

Vantaggi per la sicurezza del paziente della cassetta Plum™

Revisione e valutazione delle tecnologie di terapia infusionale e dell'impatto clinico dei meccanismi di pompaggio e del design del set di somministrazione

JW Beard MD, Dan Shea RN, Zehra Tilahun RN

Introduzione

Le pompe per infusione odierne svolgono funzioni cliniche essenziali con tecnologie e funzioni di sicurezza sempre più avanzate. L'uso di "pompe intelligenti" (pompe per infusione con librerie di farmaci) per ridurre gli errori durante l'infusione di farmaci e fluidi è diventato lo standard del settore^{1,2} ed è consigliato dalle principali organizzazioni di sicurezza.^{3,4,5} Tuttavia, le pompe intelligenti non eliminano tutti i tipi di errori.^{3,4,5} Le interfacce utente delle pompe intelligenti, i flussi di lavoro clinici, i meccanismi di pompaggio e i set di somministrazione presentano una notevole variabilità.^{6,7} Le interfacce utente e i flussi di lavoro dei dispositivi sono stati oggetto di attenzione da parte della FDA per quanto riguarda l'usabilità⁸ nonché oggetto di ricerche in laboratorio.⁶ Anche il meccanismo di pompaggio dei fluidi e il set di somministrazione sono importanti, in quanto determinano la modalità di erogazione del fluido a un paziente, nonché l'accuratezza e la costanza della somministrazione del fluido in vari contesti clinici. Questa revisione della tecnologia della terapia infusionale dimostra che il design dei meccanismi di pompaggio e dei set di somministrazione ha un impatto clinico significativo.

Vi è una notevole variabilità nelle interfacce utente delle pompe intelligenti, nei flussi di lavoro clinici, nei meccanismi di pompaggio e nei set di somministrazione.^{6,7}

Problemi di sicurezza del paziente legati alle pompe intelligenti

I rischi e gli errori associati alle pompe intelligenti sono descritti in sondaggi,² indagini sui reclami,⁴ revisioni della letteratura,^{5,9} e dagli enti pubblici.¹⁰ I potenziali tipi di errori delle pompe intelligenti sono numerosi,^{9,11} e alcuni casi d'uso sono considerati a rischio più elevato rispetto ad altri.^{6,10} Pubblicazioni recenti si aggiungono alla knowledge base descrivendo le esperienze e le priorità dei medici che operano a diretto contatto col paziente, e le tecnologie utilizzate per risolvere gli errori delle pompe intelligenti.^{2,4}

Due recenti sondaggi dell'Institute for Safe Drug Practices (ISMP), che includono più di 1.000 intervistati nel settore sanitario, forniscono uno sguardo sulla prevalenza di errori farmacologici durante la somministrazione al paziente e sui tipi di sfide o ostacoli che gli utilizzatori incontrano con le pompe intelligenti.² I tipi più comuni di errori farmacologici riscontrati negli ultimi 12 mesi dagli intervistati hanno riguardato infusioni secondarie dovute a ritardi, omissioni o velocità errate. Gli utilizzatori hanno segnalato problemi relativi all'uso di pompe intelligenti in categorie quali Creazione di librerie di farmaci, Manutenzione e Collegamento, Limitazioni tecnologiche e Programmazione del flusso di lavoro. Le infusioni secondarie sono state anch'esse descritte come una categoria di sfide, problemi quali la mancanza di un avviso/allarme se l'infusione secondaria non è in esecuzione, errori di impostazione dell'infusione secondaria come ad esempio l'altezza della sacca e i morsetti chiusi, la programmazione dell'infusione primaria come secondaria, e dimenticare di riavviare l'infusione primaria dopo che la secondaria è stata completata. Le sfide specifiche degli Allarmi e Sensori comprendevano la difficoltà di gestire le occlusioni e gli allarmi di aria in linea. Una sfida nella categoria della Disponibilità di Pompe è stata descritta come una mancanza di disponibilità di pompe a siringa per la somministrazione di farmaci in volumi inferiori, a causa della carenza di farmaci.

Gli errori delle pompe intelligenti e le soluzioni tecnologiche per risolverli sono stati studiati dall'ECRI Institute.⁴ un'indagine condotta su 100 reclami relativi alle pompe intelligenti segnalati all'ECRI ha dimostrato che la principale fonte di errori era legata a errori nelle concentrazioni infusione o nell'immissione di parametri. L'analisi ECRI indica che il 75% degli errori studiati potrebbero essere prevenuti grazie all'interoperabilità tra pompa intelligente e cartella clinica elettronica (EHR). Del 25% degli errori non risolti dall'interoperabilità, il 15% era correlato alla configurazione dell'infusione secondaria e richiedeva una soluzione tecnologica per le pompe per infusione.

Un'ulteriore serie di sfide legate alle pompe per infusione con potenziale di errore deriva dai set di somministrazione e dai meccanismi di pompaggio suscettibili di variazioni nell'accuratezza dell'erogazione dei fluidi fino al 30% con variazioni delle pressioni di ingresso e di uscita del set di somministrazione.¹² La variabilità della pressione può essere determinata da cambiamenti clinici, come un catetere venoso altamente resistente e l'altezza differente della sacca e della pompa.

Caratteristiche ideali della tecnologia delle pompe per infusione

Con una conoscenza approfondita dei tipi di errori delle pompe per infusione e un'attenzione particolare al meccanismo di pompaggio e al set di somministrazione, è possibile prevedere soluzioni tecnologiche per risolvere gli errori relativi alle infusioni primarie e secondarie.

Infusioni primarie

Idealmente, le infusioni dalla sacca primaria dovrebbero avvenire alla velocità programmata, senza preoccuparsi della variabilità durante l'assistenza, dovuta a un differenziale di altezza variabile tra il contenitore del fluido, la pompa e il paziente. Ad esempio, le velocità di erogazione dei fluidi devono essere costanti indipendentemente dal posizionamento delle pompe su un'asta portaflebo, dal trasferimento di un paziente dal tavolo della sala operatoria al letto o dalla deambulazione del paziente nella propria stanza.

L'onere degli allarmi di infusione deve essere ridotto al minimo e la gestione dei tipi di allarme comuni, come l'aria in linea e l'occlusione distale, ne risulterebbe facilitata. Idealmente, l'aria in linea potrebbe essere gestita limitando l'accumulo di aria nel percorso del fluido e eliminando l'aria senza dover scollegare il set di somministrazione dal paziente, riducendo la possibilità di contaminazione. Le occlusioni distali transitorie dovute a condizioni mutevoli, come un catetere attorcigliato a causa di un gomito flesso, verrebbero gestite senza la necessità di un medico al letto del paziente.

Infusioni secondarie

La pompa ideale dovrebbe erogare infusioni secondarie senza dipendere da un differenziale di altezza o dalla necessità di somministrare l'infusione secondaria come primaria indipendente. L'erogazione dell'infusione secondaria non dipenderebbe da una singola valvola antireflusso all'interno del set primario per evitare che il farmaco secondario fluisca nel contenitore primario anziché nel paziente. La pompa avvisa l'infermiere quando l'infusione secondaria è stata ostruita da un morsetto o da un'altra

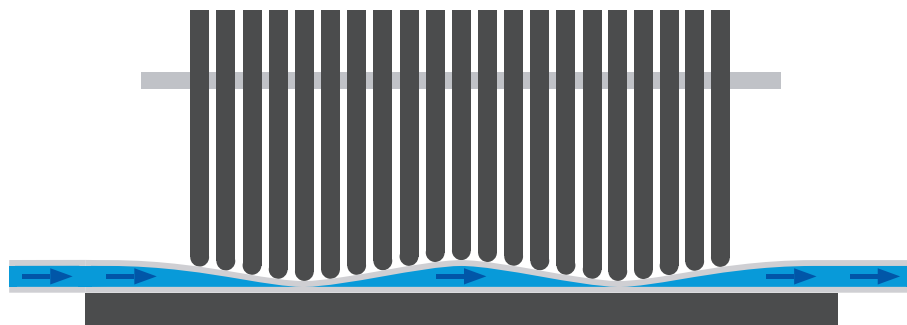
causa. La pompa eroga il volume secondario programmato esatto e, quando indicato, torna all'infusione primaria. Nell'impostazione dell'interoperabilità tra pompa intelligente e EHR, la pompa ideale è in grado di garantire che l'infusione secondaria venga erogata e documentata con precisione.

La pompa ideale dovrebbe erogare infusioni secondarie senza dipendere da un differenziale di altezza o dalla necessità di somministrare l'infusione secondaria come primaria indipendente.

Panoramica della tecnologia delle pompe

Attualmente sul mercato sono disponibili due meccanismi di pompaggio di fluidi di grandi volumi: peristaltico lineare e a cassetta. Le pompe peristaltiche lineari sono disponibili da diversi produttori, mentre tutta l'esperienza clinica basata su cassetta proviene dalla piattaforma per pompe di infusione Plum (ICU Medical Inc., San Clemente, CA, Stati Uniti). Come descritto di seguito, esistono diverse differenze significative nelle prestazioni cliniche tra il sistema peristaltico lineare e quello basato su cassetta.

Approfondimento: Limitazioni dei meccanismi di pompaggio peristaltico lineare



Meccanismo di pompaggio peristaltico lineare

La maggior parte delle pompe per infusione utilizza un meccanismo di pompaggio peristaltico, che sposta il fluido a valle nel set di somministrazione con l'aiuto del meccanismo di pompaggio e della gravità. Per un'erogazione precisa del fluido, è necessario riempire e svuotare correttamente il segmento di pompaggio.

Il design del segmento di pompaggio in silicone può causare l'accumulo di aria

Il segmento di pompaggio del set di somministrazione su una pompa peristaltica lineare è la lunghezza del tubo che interagisce con il meccanismo di pompaggio per spingere il fluido distalmente verso il paziente. Il segmento di pompaggio può essere realizzato in silicone con proprietà di permeabilità che possono consentire l'ingresso di aria nel set, con conseguente formazione di bolle e allarmi di aria in linea. L'accumulo di aria nel segmento di pompaggio può influire sulla precisione di pompaggio, poiché l'aria sposta il fluido dal segmento, il che può portare a una scarsa erogazione del fluido durante un ciclo di pompaggio.

La pressione di afflusso influisce sulla precisione dell'erogazione del fluido

Per il corretto riempimento del segmento di pompaggio, si raccomanda ai produttori di utilizzare un differenziale di altezza tra il contenitore del fluido e la pompa. L'afflusso di fluido nel segmento di pompaggio può essere ridotto a causa di un'altezza inadeguata del contenitore del fluido primario o di un calo dei livelli di pressione del contenitore con lo svuotamento, e questo può ridurre il volume di erogazione del fluido durante il ciclo di pompaggio. Il flusso nel segmento di pompaggio può essere ridotto di circa l'1% ogni 15 mmHg di riduzione della pressione di afflusso¹² all'interno del sistema. Inoltre, anche lo svuotamento limitato del contenitore a causa di uno scarico inadeguato o di un percorso del fluido ostruito da filtri o da tubi attorcigliati può ridurre il flusso.

L'aumento della contropressione riduce la precisione della pompa

Le contropressioni elevate possono ridurre lo svuotamento e il riempimento della camera di pompaggio durante il ciclo di pompaggio. Il risultato netto di un aumento della contropressione è una riduzione dell'erogazione del fluido. L'aumento della contropressione può derivare da diverse condizioni clinicamente rilevanti, come l'ostruzione parziale dei tubi, portate elevate, maggiore viscosità dei fluidi, tubi a diametro piccolo, cateteri a diametro piccolo, e cateteri lunghi come ad esempio i cateteri PICC (catetere venoso centrale ad inserzione periferica). La pressione di uscita probabilmente varia nel tempo e le pompe di infusione possono essere programmate per erogare il fluido fino a raggiungere una soglia di pressione di occlusione distale, che può portare a una

L'aumento della contropressione può ridurre il flusso fino al 3% per PSI a seconda del design della pompa, il che può tradursi in imprecisione della pompa.

somministrazione insufficiente. Ad esempio, quando una soglia di pressione di occlusione distale è impostata su 11 libbre (5 kg) per pollice quadrato (psi), la pompa eroga il fluido a fronte di una contropressione di 10 psi (69 kPa) senza allarmi. L'aumento della contropressione può ridurre il flusso fino al 3% per PSI a seconda del design della pompa, il che può tradursi in imprecisione della pompa.¹² Gli effetti additivi delle pressioni di aspirazione e di uscita possono creare errori di flusso negativi fino al 30%.¹²

Le infusioni secondarie possono essere omesse o ritardate

La pompa peristaltica eroga il fluido attraverso il set di somministrazione senza controllare se proviene dal contenitore primario o secondario. La selezione di un flusso di infusione secondario è determinata da processi manuali, tra cui l'impostazione del differenziale di altezza primaria-secondaria richiesto, l'apertura del morsetto a rotella e la garanzia della presenza di una valvola antireflusso nella linea primaria. Il collegamento dell'infusione secondaria al sito a Y primario richiede anche un connettore senza ago completamente aperto e a bassa resistenza per garantire il corretto flusso di fluido dal contenitore secondario. In caso di errore di impostazione della secondaria, ad esempio un morsetto a rotella chiuso, la pompa può essere programmata per erogare il farmaco secondario e il farmaco secondario può essere visualizzato sull'interfaccia utente, tuttavia, a causa del morsetto chiuso sulla linea secondaria, il farmaco sulla linea primaria verrà infuso alla frequenza secondaria programmata dal medico.

Le infusioni secondarie interrompono le infusioni primarie

Quando la somministrazione è corretta, le infusioni secondarie interrompono la somministrazione dell'infusione primaria fino a quando il flusso di fluido dal contenitore primario non riprende. Mentre il significato clinico di un'infusione primaria interrotta è specifico per ciascun paziente, frequenti interruzioni di un'infusione primaria ordinata possono essere associate a problemi relativi all'equilibrio dei fluidi e all'omeostasi elettrolitica.

La somministrazione di infusioni secondarie come primarie richiede un lavaggio dedicato

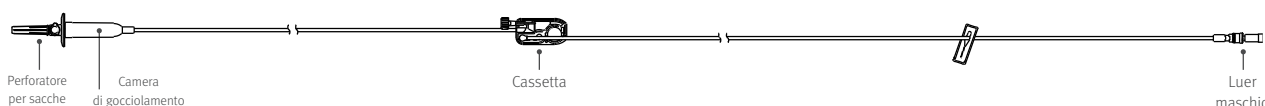
Per evitare i rischi associati a ritardi nella somministrazione secondaria o interruzioni delle infusioni primarie, un'infusione secondaria può essere somministrata come primaria. Quando si segue questa strategia, il medico deve avviare una strategia per lavare il tubo dell'infusione primaria utilizzato per erogare il fluido secondario rimanente. L'erogazione della parte rimanente dell'infusione secondaria nel tubo è fondamentale per evitare un potenziale sottodosaggio, poiché i contenitori per infusione secondaria possono essere da 50 o 100 ml, mentre il volume di riempimento del set primario può essere da 20 ml o superiore. Lo smaltimento del fluido rimanente nel tubo può comportare uno spreco considerevole della dose prescritta.

Approfondimento: Vantaggi del meccanismo di pompaggio basato su cassetta Plum

Il meccanismo di pompaggio basato su cassetta Plum eroga farmaci primari e secondari in modo diverso rispetto a un meccanismo di pompaggio peristaltico. Per comprendere al meglio la tecnologia, viene descritto il set di somministrazione e la cassetta, seguito da una descrizione del meccanismo di pompaggio.

Struttura del set di somministrazione Plum con cassetta Plum

Il set di somministrazione Plum comprende diversi componenti comuni a tutti i set di somministrazione. All'estremità prossimale, il set include un perforatore per sacche e una camera di gocciolamento. All'estremità distale, il set include un luer maschio con collare rotante per un fissaggio sicuro a un luer femmina. La caratteristica di differenziazione è la cassetta, che si trova vicino al centro del set e si innesta nel meccanismo di pompaggio.



Struttura della cassetta Plum

Una descrizione schematica della cassetta descrive il flusso del fluido dal contenitore al paziente.

La cassetta Plum ha un percorso del fluido a U all'interno di un alloggiamento rettangolare. Il fluido proveniente dalle linee primaria e/o secondaria fluisce nella cassetta, riempie la camera di intrappolamento dell'aria, riempie la camera di pompaggio ed esce dalla cassetta attraverso la linea di infusione collegata al paziente. Durante il riempimento, la cassetta viene capovolta per espellere l'aria dalla camera di intrappolamento dell'aria e riempire la camera di pompaggio con il fluido, quindi capovolta verso l'orientamento normale per il caricamento nella pompa.

Capacità tecniche del meccanismo di pompaggio basato su cassetta

EROGAZIONE VOLUMETRICA

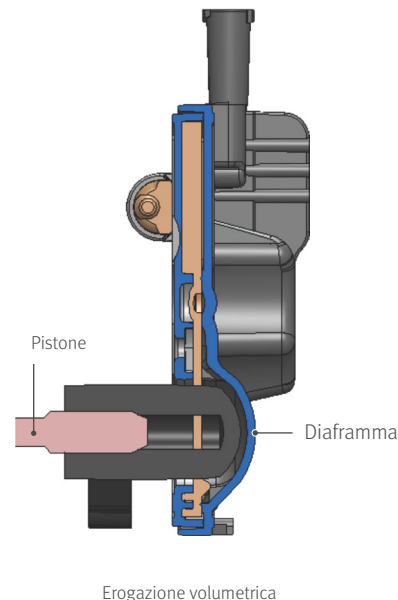
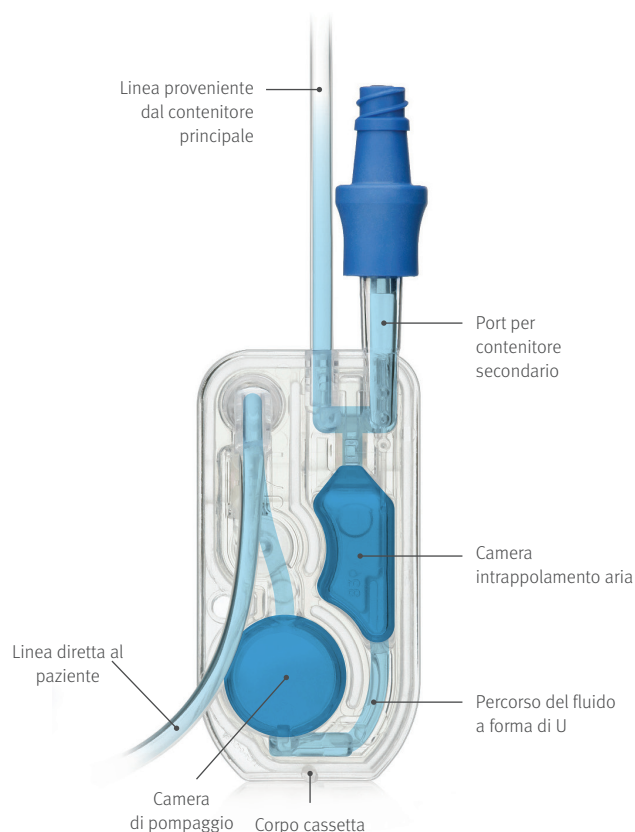
Le pompe per infusione Plum erogano un volume di fluido impostato per ogni ciclo di pompaggio, indipendentemente dalla pressione di afflusso e dalla contropressione. La cassetta del set di somministrazione incorpora una camera di pompaggio con un diaframma flessibile in silicone che viene compresso da un pistone proveniente dalla pompa. Quando la camera è piena e il pistone si estende, un volume di fluido impostato viene spinto dalla camera all'interno set di somministrazione distale. Quando il pistone si ritrae, il diaframma si espande e aspira il fluido dal contenitore nella camera di pompaggio. La velocità programmata determina la frequenza del ciclo di pompaggio di estensione e ritrazione del pistone e, di conseguenza, il volume di erogazione del fluido.

CONTROLLO INDIPENDENTE DEL POMPAGGIO DELLE INFUSIONI PRIMARIE E SECONDARIE

La cassetta incorpora un meccanismo di valvole che funge da gatekeeper per il flusso del fluido nella cassetta per le infusioni primarie e secondarie. Quando si eroga un'infusione secondaria, il meccanismo di pompaggio seleziona il fluido dalla porta secondaria e chiude il flusso dal flusso primario. Quando programmato per un'infusione primaria, il meccanismo di pompaggio seleziona il fluido dalla linea primaria e chiude il flusso dalla linea secondaria.

FUNZIONI DI ALLARME PER INFUSIONI PRIMARIE E SECONDARIE

Il controllo indipendente delle infusioni primarie e secondarie consente di emettere allarmi della pompa di infusione per ciascuna linea in modo indipendente. Gli allarmi sono configurati per rilevare le occlusioni prossimali e distali per tutta la durata dell'infusione.





Intrappolamento ed eliminazione dell'aria

INTRAPPOLAMENTO ED ELIMINAZIONE DELL'ARIA

La camera di intrappolamento dell'aria della cassetta è progettata per trattenere fino a 1 ml di aria prima di generare un allarme. Una volta che l'aria è presente ed è stato generato un allarme, l'aria può essere rimossa attraverso un processo automatizzato di scarico di aria attraverso la porta secondaria. Lo scarico di aria viene avviato dal medico selezionando la funzione tramite la tastiera, che dirige il liquido dal contenitore primario per riempire camera di intrappolamento dell'aria ed espellere l'aria in un contenitore collegato alla porta secondaria, come la linea di infusione secondaria o una siringa.

EROGAZIONE CONTEMPORANEA DI FLUIDI

Oltre alla somministrazione di un farmaco secondario, il meccanismo di valvole della cassetta consente la somministrazione simultanea di fluidi. La somministrazione simultanea è l'infusione contemporanea di fluidi primari e secondari a velocità determinate in modo indipendente. Il meccanismo di pompaggio alterna il prelievo dei liquidi nella cassetta dai contenitori primari e secondari per ottenere la velocità di somministrazione programmata di ciascun fluido. Ad esempio, l'infusione primaria può essere infusa a 100 ml/ora, mentre l'infusione secondaria può essere infusa contemporaneamente a 50 ml/ora. Le regole di compatibilità sono comunque valide, in quanto i farmaci devono essere infusi insieme solo se sono compatibili.



Collegamento della siringa o del set per infusione

COLLEGAMENTO DELLA SIRINGA O DEL SET PER INFUSIONE

La cassetta Plum consente di utilizzare un connettore senza ago o un luer femmina come punto di collegamento per l'infusione secondaria. Questo punto di connessione consente di collegare i tubi del set di somministrazione o una siringa, per ottenere flessibilità in termini di contenitore e di volume nella somministrazione dell'infusione.

L'impatto clinico del sistema di infusione Plum

Le velocità di infusione rimangono stabili quando cambia il contesto clinico

L'erogazione volumetrica infonde le infusioni primaria e secondaria alla velocità programmata, indipendentemente dall'altezza della sacca, dalla resistenza del sistema e dalla contropressione per le infusioni primaria e secondaria. Le modifiche all'altezza delle sacche e alla posizione della pompa, ad esempio il trasferimento del paziente da un letto a una sedia, vengono gestite senza dover riconfigurare l'impostazione del sistema di infusione. Un ulteriore vantaggio in termini di indipendenza dai requisiti di altezza è la possibilità di configurare il sistema di infusione (pompa, sacche, asta, ecc.) in modo da adattarlo all'ambiente clinico e ottimizzare i flussi di lavoro in spazi ristretti.

L'erogazione di infusione secondaria è semplificata e le fonti di errore sono state eliminate

Grazie al controllo indipendente delle infusioni primarie e secondarie, la somministrazione secondaria non richiede più che il medico abbassi la sacca di infusione primaria con un gancio, mantenga una differenza di altezza o sia dipendente da una valvola antireflusso per somministrare l'infusione in modo sicuro. Il medico può appendere le sacche di infusione in modo da adattarle all'area di cura e allo scenario clinico, sia che si tratti di un'asta portaflebo o di un gancio per pompa.

Gli allarmi dedicati alle infusioni secondarie riconoscono il flusso del fluido secondario ostruito, ad esempio da un morsetto a rotella chiuso, e avvisano il medico. Al contrario, una linea secondaria occlusa su una pompa peristaltica non genererà un allarme e farà fluire il fluido del contenitore di infusione primario alla velocità programmata per l'infusione secondaria e ritarderà o ometterà la somministrazione del farmaco secondario.

Il rapido riconoscimento di una linea secondaria ostruita consente al medico di ripristinare il flusso ed evitare ritardi nella terapia con farmaci che spesso sono antibiotici ed elettroliti sensibili al fattore tempo. In uno studio, gli errori di morsetto chiuso si sono verificati a un tasso dell'1,1%,¹³ il che si traduce in un potenziale impatto frequente sui pazienti, dato che un singolo ospedale può avere centinaia di pazienti, ognuno dei quali riceve più infusioni secondarie al giorno.

Le linee guida ISMP Smart Pump 2020 raccomandano ai medici di "utilizzare un sistema automatizzato di gestione dell'infusione EV secondaria non dipendente dal differenziale di altezza".

Le linee guida ISMP Smart Pump 2020 raccomandano ai medici di "utilizzare un sistema automatico di gestione dell'infusione EV secondaria non dipendente dal differenziale di altezza e in grado di garantire un flusso secondario".³ Il sistema di infusione Plum è l'unica pompa per infusione attualmente utilizzata nell'assistenza clinica a soddisfare questa raccomandazione.

Gli allarmi aria in linea sono ridotti e possono essere risolti senza interrompere la linea

Gli allarmi di aria in linea interrompono le infusioni, possono richiedere tempi lunghi per la risoluzione, ricorrono frequentemente e possono contribuire al sovraccarico di allarmi. Inoltre, l'interruzione della linea di infusione per rimuovere l'aria può esporre il paziente a contaminazione nel sito di iniezione e a possibili infezioni. La camera di intrappolamento dell'aria della cassetta Plum cattura fino a 1 ml di aria per ridurre il carico di allarmi, mentre lo scarico di aria consente la risoluzione senza scollegare la linea dal paziente. I problemi relativi all'aria sono ulteriormente ridotti poiché il diaframma in silicone del set di somministrazione Plum è limitato a circa le dimensioni di una moneta da un centesimo, con un'area della superficie in silicone significativamente inferiore rispetto ai segmenti di pompaggio peristaltico alternativi, il che riduce la possibilità di accumulo di aria sotto forma di bolle.

La gestione dell'aria è stata studiata in una valutazione di confronto diretto tra Plum 360™ e una pompa concorrente durante uno studio di laboratorio su un agente chemioterapico placebo noto per il degassamento e la generazione di allarmi di aria in linea. Alla conclusione dello studio, Plum 360 non aveva allarmi di aria in linea mentre la pompa concorrente ne aveva 21.¹⁴

La documentazione e la presentazione delle richieste di fatturazione sono migliorate grazie al controllo indipendente dell'infusione primaria e secondaria

Grazie al controllo indipendente delle infusioni primarie e secondarie, la documentazione è accurata grazie all'interoperabilità tra pompa intelligente e EHR. I vantaggi dell'interoperabilità nella documentazione facilitano il completamento di una cartella clinica accurata e possono tradursi in un miglioramento delle prestazioni finanziarie dell'ospedale. Un ospedale locale ha scoperto che l'interoperabilità era associata a un aumento delle richieste di codici CPT (terminologia procedurale corrente) per la terapia infusoria, per un totale annuo di \$ 1.147.652 (USD).¹⁵

Senza questo controllo primario e secondario indipendente con una pompa peristaltica, quando un'infusione secondaria non viene eseguita, il farmaco primario può essere somministrato e registrato erroneamente come infusione secondaria.

L'infusione primaria può continuare durante le infusioni secondarie

La capacità di infusione simultanea consente ai medici di determinare se un'infusione secondaria verrà erogata in maniera alternata (quando inizia l'infusione secondaria, quella primaria si arresta) o contemporaneamente (infusione primaria e secondaria entrambe in esecuzione) e presenta molteplici vantaggi potenziali.

Meno interruzioni dell'infusione primaria

Un'infusione di liquido di mantenimento può continuare alla velocità desiderata mentre vengono infusi farmaci secondari intermittenti. Ciò è particolarmente utile quando i siti di accesso endovenoso sono limitati e l'infusione primaria è fondamentale per l'equilibrio dei fluidi del paziente. Ripetute interruzioni dell'infusione primaria con il metodo alternato possono influire sul bilanciamento dei fluidi e complicare i calcoli e l'equilibrio dei fluidi in entrata e in uscita. Gli antibiotici beta-lattamici, come ad esempio ZOSYN®, vengono infusi sempre più per lunghi periodi di tempo. ZOSYN può essere somministrato per 4 ore, 3 volte al giorno. Quando somministrato tramite metodo alternato, ZOSYN può portare a un'interruzione dell'infusione primaria di 12 ore al giorno.¹⁶ Le infusioni primarie spesso includono elettroliti, pertanto l'interruzione frequente delle infusioni di fluidi ed elettroliti può influenzare anche l'omeostasi elettrolitica.

Risparmio di tempo con infusioni multiple

L'esecuzione simultanea di un'infusione secondaria può inoltre ridurre i tempi di terapia. In uno studio di laboratorio su Plum 360 rispetto a un concorrente, il tempo necessario per completare un regime chemioterapico simulato è stato ridotto tramite l'infusione concomitante di premedicazione con Plum 360.¹⁴

Poteniale miglioramento del comfort del paziente con infusioni irritanti

Durante l'infusione di farmaci irritanti, la somministrazione concomitante può migliorare il comfort del paziente diluendo il farmaco con l'infusione primaria.¹⁷

Ripetute interruzioni dell'infusione primaria con il metodo alternato possono influire sul bilanciamento dei fluidi e complicare i calcoli e l'equilibrio dei fluidi in entrata e in uscita.

I farmaci secondari possono essere somministrati con siringhe o sacche

La porta secondaria può essere utilizzata con un set di somministrazione o una siringa collegata alla cassetta Plum standard senza apparecchiature specializzate. La flessibilità di infondere farmaci per vari tipi di contenitori è preziosa per cambiare le preparazioni di farmaci e in tempi di carenza di farmaci.²

Conclusioni

L'uso di pompe intelligenti per l'infusione di farmaci e fluidi riduce molti tipi di errori farmacologici, ma a causa delle differenze di design, i vantaggi per la sicurezza variano a seconda del dispositivo. Un confronto tra i meccanismi di pompaggio dei fluidi delle pompe intelligenti peristaltiche e di quelle a cassetta dimostra che le pompe per infusione a cassetta presentano molteplici e importanti vantaggi clinici per la somministrazione di infusioni primarie e secondarie. Tutti i vantaggi in termini di sicurezza delle pompe intelligenti si realizzeranno grazie all'utilizzo efficace del software di libreria dei farmaci, all'interoperabilità l'EHR, e alla tecnologia di pompaggio che fornisce fluidi primari e secondari in modo accurato in contesti clinici complessi, riducendo al contempo il rischio di errori umani tramite la semplificazione della somministrazione di infusioni secondarie.

Come un sistema di erogazione basato su cassetta aiuta a semplificare l'erogazione secondaria

Il collegamento diretto tra linea secondaria e cassetta riduce i rischi e aumenta l'efficienza

Per scoprire come, osservate la situazione illustrata di seguito con e senza la cassetta Plum.



Bibliografia

1. Pedersen CA, Schneider PJ, Scheckelhoff DJ. ASHP national survey of pharmacy practice in hospital settings: monitoring and patient education—2012. *Am J Health Syst Pharm.* 2013;70(9): 787–803.
2. Smart pumps in practice: survey results reveal widespread use, but optimization is challenging. ISMP Medication Safety Alert. April 5, 2018. Volume 23, Issue 7.
3. Guidelines for Optimizing Safe Implementation and Use of Smart Infusion Pumps. ISMP. February 10, 2020.
4. ECRI Institute. Infusion Pump Integration. Health Devices. July 2013.
5. Ohashi K, Dalleur O, Dykes PC, Bates DW. Benefits and risks of using smart pumps to reduce medication error rates: a systematic review. *Drug Saf.* 2014 Dec;37(12):1011-20.
6. Giuliano KK. IV smart pumps and error-prone programming tasks: comparison of four devices. *Biomed Instrum Technol.* 2018 Jan;52(s2):17-27.
7. Hedlund N, Sarangpur S, Kayler S, O'Brien K, Beer I. Primary intravenous set consumption across 3 branded infusion pumps. *J Infus Nurs.* 2017 Jul/Aug;40(4):206-214.
8. Applying Human Factors and Usability Engineering to Medical Devices. Guidance for Industry and Food and Drug Administration Staff. FDA 2016.
9. Husch M, Sullivan C, Rooney D, Barnard C, Fotis M, Clarke J, Noskin G. Insights from the sharp end of intravenous medication errors: implications for infusion pump technology. *Qual Saf Health Care.* 2005 Apr;14(2):80-6.
10. Cassano-Piché A, Fan M, Sabovitch S, Masino C, Easty AC; Health Technology Safety Research Team; Institute for Safe Medication Practices Canada. Multiple intravenous infusions phase 1b: practice and training scan. *Ont Health Technol Assess Ser.* 2012;12(16):1-132.
11. Schnock KO, et al. The frequency of intravenous medication administration errors related to smart infusion pumps: a multihospital observational study. *BMJ Qual Saf.* 2017 Feb;26(2):131-140.
12. Butterfield, R. Exploring Real-World Performance of IV Pumps. Ivenix White Paper. 2019.
13. Ohashi K, Dykes P, McIntosh K, Buckley E, Wien M, Bates DW. Evaluation of intravenous medication errors with smart infusion pumps in an academic medical center. *AMIA Annu Symp Proc.* 2013 Nov 16;2013:1089-98.
14. Beard J, Madhany Z, Witek H. The Role of Infusion Pump Technology in Optimizing Efficiency in Cancer Care Delivery: Results of a Simulated Chemotherapeutic Regimen with the Plum 360 Infusion System vs. a Competitive System. ICU Medical White Paper. 2017.
15. Suess TM, Beard JW, Ripchinski M, Eberts M, Patrick K, Tharappel LJP. Smart pump-electronic health record (EHR) interoperability with auto-documentation is associated with increased submission of infusion therapy billing claims at a community hospital. *PharmacoEconomics Open.* 2019 Dec;3(4):619-629.
16. Rizk NA, Kanafani ZA, Tabaja HZ, Kanj SS. Extended infusion of beta-lactam antibiotics: optimizing therapy in critically-ill patients in the era of antimicrobial resistance. *Expert Rev Anti Infect Ther.* 2017 Jul;15(7):645-652.
17. Wiltshire J, Roberts R. An observational study of the effect of dilution and delivery speed on the development of phlebitis after epirubicin chemotherapy. *Cancer Nursing Practice.* 2019 July;18(4), 29-35.

Il dott. JW Beard è direttore medico di ICU Medical, Inc. Dan Shea e Zehra Tilahun erano dipendenti di ICU Medical, Inc. al momento della redazione di questo documento

