



Università degli Studi di Padova  
Scuola di Medicina  
Corso di Laurea in Infermieristica

Tesi di Laurea

**ECMO: LA GESTIONE INFERMIERISTICA DEI  
PAZIENTI COVID-19 SOTTOPOSTI A CIRCOLAZIONE  
EXTRACORPOREA**

**RELATORE: PROF A.C. ANDREA BIANCHIN**

**LAUREANDA: CAVALLIN FRANCESCA  
MATRICOLA: 1231655**

**Anno Accademico 2021-2022**



## ABSTRACT

**Background:** A partire da dicembre 2019, il mondo si è trovato a combattere una nuova pandemia a causa della propagazione del Sars-Cov-2. Questo virus provoca una malattia (conosciuta come Covid-19) la quale, nella maggior parte dei casi, provoca una sintomatologia semi-influenzale. In una minoranza di casi può dare quadri respiratori gravi, fino a un quadro di insufficienza respiratoria. Per combattere i quadri più gravi di insufficienza respiratoria refrattaria i pazienti sono trattati con l'ossigenazione extracorporea, comunemente conosciuta con il termine ECMO. La principale tipologia di ECMO utilizzata in questa casistica è quella veno-venosa: essa sostiene la funzione polmonare e migliora l'ossigenazione del sangue. Per fare ciò, il sangue viene drenato all'esterno del corpo umano e condotto in un ossigenatore esterno artificiale, che contemporaneamente carica il sangue di elevate quantità di ossigeno e lo depura dall'anidride carbonica, per poi essere nuovamente immesso a livello venoso.

Questo trattamento, anche se efficace, richiede personale altamente specializzato e competente, oltre che risorse avanzate. L'infermiere che si occupa di questa tipologia di pazienti si trova di fronte ad un'assistenza altamente specializzata: deve essere in grado, infatti, non solo di fornire un'assistenza di base attraverso cure igieniche e prevenzione delle lesioni da decubito, ma deve fornire anche un'assistenza avanzata con gestione delle cannule di drenaggio, monitoraggio emodinamico e respiratorio, controllo delle principali complicanze e gestione psicologica della famiglia del paziente.

**Obiettivo:** l'obiettivo della tesi è indagare in letteratura come si articola l'assistenza infermieristica al paziente Covid sottoposto a ECMO e mettere in evidenza le principali difficoltà riscontrate durante il processo assistenziale.

**Materiali e metodi:** la revisione è stata condotta analizzando i quattro elementi costituenti il PICO. La ricerca è stata effettuata consultando la banca dati interinazione di Pubmed. Le parole chiavi utilizzate per la ricerca sono: *nursing assistance or management, covid-19, ECMO or extracorporeal circulation, complications*.

**Risultati e conclusioni:** da questa revisione di letteratura è emerso come l'infermiere che gestisce questi pazienti si trova quotidianamente di fronte a numerose difficoltà e ostacoli. In primis, deve lavorare per parecchie ore protetto dai numerosi dispositivi di protezione individuale per prevenire il contagio; ciò, oltre a rendere più difficili alcune manovre,

aumenta il dispendio di fatiche sia a livello fisico che a livello mentale. Altro ostacolo è rappresentato dal fatto che spesso questi pazienti passano lunghi periodi in posizione prona e sono dunque esposti a un maggior rischio di sviluppo di lesioni. Infine, l'infermiere ha un ruolo fondamentale nel monitorare e prevenire lo sviluppo delle principali complicanze legate all'utilizzo dell'ECMO e alla patologia sottostante.

Per fare tutto ciò, dunque, l'infermiere non deve solo avere elevate conoscenze dell'assistenza in area critica, ma deve essere costantemente aggiornato sul monitoraggio e sull'assistenza dei pazienti sottoposti a questa tipologia di trattamento a elevata componente tecnologica.

## INDICE

### ABSTRACT

1. INTRODUZIONE	Pag. 1
2. QUADRO TEORICO	Pag. 3
2.1 Il covid-19	Pag. 3
2.2 L'ossigenazione extracorporea a membrana	Pag. 5
2.2.1 Le principali complicanze legate all'utilizzo dell'ECMO	
2.2.2 Indicazioni all'utilizzo dell'ECMO nei pazienti affetti da Covid-19	
2.3 L'assistenza infermieristica al paziente affetto da Covid-19 e sottoposto a ECMO	Pag. 19
3. MATERIALI E METODI DELLA REVISIONE	Pag. 27
4. RISULTATI	Pag. 31
5. DISCUSSIONE E CONCLUSIONI	Pag. 35

### BIBLIOGRAFIA

### ALLEGATI

Allegato 1. Tabella delle stringhe di ricerca

Allegato 2. Tabella di sintesi degli studi inclusi nella revisione di letteratura



## 1. INTRODUZIONE

L'11 marzo 2020 il direttore generale dell'Organizzazione della Sanità Mondiale (OMS) ha dichiarato lo stato di pandemia a causa del propagarsi di una nuova malattia, conosciuta come Covid-19. Covid-19 è una malattia infettiva causata dal virus Sars-cov-2, riscontrato per la prima volta in Cina, più precisamente nella città di Wuhan, nel dicembre 2019. Il Sars-cov-2, così come altri virus, si trasmette da uomo a uomo attraverso le goccioline respiratorie, chiamate droplet; emesse da un individuo infetto principalmente attraverso starnuti, colpi di tosse ma anche attraverso il semplice atto della respirazione. Covid-19 ha una sintomatologia che, nella maggior parte dei casi, è paragonabile ad una normale influenza con febbre, tosse, astenia e dolori alle ossa. In un numero minore di soggetti però, la malattia si presenta in una forma più grave e può portare il paziente a sviluppare polmoniti, bronchiti, insufficienza respiratoria acuta ed altre complicanze, tutte potenzialmente mortali. Di questo gruppo di pazienti, circa il 10% necessita di assistenza specializzata in un reparto intensivo. Essi vengono trattati con ossigenoterapia, con o senza ventilazione meccanica in base alla gravità della situazione, e con una terapia farmacologica, principalmente costituita da corticosteroidi. Alcuni pazienti sviluppano però, una condizione di ipossiemia refrattaria che non risponde ai convenzionali trattamenti farmacologici e all'erogazione di ossigeno. In questi casi, un metodo di trattamento utilizzabile per le forme più gravi è l'uso dell'ECMO (extra corporeal membrane oxygenation). Esistono due principali tipologie di ECMO: una veno-venosa che sostiene la funzione polmonare e una veno-arteriosa che, oltre a fornire supporto polmonare, fornisce anche supporto a livello circolatorio. La tipologia maggiormente utilizzata nei pazienti Covid con ipossiemia refrattaria è quella veno-venosa; la quale drena il sangue dal corpo, lo indirizza in un ossigenatore esterno e lo trasfonde nuovamente nel corpo attraverso una cannula. Ovviamente questa procedura richiede un team altamente formato e con conoscenze specifiche non solo in area critica, ma anche riguardo il dispositivo ECMO e le sue complicanze. Di conseguenza, anche la gestione infermieristica di questi pazienti risulta complicata e richiede conoscenze specifiche ed

esperienza. L'infermiere non deve fornire solamente un'assistenza di base ma deve riuscire a garantire anche un'assistenza specializzata ed avanzata. L'assistenza infermieristica si articola dunque nella cura del paziente a 360°, attraverso una serie di azioni quali l'igiene, la prevenzione delle lesioni, la medicazione delle cannule, la gestione del sistema ECMO e il monitoraggio della situazione del paziente e di eventuali complicanze. L'infermiere deve inoltre prendersi cura della famiglia del malato, altamente stressata dalla situazione che sta vivendo. Tutto ciò è ulteriormente complicato dalla necessità di lavorare con dispositivi di protezioni individuali per prevenire il contagio, che comportano ulteriore fatica sia a livello fisico che a livello mentale. Con questa revisione di letteratura voglio perciò esporre i principali compiti infermieristici nell'assistenza di un malato Covid sottoposto a circolazione extracorporea. In particolar modo voglio evidenziare le difficoltà e le problematiche a cui l'infermiere deve far fronte nello svolgere questo lavoro.

Ciò che maggiormente mi ha spinto ad approfondire questa particolare tematica è stato, in primis, il mio interesse per l'area critica e per l'assistenza ad essa correlata. E' un'area che sia a livello teorico che pratico e di tirocinio mi ha sempre interessato e coinvolto.

Inoltre, il Covid è stato un tema fondamentale e ricorrente durante i 3 anni di studi universitari. Esso ha profondamente modificato le routine e lo stile di vita non solo di noi studenti infermieri, ma del mondo intero. Medici, infermieri e tutto il personale sanitario hanno dovuto combattere in prima linea questa malattia allora sconosciuta, mettendo in pericolo le loro vite per il bene e la cura dei pazienti. Analizzando questo tema, voglio infine sottolineare e rendere omaggio all'impegno svolto da tutto il personale ospedaliero durante questi tre anni di pandemia.

## 2. QUADRO TEORICO

### 2.1 Il Covid-19

Il Covid-19 è una malattia infettiva causata dal nuovo virus Sars-Cov-2; acronimo inglese di severe acute respiratory syndrome coronavirus 2.

Esso fa parte della famiglia dei coronavirus, un gruppo di virus a RNA protetto da capside e pericapside; il prefisso “corona” deriva dalla loro particolare forma simile a una corona solare. Essi sono in grado di infettare numerose specie di uccelli e mammiferi, uomo compreso, generando diversi quadri patologici più o meno gravi.

Come altri coronavirus, anche Sars-cov-2 è composto da 4 proteine strutturali: la proteina S (spike), la proteina E (envelope), la proteina M (membrane) ed infine la proteina N (nucleocapsid). La proteina N contiene il genoma dell'RNA e ha un ruolo fondamentale nella morfogenesi durante la formazione del virone; le restanti tre, invece, formano il capside; l'involucro proteico che racchiude l'RNA. Per quanto riguarda la proteina spike, essa ha affinità con i recettori dell'enzima 2 di conversione dell'angiotensina (ACE2) delle cellule umane e le sfrutta come porte d'ingresso. La proteina S è composta da due porzioni: S1, che contiene una regione che permette di interagire con il recettore ACE2 e di conseguenza di infettare la cellula; e S2 che contiene una porzione necessaria affinché, in un secondo momento, il virus entri nella cellula.

La particella virale è pleomorfa e possiede acido ribonucleico non segmentato, a singolo filamento e a senso positivo (ssRNA+) (1).

Il ciclo di vita del Coronavirus è molto complesso ed articolato, esso vede come protagonisti tutte le componenti sopra citate. Il ciclo vitale di Sars-Cov-2 ha inizio nel momento in cui il virone, attraverso la proteina spike, si lega al recettore ACE-2 della cellula bersaglio e viene assorbito per endocitosi. La proteina S modifica quindi la propria conformazione per agevolare la fusione della membrana endosomiale e permettere il rilascio del genoma dell'RNA nel citosol della cellula bersaglio. Dopo il processo di traduzione e trascrizioni, le proteine virali e l'RNA genomico vengono assemblate e vanno a costituire i nuovi virioni. Essi vengono infine trasportati, attraverso apposite vescicole, e poi rilasciati dalla cellula bersaglio, diffondendosi così nell'organismo (2).

I pazienti affetti da Covid-19 possono sviluppare varie forme di malattia, più o meno gravi. Circa l'80% dei pazienti sviluppa un'infezione lieve, con sintomi simili-influenzali, o rimane asintomatico. In questo caso, i sintomi principali sono febbre, stanchezza, anoressia, tosse secca o con produzione di espettorato, mialgia e dolore alle ossa. Il 15% invece va incontro a una malattia più grave caratterizzata da dispnea, ipossia e alterazioni polmonare all'imaging. Il restante 5%, invece, presenta un quadro clinico molto grave con insufficienza respiratoria da ARDS, shock e insufficienza multiorgano. Come riportato nel paragrafo precedente, il ciclo virale di Sars-cov-2 sfrutta ACE2 come porta d'ingresso per entrare nell'organismo ospite e replicarsi. Poiché questo enzima non si trova soltanto nell'epitelio polmonare ma anche a livello cardiaco, renale, intestinale e pancreatico, Sars-Cov-2 può invadere e danneggiare tutti questi tessuti, causando una sintomatologia più sistemica che può progredire fino a disfunzione multiorgano (MODS). Questi sintomi a livello sistemico si sviluppano meno frequentemente rispetto a quelli del tratto respiratorio; essi includono diarrea o sintomi a carico del tratto gastrointestinale, ageusia e/o ipogeusia, anosmia, eruzioni cutanee, dolore addominale, mal di testa e problematiche a livello cardiaco (3).

Gli anziani con ridotta immunità e comorbilità sono più suscettibili alle infezioni gravi. Il tasso di mortalità aumenta con l'età, con un incremento significativo sopra gli ottanta anni. Il tasso di mortalità è influenzato anche dalla comorbilità; in particolar modo diabete, malattie cardiache, malattie polmonari, neoplasie, malattie renali e altri fattori sociodemografici (4).

Il virus si trasmette principalmente tramite droplet, piccole goccioline respiratorie che si emettono starnutando, tossendo o semplicemente parlando e respirando. Queste piccole particelle possono essere direttamente inalate oppure possono appoggiarsi su superfici e le persone si infettano toccando prima queste e poi portano le mani in prossimità di bocca, occhi o naso. Tuttavia, tracce del virus sono state isolate anche nelle feci di individui malati, permettendo di ipotizzare dunque una possibile modalità di diffusione tramite via oro-fecale. Il periodo di incubazione, ossia il tempo tra il contagio e la comparsa della sintomatologia tipica, è in media tra i 12 e 14 giorni (5).

## **2.2 L'ossigenazione extracorporea a membrana**

L'ossigenazione extracorporea a membrana, comunemente nota con il termine di ECMO (*extracorporeal membrane oxygenation*) è una tecnica di circolazione extracorporea volta a garantire un adeguato supporto a livello cardiaco e/o respiratorio in pazienti con insufficienza respiratoria e/o cardiaca acuta grave. Questo trattamento viene comunemente riservato a pazienti gravi non responsivi ad altri trattamenti convenzionali che mantengono ancora possibilità di miglioramento. Difatti, i pazienti non candidabili all'uso dell'ECMO sono quei soggetti con processi patologici irreversibili e/o allo stadio avanzato quali malattie terminali o limitanti la vita, danni neurologici irreversibili, insufficienza multiorgano non polmonare o sepsi allo stadio finale.

I principali costituenti del circuito ECMO sono le cannule venose per drenare il sangue verso l'esterno, le linee arteriose o venose di rientro a seconda della tipologia di ECMO utilizzato, l'ossigenatore ed infine la pompa.

Nel circuito ECMO il sangue venoso viene drenato da una pompa e indirizzato ad un ossigenatore nel quale si verificano gli scambi gassosi; successivamente, il sangue ossigenato viene immesso nuovamente nel paziente o a livello venoso (ECMO V-V) o a livello arterioso (ECMO V-A).

Le cannule hanno lo scopo di collegare il sistema extracorporeo alla circolazione ematica del paziente stesso; dunque, è di fondamentale importanza la scelta della corretta misura della cannula al fine di assicurare un adeguato flusso durante il processo di circolazione extracorporea.

Come già riportato precedentemente, le cannule utilizzate possono essere di due tipi: venose ed arteriose. Le prime consentono il drenaggio del liquido ematico dal distretto venoso del paziente al circuito e, nel caso di ECMO V-V, permettono anche il ritorno del sangue ossigenato al paziente. Per consentire ciò è essenziale selezionare adeguatamente la tipologia di cannula da usare. Infatti, in caso di cannula troppo grande si rischia un danno traumatico a livello dell'endotelio vascolare, che può portare a sindrome compartimentale e danno ischemico; d'altro canto, in caso di cannula troppo piccola, si può avere un drenaggio insufficiente con compromissione della funzionalità del trattamento. Un particolare tipo di cannula utilizzata per l'ECMO V-V è la cannula venosa

a doppio lume che, con un singolo accesso venoso, permette sia il drenaggio che la reinfusione di sangue ossigenato.

A differenza delle cannule venose, quelle arteriose sono normalmente più corte, di diametro inferiore e permettono l'apporto di sangue ricco di ossigeno e purificato da anidride carbonica dal circuito ECMO al sistema arterioso del paziente.

Altra componente è l'ossigenatore: è uno degli elementi di fondamentale importanza per il sistema in quanto è responsabile degli scambi gassosi sostituendosi al polmone naturale del paziente. L'ossigenatore deve quindi rispettare una serie di principi al fine di svolgere il suo lavoro nel sistema di circolazione; deve essere in grado di fornire un adeguato quantitativo di O<sub>2</sub> e contemporaneamente eliminare la CO<sub>2</sub>, deve inoltre riuscire a mantenere queste prestazioni a lungo tempo, attraverso un trattamento biocompatibile che crei minimo disagio e danno possibile a livello delle cellule.

Gli ossigenatori in commercio sono dotati di una membrana a fibre cave, ognuna delle quali presenta sulla superficie dei micro-pori che permettono gli scambi gassosi. Infatti, quando il sangue si interfaccia con le fibre della membrana i pori vengono ricoperti da proteine plasmatiche che permettono la diffusione dei gas. È fondamentale scegliere la tipologia di ossigenatore in base al fabbisogno del paziente: l'ossigenatore deve essere in grado di fornire una quantità di O<sub>2</sub> uguale o maggiore all'ossigeno utilizzato dal paziente in condizioni di riposo (3,5-5mL/Kg/min); inoltre nell'ossigenatore è presente anche un miscelatore di gas, noto con il termine di blender, che rende possibile non solo l'ossigenazione del sangue ma anche la rimozione dell'anidride carbonica. Il movimento dell'ossigeno è infatti controllato dalla frazione inspirata di ossigeno (FiO<sub>2</sub>); mentre la rimozione dell'anidride carbonica è regolata dal flusso dei gas (sleep gas). Di conseguenza, all'aumento di quest'ultimo, aumenta l'eliminazione di CO<sub>2</sub>.

In prossimità dell'ossigenatore, o integrato ad esso, spesso è presente uno scambiatore di calore (heater exchanger) con la funzione di regolare la temperatura del sangue che scorre all'interno del circuito. La temperatura viene moderata con un sistema a flusso d'acqua: il sangue scorre nello scambiatore di calore dove viene scaldato o raffreddato per poi passare all'ossigenatore. Per regolare la temperatura dell'acqua che scorre nello

scambiatore e che va poi ad adattare la temperatura del sangue è presente un'apposita unità di riscaldamento o raffreddamento dell'acqua (heater-cooler unit)

Altro elemento che costituisce il circuito ECMO è la pompa, componente del sistema che serve a creare il flusso generando l'energia cinetica essenziale per drenare il sangue dalle cannule, trasportarlo fino all'ossigenatore e indirizzarlo poi nelle cannule di reinfusione. La tipologia di pompe maggiormente utilizzate per la circolazione extracorporea sono pompe centrifughe. Esse sono costituite da struttura monouso, situata tra l'ossigenatore e le cannule di drenaggio e da un motore responsabile della generazione della forza centrifuga. Il moto rotatorio va a creare due zone con gradienti pressori diversi: un 'area a bassa pressione al centro, dove il sangue entra nell'apice; e una zona ad alta pressione ai lati che rappresenta, invece, il punto di uscita del sangue (6).

Tutte queste complesse strutture che vanno a costituire il circuito ECMO sono controllate da una console costituita da un'unità controllo centrale (drive unit) e da un drive secondario (di emergenza o di back-up). Grazie all'unità di controllo centrale, è possibile regolare le varie impostazioni, impostare gli allarmi e monitorare e adattare i parametri di funzionamento della pompa quali flusso erogato e i giri per minuto. Il secondo centro di controllo (drive back-up), invece, è presente per essere attivato nelle situazioni di emergenza, qualora la console principale non funzionasse più.

Come sopra citato, per i pazienti con insufficienza cardiopolmonare, non responsiva ad altri trattamenti medici e farmacologici, una valida alternativa è rappresentata dall'utilizzo della circolazione extracorporea. A seconda dei vasi utilizzati per drenare e iniettare il sangue, l'ECMO viene classificato in due grandi categorie: ECMO veno-arterioso, comunemente indicato con la sigla ECMO V-A, che drena il sangue a livello delle vene e lo inietta a livello delle arterie; ed ECMO veno-venoso, ECMO V-V, che drena e inietta il sangue sempre a livello venoso. Di conseguenza mentre l'ECMO V-A fornisce un supporto non solo a livello respiratorio ma anche a livello cardiaco, l'ECMO V-V sostiene unicamente la funzione polmonare.

Quest'ultimo viene dunque impiegato principalmente per il trattamento dell'insufficienza respiratoria refrattaria. Infatti, i pazienti che più frequentemente sono sottoposti a ECMO V-V sono soggetti che presentano uno stato di ventilazione o ossigenazione gravemente

compromesso. Essi si presentano dispnoici, ipercapnici e ipossici e non rispondono alla terapia medica e alla ventilazione meccanica. Altri casi per cui è richiesto il posizionamento di un ECMO veno venoso includono polmoniti batteriche o virali (inclusa la polmonite da COVID-19), embolia polmonare con emodinamica stabile, annegamento, riacutizzazioni asmatiche o di BPCO e in alcune patologie traumatiche, in particolare modo nelle contusioni polmonari.

Una volta ipotizzato che il paziente sia un candidato per ECMO V-V occorre innanzitutto stabilire l'origine dell'insufficienza polmonare e capire se essa è correlata o meno a disfunzione di altri organi; inoltre, va confermato che la ventilazione meccanica non apporta nessun miglioramento nella situazione clinica del paziente. Una volta appurato ciò, occorre identificare eventuali fattori di rischio che potrebbero compromettere il posizionamento e funzionamento dell'ECMO V-V. In primis, è necessario accertarsi che il paziente non abbia processi patologici avanzati e non reversibili in atto in quanto rappresentano una controindicazione assoluta all'utilizzo della circolazione extracorporea. Oltre all'anamnesi del paziente, è necessario valutare inoltre il patrimonio venoso, identificando prontamente quei fattori che potrebbero interferire con il posizionamento delle cannule. Attualmente, tra le tecniche più utilizzate, vi è quella di drenare il sangue venoso dalla vena femorale e immetterlo nuovamente in circolo attraverso la vena giugulare interna. Tuttavia, sta prendendo sempre più piede l'impiego della cannula venosa a doppio lume, che permette attraverso un unico condotto, e di conseguenza un unico presidio invasivo, sia il drenaggio che l'immissione del sangue. Dunque, è essenziale andare a valutare la condizione delle vene, principalmente attraverso un'ecografia, per identificare patologie vascolari come trombosi, stenosi o precedenti posizionamenti di stent che potrebbero impedire il posizionamento della cannula.

Una volta inserite le cannule e connesso il circuito al paziente, viene avviato l'ECMO, che grazie a una pressione negativa generata dalla pompa, aspira una parte del sangue venoso e lo convoglia all'ossigenatore prima di farlo tornare nuovamente al sistema venoso, in prossimità dell'atrio destro. Se invece utilizzo una cannula venosa a doppio lume, essa viene inserita a livello della vena giugulare destra interna e arriva in vena cava inferiore. Il sangue privo di ossigeno viene drenato dalle due porte situate in prossimità della vena

cava superiore e inferiore; una volta che il sangue si è rifornito di ossigeno viene reimpresso tramite un lume separato in atrio destro. Questo sangue ricco di ossigeno, una volta immesso in circolo, si mescola con il sangue venoso rimanente. (6) I principali fattori che influiscono sull'ossigenazione del paziente sono il flusso sanguigno e la concentrazione di O<sub>2</sub> impostati sull'ECMO. Infatti, un aumento del flusso ematico permette di ossigenare una maggior quantità di sangue e di conseguenza un aumento della saturazione venosa centrale, ossia della quota di sangue ossigenato che ritorna all'atrio destro del cuore. L'altro fattore che permette di aumentare la quantità di ossigeno è la concentrazione di emoglobina nel sangue. Le linee guida dell'*Extracorporeal Life Support Organization* (ELSO) riportano di mantenere la concentrazione emoglobina a 14g/dl. Infatti, se da un lato l'aumento dell'emoglobina comporta di conseguenza una maggiore mobilizzazione e trasporto di ossigeno, d'altro canto una maggiore quantità di eritrociti determina un aumento delle resistenze e un sovraccarico a livello circolatorio (7).

Durante l'utilizzo dell'ECMO V-V per migliorare l'ossigenazione si dovrebbe ridurre al minimo il consumo di ossigeno attraverso la sedazione del paziente e diminuzione della sua temperatura corporea; in questa maniera si va a ridurre il metabolismo basale e si riduce la quantità di ossigeno utilizzata.

ECMO V-V non permette solo di rifornire il sangue di ossigeno ma anche di eliminare la CO<sub>2</sub>. I circuiti ECMO sono molto efficienti nel rimuovere la CO<sub>2</sub> dal sangue in quanto questo gas diffonde molto bene anche attraverso le membrane del polmone artificiale.

Sebbene il principio alla base sia lo stesso dell'ECMO V-V, il funzionamento e le indicazioni all'utilizzo della circolazione extracorporea veno-arteriosa sono differenti.

L'ECMO veno-arteriosa, comunemente conosciuta con l'abbreviativo ECMO V-A, è una tecnica di circolazione extracorporea che, a differenza dell'ECMO V-V, offre un supporto non solo a livello polmonare ma anche a livello circolatorio.

Come per l'ECMO V-V il sangue deossigenato viene prelevato a livello venoso, viene convogliato nell'ossigenatore dove viene depurato dall'anidride carbonica e caricato di ossigeno. La principale differenza tra le due tipologie di ECMO sta nel fatto che, per quanto riguarda la tipologia veno-arteriosa, il sangue viene rinfuso attraverso una o più cannule posizionate in una delle principali arterie; i principali accessi arteriosi utilizzati

sono l'arteria femorale, ascellare, succlavia o carotide . In questa maniera l'ECMO non fornisce soltanto un'adeguata ossigenazione attraverso il passaggio del sangue nell'ossigenatore ma garantisce anche un'adeguata portata cardiaca. Infatti, circa l'80% del sangue venoso viene drenato, ossigenato e ritorna nel paziente a livello arterioso, in questa maniera non solo si riduce il lavoro polmonare ma anche il pre carico cardiaco, riducendo lo sforzo del cuore. Infatti, il circuito non assume così solo funzioni di scambio di gas, ma anche un ruolo di pompa e distribuzione del sangue del cuore; permettendo al cuore di faticare meno.

Le cannule utilizzate si dividono in accessi vascolari centrali (o intratoracici) e accessi vascolari periferici. La prima tecnica inventata in passato fu quella centrale, che prevede la cannula venosa a livello dell'atrio destro e la cannula arteriosa in aorta discendente. Tuttavia, questa tecnica richiede un approccio molto invasivo tramite sternotomia, per questo oggi viene limitata ai casi di posizionamento di ECMO post interventi di cardiocirurgia. Altro caso in cui viene utilizzato l'ECMO veno-arterioso centrale è l'impossibilità di reperire accessi vascolari a livello periferico o lo svilupparsi di complicanze locali a livello dei siti di incanalazione periferici.

Al giorno d'oggi, la tecnica più utilizzata è l'ECMO veno-arterioso periferico, che permette un accesso arterioso meno invasivo a livello femorale, ascellare o cervicale. Questi siti garantiscono un rapido accesso, dato che nella maggior parte dei casi il posizionamento della circolazione extracorporea deve avvenire in maniera rapida, e una minore invasività e maggior confort per il paziente stesso e per la sua gestione. L'accesso periferico più utilizzato è quello femoro-femorale, nel quale vengono cannulate sia la vena che l'arteria femorale (8).

Le principali indicazioni per l'utilizzo dell'ECMO veno arterioso sono lo shock cardiogeno e l'arresto cardiaco; tuttavia, può essere applicato anche in tutte le procedure cardiologiche ad alto rischio di shock cardiogeno quali angioplastiche coronariche. In particolar modo, il ruolo del supporto dell'ECMO nello shock cardiogeno è quello di incrementare la portata cardiaca e di fungere da ponte fino al recupero della funzionalità cardiaca. ECMO V-A, quindi, non tratta la causa che ha portato il paziente allo shock cardiogeno ma aiuta la funzione cardiocircolatoria mentre viene individuata e risolta la

causa. In caso di non reversibilità, non è indicato il trattamento con ECMO. Per quanto riguarda invece l'arresto cardiaco, l'ECMO trova sempre più utilizzo durante la rianimazione iniziale con lo scopo di fornire un supporto circolatorio ai pazienti che non presentano un ritorno alla circolazione spontanea (ROSC). Infine, l'ECMO V-A può essere applicato in pazienti instabili dal punto di vista emodinamico con indicazione al trattamento cardiocirurgico.

Per quanto riguarda invece le principali controindicazioni al posizionamento e all'utilizzo dell'ECMO veno-arterioso, sono: grave insufficienza di uno o più organi, escluso il cuore, che limita la sopravvivenza della persona; insufficienza cardiaca irreversibile e dissezione aortica.

Ovviamente, a differenza dell'ECMO V-V, l'utilizzo dell'ECMO veno-arterioso comporta un'importante impatto a livello emodinamico, in quanto la circolazione veno-arteriosa si pone in parallelo alla circolazione naturale del paziente; di conseguenza il flusso non è più dato solo dal flusso nativo del paziente ma anche dal flusso ECMO. Le alterazioni a livello emodinamico si presentano in egual maniera indipendentemente dalla sede di posizionamento delle cannule.

Le principali modifiche emodinamiche riguardano la diminuzione di pulsatilità del flusso arterioso, una diminuzione del precarico e un incremento del post-carico a livello del ventricolo sinistro. Per quanto riguarda la prima alterazione bisogna tenere a mente che grazie alle pompe della circolazione extracorporea, è garantito un flusso continuo nel paziente, di conseguenza la contrattilità del ventricolo sinistro è quasi del tutto abolita e la curva di pressione arteriosa si riduce. Per quanto riguarda invece la riduzione del precarico, la gran parte del ritorno venoso viene drenata esternamente al circuito extracorporeo. Questo permette da un lato di far riposare il ventricolo destro, dall'altro però la riduzione del flusso polmonare comporta una riduzione di sangue ossigenato che irrori le coronarie. Questo richiede anche un adattamento dei parametri del ventilatore per evitare una situazione di alcalosi a livello polmonare. Infine, l'incremento del post-carico a livello del ventricolo sinistro è correlato all'entrata del sangue proveniente dall'ECMO nel sistema arterioso. Questo può interferire con lo svuotamento completo del ventricolo

sinistro, il quale può distendersi e si può instaurare un circolo vizioso che porta a congestione polmonare con effetti negativi sul polmone stesso.

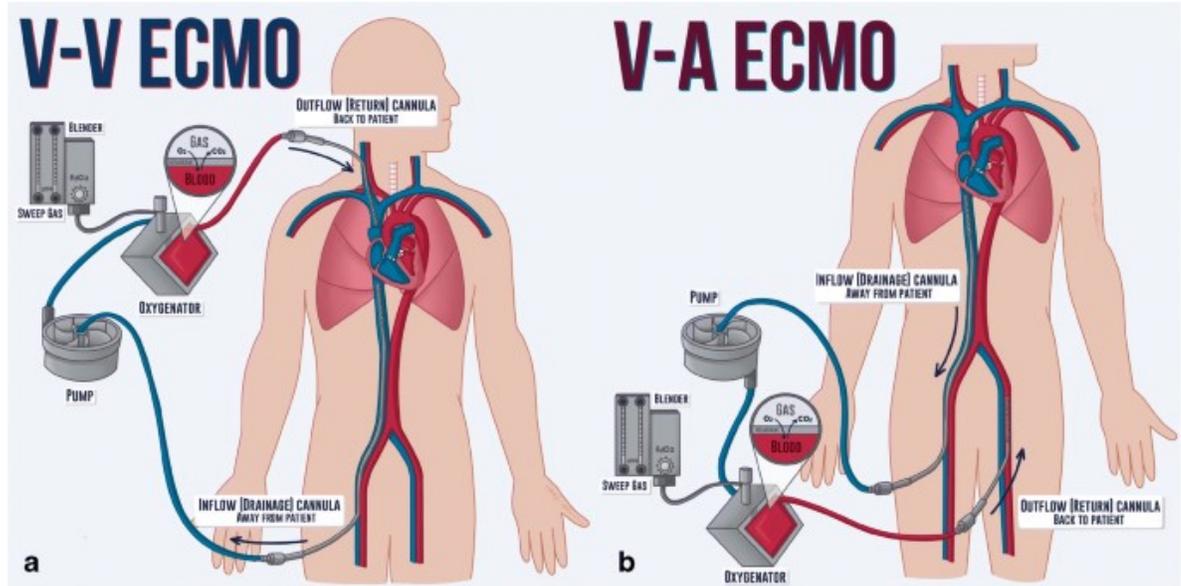


FIGURA 1: FUNZIONAMENTO ECMO V-V ED ECMO V-A

Tratta dall' articolo "Evaluation, treatment, and impact of neurologic injury in Adult Patients on Extracorporeal Membrane Oxygenation: a review", Marzo 2021

### 2.2.1 Le principali complicanze legate all'utilizzo dell'ECMO

Essendo la circolazione extracorporea una tecnica invasiva ed ad alta intensità assistenziale comporta una serie di possibili complicanze, più o meno severe, che possono essere legate al paziente stesso o ai componenti del circuito e al loro utilizzo.

Tra le principali e più comuni complicanze legate al paziente troviamo problematiche di tipo infettivo e problematiche a livello ematologico.

Le infezioni sono tra le complicanze più comuni in tutti i pazienti critici, ancor di più nei pazienti sottoposti a circolazione extracorporea, e hanno un forte impatto sulla loro morbilità, nonché sulla loro mortalità. I principali patogeni associati allo sviluppo di queste infezioni comprendono i principali agenti patogeni nosocomiali, quali *stafilococchi coagulasi negativi*, *candida*, *pseudomonas aeruginosa*, *enterococco*, *straphylococcus aureus* ed *enterobacteriaceae*. Per quanto riguarda invece i fattori di rischio che contribuiscono in maniera più o meno significativa allo sviluppo delle infezioni troviamo

fattori intrinseci, quali caratteristiche demografiche, comorbilità e patologie associate e fattori estrinseci, quali configurazione del circuito, tecniche di cannulazione, gestione del circuito e durata del trattamento. Per quanto riguarda la demografia del paziente, i soggetti più anziani hanno una maggiore probabilità di andare incontro a complicanze infettive rispetto agli altri soggetti. Questo è dovuto principalmente alla perdita di efficacia del sistema immunitario, correlata all'invecchiamento fisiologico. Difatti nell'anziano, i macrofagi fagocitano i batteri in maniera più lenta, il numero di globuli bianchi diminuisce e i linfociti T rispondono meno velocemente ai nuovi antigeni. Inoltre, spesso gli anziani sono soggetti pluripatologici e i pazienti con con-morbilità, soprattutto autoimmuni, hanno un rischio fino a 7 volte maggiore di sviluppare infezioni. Per quanto riguarda invece i fattori estrinseci, la probabilità infettiva è correlata alla tecnica di cannulazione e alla configurazione ECMO. Effettivamente, i pazienti sottoposti a ECMO che maggiormente vanno incontro a processi infettivi sono i soggetti sottoposti a circolazione veno-arteriosa, soprattutto con accessi vascolari centrali. Questo è dovuto al fatto che l'incannulazione centrale richiede un intervento chirurgico invasivo, alcune volte anche a torace aperto, il che espone il paziente, già compromesso di suo, a una serie di patogeni e agenti infettivi. Il rischio infettivo aumenta anche in caso di posizionamento di cannula in sede femorale, in quanto può facilmente entrare in contatto con liquidi biologici che rappresentano una fonte di proliferazione di batteri. Al contrario, è stato dimostrato che la tecnica di incannulazione associata a minor rischio infettivo è l'incannulazione giugulare a doppio lume. (9) Altro fattore esterno al paziente che influenza il rischio infettivo è la durata della circolazione extracorporea. In effetti, è presente un'associazione significativa tra durata del trattamento ECMO e sviluppo di infezioni. In particolar modo, è riportata una maggiore incidenza di episodi infettivi in trattamenti ECMO prolungati oltre i 30 giorni.

Per quanto riguarda invece le complicanze a livello ematologico troviamo sia eventi emorragici che eventi trombotici, entrambi incrementano in maniera più o meno significativa il tasso di mortalità nel paziente sottoposto ad ECMO. Il circuito ECMO, difatti, altera in maniera significativa il normale equilibrio emostatico del paziente. Se da un lato il contatto della componente ematica con le superfici del circuito provoca una

risposta infiammatoria e induce la formazione di trombi, dall'altro le condizioni instabili del paziente e la necessità di procedure invasive, associate all'uso di eparina per mantenere l'anticoagulazione, induce un maggiore rischio emorragico. La trombosi è uno degli effetti avversi più temuti ma anche più comuni. Essa è provocata dal contatto del sangue con le superfici non endoteliali delle varie parti che costituiscono il circuito, che provoca l'attivazione della coagulazione e della via fibrinolitica e una risposta infiammatoria. Per ridurre la sua incidenza, e di conseguenza la morbilità e mortalità ad essa correlata, si cerca di ridurre al minimo le dimensioni dei condotti del circuito ECMO in modo da diminuire la superficie non endoteliali che entrano in contatto con il circuito ematico, in questa maniera si riducono anche i siti di flusso turbolento, anch'essi favorevoli a fenomeni trombotici. I coaguli depositano più frequentemente all'interno dell'ossigenatore e/o in altri punti del circuito, questo può portare oltre che al mal funzionamento della macchina ECMO a fenomeni di tromboembolismo (10). Di fondamentale importanza è dunque monitorare quotidianamente l'ossigenatore e il circuito attraverso una semplice ispezione visiva. Per prevenire la formazione di coaguli e, di conseguenza, fenomeni trombotici, le linee guida ELSO (*Extracorporeal Life Support Organization*), raccomandano l'utilizzo di eparina continua per l'anticoagulazione durante ECMO. In particolare, nel momento di posizionamento delle cannule si consiglia un bolo di eparina di 50-100 UI/kg, mentre una volta eseguito il posizionamento si raccomanda un'infusione continua di eparina, la cui dose varia in base ai dati di laboratorio di PTT e/o ACT.

D'altra parte, questa necessità di anticoagulazione pone il soggetto sottoposto a ECMO ad un maggior rischio di sanguinamento. I principali siti di sanguinamento includono i siti di inserimento delle cannule, incisioni chirurgiche recenti, altri accessi vascolari presenti, organi interni (in particolare modo tratto gastrointestinale, naso, cervello, cavità toracica e addominale). La più pericolosa e temuta è l'emorragia cerebrale in quanto causa un rapido aumento della pressione all'interno del cranio, essendo uno spazio chiuso e rigido. Inoltre, richiede di essere drenata tramite tecnica chirurgica e non può essere fermata solo tramite pressione diretta sul sito di emorragia (11).

Le linee guida ELSO definiscono "maggiore" un sanguinamento quando sono presenti contemporaneamente tre condizioni: riduzione dell'emoglobina maggiore o uguale a 4

g/dl, trasfusione con 2 o più sacche di globuli rossi concentrati (GRC) in 24 ore e sanguinamento da siti critici (tratto gastrointestinale, cervello, polmone) o sanguinamento che richiede trattamento chirurgico (ad esempio sito di posizionamento cannule ECMO). Il sanguinamento comporta un problema non solo per il paziente stesso ma anche per il buon funzionamento del circuito ECMO in quanto, un'emorragia determina una riduzione della volemia e del flusso di sangue nel circuito, che conduce ad un aumento dei giri al minuto con possibile emolisi.

Dunque, il principale obiettivo a livello emodinamico è rappresentato dal raggiungimento e mantenimento di un livello di coagulazione terapeutica che permette un funzionamento ottimale del circuito ECMO, riducendo il rischio di eventi trombotici e minimizzando la possibilità di emorragie.

Un'altra tipologia di complicanze riguarda quelle legate al corretto funzionamento e alla corretta gestione e utilizzo della macchina ECMO: decannulazione accidentale, embolia gassosa all'interno del circuito extracorporeo, inefficacia della pompa e/o del polmone artificiale.

La decannulazione accidentale rappresenta una complicanza rara ma molto pericolosa per la vita del paziente in quanto va a compromettere repentinamente il supporto extracorporeo. Se la dislocazione riguarda la cannula di drenaggio, questa comporta l'aspirazione di una massiva dose di aria che porta all'interruzione del flusso. Se invece la decannulazione riguarda una cannula di reinfusione, questa comporta una corposa fuoriuscita di sangue, che può portare alla morte del paziente per dissanguamento in poco tempo. Le principali cause che possono portare alla rimozione delle cannule sono rappresentate da un errato fissaggio, da una trazione e movimentazione sbagliata durante la mobilizzazione e i trasferimenti del paziente e da errori o manovre brusche durante la medicazione del sito di inserimento delle cannule (6).

Un'altra complicanza è rappresentata dall'embolia gassosa, ossia dalla presenza di aria in quantità variabile all'interno del circuito. Se non individuata, l'aria può entrare nel circolo sistemico o in quello polmonare, creando situazioni rispettivamente di infarti cerebrali e periferici o polmonari. Le sorgenti d'aria più comuni sono rappresentate dalla fase di connessione del circuito alle cannule, da deconnessioni accidentali del raccordo tra

cannula e sistema di drenaggio o dalla somministrazione di terapie tramite vie parenterali centrali o venose, o errori di gestione del catetere venoso centrale (12).

Le principali situazioni che possono causare l'inefficacia della pompa sono carenza energetica, malfunzionamento del motore o della console o problema di comunicazione tra i due, disaccoppiamento tra la campana e la pompa e trombosi a livello della campana con compromissione del flusso. Questo porta a un'incapacità del circuito di sostenere un flusso idoneo a rispondere alle richieste di ossigeno e supporto cardiaco di tutto il corpo. Oltre che alla pompa, anche il polmone artificiale può andare incontro a malfunzionamento, compromettendo quindi in maniera negativa ossigenazione e decapneizzazione. Infatti, il polmone rappresenta la componente del circuito che con maggiore frequenza viene coinvolta da deposizione di fibrina, trombi o coaguli. Per monitorare ciò e prevenire quindi l'insorgenza di complicanze è di fondamentale importanza in primis l'osservazione diretta della membrana del polmone artificiale. L'efficacia del polmone può essere valutata e monitorata anche attraverso l'emogasanalisi, che danno un'indicazione chiara dei parametri respiratori del paziente. In conclusione, la procedura ECMO è una procedura altamente complessa che spesso può comportare una serie di complicanze che mettono in pericolo la vita del paziente; il riscontro delle complicanze e il loro trattamento è un processo multidisciplinare che coinvolge una serie di figure diverse. In particolar modo, compito dell'infermiere, è quello di collaborare in modo attivo, soprattutto nel monitoraggio del paziente per cogliere prontamente le principali complicanze e contribuire al supporto del paziente durante la loro risoluzione.

### **2.2.2 indicazioni all'utilizzo dell'ECMO nei pazienti affetti da Covid-19**

A partire da febbraio 2020, tutta l'Europa e non solo, si è trovata ad affrontare una pandemia caratterizzata da un gran numero di malati critici, molti dei quali presentavano una condizione nota con il termine di ARDS. Questa sigla sta a significare sindrome da distress respiratorio acuto, un quadro patologico caratterizzante molte forme gravi della nuova malattia da covid-19. ARDS si contraddistingue per un alto tasso di mortalità, causato da un quadro di ipossiemia e distress respiratorio di difficile correzione con il

convenzionale trattamento con l'ossigenoterapia. Questi pazienti sono per lo più soggetti con età avanzata, affetti da diverse comorbidità, tra le quali le più comuni sono diabete, neoplasie e malattie cardiovascolari, e spesso presentano un sistema immunitario debilitato. In questi casi, è richiesto un'identificazione precoce di malattia e un trattamento mirato in terapia intensiva per una terapia e un'assistenza di supporto ottimizzati immediati. Tuttavia, nei casi gravi di ARDS, l'ipossiemia refrattaria può progredire a deteriorarsi nonostante il trattamento intensivo con ossigenoterapia. L'OMS (organizzazione mondiale della sanità) ha suggerito dunque l'uso della circolazione extracorporea per aiutare la funzione respiratoria in questi pazienti. L'uso dell'ECMO nei casi di ipossiemia refrattaria è stato sperimentato precedentemente, sia durante la pandemia da MERS-CoV (Middle East respiratory syndrome coronavirus infection) nel 2012, sia nel trattamento della polmonite virale durante la pandemia da influenza H1N1 del 2010. In ambedue i casi è stato dimostrato come l'uso dell'ECMO, nella maggior parte dei casi della tipologia veno-venoso, abbia ridotto i tassi di mortalità rispetto alle convenzionali cure respiratorie. Dunque, considerando da un lato gli effetti positivi ottenuti dall'utilizzo dell'ECMO nelle precedenti pandemie, e dall'altro la reversibilità dell'infezione da COVID-19, è stato consigliato l'utilizzo della circolazione extracorporea nelle forme più gravi; laddove l'ossigenoterapia e altri trattamenti convenzionali non portano un miglioramento delle condizioni cliniche del paziente. Le linee guida ELSO, raccomandano di non iniziare il trattamento ECMO prima di aver testato tutte le terapie standard per l'ARDS, in quanto come abbiamo visto nel capitolo precedente, il posizionamento dell'ECMO comporta una serie di complicanze che possono andare a peggiorare ulteriormente la stabilità del paziente e aumentarne la sua mortalità e morbilità. Sempre le linee guida ELSO riportano una serie di criteri da esaminare e seguire per valutare quando un paziente con ARDS può essere trattato con ECMO. Queste linee guida riportano che *“VV-ECMO dovrebbe essere considerato quando*

- *PaO<sub>2</sub>/FiO<sub>2</sub> inferiore a 150mmHg,*

- *Uno qualsiasi di PaO<sub>2</sub>/FiO<sub>2</sub> inferiore a 60mmHg per più di 6 ore consecutive, PaO<sub>2</sub>/FiO<sub>2</sub> inferiore a 50mmHg per più di 3 ore consecutive, pH inferiore a 7,20 e PaCO<sub>2</sub> superiore a 80mmHg per più di 6 ore*

- *Nessuna controindicazione all'ECMO*

*Oppure*

- *PaO<sub>2</sub>/FiO<sub>2</sub> inferiore a 150mmHg,*
- *pH inferiore a 7,20 e PaCO<sub>2</sub> superiore a 80mmHg per più di 6 ore*
- *Nessuna controindicazione all'ECMO (13)*

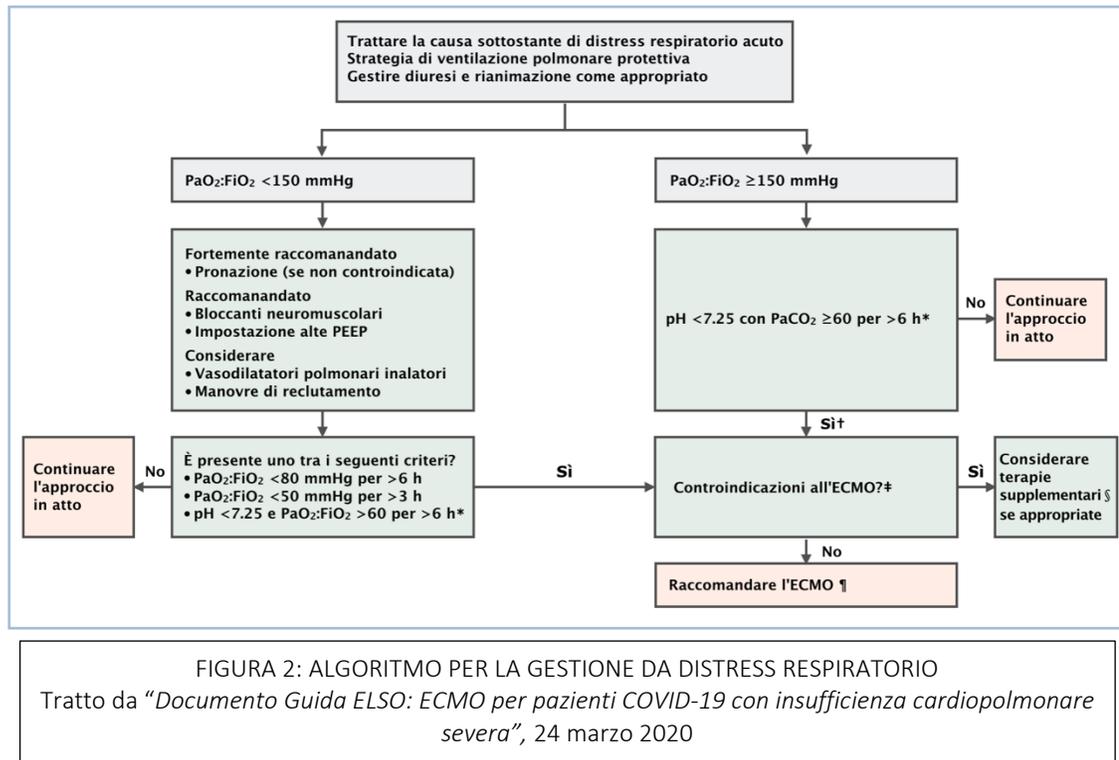
Tuttavia, le linee guida ELSO non sono le uniche che hanno sviluppato criteri per il trattamento ECMO dei casi Covid più gravi. Ad esempio, le linee guida di EOLIA (ECMO to rescue lung injury in severe ARDS) riportano i seguenti parametri per iniziare a considerare un trattamento con ECMO V-V in un soggetto ipotesico:

- *PaO<sub>2</sub>/FiO<sub>2</sub> inferiore a 50mmHg per più di 3 ore consecutive,*
- *PaO<sub>2</sub>/FiO<sub>2</sub> inferiore a 80mmHg per più di 6 ore consecutive,*
- *pH inferiore a 7.25 con PaCO<sub>2</sub> superiore o uguale a 60mmHg per sei ore con frequenza respiratoria impostata a 35 atti al minuto con impostazioni ventilatore che permettano una pressione di plateau inferiore o uguale a 32cmH<sub>2</sub>O nonostante l'ottimizzazione della ventilazione FiO<sub>2</sub> superiore o uguale 80%, volume tidal 6ml/kg su peso ideale, PEEP superiore o uguale a 10cmH<sub>2</sub>O (6)*

Ovviamente, prima di procedere al trattamento ECMO occorre un esame più generale del paziente utile per rilevare tutte quelle controindicazioni che comporterebbero esiti subottimali. Le controindicazioni relative, sempre riportate dalle linee guida ELSO sono:

- *età avanzata*
- *Lesioni irreversibili o terminali*
- *Emorragia a livello del SNC*

- Immunosoppressione farmacologica maggiore (conta neutrofili inferiore a 400/mm<sup>3</sup>)
- Parametri ventilatori elevati per 7 o più giorni, compresa FiO<sub>2</sub> superiore a 90% (14)



### 2.3 L'assistenza infermieristica al paziente affetto da Covid-19 e sottoposto a ECMO

L'assistenza infermieristica al paziente covid sottoposto a circolazione extracorporea rappresenta un'importante sfida a livello professionale dal momento che l'infermiere si trova di fronte ad un'elevata complessità tecnologica, assistenziale e multidisciplinare. L'assistenza fornita a questa tipologia di paziente deve essere un'assistenza di tipo globale, in cui si vanno a soddisfare non solo i bisogni avanzati dettati dalla complessità del circuito ECMO e dell'instabilità e criticità della situazione; ma anche un'assistenza di base, in cui l'infermiere si va a sostituire ai bisogni basilari della persona che, indubbiamente, in questa condizione di criticità non riesce a espletare in autonomia.

Per quanto riguarda l'assistenza infermieristica di base, essa si articola su due componenti fondamentali: l'igiene e la cura della persona e la prevenzione dell'integrità cutanea e delle lesioni da pressione.

Per quanto riguarda l'igiene, essa viene effettuata direttamente al letto del malato e pone particolare importanza soprattutto all'igiene perineale e all'igiene del cavo orale. Essa ha come scopo sia migliorare il confort del paziente stesso, sia ridurre le infezioni iatrogene a cui il paziente è esposto e a cui è particolarmente suscettibile visto la situazione di instabilità che lo caratterizza. Inoltre, il momento dell'igiene è un momento importante in cui si ha la possibilità di vedere e ispezionare l'intera superficie corporea e ricercare così segni di sanguinamento o l'insorgenza di lesioni da pressione.

Logicamente, tali manovre pongono il paziente in uno stato di alterazione dei parametri fisiologici dovuti alla sua mobilizzazione. Le principali alterazioni riguardano l'aumento della frequenza cardiaca e della pressione arteriosa, la riduzione della saturazione e incremento nel consumo di ossigeno determinati dalla desaturazione e da alterazioni del flusso ECMO legati ai movimenti di mobilizzazione. Per evitare queste brusche variazioni è importante valutare attentamente il livello di sedazione sia prima che dopo la manovra di igiene, aumentando eventualmente il livello di sedazione durante il periodo della mobilizzazione. Inoltre, durante queste manovre, l'infermiere deve porre attenzione alla mobilizzazione del paziente per prevenire decanulazioni accidentali con conseguente cospicua perdita di sangue che può portare in pochi istanti al decesso del paziente. Inoltre, durante la manovra dell'igiene, l'infermiere deve fare attenzione che le varie cannule non rimangano piegate in quanto il flusso ematico verrebbe rallentato o addirittura interrotto. L'igiene del cavo orale ha lo scopo di ridurre la flora batterica della bocca e impedire la sua sedimentazione che può facilmente portare a infezioni, tra le quali la più comune è la polmonite da ventilazione meccanica (VAP). Anche tale procedura non è esente da rischi in quanto, con manovre errate o con l'utilizzo di presidi non idonei, si possono creare traumatismi a carico delle mucose con conseguente rischio di sanguinamento. Per questo, è raccomandato utilizzare uno spazzolino a setole morbide per evitare traumatismi della mucosa del cavo orale. Anche il momento dell'aspirazione comporta un elevato rischio di sanguinamento. Per questo è importante, in primis, controllare la pressione di

aspirazione e ridurla al minimo per evitare lesioni delle mucose; in particolar modo nei pazienti a più alto rischio di sanguinamenti attivi del cavo orale la pressione può essere ridotta da -150mmHg a -50mmHg. In soggetti con rischio elevato di emorragia è consigliato evitare sia la manovra di aspirazione che la manovra di pulizia con sete morbide e limitarsi all'irrigazione del cavo orale con clorexidina (6).

Un altro punto cardinale nell'assistenza di base del paziente Covid sottoposto a ECMO è la valutazione e prevenzione delle lesioni da pressione. Difatti, durante la circolazione extracorporea il paziente passa la maggior parte del tempo immobile nel letto, munito di materasso antidecubito, ma comunque sottoposto a pressione diretta di punti critici già ipoperfusi a causa della grave ipossiemia. Dunque, i pazienti sottoposti a circolazione extracorporea sono sottoposti a due principali fattori di rischio per l'insorgenza di lesioni da pressione: da un lato un quadro di alterazione della perfusione tissutale, dall'altro la presenza delle cannule ECMO che incrementano il rischio lesivo lungo tutto il loro decorso. Per ridurre quest'ultimo rischio si possono posizionare placche di idrocolloide in corrispondenza delle prominenze ossee o lungo i punti maggiormente esposti alla pressione delle cannule lungo il loro percorso.

Inoltre, i problemi di sicurezza relativi all'instabilità emodinamica, alla scarsa perfusione e allo smontaggio o alla decannulazione accidentale del catetere ECMO inducono preoccupazione nel personale infermieristico, che di conseguenza tende a mobilitare meno questi pazienti rispetto ad altri incrementando il rischio di ulcere da pressione. Per di più, molti di questi soggetti è obbligato a mantenere posture statiche per lungo tempo, come ad esempio la posizione prona che obbliga il paziente a uno stato di immobilità prolungata oltre all'assunzione di posizioni non fisiologiche che aumentano ulteriormente la possibilità di sviluppare lesioni.

L'assistenza infermieristica ai pazienti covid sottoposti a circolazione extracorporea non si esplica tuttavia solo in un'assistenza di base, ma implica inoltre un aspetto più complicato in cui l'infermiere deve gestire la complessità della situazione; in primis l'instabilità clinica del paziente e ovviamente la complessità tecnologica e di gestione dei dispositivi che costituiscono l'ECMO. Diventa quindi essenziale che l'infermiere sia adeguatamente preparato ed esperto nell'assistere questo tipo di pazienti; l'infermiere

deve inoltre capire la fisiologia e le eventuali alterazioni, deve essere in grado di pensare ed organizzare un idoneo piano assistenziale in modo da prevenire le eventuali complicanze correlate. Oltre a ciò, l'infermiere deve espletare tutte queste azioni in modo scientificamente corretto. È dunque fondamentale che l'infermiere abbia una solida preparazione in area critica e terapia intensiva, nonché solide conoscenze riguardo il supporto extracorporeo, le sue componenti, il suo monitoraggio e le complicanze correlate.

L'assistenza infermieristica avanzata si basa soprattutto sulla medicazione e cura delle cannule, sul monitoraggio emodinamico e respiratorio, sulla valutazione globale del paziente, sul controllo dello stato di sedazione e stato di coagulazione (6).

La medicazione del sito di inserzione delle cannule ECMO è uno dei momenti più delicati dell'assistenza infermieristica. Infatti, in primo luogo, l'anticoagulazione sistemica comporta un maggior rischio di sanguinamento che può formarsi al rinnovo della medicazione stessa, in secondo luogo, manovre brusche o errate potrebbero portare alla decannulazione con conseguenze molto gravi. Per prevenire sanguinamenti locali è fondamentale, durante la rimozione della medicazione, non rimuovere coaguli; soprattutto in corrispondenza del sito di inserzione delle cannule. È opportuno irrigare la sede delle cannule con soluzione fisiologica ed effettuare l'asepsi con clorexidina al 2%, i coaguli mobili saranno rimossi autonomamente, quelli che rimangono attaccati alla cute, non dovranno essere rimossi. Per prevenire invece la decannulazione accidentale, la medicazione deve essere rimossa con cura, in senso cranio-caudale. Inoltre, è fondamentale fissare le cannule lungo il loro decorso con medicazioni e bende idonee, in modo da prevenire trazionamenti involontari. In questo modo non solo si previene lo spostamento accidentale delle cannule ECMO ma si protegge anche l'arto da lesioni da decubito (15).

Altro elemento fondamentale è il monitoraggio respiratorio, effettuato in primis con emogasanalisi, che permette di comprendere la risposta metabolica e respiratoria dell'interazione tra ECMO e paziente. In una configurazione ECMO V-V è di fondamentale importanza valutare gli scambi respiratori; dunque, si predilige un emogas

arterioso rispetto a uno venoso. Si vanno a valutare in particolar modo  $pO_2$ ,  $pCO_2$ , pH,  $HCO_3^-$  e BE.

Oltre ai valori dati dall'interazione tra sistema respiratorio e metabolico, l'EGA mi da informazioni su altri valori importanti quali i lattati, che riflettono il metabolismo anaerobio, emoglobina, che mi permette di identificare stati di ipovolemia; glicemia ed elettroliti.

Altrettanto importante è il monitoraggio emodinamico; nell'ECMO V-V esso comprende il monitoraggio continuo della gittata cardiaca tramite catetere arterioso, la saturimetria venosa e mista e la NIRS (Near Infrared Spectroscopy). La valutazione volemica permette di rilevare precocemente uno stato di ipovolemia, situazione da risolvere nel minor tempo possibile per evitare outcome sfavorevole e che può compromettere il trasporto di ossigeno.

Altro monitoraggio essenziale è rappresentato dalla coagulazione. Tra i principali test per l'analisi dello stato coagulativo troviamo il tempo di coagulazione attivato (ACT), il tempo di attivazione piastrinica (aPTT), l'analisi dei fattori della coagulazione (D-dimero, fibrinogeno, antitrombina III, pT) ed il tromboelastogramma (TEG). ACT è il test maggiormente usato nei centri ECMO per il monitoraggio rapido della coagulazione. Non fornisce tutte le informazioni circa la coagulazione del paziente ma da un'immagine globale del tempo necessario per un campione di sangue ad attivare la cascata della coagulazione e la formazione del coagulo. Il range terapeutico è compreso tra 180 e 220 secondi, valori inferiori indicano uno stato coagulativo sviluppato e quindi maggiori probabilità di andare incontro a complicanze trombotiche; al contrario valori superiori indicano uno stato di anticoagulazione.

Per quanto riguarda invece la valutazione globale del paziente, nel soggetto sottoposto a ECMO, al fine di rilevare non solo i parametri vitali, ma anche l'adeguatezza dei dispositivi medici, è raccomandato l'esame testa-piedi. Il primo distretto da analizzare è quello testa-collo dove si va ad analizzare, in primis, lo stato di coscienza e/o il grado di sedazione. Il grado di sedazione è esaminato attraverso una scala validata, la RAAS: il paziente deve essere ben adattato al supporto ECMO; dunque, il grado di sedazione deve essere adeguato così da garantire il confort della persona e ridurre al minimo movimenti

involontari che possano portare a dislocazione delle cannule. Per questo la maggior parte dei pazienti sottoposti a circolazione extracorporea sono sottoposti a sedazione profonda (RAAS -4 o -5) (16).

Il secondo punto della valutazione testa-collo è rappresentato dal controllo delle vie aeree, utile per identificare emorragie del cavo orale e per verificare il corretto fissaggio del tubo endotracheale, per prevenire estubazioni accidentali, del SNG e di eventuali ulteriori dispositivi, quali il catetere di Swan Ganz o la cannula giugulare.

Il successivo step nell'esame testa-piedi prevede l'analisi del torace. Esso viene eseguito tramite un esame obiettivo che comprende palpazione, osservazione e auscultazione volto a identificare anomalie nella meccanica respiratoria, a rilevare cianosi centrale o ecchimosi. L'infermiere deve inoltre monitorare l'eventuale presenza di drenaggi toracici e/o ferite a livello toracico. A livello toracico è prevista anche l'analisi del ritmo cardiaco ed eventuali anomalie, la presenza e la rilevazione delle pressioni invasive e la valutazione della temperatura corporea centrale.

Successivamente l'infermiere si sofferma sul distretto addome-pelvi; in questa sezione l'infermiere valuta attentamente possibili fonti emorragiche soprattutto in corrispondenza dell'inserzione delle cannule. Un ulteriore monitoraggio è rappresentato dal controllo della diuresi che permette di identificare l'ipoperfusione del paziente, con la rappresentazione clinica di oligo-anuria.

Dopo di che l'infermiere analizza le estremità sia superiori che inferiori. Di particolare importanza è l'esame degli arti inferiori che possono essere soggetti a danni ipoperfusivi, soprattutto l'arto interessato dalla cannulazione ECMO. È dunque fondamentale rilevare precocemente i segni di ipoperfusione, come pallore, cianosi ed algidità.

Ovviamente dopo aver analizzato in maniera completa il paziente, è fondamentale esaminare anche il circuito ECMO. Nell'analisi dell'ECMO devono essere presi in considerazione l'analisi dei punti di inserzione delle cannule, l'ispezione del circuito e dell'ossigenatore ed i valori sull'ECMO. Prima di esaminare il sistema ECMO-paziente occorre controllare alcuni elementi essenziali riguardanti il device quali la console ECMO e la connessione elettrica e dei gas; la consolle deve infatti essere collegata ad una presa di corrente dedicata, collegata al generatore di emergenza; mentre i gas devono essere

collegati sia a muro che sul dispositivo. Successivamente l'infermiere passa alla valutazione delle cannule di drenaggio e di infusione; esse devono essere ispezionate per ricercare segni di sanguinamento e/o di flogosi. Dopo di che si passa al controllo del circuito; si ispeziona se i dispositivi sono connessi tra di loro e al paziente in maniera corretta, se sono presenti coaguli, bolle d'aria o accumuli di fibrina. Per quanto riguarda invece i parametri, essi sono a carico del perfusionista cardiovascolare e al medico; tuttavia, l'infermiere ha un ruolo fondamentale per il monitoraggio e il mantenimento di questi parametri. In particolar modo, l'infermiere collabora con queste due figure principalmente attraverso il controllo visivo con una semplice pila o fonte luminosa dell'ossigenatore al fine di rilevare aggregati trombotici e attraverso l'osservazione del circuito (in particolare nei punti di connessione delle varie strutture e nei punti di accesso) per assicurare l'assenza di perdite. L'infermiere ha inoltre il compito di controllare che le varie cannule non rimangano mai compresse, soprattutto in seguito a manovre di mobilizzazione o trasporto del paziente, in quanto comporterebbero un'interruzione o un rallentamento del flusso ematico. Per questo motivo è consigliato lasciarle sempre ben visibili e non coprirle con lenzuola o coperte.

Infine, ma non per importanza, l'infermiere ha un ruolo fondamentale nel comunicare con i familiari dei pazienti e nell'assistere e sostenerli dal punto di vista psicologico durante questo difficile periodo. Avere un caro ricoverato in condizioni gravi è un evento molto stressante soprattutto dal punto di vista mentale; ancor di più se il soggetto si trova in completo isolamento e dunque risulta impossibile stargli vicino fisicamente. Il momento del contatto e della comunicazione è un momento delicato e fondamentale tanto quanto le altre procedure assistenziali. È importante ricordare, infatti, che il tempo dedicato alla comunicazione è a tutti gli effetti tempo di cura ed anch'essa richiede competenze e conoscenze specifiche; soprattutto durante una pandemia dove anche il processo di relazione con le famiglie ha subito profondi cambiamenti. La comunicazione con le famiglie assume non solo l'obiettivo di fornire notizie sulla malattia e sulle opzioni terapeutiche ed ottenere informazioni sul paziente stesso; ma anche di consentire ai familiari di esprimere le proprie emozioni e sentimenti. E' perciò fondamentale che la famiglia riceva notizie almeno una volta al giorno, più frequentemente in caso di

deterioramento delle condizioni cliniche del paziente. I pilastri per una comunicazione efficace sono la verità, la coerenza e la gradualità. Tutti i membri dell'equipe sanitaria devono essere chiari nel comunicare le varie notizie evitando ambiguità; per evitare ciò e per garantire continuità è preferibile che siano sempre le stesse persone a comunicare con i familiari. È essenziale inoltre essere sempre onesti con i cari del malato, anche nel comunicare cattive notizie la verità deve essere offerta in maniera onesta; procedendo sempre in maniera graduale e rispettando soprattutto la loro volontà riguardo il desiderio di essere informati o meno (17).

### 3. MATERIALI E METODI DELLA REVISIONE

L'obiettivo di questa revisione di letteratura è mettere in luce le difficoltà dell'assistenza infermieristica nel gestire un paziente Covid-19 sottoposto a circolazione extracorporea, e le principali complicanze e ostacoli con cui si interfacciano quotidianamente.

Il quesito di ricerca dal quale ho preso spunto per condurre lo studio per il mio elaborato è il seguente: *“come si articola l'assistenza infermieristica al paziente affetto da Covid-19 sottoposto a ECMO?”*

La revisione di letteratura è stata condotta analizzando i quattro elementi componenti il PICO, come descritto nella tabella sottostante

<b>P</b>	Paziente Covid sottoposto a ECMO
<b>I</b>	Assistenza infermieristica
<b>C</b>	/
<b>O</b>	Migliorare il benessere del paziente

PICO di ricerca

Le parole chiave utilizzate per la ricerca, combinate con l'operatore booleano AND e appartenenti alla raccolta Mesh del Thesaurus sono: *covid, nursing assistance, ECMO*. Altre parole chiave utilizzate nella ricerca sono: *complications, nursing, covid-19, extracorporeal circulation, infections, bleeding and thrombotic*.

La ricerca è stata svolta consultando la banca dati internazionali di PUBMED utilizzando apposite stringe di ricerca per analizzare gli articoli. Non ho riportato tra i filtri per la selezione degli articoli un limite temporale in quanto essendo un argomento nuovo, i documenti più vecchi risalivano al 2020. Gli articoli analizzati erano in lingua inglese, tutti con disponibilità di full text.

Le stringe di ricerca utilizzate per la ricerca degli articoli sono 4. La prima è *“covid AND ECMO and nursing assistance”* e ha generato 8 risultati di cui, dopo la lettura dell'abstract, ne ho selezionato 1 per l'analisi più approfondita. La seconda stringa di

ricerca è *“ECMO AND covid AND nursing assistance”* e mi ha permesso di trovare 64 articoli, di cui ne ho selezionato 6 per lo studio, uno di questi corrispondeva all’articolo trovato grazie alla precedente ricerca. Grazie alla terza stringa *“ECMO AND covid AND nursing AND complications”* ho trovato 26 articoli, di cui ne ho scelti 2; uno di questi risultava anche grazie alla stringa precedente. Infine l’ultima stringa inserita è *“ECMO AND covid AND complications”*, da questa risultano 621 risultati di cui ne ho scelto 5. (vedi tabella allegato 1)

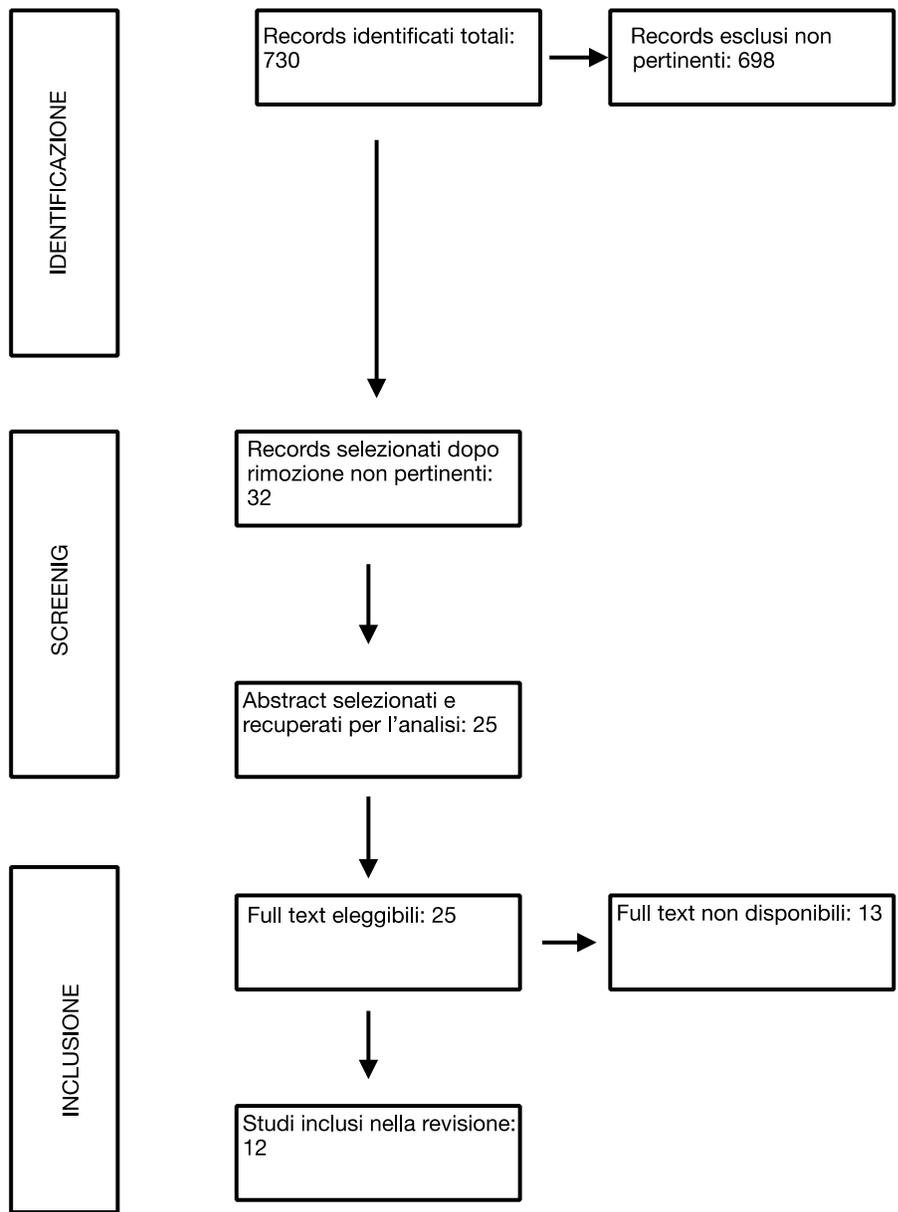


FIGURA 3: PRISMA FLOW CHART



#### 4. RISULTATI

L'obiettivo della tesi è mettere in evidenza la complessità dell'assistenza infermieristica ai pazienti Covid sottoposti ad ECMO e le principali complicanze riscontrate dai professionisti sanitari durante l'assistenza a questi utenti. Infatti, l'infermiere si trova a dover gestire un paziente altamente complesso dal punto di vista assistenziale; la circolazione extracorporea richiede competenze e conoscenze specifiche che non tutti i professionisti di terapia intensiva possiedono. Per di più la situazione è ulteriormente complicata dal fatto che questi pazienti sono anche affetti da Covid-19, il che rende la loro gestione estremamente più elaborata e macchinosa.

Il primo ostacolo è rappresentato dal fatto che l'infermiere deve svolgere tutti questi difficili compiti con gli adeguati DPI, il ciò comporta molta più fatica ed attenzione. Essendo a diretto contatto con l'utente che risulta essere privo di mascherina e eseguendo molte procedure che generano aerosol (come ad esempio aspirazione dell'espettorato, igiene del cavo orale), gli infermieri devono avere un adeguato livello di protezione, che comprende occhiali di protezione, filtrante facciale, camice con maniche lunghe, copri scarpe e guanti, quindi un secondo camice sterile ed un secondo paio di guanti, facendo attenzione che il polsino si sovrapponga alla manica del camice. Il processo di vestizione, e ancor di più il processo di svestizione, è di fondamentale importanza per prevenire infezioni tra il personale di assistenza (15). È importante rispettare la zona "sporca/contaminata", chiamata zona calda; dalla zona pulita, conosciuta invece come zona fredda. È necessario dunque trovare un equilibrio durante ciascun turno di lavoro tra fornire una terapia efficiente e la sicurezza del personale mediante l'uso corretto del DPI, la suddivisione tra zona calda e fredda e il coinvolgimento solo del numero necessario di medici e infermieri nelle zone calde. Tutto questo richiede un alto livello di attenzione e concentrazione per l'infermiere durante tutta la durata del turno. Inoltre, lavorare con i dispositivi di protezione individuale è stancante anche dal punto di vista fisico; difatti i camici isolanti provocano sudorazione, la respirazione con i filtranti facciali è limitata e più faticosa. (18) Oltre a ciò, le maschere per il viso rappresentano un ostacolo per la comunicazione, soprattutto a distanza. Anche la sensazione tattile è modificata a causa

dall'uso di plurimi strati di guanti e ciò richiede molta più attenzione del solito, soprattutto per le manovre più precise e delicate (19). Il fatto di avere pazienti infetti non rappresenta una difficoltà solo per la loro assistenza ma anche per l'organizzazione del presidio ospedaliero stesso. Occorre infatti avere a disposizione strutture preparate ed attrezzate a fornire il supporto ECMO e che possano, allo stesso tempo, assicurare stanze adatte per garantire l'isolamento ed evitare il propagarsi del contagio. Per di più, la necessità di isolamento di questi pazienti rappresenta una fonte di stress e preoccupazione anche per i familiari stessi. (20) Un'ulteriore complicanza nella gestione infermieristica di questi pazienti è rappresentata dalla posizione prona. Difatti, molti di questi pazienti vengono pronati durante il trattamento ECMO; tale manovra rappresenta un momento molto delicato nella gestione, tuttavia è stato dimostrato che migliora i tassi di sopravvivenza. La posizione prona, difatti, riduce il collasso dei segmenti polmonari dorsali e l'eccessiva distensione di quelli ventrali. Inoltre, ottimizza il reclutamento alveolare e migliora il drenaggio. (21) La complicanza principale di tale manovra è la decannulazione accidentale, che può avvenire nel momento stesso della pronazione, ma anche in ogni sua fase. Per ridurre questo rischio la manovra di pronazione deve essere eseguita da un team di esperti, composto da almeno sei soggetti, ognuno dei quali occupa un ruolo ben preciso. Almeno uno di questi deve dedicarsi unicamente al controllo dei vari tubi e cannule e al loro maneggiamento durante l'intera manovra. (22). Un'ulteriore elemento di difficoltà nella gestione del paziente prono è rappresentato dall'aumentato rischio di sviluppare decubiti; il paziente si trova infatti in una posizione non fisiologica e immobile per molte ore consecutive. È utile dunque cercare di scaricare i punti di maggiore pressione con l'utilizzo di cuscini, effettuare micro-sposamenti e piccoli cambi di posizione; ad esempio, nella posizione della testa, assicurarsi di non posizionare il paziente direttamente sui dispositivi ed evitare strati di lenzuola o teli non necessari tra la persona e il materasso in modo da evitare la formazione di pieghe.

Infine, ma non per importanza, un'ulteriore difficoltà nella gestione di questi pazienti è la prevenzione e il monitoraggio delle complicanze, in particolar modo delle infezioni e delle emorragie e/o fenomeni trombotici. Le infezioni, difatti, sono tra le complicanze più comuni durante l'utilizzo dell'ECMO ed influenzano negativamente la mortalità e la

morbilità dei pazienti. Questo è dovuto principalmente al fatto che i soggetti sottoposti a circolazione extracorporea hanno condizioni cliniche generalmente molto critiche e questo va ad alterare il sistema immunitario; inoltre presentano numerosi cateteri (accessi venosi periferici e centrali, catetere vescicale, cannule ECMO, tubo endotracheale) che rappresentano una fonte d'ingresso per numerosi patogeni. (23). La maggior parte di queste infezioni si sviluppa a livello del torrente ematico e può facilmente portare il paziente a sepsi. L'infermiere ha un ruolo fondamentale nel prevenire lo sviluppo di questo fenomeno. (9) In particolar modo deve gestire i vari accessi presenti rispettando l'asepsi e la sterilità delle varie manovre, deve ispezionare quotidianamente i siti di inserzione per cogliere i segni di flogosi (quali rossore, gonfiore, calore) e deve monitorare le condizioni generali del paziente e i valori dei suoi esami ematochimici per rilevare precocemente i minimi cambiamenti che possono far sospettare un'infezione (incremento leucociti, aumento temperatura corporea). Inoltre, in caso sia prescritta la profilassi antibiotica, l'infermiere ha il compito di somministrarla in maniera adeguata e nel momento corretto. Tuttavia, le linee guida ELSO non raccomandano l'utilizzo dell'antibiotico profilassi e di eventuali culture di sorveglianza come metodo per prevenire il diffondersi di infezioni. L'infermiere ha un ruolo altrettanto importante nel monitoraggio e nell'individuazione precoce delle complicanze emorragiche e/o trombotiche. (24). Sanguinamento e trombosi sono due complicazioni gravi legate all'utilizzo dell'ECMO e sono correlate rispettivamente all'utilizzo dell'eparina e all'aumento dei livelli di fibrinogeno. È estremamente difficile raggiungere un equilibrio ottimale di coagulazione per prevenire da un lato il sanguinamento e dall'altro la trombosi e per questo è di fondamentale importanza monitorare i due parametri costantemente. In particolar modo, per quanto riguarda l'emorragia l'infermiere deve controllare i possibili siti di sanguinamento per identificare precocemente sanguinamenti in vivo; ad esempio, i siti di incanalazione, naso, bocca, eventuali accessi venosi ed eventuali ferite chirurgiche (25). Inoltre, l'infermiere deve eseguire i prelievi ematici venosi e/o arteriosi e verificarne i parametri in collaborazione con il medico; in particolare ACT (tempo di coagulazione attivato), PT, aPTT e fibrinogeno. Per quanto riguarda invece il rischio trombotico, la trombosi in vivo non è comune quanto il sanguinamento; tuttavia, è molto frequente la

formazione di coaguli a livello del circuito e soprattutto l'embolia polmonare, complicanza più temuta della trombosi, che aumenta in maniera significativa la mortalità di questi soggetti. La formazione di questi può essere rilevata dall'incremento dei livelli ematici di D-Dimero, un prodotto di degradazione della fibrina (proteina responsabile della formazione di coaguli nei vasi sanguigni). L'infermiere deve osservare attentamente i possibili segni che possono indicare tromboembolismo venoso quali cambiamenti di colore e temperatura della pelle ed edema. È importante inoltre controllare l'eventuale insorgenza improvvisa di ipossia, distress respiratorio e ipotensione in quanto potrebbero indicare un tromboembolismo polmonare, una delle complicanze più temute della trombosi. Inoltre, l'infermiere ha il compito di osservare i vari componenti del circuito in modo da rilevare precocemente piccoli coaguli in formazione (26).

Per fornire adeguatamente tutto ciò è necessario un elevato livello di istruzione e formazione di tutto lo staff sanitario. Quando si fornisce ECMO a pazienti con Covid, la diligenza nella cura del paziente, la gestione infermieristica e il monitoraggio del circuito ECMO sono essenziali nell'assistenza infermieristica. È fondamentale dunque addestrare ed aggiornare gli infermieri costantemente sulle buone pratiche da mettere in atto, creando, qualora le risorse lo permettano, un ECMO team specializzato nell'assistenza di questa tipologia di pazienti.

Grazie a questa revisione di letteratura è emerso dunque quanto complessa e articolata sia l'assistenza ad un paziente sottoposto a circolazione extra corporea, e quanto altrettanto sia faticosa la cura di un paziente colpito da Covid. Se consideriamo questi due aspetti nella contemporaneità, ne risulta, per quanto concerne il compito dell'infermiere, un grado di difficoltà estremamente elevato. Per tale motivo, il rapporto paziente infermiere dovrebbe essere 1:1. Tuttavia, ciò non è sempre possibile se pensato in un periodo di pandemia, dove i casi di infezione sono tanti e anche il personale stesso è quotidianamente esposto al rischio di contagio.

## 5. DISCUSSIONE E CONCLUSIONI

Dallo studio condotto, sono emersi diversi punti di riflessione in merito all'assistenza infermieristica al paziente affetto da Covid-19 e sottoposto a circolazione extracorporea e alle complessità e difficoltà incontrate dall'infermiere stesso nel gestire questa tipologia di pazienti. La maggior parte degli articoli analizzati aveva come scenario un ospedale non italiano, in particolar modo statunitense o cinese; tuttavia, le stesse problematiche si rispecchiano anche nella realtà del nostro Paese. I risultati emersi dall'analisi mostrano come i principali ostacoli a cui l'infermiere deve far fronte nell'assistenza di questi pazienti sono l'utilizzo protratto di numerosi dispositivi di protezione individuali, il fatto di assistere un paziente che spesso viene sottoposto a pronazione e la necessità di monitorare attentamente e cogliere precocemente le numerose complicanze che si possono sviluppare, in particolar modo infezioni, sanguinamenti e trombosi. Visti i risultati, si auspica in un futuro di poter agevolare i professionisti sanitari nell'assistenza a questi pazienti, rendendo da un lato il loro lavoro meno pesante e aumentando anche il livello e la qualità di assistenza fornita.

È pur vero che non si sa per quanto tempo il Covid continuerà ad essere presente nella nostra società e a generare infezioni che necessitano di questo trattamento intensivo; tuttavia, questi problemi devono essere risolti anche in un'ottica futura. Infatti, in primis, questa tipologia di assistenza può essere fornita anche ad altri pazienti, che presentano quadri patologici simili all'infezione generata da Covid-19 e richiedono un trattamento intensivo con circolazione extracorporea. Per di più, non si può escludere l'arrivo di nuove pandemie simili a quella generata dal sars-cov-2, vista la costante scoperta di nuovi virus o la mutazione continua di virus già esistenti.

Per risolvere questi problemi, si dovrebbe implementare il personale infermieristico in modo da riuscire a offrire un'assistenza personalizzata e garantire così un rapporto infermiere-paziente 1:1 come richiesto per questa tipologia di utenti. Inoltre, sarebbe utile formare specificamente un gruppo di professionisti sanitari sull'assistenza ai pazienti ECMO, creando all'interno del presidio ospedaliero, un vero e proprio ECMO team in grado di rispondere alle necessità e difficoltà dettate dall'utilizzo di un macchinario ad

altissima complessità tecnologica quale l'ECMO e mettere in atto un'assistenza altamente specializzata e difficile da svolgere in un contesto ordinario.

Inoltre, sarebbe utile analizzare e, di conseguenza, migliorare non solo le difficoltà fisiche e organizzative con cui si interfaccia quotidianamente l'infermiere, ma anche l'aspetto psicologico che esso deve saper gestire. Infatti, un grande compito dell'infermiere è rappresentato anche dall'assistenza psicologica alla famiglia del malato. La presenza di un caro in terapia intensiva è una situazione stressante e impattante dal punto di vista emotivo e psicologico, inoltre l'impossibilità delle visite legata al covid rende questa esperienza ancor di più negativa e diventa un'importante fonte di stress. Compito dell'infermiere, in collaborazione con il medico responsabile, è di informare la famiglia sulle condizioni del proprio caro, sulle conseguenze e su tutte le informazioni disponibili riguardo la circolazione extracorporea. L'infermiere deve dunque analizzare non solo i bisogni individuali del paziente, ma anche di tutta la famiglia. Inoltre, è importante il tentativo di comprensione delle emozioni e delle sensazioni predominanti nei familiari: se l'infermiere realizza che la situazione è al di fuori delle proprie competenze, è suo compito l'attivazione dei sistemi di supporto disponibili per aiutarli a fronteggiare il problema.

Durante le ricerche non ho trovato articoli specifici che trattassero questo delicato aspetto, che è molto impattante e stressante per l'infermiere; inoltre, bisogna ricordarsi che la relazione è tempo di cura a tutti gli effetti e dovrebbe dunque essere presa in considerazione alla pari dei restanti aspetti pratici.

Un ulteriore limite dello studio è stata la scarsità di articoli specifici riguardo le complessità dell'assistenza infermieristica ai pazienti covid sottoposti a ECMO. Ho trovato invece più articoli di carattere generale circa le problematiche relative all'assistenza di un paziente critico sottoposto a ECMO, non affetto però da Covid.

Questo è dovuto dal fatto che il covid-19 è un argomento relativamente recente e in letteratura non sono stati ancora pubblicati numerosi studi.

Concludo questa tesi, affermando che nonostante le fragilità e le problematiche precedentemente rilevate e descritte rispetto all'utilizzo dell'ECMO in un paziente Covid, l'infermiere deve continuare a mettere in campo la propria professionalità e competenza, prendendosi cura del paziente e dei suoi familiari e soprattutto mettendo in gioco tutte le

abilità sociali (soft skills) che possiede e che nel tempo ha allenato. Ogni situazione complessa si sa, mette in moto sistemi di risoluzione e richiede uno sforzo resiliente. Come sosteneva Seneca, filosofo e politico romano, *“le difficoltà rafforzano la mente, così come il lavoro irrobustisce il corpo”*.



## BIBLIOGRAFIA

1. *L'infezione alla luce della biologia strutturale* . Lidia Celeste Montemiglio, Adele Di Matteo, Carmelinda Savino, Barbara Illi, Andrea Ilari. s.l. : Zanichelli, 2020.
2. *Mechanism of Sars-cov-2: Transmission and pathogenesis*. Andrew G. Harrison, Tao Lin, Penghua Wang. 2020.
3. *Epidemiology, pathogenesis, clinical presentations, diagnosis and treatment of Covid-19: a review of current evidence*. Sayeeda R., Maria Teresa Villagomez Montero, Kharie Rowe, Rita Kirton, Frank Kunik Jr. 2021.
4. Pennella, Valentino. *Sars-cov-2: Una pandemia globale* . 2020.
5. Mauro Bologna, Aldo Lepidi. *Covid-19 Virologia e patologia* . s.l. : Bollati Boringhieri , 2020.
6. Riccardo Cusmà Piccione, Elisabetta Maio. *ECMO Manuale pratico dell'assistenza in extracorporeal membrane oxygenation*. Padova : Piccin, 2021.
7. Documento Guida ELSO: ECMO per Pazien9 COVID-19 con Insufficienza Cardiopolmonare Severa. 24 marzo 2020.
8. *Venoarterial ECMO for Adults*. Maya Guglin, MD, PHD,a Mark J. Zucker, MD,b Vanessa M. Bazan, BBA, BS,c Biykem Bozkurt, MD, PHD,d Aly El Banayosy, MD,e Jerry D. Estep, MD,f John Gurley, MD,a Karl Nelson, MBA, RN,e Rajasekhar Malyala, MD,g Gurusher S. Panjrath, MD,h Joseph B. Zwischenber. 2019.
9. *Infections during extracorporeal membrane oxygenation: epidemiology, risk factors, pathogenesis, prevention*. Stefano Biffi, Stefano Di Bella, Vittorio Scaravilli, Anna Maria Peri, Giacomo Grasselli, Laura Alagna, Antonio Pesenti, Andrea Gori. 2017.
10. *Extracorporeal membrane oxygenation-hemostatic complications*. Deirdre A Murphy, Lisen E Hockings , Robert K Andrews , Cecile Aubron , Elizabeth E Gardiner , Vincent A Pellegrino, Amanda K Davis. 2015.
11. *Bleeding and thrombotic events in patients with severe COVID-19 supported with extracorporeal membrane oxygenation: a nationwide cohort study*. Alexandre Mansour, Erwan Flecher, Matthieu Schmidt , Bertrand Rozec , Isabelle Gouin-Thibault , Maxime Esvan, Claire Fougrou, Bruno Levy , Alizée Porto , James T Ross , Maryl. 2022.
12. *Technical complications during veno-venous extracorporeal membrane oxygenation and their relevance predicting a system-exchange--retrospective analysis of 265 cases*. Matthias Lubnow, Alois Philipp , Maik Foltan , Tone Bull Enger, Dirk Lunz , Thomas Bein , Assad Haneya , Christof Schmid , Günter Riegger , Thomas Müller , Karla Lehle. 2014.
13. *Extracorporeal Membrane Oxygenation (ECMO) in critically ill patients with coronavirus disease 2019 (COVID-19) pneumonia and acute respiratory disease syndrom (ARDS)*. Xiaochun Ma, Menglin Liang, Min Ding, Weiming Liu, Huibo Ma, Xiaoming Zhou, Hongsheng Ren. 2020.
14. *Extracorporeal Membrane Oxygenation for COVID-19*. Zachary Sanford, Ronson J Madathil, Kristopher B Deatrck , Ali Tabatabai , Jay Menaker , Samuel M Galvagno ,

- Michael A Mazzeffi , Joseph Rabin , Mehrdad Ghoreishi, Raymond Rector , Daniel L Herr , David J Kaczo. 2020.
15. *nursing care for patients with covid-19 on extracorporeal membrane oxygenation (ECMO) support*. Aya Umeda, Yoko Sugiki. 2020.
16. *nursing management for COVID-19 patients with ECMO treatment* . Qingzu Liu, Shixiong Wei. 2021.
17. *Experience and needs of family members of patients treated with extracorporeal membrane oxygenation*. Ralph Tramm, Dragan Ilic , Kerry Murphy , Jayne Sheldrake , Vincent Pellegrino, Carol Hodgson. 2017.
18. *Critical Care Nurses' Experiences of Caring for Patients With COVID-19: Results of a Thematic Analysis*. Sarah Gast, Julie Barroso , Francesca A Blanchard , Amy A Campbell , Stacey J Carter, Emma V Clark , Rachel Hilton, Richard Branson, Steven Greenberg, Ruth Kleinpell. 2022.
19. *Donning and doffing of personal protective equipment protocol and key points of nursing care for patients with COVID-19 in ICU*. Li Yuan, Shu Chen , Yafang Xu. 2020.
20. *Managing patients on extracorporeal membrane oxygenation support during the COVID-19 pandemic - a proposal for a nursing standard operating procedure*. Mateusz Puslecki, Marek Dabrowski, Konrad Baumgart , Marcin Ligowski , Agata Dabrowska , Piotr Ziemak, Sebastian Stefaniak , Lukasz Szarpak , Tammy Friedrich , Lidia Szlanga , Paulina Skorupa. 2021.
21. *Outcomes of Patients With Coronavirus Disease 2019 Receiving Organ Support Therapies: The International Viral Infection and Respiratory Illness Universal Study Registry*. Juan Pablo Domecq, Amos Lal , Christopher R Sheldrick , Vishakha K Kumar, Karen Boman, Scott Bolesta, Vikas Bansal , Michael O Harhay, Michael A Garcia , Margit Kaufman , Valerie Danesh, Sreekanth Cheruku. 2021.
22. *Prone positioning for patients intubated for severe acute respiratory distress syndrome (ARDS) secondary to COVID-19: a retrospective observational cohort study*. Tyler T Weiss 1, Flor Cerda 2 , J Brady Scott 3 , Ramandeep Kaur , Sarah Sungurlu , Sara H Mirza , Amnah A Alolaiwat , Ramandeep Kaur, Ashley E Augustynovich, Jie Li. 2020.
23. *Hematological manifestations and complications of COVID-19*. Burak Erdinc, Sonu Sahni, Vladimir Gotlieb. 2021.
24. *COVID-19 and ECMO: the interplay between coagulation and inflammation-a narrative review*. Mariusz Kowalewski, Dario Fina , Artur Słomka , Giuseppe Maria Raffa , Gennaro Martucci , Valeria Lo Coco , Maria Elena De Piero , Marco Ranucci , Piotr Suwalski , Roberto Lorusso. 2020.
25. *Thrombosis and Coagulopathy in COVID-19 Patients Requiring Extracorporeal Membrane Oxygenation*. Hakeem Yusuff, Vasileios Zochios, Daniel Brodie. 2020.
26. *Bleeding and Thrombotic Complications in the Use of Extracorporeal Membrane Oxygenation*. James Thomas, Vadim Kostousov , Jun Teruya. 2018.
27. *Outcomes of Patients With Coronavirus Disease 2019 Receiving Organ Support Therapies: The International Viral Infection and Respiratory Illness Universal Study Registry*. Juan Pablo Domecq, Amos Lal, Christopher R Sheldrick , Vishakha K Kumar ,

Karen Boman , Scott Bolesta , Vikas Bansal , Michael O Harhay , Michael A Garcia , Margit Kaufman , Valerie Danesh , Sreekanth Cheruku. 2021.



ALLEGATO 1: tabella stringhe di ricerca

PUBMED	Covid-19 AND ECMO AND Nursing Assistance	8	1	1. Critical care nurses' experience of caring for patients with Covid-19: results of a thematic analysis
PUBMED	ECMO AND Covid-19 AND nursing	64	6	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Donning and doffing of personal protective equipment protocol and key point of nursing care for patients with Covid-19 in ICU</li> <li>2. Nursing management for Covid-19 patients with ECMO treatment</li> <li>3. Nursing care for patients with covid-19 on extracorporeal membrane oxygenation (ECMO) support</li> <li>4. Managing patients on extracorporeal membrane oxygenation support during the covid-19 pandemic- a proposal for a nursing standard operating procedure</li> <li>5. Outcome of patients with coronavirus disease 2019 receiving organ support therapies: the international viral infection and respiratory illness universal study registry</li> <li>6. Critical care nurses' experiences of caring for patient with covid-19: results of a thematic analysis</li> </ol>

PUBMED	ECMO AND Covid-19 AND nursing AND complications	26	2	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Donning and doffing of personal protective equipment protocol and key point of nursing care for patients with Covid-19 in ICU</li> <li>2. Prone positioning for patients intubated for severe acute respiratory distress syndrome (ARDS) secondary to covid-19: a retrospective observational cohort study</li> </ol>
PUBMED	ECMO AND Covid-19 AND complications	632	5	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. COVID and ECMO: the interplay between coagulation and inflammation, a narrative review</li> <li>2. Hematological manifestations and complications of covid-19</li> <li>3. Thrombosis and coagulopathy in covid-19 patients requiring extracorporeal membrane oxygenation</li> <li>4. Infections during extracorporeal membrane oxygenation: epidemiology, risk factors, pathogenesis, prevention</li> <li>5. Bleeding and thrombotic complications in the use of extracorporeal membrane oxygenation</li> </ol>

ALLEGATO 2: tabella degli studi individuati

N°	AUTORE	ANNO DI PUBBLICAZIONE	TITOLO DELL'ARTICOLO	CAMPIONE, DISEGNO, SETTING	OBIETTIVI	RISULTATI	DISCUSSIONE E CONCLUSIONE
1	Li Yuan, Shu Chen, Yafang Xu	16 agosto 2020	Donning and doffing of personal protective equipment protocol and key point of nursing care for patients with covid-19 in ICU	Revisione di letteratura che analizza vari articoli riguardanti la pratica clinica e le esperienze degli operatori sanitari cinesi.	Sviluppare un protocollo adeguato riguardo la rimozione e applicazione dei dispositivi di protezione individuale e i punti chiave dell'assistenza infermieristica in terapia intensiva nei pazienti con malattia da covid-19.	I sei punti chiave rilevati relativi all'assistenza infermieristica di questi pazienti sono: assistenza ai pazienti con intubazione e ventilazione meccanica, prevenzione tromboembolismo venoso, monitoraggio dei pazienti con ossigenazione extracorporea della membrana, assistenza ai pazienti in nutrizione enterale, supporto psicologico e	Indossare e togliere i DPI correttamente aiuta gli operatori sanitari a proteggersi, in particolare è importante rispettare la manovra di svestizione in quanto è il momento in cui il rischio di contagio è più elevato. Inoltre i 6 punti chiave dell'assistenza potrebbero aiutare l'infermiere ad osservare e prendersi cura di questi pazienti.

						<p>gestione infermieristica della terapia intensiva covid-19. Per quanto riguarda i DPI, oltre alla corretta procedura di vestizione e svestizione, l'articolo consiglia la suddivisione del reparto in zona pulita, tamponi e contaminata in modo da prevenire il contagio tra i professionisti stessi.</p>	<p>L'articolo presenta però dei limiti, in primis non tutti gli ospedali hanno strutture che permettono il rispetto delle tre distinte aree per la vestizione e svestizione. Inoltre, i 6 punti chiave non sono stati sperimentati direttamente nell'assistenza infermieristica e dunque non si sa per certo se siano efficaci.</p>
2	Qingzu Liu, Shixiong Wei	15 giugno 2021	Nursing management for Covid-19 patients with ECMO treatment	Revisione di letteratura riguardo l'uso dell'ecmo nei pazienti covid-19	Analizzare il ruolo infermieristico nel trattamento ECMO dei pazienti covid-19.	<p>Il ruolo dell'infermiere è fondamentale soprattutto per quanto riguarda la gestione respiratoria, anticoagulazione ECMO, assistenza psicologica e sicurezza del circuito ECMO.</p>	<p>Oltre a queste mansioni che l'infermiere deve svolgere specificatamente nell'assistenza al paziente ECMO, esso deve mettere in atto anche altre procedure infermieristiche comuni per i pazienti critici in un reparto intensivo.</p>

3	Aya Umeda, Yuko Sugiki	2020	Nursing care for patients with covid-19 on extracorporeal membrane oxygenation (ECMO) support	Studio osservazionale rispetto all'ospedale NCGM (national center for global health and medicine)	Dimostrare come si articola l'assistenza infermieristica per i pazienti covid-19 gravi con supporto ECMO	L'assistenza infermieristica per i pazienti covid-19 in supporto ECMO prevede un'ampia varietà di compiti diversi tra cui controllo delle apparecchiature, monitoraggio dello stato emodinamico e respiratorio, gestione degli anticoagulanti, osservazione delle condizioni generali del paziente, gestione dei sedativi e analgesici, prevenzione dei dispositivi medici e delle ulcere da pressione, mantenimento dell'igiene. Inoltre l'infermiere deve porre attenzione sull'uso corretto dei DPI, il che rende il lavoro ulteriormente più faticoso.	Per assistere questi pazienti sono necessarie conoscenze specifiche non solo per i medici, ma anche per gli infermieri e per tutto il personale sanitario. Oltre a conoscenze è necessaria anche una buona esperienza in questo tipo di assistenza specifica
---	------------------------	------	---	---	--	--	--

4	Mateusz Puslecki, Marek Dabrowski, Konrad Baumgart, Marcin Ligowski, Agata Dąbrowska, Sebastian Stefaniak, Lukasz Szarpak, Tammy Friedrich, Lidia Szlanga, Paulina skorupą, Aleksandra Szeliga, Kazimiera Hebel, Blazer Andrejanczy, Małgorzata Ladzinska, Magdalena wieczorek, Łukasz Puslecki, Monika Tukacs, Justyna swol, Marek Jemielity e Bartłomiej Perek	2021	Managing patients on extracorporeal membrane oxygenation support during the covid-19 pandemic- a proposal for a nursing standard operating procedure	Dopo un'analisi della letteratura narrativa è stato sviluppato uno scenario di simulazione trasversale ad alta fedeltà che comprendeva la pratica di indossare e togliere i DPI, le procedure relative all'assistenza quotidiana ai pazienti ECMO nell'arco di un turno di 9 ore	Lo scopo di questo documento era di sviluppare una proposta per una Procedura Operativa Standard infermieristica applicabile ai pazienti ECMO con COVID-19 e generalizzabile a condizioni simili e a tutti i professionisti medici coinvolti nella terapia di supporto vitale extracorporeo	Gli aspetti più importanti che possono influenzare la gestione infermieristica dei pazienti in ECMO sono stati rilevati nelle competenze non tecniche. Hanno incluso una formazione dedicata con simulazione in situ, l'uso di liste di controllo e la fiducia tra i membri del team. Per una comunicazione più efficace è stato suggerito di indossare una targhetta con nome e ruolo. I partecipanti hanno notato che la mancanza di uno specialista ECMO dedicato per la gestione del dispositivo ECMO crea un ulteriore sforzo per il personale infermieristico in termini di esperienza e	la simulazione medica ad alta fedeltà può svolgere un ruolo importante nella formazione del personale, nel miglioramento delle competenze acquisite in precedenza e nello sviluppo di SOP ottimali per l'assistenza infermieristica e la gestione durante l'ECMO nei pazienti con COVID-19. Le SOP ottimali possono guidare ulteriormente i team multidisciplinari, comprese le unità di terapia intensiva e i dipartimenti interventistici.
---	--	------	--	--	---	--	--

						<p>gestione del tempo. È necessario elaborare liste di controllo per le procedure e l'uso delle apparecchiature in base alle condizioni istituzionali.</p>	
--	--	--	--	--	--	--	--

5	<p>Juan Pablo Domecq, Amos Lal, Christopher R. Sheldrick, Vishakha K. Kumar, Karen Boman, Scott Bolesta, Vikas Bansal, Michael O. Harhay, Michael A. Garcia, Margit Kaufman, Valerie Danesh, Sreekanth Cheruku, MD, Valerie M. Banner-Goodspeed, Harry L. Anderson III, Patrick S. Milligan, Joshua L. Denson, Catherine A. St. Hill, PharmD, Kenneth W. Dodd, Greg S. Martin, Ognjen Gajic, Allan J. Walkey, Rahul Kashyap,</p>	2021	<p>Outcomes of patients with coronavirus disease 2019 receiving organ support therapies: the international viral infection and respiratory illness universal study registry</p>	<p>Studio osservazionale trasversale sui pazienti ricoverati per covid-19 tra il 15 febbraio e il 13 novembre 2020, suddivisi in base a età e terapie di supporto d'organo. I pazienti sono stati seguiti fino al momento della dimissione</p>	<p>Valutare l'efficacia della pronazione, la pronazione è ritenuta efficace se c'è un aumento del rapporto PaO2/FiO2 del 20% mentre è considerata inefficace se il paziente muore se necessita di supporto extra tramite ECMO</p>	<p>il rapporto PaO2/FiO2 è migliorato entro 81 minuti dal posizionamento pronò in 36 soggetti, di questi 36 il 72% ha mantenuto il miglioramento anche dopo essere tornato in posizione supina- 25 soggetti sono stati posti in posizione prona tre o più volte</p>	<p>Il posizionamento pronò ha migliorato l'ossigenazione per i pazienti con ARDS covid-19 che necessitano di ventilazione meccanica invasiva.</p>
---	--	------	---	--	---	---	---

6	Sarah Gast, Julie Barroso, Francessa A. Blanchard, A. Campbell, Stacey J. Carter, Emma V. Clark, Rachel Hilton, Richard Branson, Steven Greenberg, Ruth Kleinpell	2022	Critical care nurses' experience of caring for patients with covid-19: results of a thematic analysis	L'articolo è stato elaborato a partire da un sondaggio nazionale condotto nei mesi di marzo e aprile 2020 che ha ottenuto 831 risposte da infermieri.	Esplorare le esperienze e percezioni degli infermieri di terapia intensiva sulla pandemia di covid-19 durante le prime fasi della pandemia	Gli infermieri di TI hanno segnalato preoccupazione relative alle forniture dei DPI e disinfezione, al personale, alla formazione e al supporto. Inoltre, hanno riferito del bilancio emotivo della pandemia in corso.	Questa analisi ha identificato diverse preoccupazioni degli infermieri di terapia intensiva relative alla cura dei pazienti nelle fasi iniziali della pandemia covid. Rimane essenziale garantire forniture, personale e supporto amministrativo ed emotivo in maniera adeguata agli operatori sanitari
7	Tyler T. Weiss, Flora Cerda, J. Brandy Scott, Ramandeep Kaur, Sarah Sungurlu, Sara H. Mirza, Amnah A. Alolaiwat, Ramandeep Kaur, Ashley E. Augustynovich, Jie Li	2021	Prone positioning for patients intubated for severe acute respiratory distress syndrome (ARDS) secondary to covid-19: a retrospective observational cohort study	Studio di coorte osservazionale retrospettivo di 50 pz intubati in posizione prona tra il 18 e il 31 marzo 2020.	Valutare l'ossigenazione tramite rapporto PaO2/FiO2 prima e dopo la manovra di pronazione	Una risposta positiva alla pronazione è stata definita come un aumento del rapporto PaO2/FiO2 del 20%. Questo rapporto è migliorato entro 81 minuti dal posizionamento in 36 soggetti. Di questi 36, il 72% (26) il miglioramento persiste anche dopo	L'ossigenazione nei pazienti covid-19 in posizione prona migliora. Per coloro che non miglioravano, la pronazione risulta essere un metodo utile per iniziare a pensare ad un trattamento con ECMO.

						essere tornati in posizione supina	
8	Mariusz Kowalewski , Dario Fina Artur Słomka, Giuseppe Maria Raffa, Gennaro Martucci, Valeria Lo Coco, Maria Elena De Piero, Marco Ranucci, Piotr Suwalski and Roberto Lorusso	2020	Covid-19 and ECMO: the interplay between coagulation and inflammation: a narrative review	Revisione di letteratura	Riassumere le prove sulla gestione ECMO di ARDS grave da Covid-19	Dall'articolo risulta che ECMO non dovrebbe essere usato come terapia di prima linea soprattutto in centri meno esperti. Dovrebbe essere limitato in centri esperti quando la situazione non lascia altre alternative	Essendo l'ECMO un trattamento a alta complessità l'efficacia è altamente influenzata dalla capacità del personale di gestire questi pazienti
9	Burak Erdinic, Sonu Sahani, Vladimir Gotlieb	2020	Hematological manifestation and complications of covid-19	Studio osservazionale retrospettivo su 7736 pazienti in Cina durante i primi 2 mesi della pandemia covid	Dimostrare le principali manifestazioni ematologiche e complicanze del covid-19	Tra le principali alterazioni a livello dell'emocromo troviamo linfopenia (diminuzione dei linfociti), riduzione dell'emoglobina e trombocitopenia. Le altre complicanze principali riguardano	Sars-cov-2 è un virus che può portare a importanti cambiamenti nell'emocromo, causando principalmente linfopenia e riduzione della risposta immunitaria.

						principalmente lo stato di ipercoagulabilità che porta a eventi trombotici acuti	Inoltre sono comuni anche eventi trombotici acuti. Questi pazienti devono quindi essere valutati attentamente controllando emocromo e marker infiammatori, oltre agli esami per diagnosticare precocemente eventi trombotici.
10	Hakeem Yusuff, Vasileios Zochiod, Daniel Brodies	2020	Thrombosis and coagulopathy in covid-19 patients requiring extracorporeal membrane oxygenation	Studio osservazionale	Analizzare gli stati pro coagulanti e anticoagulanti associati a covid-19 nel contesto del supporto ECMO	L'aumento dell'incidenza trombotica in questi pazienti è dato dall'infiammazione, dall'insulto trombotico e da fattori di rischio generali quali obesità, ipovolemia e immobilità. La probabilità di sanguinamento invece è direttamente correlata alla necessità di mantenere un	L'aumento del rischio associato di trombosi e coagulopatia nei pazienti ECMO è il risultato di una combinazione di processi guidati dalla malattia che si verificano in sinergia con l'effetto del circuito extracorporeo sul sistema di coagulazione.

						determinato target di anticoagulazione al fine di mantenere la pervietà del circuito.	
11	Stefano Biffi, Stefano Di Bella, Vittorio Scaravilli, Anna Maria Peri, Giacomo Graselli, Laura Alagna, Antonio Pesenti, Andrea Gori	2017	Infections during extracorporeal membrane oxygenation: epidemiology, risk factors, pathogenesis and prevention	Revisione di letteratura utilizzando Pubmed/MEDLINE e utilizzando articoli solo in lingua inglese. Inoltre sono stati presi in considerazione pubblicazioni ELSO.	Rivedere in letteratura le infezioni e le complicanze nei pazienti sottoposti a ECMO, fornendo dati epidemiologici e i fattori di rischio sottostanti	Sanguinamento, insufficienza renale e infezioni sono le complicanze più usuali legate all'utilizzo dell'ECMO. Anche le infezioni nosocomiali si verificano in un'ampia percentuale di pazienti (10-12%). Per quanto riguarda i principali fattori di rischio troviamo caratteristiche demografiche, comorbilità, gravità clinica e la durata dell'ossigenazione extracorporea. Inoltre secondo il registro ELSO gli strafilococchi coagulus negativi sono gli agenti infettivi che causano più	Bisogna ancora approfondire diversi aspetti riguardo lo sviluppo delle infezioni e l'utilizzo dell'ECMO. Tuttavia, finora le evidenze suggeriscono che l'utilizzo di questa procedura è un fattore di rischio per lo sviluppo di diverse complicanze infettive.

						infezioni in questi pazienti.	
12	James thomas, Vadim Kostousov, jun Teruya	2017	Bleeding and thrombotic complications in the use of extracorporeal membrane oxygenation	Revision di letteratura	Dimostrare le principali complicanze emorragiche e trombotiche correlate all'utilizzo dell'ECMO	Durante ECMO sanguinamento e trombosi sono complicanze comuni. La trombosi in vivo non è spesso osservata clinicamente ma è più frequente la formazione di coaguli nel circuito nonostante l'anticoagulazione sia adeguata. Le eziologie della trombosi includono livelli di fibrinogeno e fattore VII, resistenza all'eparina e attivazione piastrinica. Il sanguinamento invece è sempre in vivo e si verifica soprattutto a livello dei siti di inserimento delle cannule. L'eziologia del sanguinamento	Il controllo della coagulazione del paziente in ECMO è un continuo bilanciamento tra rischio trombotico ed emorragico. L'obiettivo è dunque mantenere un range di coagulazione terapeutica che permetta il corretto funzionamento della macchina ECMO, riducendo il rischio di formazione di trombi e minimizzando il sanguinamento causato dalla terapia anticoagulante sistemica.

						<p>è multifattoriale e comprende in particolare l'effetto dell'eparina, la coagulopatia, la trombocitopenia, la disfunzione piastrinica e l'iperfibrinolisi.</p>	
--	--	--	--	--	--	--	--