

See discussions, stats, and author profiles for this publication at: <https://www.researchgate.net/publication/341987848>

# [Medical Air Transport – Fixed Wing MEDEVAC] – IL TRASPORTO CON AEREO SANITARIO – AIR MEDEVAC

Book · June 2020

CITATIONS

0

READS

64

3 authors, including:



**Guido Francesco Villa**

AREU - Azienda Regionale Emergenza Urgenza Lombardy (Public Regional EMS)

292 PUBLICATIONS 120 CITATIONS

[SEE PROFILE](#)



**Marco Botteri**

17 PUBLICATIONS 1,978 CITATIONS

[SEE PROFILE](#)

Some of the authors of this publication are also working on these related projects:



Pain Relief [View project](#)



STROKE [View project](#)

# IL TRASPORTO CON AEREO SANITARIO MEDEVAC

Guido F. Villa - Marco Botteri - Roberta Boni

## GENERALITA'

Il trasporto aereo Sanitario o MEDEVAC secondo la terminologia anglosassone, con utilizzo di un *vettore ad ala fissa* risulta sempre un trasporto sanitario “combinato” tra un vettore aereo ed un mezzo terrestre. Ciò è molto diverso da quanto avviene con vettore aereo ad ala rotante (pala), dove il recupero e lo sbarco del paziente può avvenire direttamente dal punto di prelievo al punto di destinazione ospedaliera.

Le indicazioni al trasporto aereo Sanitario ad ala fissa riguardano:

- Il Trasferimento secondario long-distance di pazienti più o meno critici
- L'Intervento primario su long-distance su pazienti siti in aree isolate
- Il Trasporto di organi o équipe sanitarie per necessità cliniche (es. trapianto) medium-long distance.

La tipologia del vettore può riguardare sia l'aereo di linea, sia l'aereo sanitario specifico che un altro aeromobile specificamente adattato.

Per quanto concerne l'uso dell'**Aereo di linea** le limitazioni sono prevalentemente di tipo tecnico e riguardano la difficoltà ad avere un alloggiamento isolato, una linea elettrica sicura, un'importante e prolungata disponibilità di ossigeno in contenitori aeronautici all'uso certificati ed uno spazio di manovra clinica adeguato. A ciò si inseriscono le limitazioni di tipo pratico che consistono nelle problematiche “doganali” anche nella stessa nazione, nelle difficoltà di carico a bordo e scarico a terra del paziente (barellato o in sedia a rotelle), nel mantenimento del decoro e della privacy durante tutto il tempo di gestione “on board” e al fatto che non si possono avere più di una persona disabile sullo stesso aeromobile, con le relative difficoltà di prenotazione. Non per ultime, ma altrettanto importanti risultano le limitazioni di tipo giuridico che riguardano regole specifiche inerenti il volo, leggi diverse tra nazioni differenti di partenza ed atterraggio, nonché le problematiche assicurative che coinvolgono gli operatori sanitari che assistono i trasportati su questi specifici vettori.

L'utilizzo di un **Aereo Sanitario** prevede vettori differenti nella motorizzazione, come i turbo jet (a più alto costo ma più veloci e adatti a più lunghe tratte) e i turboelica (per tratte di volo più brevi, meno costosi ma di maggior difficoltà di reperimento). In entrambi i modelli esistono poi aerei specificamente dedicati ed allestiti per le necessità sanitarie (i più adeguati) ed altri adattati nell'allestimento, ma altrettanto funzionali, se adeguatamente approntati. Tra i modelli più utilizzati (per entrambe le versioni di motorizzazione) vi sono i Learjet, i Falcon, i Challenger, i Cessna, i Piaggio, gli Embraer, i Beechcraft, i King air e i Pilatus.

Tra le **Altre Categorie di Aereo** vanno citati gli aerei militari (tipici i nostri C-130 e i G-91) e gli aerei costruiti per le tratte di linea, ma convertiti alle necessità sanitarie per il trasporto di più pazienti contemporaneamente.

## CENNI DI FISIOPATOLOGIA AGGIUNTIVA PER IL VOLO AEREO

Oltre a quanto è già descritto per il volo di linea dal punto di vista clinico, è utile conoscere che durante qualsiasi trasporto sanitario esistono dei fattori di disturbo che hanno un'influenza fisiopatologica importante sull'essere umano e ancor più su di un soggetto sano che è diventato un paziente e che evidenzia per questo una maggior fragilità. Si riporta nella tabella sottostante le influenze fisiopatologiche sul corpo umano sano:

INFLUENZE FISIOPATOLOGICHE	
TIPOLOGIA	VALORI NOCIVI
<i>Accelerazioni</i>	$> 0,7 G$
<i>Rumori</i>	$> 80 db$
<i>Vibrazioni</i>	$4 - 8 Hz (2 - 12)$
<i>Fattori microclimatici (T°-Press.Atm.-Umidità-Lumin.)</i>	<i>Molto Variabili</i>
<i>Bumping Movements</i>	<i>Sommatoria di A + R + V</i>

In realtà a differenza dei vettori sanitari terrestri, aerei e acquatici, i fattori di disturbo nei vettori ad ala fissa risultano con livelli decisamente inferiori sia per intensità che durata nociva nel tempo, ai valori riportati nella tabella sovrastante ed in particolare: le *accelerazioni* risultano mediamente inferiori 0,5 G; le *vibrazioni* sono superiori a 18 Hz, cioè al range pericoloso per l'uomo ed in particolare per il tessuto nervoso; i *rumori* infine risultano quasi sempre inferiori ai 70 db e sono sempre contrastabili con una cuffia silenziante; la *sommatoria A+V+R* rimane perciò sempre in termini di accettabilità per il trasporto anche di soggetti critici. Per quanto riguarda invece i fattori microclimatici (con range di influenza molto variabile da essere umano ad un altro), si può sempre lavorare per garantire durante quasi tutta la tratta aerea valori adeguati ad un basso indice di influsso sul paziente trasportato.

## ULTERIORI ELEMENTI CLINICI CON INFLUENZA SUL VOLO

Rispetto a quanto già precedentemente trattato per l'aereo di linea, a cui è opportuno fare specifico riferimento anche per la clinica dei pazienti soggetti a **trasporto sanitario mirato**, il trasferimento dei pazienti tramite vettore ad ala fissa (ed in particolare quello di quelli critici) prevede delle attenzioni peculiari per il volo, che possono essere rapidamente riassunte con uno schema tipico delle emergenze, ossia l'ABCDE:

A) Il banale raffreddore, le sinusiti, le otiti, le pulpiti odontogene e l'intubazione prolungata per via nasale possono creare importanti problemi al paziente, in particolare per il dolore che le *variazioni di quota* possono scatenare (vedi disturbi otorinolaringoiatrici). Rimane quindi essenziale verificare in precedenza l'idoneità a questa tipologia di trasferimento, monitorare attentamente il paziente durante la sua assistenza a bordo tramite la misurazione dei suoi parametri vitali, in particolare quando non è in grado di riferire la sua sofferenza. In casi estremi, alcuni medici militari hanno scaricato la pressione dell'orecchio medio durante il volo utilizzando il mandrino di acciaio di un catetere da 18 G eseguendo una miringotomia, sebbene questa procedura comporti notevoli rischi se eseguita su un aeromobile instabile e non sia normalmente consigliata. In merito ai *pazienti intubati*, si ricorda che le manovre di carico e scarico del paziente risultano molto rischiose per l'estubazione accidentale, per cui un ulteriore fissaggio del tubo endotracheale o della tracheotomia risulta doveroso, quanto le particolari attenzioni durante tali fasi. Anche l'ingincchiamento del tubo o l'aumento improvviso di secrezioni ostruenti il lume possono essere situazioni che si estrinsecano in tali manovre, per cui si deve essere pronti a rimediare al problema con estrema rapidità e competenza senza farsi trovare impreparati a tali evenienze. Si suggerisce inoltre di controllare più volte in volo la pressione della cuffia dei pazienti intubati poiché le variazioni di pressione hanno influenza anche su questo particolarissimo ambiente.

B) Le problematiche respiratorie sono quelle più complesse da valutare e da gestire in volo e sono principalmente legate da un lato alla quota di volo, dall'altro alla disponibilità di ossigeno supplementare (vedi apposito successivo capitoletto) erogabile sia con metodo non invasivo, sia direttamente tramite ventilazione artificiale in circuito chiuso. La vera controindicazione al volo rimane il pneumotorace non drenato prima del decollo, per il grave rischio di ipertensione dello stesso durante la transvolata. Per rimediare nei casi dubbi è opportuno richiedere al comandante di poter mantenere in cabina una *pressurizzazione* non superiore ai 2500 piedi corrispondenti ad una quota di volo decisamente più bassa, che comporta però una minor velocità ed un maggior consumo di carburante. Per il resto è opportuno aggiungere che è doveroso intubare in precedenza a terra un paziente che ha anche medie probabilità di peggiorare dal lato respiratorio o neurologico durante il volo, per non incorrere in manovre di più difficile realizzazione a bordo del vettore. Nei pazienti già ventilati artificialmente andranno calibrati tutti i parametri di assistenza respiratoria una volta raggiunta la quota di crociera, lavorando sul monitoraggio a disposizione (FiO<sub>2</sub> - SpO<sub>2</sub> - EtCO<sub>2</sub> - Vol/min - Pressioni raggiunte nel circuito - dati circolatori). Risulta inoltre essenziale su questi soggetti il posizionamento di un filtro interposto tra tubo e connessione al ventilatore, per un'adeguata umidificazione delle vie aeree anche per tratte brevi, in modo da ridurre i rischi di occlusione delle vie respiratorie naturali e artificiali. Talvolta può essere utile inserire preventivamente un sondino naso-gastrico (SNG) per evitare la dilatazione dello stomaco in quota con le associate difficoltà ventilatorie.

C) Le influenze del volo con aeromobile sul sistema cardiocircolatorio sono note da tempo ed evidenziano anche nei soggetti sani l'aumento della frequenza cardiaca, della pressione arteriosa, una vasocostrizione periferica e la diminuzione della saturazione d'ossigeno e dello scambio tissutale. Tali modificazioni risultano molto lievi su soggetti sani, ma possono essere il "primo movens" di fenomeni clinici negativi più rilevanti e pericolosi in pazienti con patologie cardiovascolari. Per prevenire tali fenomeni è quindi opportuno monitorare attentamente

anche i pazienti a basso impegno clinico e somministrare preventivamente flussi di O<sub>2</sub> che compensino la *diminuita disponibilità di ossigeno in quota* con riduzione della ossigenazione tissutale. Inoltre è importante ricordare che le *infusioni* a caduta in aereo non sono possibili, per cui è necessario utilizzare *sacche a pressione* per i liquidi infusionali e/o pompe infusionali a batteria per la somministrazione dei farmaci. In merito al problema dei PM o ICD endotoracici non risultano segnalazioni particolari, mentre l'uso di un *DAE* tramite placche autoadesive non è controindicato, impiegando però le consuete precauzioni del caso, in particolare chiudendo l'erogazione di ossigeno libero e avvertendo sempre prima l'equipaggio di condotta.

D) Il trasferimento con aereo sanitario di pazienti con problematiche neurologiche rimangono legate principalmente allo *stato di coscienza* del paziente e ad una serie di altri elementi che comprendono la sua mobilità, la sua possibile mobilitazione, il rischio di crisi comiziali e il controllo del dolore di cui è affetto. Premesso che il *coma* non è di per sé una controindicazione al volo, la sua profondità e le cause di questa sintomatologia sono estremamente rilevanti per decidere l'idoneità del paziente al volo. Infatti una volta che sia possibile sopperire alle insufficienze d'organo secondarie all'inattivazione del SNC, il trasporto sanitario risulta effettuabile con l'eccezione teorica di lesioni rapidamente evolutive, quando non controllate prima del trasporto stesso (es. ematoma extra durale, sotto durale acuto, focolaio traumatico lacero-contusivo evolutivo). Le vere controindicazioni assolute al volo rimangono il *pneumoencefalo severo* (grave rischio di espansione dello stesso in quota con conseguenze catastrofiche) e una elevata pressione intracranica (*PIC*), non riducibile con l'apposita terapia prima della partenza o non controllabile durante la tratta. Nei casi traumatici dove il possibile coinvolgimento midollare può essere un rischio, l'immobilizzazione adeguata tramite *materasso a depressione* con sottile lenzuolo interposto tra paziente e superficie di contatto dell'immobilizzatore, previene ogni pericolo ed evita i possibili decubiti a cui sono molto soggetti questi pazienti, in particolare sulle lunghe tratte; la medesima attenzione andrà posta per tutti i pazienti che hanno malattie neurologiche periferiche, sia sensitive che motorie. In tutti i pazienti sopradescritti (ed in particolare in quelli in coma) risulta sempre opportuno verificare la necessità di posizionamento di un SNG di adeguato calibro, se non già in sede, per detendere lo stomaco ed evitare la possibilità di vomito; inoltre andrà anche ponderata la decisione di cateterizzazione delle vie urinarie per un monitoraggio della diuresi, spesso spia di disidratazione del soggetto e indirettamente della funzionalità omeostatica. Nei soggetti a rischio di *crisi comiziali* risulta opportuno intraprendere o modulare una adeguata terapia antiepilettica prima della partenza per evitare le problematiche di tali crisi in volo, spesso dovute agli squilibri delle spine irritative delle situazioni contingenti al trasferimento. Da ultimo, in particolare nei soggetti in piena coscienza, va sempre valutato prima della partenza e rivalutato durante il viaggio il *dolore* di cui è affetto il paziente, per poter effettuare un suo corretto e doveroso controllo, con raggiungimento di una adeguata analgesia. Il trasferimento dei *pazienti psichiatrici* prevede invece un buon controllo della terapia sedativa, la possibilità di operare una importante sedazione aggiuntiva e attrezzarsi preventivamente per una immediata contenzione in caso di severi disturbi psicotici, pericolosi per la sicurezza del volo e degli accompagnatori sanitari.

E) Tra tutti i pazienti affetti da ulteriori altre patologie che richiedono un trasferimento sanitario per via aerea ad ala fissa si descrivono qui di seguito le problematiche essenziali inerenti i soggetti con politrauma, con ustioni, con disbarismo, con problemi chirurgici addominali o con gravidanza in corso:

- **Trauma:** oltre a quanto già trattato in precedenza ed in particolare sul controllo delle funzioni vitali, si pone l'attenzione all'adeguato posizionamento del paziente su materasso a depressione, su cui dovrà essere effettuata sistematicamente durante il volo la manovra di aspirazione dell'aria contenuta, per una naturale perdita di consistenza con la salita del vettore in quota. Inoltre è utile usare stecco bende rigide e non pneumatiche per i problemi espressi sopra. I pazienti con trauma cranico andrebbero preferibilmente alloggiati sulla barella aeronautica con il capo in direzione del decollo, mentre quelli con un cattivo controllo pressorio per ipovolemia relativa dovrebbero avere il capo dalla parte della coda dell'aeromobile. Per quanto riguarda drenaggi già presenti è necessario utilizzare la valvola a becco di flauto (Heimlich) per i drenaggi toracici con caduta in sacchetto sterile e ripetuti controlli della pervietà e della raccolta di secrezioni con sistema elettrico di aspirazione pneumatica. Anche per drenaggi addominali, senza valvola interposta, andrà seguita la medesima attenzione.
- **Ustioni:** oltre alle stesse cautele utilizzate per i pazienti con trauma si deve aggiungere l'accortezza di via/e venose sicure e di grosso calibro nonché un aumentato controllo termico (monitorandolo possibilmente con sonda endogena) e la protezione dall'ulcera da stres, frequente in questi pazienti.
- **Disbarismo:** Escludendo i pazienti affetti da una severa Embolia Gassosa Acuta (EGA) che hanno una controindicazione assoluta all'immediato trasporto aereo su ala fissa se prima non sono stati stabilizzati o

trattati in camera iperbarica, chi è risultato affetto da una Malattia da Decompressione (MDD - che comprende il 90% dei casi di disbarismo) può essere trasportato anche nelle prime ore se destinato ad essere sottoposto precocemente a trattamento in camera iperbarica attrezzata distante oltre 250 Km da luogo dell'evento, non raggiungibile velocemente per altra via o con altro mezzo di superficie o ad ala rotante (preferibile). La terapia da attuare prima e durante il trasporto sanitario comprende l'ossigenoterapia in continuo a  $FiO_2$  100%, l'infusione di almeno 500 ml di Ringer lattato/acetato e/o di Destrano 40, la somministrazione di acido acetilsalicilico fino a 1 g/die per os o 500 mg e.v. di acetilsalicilato di lisina) e Idrocortisone 500 mg e.v. x 4 o Desametasone 8 mg. e.v. ripetibili. Durante il volo la quota di pressurizzazione dovrà risultare la più bassa possibile (possibilmente a livello del mare) e continuata la somministrazione della terapia in corso; alcuni autori suggeriscono anche l'uso di enoxieparina 4000 U.I. sc.

- *Chirurgia addominale:* Il paziente postoperato di chirurgia addominale di per se non presenta specifiche controindicazioni anche a trasferimenti su lunga tratta ma si ricorda che alcuni interventi lasciano una certa quantità di aria all'interno dell'addome, per cui l'espandersi di tale aria imprigionata in quota può causare da un lato fastidio e in alcuni casi, situazioni di vera emergenza non facilmente controllabile. Anche i pazienti occlusi o sub occlusi non ancora operati possono evidenziare situazioni di vera difficoltà clinica per la severa tensione sulle pareti delle anse intestinali provocate da un meteorismo in forte aumento. Nei casi di tali gravi problemi addominali, si suggerisce preventivamente il mantenimento o la discesa ad una quota di volo intorno a 22.000 piedi affinché la pressurizzazione in cabina sia sufficiente per ridurre i sintomi del paziente e/o l'utilizzo di un SNG e di una sonda rettale detensiva.
- *Gravidanza:* fino alle 36° settimana di una gravidanza regolare il trasporto sanitario barellato non presenta rischi né per il feto né per la gestante; la raccomandazione riguarda l'utilizzo di un decubito prevalentemente laterale sinistro e l'uso di calze elastiche graduate preventive. Oltre tale periodo è necessaria la presenza di uno o due sanitari con esperienza di nascite (es. Ostetrica + Anestesista o Neonatologo) e la disponibilità di un apposito Kit parto, che comprenda presidi sanitari sia per la madre che per il nascituro.

## LE PROBLEMATICHE DELL'OSSIGENO E DELLA VENTILAZIONE

La disponibilità di  $O_2$  a bordo aeromobile risulta essenziale in ogni trasporto aereo, ma può creare problemi sia per la sua disponibilità che per il suo utilizzo. Le bombole di  $O_2$  a bordo dell'aereo di norma devono rispettare le regole aeronautiche, che prevedono l'uso di contenitori di immagazzinamento gas a doppia camera con attacchi di uscita per l'erogazione del gas medicale estremamente particolari, non soggetti alle comuni normative UNI. Rimane perciò indispensabile verificare preventivamente attacchi e tipologia di stivamento dell' $O_2$  per poter essere in grado di operare una sua somministrazione secondo le necessità cliniche di flusso continuo con gli appositi presidi non invasivi o in alternativa con apparecchiature di ventilazione invasiva a motore pneumatico/elettronico. In caso di impossibilità a usufruire di appositi raccordi di funzionalità ossigenatoria o di adeguata riserva di ossigeno per la tratta, sarà opportuno, con l'autorizzazione del personale di condotta, attrezzarsi con bombole medicali comuni dotate di attacchi UNI o con flussimetro incorporato. Tali bombole dovranno essere caricate a bordo con una riduzione della normale pressione di carica, per compensare l'espansione dei gas in quota [es. Bombola da 5 litri già caricata a 200 bar ridotti, dopo svuotamento, a 150 bar]; inoltre dovranno essere fortemente fissate ad appositi fermi che sopportano sollecitazioni fino a 10G per evitare pericolosi spostamenti in tutte le fasi di volo. Per quanto riguarda invece i presidi ventilatori, a bordo è preferibile utilizzare i respiratori da trasporto di ridotte dimensioni e di ultima generazione, che rimangono i più adatti, sicuri, funzionali ed affidabili. Rimane essenziale sulla tematica dell'ossigenazione calcolare preventivamente il fabbisogno di  $O_2$  durante l'intero viaggio aggiungendone una riserva di almeno 1/3 per chi è in respiro spontaneo e della metà per chi è ventilato artificialmente [es. Viaggio di 2 ore comprese manovre a terra: Se paziente in respiro spontaneo con assistenza a 4 l/min si calcola  $240 \text{ litri/ora} \times 2 = 420 + 1/3 = 540$  litri di necessità; se paziente ventilato a 10 l/min con  $FiO_2$  di assistenza 0,50 significa consumo  $5 \text{ l/min} + 1 \text{ l/min}$  per necessità apparecchiatura =  $6 \text{ l/min}$ , equivalenti a  $360 \text{ l/h} \times 2 = 720 + 360 = 1080$  litri]; in base al volume e alla pressione delle bombole sarà possibile verificare quale deve essere la dotazione minimale per la missione. Si aggiunge infine che i presidi sanitari di CPAP con casco non sono raccomandati in volo per l'enorme consumo di  $O_2$  ed il difficile controllo della Peep durante il viaggio.



## **NECESSITA' ELETTRICHE E COMUNICAZIONI**

L'utilizzo di apparecchiature elettromedicali a bordo prevede la possibilità di avere a disposizione una connessione all'energia elettrica per il funzionamento delle apparecchiature (che in ogni caso devono anche risultare autonome nel funzionamento tramite batterie) e per la ricarica delle batterie stesse. Per poter ottemperare a questa necessità è importante disporre di connessione a 220 e 12 volt tramite appositi inverter che possano garantire la continuità di erogazione elettrica in volo a più apparecchiature in contemporanea, mentre con vettore fermo a terra sostanzialmente non sarà possibile avere tale connessione. E' quindi necessario conoscere sempre l'autonomia dei propri elettromedicali per non incorrere in impossibilità di utilizzo degli stessi durante la missione. Per ciò che riguarda invece i sistemi di comunicazione, allo stato attuale non è possibile ancora utilizzare smartphone a bordo, per cui l'unico legame comunicativo con i sistemi a terra potrà essere un telefono satellitare o la radio ufficiale del pilota, da usarsi solo in caso di vera emergenza.

## **ULTERIORI ATTENZIONI LEGATE AL VOLO**

Indipendentemente dal tipo di paziente trasportato e della patologia di cui è portatore, il suo alloggiamento sulla barella in dotazione o sul sedile originale dell'aeromobile prevede sempre alcuni accorgimenti specifici. In particolare è raccomandato utilizzare un materasso a depressione su cui adagiare il paziente che verrà comunque trasportato sulla barella aeronautica usandolo sia depresso e immobilizzante, che lievemente rigonfio in alcune circostanze. Nel primo caso si vuol privilegiare l'immobilizzazione del trasportato, mentre nel secondo un confort superiore a soggetti a minor impegno clinico. L'uso del sedile di dotazione originale per i soggetti trasportati seduti, deve prevedere una corretta regolazione per raggiungere l'adeguata inclinazione, appoggio del capo e degli arti inferiori, in modo da garantire la miglior postura di trasporto in base al confort del paziente in relazione alla patologia presentata. Sia il materasso che il sedile devono essere coperti con un lenzuolo per le ovvie necessità igieniche e di confort. Infine è indispensabile il fissaggio di sicurezza del paziente con le cinture aeronautiche in dotazione all'aeromobile per garantire in ogni momento del volo la sua salvaguardia. La successiva tutela del paziente prevede come attenzione finale l'uso di una coperta o di una metallina per garantire un microclima omeostatico dell'organismo, soggetto agli sbalzi di temperatura e umidità che avvengono nelle varie fasi del volo.

## **ORGANIZZAZIONE E ASSISTENZA NEL TRASPORTO**

Eseguire un trasporto aereo sanitario in piena regola non vuol dire soltanto un'organizzazione perfetta, ma significa anche curare i minimi dettagli che permettono di fornire l'adeguata assistenza durante l'intero percorso dal punto di prelievo alla struttura sanitaria di arrivo. Questo significa "in primis" una centrale operativa preparata e rodata in grado di gestire tutta l'organizzazione preventiva e monitorare costantemente il viaggio per intervenire quando fosse necessario con gli opportuni correttivi. Quindi l'utilizzo di un idoneo vettore dotato di uno specifico allestimento sanitario atto al tipo di impegno clinico-assistenziale del paziente, con il relativo equipaggio di condotta (Comandante e 2° pilota) esperto e professionalmente ineccepibile. La classificazione dell'impegno sanitario del paziente trasportato e lo score del suo rischio clinico possono far riferimento a quelle redatte dalla SIAARTI per tutti i trasporti sanitari (vedi Tab. 1 - 2). Da ultimo e non meno importante la presenza di un'equipe sanitaria di alta professionalità ed esperienza, capace di gestire non solo le problematiche cliniche proprie del paziente trasportato, ma anche le situazioni sanitarie e tecniche impreviste. Mentre fino alla classe III è possibile utilizzare figure sanitarie non strettamente specialiste (infermiere e/o medico o entrambi) ma preparate al trasporto aereo, per la classe IV e V risulta indispensabile la presenza di un Anestesista/Rianimatore ed di un infermiere di area critica o di emergenza territoriale. Nei fatti sul paziente critico la loro presenza garantisce a tutt'oggi la risposta più adeguata alle esigenze sopra descritte.

E' bene inoltre ricordare che nei pazienti meno impegnati, coscienti e meno condizionati dai presidi sanitari è indispensabile occuparsi anche dei loro bisogni fisiologici (urinari ed evacuativi) con gli opportuni presidi (padella e pappagallo) e con un particolare riguardo al loro decoro e alla loro privacy. Tra gli elementi indispensabili alla buona riuscita del viaggio è da tenere in considerazione l'apporto psicologico al paziente

cosciente ed anche ai parenti o accompagnatori che possono salire a bordo con lui, che comunque vivono più o meno espressamente uno stato d'ansia e di preoccupazione relativo al viaggio e all'evoluzione della malattia del trasportato. Per tale motivo la loro sistemazione in posizione appartata (soprattutto con i pazienti più gravi) per non interferire con il lavoro dei sanitari ed un approccio con loro empatico ma professionale può evitare tanti problemi durante la gestione di tutto il viaggio. Per quanto riguarda la parte strettamente clinica la valutazione e la gestione del paziente prima, durante e alla fine del volo non differisce sostanzialmente da quanto viene fatto normalmente per qualsiasi altro trasporto sanitario. E' da ricordare che le manovre di carico e scarico del paziente può creare momenti di difficoltà continuativa dell'assistenza e rischi traumatici sia per il paziente che per gli operatori sanitari, causa la conformazione delle rampe d'accesso all'aeromobile, la ristrettezza dei portelloni aeronautici, gli angoli di curva tra portello e cabina aerea e lo spazio di movimento molto ridotto a bordo aeromobile. In merito al materiale necessario per la gestione a bordo del vettore, si rimanda all'allegato 1.

## **NOTE TECNICHE FINALI**

### **Problematiche del volo**

La maggior problematica del volo ad ala fissa risulta l'altitudine a cui si svolge la maggior parte del viaggio e la relativa pressurizzazione a bordo, creando tecnicamente una atmosfera artificiale tramite aria compressa pompata in cabina, per mantenere una altitudine artificiale in tale luogo circoscritto sensibilmente più bassa della reale altitudine di volo. E' però importante tenere anche conto che in altre parti dell'aeromobile, come ad esempio nel vano bagagli (stiva), la pressurizzazione risulta invece quella inerente l'altitudine di volo.

Il trasporto MEDEVAC avviene prevalentemente in aerei con cabina pressurizzata, per cui l'altitudine in cabina sarà tenuta tra i 5.000 e gli 8.000 piedi (1.500 - 2.500 metri), a seconda del tipo di aereo. Su un vettore approntato come aereo ambulanza è possibile che il medico possa chiedere di volare in modalità "sea-level", che indica aumentare la pressurizzazione artificiale in cabina o ridurre la quota di volo per soddisfare le particolari esigenze sanitarie del paziente trasportato, abolendo così la gran parte dei problemi legati al volo, ma creando condizioni di maggior consumo di carburante, minor velocità di crociera e tempi di viaggio allungati. Ma il vero rischio di questa condizione per le sue conseguenze, è una accidentale rapida decompressione della cabina per un improvviso guasto tecnico. Il team di trasporto MEDEVAC (Piloti e Sanitari) deve essere sempre preparato ad un simile evento. Infatti l'unica possibilità dei piloti per evitare gravi problemi anche alla stessa equipe a bordo è diminuire velocemente la quota di volo. Se una tale manovra si rendesse necessaria, l'equipe di trasporto deve essere assolutamente preparata a fronteggiarne le pesanti conseguenze. Infatti tutti gli oggetti presenti in cabina, non adeguatamente fissati, possono essere risucchiati verso la lesione strutturale dell'aereo (es. oblò) essendo anche sottoposti ad una grande forza gravitazionale per la rapidissima discesa. Inoltre la temperatura all'interno della cabina scenderà talmente velocemente che potrà dare inizio a fenomeni di condensazione dei gas, con formazione di una nebbia anche molto spessa da impedire la visuale a pochissima distanza. Questa condensa/nebbia potrebbe persino essere scambiata come fumo da un possibile incendio; contemporaneamente crollando la concentrazione di ossigeno ambientale si manifesterà una rapida ipossia per tutti i trasportati sull'aeromobile, paziente compreso. Infine la rapida espansione dell'aria in cabina comporterà effetti clinici molto pericolosi, con una corrispondente espansione dell'aria contenuta nei vari distretti corporei: in questo caso il team di trasporto dovrà essere molto rapido nel rimuovere i clamp a tutti i tubi di cui il paziente risulti eventualmente portatore, quali i tubi naso gastrici, quelli di drenaggio toracico, pericardico o addominale, i cateteri vescicali, non dimenticandosi di rimodulare il gonfiaggio della cuffia del tubo endotracheale e dell'eventuale materasso coquille.

### **Portata Aeromobile e Manovre di Carico**

Ogni aereo utilizzato per il MEDEVAC ha differenti capacità di carico sia dei pazienti che del relativo materiale per l'assistenza. In merito al calcolo del peso delle attrezzature trasportate, ogni equipe di volo dovrà conoscere nel dettaglio il peso di tutto il materiale imbarcato come: 1) Il modulo di trasporto completo delle apparecchiature previste montate in modo fisso (bombole dei gas, ventilatore artificiale, aspiratore, monitor parametrico, pompe infusionali, etc.), 2) Lo zaino di soccorso con il materiale e i farmaci, 3) Le eventuali varie apparecchiature portatili. Ogni procedura dovrà prevedere la conoscenza dei pesi misurati delle apparecchiature in uso, delle bombole di aria e di ossigeno, del materiale sanitario accessorio e delle persone a bordo (piloti, sanitari, paziente/i ed eventuale accompagnatore).

Per quanto riguarda il carico a bordo del paziente è importantissimo prevedere anticipatamente le difficoltà che si possono incontrare secondo la tipologia di aeromobile, la sua conformazione interna e la grandezza del portellone d'ingresso. Alcuni aeromobili hanno a disposizione anche una apposita slitta certificata che può facilitare di molto la manovra più difficile e complicata, ossia il trasferimento del paziente dalla barella esterna a quella dell'aeromobile.

Il carico del modulo di trasporto purtroppo deve sempre avvenire manualmente, essendo il piano di carico dell'aereo generalmente nettamente più alto rispetto alla barella di arrivo del paziente. L'ideale per effettuare l'operazione di carico in sicurezza è utilizzare sempre una barella scoop o meglio ancora un materasso a depressione (coquille), da cui il paziente non verrà più spostato. Il coquille, inizialmente appoggiato sulla barella di arrivo sarà avvicinato alla scaletta della porta sinistra del vettore, eseguendo manualmente il carico del paziente con 2 sanitari già a bordo e almeno 2 soccorritori a terra che compiono la prima manovra di introduzione in cabina del paziente sul materasso coquille. Questo verrà quindi trasferito sulla barella aeronautica di bordo dai due sanitari senza smettere di operare l'eventuale assistenza respiratoria e clinica generale. Il materasso sarà perciò spinto all'interno dell'aeromobile e successivamente ancorato alla barella aeronautica con i mezzi di bordo.

Qualora fosse disponibile uno specifico modulo di trasporto completo di tutta l'attrezzatura necessaria, il castelletto delle apparecchiature dovrà essere sganciabile dalla barella, per evitare di caricare il modulo completo di barella, riducendo il peso complessivo di carico, nonché la fatica e le difficoltà degli operatori sanitari. Per la maggior parte dei vettori sanitari aerei sono già previste a bordo delle specifiche strutture di trasporto modulari in cui alloggiare apparecchiature e presidi trasportabili per l'assistenza clinica all'interno della cabina aeronautica. Durante il carico e lo scarico del paziente dall'aereo è imperativo fare estrema attenzione a non toccare accidentalmente le leve della barella di trasporto terrestre per evitare di sbloccare e piegare le gambe rotabili della barella, con conseguente ovvia caduta a terra del paziente. Tutte queste manovre comportano un importante impegno di tempo, che dovrà sempre essere calcolato nella programmazione della tempistica di viaggio complessivo. Per maggiore sicurezza il tempo complessivo di trasferimento dovrà essere calcolato tenendo conto di aggiungere almeno un 50% in più rispetto al tempo standard calcolato per assicurarsi un'adeguata autonomia elettrica e di ossigeno per l'assistenza.

## CONCLUSIONI

Il trasporto aereo di pertinenza sanitaria su ala fissa si conferma il miglior metodo per trasferire secondariamente pazienti su lunghe distanze da una struttura di cura clinica ad un'altra per le necessità più varie, o per una evacuazione di un infortunato da luoghi isolati con un'assistenza primaria che non era stata garantita. Le influenze dovute al decollo, all'atterraggio e alla continuità di volo in quota comportano la necessità di preliminari valutazioni cliniche specifiche del paziente per la sua idoneità al viaggio e la messa in atto di alcuni accorgimenti obbligatori che permettano una adeguata sicurezza del rischio clinico connesso a lui e al suo trasferimento. Il successo del viaggio dipende sempre primariamente dalla professionalità e dalla preparazione specifica del vettore, di chi gestisce il trasporto e delle peculiari attenzioni ottemperate durante tutte le fasi del volo. Queste attenzioni renderanno sempre adeguata l'assistenza al paziente affinché possa essere consegnato nelle migliori condizioni cliniche ai sanitari del centro di arrivo e per tendere a quell'opera clinica di guarigione, da realizzarsi già durante il necessario trasferimento.

## BIBLIOGRAFIA ESSENZIALE

1. Bellini C., Gente M.: Organizzazione del servizio di trasporto neonatale (STEN) – Raccomandazioni Gruppo di Studio della Società Italiana di Neonatologia. Genova 2018
2. Delorenzo AJ, Abetz JW, Andrew E, de Wit A, Williams B, Smith K. Characteristics of Fixed Wing Air Ambulance Transports in Victoria, Australia. *Air Med J.* 2017 Jul - Aug;36(4):173-178. doi: 10.1016/j.amj.2017.02.008. PMID: 28739238; Epub 19 Apr 2017
3. Phillips J1, Kuhlman C2, Evanson C2. Air Medical Transport Residency Program for Flight Nurses and Paramedics. *Air Med J.* 2017 Mar - Apr;36(2):77-80. doi: 10.1016/j.amj.01.05.2017
4. Martin T. *Aeromedical Transportation, a clinica guide.* Ashgate publishing Limited, England, UK, 2006
5. Warren J., Fromm R.E.Jr, Orr R.A. et al.: "Guidelines for the inter- and intrahospital transport of critically ill patients" – *Critical Care Medicine* 2004 Vol.32, N°1,256-262 (19) (PDF) *Proposta di Raccomandazioni per il Trasporto Inter ed Intra Ospedaliero del Paziente Critico - [Guide Lines for Critically Ill Patient Transport 2004].*
6. Australian and Zealand College of Anaesthetists and Joint Faculty of Intensive Care Medicine and Australasian College for Emergency Medicine: "Minimum Standards for Intrahospital Transport of Critically Ill Patients" – Review PS39 – Febbraio 2003 (19) (PDF) *Proposta di Raccomandazioni per il Trasporto Inter ed Intra Ospedaliero del Paziente Critico - [Guide Lines for Critically Ill Patient Transport 2004].*





7. Dipietro G., Villa G.F.: Emergenze Sanitarie nel Trasporto aereo di Linea. Circolo della Sanità Aerea di Bari, 2003
8. Macmillan A.J.F.: The pressure cabin, Ernsting J, Nicholson AN, and Rainford DJ (eds). Aviation Medicine (3rd Ed), Arnold, London, UK, 2003
9. Gradwell DP. Prevention of hypoxia, in Ernsting J, Nicholson AN, and Rainford DJ (eds). Aviation Medicine (3rd Ed), Arnold, London, UK, 2003
10. Harding RM. Hypoxia and hyperventilation, Ernsting J, Nicholson AN, and Rainford DJ (eds). Aviation Medicine (3rd Ed), London, UK, 2003
11. Blumen IJ. Altitude physiology and the stresses of flight. Air Med J, 14, 87-99, 1995
12. Waggoner RR. Flight physiology. Lee G (ed): Flight nursing, principle and practice. St. Louis , 3 rd edition, pp 2-27 Mosby, Philadelphia, 1991
13. G.F. Villa: Il Trasporto Aereo Sanitario – Organizzazione ed Operatività; Hospital Management n° 44, 1985
14. G.F. Villa et alii: Guida al Trasporto Sanitario d'Urgenza, First Edition - CM Book; Corriere Medico Milano 1984
15. Department of Transportation, Federal Aviation Administration: Physiology Training. Oklaoma City, 1980

Allegato 1

## **CHECK LIST TRASPORTI AEREI SANITARI AD ALA FISSA**

**ZAINO Materiale Sanitario : SET FARMACI**

**SET VENA e CONTENITORE AGHI**

**DESTROSTIX**

**4 DEFLUSS. + 2 SOL. FISIOL e 2 RINGER**

**SET VIE AEREE ADULTO**

**SET INTUBAZIONE**

**SET LMA**

**SNG VARIE MISURE con SACCHETTO**

**MONITOR/DEFIBRILLATORE con BATTERIE di SCORTA**

**ASPIRATORE ELETTRICO con FILO di RICARICA**

**4 BOMBOLE O<sub>2</sub> da 5 LITRI PIENE ad almeno 1400 BAR**

**FLUSSIMETRO per CIRCUITO AEREO**

**MATERASSINO a DEPRESSIONE con RELATIVA POMPA**

**PULSOSSIMETRO ADULTI di SCORTA con BATTERIA di BACK-UP**

**CONTENITORE CON: PADELLA e PAPPAGALLO**

**6 TRAVERSE MONOUSO**

**4 LENZUOLA**

**2 COPERTE**

**2 SCHEDE PAZIENTE**

**1 SACCA INFUSIONI**

**1 SCATOLA GUANTI di VARIA MISURA**

**TRASPORTO PAZIENTI con SOSPETTO di CONTAGIO:**

**2 TUTE TYVEK e CEROTTO di CHIUSURA TUTA**

**COPRISCARPE**

**OCCHIALI**

**MASCHERINE 4 FFP2 - 3 FFP3**

**MASCHERINE 5 CHIRURGICHE**

**1 GEL LAVAMANI + 1 DISINFETTANTE  
LIQUIDO**

**4 SACCHI SPORCO**

**2 CONTENITORI RIFIUTI INFETTI PIEGATI**