose.html)
- <http://www.aiuc.it/pagina/373/ulcere+arteriose%3A+che+fare%3F>
- [http://www.nsis.salute.gov.it/imgs/C\\_17\\_pubblicazioni\\_1218\\_allegato.pdf](http://www.nsis.salute.gov.it/imgs/C_17_pubblicazioni_1218_allegato.pdf)
- [http://www.salute.gov.it/portale/salute/p1\\_5.jsp?lingua=italiano&id=175&area=Malattie\\_endocrine\\_e\\_metaboliche#:~:text=Secondo%20dati%20dell'OMS%2C%20la,11%25%20della%20popolazione%20mondiale\).](http://www.salute.gov.it/portale/salute/p1_5.jsp?lingua=italiano&id=175&area=Malattie_endocrine_e_metaboliche#:~:text=Secondo%20dati%20dell'OMS%2C%20la,11%25%20della%20popolazione%20mondiale).)
- [http://www.salute.gov.it/portale/temi/p2\\_6.jsp?lingua=italiano&id=467&area=stiliVita&menu=fumo#:~:text=Il%20fumo%20attivo%20rimane%20la,i%2065%20anni%20di%20et%C3%A0.](http://www.salute.gov.it/portale/temi/p2_6.jsp?lingua=italiano&id=467&area=stiliVita&menu=fumo#:~:text=Il%20fumo%20attivo%20rimane%20la,i%2065%20anni%20di%20et%C3%A0.)
- <http://www.andreozziangiologia.it/wp-content/uploads/2015/08/360-2004-Basi-Raz-Terapia-s1-3-12-IVC-Macro-Micro-Epidem-Fisop-Clinica.pdf>
- <https://www.consulta-scv.it/documento-consulta/arteriopatia-periferica-pad-linee-guida-e-medical-need#:~:text=La%20PAD%20colpisce%20200%20milioni,incidenza%20dopo%20gli%2080%20anni.>
- [https://simsi.it/wp-content/uploads/2019/04/Linea\\_Guida\\_controindicazioni\\_OTI\\_27.09.18.pdf](https://simsi.it/wp-content/uploads/2019/04/Linea_Guida_controindicazioni_OTI_27.09.18.pdf)
- <https://istitutoiperbarico.com/cose-lossigenoterapia-iperbarica/>
- <http://www.ancip-iperbarica.it/news/dettaglio.php?id=228>
- <https://www.iperbaricalecce.it/il-ruolo-e-lefficacia-della-terapia-ossigenoterapia-iperbarica-nella-gestione-di-patologie-tissutali-difficili/>
- <http://www.ancip-iperbarica.it/news/dettaglio.php?id=312>