

DOCUMENTO DI  
CONSENSO

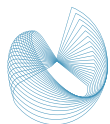


**SIAARTI**  
PRO VITA CONTRA DOLOREM SEMPER

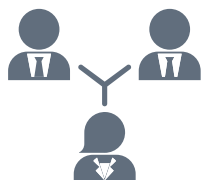
# **REQUISITI ORGANIZZATIVI, STRUTTURALI E STRUMENTALI PER LA GESTIONE DI UN PAZIENTE CRITICO IN TERAPIA IPERBARICA**

Versione 1 - 4 aprile 2024

**SIAARTI**  
Via del Viminale 43 - 00184 - Roma  
ricerca@siaarti.it | 06-4452816



## PANEL



### Coordinatore

Claudio Spena

### Panel

Paola Amato, Marco Brauzzi, Andrea Giovanniello, Fiorenzo Fracasso, Stefano Falini, Dante Lopardo, Stefano Mancosu, Luca Martani, Monica Rocco, Claudio Spena

### Metodologia

Andrea Cortegiani

### Revisione esterna

Simone Schiavo

**Paola Amato**, Presidio Ospedaliero Gattinara, Trieste

**Marco Brauzzi**, Scuola Superiore Studi Universitari e Perfezionamento - S. Anna Pisa

**Andrea Cortegiani**, Dipartimento di Discipline di Medicina di Precisione in Area Medica Chirurgica e Critica. Università degli Studi di Palermo. UOC Anestesia Rianimazione e Terapia Intensiva. AOU Policlinico Paolo Giaccone, Palermo

**Andrea Giovanniello**, Casa di Cura Habilita I Cedri, Fara Novarese, Novara

**Fiorenzo Fracasso**, Centro Ospedaliero Militare, Taranto

**Stefano Falini**, UOC Anestesia e Rianimazione, USL SudEst Toscana

**Dante Lopardo**, Az.Osp.Univ. San Giovanni di Dio e Ruggi Salerno, Salerno

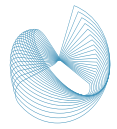
**Stefano Mancosu**, Reparto di Anestesia, Rianimazione e Medicina Iperbarica, Ospedale Marino, ASL Cagliari, Cagliari

**Luca Martani**, AUSL di Parma, Parma

**Monica Rocco**, Ospedale Sant'Andrea, Sapienza Università di Roma, Roma

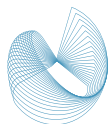
**Simone Schiavo**, Department of Anesthesiology and Pain Medicine, University of Toronto. Toronto Western Hospital UHN, ON, Canada

**Claudio Spena**, ASL 2 Savonese



## INDICE

- 04** Metodologia
- 05** Introduzione
- 06** 1. Aspetti Fisiopatologici principali
- 07** 2. Limiti ambientali e logistici alla cura del paziente critico
- 08** 3. Assistenza sanitaria al paziente critico
- 10** 4. Gestione del paziente in terapia intensiva
- 11** 5. La struttura iperbarica
- 11** 6. Conclusioni
- 12** Dichiarazione assenza conflitto d'interessi
- 13** Bibliografia



## METODOLOGIA

### PANEL

I 10 esperti coinvolti nella stesura del documento sono stati selezionati da uno dei coordinatori (Claudio Spena), sulla base delle specifiche competenze ed esperienza clinica al fine di raggiungere un consenso sui requisiti organizzativi, strutturali e strumentali per la gestione di un paziente critico in terapia iperbarica.

### FORMULAZIONE STATEMENT E RAZIONALI

Dopo una riunione iniziale, in cui è stata condivisa la metodologia, le diverse tematiche sono state assegnate ad uno o più membri del panel, sulla base delle rispettive competenze, per produrre statement e razionali a supporto in forma di testo esplicativo.

L'elenco complessivo degli statements è stato sottoposto a votazione per il raggiungimento del consenso.

La votazione in cieco è stata effettuata online utilizzando una scala Likert (punteggio minimo, 1 = completamente in disaccordo), punteggio massimo, (9 = completamente d'accordo). Questa scala è stata suddivisa in 3 sezioni: 1-3 "non appropriato"; 4-6 "incertezza"; 7-9 "appropriatezza".

Tutti gli statements hanno raggiunto l'accordo al primo round, avendo più del 75% dei rispondenti assegnato uno score di punteggio 7-9, quindi di appropriatezza. Nello specifico tutti gli statements hanno raggiunto l'accordo con l'unanimità degli esperti (100%), ad eccezione degli statement relativi ai dispositivi di trattamento per la ventilazione e per il supporto cardiaco che hanno raggiunto un accordo pari al 77% nel range 7-9 "appropriatezza".

|                   | Aspetti Fisiopatologici principali |              |   | MONITORAGGIO PAZIENTI |              |              |                         | DISPOSITIVI DI TRATTAMENTO-ventilazione | SUPPORTO CARDIACO | TERAPIA FARMACOLOGICA | DRENAGGI ED ASPIRAZIONE | GESTIONE DEL PAZIENTE IN TERAPIA INTENSIVA | LA STRUTTURA IPERBARICA |              |
|-------------------|------------------------------------|--------------|---|-----------------------|--------------|--------------|-------------------------|---|-------------------|-----------------------|-------------------------|--|-------------------------|--------------|
|                   | VENTILAZIONE                       | EMODINAMICA  | LIMITI AMBIENTALI E LOGISTICI ALLA CURA DEL PAZIENTE CRITICO. | Emodinamica           | Ventilazione | Altro        | Ossigenazione tissutale |   |                   |                       |                         |  |                         |              |
| #1                | 8                                  | 8            | 7   | 9                     | 9            | 9            | 9                       | 7                                       | 6                 | 7                     | 7                       | 8  | 7                       | 8            |
| #2                | 9                                  | 8            | 8   | 9                     | 9            | 9            | 9                       | 7                                       | 6                 | 7                     | 7                       | 8  | 9                       | 8            |
| #3                | 9                                  | 9            | 8   | 9                     | 9            | 9            | 9                       | 8                                       | 9                 | 9                     | 8                       | 8  | 9                       | 9            |
| #4                | 9                                  | 9            | 9   | 9                     | 9            | 9            | 9                       | 9                                       | 9                 | 9                     | 9                       | 8  | 9                       | 9            |
| #5                | 9                                  | 9            | 9   | 9                     | 9            | 9            | 9                       | 9                                       | 9                 | 9                     | 9                       | 9  | 9                       | 9            |
| #6                | 9                                  | 9            | 9   | 9                     | 9            | 9            | 9                       | 9                                       | 9                 | 9                     | 9                       | 9  | 9                       | 9            |
| #7                | 9                                  | 9            | 9   | 9                     | 9            | 9            | 9                       | 9                                       | 9                 | 9                     | 9                       | 9  | 9                       | 9            |
| #8                | 9                                  | 9            | 9   | 9                     | 9            | 9            | 9                       | 9                                       | 9                 | 9                     | 9                       | 9  | 9                       | 9            |
| #9                | 9                                  | 9            | 9   | 9                     | 9            | 9            | 9                       | 9                                       | 9                 | 9                     | 9                       | 9  | 9                       | 9            |
| #10               | 9                                  | 9            | 9   | 9                     | 9            | 9            | 9                       | 9                                       | 9                 | 9                     | 9                       | 9  | 9                       | 9            |
| <b>Minimo</b>     | <b>8</b>                           | <b>8</b>     | <b>7</b>  | <b>9</b>              | <b>9</b>     | <b>9</b>     | <b>9</b>                | <b>7</b>                                | <b>6</b>          | <b>7</b>              | <b>7</b>                | <b>8</b>                                   | <b>7</b>                | <b>8</b>     |
| Primo quartile di | 9                                  | 9            | 8   | 9                     | 9            | 9            | 9                       | 8                                       | 9                 | 9                     | 8                       | 8  | 9                       | 9            |
| <b>Mediana</b>    | <b>9</b>                           | <b>9</b>     | <b>9</b>  | <b>9</b>              | <b>9</b>     | <b>9</b>     | <b>9</b>                | <b>9</b>                                | <b>9</b>          | <b>9</b>              | <b>9</b>                | <b>9</b>                                   | <b>9</b>                | <b>9</b>     |
| Terzo quartile    | 9                                  | 9            | 9   | 9                     | 9            | 9            | 9                       | 9                                       | 9                 | 9                     | 9                       | 9  | 9                       | 9            |
| <b>Massimo</b>    | <b>9</b>                           | <b>9</b>     | <b>9</b>  | <b>9</b>              | <b>9</b>     | <b>9</b>     | <b>9</b>                | <b>9</b>                                | <b>9</b>          | <b>9</b>              | <b>9</b>                | <b>9</b>                                   | <b>9</b>                | <b>9</b>     |
| Agreement         | 10/10 (100%)                       | 10/10 (100%) | 10/10 (100%)  | 10/10 (100%)          | 10/10 (100%) | 10/10 (100%) | 10/10 (100%)            | 8/10 (77%)                              | 10/10 (100%)      | 10/10 (100%)          | 10/10 (100%)            | 10/10 (100%)                               | 10/10 (100%)            | 10/10 (100%) |
| Median score      | 9(IQR8-9)                          | 9(IQR8-9)    | 9(IQR7-9)   | 9(IQR9-9)             | 9(IQR9-9)    | 9(IQR9-9)    | 9(IQR7-9)               | 9(IQR6-9)                               | 9(IQR7-9)         | 9(IQR7-9)             | 9(IQR8-9)               | 9(IQR7-9)                                  | 9(IQR8-9)               | 9(IQR8-9)    |

### REVISIONE ESTERNA

La versione del presente documento, approvata dal panel, è stata inviata a n.2 revisori esterni (Andrea Cortegiani, Simone Schiavo) che, in maniera indipendente e autonoma hanno revisionato il documento sia in termini di appropriatezza di metodo che di contenuti.

L'obiettivo della revisione è quello di migliorare la qualità del documento e di raccogliere feedback sulla qualità del documento.



## INTRODUZIONE

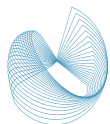
L'Ossigenoterapia Iperbarica (OTI) è una modalità terapeutica in cui l'ossigeno ( $O_2$ ) viene somministrato per via inalatoria ad una pressione ed ad una concentrazione superiori alla pressione atmosferica. Lo scopo è quello di ottenere un aumento della pressione parziale dell'ossigeno nei tessuti, sia per compensare una carenza di ossigeno, sia per sfruttare gli effetti dell'ossigeno fornito a pressioni parziali superiori al normale. Molte delle indicazioni accettate per l'OTI possono interessare i pazienti in condizioni critiche. Tuttavia l'OTI causa delle variazioni fisiologiche, che possono compromettere ulteriormente lo stato emodinamico e respiratorio di un paziente. Inoltre, trattare un paziente di terapia intensiva all'interno di una camera iperbarica è un processo complesso: molti centri iperbarici non posseggono impianti e attrezzature idonee così come personale addestrato per fornire tale assistenza. Infine, la struttura iperbarica si trova raramente nelle immediate vicinanze del Reparto di Terapia Intensiva, quindi può essere necessario un trasporto ripetuto del paziente tra la Terapia Intensiva e il Centro Iperbarico, con tutte le complessità tecnico-logistiche e cliniche che ne conseguono, anche in termini di eventi potenzialmente avversi che ne possano derivare. Pertanto la decisione di trattare un paziente di Terapia Intensiva con OTI deve essere presa dopo un'attenta analisi rischi/benefici relativa alle caratteristiche specifiche sia del Centro Iperbarico che delle condizioni cliniche del paziente.<sup>1</sup>

Nell'elenco delle indicazioni per l'OTI accettate dall'ECHM<sup>2,3</sup> e condivise anche dalla SIMSI e SIAARTI in Italia, molte possono riguardare pazienti in condizioni critiche:

- Embolia gassosa arteriosa;
- Patologia da decompressione;
- Intossicazione da monossido di carbonio (compresa quella associata a ustioni, inalazione di fumo o avvelenamento da cianuri);
- Infezioni necrotizzanti dei tessuti molli, compresa la gangrena gassosa;
- Lesioni da schiacciamento, sindrome compartimentale, fratture esposte Gustillo III B e C ed altre ischemie acute traumatiche;
- Casi selezionati di patologie neurologiche come l'ascesso intracranico;
- Innesti e lembi compromessi nell'immediato periodo post operatorio;
- Ustioni in fase acuta.

Non tutti i pazienti con tali patologie sono in condizioni critiche: solo le forme più gravi richiedono cure intensive. Tutte queste patologie costituiscono indicazioni accettate e vengono attualmente trattate in Europa con l'OTI. Normalmente i pazienti vengono ricoverati in reparti ordinari o trattati in regime ambulatoriale. Tuttavia in qualche caso il paziente può essere talmente grave da richiedere il ricovero in Terapia Intensiva.

Il paziente critico può quindi presentare caratteristiche che rendano il trattamento con l'OTI particolarmente impegnativo e delicato. Deve essere quindi tenuta in considerazione la possibile presenza di controindicazioni al trattamento con OTI, in particolare per fattori di tipo cardiaco e respiratorio.<sup>4</sup>



# 1. ASPETTI FISIOPATOLOGICI PRINCIPALI

## 1. Ventilazione

La ventilazione con ossigeno puro induce una diminuzione della clearance mucociliare e lo sviluppo di microatelettasie polmonari, aumentando lo shunt intrapolmonare. Inoltre, l'aumento della pressione atmosferica in condizioni iperbariche modifica (aumenta) sia la densità che le pressioni parziali dei gas respirati. Sono stati descritti episodi ipossici al termine dei trattamenti iperbarici probabilmente creati da questi meccanismi.<sup>5</sup>

Nella pratica clinica, alcune misure che possono prevenire o risolvere questi problemi sono:

- l'ossigeno inalato deve essere correttamente umidificato, perlomeno attraverso l'uso di filtri auto-umidificanti (HME).
- deve essere presa in considerazione l'applicazione di una adeguata PEEP;
- se l'ipossia si verifica dopo la sessione OTI, si consiglia di prendere in considerazione l'utilizzo di manovre di reclutamento e una rivalutazione della PEEP in uso.

## 2. Emodinamica

Anche l'emodinamica, nei pazienti sottoposti a ventilazione invasiva, è influenzata dalle variazioni di densità e pressione dei gas. L'aumento della densità del gas induce un incremento delle resistenze delle vie aeree, con possibile diminuzione della ventilazione ed un accrescimento del work of breathing. Questo comporta un aumento del postcarico ventricolare destro ed una diminuzione del ritorno venoso ventricolare. L'iperossia indotta durante l'OTI porta alla vasocostrizione arteriosa e ad un aumento della resistenza vascolare sistemica e del post-carico ventricolare sinistro, quindi anche il ventricolo sinistro è a rischio di insufficienza funzionale. Occorre inoltre considerare il possibile impatto della bradicardia durante OTI nel determinare una riduzione del Cardiac Output. Nella migliore delle ipotesi, l'emodinamica deve essere stabilizzata prima della sessione OTI. In caso di instabilità emodinamica può essere necessario un monitoraggio emodinamico invasivo per guidare l'infusione dei fluidi e il supporto inotropo. Inoltre, in alcuni quadri patologici, l'OTI può stabilizzare l'emodinamica man mano che realizza i suoi effetti terapeutici.

Un altro punto importante da considerare nel rapporto rischi/benefici dell'OTI per i pazienti di Terapia Intensiva è l'insufficienza d'organo, che può vanificare gli effetti positivi dell'OTI. In particolare, in caso di insufficienza respiratoria, lo shunt intrapolmonare ridurrà l'incremento previsto della  $PaO_2$  e comprometterà l'efficacia dell'OTI. Allo stesso modo, in caso di insufficienza circolatoria, la diminuzione della gittata cardiaca e la vasocostrizione arteriosa ridurranno il flusso sanguigno in arrivo agli organi e l'ossigenazione tissutale. Pertanto, in un paziente critico non stabilizzato, l'OTI potrebbe essere inefficace perché non si verificherà la desiderata ossigenazione tissutale.

## 3. Considerazioni generali

I pazienti di terapia intensiva possono essere a più alto rischio di eventi avversi nel corso del trattamento iperbarico. In caso di insufficienza respiratoria la disomogeneità del parenchima polmonare con possibili aree di air trapping aumenta il rischio di barotrauma. Traumi e interventi chirurgici possono creare nuove cavità piene d'aria con un aumento del rischio di barotrauma (ad esempio pneumocele intracranico). Il rischio di tossicità dell'ossigeno a livello neurologico può essere aumentato perché traumi cerebrali, sepsi e iperpiressia potenziano il rischio di crisi convulsiva riducendo la soglia epilettogena, così come è aumentato il rischio di tossicità polmonare dell'ossigeno con conseguente danno sia funzionale che anatomico.



## 2. LIMITI AMBIENTALI E LOGISTICI ALLA CURA DEL PAZIENTE CRITICO

I Centri Iperbarici hanno caratteristiche specifiche in termini di collocazione, numero e caratteristiche delle camere iperbariche in dotazione, ambiente e sicurezza, anche per poter condurre la sola attività ambulatoriale. Tuttavia i pazienti critici ricoverati in terapia intensiva richiedono il possesso di requisiti di sicurezza e dotazioni tecnologiche di livello più elevato rispetto ai pazienti ambulatoriali. <sup>6</sup>

Il paziente deve essere trasportato dalla degenza della Terapia Intensiva alla camera e viceversa dopo ogni sessione terapeutica. Il trasporto di un paziente critico può metterlo a rischio di peggioramento e richiede barelle o letti appositamente attrezzati per continuare il monitoraggio e il trattamento dei pazienti durante il trasferimento; deve essere disponibile personale appositamente addestrato e un protocollo di gestione dei trasferimenti formulato secondo le linee guida attualmente validate dalla SIAARTI <sup>7</sup> e dalle società scientifiche europee. <sup>8</sup>

Le camere iperbariche sono dispositivi progettati per sopportare pressioni superiori alla pressione atmosferica e sono solitamente di dimensioni ridotte rispetto agli standard previsti per le stanze di degenza di terapia intensiva. Ciò può comportare diverse situazioni a rischio:

- L'infezione nosocomiale può essere favorita a causa di tre fattori: l'ambiente è confinato, la distanza tra pazienti è ridotta, aumentando il rischio di contaminazione crociata, le camere iperbariche sono spesso ingombrate con più valvole, tubi e dispositivi, rendendo difficoltosa la disinfezione;
- Gli spazi liberi disponibili per l'assistente e l'accessibilità al paziente sono ridotti, per cui le procedure diagnostico-terapeutiche, così come le misure di prevenzione delle infezioni crociate, possono rivelarsi di difficile applicazione rispetto ai protocolli normalmente utilizzati in Terapia Intensiva;
- Il rumore ambientale, il difficile controllo della temperatura e dell'umidità, l'aumentata densità dei gas respirati dal personale in assistenza ed il confinamento rendono ostile l'ambiente di lavoro. L'elevata pressione parziale dell'azoto può indurre la narcosi da azoto, che può ostacolare la capacità del personale nel fornire cure adeguate, in particolare durante trattamenti ad elevati regimi pressori. <sup>9</sup>

L'ambiente Iperbarico può limitare le possibilità di utilizzo di apparecchiature elettromedicali, rispetto agli standard abituali della terapia intensiva. Questi limiti dovranno essere presi in considerazione nel porre l'indicazione al trattamento iperbarico di un paziente critico.

Tutti questi fattori contribuiscono ad aumentare lo stress degli operatori sanitari ed incrementare il rischio di gestione del paziente critico.



### 3. ASSISTENZA SANITARIA AL PAZIENTE CRITICO

I pazienti ricoverati in Terapia Intensiva sono costantemente sotto la supervisione di infermieri specificatamente addestrati e personale medico specializzato. Questo livello di training e formazione medico-infermieristica non può essere garantito in modo permanente in tutti i centri iperbarici. Tuttavia, questo è un prerequisito essenziale per l'accettazione di un paziente critico e l'esecuzione del trattamento iperbarico. Pertanto, le norme più importanti riguardanti il personale OTI che assiste i pazienti di terapia intensiva devono garantire la necessaria continuità assistenziale intensiva prevedendo che il paziente sia assistito durante tutto il trattamento da medici specialisti in anestesia e rianimazione che abbiano anche una formazione di medicina iperbarica, coadiuvati da infermieri adeguatamente addestrati al paziente critico; il personale sanitario presente all'esterno deve essere formato, in caso di necessità, all'ingresso e intervento in emergenza in camera iperbarica.

#### 1. Monitoraggio dei pazienti

Tutte le apparecchiature di monitoraggio utilizzate in Terapia Intensiva devono essere adattate anche per l'uso nell'ambiente iperbarico.<sup>10,11</sup>

Queste includono:

##### Emodinamica

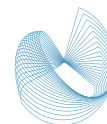
- Elettrocardiogramma (ECG): OBBLIGATORIO
- Frequenza cardiaca: OBBLIGATORIO
- Pressione arteriosa: OBBLIGATORIO NIBP, Preferibilmente IBP
- Pressione venosa centrale (PVC): FACOLTATIVO
- Catetere PA: FACOLTATIVO
- Gittata cardiaca: FACOLTATIVO
- Saturazione mista di ossigeno venoso ( $S_{v}O_2$ ): FACOLTATIVO

##### Ventilazione

- Frequenza respiratoria: OBBLIGATORIO
- Pulsossimetria: OBBLIGATORIO
- Pressione delle vie aeree: OBBLIGATORIO
- Tidal Volume o Volume Corrente: OBBLIGATORIO
- Misurazioni dei gas espiratori: OBBLIGATORIO
- Capnometria, End tidal  $CO_2$  ( $EtCO_2$ ): CONSIGLIATO

##### Altro

- Temperatura: FACOLTATIVO
- Output urinario: FACOLTATIVO



### Ossigenazione tissutale

La sua valutazione è obbligatoria per verificare se viene raggiunto o meno il previsto incremento della  $PO_2$  durante la terapia iperbarica, da attuarsi attraverso una o più delle seguenti metodiche:

- Pressione dell'ossigeno transcutaneo ( $TcPO_2$ );
- Pressione parziale arteriosa dell'ossigeno ( $P_aO_2$ ).

## 2. Dispositivi di trattamento

Le stesse regole si applicano a tutti i dispositivi terapeutici utilizzati in terapia intensiva:

### Ventilazione

- Ventilazione Invasiva: uso di un respiratore polmonare da Terapia Intensiva certificato per uso in camera iperbarica. La cuffia del tubo endotracheale deve essere riempita d'acqua bidistillata; si può usare in alternativa una cuffia in schiuma
- Ventilazione non invasiva (NIV): uso di caschi o maschere total face e naso-bocca a tenuta (porre particolare attenzione alle eventuali perdite dell'interfaccia per non rischiare dispersione ambientale d'ossigeno)
- Il gas respirato deve essere correttamente umidificato
- Assicurarsi una corretta toilette delle vie aeree prima di iniziare il trattamento per non avere criticità durante la compressione o il trattamento stesso, riservandosi minime bronco aspirazioni qualora necessarie
- Al fine di garantire un flusso di ossigeno adeguatamente umidificato e riscaldato si consiglia di inserire il filtro HME nel circuito dei pazienti in ventilazione meccanica

### Supporto cardiaco<sup>12</sup>

- La defibrillazione in Camera Iperbarica è ancora oggetto di discussione per motivi di sicurezza<sup>13,14</sup>. È probabilmente sicura utilizzando placche autoadesive, con il defibrillatore bifasico posizionato all'esterno della camera e con percentuale d'ossigeno in camera minore del 21,5%. Le camere devono essere dotate di un'efficace messa a terra, il personale deve indossare scarpe antistatiche ed essere a distanza di sicurezza durante l'erogazione dello shock.
- Il pacing esterno (transtoracico o tramite catetere intra-ventricolare) è sicuro se il dispositivo stimolatore è posizionato all'esterno, ma deve essere eseguito con estrema prudenza se il dispositivo si trova all'interno.
- PM e ICD possono essere usati con sicurezza secondo certificazione delle case produttrici.

### Terapia farmacologica

- Somministrazione di liquidi per gravità: esiste il rischio di una diminuzione della velocità di infusione o di retroaspirazione del sangue durante la compressione, e infusione incontrollata e embolia gassosa durante la decompressione.



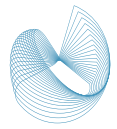
- L'utilizzo delle pompe siringa può essere indispensabile durante il trattamento iperbarico. I dispositivi utilizzati devono essere certificati per l'utilizzo in ambiente iperbarico o essere stati sperimentati per questo utilizzo.<sup>15,16</sup>
- La velocità di infusione nei deflussori per caduta può essere compromessa durante la compressione e la decompressione; lo stesso può accadere nelle pompe analgesiche controllate dal paziente e nelle pompe per infusione di insulina.
- La somministrazione di farmaci in emergenza deve essere effettuata con dispositivi che sia possibile bloccare in modo permanente quando non più necessari
- Vanno evitati contenitori rigidi chiusi ermeticamente, come ad esempio fiale o fleboclisi in vetro.

### Drenaggi ed aspirazione<sup>17</sup>

- I pazienti in terapia intensiva hanno spesso più sistemi di drenaggio. La maggior parte di questi (ad esempio drenaggi pleurici, mediastinici, pericardici e addominali) richiedono una regolazione accurata della pressione negativa (di aspirazione). Durante la compressione si può verificare inavvertitamente un aumento di tale pressione, con il conseguente rischio di lesioni e rotture dell'organo. Al contrario, durante la decompressione si può verificare una diminuzione di tale pressione di aspirazione o anche una iperpressione, con rischio di barotrauma, embolia gassosa e/o flusso di fluido retrogrado
- La pressione di aspirazione deve essere impostata prima della sessione OTI e rimanere costante per tutto il tempo
- In presenza di drenaggi intratoracici le variazioni della pressione in camera iperbarica devono essere lente (<0,1 bar/min)
- La camera iperbarica deve essere dotata di un sistema di aspirazione endocavitaria a pressione negativa regolabile
- La regolazione manuale è difficile e può esporre il paziente a un'inversione involontaria o a una sottopressurizzazione
- Utilizzare il gradiente di pressione tra la camera e la pressione ambiente, anche con un regolatore del vuoto, può essere pericoloso

## 4. GESTIONE DEL PAZIENTE IN TERAPIA INTENSIVA

L'OTI deve essere inclusa nella gestione complessiva dei pazienti in Terapia Intensiva, purché il suo beneficio superi i rischi percepiti e non ritardi o interrompa la gestione complessiva del paziente. Né il monitoraggio né il trattamento del paziente devono essere alterati o interrotti durante l'OTI. Gli effetti fisiologici dell'OTI devono essere valutati in modo rigoroso a causa delle gravi condizioni del paziente.



## 5. LA STRUTTURA IPERBARICA

La camera iperbarica deve essere specificamente progettata per i pazienti in condizioni critiche e completamente attrezzata per consentire la prosecuzione del monitoraggio e del trattamento del paziente. La camera iperbarica deve essere gestita da un gruppo numericamente idoneo, e adeguatamente addestrato di medici, infermieri, e tecnici operatori di camera. Tutti i dispositivi da introdurre nella camera devono essere valutati in termini di sicurezza in un ambiente iperbarico e tutte le procedure (standard e di emergenza) devono essere testate e scritte prima di essere eseguite.

Il Centro Iperbarico, per gestire adeguatamente pazienti critici, deve integrare la propria attività con quella delle terapie intensive di riferimento ed essere inserito nella rete del sistema di emergenza-urgenza della locale azienda sanitaria.

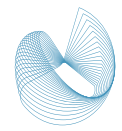
## 6. CONCLUSIONI

Nel contesto delle indicazioni accettate dalla SIAARTI e dalla SIMSI per l'OTI, i pazienti in terapia intensiva rappresentano un gruppo specifico per il quale l'analisi del rapporto rischio/beneficio deve basarsi sia sulle condizioni del singolo paziente che sulla capacità del Centro Iperbarico.



## DICHIARAZIONE CONFLITTI D'INTERESSE

Il contenuto del presente documento non è stato finanziato da alcun ente, né è stato influenzato da alcun ente. Nessun membro del panel ha dichiarato la presenza di conflitti d'interesse.



## BIBLIOGRAFIA

1. Mathieu D, Ratzenhofer-Komenda B, Kot J: Hyperbaric Oxygen Therapy for Intensive Care patients: Position statement by European Committee for Hyperbaric Medicine. *Diving and Hyperbaric Medicine* 2015;45 ; March 45 (1): 42-46
2. Mathieu D, Marroni A, Kot J. Tenth European Consensus Conference on Hyperbaric Medicine: recommendations for accepted and non-accepted clinical indications and practice of hyperbaric oxygen treatment. *Diving Hyperb Med*. 2017 Mar;47(1):24-32. doi: 10.28920/dhm47.1.24-32. Erratum in: *Diving Hyperb Med*. 2017 Jun;47(2):131-132. PMID: 28357821; PMCID: PMC6147240. )
3. [https://simsi.it/wp-content/uploads/2019/04/lineeguida\\_2015.pdf](https://simsi.it/wp-content/uploads/2019/04/lineeguida_2015.pdf)
4. Weaver LK. Hyperbaric oxygen in the critically ill. *Crit Care Med*. 2011;39:1784-91.
5. Ratzenhofer-Komenda B, Offner A, Quehenberger F, Klemen H, Berger J, Fadai JH, et al. Hemodynamic and oxygenation profiles in the early period after hyperbaric oxygen: an observational study of intensive-care patients. *Acta Anaesthesiol Scand*. 2003;47:554-8.
6. Kot J, Desola, SimaoAG, Gough-Allen R, Houman R, Mellet JL. et al. A European code of good practice for hyperbaric oxygen therapy. *Int Marit Health*. 2004;55: 121-30.
7. SIAARTI 22 settembre 2023. Buona Pratica Clinica Trasporto intra-ospedaliero ed inter-ospedaliero. [https://d1c2gz5q23tkk0.cloudfront.net/assets/uploads/3633260/asset/BPC\\_Trasporto\\_def\\_%282%29.pdf?1696233275](https://d1c2gz5q23tkk0.cloudfront.net/assets/uploads/3633260/asset/BPC_Trasporto_def_%282%29.pdf?1696233275)
8. Warren J, Fromm RE, Orr RA, Rotello LC, Horst HM. Guidelines for the Inter- and Intra-hospital transport of critically ill patients *Crit Care Med*. 2004;32:256-62.
9. Barski M, Jermakow N, Barska K, Siewiera J. Evaluation of the effects of hyperbaric on human attention functions based on eye movements recorded using an infrared camera. *Adv Clin Exp Med*. 2023;32(12):1385-1392. doi:10.17219/acem/162923
10. Kot J. Medical equipment for multiplace hyperbaric chambers, part I. *European Journal of Underwater and Hyperbaric Medicine*. 2005;6:115-20.
11. Kot J. Medical equipment for multiplace hyperbaric chambers, part 2. *European Journal of Underwater and Hyperbaric Medicine*, 2006;7:9-12.
12. Schmitz J, Liebold F, Hinkelbein J, Nöhl S, Thal SC, Sellmann T. Cardiopulmonary resuscitation during hyperbaric oxygen therapy: a comprehensive review and recommendations for practice. *Scand J Trauma Resusc Emerg Med*. 2023 Oct 23;31(1):57. doi: 10.1186/s13049-023-01103-y. PMID: 37872558; PMCID: PMC10658797.
13. Kot J. Medical Equipment for multiplace hyperbaric chambers, part 3. *European Journal of Underwater and Hyperbaric Medicine*. 2006;7:29-31.
14. Kot J. Medical devices and procedures in the hyperbaric chamber. *Diving Hyperb Med*. 2014;44:223-7.
15. Smale A, Tsouras T. Evaluation of the Carefusion Alaris PC infusion pump for hyperbaric oxygen therapy conditions: Technical report. *Undersea Hyperb Med*. 2017 Jan-Feb;44(1):17-25. doi: 10.22462/1.2.2017.4. PMID: 28768081.
16. Frawley L, Devaney B, Tsouras T, Frawley G. Performance of the BBraun perfusor space syringe driver under hyperbaric conditions. *Diving Hyperb Med*. 2017 Mar;47(1):38-43. doi: 10.28920/dhm47.1.38-43. PMID: 28357823; PMCID: PMC6149317.
17. Walker KJ, Millar IL, Fock A. The performance and safety of a pleural drainage unit under hyperbaric conditions. *Anaesth Intensive Care*. 2006 Feb;34(1):61-7. doi: 10.1177/0310057X0603400112. PMID: 16494152.



# SIAARTI

PRO VITA CONTRA DOLOREM SEMPER

Via del Viminiae 43- 00184 - Roma  
[ricerca@siaarti.it](mailto:ricerca@siaarti.it) | 06-4452816