



L'APPROCCIO AL PAZIENTE IN
TERAPIA IPERBARICA
L'assistenza medico infermieristica

Congiu Andrea

Version 1.2, 21/06/2024: Revisione linguistica

Indice

Introduzione	1
Proprietà generali dei gas	2
Pressione	2
Legge di Boyle (Isoterma cioè a temperatura costante)	3
Legge di Charles (isobara cioè a pressione costante)	4
Legge di Gay- Lussac	4
Legge generale dei gas: la legge di Avogadro	4
Considerazioni generali	4
Legge di Dalton	5
Unità di misura della pressione	5
Concetti generali	6
L'ossigeno iperbarico	6
La visita di accesso all'Ossigeno Terapia Iperbarica	8
L'infermiere in camera iperbarica	9
I tre momenti dell'assistenza infermieristica	10
Prima dell'ingresso in camera iperbarica	11
In camera iperbarica	14
Prima dell'avvio	14
Fase compressiva	15
A pressione stabile	18
Fase decompressiva	19
Note per la desaturazione dell'infermiere	19
Cenni sulla Malattia da Decompressione	20
Particolari attenzioni	20
Dopo l'uscita dalla camera iperbarica	21
Il paziente nuovo	23
Problemi in camera iperbarica	24
L'ambiente chiuso	24
Le variazioni di pressione	25
La tossicità dell'ossigeno	25
La fame d'aria	26
Creare un flusso continuo	27
L'ipoglicemia nel paziente diabetico	27
Permanenza o uscita dalla camera iperbarica	28
Modalità di uscita	29
Sconsiglio	31
La compensazione	32
Nel bambino	33

Nel paziente collaborativo	34
Fase compressiva	34
La manovra di Toynbee	34
La manovra di Valsalva	34
La manovra di Marcante-Odaglia (o manovra Frenzel)	34
Fase decompressiva	34
La manovra di Valsalva inversa	34
Nel paziente in coma e/o intubato	35
Consiglio	36
Breve promemoria	37
Promemoria dei concetti matematici	38
Sistema antincendio	39
Rilevatore di fiamma	40
Sistema antincendio idrico a soffitto	41
Attivazione dei diffusori antincendio da parte dell'infermiere	42
Attivazione dei diffusori antincendio da parte del tecnico	43
Sistema antincendio idrico con manichetta	44
Altre considerazioni	45
Concentrazione di ossigeno	45
Cosmesi del viso	45
L'uso della maschera in caso d'incendio	45
Fonti e note di realizzazione	46
Fonti	46
Note di realizzazione	46
Collaboratori, revisioni e contatti	47
Collaboratori	47
Revisioni	47
Contatti	48
La licenza	49
Applicazione della licenza	49
La licenza applicata	49
Dettagli della licenza	49
Avvertenze	49

Introduzione

Un centro iperbarico è una struttura sanitaria altamente specializzata al trattamento di pazienti con particolari patologie, mediante somministrazione di ossigeno o miscele iperossigenate. Il trattamento viene eseguito in camere iperbariche all'interno delle quali la pressione ambientale viene portata a valori superiori a quella del livello del mare (1 atmosfera assoluta), mentre il paziente respira, ad intermittenza, ossigeno al 100%. Lo scopo è quello di potenziare la quota di ossigeno disciolto nel plasma, garantendo l'ossigenazione tissutale anche in uno stato di alterazione.

L'infermiere di camera iperbarica deve avere un'idoneità clinica per poter svolgere la sua funzione e cioè deve essere esente da patologie o condizioni parafisiologiche che possono aggravarsi con la variazione di pressione, come problemi legati all'apparato uditivo o patologie dell'apparato respiratorio o ansia piuttosto che claustrofobia. Deve possedere inoltre conoscenze teoriche di farmacocinetica e farmacodinamica dei gas respirati in iperbarismo, del loro assorbimento e dei loro effetti. Deve avere una conoscenza completa dell'impianto e delle norme di sicurezza.

Per comprendere al meglio il principio di funzionamento della camera iperbarica, dell'ossigeno terapia in iperbarismo e molto altro di seguito descritto, è indispensabile avere delle conoscenze di base sulla fisica dei gas. Per questo motivo il primo capitolo del manuale spiega in sintesi le proprietà dei gas.

Proprietà generali dei gas

Molte proprietà dei gas ci sono note perché possono essere osservate nella vita quotidiana poiché lo stato gassoso è quello più semplice in cui la materia si presenta, altre invece sono meno note e cercherò in seguito di elencare le principali leggi che regolano il loro comportamento nelle situazioni generali di esercizio.

Il termine “gas” è una alterazione di “caos”, proprio per affermare che in questo stato di aggregazione della materia le particelle possono muoversi con estrema libertà, ed essendo, quindi estremamente miscibili permettono la rapida diffusione di un gas nell’altro (omogeneità dell’aria). I gas non presentano una forma propria, quindi si espandono in modo di riempire il loro contenitore, sono inoltre elastici e comprimibili.

Nella fase di compressione un gas si riscalda, mentre decompresso, ad esempio all’uscita della bombola, si raffredda, seguendo la legge fondamentale dei gas che vedremo in dettaglio più avanti.

Pressione

Si definisce pressione la forza che agisce su una superficie. La pressione atmosferica è quella che i gas presenti nell’atmosfera esercitano sulla terra, ed è il peso della colonna d’aria che grava sulla superficie del nostro pianeta, $1,033 \text{ Kg/cm}^2$ al livello del mare.

Il barometro a mercurio ideato da Torricelli ci spiega in modo chiaro la misurazione della pressione atmosferica.



Figure 1. Raffigurazione di Torricelli - by Wikipedia

Nella parte di tubo sopra al mercurio si forma il vuoto quasi assoluto, il vuoto barometrico. L'altezza del mercurio nel tubo è dovuta alla pressione atmosferica che agisce sulla superficie a cielo libero del liquido equilibrando il peso della colonna verticale, la cui altezza è di 760mm/Hg (mercurio) e quindi 760 Tor.

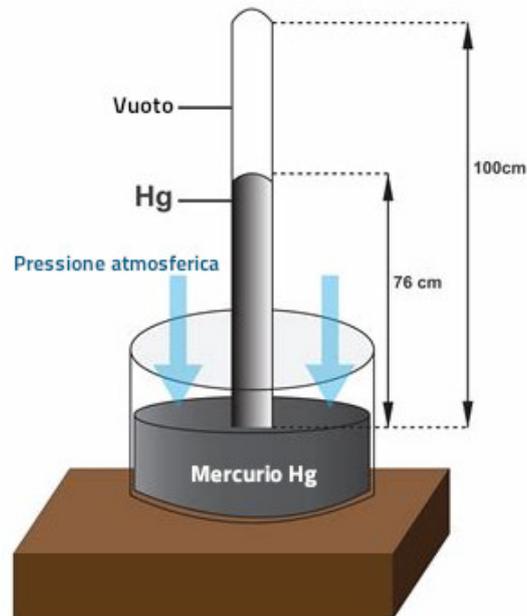


Figure 2. Il barometro di Torricelli - by Wikipedia

Verrà utilizzata spesso come unità di misura della pressione atmosferica, definita come la pressione esercitata da una colonna di mercurio alta 760 mm/Hg a 0 °C, al livello del mare (1Atm = 760mm/Hg).

Vengono quindi definite condizioni standard quelle che corrispondono a 0 °C e 1 Atm di pressione

La colonna di acqua che equivale alla pressione atmosferica è di 10,336 metri e la grande differenza rispetto alla colonna di mercurio è data dalla differenza di densità dei due liquidi che a temperatura ambiente è di 13,6 g/cm³ per il mercurio mentre è di 1g/cm³ per l'acqua.

Legge di Boyle (Isoterma cioè a temperatura costante)

la legge di Boyle ci permette di capire il comportamento di un gas mentre viene compresso; essa afferma che a temperatura costante la pressione del gas è inversamente proporzionale al volume del gas stesso. Ovvero se raddoppiamo la pressione il volume del gas si dimezza, mentre se diminuiamo la pressione il volume del gas aumenta sempre in proporzione.

$$P \cdot V = K_1$$

Legge di Charles (isobara cioè a pressione costante)

La legge di Charles mette in rapporto la temperatura del gas e il volume; a pressione costante, all'aumentare della temperatura aumenta anche volume in maniera direttamente proporzionale. Esiste un livello di temperatura, lo zero assoluto ($-273,15\text{ C}^\circ = 0\text{ Kelvin}$) dove la materia si ferma e quindi l'agitazione delle molecole di un gas cessa e di conseguenza il suo volume si annulla. Se utilizziamo la scala Kelvin per esprimere la temperatura del gas possiamo affermare che il volume è proporzionale alla temperatura e che al raddoppiare di un valore raddoppia anche l'altro.

$$V=T \cdot K_2$$

Legge di Gay- Lussac

La legge ci insegna come a volume costante se aumentiamo la temperatura del gas aumenta in maniera proporzionale la pressione.

$$P=T \cdot K_3$$

Legge generale dei gas: la legge di Avogadro

Ci insegna che a parità di volume, temperatura e pressione due gas differenti hanno lo stesso numero di molecole. Per esempio, se prendiamo 1 litro di ossigeno e 1 litro di idrogeno a parità di temperatura e pressione hanno lo stesso numero di molecole.

Considerazioni generali

Se consideriamo tutte le variabili T, P, V ed introduciamo una costante di proporzionalità R, chiamata costante universale dei gas, possiamo concludere che il comportamento dei gas può essere espresso con l'equazione nota come legge generale dei gas:

$$P \cdot V = n \cdot R \cdot T$$

Secondo la teoria cinetica le molecole di un gas si muovono rapidamente ed indipendentemente fino a che non urtano altre molecole o le pareti del recipiente, subendo così una deviazione della loro traiettoria. La teoria cinetica ipotizza che la pressione di un gas è determinata dagli urti delle singole molecole del gas contro le pareti del recipiente e, tanto maggiore è il numero di urti nell'unità di tempo tanto maggiore è la pressione esercitata dal gas. Se consideriamo un dato campione di gas e ne riduciamo il volume del contenitore mantenendo costante la temperatura, si verificherà un maggior numero di urti nell'unità di tempo contro la superficie interna del recipiente, con conseguente aumento della pressione in quanto le molecole devono percorrere un tragitto più breve tra una collisione e la successiva. Viceversa, se aumentiamo il volume i tragitti di collisione si allungheranno e la pressione di conseguenza diminuirà. Inoltre, l'energia cinetica delle molecole del gas dipende dalla temperatura assoluta ed è ad essa direttamente proporzionale; ciò spiega perché quando si riscalda un gas di conseguenza aumenta la pressione dello stesso. Caratteristica fondamentale di una miscela di gas è che i suoi componenti si comportano in maniera indipendente l'uno dall'altro. La pressione di un componente della miscela è detta pressione parziale ed è data dalla pressione che lo stesso eserciterebbe se fosse solo all'interno del

recipiente che ospita la miscela.

Legge di Dalton

Questa legge ci insegna proprio che la pressione della miscela gassosa è data dalla somma delle pressioni parziali dei gas che la compongono. Se indichiamo con P la pressione della miscela gassosa e P_1, P_2 ecc., la pressione dei vari gas che la compongono si enuncia che:

$$P = P_1 + P_2 + \dots$$

Tenendo conto di questa legge e della legge generale dei gas si può anche osservare che in una miscela gassosa il volume è la somma dei volumi occupati da ciascun gas componente la miscela.

Unità di misura della pressione

Le unità di misura della pressione sono molteplici, per evitare confusione elenchiamo le più usate nel nostro campo.

L'unità di misura più usata in campo iperbarico si esprime in metri di colonna d'acqua (m.c.a.), ad esempio 10 m.c.a. equivalgono a 1 kilogrammo per centimetro quadro (kg/cm^2).

Poiché definiamo $1\text{kg}/\text{cm}^2$ pari ad 1 atmosfera assoluta (ATA) abbiamo che 10 m.c.a. sono equivalenti a 2 ATA (1 ATA di pressione atmosferica + 1 ATA di pressione di colonna d'acqua). Ciò significa che con 20 m.c.a. avremo una pressione pari a 3 ATA ovvero il peso della colonna di aria + il peso della colonna di acqua.

In campo internazionale si utilizza come unità di misura il Pascal che è pari a 1 Newton per metro quadro. Abbiamo quindi che 100.000 Pa equivalgono a 1 Bar e il rapporto con ATA è:

$$1 \text{ ATA} = 0,9807 \text{ bar}$$

$$1 \text{ bar} = 1,0197 \text{ ATA}$$

Concetti generali

L'ossigeno iperbarico

Con Ossigeno Terapia Iperbarica (OTI) si intende una somministrazione incruenta di ossigeno puro (oppure di miscele gassose iperossigenate), che avviene all'interno di ambienti a questo dedicati (camere iperbariche), che vengono portati ad una pressione superiore a quella atmosferica mediante la loro pressurizzazione con aria compressa. E' usualmente richiesta una collaborazione attiva del paziente (per l'esecuzione delle necessarie manovre di compensazione durante la compressione della camera fino alla quota di inizio trattamento).



Figure 3. La camera iperbarica - by Andrea Congiu

Durante il trattamento all'interno della camera, una volta raggiunta la quota prefissata per la specifica terapia, il paziente respirerà ossigeno puro (o una miscela gassosa iperossigenata) in un circuito chiuso, ricorrendo a un dispositivo personalizzato al caso (maschera orofacciale, casco, mount o ventilazione meccanica).

Alla pressione atmosferica, a livello del mare, quando respiriamo quella miscela gassosa che chiamiamo aria [e che è approssimativamente composta da: azoto (N_2) per il 78,09%, da ossigeno (O_2) per il 20,9%, da argon (Ar) per lo 0,04% e da anidride carbonica (CO_2) per lo 0,93%], il 98,5% dell'ossigeno viene trasportato dai globuli rossi, dove l'ossigeno viaggia legato con l'emoglobina qui presente. È pertanto necessaria la presenza di vasi sanguigni integri, affinché i globuli rossi possano passare veicolando l'arrivo dell'ossigeno fino ai tessuti. Ciò che aumenta in camera iperbarica è invece la quota libera dell'ossigeno, quello disciolto nel plasma, quello di immediato e pronto utilizzo: in camera iperbarica si combina infatti il duplice effetto di una maggiore percentuale di ossigeno disponibile (non più il 21% ma il 100%) e una maggior pressione parziale dell'ossigeno, grazie alle pressioni elevate che possono essere raggiunte proprio dalla camera iperbarica. A quote di trattamento di 2,8 atmosfere assolute (ATA), la quantità d'ossigeno disponibile, nella forma disciolta nel plasma, può risultare tale da poter soddisfare interamente alle necessità a livello cellulare.



Respirando ossigeno puro in iperbarismo la pressione parziale dell'ossigeno (PO_2) di un paziente sarà di:
2,5 bar a 2,5 bar ATA e 2,8 bar a 2,8 bar ATA.

Considera che un subaqueo raggiunge una PO_2 massima di 1,6 bar.

Grazie all'aumento dell'ossigeno, disciolto in forma fisica nel plasma, diviene possibile ripristinare l'ossigenazione in aree dove i vasi sanguigni fossero carenti o danneggiati, permettendo così alle aree ipossiche o ipo-perfuse sia la ripresa di funzioni tissutali ossigeno-dipendenti sia la possibilità di contrasto ai danni che l'ipossia tissutale avesse provocato; non da ultimo il trattamento iperbarico comporterà la redistribuzione del sangue verso i tessuti ipossici a seguito di vasocostrizione nei tessuti sani.

Oltre agli importanti effetti prima citati, l'ossigeno iperbarico è anche in grado d'esplicare:

- un'azione antibatterica diretta e indiretta;
- un'azione di vasocostrizione con riduzione dell'edema post-traumatico e/o post-chirurgico;
- una promozione dei processi riparativi, la cui accelerazione risulta mediata dal marcato incremento del metabolismo cellulare, dalla riattivazione di fibroblasti, osteoblasti, e della collagenosintesi, con un netto aumento della sintesi di matrice extracellulare;
- protezione delle membrane dalla lipoperossidazione radicalica;
- protezione dai danni tissutali conseguenti a eventi di ischemia/riperfusionazione, mantenendo bassi i valori dei lattati ed entro valori di normalità i livelli di ATPasi, di Fosfocreatinkinasi;
- inibizione della produzione di β_2 -integrine, contenendo così il danno endoteliale legato all'aumentata adesività dei leucociti alla parete capillare;
- stimolo alla neoangiogenesi;
- immunomodulazione;
- riduzione delle bolle (es. Malattia da Decompressione);
- riduzione del dolore;
- terapia per l'intossicazione da monossido di carbonio (CO).



La lista appena elencata non è esauriente ma riporta solo le casistiche maggiormente trattate.

L'azione dell'OTI richiede un certo lasso tempo e un certo numero di sedute; i cicli saranno quindi più o meno lunghi, a seconda dei casi, con effetti che si protrarranno comunque nel tempo, anche dopo la fine della terapia. Per questa ragione vengono spesso differiti di un qualche tempo, dalla fine dei trattamenti, i controlli clinico-strumentali degli esiti (*imaging*, visite specialistiche di controllo).

I tempi e il numero di sedute dei cicli di Ossigeno Terapia Iperbarica possono variare a seconda se la patologia da trattare è acuta o cronica, delle caratteristiche del tessuto coinvolto dalla patologia o dalla presenza o meno di altre comorbidità.

La visita di accesso all'Ossigeno Terapia Iperbarica

Presso ogni Servizio d'Ossigeno Terapia Iperbarica italiano, l'eventuale accesso ai trattamenti è comunque subordinato a una prima visita, che viene effettuata da un medico iperbarico. In questa visita il medico confermerà l'esistenza o meno di una indicazione a OTI e, specie se si tratta di un trattamento salvavita, valuterà il peso dell'esistenza o meno di eventuali controindicazioni a tale procedura e si preoccuperà di predisporre delle contromisure adeguate al caso, dove ciò si rendesse necessario e praticabile. È compito e responsabilità del medico in turno nel Servizio OTI la attenta valutazione dell'idoneità o meno del paziente all'Ossigeno Terapia Iperbarica, e la sorveglianza sulla congruità/opportunità dell'OTI nel caso.

L'infermiere in camera iperbarica

L'infermiere di camera iperbarica partecipa alla gestione del paziente sotto diversi aspetti: si adopera per la prevenzione di eventi avversi e per la sicurezza del trattamento, avvia un'educazione al paziente sulla terapia iperbarica, sui meccanismi di ossigenazione e sui benefici, instaura un rapporto di empatia e di fiducia col paziente, ma allo stesso tempo deve garantire conoscenze di area critica per poter intervenire in un'eventuale urgenza. Insegna al paziente come evitare i barotraumi e gestisce possibili crisi di ansia o claustrofobiche mediante una comunicazione efficace.

Oltre a possedere competenze relative ad un ambiente intensivo, l'infermiere di camera iperbarica deve avere una formazione specifica sull'assistenza ai pazienti trattati in camera iperbarica nonché conoscere procedure e manovre specifiche.

L'infermiere di camera iperbarica deve essere presente e deve saper trattare:

- pazienti in terapia a pressioni superiori a 2,5 atmosfere assolute;
- pazienti in gravi condizioni;
- terapie infusionali;
- pazienti pediatrici;
- pazienti monitorati;
- camere multipazienti;
- pazienti in condizioni cliniche alterate come: psicosi, stati d'ansia o claustrofobia, alterazioni dell'EEG con sindrome comiziale, diabete scompensato, BPCO, asma o grave enfisema, menomazioni motorie, alterazioni sensoriali gravi, pazienti a rischio cardiovascolare.

I tre momenti dell'assistenza infermieristica

L'infermiere in servizio presso il Centro Iperbarico, svolge le sue mansioni in tre momenti predefiniti e, questi sono: prima di entrare in camera iperbarica, in camera iperbarica (nelle fasi compressiva, a pressione stabile e decompressiva) e dopo l'uscita da essa.

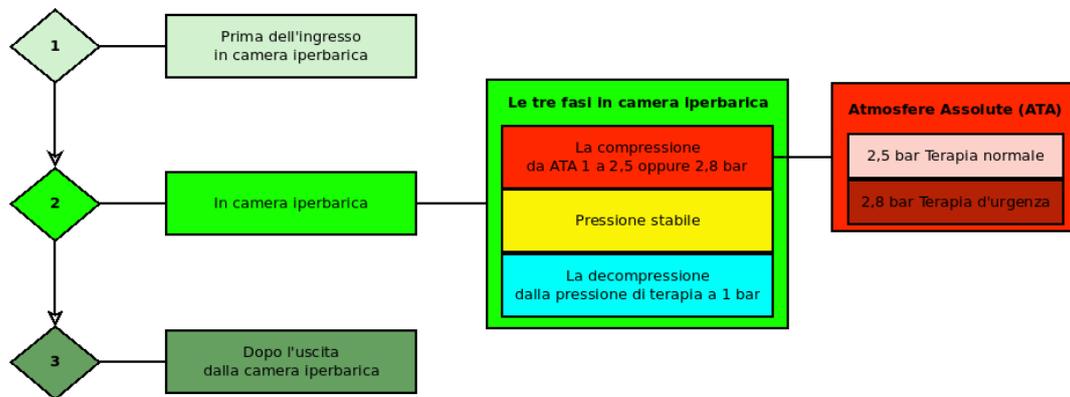


Figure 4. I tre momenti del servizio infermieristico - by Andrea Congiu

L'infermiere ha un ruolo in tutti e tre i momenti precedentemente descritti, quelli principali sono:

- assiste i pazienti prima, durante e dopo la terapia;
- insegna ai paziente le manovre per evitare i barotraumi e, fornisce informazioni sulla camera iperbarica;
- cerca di prevedere e prevenire i problemi in camera iperbarica;
- interviene in caso di problemi;
- è la figura di riferimento per i pazienti;
- è il ponte comunicativo con il medico e i tecnici.

Prima dell'ingresso in camera iperbarica

Prima di entrare in camera iperbarica, l'infermiere deve pendere visione del **DIARIO IPERBARICO**.

DIARIO IPERBARICO



DATA VOLO: 05/03/2024 ORE: 10:30:00
 CAMERA: I TIPO VOLO: A:2.5A112m

Il Medico assistente deve leggere attentamente il diario iperbarico prima di iniziare la seduta. In ogni caso il diario iperbarico deve essere esaminato anche con il Medico responsabile.

1° Seduta	Posto	Stato	Paziente	Diagnosi e Problemi attivi	Vedi la cart.	Note	Note Seduta allegato B
02/02/2024		IRENE	NECROSI ASETTICA T.F. -		No	SI <input type="checkbox"/> NO <input type="checkbox"/>
07/02/2024		CRISTINA	NECROSI ASETTICA - NESSUNO		No	SI <input type="checkbox"/> NO <input type="checkbox"/>
06/02/2024		GIANCARLO	osteomielite cronica mandibolare - NESSUNO		No	SI <input type="checkbox"/> NO <input type="checkbox"/>
23/02/2024		ROSOLO PIETRO	osteomielite cronica ossa petrosa sinistra - NESSUNO		Si	SI <input type="checkbox"/> NO <input type="checkbox"/>
12/02/2024		BARBARA	SORDITA' IMPROVVISA - NESSUNO		Si	SI <input type="checkbox"/> NO <input type="checkbox"/>
10/01/2024		ELISA	IPOACUSIA IMPROVVISA SX - NESSUNO		No	SI <input type="checkbox"/> NO <input type="checkbox"/>
29/02/2024	C	GREGOR	Innesto osseo in frattura patologica mandibolare - NESSUNO		No	SI <input type="checkbox"/> NO <input type="checkbox"/>
29/02/2024		SUSI	Osteonecrosi asettica ginocchio sinistro -		No	SI <input type="checkbox"/> NO <input type="checkbox"/>
29/01/2024		LUCIO	NECROSI ASETTICA T.F. - NESSUNO		No	SI <input type="checkbox"/> NO <input type="checkbox"/>
<u>05/03/2024</u>		NORBERT	NECROSI ASETTICA T.F. - NESSUNO		No	SI <input type="checkbox"/> NO <input type="checkbox"/>
.....						
.....						

Prima seduta
Note nell'Allegato A

FIRME

Medico responsabile per avvenuta consultazione con l'assistente in camera.	Assistente in camera (Firma per presa visione, sottoscrizione delle "Note seduta", controllo pazienti)	Medico responsabile (Firma per presa visione dopo la seduta)	Personale per l'inserimento delle "note seduta" a computer secondo la procedura operativa in vigore (Firma dopo la seduta)
----------------------------------------------------------------------------	----------------------------------------------------------------------------------------------------------	--------------------------------------------------------------	----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

Figure 5. Prima pagina del Diario iperbarico - by Andrea Congiu

Le informazioni principali da ricavare sono:

- pazienti che fanno la prima seduta;
- lo stato dei pazienti (C=Sedia a rotelle, B=Barella);
- note presenti nell'allegato A.

Se ci sono note nell'allegato A deve prenderne visione in quanto potrebbero esserci informazioni inerenti a terapie da somministrare prima si entrare in camera iperbarica, informazioni su situazioni patologiche a cui dare particolare attenzione, indicazioni di pause e flussi continui, ...

DIARIO IPERBARICO (Allegato A)

N° Cart. Paziente

8 [redacted] PIETRO
 2 [redacted] BARBARA

Note Particolari (Segnalazioni all' assistente in camera iperbarica)

Paz. in condizioni ridotte , necessita di particolare attenzione : applicare flusso continuo.- togliere gli apparecchi acustici.
 prima seduta con pause lunghe per minimo rischio epilettico, se poi va bene, passa a pause normali

Figure 6. Allegato A del Diario iperbarico - by Andrea Congiu

Sucessivamente si consulta con il medico per verificare le note, le diagnosi, o altre indicazioni per intraprendere assistenze personalizzate e il medico appone la sua firma nella prima casella del diario iperbarico.

 Medico responsabile per avvenuta consultazione con l'assistente in camera.	Assistente in camera (Firma per presa visione, sottoscrizione delle "Note seduta", controllo pazienti)	Medico responsabile (Firma per presa visione dopo la seduta)	Personale per l'inserimento delle "note seduta" a computer secondo la procedura operativa in vigore (Firma dopo la seduta)
-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	-------------------------------------------------------------------------------------------------------------	-----------------------------------------------------------------	-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

Figure 7. Prima firma del medico nel diario iperbarico - by Andrea Congiu

Con il tecnico si organizza per mettere in atto eventuali terapie personalizzate decise con il medico, ad esempio, per un flusso continuo i tecnici potrebbero aver modificato degli erogatori a tale scopo, quindi ci darà istruzioni su dove far accomadare il paziente, o altro. Ora si fanno accomodare i pazienti in camera iperbarica.

Per migliorare il *comfort* si chiede se qualcuno ha bisogno di uno sgabello, di una coperta o altro. In oltre controlla eventuali barelle e sedie a rotelle.

L'infermiere si occupa anche di:

- somministrare la terapia se prescritta (es. ansiolitici), annotata nell'Allegato A;
- se necessario aspirare i pazienti con tracheostoma e, predisporre l'erogazione di ossigeno dal flussimetro;
- controllare gli accessi venosi:
 - Chiusi: assicurarsi che effettivamente l'accesso venoso sia ben chiuso;
 - Aperti: si prepara per compensare il volume d'aria nella flebo.
- controllare sacche di raccolta (ileostomia, colostomia, sacca di raccolta delle urine, ...);
- controllare eventuali apparecchi elettromedicali che potrebbero servire (es. aspiratore, respiratore automatico, elettrocardiografo, strumenti per la rilevazione dei parametri vitali, ...)



Figure 8. Respiratore automatico - by Andrea Congiu



In camera iperbarica è installato un aspiratore per pulire le vie aeree del paziente da eccesso di muco o altro. Non dimentichiamoci che, funziona con la differenza di pressione tra camera e ambiente esterno, quindi nei primi metri di compressione non è utilizzabile. Durante la terapia la pressione interna della camera maggiore di quella esterna determina un risucchio che può essere graduato in intensità agendo sulla valvola del riduttore di vuoto posta sopra al barilotto di raccolta secreti.

Se il paziente dovesse avere un'infusione in corso, le flebo più indicate sono quelle in plastica o in sacca, in quanto è più facile gestire le variazioni di volume gassoso al loro interno. È possibile usare anche le flebo in vetro ma bisogna avere un ago abbastanza lungo che raggiunga l'aria contenuta al suo interno. Oppure chiudere il deflussore nelle fasi di sbalzo pressorio ambiente e quindi in compressione e decompressione. Arrivati alla quota di terapia va girata e compensata con un ago in modo da bilanciare la pressione interna boccetta con quella esterno ambiente.

In camera iperbarica

Prima dell'avvio

I pazienti si siedono dove preferiscono, salvo disposizioni specifiche (es. prima seduta, flusso continuo, pause, ...).

- L'infermiere aiuta il tecnico a collegare le maschere agli erogatori e regola gli stessi;
- chiede se tutti stanno bene;
- chiede se tutti hanno lasciato fuori gli oggetti non consentiti:
 - accendini, orologi, telefoni, apparecchi acustici, apparecchi elettronici in genere;
 - in caso di persona a rischio di crisi convulsiva, portatrice di protesi dentaria, se ne consiglia la rimozione.



Alcuni pazienti potrebbero riferire sintomatologia influenzale o altro, quindi fare particolare attenzione e se necessario riconsultare il medico e/o ricordare le manovre di compensazione. In questi casi controllare in modo attento il paziente. È anche possibile decidere con il tecnico di ridurre la velocità di compressione e/o decompressione.

Dopo la chiusura della porta della camera iperbarica verrà eseguita la prova di comunicazione con il tecnico, il quale chiederà anche se gli oggetti non consentiti sono stati lasciati fuori.

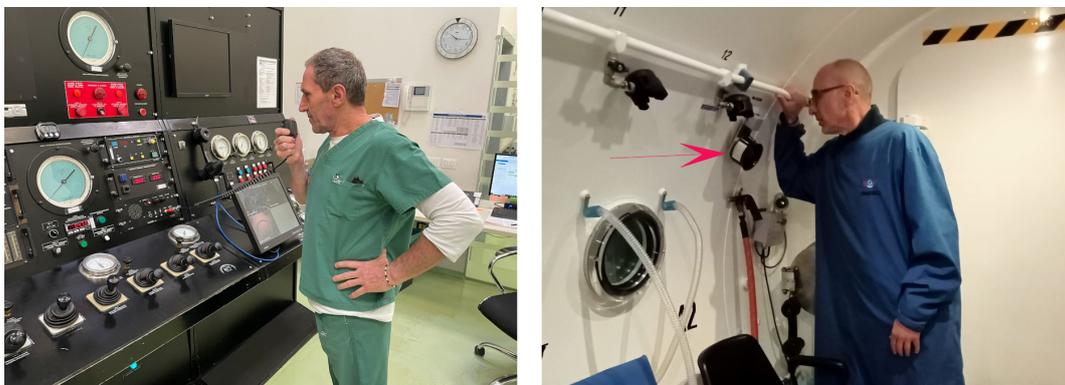


Figure 9. Prova di comunicazione fra tecnico e infermiere - by Ruben Zerbetto

Fase compressiva

La compressione consiste nell'immissione in camera iperbarica di aria compressa (aria normale) fino al raggiungimento della pressione di esercizio. Le pressioni ATA (Atmosfere Assolute) più comuni sono:

- 2,5 bar per le terapie normali (= -15 metri);
- 2,8 bar per le terapie urgenti (= -18 metri).

Queste non sono le uniche pressioni, ad esempio si usa un'ATA di 1,5 bar (= -5 metri) per il trattamento delle donne in gravidanza con insufficienza placentare.

L'infermiere può monitorare la pressione mediante un manometro che esprime la pressione in colonna d'acqua posto all'interno della camera iperbarica.



Figure 10. Manometro - by Andrea Congiu

Le velocità di compressione sono: 1 metro/minuto (0,1 bar/minuto), 2 metri/minuto (0,2 bar/minuto) o 3 metri/minuto (0,3 bar/minuto). Solitamente si usa 1 metro/minuto in quanto la compensazione timpanica è più facile e la camera si scalda meno.



Le Atmosfere Assolute (ATA) sono la somma della pressione atmosferica (1 bar) più la pressione della quota di trattamento. Per ogni 10 metri di profondità si aggiunge 1 bar. La quota della terapia normale è -15 metri, gli ATA si ricavano con la seguente formula: $1+(15/10)=1+1,5=2,5$ bar.

- L'infermiere distribuisce acqua e caramelle;
- controlla che la compensazione timpanica, dei seni paranasali e frontali sia efficace:
 - osservando la comunicazione non verbale;
 - chiedendo se ci sono problemi.

- se necessario chiede al tecnico di regolare il microclima;
- osserva e comunica spesso con chi fa la prima seduta.



La deglutizione aiuta a compensare.



Ricordare ai pazienti nuovi di compensare da subito e di segnalare tempestivamente fastidio e/o dolore alle orecchie.

In questa fase inizia la terapia, i pazienti respirano con la maschera.



Figure 11. La paziente respira ossigeno in maschera - by Andrea Congiu

L'infermiere si assicura che:

- i rubinetti posizionati prima dell'erogatore siano aperti;
- le maschere siano ben posizionate e collegate;
- eventuali flussi continui siano effettivamente in funzione.



Le manovre di compensazione devono essere eseguite fino al raggiungimento della pressione di terapia, anche con le maschere indossate.



Figure 12. La paziente compensa con la maschera - by Andrea Congiu

I cicli di terapia sono tre e normalmente sono impostati con il seguente schema:

1. Ciclo: inizia a - 6 metri e dura 30 minuti (fase compressiva);
2. Ciclo: dura 24 minuti (ATA stabili);
3. Ciclo: dura 36 minuti e termina a 3 metri (fase decompressiva).

Tra un ciclo e l'altro c'è una pausa di 5 minuti.

A pressione stabile

Una volta raggiunta la pressione di esercizio, la compensazione (se fatta bene precedentemente) non è più un problema. In questa fase della terapia l'infermiere deve:

- continuare l'osservazione dei pazienti per individuare segnali di malessere.
- Assistenza durante la pause:
 - chiudere il flusso continuo a inizio pausa e riaprirlo a fine pausa;
 - distribuire caramelle, acqua e fazzoletti;
 - chiedere se va tutto bene ed eventualmente intervenire per risolvere i problemi.

Durante il secondo ciclo di terapia va fatto firmare il quaderno delle presenze.

Nome paziente

Num.	Data	Firma Paziente
1		
2		
3		
4		
5		
6		
7		
8		

ATTENZIONE: non firmare per più di 8 volte per foglio
Controllare che non ci siano altri fogli dello stesso paziente già iniziati

Figure 13. Quaderno delle presenze - by Andrea Congiu

Compilare per il paziente i campi Nome e Data. Quando ci sono otto firme, spostare il foglio nell'apposito spazio del quaderno.

Fase decompressiva

La fase decompressiva avviene rimuovendo in modo controllato l'aria compressa dalla camera iperbarica, riportandola così alla pressione atmosferica.

Le velocità di decompressione sono: 1 metro/minuto, 2 metri/minuto o 3 metri/minuto. Solitamente si usa 1 metro/minuto in quanto la compensazione timpanica è più facile e la camera si raffredda meno.

Poco prima dell'inizio della decompressione inizia il terzo ciclo di terapia e anche l'infermiere deve respirare ossigeno in maschera. A decompressione avviata osservare attentamente i pazienti.

- Controlla che la compensazione timpanica, dei seni paranasali e frontali sia efficace:
 - osservando la comunicazione non verbale;
 - chiedendo se ci sono problemi.

La compensazione in questa fase avviene in modo quasi automatico, il volume d'aria nell'orecchio medio si dilata, entra nella Tuba di Eustachio trovando così una via di fuga naturale. La deglutizione e il movimento della mandibola aiutano a compensare.



In fase decompressiva alcuni pazienti tendono a fare la manovra di Valsalva, non deve essere permessa perché è potenzialmente dannosa per il timpano.

Gli avvisi sonori di inizio e fine pausa durante il terzo ciclo terapeutico vanno ignorati. I pazienti e l'infermiere continuano a respirare ossigeno in maschera fin quando il tecnico comunica la fine terapia.

A questo punto l'infermiere aiuta i pazienti a:

- scollegare le maschere;
- prepararsi per uscire dalla camera iperbarica.

A decompressione ultimata l'infermiere apre la porta e aiuta le persone ad uscire e se necessario le accompagna fino allo spogliatoio.

Note per la desaturazione dell'infermiere

Per la maggior parte del tempo l'infermiere respira aria ambiente in iperbarismo, questo vuol dire che i suoi tessuti assorbono azoto. Respirando ossigeno al terzo ciclo migliora la desaturazione dell'azoto, prevenendo così la Malattia da Decompressione (MDD).

Se l'infermiere è di servizio in due sedute nello stesso giorno, assume ossigeno in entrambe le sedute durante il terzo ciclo e nella seconda camera, anche nel primo, in quanto è presente un maggiore accumulo di azoto. In oltre è prevista una sosta di sicurezza di 3 minuti a -3 metri, dando così più tempo di desaturazione ai tessuti.

Se l'infermiere è un subacqueo, e il giorno prima ha fatto un'immersione profonda (accumulo di azoto), seguirà le linee guida come se facesse due sedute di iperbarica, respirerà ossigeno al primo e terzo ciclo di terapia.

Cenni sulla Malattia da Decompressione

Sindrome con diverse manifestazioni cliniche e diverse evoluzioni: è causata dal passaggio del paziente da un ambiente a pressione relativamente alta ad una pressione relativamente bassa. Tale riduzione di pressione porta il gas inerte (azoto) che è in forma fisica nei tessuti e nei vasi, ad entrare in fase gassosa: ciò può determinare una eccessiva formazione di bolle di gas nei tessuti, nelle arterie e nelle vene.

Per questo motivo è importante che dopo essere usciti dalla camera iperbarica, l'infermiere non salga di quota, ad esempio per andare in montagna. L'aumento di quota comporta una diminuzione della pressione atmosferica, di conseguenza un aumento del rischio di MDD. A maggior ragione se fa due sedute consecutive in camera iperbarica.

Particolari attenzioni

Durante le fasi di compressione e decompressione avvengono le variazioni dei volumi d'aria negli spazi fisiologici (es. orecchio medio) ma anche quelli dei presidi (es. flebo).

- Compressione: diminuzione dei volumi gassosi
- Decompressione: aumento dei volumi gassosi

Questo significa che l'infermiere deve fare attenzione anche alle variazioni di volume dei presidi e i più comuni sono:

- flebo;
- catetere vescicale;
- drenaggi, stomie.

Se il paziente è intubato si dovrà sostituire l'aria con fisiologica contenuta nella cuffia del tubo endotracheale.

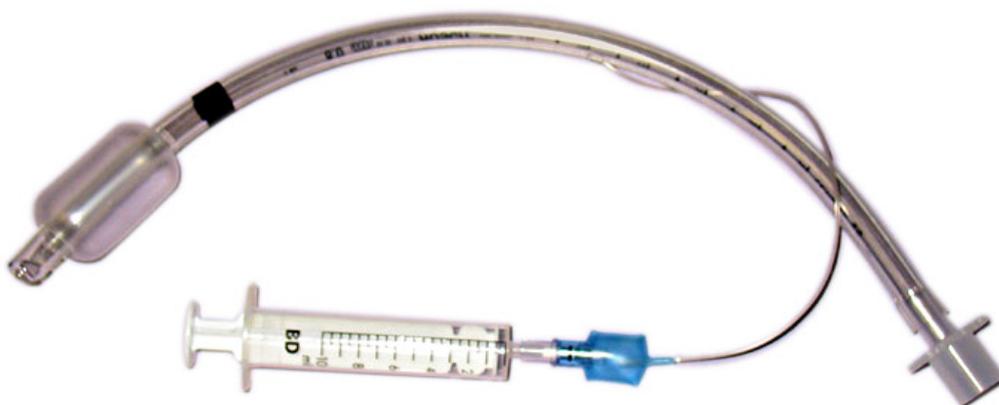


Figure 14. Tubo endotracheale cuffiato - Wikipedia by Luigi Chiesa



Medico responsabile per avvenuta consultazione con l'assistente in camera.	Assistente in camera (Firma per presa visione, sottoscrizione delle "Note seduta", controllo pazienti)	Medico responsabile (Firma per presa visione dopo la seduta)	Personale per l'inserimento delle "note seduta" a computer secondo la procedura operativa in vigore (Firma dopo la seduta)
----------------------------------------------------------------------------	-------------------------------------------------------------------------------------------------------------	-----------------------------------------------------------------	-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

Figure 17. Seconda firma del medico nel Diario iperbarico - by Andrea Congiu

Successivamente consegna il diario iperbarico al tecnico e gli comunica l'andamento avvenuto in camera iperbarica.

- Ripristina farmaci e/o presidi;
- pulisce e riordina la camera iperbarica.

Il paziente nuovo

Dopo la visita medica, al paziente viene assegnato un armadietto e consegnato il camice ignifugo.

Una delle cose che spaventa di più è l'ignoto. Spiegare cosa succederà, i ritmi, le sensazioni fisiche, ... ha notevoli effetti positivi.

Quindi l'infermiere informa e spiega al paziente:

- quali oggetti può e non può portare in camera iperbarica;
- gli effetti della pressione:
 - nell'ambiente (temperatura, suoni, variazioni dei volumi d'aria, ...);
 - nel corpo umano (orecchio medio, timpano, ...) .
- che è meglio rimanere svegli;
- l'erogatore (probabile fatica a chiedere ossigeno) e la maschera;
- i cicli di terapia;
- gli avvisi acustici (che non sono allarmi);
- che voi potete comunicare con l'esterno e che siamo controllati dal tecnico;
- le manovre di compensazione sia per la compressione che per la decompressione;
- che siederà di fronte o vicino a voi e che lo aiuterete in ogni fase;
- e in camera iperbarica gli anticipa quello che sta per succedere (es. variazioni termiche, ...).

Il paziente avrà molte informazioni, sa cosa succederà e cosa proverà, con una conseguente diminuzione della paura e dell'ansia.



Informare il paziente del cambio di volume anche nei cuscini antidecubito ad aria e nelle ruote di sedie e barelle se gonfiate ad aria.

Problemi in camera iperbarica

L'ambiente chiuso, le variazioni di pressione, alte pressioni parziali di ossigeno ed eventuali stati di malattia, potrebbero innescare delle situazioni di urgenza ed emergenza.

In caso di emergenza premi il pulsante rosso. Servirà per allertare il tecnico e il medico.



Figure 18. Pulsante per azionare l'allarme emergenza - by Ivan Zaro

L'ambiente chiuso

L'ambiente chiuso potrebbe accentuare stati ansiosi o generare attacchi di panico:

- rimuovere la maschera;
- allentare il camice;
- stabilire una adeguata comunicazione;
- permettere che la persona si alzi;
- se necessario non legare la maschera ma lasciare che il paziente la tenga con le mani;
- deviare il pensiero su altri aspetti;
- se necessario misurare i parametri vitali;
- appena possibile comunicare con il medico;
- se è necessario organizzare l'uscita del paziente per mezzo della camera di equilibrio.

Se dall'anamnesi è noto che il paziente potrebbe essere soggetto ad ansia o panico valutare con il medico la somministrazione della terapia ansiolitica prima di entrare in camera iperbarica.



L'ansia potrebbe essere causata anche dalla fame d'aria o dal dolore all'orecchio.

Le variazioni di pressione

Le variazioni di pressione potrebbero causare fastidio e/o dolore, in modo particolare all'orecchio.

Compressione

Se le manovre di compensazione non sono efficaci, chiedere al tecnico di diminuire la pressione. Generalmente il dolore scompare ed è più facile compensare. Appena il problema è risolto chiedere al tecnico di comprimere più lentamente. Dopo la terapia far visitare il paziente dal medico per un controllo del timpano (barotrauma).

Decompressione (blocco inverso – poco frequente)

Se le manovre di compensazione non sono efficaci, chiedere al tecnico di aumentare la pressione. Generalmente il dolore scompare ed è più facile compensare. Appena il problema è risolto chiedere al tecnico di decomprimere più lentamente. Dopo la terapia far visitare il paziente dal medico per un controllo del timpano (barotrauma).



Se in fase decompressiva si manifesta un blocco inverso, **NON** far fare la manovra di Valsalva.



Osservare i pazienti in quanto potrebbero eseguire la manovra di Valsalva durante la decompressione. Far interrompere questa abitudine e spiegare il perché non va fatta.

La tossicità dell'ossigeno

La tossicità dell'ossigeno sul Sistema Nervoso Centrale causata da una elevata pressione parziale del gas, potrebbe innescare le convulsioni.

- Rimuovere immediatamente la maschera (le convulsioni scompariranno rapidamente);
- allertare il medico;
- misurare i parametri vitali;
- se necessario organizzare l'uscita del paziente.

Dopo la terapia far visitare il paziente dal medico.



Togliere la maschera abbassa la pressione parziale di ossigeno quindi ne si riduce l'azione tossica.



Respirando ossigeno puro in iperbarismo la pressione parziale dell'ossigeno (PO_2) di un paziente sarà di:
2,5 bar a 2,5 bar ATA e 2,8 bar a 2,8 bar ATA.

Considera che un subaqueo raggiunge una PO_2 massima di 1,6 bar.

La fame d'aria

L'ossigeno arriva alla maschera attraverso un erogatore subacqueo. Questo eroga ossigeno solo su richiesta, quindi con l'inizio dell'inspirazione. L'inspirazione sposta una membrana che apre la valvola di rilascio del gas. Tutte queste parti meccaniche offrono una certa resistenza.

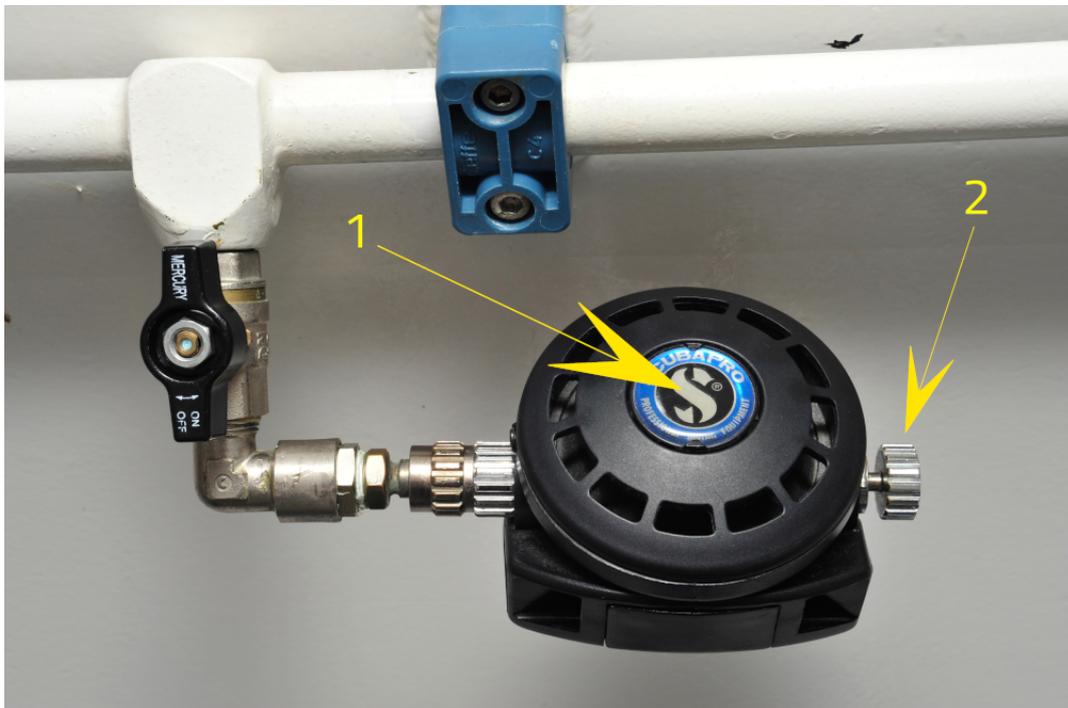


Figure 19. Erogatore: 1. Pulsante di spurgo; 2. Regolatore di resistenza - by Andrea Congiu

Inoltre, la difficoltà respiratoria è anche direttamente proporzionale all'ATA. L'aumento di pressione rende i gas più densi, quindi più difficili da respirare.

Se il paziente riferisce difficoltà durante la respirazione:

- controllare che il regolatore di resistenza sia aperto;
- se il regolatore è completamente aperto e la difficoltà respiratoria non passa, creare un flusso continuo.

Creare un flusso continuo

Per creare un flusso continuo è sufficiente avvolgere la calotta dell'erogatore con una fascetta elastica e posizionare uno spessore fra la fascetta e il pulsante di spurgo. I litri di ossigeno erogati, saranno direttamente proporzionali alla tensione della fascetta elastica e/o alle dimensioni dello spessore.

Lo spessore lo si può ricavare piegando, ad esempio della carta o delle garzette, oppure usando una caramella.



Figure 20. Flusso continuo dall'erogatore - by Andrea Congiu

L'ipoglicemia nel paziente diabetico

In camera iperbarica, l'ossigeno aumenta il metabolismo cellulare. Questo comporta che i pazienti diabetici devono aver mangiato prima della terapia (potrebbe capitare che chi manda i pazienti ricoverati consiglia digiuno rischiando ipoglicemia). È preferibile che il paziente diabetico abbia la glicemia un po' più alta rispetto alla media e che diminuisca l'eventuale insulina di circa il 50% altrimenti rischia un calo di zuccheri quindi andare in ipoglicemia.

- Se insorgono segni e sintomi di ipoglicemia intervenire di conseguenza;
- comunicare con il medico appena possibile.

Far sempre visitare il paziente dal medico.



Valutare la misurazione glicemica prima di iniziare la terapia.

Permanenza o uscita dalla camera iperbarica

La maggior parte dei problemi vengono gestiti agevolmente in camera iperbarica e il paziente può continuare la terapia ma, non sempre le cose vanno così.

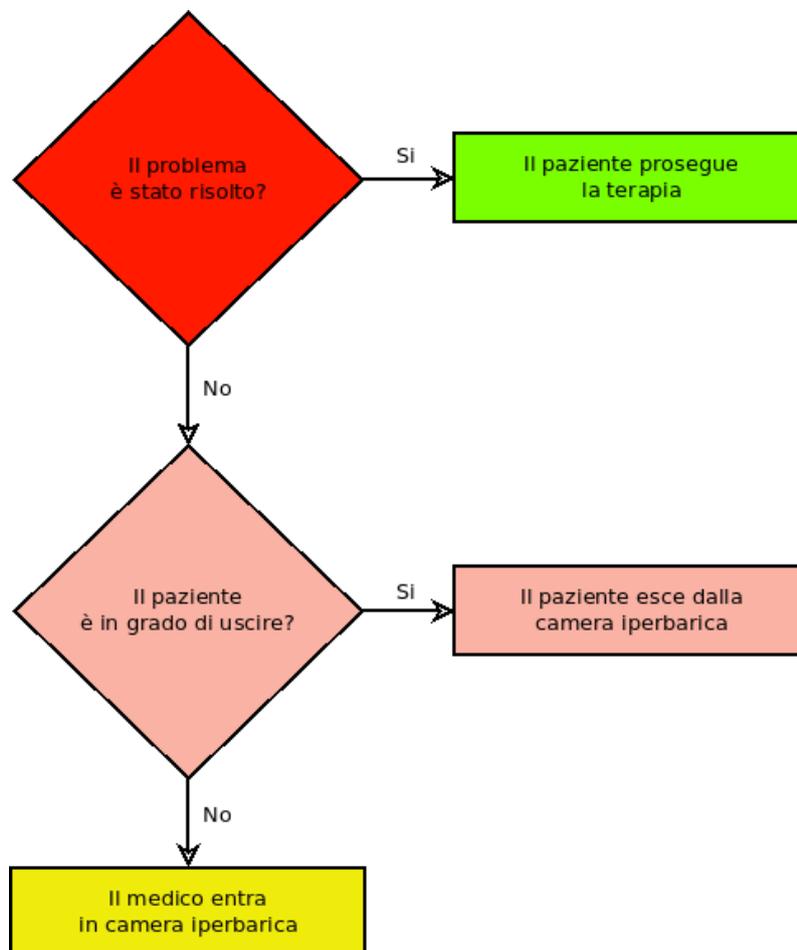


Figure 21. Schema per la permanenza o l'uscita dalla camera iperbarica - by Andrea Congiu

Modalità di uscita

Per fare uscire un paziente dalla camera iperbarica bisogna comunicare al tecnico il problema e l'intenzione. Un tecnico entrerà nel comparto di trasferimento o garrita situato in fondo alla camera principale.



Figure 22. Accesso esterno e interno alla garrita - by Andrea Congiu

Viene fatta una prova di comunicazione e successivamente il tecnico alla *console* di comando pressurizza il comparto di trasferimento fin quando le due camere avranno la stessa pressione. Solo ora si riesce ad aprire la porta di accesso alla garrita. Aiutando il paziente lo si trasferisce. Una volta chiusa la porta della garrita, questa viene riportata a 1 bar.



Figure 23. Porta del comparto di trasferimento chiusa - by Andrea Congiu



Nell'immagine qui sopra si vedono due manometri che esprimono la pressione in colonna d'acqua, quello a sinistra visualizza i metri (di profondità) della camera iperbarica, quello di destra visualizza i metri (di profondità) della garrita.

L'infermiere nella camera principale vede dal barometro del comparto di trasferimento la sua quota, quando la differenza di profondità è 0 metri (zero), le due camere hanno la stessa pressione e sono in equilibrio.



Figure 24. Manometro della garrita - by Andrea Congiu



Se un paziente deve uscire in fare di compressione, tale fase viene interrotta e ripresa quando il paziente è uscito.

Sconsiglio

Sconsiglio di indossare il camice ignifugo in modo scorretto.



Figure 25. Camice indossato in modo scorretto - by Ruben Zerbetto

Indossare il camice in modo corretto vuol dire rispettare le norme di sicurezza e evita discussioni con i pazienti.

Sconsiglio di leggere.



Figure 26. Infermiere che legge - by Ruben Zerbetto

Leggere durante le sedute in camera iperbarica non vi permette di osservare le persone, di prevenire problemi e risolverli tempestivamente. Le persone ansiose saranno più agitate in quanto non si sentono “sorvegliate e protette”.

La compensazione

L'aumento della pressione che ci circonda causa una diminuzione dei volumi gassosi nelle cavità anatomiche e una diminuzione della pressione aumenta i volumi dei gas nelle stesse cavità. Non sempre avviene una compensazione spontanea, quindi, durante:

- la compressione è richiesta un'azione attiva e forzata per compensare la pressione dell'aria dietro il timpano.
- la decompressione, l'aumento del volume dietro il timpano, trova generalmente la sua via di fuga attraverso la tuba di Eustachio.

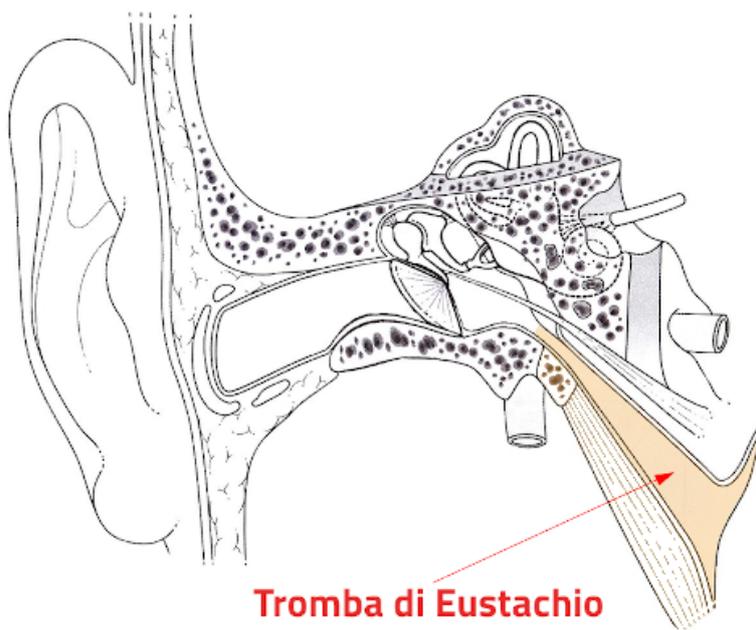


Figure 27. Tromba di Eustachio - Wikipedia



Per evitare danni al timpano è fondamentale che le manovre di compensazione vengano fatte per tutto il periodo di compressione e decompressione.

Nel bambino

Il bambino compensa con:

- il pianto;
- la suzione e la deglutizione;
- quelli più grandi soffiando il naso (da non far fare in decompressione), bevendo e mangiando caramelle.



Figure 28. Allattamento al seno - Wikipedia by Petr Kratochvil

Nel paziente collaborativo

Fase compressiva

La manovra di Toynbee

Questa manovra utilizza la deglutizione, effettuata a bocca e naso chiusi. È facile da eseguire ed è delicata.

La manovra di Valsalva

La manovra consiste in un'inspirazione relativamente profonda seguita da un'espirazione forzata in corrispondenza di naso e bocca chiusi. È facile da eseguire ma non è delicata.



Se la manovra di Valsalva viene prolungata, potrebbe indurre una bradicardia.

La manovra di Marcante-Odaglia (o manovra Frenzel)

Sfrutta sia il movimento che la pressione: la lingua posizionata sul palato chiude il collegamento con i polmoni, iniziando un movimento simile alla deglutizione e in seguito, fungendo da pompa, quando la si spinge verso l'alto, esercita una spinta pressoria verso l'orecchio medio. Anche questa manovra, come il Valsalva, si effettua con la bocca e le narici chiuse. È difficile da eseguire ma è delicata.



Se le manovre di compensazione non funzionano, chiedi al tecnico di diminuire la pressione e chiedi al paziente di riprovare.

Fase decompressiva

Durante la decompressione la compensazione dovrebbe avvenire in modo naturale e automatico, le seguenti azioni solitamente sono di aiuto.

- Deglutizione;
- sbadiglio;
- movimento della mandibola in direzione destra-sinistra e in direzione avanti-indietro.



Se noti che una persona esegue la manovra di Valsalva normale, bloccalo immediatamente. In fase decompressiva la manovra di Valsalva potrebbe danneggiare il timpano.



Se le manovre di compensazione non funzionano, chiedi al tecnico di aumentare la pressione e chiedi al paziente di riprovare.

La manovra di Valsalva inversa

La manovra consiste in una espirazione relativamente profonda seguita da un'inspirazione forzata in corrispondenza di naso e bocca chiusi. È facile da eseguire ma non è delicata.

Nel paziente in coma e/o intubato

In questi pazienti la compensazione attiva non avviene e si rende necessaria la miringotomia.

La miringotomia è una perforazione chirurgica del timpano. Questa mantiene uguali le pressioni davanti e dietro il timpano.

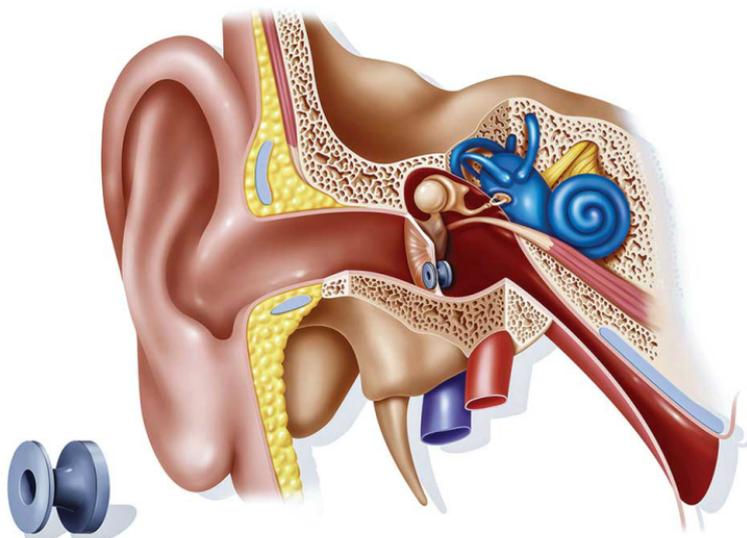


Figure 29. Miringotomia - Wikipedia

Consiglio

Di essere curiosi per capire il principi di funzionamento dei diversi componenti della camera iperbarica. Un infermiere che sa rispondere sui principi di funzionamento dei diversi componenti, sarà un infermiere competente e professionale e come risposta emotiva avremo anche un paziente più tranquillo e fiducioso.

Di aiutare il tecnico a preparare gli erogatori e le maschere. Aiutare il tecnico vi renderà autonomi quando sarete chiusi in camera iperbarica, quindi potrete risolvere piccoli problemi tecnici in modo autonomo e i pazienti si fideranno di voi e saranno più tranquilli perché vi vedono capaci.

Di essere attivi e attenti, questo aiuta a:

- mantenere più tranquille le persone ansiose;
- migliorare il *comfort*.

Di mantenere un contatto visivo e comunicare a gesti quando i pazienti e voi indossate la maschera, questo aiuta a:

- individuare precocemente i problemi;
- mantenere più tranquille le persone ansiose.



Figure 30. Comunicazione gestuale - by Ruben Zerbetto

Breve promemoria

Con l'aumento della pressione:

- l'aria si scalda;
- la flebo potrebbe rallentare;
- i pazienti e anche l'infermiere devono compensare;
- si avverte una diversa percezione dei suoni.

In fase compressiva si raggiunge una temperatura massima 23 - 24°C circa. A pressione raggiunta e stabile la temperatura si assesta a circa 21°C.

Con la diminuzione della pressione:

- l'aria si raffredda;
- potrebbe formarsi della "nebbia";
- la flebo potrebbe accelerare;
- la compensazione è quasi sempre spontanea;
- raramente emissione di aria dallo stomaco.

In fase decompressiva la temperatura scende a 18 - 19°C circa.

In compressione e decompressione avviene un cambio di volume anche nei cuscini antidecubito ad aria e nelle ruote di sedie e barelle se gonfiate ad aria.

Promemoria dei concetti matematici

Conversioni

1 ATA \equiv 101325 Pa \equiv 101.325 kPa

1 ATA = 760 mmHg = 14.7 psi = 1.013 Bar = 1033 cmH₂O

Conversione della profondità in pressione (bar)

1 + (profondità in metri / 10)

Esempio per il calcolo ATA

A -15 metri di profondità

$1+(15/10)=1+1,5=2,5$ bar

Calcolo della pressione parziale di ossigeno

Prercentuale O₂ respirata / 100 * ATA

Esempio per il calcolo della pressione parziale di ossigeno

Il paziente respira ossigeno puro (100%) a si trova a -15 metri di profondità (2,5 bar ATA)

$100/100*2,5=2,5$ bar

Sistema antincendio

Lo svilupparsi di un incendio in camera iperbarica è un'eventualità estremamente improbabile in quanto:

- vengono lasciati fuori gli oggetti pericolosi;
- l'aria all'interno della camera iperbarica contiene una percentuale di ossigeno leggermente più alta del normale quindi **non** è satura.

Il sistema antincendio della camera iperbarica è composto da tre elementi principali:

1. rilevatore di fiamma;
2. sistema antincendio idrico a soffitto;
3. sistema antincendio idrico con manichetta.

In caso di incendio all'interno della camera iperbarica, sia il tecnico (da fuori) che l'infermiere (da dentro) possono estinguere le fiamme.



Anche la camera di equilibrio è dotata degli stessi sistemi antincendio.

Essendo la camera iperbarica un ambiente pressurizzato, i sistemi idrici antincendio al suo interno devono avere una pressione dell'acqua maggiore del normale. I diffusori lavorano con una pressione di circa 55 bar, mentre le manichette a 6 bar.

Rilevatore di fiamma

All'interno della camera iperbarica sono installati due rilevatori di fiamma, uno si trova vicino alla porta di accesso principale e l'altro vicino alla porta del comparto di trasferimento. Essi rilevano la presenza di una fiamma libera e automaticamente fanno scattare un allarme al quadro comando del tecnico.



Figure 31. Rilevatore di fiamma - by Andrea Congiu

Sistema antincendio idrico a soffitto

Sul soffitto sono posizionati cinque diffusori idrici per estinguere un incendio, la loro attivazione può essere effettuata sia dall'infermiere dentro la camera che dal tecnico fuori dalla camera.



Figure 32. Diffusori antincendio - by Andrea Congiu

Attivazione dei diffusori antincendio da parte dell'infermiere

Il comando per attivare i diffusori si trova vicino alla sedia dell'infermiere.



Figure 33. Comando di attivazione interno dei diffusori - by Andrea Congiu

Per azionare i diffusori l'infermiere deve:

1. tirare l'anello metallico per sboccare la maniglia del rubinetto;
2. far ruotare il rubinetto in senso antiorario.



Figure 34. Comando di attivazione interno dei diffusori - by Andrea Congiu

Attivazione dei diffusori antincendio da parte del tecnico

Il tecnico preme semplicemente un pulsante posizionato sul quadro comandi.



Figure 35. Comando di attivazione esterno dei diffusori - by Andrea Congiu

Sistema antincendio idrico con manichetta

All'interno della camera iperbarica sono installate due manichette antincendio, una si trova vicino alla porta di accesso principale e l'altra vicino alla porta della garrita.

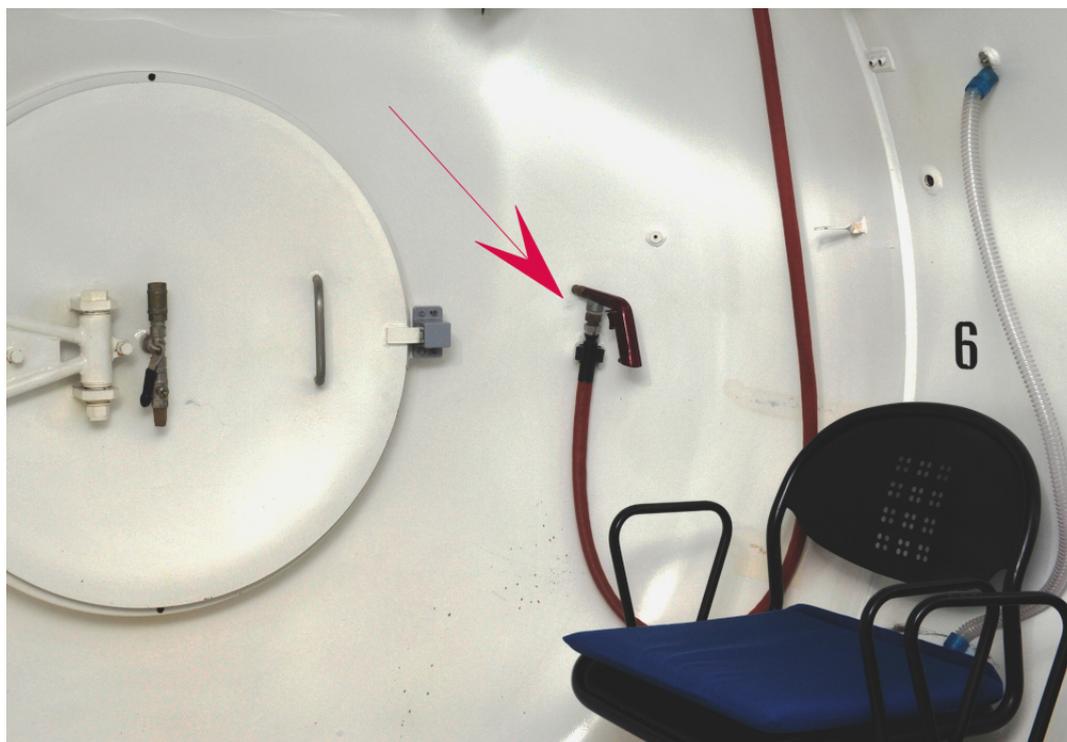


Figure 36. Manichetta antincendio - by Andrea Congiu

Sono dotate di una comoda impugnatura, di un pulsante per azionare il getto d'acqua e di un fermapulsante per continuare a erogare acqua senza dover tenere il pulsante premuto.



Figure 37. L'impugnatura della manichetta antincendio - by Andrea Congiu



Il getto d'acqua deve essere indirizzato alla base delle fiamme e *non* sulle fiamme.

Altre considerazioni

Concentrazione di ossigeno

Per la somministrazione di ossigeno puro ai pazienti presenti in camera iperbarica si utilizzano delle maschere oronasali che se correttamente indossate permettono di ridurre al minimo le perdite di ossigeno nell'ambiente iperbarico. Queste maschere ricevono l'ossigeno dall'erogatore che ad ogni atto inspiratorio eroga la quantità di gas medicale richiesta dal paziente col normale atto inspiratorio; il gas espirato viene poi raccolto in un pallone in gomma attaccato alla valvola di scarico della maschera e convogliato all'esterno della camera da opportuno collettore di raccolta.

Anche se in teoria l'ambiente iperbarico dovrebbe avere una percentuale di ossigeno pari a quella dell'aria esterna (20,8%), nella realtà sono frequenti piccole fughe di ossigeno dovute a maschere mal posizionate sul viso del paziente, a erogatori mal regolati, flussi continui o sistemi di scarico non efficienti. Ciò comporta un graduale aumento d'ossigeno libero in camera e quindi aumenta il rischio in caso d'incendio.

L'analisi dell'ambiente iperbarico viene effettuata portando costantemente all'analizzatore posizionato al quadro di controllo una quantità di aria spillata dalla camera. Vista l'importanza di una costante e precisa verifica dell'aria interna camera, la normativa prevede che ci siano tre letture a confronto (tre differenti apparecchi) e prevede che al raggiungimento del 23,5% di ossigeno libero in camera venga effettuato un ricambio d'aria fino al ripristino della normalità cioè 20,8%. Questo ricambio di aria viene definito "lavaggio" e viene fatto aprendo progressivamente sia la valvola di mandata dell'aria che quella di scarico mantenendo invariata la pressione ambiente. La durata di questo lavaggio è proporzionata alle condizioni ambientali interne, al numero di pazienti e alle dimensioni dell'ambiente e durante la manovra bisogna tenere controllato il manometro per la pressione interna.

Cosmesi del viso

Poiché la zona del viso è in contatto con l'ossigeno puro, è vietato fare uso di creme e balsami per la pelle, trucchi o sostanze grasse o a base alcolica perché infiammabili.

L'uso della maschera in caso d'incendio

In caso si sviluppi un incendio in camera iperbarica, un sistema automatico sostituisce il flusso di ossigeno alle maschere con uno ad aria sintetica. Le persone **devono** mantenere la maschera sul viso per evitare di intossicarsi con fumi e gas tossici.

Fonti e note di realizzazione

Fonti

- Wikipedia
- Nurse24
- Società Italiana di Medicina Subacquea e Iperbarica
- Manuale tecnico per l'utilizzo di impianti iperbarici del Centro Iperbarico di Bolzano

Note di realizzazione

Per la realizzazione del manuale è stato usato solo *software Open Source e Free*

PROGRAMMI UTILIZZATI	
Linux Mint	Sistema operativo
Asciidoctor	Interpretatore da adoc a PDF, HTML ed Epub
Gimp	Manipolatore di immagini
QtQR	Creazione dei QrCode
Shutter	<i>Screenshot Tool</i>
VIM	Elaboratore testi a riga di comando

Collaboratori, revisioni e contatti

Collaboratori

Quest'opera è curata da Congiu Andrea. Di seguito vengono elencate le persone che hanno preso parte alla sua realizzazione.

PARTECIPANTI ALL'OPERA		
Nome	Descrizione	Sigla
Congiu Andrea	Stesura dei contenuti, fotografie. Stesura e gestione del sorgente adoc. Gestione dei <i>rendering</i> html, pdf e e-book con asciidoctor Fotoelaborazione	CA
Bertolin Dr. Matteo	Controllo del contenuto medico e sanitario	BDM
Braitto Michele	Controllo del contenuto tecnico	BM
Garozzo Isabella	Controllo linguistico	GI
Pichler Brigitte	Paziente in foto	PB
Ruben Zerbetto	Fotografie e controllo del contenuto tecnico	RZ
Zaro Ivan	Fotografie, Tecnico in foto e controllo del contenuto tecnico	ZI

Revisioni

Nella tabella seguente viene elencata la cronologia delle revisioni.

CRONOLOGIA DELLE REVISIONI			
Posizione	Data	Descrizione	Sigla
1.0	25/04/2024	Prima stesura	CA
1.1	31/05/2024	Revisione medico scientifica	BDM
1.2	21/06/2024	Revisione linguistica	GI

Contatti



Centro Iperbarico Bolzano

Via Enrico Fermi, 2

39100 Bolzano (BZ)

Tel. +390471932525

Fax +390471200025

E-Mail: info@iperbaricobolzano.it

Url: <http://www.iperbaricobolzano.it>



www.andrea-congiu.it



Infermiere

Congiu Andrea

Infermiere libero professionista

39012 Merano (BZ)

E-Mail: info@andrea-congiu.it

Url: <https://www.andrea-congiu.it>



La licenza

Applicazione della licenza

Per principio vorrei che tutta la documentazione prodotta sia liberamente condivisibile, modificabile e ri-condivisibile. È quindi necessario applicare una licenza e a tale scopo è stata scelta la **Creative Commons Attribuzione - Condividi allo stesso modo 4.0 Internazionale**. È anche di fondamentale importanza l'utilizzo di formati aperti per la creazione dei documenti, ad esempio quelli di libreOffice. Per la realizzazione di questo progetto ho usato un formato di testo adoc e poi processato con asciidoctor per generare l'HTML e il PDF.

La licenza applicata

Quest'opera è stata rilasciata con licenza Creative Commons Attribuzione - Condividi allo stesso modo 4.0 Internazionale (CC BY-SA 4.0). Per leggere una copia della licenza visita il sito web <https://creativecommons.org/licenses/by-sa/4.0/deed.it> o spedisci una lettera a Creative Commons, PO Box 1866, Mountain View, CA 94042, USA.

Dettagli della licenza

	Condividere — riprodurre, distribuire, comunicare al pubblico, esporre in pubblico, rappresentare, eseguire e recitare questo materiale con qualsiasi mezzo e formatao.
CCPL Versione 4.0	Modificare — remixare, trasformare il materiale e basarti su di esso per le tue opere per qualsiasi fine, anche commerciale. Il licenziante non può revocare questi diritti fintanto che tu rispetti i termini della licenza.

Avvertenze

- Questa guida è un progetto su base volontaria, creta da un utente GNU/Linux senza competenze informatiche specifiche.
- Non vi è nessuna garanzia che la guida sia esente da errori o imprecisioni. Non esiste un organo di controllo qualificato e responsabile della correttezza dei contenuti. Ergo ogni utente che esegue le procedure lo fa a proprio rischio e pericolo.
- Si incoraggia la verifica delle informazioni contenute nella giuda.

Se modifichi o riutilizzi questo documento cita la fonte con il seguente testo

Fonte:



Congiu Andrea - Infermiere libero professionista

39012 Merano (BZ)

E-Mail: info@andrea-congiu.it

Url: <https://www.andrea-congiu.it>