

INDICE

INTRODUZIONE	1
Fisiopatologia renale e insufficienza renale acuta	2
La terapia sostitutiva renale continua	10
Funzionamento della Continuous Venous-Haemodialysis	17
Gestione infermieristica della CVVHD	20
OBIETTIVO	22
MATERIALI E METODI	23
• Descrizione del problema.....	23
• Quesito di ricerca	23
• Metodi di ricerca delle evidenze	23
• Criteri di selezione delle evidenze	24
RISULTATI	27
DISCUSSIONE	41
CONCLUSIONI	49
BIBLIOGRAFIA E SITOGRAFIA	50

ABSTRACT

Introduzione: La formazione infermieristica per la gestione del paziente sottoposto a emodialisi veno-venosa continua deve essere erogata in maniera univoca e standardizzata, così da garantire il miglior intervento assistenziale al paziente portatore di danno renale acuto ricoverato in terapia intensiva.

Obiettivi: Identificare la metodologia ottimale per lo sviluppo di un percorso formativo per il personale infermieristico sulla gestione della Continuous Venovenous Haemodialysis (CVVHD).

Materiali e Metodi: È stata creata una revisione della letteratura tramite l'analisi di studi pubblicati sulle banche dati PubMed e Cinhal. Per eseguire la ricerca sono stati presi in considerazione unicamente le pubblicazioni in free full text con data di pubblicazione successiva al 2013 compreso.

Risultati: Dopo aver effettuato la ricerca, sono stati selezionati tredici studi ritenuti idonei alla revisione della letteratura. Otto delle pubblicazioni hanno sviluppato un programma formativo del personale infermieristico per poi analizzare gli outcomes che l'intervento ha generato, sia dal punto di vista dell'aumento delle conoscenze da parte degli infermieri sulla macchina che del miglioramento di parametri clinici e statistici.

Conclusioni: A seguito dell'analisi dei risultati è stato dedotto che per generare un aumento delle conoscenze e delle competenze del personale infermieristico che assiste il paziente sottoposto a CVVHD, sarebbe di fondamentale importanza effettuare almeno un intervento di tipo teorico, ma è auspicabile che agli infermieri neoassunti in terapia intensiva siano dedicate anche sessioni formative con simulazioni ad alta fedeltà su manichini di nuova generazione, così da aumentare non solo la loro preparazione teorica, ma anche il grado di comfort e sicurezza nella gestione della macchina.

Parole chiave: Infermiere di area critica, terapia sostitutiva renale continua, emodialisi, formazione, progetto formativo, insufficienza renale acuta, terapia intensiva.

Background: Nursing training for the management of the patient undergoing CVVHD must be provisioned uniquely and in a standardised manner, to ensure the best nursing care to the patient suffering from acute kidney injury admitted to the intensive care unit.

Objectives: To identify the optimal methodology for the development of a nursing training program for the management of CVVHD.

Materials and Methods: After analysing articles published in Cinhal and PubMed databases, it has been created a literature review. To perform the search, it has been considered just the studies published after 2013, considering only publications in free full text.

Results: After having completed the research, 13 studies deemed eligible to the literature review have been selected. The greater part of the publications has developed a nursing training program and then it has analysed the outcomes that the intervention has generated, whether it has studied the increasing of nurses' knowledge, or it has focused on the improvement of statistical and clinical parameters.

Conclusions: To generate an improvement in knowledge and skills of the nurses who take care of patients undergoing CVVHD would only be necessary to create a theoretical nursing training program, but it is desirable to dedicate educational sessions with high fidelity simulations and to use new generation mannequin to increase not only their theoretical preparation, but also their degree of comfort and confidence for the management of the machine.

Keywords: Critical care nurse, continuous renal replacement therapy, haemodialysis, training, training program, acute kidney injury, intensive care unit.

INTRODUZIONE

La formazione e l'aggiornamento delle conoscenze e delle competenze dei professionisti sono gli elementi essenziali che permettono al paziente di ricevere le migliori cure da parte del personale infermieristico. Questo concetto si esacerba nel caso degli infermieri che lavorano all'interno dei reparti di terapia intensiva, dove frequentemente si trovano a dover gestire complesse apparecchiature tecnologicamente avanzate e che quindi apportano un alto carico di lavoro e di responsabilità. In queste strutture organizzative dipartimentali (SOD), i pazienti sono molto spesso sedati e completamente dipendenti da macchinari molto complessi che mantengono stabili le loro funzioni vitali. Tra questi vi sono ad esempio i ventilatori, che garantiscono agli assistiti i fisiologici scambi gassosi, l'ExtraCorporeal Membrane Oxygenation (ECMO) e la Continuous Renal Replacement Therapy (CRRT).

Dallo studio condotto da Maiden e Bellomo nel 2018, quest'ultima risulta essere molto utilizzata all'interno delle rianimazioni di diversi ospedali in numerose città, ed è stato identificato che, dipendentemente dai casi, dal 30% al 60% dei pazienti ricoverati nelle rianimazioni hanno o sviluppano un'insufficienza renale acuta (IRA). In queste SOD il trattamento maggiormente utilizzato per affrontare lo stato di danno renale acuto è quello della terapia sostitutiva renale continua. Essa prevede diverse modalità che si differenziano a seconda del principio fisico con cui avviene la depurazione ematica. L'emodialisi è una delle tecniche a cui si ricorre più frequentemente, per cui i reparti di terapia intensiva vedono con ricorrenza la gestione delle CVVHD da parte degli infermieri.

Fisiopatologia renale e insufficienza renale acuta

Il rene è uno degli organi più complessi del nostro organismo. Nonostante ciò, la sua funzione può essere sostituita con un processo artificiale che permette al paziente portatore di danno renale di aumentare significativamente la sua aspettativa di vita.

I reni svolgono funzioni vitali per cui risultano essere strettamente correlati agli altri organi nobili come l'encefalo, il cuore, il fegato e i polmoni. Pertanto, questi dipendono in parte dal loro corretto funzionamento: infatti, se nel circolo ematico sono presenti elevate concentrazioni di scarti metabolici tossici, come nel caso di un'insufficienza renale acuta (IRA), anche questi organi rischiano di progredire verso l'insufficienza d'organo.

Le patologie renali alterano sia la struttura dell'organo che la sua funzionalità: se non adeguatamente e precocemente trattate, possono determinare una condizione tale da richiedere emodialisi o trapianto.

Nell'inverno del 1942 il dottor Wilhem Johan Kolff sperimentò per la prima volta su una giovane donna affetta da iperuricemia la sua invenzione *The revolving drum* una primordiale macchina da dialisi, mostrata nella Figura 1. Solamente tre anni dopo salvò la vita di un'altra paziente portatrice di insufficienza renale acuta. Il dottor Kolff aveva in mano il trattamento di una patologia che fino ad un decennio prima era considerata fatale (Vienken, 2009).

Oggi le tecniche di terapia sostitutiva renale per la gestione dell'IRA nel paziente critico sono di primaria importanza ed hanno come principali obiettivi il bilancio dei fluidi, la rimozione dei soluti, il mantenimento dell'equilibrio acido base e il controllo degli elettroliti.

Spesso i pazienti ricoverati nei reparti di rianimazione sviluppano un'insufficienza renale acuta secondariamente alla presenza di patologie primitive. Questa, se non trattata tempestivamente e correttamente, può scatenare un quadro clinico potenzialmente fatale per l'assistito. Per praticare una migliore assistenza e garantire i migliori interventi al paziente è necessario che l'infermiere operante all'interno delle terapie intensive conosca

i principi di fisiopatologia renale e il funzionamento dei macchinari che attuano la terapia sostitutiva renale.

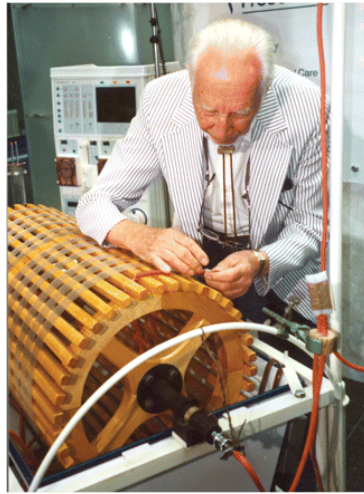


Figura 1. Dr. Wilhem Johan Kolff (1911-2009) e la sua *rotating drum* nel 1999.

Il sistema renale svolge una serie di funzioni fondamentali per il mantenimento dei parametri vitali dell'organismo, quali la regolazione dei fluidi, della pressione sanguigna, degli equilibri elettrolitici e acido-base. Attraverso i processi di filtrazione e riassorbimento effettuati dal nefrone, l'unità morfo-funzionale renale, l'organo riesce a processare circa 180 litri di sangue al giorno, per espellerne soltanto l'1% del totale sotto forma di urina.

Il nefrone è formato da due componenti fondamentali, il glomerulo, adibito esclusivamente alla filtrazione ematica, e il sistema di tubuli renali, grazie ai quali avvengono secrezione e riassorbimento di acqua e soluti.

Una volta avvenute le tre fasi di filtrazione, riassorbimento e secrezione, l'urina viene espulsa nella pelvi renale che, essendo posta in continuità con gli ureteri, viene escreta tramite la vescica e l'uretra.

L'alterazione acuta della funzionalità renale, meglio conosciuta come insufficienza renale acuta, si configura come una perdita improvvisa di funzionalità escretoria del rene, provata da incremento dei prodotti metabolici tossici (urea e creatinina) nell'organismo, alterazioni elettrolitiche e riduzione del volume di urina.

L'IRA può instaurarsi in giorni o poche settimane, portando ad un accumulo di molecole di scarto all'interno del circolo ematico con conseguente iperazotemia. Spesso l'IRA è la conseguenza di una perfusione d'organo inadeguata dovuta a traumi gravi, malattie o interventi chirurgici, ma in alcuni casi è dovuta ad una patologia primitiva renale rapidamente progressiva. I sintomi con cui si manifesta possono comprendere anoressia, nausea e vomito. Nel caso in cui la condizione non venisse trattata tempestivamente, potrebbero presentarsi convulsioni e coma. Inoltre, si sviluppano rapidamente anomalie dell'equilibrio idro-elettrolitico e dell'equilibrio acido base.

La diagnosi si basa sulla valutazione degli esami laboratoristici di funzionalità renale, tra cui la creatininemia (SCr).

Secondo Ronco et al (2015) l'IRA è definita come qualunque delle seguenti condizioni:

- aumento della SCr di ≥ 0.3 mg/dl (≥ 26.5 $\mu\text{mol/l}$) entro 48 ore;
- aumento della SCr a un valore ≥ 1.5 volte rispetto al valore di base che è conosciuto o è presunto essere stato almeno 7 giorni prima;
- volume urinario < 0.5 ml/kg/ora per almeno 6 ore.

Come illustrato nella Tabella 1, l'insufficienza renale acuta inoltre viene stadiata a seconda della gravità della patologia, valutando l'incremento della SCr e il volume urinario.

Un altro valore utilizzato per la valutazione della funzionalità renale è la velocità di filtrazione glomerulare (VFG). Questa indica il volume di sangue filtrato dal rene in un minuto ed è espressa in mL/min. Visto che la VFG aumenta all'incrementare del peso è necessario rapportare questo valore con la superficie corporea.

La VFG fisiologica nei giovani e adulti sani è di circa 120-130 mL/min/1.73m² e diminuisce man mano fino a circa 75 mL/min/1.73m² all'età di 70 anni. L'insufficienza renale cronica è definita da una velocità di filtrazione glomerulare inferiore a 60 mL/min/1.73m² per un periodo superiore a tre mesi (Badon et al., 2022).

Tabella 1. Stadiazione dell'IRA. (Ronco et al., 2015)

m	Valori di SCr (Creatinina Sierica)	Volume urinario o diuresi
1	Aumento compreso tra 1.5 a 1.9 volte il valore di base o 0.3 mg/dl ($\geq 26.5 \mu\text{mol/L}$).	Inferiore a 0.5 ml/Kg/h da 6 a 12 h.
2	Aumento da 2 a 2.9 volte il valore di base.	Inferiore a 0.5 ml/Kg/h per più di 12 h.
3	Aumento di 3 volte il valore di base o ≥ 4.0 mg/dl ($\geq 353.6 \mu\text{mol/L}$).	Inferiore a 0.3 ml/Kg/h per più di 24 h o anuria per più di 12 h.

Secondo Garibotto et al (2012) “Per clearance di una sostanza si intende il volume di plasma (ml) che viene totalmente depurato da una determinata sostanza nell'unità di tempo. Esprime pertanto il volume di plasma depurato dai reni. Il calcolo della clearance di una sostanza è il seguente:

$$\text{Clarence sostanza (ml/min)} = U \cdot V / P$$

dove U è la concentrazione urinaria della sostanza (mg/ml), V è il volume delle urine nell'unità di tempo (ml/min), P è la concentrazione plasmatica della sostanza (mg/ml). Le sostanze idonee per la valutazione del filtrato glomerulare devono possedere determinate caratteristiche: filtrare liberamente attraverso i glomeruli, non circolare legate alle proteine plasmatiche, non essere né riassorbite, né escrete, né metabolizzate a livello dei tubuli, essere innocue e fisiologicamente inerti” (p. 26). Le molecole che posseggono questi prerequisiti sono l'inulina, il tiosolfato di sodio, lo iotolamato e la creatinina. Altri valori ematologici che vengono considerati per la diagnosi di insufficienza renale sono il rapporto azotemia/creatinina, la cistatina C, gli elettroliti sierici, l'emocromo e la renina.

L'analisi degli indici urinari e l'esame del sedimento urinario sono secondari agli esami ematici, in quanto vanno ad esplorare le cause scatenanti la patologia.

L'esame delle urine comprende la valutazione macroscopica (colore, odore, pH, peso specifico, presenza di proteine, glucosio, sangue, nitriti e leucocti) e microscopica con dipstick (presenza di cellule epiteliali, globuli rossi, globuli bianchi, lipidi, cristalli e cilindri).

Per indagare le cause dell'insufficienza renale si può ricorrere, oltre che alle indagini di laboratorio, anche alla diagnostica per immagini: essa comprende la radiografia con mezzo di contrasto, ecografia renale, tomografia computerizzata (TC), risonanza magnetica (RM) e scintigrafia con radionuclidi.

L'IRA può essere classificata secondo diversi criteri: il più utilizzato prevede l'individuazione della sede anatomica che scatena il danno renale. Attraverso questa metodica si individuano tre tipologie di insufficienza renale acuta: l'IRA pre renale, renale e post renale.

L'IRA pre renale

“La lesione pre renale è dovuta a patologie che determinano ipoperfusione renale e perdita della funzionalità dell'organo. È la forma di IRA più comune, in quanto rappresenta il 55% di tutte le insufficienze renali acute” (Badon et al., 2022). Nella Tabella 2 vengono elencate le condizioni per cui può avvenire una riduzione del flusso ematico ai reni.

Tabella 2. Cause di insufficienza renale pre renale (Garibotto et al., 2012)

CAUSE DI INSUFFICIENZA RENALE ACUTA PRE RENALE	
Deplezione di volume extracellulare	<p>Emorragia: traumatica, chirurgica, gastro-intestinale, post-partum.</p> <p>Perdite gastrointestinali: vomito, diarrea, aspirazione naso-gastrica.</p> <p>Perdite renali: diuresi farmacologica (compresi i diuretici osmotici), iperglicemia severa, diabete insipido, insufficienza cortico-surrenalica, nefropatia con perdita di sale.</p> <p>Perdite cutanee: ustioni, ipertermia.</p> <p>Aumento terzo spazio: ascite, ipoalbuminemia.</p>
Riduzione della gittata cardiaca	<p>Disfunzione contrattile del ventricolo sinistro (infarto acuto, scompenso cardiaco acuto).</p> <p>Malattie valvolari con ridotta gittata sistolica.</p> <p>Pericardite costrittiva e tamponamento pericardico.</p> <p>Ipertensione polmonare, embolia polmonare, ventilazione meccanica a pressione positiva.</p>
Vasodilatazione sistemica	Sepsi, anafilassi, colpo di calore.
Vasocostrizione renale selettiva	<p>Farmaci: adrenalina, noradrenalina, ergotamina, ciclosporina, tacrolimus.</p> <p>Sindrome epato-renale.</p>
Farmaci che riducono la capacità di autoregolazione renale in situazioni di ipoperfusione	ACE-inibitori, inibitori recettoriali dell'angiotensina II, inibitori delle ciclossigenasi.

L'IRA renale

Quando si parla di IRA renale si tratta di un danno intrinseco alla struttura e alla funzione del nefrone che può crearsi in seguito a malattie infettive o infiammatorie, ad uso di farmaci nefrotossici, ad elementi nefrotossici durante un processo settico, alla formazione di ostruzioni vascolari o a emboli.

Per Badon et al (2022) “la condizione patologica più comune all’interno di questa categoria è la necrosi tubulare acuta (NTA), caratterizzata da una rapida soppressione della funzionalità renale, associata a distruzione delle cellule tubulari renali” (p. 457-458).

L'IRA post renale

L'ostruzione delle vie urinarie è la principale causa post renale di lesione renale acuta. L'azotemia post renale si verifica quando il flusso urinario di uno o entrambi i reni, è ostruito. L'ostruzione, provocando un aumento della pressione intraluminale, arreca direttamente danni al parenchima renale e alla funzione tubulare, diminuendo i valori di velocità di filtrazione glomerulare (VFG).

Nella Tabella 3 sono esplicitate le principali cause di IRA post-renale.

Tabella 3. Cause di insufficienza renale post renale (Garibotto et al., 2012).

CAUSE DI INSUFFICIENZA RENALE ACUTA POST-RENALE (OSTRUTTIVA)	
Intrinseche	Calcoli. Neoplasie. Coaguli. Necrosi papillare. Stenosi uretrale.
Estrinseche	Neoplasie retroperitoneali. Aderenze. Fimosi. Ipertrofia/neoplasie prostatiche.
Vescica neurogena	

Le complicanze associate all'IRA

Se non precocemente e correttamente trattata l'insufficienza renale acuta può andare a compromettere altri sistemi corporei, come il cardiovascolare, respiratorio, neurologico e ematologico.

Le complicanze a livello cardiovascolare e respiratorio si verificano come conseguenze dell'accumulo di liquidi ed elettroliti: è necessario effettuare un meticoloso controllo dei fluidi somministrati al paziente, in quanto, il soggetto affetto da IRA è portatore di fattori di rischio maggiori per lo sviluppo di edema polmonare acuto e/o insufficienza cardiaca. I segni clinici da sovraccarico idrico premonitori delle condizioni sopracitate sono respiro affannoso, dispnea parossistica notturna, edema degli arti inferiori, aumento della

pressione venosa centrale (che si palesa anche con turgore delle vene giugulari), all'auscultazione polmonare si noteranno crepitii alle basi e negli stadi più avanzati anche aumento di peso e dei valori di pressione arteriosa.

Le modificazioni della funzionalità neurologica sono essenzialmente dovute all'accumulo di urea, liquidi e scompenso dei meccanismi di equilibrio del sodio. Nei casi più gravi il paziente può entrare in uno stato di coma detto uremico.

I danni provocati al sistema ematologico sono dati sia dall'effetto anticoagulante dell'eccesso di urea sierica, ma anche dal deficit di produzione di eritropoietina, causa principale di anemia nel paziente nefrologico. Questa, inoltre, contribuisce sostanzialmente all'astenia del soggetto portatore di insufficienza renale.

La terapia sostitutiva renale continua

Per Ronco, Bellomo e Kellum (2007) “all’interno dei reparti di terapia intensiva l’insorgenza dell’insufficienza renale acuta come conseguenza dell’insufficienza multiorgano è una complicanza molto frequente (25%)”. Nella Tabella 4 è riportato il grado di disfunzione d’organo valutato con la scala SOFA (Sequential Organ Failure Assessment). Questa considera il sistema cardiovascolare, respiratorio, neurologico, epatico, renale e coagulativo.

Tabella 4. SOFA score.

Sistema dell’organismo	Punteggio SOFA				
	0	1	2	3	4
Respirazione PaO ₂ /FiO ₂ mmHg	>400	≤400	≤300	≤200	≤100
Coagulazione Piastrine · 10 ³ /mm ³	>150	≤150	≤100	≤50	≤20
Funzionalità epatica Bilirubina, mg/dl	<1,2	1,2-1,9	2,0-5,9	6,0-11,9	>12
Sistema cardiovascolare Ipotensione	Ipotensione non presente	Pressione arteriosa media <70 mmHg	Dopamina ≤5 o dobutamina (qualsiasi dose)	Dopamina >5 o epinefrina ≤0.1 o norepinefrina ≤0.1	Dopamina >15 o epinefrina >0.1 o norepinefrina >0.1
Sistema nervoso centrale Glasgow Coma Scale	15	13-14	10-12	6-9	<6
Creatinina, mg/dl oppure output urinario	<1.2	1.2-1.9	2.0-3.4	3-5-4.9 oppure <500 ml/die	>5.0 oppure <200 ml/die

Quando il trattamento più conservativo dell'IRA risulta non essere efficace, il paziente viene sottoposto a tecniche più invasive, ma bensì più opportune. La terapia di supporto renale continua è una di queste.

La CRRT è un trattamento extracorporeo di purificazione ematica che ha lo scopo di sostituire o supportare la funzione renale per un determinato periodo di tempo. Secondo Ronco et al (2015) “questa assicura una maggiore stabilità emodinamica, un riequilibrio transcompartimentale di soluti più appropriato ed una rimozione di fluidi maggiormente tollerata rispetto le terapie intermittenti”.

Le terapie di supporto renale continua sono una delle più appropriate per il management dei pazienti critici con instabilità emodinamica e danno renale acuto: infatti, vengono utilizzate molto frequentemente nei setting di terapia intensiva.

Oltre a fornire supporto renale, le CRRT sono indicate in condizioni di emergenza: grazie al principio della dialisi può essere utilizzata per correggere gli elevati valori di potassio ematico, il quale deve essere spesso monitorato per evitare l'insorgenza dell'effetto rebound; la terapia di supporto renale spesso è impiegata per prevenire la necessità di supporto ventilatorio nei pazienti a rischio di edema polmonare o per la gestione di quest'ultimo negli assistiti già sottoposti a ventilazione meccanica.

La CRRT è anche utilizzata nell'ambito della detossificazione in condizioni di emergenza. Secondo le linee guida dell'European Resuscitation Council del 2021 “Le indicazioni all'emodialisi includono: peggioramento clinico nonostante il trattamento standard, livelli letali nel sangue di agenti tossici o assunzione certa di una dose letale di sostanza tossica, pazienti con alterazioni dei normali sistemi di escrezione o danno renale secondario all'intossicazione, avvelenamenti con sostanze che producono metaboliti altamente tossici. Le principali indicazioni per l'emodialisi sono le intossicazioni con glicole etilenico, metanolo, litio, barbiturici, salicilati, paraquat.”

Le terapie di supporto renale sono indicate anche in contesti di non emergenza: infatti, permettono il controllo dei soluti, la rimozione dei liquidi, la correzione dell'equilibrio acido base, il controllo del volume di liquidi, la nutrizione, la somministrazione dei farmaci, il controllo dei parametri acido base ed elettrolitici e la modulazione dei soluti.

Attualmente, i trattamenti di CRRT sono effettuati utilizzando un catetere venoso centrale (CVC) bilume progettato appositamente per questi tipi di terapie.

Nei trattamenti veno-venosi il sangue viene prelevato da un lume dell'accesso vascolare che solitamente viene riconosciuto dal colore rosso, fatto circolare nel circuito extracorporeo ed infine reinfuso nel secondo lume del catetere venoso centrale identificabile dal colore blu. Nella Figura 2 è possibile notare un esempio di CVC bilume.

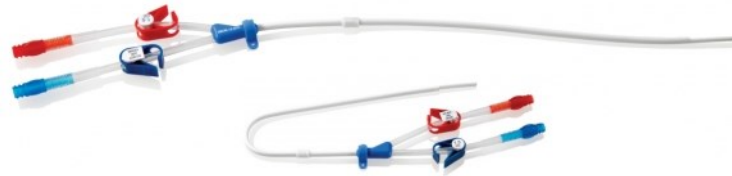


Figura 2. Illustrazione del catetere venoso centrale da dialisi.

Questi tipi di cateteri solitamente sono posizionati a livello delle vene succlavia, femorale e giugulare. Secondo Ronco et al (2015, “la lunghezza ottimale è 12-15 cm per la vena giugulare interna destra, 15-20 cm per la vena giugulare interna sinistra, e 19-24 cm per la vena femorale”). Quando si elegge una vena per il posizionamento di catetere da dialisi in pazienti con insufficienza renale acuta, si considera la seguente scala di preferenze:

1. prima scelta: vena giugulare destra;
2. seconda scelta: vena femorale;
3. terza scelta: vena giugulare sinistra;
4. ultima scelta: vena succlavia, preferibilmente dal lato dominante (Ronco et al, 2015).

Per minimizzare la probabilità di ricircolo, ovvero il rischio di aspirare nel vaso sangue già dializzato, il “foro” della via “venosa” di ritorno si trova minimo a 3 cm di distanza rispetto al “foro” della via “arteriosa” (Kellum, Bellomo, Ronco, 2016).

Questi tipi di catetere sono composti di materiale biocompatibile, come il silicone e il poliuretano. Per minimizzare il rischio di infezione e occlusione, necessitano di un'attenta gestione da parte del personale infermieristico e medico.

Il silicone è morbido e flessibile, per cui maggiormente tollerato dai pazienti e a minor rischio di danno endoteliale e perforazione venosa; tuttavia, a causa di queste sue

proprietà il posizionamento del catetere può risultare maggiormente difficoltoso e il lume può essere più facilmente comprimibile.

Il poliuretano, essendo più resistente, permette la creazione di una parete più sottile garantendo così un lume maggiore e di conseguenza un miglior flusso ematico. Inoltre, questo materiale possiede proprietà termoplastiche grazie alle quali durante il posizionamento risulta essere rigido per poi ammorbidirsi con il contatto con la temperatura corporea. L'uso del catetere in poliuretano è raccomandato in quanto questo materiale è associato ad una minor contaminazione batterica (Kellum, Bellomo, Ronco, 2016).

Secondo Kellum, Bellomo e Ronco (2016), “le linee guida Kidney Disease Improving Global Outcomes suggeriscono di usare un catetere non cuffiato e non tunnelizzato per i pazienti con insufficienza renale acuta se si prevede che il trattamento dialitico duri meno di 3 settimane e di utilizzare un catetere tunnelizzato (con un decorso sottocutaneo di 5-10 cm) se si presume che il trattamento duri più di 3 settimane.”.

Le complicanze legate al CVC possono essere primarie e secondarie.

Nelle primarie troviamo quelle legate al posizionamento. Durante l'inserzione del catetere si possono verificare puntura arteriosa, pneumotorace, emotorace, embolismo aereo, aritmie, tamponamento pericardico ed emorragie retroperitoneali. Il rischio di comparsa di queste complicanze può essere diminuito grazie all'utilizzo di una guida ecografica.

Le complicanze secondarie sono infezione e trombosi.

La contaminazione può avvenire a causa di colonizzazione extraluminale, ematogena e intraluminale. Se si sospetta un'infezione del CVC è necessario effettuare un'emocoltura prelevata dal medesimo accesso venoso, procedere alla sua rimozione e riposizionarne un secondo; una volta ottenuti i risultati dell'antibiogramma relativa all'emocoltura si proseguirà con la terapia antibiotica.

La trombosi del catetere venoso centrale, nonché la formazione di coaguli ematici e fibrinici sulla punta del dispositivo, può portare a complicanze anche fatali come tromboembolismo del cuore destro e embolia polmonare. Nei pazienti critici l'incidenza

di trombosi catetere-correlata è maggiore nei CVC posizionati in vena femorale e giugulare piuttosto che nella succlavia.

Nella Tabella 5 sono elencati i fattori di rischio per sviluppo di trombosi correlate al catetere da dialisi.

Tabella 5. Fattori di rischio di trombosi del catetere venoso centrale da dialisi (Kellum, Bellomo, Ronco, 2016).

Paziente-correlate	Catetere-correlate	Sito di inserzione-correlate
Stato di ipercoagulabilità*	Cateteri in poliuretano o polivinile ⁷	Sito di inserzione femorale o giugulare interno ⁷
Stati trombofilici ⁴	Presenza di altri cateteri venosi centrali ⁷	Sito di inserzione succlavio*
Età >64 anni ⁷	Posizionamento distale*	
Neoplasie sottostanti ^{4,*}		
Disidratazione ⁴		
Compromessa perfusione tissutale ⁴		
Assenza di profilassi o di trattamenti ⁴		

*associato a tromboembolismo del cuore destro

⁴ associato a trombosi venosa centrale

All'interno della categoria delle terapie sostitutive renali continue troviamo diversi tipi di trattamenti che differiscono tra di loro per il principio attraverso il quale attuano la depurazione ematica. Questi sono la Slow Continuous Ultrafiltration (SCUF), la Continuous Venovenous Hemofiltration (CVVH), la Continuous Venovenous Hemodialysis (CVVHD), la Continuous Venovenous Hemodiafiltration (CVVHDF) e la Continuous Venovenous High Flux Dialysis (CVVHFD).

La CVVHD è una forma di emodialisi continua caratterizzata da un flusso lento di dialisato co-corrente o contro-corrente, rispetto al flusso sangue, nel comparto dialisato dell'emodializzatore. Il meccanismo principale di rimozione transmembrana dei soluti è la diffusione. La diffusione è un processo attraverso il quale le molecole di soluto si muovono in tutte le direzioni attraverso una membrana semipermeabile. Solitamente, questo movimento determina il passaggio di soluti da una zona maggior concentrazione

verso una concentrazione minore, fino al raggiungimento di una concentrazione di equilibrio (Ronco et al., 2015).

Per Alvarez et al (2019) “il dialisato contiene fisiologiche concentrazioni di sodio, cloro, magnesio e glucosio, mentre i livelli di potassio nel liquido vengono modificati a seconda di diversi fattori come pH, insulina, uso di farmaci simpatomimetici, perdite gastrointestinali”. Il liquido di dialisi è tamponato con soluzioni contenenti bicarbonato o suoi precursori come lattato, citrato o acetato. È importante sottolineare che, vista la presenza minima di ultrafiltrazione, non vi è una significativa rimozione di fluidi.

Nella Figura 3 si nota il funzionamento del principio dell'emodialisi veno-venosa continua.

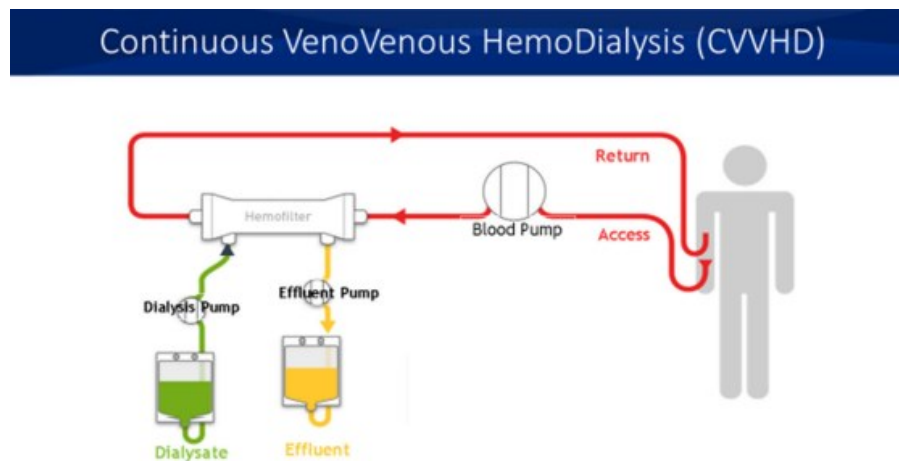


Figura 3. CVVHD. (Alvarez et al., 2019)

Nella Figura 4 si può notare la differenza tra il funzionamento del meccanismo di convezione e quello di diffusione.

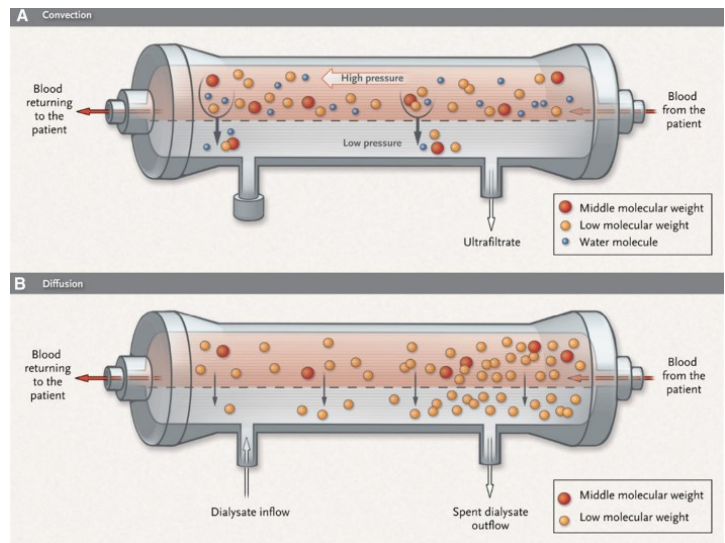


Figura 4. Il trasporto di soluti attraverso una membrana semipermeabile (Tolwani, 2012).

Funzionamento della Continuous Venovenous Haemodialysis

La continuous venovenous hemodialysis (CVVHD) è uno dei trattamenti di sostituzione renale d'elezione per i pazienti portatori di danno renale acuto. La CRRT con citrato può essere utilizzata nei pazienti con disfunzione epatica o iperlattatemia e ipoperfusione sistemica: ciò è possibile grazie alla possibilità di tracciare e dosare il citrato ematico e modificarne l'infusione.

La CVVHD possiede alcune componenti tecniche fondamentali.

Il monitor è la componente con cui è possibile impostare i parametri della terapia in atto e sul quale si manifestano allarmi visivi che notificano in maniera tempestiva all'operatore eventuali problemi riscontrati dalla macchina.

La pompa sangue è uno degli elementi cardine dello strumento: essa, infatti, facilita lo scorrimento ematico all'interno del circuito extracorporeo. Crea una pressione di aspirazione negativa, detta pressione di accesso che viene esercitata sul lume "arterioso" del catetere centrale; una volta superato il filtro genera una pressione positiva, detta pressione di rientro che giova il reinserimento del sangue tramite l'accesso "venoso" del CVC. Le pressioni di accesso e di rientro devono essere conformi alle condizioni cliniche del paziente. Le pompe sono costituite da dei rotori, che, occludendo parzialmente il tubo dentro il quale fluisce il sangue, spingono in avanti il fluido e prevengono il reflusso dentro il circuito.

Oltre alla pompa sangue, sono presenti anche le pompe che permettono l'entrata all'interno del circuito dei liquidi extracorporei contenenti calcio, citrato e dialisato. Anch'essi sono sospinti da dei rotori, identici a quelli della pompa sangue.

Per il monitoraggio delle pressioni sopracitate, sono posti dei sensori a monte e a valle della pompa sangue, per determinare la presenza di anomalie.

È presente anche un insieme di sensori e trasduttori che rilevano la presenza di bolle d'aria innescando un allarme visivo e acustico e bloccando il funzionamento della macchina.

Il filtro rappresenta il cuore della macchina. Esistono diverse tipologie di filtri che differiscono tra di loro per materiale e campi di applicazione, in quanto non tutti risultano essere adatti per la CRRT. Per la terapia sostitutiva renale continua i più adatti sono

composti da una membrana con la quale è possibile eliminare sostanze con peso molecolare fino a 30kDa. Al contempo, proteine plasmatiche come l'albumina, altre molecole di grandi dimensioni e i componenti cellulari del sangue vengono trattenuti. Le caratteristiche di filtrazione di questa membrana si avvicinano a quelle della funzione renale umana naturale (da Freseniusmedicalcare.it). Gli ampi lumi e le pareti sottili di queste tipologie di filtro permettono una bassa resistenza al flusso nei capillari che provoca la riduzione dell'attrito, l'elevato scambio di liquidi e quindi il flusso libero dell'ultrafiltrato e infine l'eccellente durata del filtro.

Al filtro sono inoltre collegate due linee: la linea con il quale il dialisato entra all'interno del filtro, e la linea che permette la raccolta del liquido di scarto del paziente. Prima di collegare il paziente alla CVVHD ci si assicura di aver riempito completamente il circuito di soluzione salina, in maniera da eliminare tutta l'aria presente all'interno.

Attraverso la pressione di accesso negativa il sangue più facilmente entra nel circuito extracorporeo; ad esso viene immesso una soluzione salina contenente citrato, che ha un effetto anticoagulante, in quanto è in grado di chelare le molecole di calcio ionizzato riducendone la concentrazione ematica: senza questo processo si attiverebbe la cascata coagulativa.

L'obiettivo dell'anticoagulazione nella CRRT è di prevenire la coagulazione del filtro e/o la perdita di efficienza della membrana, permettendo così di eseguire una terapia sostitutiva renale adeguata ed evitando perdite ematiche da coagulazione del circuito. Il dialisato viene immesso nel filtro e grazie ad entrambi il sangue viene depurato dai metaboliti in eccesso. Dopodiché il liquido di scarto giunge alla sacca di raccolta anch'esso tramite un rotore.

Una volta superato il filtro, il sangue deve essere reimpresso nel torrente circolatorio. La formazione di complessi calcio-citrato che è avvenuta nel pre-filtro determina una riduzione delle molecole di Ca^{++} sistemico, per cui nel post-filtro sarà necessaria l'integrazione di calcio gluconato o cloruro diluiti in una sacca di soluzione salina, il cui contenuto verrà infuso grazie ad un ulteriore rotore. In maniera analoga, anche il Mg^{++} viene chelato dal citrato e va incontro a rimozione con l'effluente e necessita pertanto di essere supplementato (da Neprhomeet.com).

Il meccanismo di funzionamento della macchina è illustrato nella Figura 8.

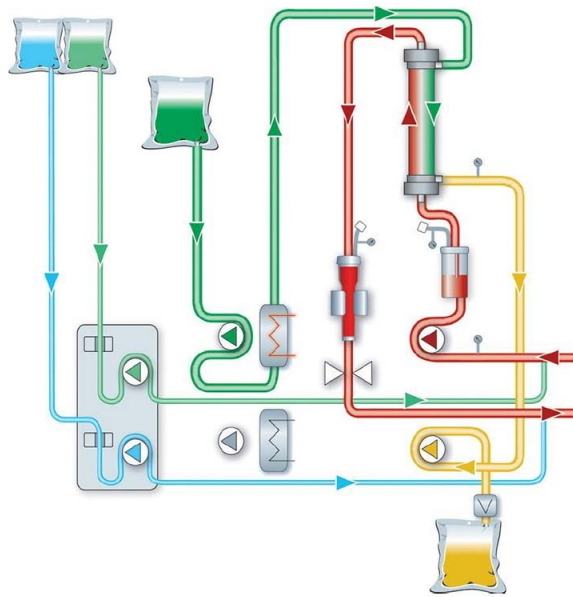


Figura 5. Illustrazione semplificata del meccanismo di funzionamento della CVVHD.
(da Freseniusmedicalcare.it)

Gestione infermieristica della CVVHD

L'infermiere, attore protagonista dell'assistenza fornita al paziente sottoposto a CVVHD, è incaricato di effettuare:

- una corretta gestione del catetere venoso centrale con il quale viene effettuato la terapia;
- il priming del circuito nel momento precedente alla connessione;
- il monitoraggio delle funzioni vitali del paziente durante la seduta dialitica continua;
- i prelievi per emogasanalisi e del controllo dei valori ematici;
- le variazioni delle velocità di infusione degli anticoagulanti e del calcio nel sistema con citrato secondo i propri protocolli;
- la preparazione delle sacche e della loro sostituzione una volta terminate;
- il calcolo del bilancio idrico;
- il monitoraggio degli allarmi;
- il corretto funzionamento della macchina.

Questi interventi che l'infermiere esegue per la gestione del paziente sottoposto a CVVHD si sommano a quelli che il professionista svolge normalmente durante il turno lavorativo, come il monitoraggio dell'emodinamica spesso instabile del paziente, la gestione delle vie aeree del paziente, l'effettuazione degli esami di laboratorio per monitorare gli scambi gassosi e l'omeostasi, la corretta somministrazione farmacologica continua o estemporanea.

Quindi, una volta elencati tutti gli interventi di cui l'infermiere è incaricato, si può affermare come sia importante che l'infermiere riceva un'adeguata formazione per la gestione della CVVHD. Come evidenziato in uno studio di Ricci et al (2015) "soltanto il 34% degli infermieri di area critica partecipanti hanno frequentato corsi formativi sulla terapia sostitutiva renale continua". Se venissero formati tutti gli infermieri neoassunti nelle SOD di rianimazione sul trattamento del paziente sottoposto a emodialisi veno-

venosa continua sarebbero garantite la migliore riuscita della terapia sostitutiva renale e la riduzione massima delle complicanze legate a quest'ultima.

OBIETTIVO

L'obiettivo di questa revisione è identificare il metodo ottimale ed il più utilizzato nell'ambito formativo degli infermieri neoassunti nelle terapie intensive sulla CVVHD, così da garantire sia un maggiore comfort del professionista nel gestire la macchina, che per assicurare il miglior intervento al paziente.

MATERIALI E METODI

- DESCRIZIONE DEL PROBLEMA

Per ricercare quale fosse il metodo formativo migliore nell'ambito della formazione sulla CVVHD è stato necessario sviluppare una revisione della letteratura formulando il quesito di ricerca tramite il metodo PICO.

- QUESITO DI RICERCA

Tabella 1. Formulazione del quesito di ricerca tramite metodo PICO.

P (popolazione)	Infermieri neoassunti in terapia intensiva
I (intervento)	Percorso formativo
C (controllo)	-
O (risultato)	Aumento delle conoscenze e competenze infermieristiche e miglioramento degli esiti assistenziali

- METODI DI RICERCA DELLE EVIDENZE

Per rispondere al quesito di ricerca sono state consultate le principali banche dati PubMed e Cinhal. Lo studio è stato guidato attraverso delle combinazioni di parole chiave correlate dagli operatori booleani “AND” e “OR”, così da analizzare un quadro più pertinente possibile al PICO enunciato.

Le keywords utilizzate sono state:

1. CRRT (Continuous Renal Replacement Therapy)
2. CVVHD (Continuous Venovenous Haemodialysis)
3. Haemodialysis
4. Nursing
5. Training program
6. Educational intervention

7. Intensive Care Unit

Utilizzando le keywords sopra elencate, quindi, sono state formulate le seguenti stringhe di ricerca.

Tabella 2. Stringhe di ricerca utilizzate.

MOTORE DI RICERCA	STRINGA DI RICERCA	TOTALE ARTICOLI PROPOSTI	ARTICOLI SELEZIONATI
Cinhal	“ICU” [Mesh] AND “training or training program” [Mesh] AND “CRRT or continuous renal replacement therapy or haemodialysis”	22	1
Cinhal	“Improving” [Mesh] AND “CRRT or continuous renal replacement therapy”	42	1
Cinhal	“Nursing” [Mesh] AND “training” [Mesh] AND “CRRT or continuous renal replacement therapy or haemodialysis”	154	5
PubMed	“CRRT” [Mesh] AND “education”	133	1
PubMed	“CRRT” [Mesh] AND “Training”	157	2
PubMed	“Nursing” [Mesh] AND “Nursing program training” [Mesh] AND “CRRT”	37	3

Per affinare le ricerca e produrre risultati più attendibili sono stati stabiliti dei criteri di inclusione ed esclusione.

- CRITERI DI SELEZIONE DELLE EVIDENZE

Criteri di inclusione:

1. articoli contenenti casi di infermieri neoassunti in terapia intensiva;
2. articoli inerenti al percorso formativo sulla CVVHD;
3. articoli con anno di pubblicazione a partire dal 2013;
4. articoli reperibili in free full text;
5. studi osservazionali;
6. revisioni narrative;
7. revisioni sistematiche;

- 8. RCT;
- 9. studi qualitativi;

I criteri di esclusione sono tutti gli articoli che non rientrano nei criteri di inclusione.

Per illustrare il metodo con cui sono stati selezionati e analizzati gli articoli, si riporta di seguito il Prisma Flow Chart.

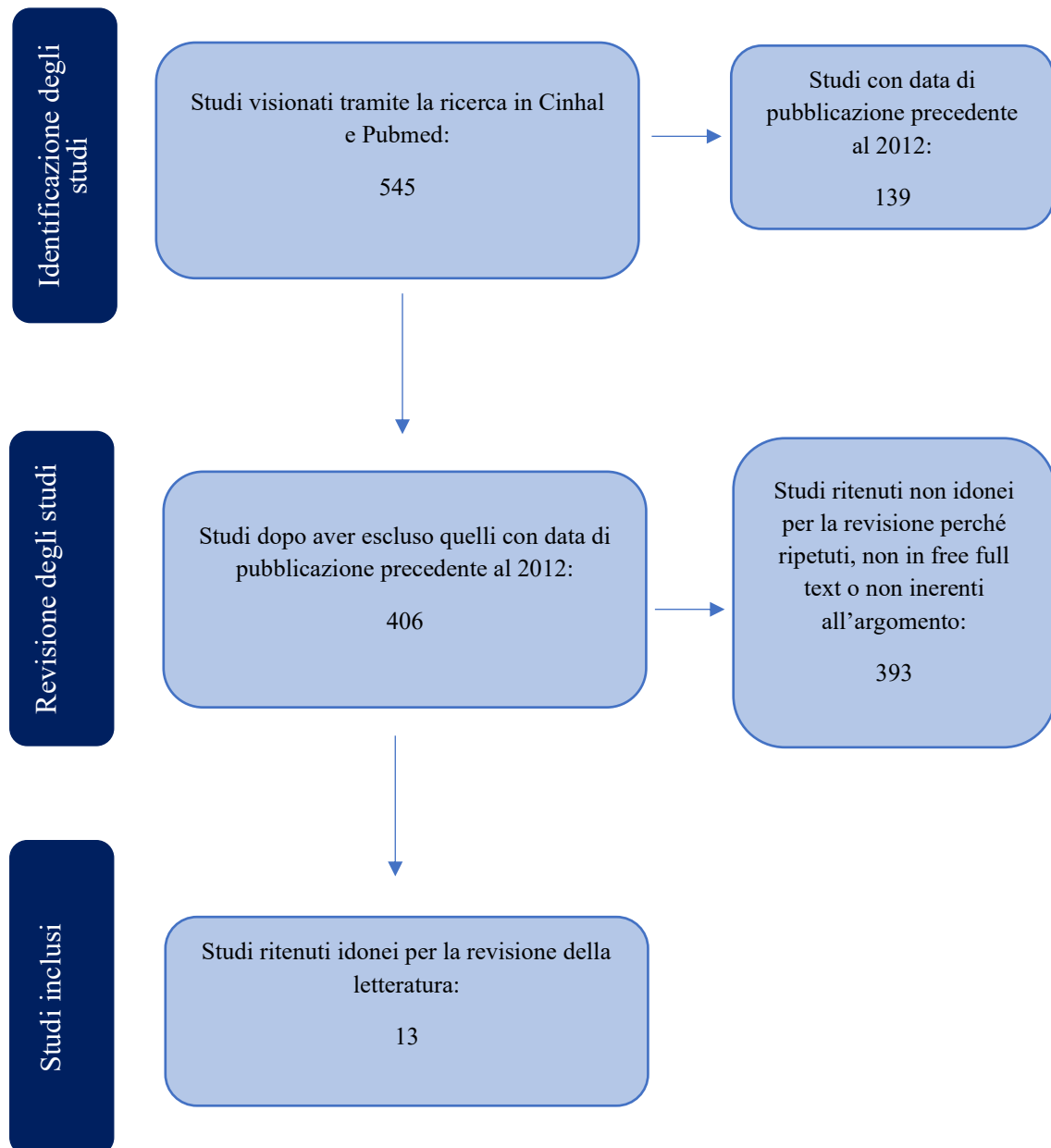


Figura 3. Prisma Flow Chart.

Tra i tredici articoli considerati idonei allo studio troviamo studi randomizzati controllati, studi osservazionali descrittivi, studi qualitativi, studi sperimentali e revisioni narrative.

RISULTATI

Nelle seguenti Tabelle 3 sono stati inseriti tutti gli articoli reputati idonei alla revisione. Sono stati posti all'interno della tabella in ordine temporale, dal più recente al più remoto. Nei casi in cui vi siano articoli prodotti nello stesso anno si procede alla classificazione tenendo in considerazione il mese di pubblicazione.

Nella tabella si possono notare varie sezioni, leggendo da sinistra verso destra troviamo:

1. Titolo, la sezione in cui troveremo il titolo della pubblicazione e il DOI o il PMID.
2. Autore/i dello studio e anno di pubblicazione.
3. Disegno di studio, rappresentativo della strategia con il quale viene selezionato il campione, i metodi e i materiali previsti per la raccolta e l'analisi dei dati.
4. Obiettivo, lo scopo che si vuole raggiungere tramite lo studio
5. Strumenti di raccolta dati, rappresentano la metodologia vera e propria con cui il ricercatore raccoglie i dati.
6. Risultati principali, comprendono i dati generati durante la ricerca.
7. Conclusioni, dove si trova l'interpretazione e la sintetizzazione dei risultati ottenuti dallo studio.

Tabella 3.1. Tabella di estrazione dati di una revisione narrativa.

AUTORE, ANNO DI PUBBLICAZIONE E DISEGNO DI STUDIO	Nancy Colobong Smith, 2022; Revisione narrativa.	
TITOLO	An Innovative Approach to Integrating Nephrology Nursing into Acute and Critical Care PMID: 36332120	
OBIETTIVO	STRUMENTI DI RACCOLTA DATI	RISULTATI
Descrivere e discutere un programma di formazione sulla dialisi per infermieri di terapia intensiva che sono in grado di fornire sia assistenza al letto del paziente che terapia sostitutiva renale in ambito ospedaliero.	Essendo una revisione narrativa, per effettuare lo studio l'autore si è avvalso dell'analisi di articoli scientifici.	

Tabella 3.2. Tabella di estrazione dati di uno studio sperimentale.

AUTORE, ANNO DI PUBBLICAZIONE E DISEGNO DI STUDIO	Yang YH, Hwang ST, Lin HC, Juang HM, Chang SF, Yu CT; 2021 Studio sperimentale.	
TITOLO	Improvement of Medical Alarm Management Accuracy for Critical Care Nurses in a Continuous Renal Replacement Therapy Unit. DOI: 10.6224/JN.202112 68(6).09	
OBBIETTIVO	STRUMENTI DI RACCOLTA DATI	RISULTATI
Aumentare l'accuratezza della gestione degli allarmi negli infermieri di terapia intensiva nell'utilizzo della CRRT a oltre il 90%.	Questionario di sensibilizzazione alla gestione degli allarmi CRRT, somministrato prima e dopo il corso di formazione. Il questionario comprendeva la sezione "Concetti di base" e "Procedure di gestione degli allarmi", per un totale di 25 domande a scelta multipla. Visti gli scarsi risultati del pre-test è stato sviluppato un ulteriore questionario (composto da 21 voci tra le quali gli infermieri dovevano selezionare le prime 5 voci che trovavano più difficili nell'apprendimento della gestione della CRRT) per indagare le ragioni principali dei punteggi insufficienti.	I risultati hanno mostrato che il tasso di correttezza del questionario di sensibilizzazione alla gestione degli allarmi CRRT da parte degli infermieri potrebbe essere migliorato da una media dell'80,5% al 96,7%. È stata condotta una valutazione tecnica sul tasso di accuratezza della gestione degli allarmi CRRT, completata da 38 infermieri. Il risultato ha mostrato che il tasso di accuratezza della gestione degli allarmi CRRT da parte degli infermieri è aumentato in media dal 53,1% al 98,9%, raggiungendo l'obiettivo fissato dal progetto. [...] Tra questi, gli allarmi per la presenza di aria nel sangue, la circolazione extra corporea CRRT e le perdite di sangue hanno mostrato un miglioramento maggiore. [...] Il personale infermieristico di terapia intensiva è riuscito a ridurre il tempo di gestione degli allarmi (da una media di 50,3 minuti ad una media di 26.1 minuti).

Tabella 3.3. Tabella di estrazione dati di un'indagine osservazionale multicentrica.

AUTORE, ANNO DI PUBBLICAZIONE E DISEGNO DI STUDIO	Angela Prendin, Elena Marinelli, Anna Marinetto, Chiara Daicampi, Nicola Trevisan, Veronica Strini, Ilaria de Barbieri, 2021; Indagine osservazionale multicentrica.	
TITOLO	Paediatric nursing management of renal replacement therapy: Intensive care nursing or dialysis nursing? DOI: 10.1111/nicc.12576	
OBIETTIVO	STRUMENTI DI RACCOLTA DATI	RISULTATI
Indagare quali modelli infermieristici sono stati adottati nella gestione della RRT in diverse terapie intensive neonatali e pediatriche italiane, e di esplorare la formazione degli infermieri sulla gestione della RRT.	Questionario composto da 16 domande che indaga sul management dei pazienti neonatali e pediatrici sottoposti a RRT in Italia e sul tipo di formazione e educazione emanata agli infermieri che gestiscono le terapie sostitutive renali.	In un'unità gli infermieri seguono corsi di formazione specifici sulla RRT (9,1%); in due unità gli infermieri alle prime armi vengono affiancati da un infermiere esperto e le loro competenze sono valutate in base a un modulo di valutazione (18,1%); in 8 unità gli infermieri partecipano a corsi di formazione e l'infermiere esperto insegna e segue l'infermiere alle prime armi (72,7%).

Tabella 3.4. Tabella di estrazione dati di uno studio randomizzato controllato.

AUTORE, ANNO DI PUBBLICAZIONE E DISEGNO DI STUDIO	Pierre Lemarie, Solenne Husser Vidal, Soizic Gergaud, Xavier Verger, Emmanuel Rineau, Jerome Berton, Elsa Parot-Schinkel, Jean-François Hamel and Sigismond Lasocki , 2019; RCT.	
TITOLO	High-Fidelity Simulation Nurse Training Reduces Unplanned Interruption of Continuous Renal Replacement Therapy Sessions in Critically Ill Patients: The SimHeR Randomized Controlled Trial. DOI: 10.1213/ANE.0000000000003581	
OBBIETTIVO	STRUMENTI DI RACCOLTA DATI	RISULTATI
Valutare i benefici di un programma di formazione per infermieri che utilizza la simulazione ad alta fedeltà sulla gestione delle sessioni di CRRT.	Alla fine della "Training Phase" il gruppo di controllo e di intervento hanno risposto ad un questionario di conoscenze (suddiviso in 3 categorie, principi di CRRT, allarmi e generator settings). La soddisfazione del corso è stata valutata tramite una scala numerica 1-10.	Gli infermieri del gruppo di intervento hanno ottenuto risultati migliori nel test di conoscenza effettuato poco prima di iniziare la fase di valutazione. Ancora più importante, gli infermieri del gruppo di intervento si sentivano più sicuri nell'iniziare la CRRT e hanno sperimentato meno stress [...] Pertanto, sono state analizzate 42 e 43 sessioni rispettivamente per il gruppo di intervento e di controllo. [...] Le sessioni del gruppo di intervento sono state soggette a un numero minore di interruzioni inaspettate della terapia. Inoltre, gli infermieri del gruppo di intervento hanno effettuato meno "chiamate di assistenza" rispetto agli infermieri del gruppo di controllo.

Tabella 3.5. Tabella di estrazione dati di una ricerca qualitativa.

AUTORE, ANNO DI PUBBLICAZIONE E DISEGNO DI STUDIO	Bianca Ribeiro Porto de Andrade, Fabiana de Mello Barros, Honorina Fátima Ângela de Lúcio, Juliana Faria Campos, Rafael Celestino da Silva, 2019; Ricerca qualitativa.	
TITOLO	Training of intensive care nurses to handle continuous hemodialysis: a latent condition for safety DOI: 10.1590/0034-7167-2018-0013	
OBIETTIVO	STRUMENTI DI RACCOLTA DATI	RISULTATI
<p>Analizzare le ripercussioni della formazione degli infermieri di Terapia Intensiva e che gestiscono emodialisi continua sulla sicurezza dei pazienti critici con insufficienza renale acuta.</p>	<p>Intervista semi strutturata incentrata sulle conoscenze avanzate e la formazione degli infermieri, sulla gestione della terapia, la cura dei pazienti, della macchina e del circuito da dialisi, le complicanze e l'utilizzo dei protocolli. [...] Le interviste sono durate 30 minuti e sono state registrate con un dispositivo MP4. Queste interviste sono state trascritte e poi sottoposte a una revisione del contenuto per evitare errori di trascrizione.</p>	<p>La formazione viene messa in discussione dagli infermieri. Una delle domande poste è il tempo che intercorre tra una formazione e l'altra, visto il turnover del personale infermieristico e la frequenza con cui si verifica un paziente del settore che fa uso di emodialisi continua, che può essere un fattore che genera dubbi sull'assistenza a questo paziente. [...] Il secondo aspetto messo in discussione è la natura della formazione, soprattutto per la necessità di sviluppare il ragionamento clinico degli infermieri. [...]. Infine, un'altra difficoltà riguarda gli allarmi. Questo perché ci sono infermieri che non sono ancora in grado di interpretarne il significato per risolverli, il che compromette le loro prestazioni. Si nota che la segnalazione di queste difficoltà è maggiore tra coloro che hanno fino a cinque anni di attività nel settore, anche tra gli specialisti in terapia intensiva.</p>

Tabella 3.6. Tabella di estrazione dati di una revisione della letteratura.

AUTORE, ANNO DI PUBBLICAZIONE E DISEGNO DI STUDIO	Olivier Joannes-Boyaua, Lionel Vellyb, and Carole Ichaic, 2018; Revisione della letteratura.	
TITOLO	Optimizing continuous renal replacement therapy in the ICU: a team strategy. DOI: 10.1097/MCC.0000000000000564	
OBBIETTIVO	STRUMENTI DI RACCOLTA DATI	RISULTATI
Comprendere gli elementi essenziali da implementare nelle terapie intensive per assicurare una terapia sostitutiva renale ottimale	Essendo una revisione della letteratura, per effettuare la ricerca. l'autore si è avvalso dell'analisi di articoli scientifici.	La durata dei corsi iniziali sulla CRRT deve essere compresa tra le 4 e le 50 ore, deve comprendere l'iniziazione della terapia, le competenze di risoluzione degli allarmi, la gestione del catetere venoso centrale, dell'anticoagulazione, e dell'impostazione dei parametri. Una volta completato la parte iniziale del corso è necessario effettuare regolarmente delle sessioni di aggiornamento. Inoltre, alle sessioni di teoria, è consigliato associare sessioni di simulazioni ad alta fedeltà e affiancamento da parte dei "super utenti" all'interno delle terapie intensive.

Tabella 3.7. Tabella di estrazione dati di uno studio osservazionale descrittivo.

AUTORE, ANNO DI PUBBLICAZIONE E DISEGNO DI STUDIO	Heather Przybyl, Jill Evans, Laurie Haley, Jodi Bisek, Emily Beck, 2017; Studio osservazionale descrittivo.	
TITOLO	Training and Maintaining: Developing a Successful and Dynamic Continuous Renal Replacement Therapy Program DOI: 10.4037/aacnacc2017122	
OBIETTIVO	STRUMENTI DI RACCOLTA DATI	RISULTATI
Delineare l'approccio alla formazione degli infermieri che si prendono cura dei pazienti che ricevono CRRT presso un'azienda sanitaria dell'Arizona.	Sono state analizzate variabili come "numero di filtra utilizzati", "numero di macchine inviate a riparare", "report di incidenti" e altri parametri dal 2012 al 2015. La formazione è stata erogata durante tutto il 2013.	È possibile notare come, dopo l'effettuazione del corso di formazione, dal 2013 il numero di macchina inviate a riparare, il numero di incidenti riportati e il numero di filtri utilizzati sia diminuito.

Tabella 3.8. Tabella di estrazione dati di uno studio descrittivo.

AUTORE, ANNO DI PUBBLICAZIONE E DISEGNO DI STUDIO	Frances Fothergill Bourbonnais, Sharon Slivar, Sue Malone Tucker, 2016; Studio descrittivo.	
TITOLO	Continuous Renal Replacement Therapy (CRRT) practices in Canadian hospitals: Where are we now? PMID: 27047998	
OBIETTIVO	STRUMENTI DI RACCOLTA DATI	RISULTATI
Ottenere informazioni dettagliate sulle pratiche infermieristiche per la gestione della CRRT.	Questionario di 61 domande che comprendono i temi di: aspetti demografici, informazioni generali sull'uso della CRRT, formazione iniziale e continua, accesso vascolare, filtri e fluidi, anticoagulanti, vita dei filtri, eventi avversi, uso della SLED [...]	Sono state ricevute 73 risposte (per un tasso di risposta del 57%). Dei 73 questionari completati, 36 ospedali su 73 (49%) hanno utilizzato CRRT. [...] Le risposte hanno indicato che 34/36 (94%) delle istituzioni disponeva di un programma di formazione dedicato per il personale e il 48% ha affermato che veniva eseguito una o due volte all'anno. Inoltre, sono state tenute lezioni sulla risoluzione dei problemi, così come l'insegnamento "just-in-time". [...] Quegli infermieri che hanno completato il programma di formazione sono stati valutati dall'infermiere educatore in merito alla loro capacità di prendersi cura di un paziente in CRRT. I risultati del sondaggio hanno indicato che 25/36 (69%) delle istituzioni aveva formato più del 50% dei loro personale. Di questi, 15/25 (60%) hanno formato il personale per tutti gli aspetti dell'assistenza mentre 8/25 (32%) avevano a volte un gruppo ristretto di infermieri qualificati indicati come "super utenti" e 2/25 (8%) non hanno risposto.

Tabella 3.9. Tabella di estrazione dati di uno studio sperimentale.

AUTORE, ANNO DI PUBBLICAZIONE E DISEGNO DI STUDIO	Heather Przybyl, Ida Androwich, Jill Evans, 2015; Studio sperimentale.	
TITOLO	Using High-Fidelity Simulation to Assess Knowledge, Skills, and Attitudes in Nurses Performing CRRT PMID: 26207275	
OBIETTIVO	STRUMENTI DI RACCOLTA DATI	RISULTATI
<p>Descrivere l'uso della terapia sostitutiva renale continua (CRRT) per trattare i pazienti con AKI.</p> <p>Discutere l'uso della simulazione come tecnica per aumentare le KSA (conoscenze, abilità, attitudini) dell'infermiere.</p> <p>3. Descrivere l'uso della simulazione ad alta fedeltà come strategia di insegnamento per aumentare le KSA negli infermieri che lavorano in un'unità di terapia intensiva per adulti e che si occupano di pazienti sottoposti a CRRT.</p>	<p>Somministrazione di un questionario KSAs pre-test e un questionario post-test a distanza di 3 mesi dalla simulazione.</p>	<p>C'è stato un aumento del 5% nel numero di risposte corrette per le domande n.3 - come gestire i problemi di accesso all'emodialisi. [...] C'è stato un aumento del 6% nel numero di risposte corrette per la domanda n.4 - ipovolemia/ipotensione al momento dell'inizio della CRRT. [...] L'aumento maggiore dei punteggi medi pre e post-test (27%) è stato per la domanda n.5 - risoluzione dei problemi della macchina durante un arresto cardiaco.</p> <p>Confrontando il numero di domande che hanno ricevuto una risposta errata perché l'infermiere ha fornito una risposta quando ne doveva fornire due, si sono verificati 17 casi nel questionario di pre-simulazione rispetto a 4 casi nel questionario post-simulazione. [...] C'è stato un aumento positivo dell'autovalutazione dell'attuale livello di abilità nella gestione della CRRT da parte del 10% dei partecipanti. Anche le capacità di risoluzione dei problemi hanno un aumento positivo del 15%. La domanda finale di autovalutazione inclusa nel questionario post-simulazione era una misura della soddisfazione dell'infermiere per la simulazione ad alta fedeltà. Il risultato è stato un punteggio medio di 8 (su un massimo di 10), indicando che gli infermieri erano soddisfatti degli scenari di simulazione e del metodo di misurazione delle KSA.</p>

Tabella 3.10. Tabella di estrazione dati di uno studio descrittivo.

AUTORE, ANNO DI PUBBLICAZIONE E DISEGNO DI STUDIO	Kimberly Windt, 2016; Studio descrittivo.	
TITOLO	Development of Online Learning Modules as an Adjunct to Skills Fairs and Lectures to Maintain Nurses' Competency and Comfort Level When Caring for Paediatric Patients Requiring Continuous Renal Replacement Therapy (CRRT) PMID: 27025149	
OBIETTIVO	STRUMENTI DI RACCOLTA DATI	RISULTATI
Discutere sullo sviluppo e l'implementazione di un sistema strutturato e di un insieme di risorse per supportare l'educazione di routine, e sviluppare due moduli di apprendimento interattivi online per fornire un'esposizione aggiuntiva CRRT durante l'anno.	È stata compilata una checklist di competenze fornita dai produttori della macchina per documentare il raggiungimento di ogni skill. Alla fine del corso di formazione è stato somministrato un questionario di valutazione del corso stesso.	Oltre il 72% (125 intervistati) ha concordato o fortemente concordato sul fatto che il contenuto presentato nel modulo ha migliorato il proprio livello di comfort durante la gestione dei pazienti sottoposti a CRRT. Il 22% (38 intervistati) non è né d'accordo né in disaccordo sul fatto che il modulo abbia aumentato il proprio livello di comfort. Il 75% (130 intervistati) era d'accordo o fortemente d'accordo sul fatto che la quantità e il tipo di informazioni presentate fosse appropriato e le proprie esigenze di apprendimento.

Tabella 3.11. Tabella di estrazione dati di uno studio retrospettivo osservazionale.

AUTORE, ANNO DI PUBBLICAZIONE E DISEGNO DI STUDIO	M. Page, T. Rimmelé, J. Prothet, F. Christin, J. Crozon, C.-E. Ber, 2014; Studio retrospettivo osservazionale.	
TITOLO	Impact of a program designed to improve continuous renal replacement therapy stability DOI: 10.1016/j.annfar.2014.10.008	
OBIETTIVO	STRUMENTI DI RACCOLTA DATI	RISULTATI
Valutare l'impatto di un programma progettato sulla coagulazione inaspettata del circuito per migliorare la stabilità della CRRT.	<p>Compilazione di checklist di variabili comprendente parametri clinici dei pazienti, durata della sessione, causa dell'interruzione (se programmata o imprevista in caso di trombosi del circuito o accumulo di citrato). Il criterio principale per giudicare l'efficacia dell'azione era se il cambio del filtro fosse pianificato o meno. La natura attesa o imprevista viene giudicata in base alla causa della disconnessione menzionata dall'infermiere di rianimazione, o nel verbale della seduta o nel</p> <p>turno infermieristico, riportato nel software di monitoraggio e prescrizione del reparto. Il criterio secondario per giudicare l'efficacia dell'intervento è stato il tempo di funzionamento dei filtri. Al termine dello studio, è stato condotto un sondaggio di opinione con gli infermieri del dipartimento per valutare le sensazioni dell'adozione dell'ARC (anticoagulazione regionale con citrato).</p>	<p>Il tempo di funzionamento dei filtri è stato statisticamente più lungo dopo l'adozione del programma. La durata mediana delle sessioni è stata di 33 (13–48) ore nel gruppo precedente l'intervento e di 55 (27–67) ore nel gruppo successivo l'intervento ($p < 0,001$). La durata della degenza in terapia intensiva è stata di 17 (7–32) giorni nel gruppo precedente l'intervento e di 12 (4–27) giorni nel gruppo successivo l'intervento ($p = 0,07$). La mortalità in terapia intensiva è stata del 61% nel gruppo precedente e del 50% nel gruppo successivo ($p = 0,24$). [...] . Se fosse possibile scegliere, il 76% degli infermieri nel nostro servizio opterebbe per l'ARC.</p>

Tabella 3.12. Tabella di estrazione dati di uno studio sperimentale.

AUTORE, ANNO DI PUBBLICAZIONE E DISEGNO DI STUDIO	Linda Ford, Evangelina Santa-Teresa, 2013; Studio sperimentale.	
TITOLO	From Critical Care Nurse to Nephrology Nurse In the Intensive Care Unit PMID: 24308112	
OBIETTIVO	STRUMENTI DI RACCOLTA DATI	RISULTATI
Trovare strategie per aumentare il personale infermieristico in grado di gestire l'emodialisi continua.	Questionario post-fase 1 (estratto dal Core Curriculum for Nephrology Nursing self-assessment questions (pp 1050- 1063)), post-fase 4 è stato compilato una checklist presa da "Acute Care Hemodialysis Orientation Manual & Assessment Tools (pp.12-93)".	<p>Due infermieri dell'Unità di Terapia Intensiva hanno completato il programma di orientamento e un altro ha iniziato a farlo. Questi infermieri di cure critiche stanno utilizzando le loro conoscenze per implementare dei cambiamenti nell'area di dialisi.</p> <p>Le sale di dialisi sono ora dotate di elettrocardiogramma a 12 derivazioni e di monitoraggio telemetrico per emulare le altre sale di terapia intensiva. In un'occasione, un infermiere di terapia intensiva formato di recente è stato in grado di identificare rapidamente un valore di laboratorio anormale e ha riconosciuto la possibilità di complicazioni cardiache associate. Ha messo in atto gli interventi infermieristici appropriati e ha potuto gestire in modo sicuro il trattamento dialitico.</p> <p>Un altro paziente ha presentato una sindrome da lisi tumorale, un'emergenza oncologica. Consapevole dei cambiamenti intrinseci dell'organismo, l'infermiera formata di recente ha valutato lo stato respiratorio del paziente e lo ha sottoposto a monitoraggio elettrocardiografico per valutare eventuali cambiamenti che possono verificarsi con questa sindrome. Questi sono esempi di situazioni cliniche che sono state gestite dagli infermieri di assistenza critica dopo il programma di orientamento.</p>

Tabella 3.13. Tabella di estrazione dati di uno studio osservazionale.

AUTORE, ANNO DI PUBBLICAZIONE E DISEGNO DI STUDIO	Theresa Mottes; Tonie Owens; Matthew Niedner; Julie Juno; Thomas P. Shanley; Michael Heung, 2013; Studio osservazionale	
TITOLO	Improving Delivery of Continuous Renal Replacement Therapy: Impact of a Simulation- Based Educational Intervention DOI: 10.1097/PCC.0b013e318297626e	
OBIETTIVO	STRUMENTI DI RACCOLTA DATI	RISULTATI
Descrivere l'esperienza con le transizioni sia nel modello infermieristico che nel programma di formazione per la somministrazione della terapia sostitutiva renale continua.	Compilazione di checklist di variabili contenenti dati demografici, patologia primaria, comorbidità, indagini di laboratorio al momento dell'inizio della CRRT e la "vita del filtro"	La percentuale complessiva di cambio filtri non pianificati era del 52,8%, e questa è diminuita dal 56,2% durante DidEd al 47,9% durante SimEd (p = 0,128). La durata mediana complessiva del filtro è stata di 48,4 ore (19,3, 71,1 ore). Dopo il passaggio a SimEd, si è registrato un aumento significativo della durata del filtro (da 42,5 a 59,4 ore; p < 0,01). [...] La sopravvivenza complessiva fino alla dimissione dall'unità di terapia intensiva è stata del 60%. Non c'è stata alcuna differenza statistica per quanto concerne la sopravvivenza in Terapia Intensiva tra i due diversi periodi di formazione (60,4% durante DidEd vs. 59,4% durante SimEd; p = 0,926).

DISCUSSIONE

Dai vari studi si evince come la figura infermieristica sia di fondamentale importanza per il paziente sottoposto a terapia sostitutiva renale continua. Di conseguenza, formare il personale con un protocollo standardizzato basato sulle migliori evidenze scientifiche dovrebbe diventare una certezza all'interno delle aziende e dei presidi ospedalieri. In tutti gli studi presi in considerazione si nota che nei casi in cui è stato chiesto agli infermieri di terapia intensiva di frequentare un corso di formazione sulla gestione dell'emodialisi veno venosa continua si è ottenuto un miglioramento delle variabili considerate.

Tra i tredici studi presi in considerazione troviamo:

- una ricerca qualitativa (7,7%);
- due revisioni della letteratura (15,4%);
- quattro articoli in cui sono stati analizzati i risultati di questionari somministrati agli infermieri prima e dopo aver svolto il corso di formazione (30,7%) di cui uno di quattro teneva in considerazione il grado di soddisfazione dei partecipanti riguardo il progetto;
- tre pubblicazioni in cui sono state esaminate l'andamento di variabili contenute in una checklist prima e dopo l'effettuazione dell'intervento educativo rivolto agli infermieri (23,1%) e in due casi su tre si è chiesto ai professionisti di compilare una scala di valutazione del corso;
- tre studi in cui si sono considerati sia i risultati di questionari pre e post-test sia le variabili cliniche e statistiche (23,1%).

Nei casi in cui si è deciso di somministrare ai partecipanti dei questionari, questi ultimi comprendevano domande di conoscenza di fisiopatologia renale, funzionamento della macchina, riconoscimento e risoluzione degli allarmi, gestione del catetere venoso centrale da dialisi, concetti sui filtri, sui fluidi somministrati per via endovenosa al paziente e sugli anticoagulanti utilizzati. Mentre, quando sono state analizzate le variabili tramite delle checklist, queste erano caratterizzate da dati demografici, comorbidità, indagini di laboratorio al momento dell'inizio della CRRT, durata della sessione dialitica

continua, il numero di macchine danneggiate inviate in assistenza tecnica, il report di incidenti, e soprattutto il numero di filtri utilizzati, la durata della vita dei filtri, le cause di interruzioni della dialisi, le ragioni del cambio dei filtri e se queste ultime due variabili erano programmate o no.

Quando si è chiesto agli infermieri un'opinione sul corso di formazione i ricercatori erano interessati al loro grado di comfort nella gestione della macchina precedentemente e successivamente il progetto, ad una autovalutazione da parte dei professionisti sul proprio lavoro e alla valutazione del corso stesso.

Si può notare come un percorso formativo standardizzato per l'assistenza al paziente sottoposto a CVVHD possa essere sviluppato seguendo molteplici vie.

Otto (61,5%) dei tredici studi ritenuti idonei alla ricerca hanno apportato un intervento formativo agli infermieri di area critica e sono stati utilizzati approcci educativi simili, ma non identici. Gli approcci sono rappresentati da:

- Lezioni di teoria in aula seguite da simulazione con manichini, una volta completati le prime due parti si proseguiva con l'affiancamento con personale esperto al letto del paziente in terapia intensiva.
- Lezioni di teoria in classe seguite da simulazione e pratica in reparto; se gli infermieri neoformati si trovavano ad affrontare situazioni cliniche non spiegate precedentemente nel corso tornavano in aula e si approfondiva la condizione.
- Lezioni di teoria sviluppate su piattaforme online comprendenti sia di concetti di base della macchina che di video dimostrativi sulle procedure da attuare, seguiti dall'utilizzo di software interattivi che simulavano lo schermo della macchina; successivamente si procedeva con le simulazioni pratiche.
- Lezioni di teoria online tramite video dimostrativi associate all'utilizzo di simulazioni virtuali tramite software appositi.
- Lezioni di teoria con associato protocollo di servizio che formalizzava la gestione degli allarmi e le procedure da mettere in atto nell'utilizzo della macchina.
- Sessioni di simulazioni con un software che emulava lo schermo della CVVHD precedute da sessioni di briefing e succedute da debriefing.

- Lezioni teoriche online nelle quali si racchiudevano i principi posti alla base dell'assistenza infermieristica al paziente sottoposto a CRRT, seguite da sessioni didattiche dove gli educatori guidavano gli infermieri verso le corrette procedure da attuare, dopodiché si è effettuata una simulazione ad alta fedeltà su manichino, per poi proseguire con affiancamento da parte di personale esperto al letto del paziente in terapia intensiva; questo tipo di approccio prevedeva una durata del corso minore o maggiore a seconda degli anni di esperienza degli infermieri.

Lo sviluppo di un programma didattico per infermieri dipende da diversi fattori, tra cui le disponibilità di investimento da parte dell'azienda ospedaliera stessa. Nonostante si possano notare differenze anche importanti tra i diversi approcci formativi, è evidente come solo l'implementazione di lezioni teoriche (Page et al., 2014) abbia prodotto un risultato positivo.

Sicuramente ad oggi, con l'avanzamento della tecnologia, è auspicabile che agli infermieri neoassunti siano resi disponibili corsi formativi con simulazioni ad alta fedeltà tramite l'uso di manichini in grado di emulare le condizioni cliniche di un paziente ricoverato in terapia intensiva. Questi ultimi solitamente danno la possibilità agli infermieri di aumentare le proprie conoscenze e competenze grazie alla loro sofisticata tecnologia. Essi sono disposti di gestione avanzata delle vie aeree con possibilità di connessione e gestione del ventilatore meccanico, di monitoraggio emodinamico invasivo tramite accesso arterioso e catetere venoso centrale e di generatori di allarmi e pressioni della CVVHD. Come si mostra nello studio di Mencía, Lòpez, Lòpez-Herce, Ferrero & Rodríguez-Núñez (2013), i manichini sarebbero in grado di emulare variazioni di pressioni di accesso, di rientro, del filtro, transmembrana e dell'ultrafiltrato. Più precisamente, il dispositivo permette all'istruttore di modificare tramite degli interruttori che consentono di comprimere o decomprimere le linee della macchina: l'esemplificazione del meccanismo è illustrato nella Figura 6. In questa maniera, i parametri vengono modificati per simulare situazioni sovrapponibili a quelle che si andrebbero a creare negli scenari delle terapie intensive. Solamente in questa maniera gli infermieri saranno davvero formati ad affrontare complicità e problemi legati alle condizioni cliniche del paziente e alla macchina.

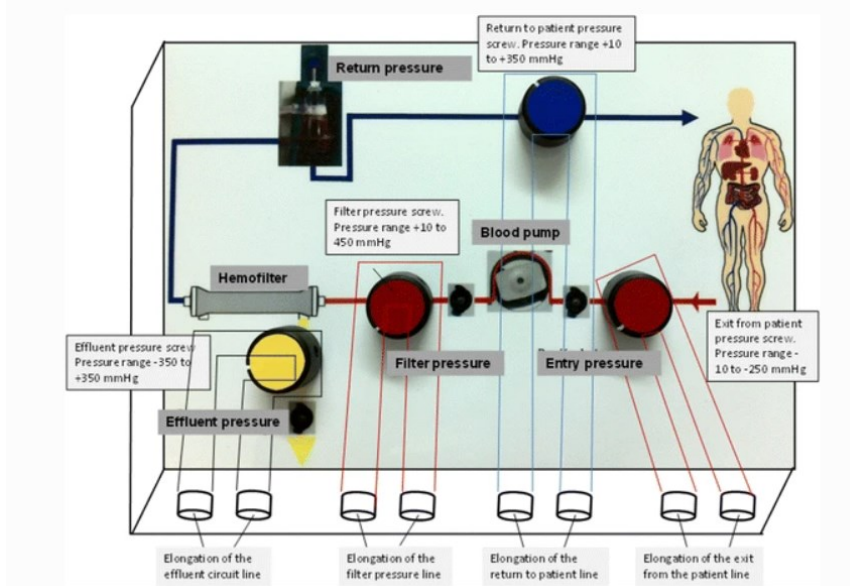


Figura 6. Meccanismo di funzionamento della simulazione ad alta fedeltà della CVVHD.

Dirigendo dei corsi di formazioni il più completi possibili, non solo si aumenta il grado di comfort del professionista nella gestione della macchina, ma si diminuisce anche il numero di filtri e kit utilizzati in quanto avverrebbero, come dimostrato in diversi studi citati precedentemente, meno coagulazioni inaspettate dei circuiti. Nel St. Elizabeth's Medical Center, Boston, MA, USA, è stato effettuato una ricerca in cui sono stati analizzati i costi giornalieri che un paziente sottoposto a CVVHD apporta ad un'azienda ospedaliera e questi sono di 775\$ con una deviazione standard di 776\$. (Duriseti et al., 2021) Se a questo importo si aggiungessero ulteriori cambi di kit e filtri inaspettati dovuti ad una non ottimale gestione del circuito da parte di personale non formato, sicuramente i costi aumenterebbero esponenzialmente. Al contrario, se le aziende investissero maggiormente sulla formazione del personale, ne trarrebbero soltanto che un guadagno a lungo termine, in quanto lo spreco di materiale e risorse tenderebbero allo zero.

Inoltre, sarebbe molto utile mettere a disposizione degli infermieri del materiale supportato da evidenze scientifiche posto su piattaforme online facilmente accessibili, cosicché, in caso di perplessità sulla corretta gestione della macchina, il professionista non si senta abbandonato alle proprie conoscenze, ma abbia sempre una guida "Evidence

Based” su cui far affidamento. Questo tipo di approccio è stato utilizzato da tre studi presi in considerazione per effettuare questa revisione narrativa, e il 100% di essi tramite questa metodologia hanno evidenziato dei risultati positivi sul paziente, sui costi e sugli sprechi di materiale.

Il concetto della formazione sulla CVVHD è ancora più importante per tutti gli infermieri neoassunti in terapia intensiva e per riuscire a prevenire le principali complicanze correlate all'utilizzo della macchina, oltre a sviluppare un protocollo formativo standardizzato sarebbe utile creare un processo assistenziale all'interno del quale si possono individuare delle diagnosi infermieristiche potenziali o di rischio per un paziente sottoposto a emodialisi veno-venosa continua; ovviamente, ogni paziente presenterà un quadro clinico e assistenziale a se stante, ma implementando un percorso semi-strutturato l'operato di molti professionisti sarebbe agevolato ulteriormente. Utilizzando la tassonomia NANDA, NOC e NIC contenuta nel libro “Diagnosi infermieristiche con NOC e NIC” di Judith M. Wilkinson è possibile individuare all'interno delle Tabelle 4 questi processi assistenziali:

Tabella 4.1. Processo assistenziale con diagnosi NANDA "Rischio di infezione".

DIAGNOSI NANDA	Rischio di infezione	
OBIETTIVI INFERMIERISTICI (NOC)	CRITERI DI RISULTATO (NOC)	INTERVENTI INFERMIERISTICI (NIC)
<ol style="list-style-type: none"> 1. Corretta efficacia della pompa cardiaca 2. Corretto stato della circolazione 3. Corretto stato dei parametri vitali 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Non dimostra segni e sintomi di infezione 2. Dimostra valori di laboratorio nei range. 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Monitorare per ricercare segni/sintomi di infezione (per esempio, rialzo termico, frequenza cardiaca, drenaggio, aspetto della ferita, secrezioni, aspetto delle urine, temperatura cutanea, lesioni cutanee); monitorare i valori di laboratorio. 2. Mantenere tecniche di isolamento, in modo appropriato; istituire precauzioni universali; limitare il numero dei visitatori, in modo appropriato. Seguire il protocollo della struttura per notificare il sospetto di infezioni e/o colture positive; somministrare terapia antibiotica, in modo appropriata. 3. Accertare i fattori che aumentano la vulnerabilità alle infezioni (per esempio, età avanzata, immunocompromissione e malnutrizione)

Tabella 4.2. Processo assistenziale con diagnosi NANDA "Rischio di riduzione della gittata cardiaca".

DIAGNOSI (NANDA)	Rischio di riduzione della gittata cardiaca	
OBBIETTIVI INFERMIERISTICI (NOC)	CRITERI DI RISULTATO (NOC)	INTERVENTI INFERMIERISTICI (NIC)
<ol style="list-style-type: none"> 1. Corretta efficacia della pompa cardiaca 2. Corretto stato della circolazione 3. Corretto stato dei parametri vitali 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Dimostra una corretta pompa cardiaca tramite indice cardiaco e frazione di eiezione entro i limiti di norma. 2. Dimostra un corretto stato della circolazione con polso periferico forte e simmetrico, con assenza di ipotensione ortostatica e con assenza di distensione delle vene del collo. 3. Dimostra un corretto stato dei parametri vitali con pressione sistolica, diastolica e differenziale nei range, PVC e pressione polmonare nei limiti, frequenza cardiaca entro i range attesi. 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Accertare i valori della pressione sanguigna, presenza di cianosi, lo stato respiratorio e lo stato mentale; consultarsi con il medico riguardo ai parametri per la somministrazione/mantenimento dei farmaci per la pressione ematica; somministrare e titolare i farmaci antiaritmici, inotropi, la nitroglicerina e i vasodilatatori per mantenere la contrattilità, il precarico e il post-carico su prescrizione medica o come da protocollo; promuovere la riduzione del post-carico su prescrizione medica o come da protocollo 2. Monitoraggio le resistenze vascolari polmonari e sistemiche in modo appropriato. 3. Monitoraggio e documentazione di frequenza cardiaca, ritmo e caratteristiche del polso.

Tabella 4.3. Processo assistenziale con diagnosi NANDA “Rischio di ipotermia”.

DIAGNOSI (NANDA)	Rischio di ipotermia	
OBBIETTIVI INFERMIERISTICI (NOC)	CRITERI DI RISULTATO (NOC)	INTERVENTI INFERMIERISTICI (NIC)
Corretta termoregolazione	Dimostra una corretta termoregolazione con piloerezione e brivido in ambiente freddo e se possibile riferisce benessere termico	Monitoraggio dei parametri vitali e della temperatura corporea (TC) con applicazione di dispositivo di monitoraggio continuo della TC interna o esterna. Monitoraggio della TC a intervalli di due ore in modo appropriato. In caso di severa ipotermia assistere con tecniche di riscaldamento interne ed esterne.

Tabella 4.4. Processo assistenziale con diagnosi NANDA “Eccessivo volume di liquidi o rischio di insufficiente volume di liquidi”.

DIAGNOSI (NANDA)	Eccessivo volume di liquidi o rischio di insufficiente volume di liquidi	
OBBIETTIVI INFERMIERISTICI (NOC)	CRITERI DI RISULTATO (NOC)	INTERVENTI INFERMIERISTICI (NIC)
<ol style="list-style-type: none"> 1. Corretto controllo delle infezioni 2. Corretto controllo dei rischi 3. Corretta individuazione dei rischi 4. Corretto stato immunitario 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Dimostra bilancio elettrolitico e acido base con una buona vigilanza mentale, orientamento cognitivo e forza muscolare non compromessi e tramite esami di laboratorio nei range attesi; 2. Dimostra corretto bilancio idrico con assenza di turgore giugulare, assenza di suoni respiratori occasionali e entrate e uscite giornaliere equilibrate; 3. Dimostra un buono stato di idratazione con assenza di edemi, di sete anormale, con mucose umide, con assenza di febbre, 4. Dimostra una circolazione funzionale tramite una pressione sanguigna sistolica e diastolica all'interno dei range e con perfusione tissutale periferica non compromessa. con uscite urinarie entro i limiti e valore di ematocrito entro i limiti. 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Gestione del bilancio elettrolitico monitorando i livelli sierici di elettroliti, pH e valori emogasanalitici. 2. Monitorare gli esami di laboratorio relativi al bilancio idrico (per esempio, ematocrito, azotemia, albumina, proteine totale, osmolarità sierica e peso specifico delle urine). 3. Osservare i segni di ritenzione/sovraccarico Idrico (per esempio, crepitii, PVC elevata, elevata pressione polmonare, edemi, turgore giugulare e ascite). 4. Monitorare la pressione sanguigna. 5. Pesare quotidianamente l'assistito e monitorare i cambiamenti se possibile

A seguito dell'effettuazione degli interventi si procede con la valutazione: se l'infermiere reputa che gli obiettivi preposti non siano stati raggiunti, si sviluppa un nuovo piano assistenziale e si inizia nuovamente il processo di nursing.

Questi esempi riportati in tabella sono soltanto quattro delle molteplici situazioni in cui un paziente sottoposto a CVVHD può andare incontro, ma sono comunque rappresentativi di un valido strumento di cui tutti gli infermieri neoassunti in terapia intensiva possono avvalersi per gestire per la prima volta una terapia sostitutiva renale continua.

Lo studio possiede dei limiti che, se venissero eliminati, porterebbero la revisione ad un livello di affidabilità maggiore. Questi sono il breve arco temporale con cui sono stati ricercate le pubblicazioni nelle banche dati e i pochi articoli scientifici reperibili in free full text.

CONCLUSIONI

Anche se all'interno dei tredici studi considerati i dati sono stati analizzati tramite metodi differenti, in tutte le pubblicazioni i risultati sono positivi, confermando in maniera univoca che la progettazione di un percorso formativo rivolto al personale infermieristico arrechi unicamente dei benefici.

Come descritto precedentemente, le metodologie con cui i ricercatori si sono approcciati per lo sviluppo del programma educativo sono differenti: senza dubbio, un intervento composto da lezioni teoriche, simulazioni ad alta fedeltà e affiancamento con personale esperto a letto del paziente comporterà un risultato migliore. Talvolta, un intervento formativo di questa complessità non sempre può essere sopportato dalle aziende ospedaliere, per cui anche solo l'istituzione di classi in cui si illustrano i principi di fisiopatologia renale, il funzionamento della macchina, la gestione degli allarmi potrebbe essere un buon punto di partenza.

Nel corso della ricerca sono emerse alcune sfide per l'erogazione della formazione infermieristica per la gestione della macchina, e una di queste è proprio il turnover del personale. In aggiunta ai corsi iniziali forniti agli infermieri neoassunti in terapia intensiva, sarebbe corretto implementare un sistema standardizzato di programmi di aggiornamento, così da garantire anno per anno l'avanzamento della professione e il miglior intervento al paziente sottoposto a CVVHD.

La formazione del personale infermieristico per la gestione dell'emodialisi veno venosa continua è un campo in continua evoluzione, per cui sono necessarie ulteriori ricerche per valutare gli impatti a lungo termine della formazione, nonché per esplorare nuove modalità di formazione.

BIBLIOGRAFIA E SITOGRAFIA

1. Alvarez, G., Chrusch, C., Hulme, T., Posadas-Calleja, J. G. (2019, luglio). Renal replacement therapy: a practical update. *Canadian Journal of Anesthesia*, 66, 5, 593 – 604
2. Andrade, B. R. P., Barros, F. M., de Lúcio, H. F. A., Campos, J. F., & da Silva, R. C. (2019, febbraio). Training of intensive care nurses to handle continuous hemodialysis: a latent condition for safety. *Revista Brasileira de Enfermagem*, 72, 1, 105-113.
3. Badon, P., Giusti, G. D., Albion, M. E., Biasuzzi, A., Binda, F., Bambi. S., et al. (2022). *Assistenza infermieristica in area critica e in emergenza*. Milano: Casa Editrice Ambrosiana.
4. Bourbonnais, F. F., Silvar, S., & Tucker, S. M. (2016, primavera). Continuous Renal Replacement Therapy (CRRT) practices in Canadian hospitals: Where are we now? *The Canadian Journal of Critical Care Nursing*, 27, 1, 17-22.
5. Duriseti, P., Idrees, N., Aldairem, A., Jaber, B. L., & Balakrishan, V. S. (2021) Cost analysis of two modalities of continuous renal replacement therapy. *Haemodialysis International*, 25, 2, 173-179.
6. Colobong Smith, N. (2022, settembre-ottobre). An Innovative Approach to Integrating Nephrology Nursing into Acute and Critical Care. *Nephrology Nursing Journal*, 49, 5, 397-403.
7. Ford, L., & Santa-Teresa, E. (2013, settembre-ottobre). From Critical Care Nurse to Nephrology Nurse In the Intensive Care Unit. *Nephrology Nursing Journal*, 40, 5, 451-455.
8. Garibotto, G., Potremoli, R., Albertazzi, A., Camussi, G., Cancarini G., Capasso, G., et al. (2012). *Manuale di Nefrologia*. Torino: Minerva Medica.
9. Joannes-Boyau, O., Velly, L., & Ichai, C. (2018, dicembre). Optimizing continuous renal replacement therapy in the ICU: a team strategy. *Current Opinion in Critical Care*, 24, 6, 476-482.

10. Kellum, A. J., Bellomo, R., Ronco, C. (2016). *Continuous Renal Replacement Therapy*. 198 Madison Avenue, New York, NY 10016, United States of America: Oxford University Press.
11. Lemarie, P., Husser Vidal, S., Gergaud, S., Verger, X., Rineau, E., Berton, J., Parot-Schinkel, E., Hamel, J.-F., & Lasoki, S. (2019, luglio). High-Fidelity Simulation Nurse Training Reduces Unplanned Interruption of Continuous Renal Replacement Therapy Sessions in Critically Ill Patients: The SimHeR Randomized Controlled Trial. *Anesthesia & Analgesia*, *129*, 1, pp 121-128.
12. Lott, C., Truhlář, A., Alfonzo, A., Barelli, A., González-Salvado, V., Hinkelbein, J., Nolan, J. P., Paal, P., Perkins, G. D., Thies, K. C., Yeung, J., Zideman, D. A., Soar, J. & the ERC Special Circumstances Writing Group Collaborators (2021, luglio). European Resuscitation Council Guidelines 2021: Cardiac arrest in special circumstances. *Resuscitation*, *161*, 152-219.
13. Maiden, M. J. & Bellomo, R. (2019). Chapter 93 - Renal Replacement Therapy for Septic Acute Kidney Injury. In Ronco, C., Bellomo, R., Kellum, J. A. & Ricci, Z. (A cura di), *Critical Care Nephrology* (pp. 543-548).
14. Mencia, S., Lòpez, M., Lòpez-Herce, M., Ferrero, L. & Rodríguez-Núñez, A. (2013, novembre). Simulating continuous renal replacement therapy: usefulness of a new simulator device. *Journal of Artificial Organs*, *17*, 114–117
15. Mottes, T., Owens, T., Niedner, M., Juno, J., Shanley, T. P., & Heung M. (2013, settembre). Improving Delivery of Continuous Renal Replacement Therapy: Impact of a Simulation-Based Educational Intervention. *Pediatric Critical Care Medicine*, *14*, 7.
16. Page, M., Rimmelé, T., Prothet, J., Christin, F., Crozon, J., & Ber, C.-E. (2014, dicembre). Impact of a program designed to improve continuous renal replacement therapy stability. *Annales Françaises d'Anesthésie et de Réanimation* *33*, 12, 626-630.
17. Prendin, A., Marinelli, E., Marinetto, A., Daicampi, C., Trevisan, N., Strini, V., & de Barberi, I. (2021, novembre). Paediatric nursing management of renal replacement therapy: Intensive care nursing or dialysis nursing? *Nursing in Critical Care*, *26*, 6.

18. Przybyl, H., Evans, J., Haley, L., Bisek, J., & Beck, E. (2017). Training and Maintaining: Developing a Successful and Dynamic Continuous Renal Replacement Therapy Program. *AACN Advanced Critical Care*, 28, 1, 41-50.
19. Przybyl, H., Androwich, I., & Evans, J. (2015, marzo-aprile). Using High-Fidelity Simulation to Assess Knowledge, Skills, and Attitudes in Nurses Performing CRRT. *Nephrology Nursing Journal*, 42, 2, 135-148.
20. Ricci, Z., Benelli, S., Barbarigo, F., Cocozza, G., Pettinelli, N., Di Luca, E., Mettifogo, M., Toniolo, A. & Ronco, C. (2015). Nursing procedures during continuous renal replacement therapies: a national survey. *Heart, Lung and Vessels*, 7, 3, 224-230.
21. Ronco, C., Areu, S., Armignacco, P., De Gaudio, R., De Rosa, S., Garzotto, F., Gasperdone, A., Guggia, S., Lorenzin, A., Nalesso, F., Neri, M., Pani, A., Ricci, Z., Romagnoli, S., Samoni, S., Santoro, A., Sartori, M., Spinelli, A., & Villa, G. (2015, marzo-aprile). Linee guida alla prevenzione, diagnosi e terapia delle sindromi di danno renale acuto: versione italiana delle KDIGO, integrata con le nuove evidenze e i commenti internazionali. *Giornale Italiano di Nefrologia*, 32, 2, 1724-5590.
22. Ronco, C., Bellomo, R., Kellum, J. A. (2007). *Acute Kidney Injury*. Basel (Switzerland): Karger Publishers.
23. Tolwani A., (2012, dicembre). Continuous Renal-Replacement Therapy for Acute Kidney Injury. *The New England Journal of Medicine*, 367, 26, 2505-2514.
24. Vienken, J. (2009, giugno). "Bioengineering for life": a tribute to Willem Johan Kolff. *Nephrology Dialysis Transplantation*, 24, 8, 2299-2301
25. Windt, K. (2016, gennaio-febbraio). Development of Online Learning Modules as an Adjunct to Skills Fairs and Lectures to Maintain Nurses' Competency and Comfort Level When Caring for Pediatric Patients Requiring Continuous Renal Replacement Therapy (CRRT). *Nephrology Nursing Journal*, 46, 1, 39-47.
26. Yang, Y. H., Hwang S. T., Lin H. C., Juang H. M., Chang, S. F., & Yu C. T. (2021, gennaio). Improvement of Medical Alarm Management Accuracy for

Critical Care Nurses in a Continuous Renal Replacement Therapy Unit.
Journal of Nursing, 68, 6, 62-72.

27. Wei, S. S., Lee, W. T., & Woo, K. T. (1995, giugno). Slow continuous ultrafiltration (SCUF) - the safe and efficient treatment for patients with cardiac failure and fluid overload. *Singapore Medical Journal*, 36, 3, 276 – 277.
28. Wilkinson, J. M. (2003). *Diagnosi infermieristiche con NOC e NIC*. Casa editrice ambrosiana.
29. <https://www.freseniusmedicalcare.it/it/professionisti-sanitari/terapie-per-acuti/filtri-per-crrt-e-plasmaferesi> consultato il 20 ottobre 2023.