

Strategie per Prevenire le Infezioni Ematiche Associate alle Linee Centrali negli Ospedali per Pazienti Acuti: Aggiornamento 2014

Jonas Marschall, MD;^{1,2,a} Leonard A. Mermel, DO, ScM;^{3,a} Mohamad Fakih, MD, MPH;⁴
Lynn Hadaway, MEd, RN, BC, CRNI;⁵ Alexander Kallen, MD, MPH;⁶ Naomi P. O'Grady, MD;⁷
Ann Marie Pettis, RN, BSN, CIC;⁸ Mark E. Rupp, MD;⁹ Thomas Sandora, MD, MPH;¹⁰
Lisa L. Maragakis, MD, MPH;¹¹ Deborah S. Yokoe, MD, MPH¹²

SCOPO

Sono state già pubblicate in precedenza Linee Guida che forniscono raccomandazioni sulla rilevazione e sulla prevenzione delle infezioni correlate all'assistenza. Lo scopo di questo documento è di fornire in formato sintetico raccomandazioni pratiche per implementare le strategie di prevenzione delle infezioni associate a cateterismo vascolare (CLABSI = Central Line Associated Bloodstream Infection) nelle strutture ospedaliere per pazienti acuti. Il presente documento è un aggiornamento delle "Strategies to prevent Central-Line Associated Bloodstream Infections in Acute Care Hospitals"¹ pubblicate nel 2008. Questa guida redatta da esperti è promossa dalla *Society for Healthcare Epidemiology of America (SHEA)*, ed è il risultato di una collaborazione - coordinata dallo SHEA - con l'*Infectious Diseases Society of America (IDSA)*, l'*American Hospital Association (AHA)*, l'*Association for Professionals in Infection Control and Epidemiology (APIC)*, e la *Joint Commission*, con rilevanti contributi da parte di rappresentanti di altre organizzazioni e società scientifiche. La lista delle organizzazioni che promuovono e sostengono il documento è presentata nell'introduzione dell'aggiornamento 2014.²

SEZIONE 1: RAZIONALE E AREE DI INCERTEZZA

I. Pazienti a rischio di CLABSI nelle strutture per acuti.

A. Pazienti in Unità di Terapia Intensiva (UTI). Il rischio di CLABSI per i pazienti ricoverati in UTI è elevato. Il motivo è da ricercarsi negli inserimenti ripetuti di più cateteri, nell'uso di specifici tipi di cateteri che si utilizzano esclusivamente in pazienti in UTI e associati ad un rischio significativo (ad es. i cateteri per arteria polmonare con i loro introduttori), e nel fatto che i cateteri sono spesso inseriti in condizioni di emergenza, utilizzati più volte al giorno e spesso per periodi prolungati di tempo.^{3,4}

B. Pazienti non in UTI: sebbene negli ultimi venti anni l'attenzione sia stata focalizzata sulla UTI, attualmente la maggioranza delle CLABSI viene registrata in pazienti ospedalizzati in reparti non intensivi o nei pazienti non ospedalizzati.⁵⁻¹⁰

C. Gli sforzi per la prevenzione delle infezioni dovrebbero rivolgersi anche ad altri pazienti fragili, quali i pazienti con catetere per dialisi,¹¹ i pazienti in sala operatoria¹² e quelli oncologici.

D. Oltre ai cateteri venosi centrali (CVC), anche i cateteri arteriosi periferici comportano un rischio di infezione.³

II. Conseguenze delle CLABSI riscontrate in ambito ospedaliero:

I. Prolungamento della degenza.¹³⁻¹⁷

II. Aumento dei costi (il costo attribuibile ad una CLABSI, al netto dell'inflazione, varia da \$3.700 a \$39.000 per episodio^{14,17-19}).

III. Fattori indipendenti di rischio per CLABSI (identificati in almeno due lavori scientifici)²⁰⁻²⁵

A. Fattori associati ad un aumento del rischio.

1. Ospedalizzazione prolungata prima dell'inserimento del catetere
 2. Permanenza prolungata del catetere
 3. Importante colonizzazione microbica del sito di emergenza
 4. Importante colonizzazione microbica delle connessioni del catetere
 5. Importante colonizzazione microbica nella vena giugulare interna
 6. Importante colonizzazione microbica nella vena femorale negli adulti
 7. Neutropenia
 8. Prematurità (cioè bassa età gestazionale)
 9. Riduzione del rapporto numerico infermiere-paziente in UTI^{26,27}
 10. Nutrizione parenterale totale
 11. Gestione subottimale del catetere (es. eccessive manipolazioni)
 12. Trasfusioni di sangue o emoderivati (nei bambini)
- B. Fattori associati ad una riduzione del rischio
1. Sesso femminile
 2. Somministrazione di antibiotici^{22,28}
 3. Utilizzo di cateteri rivestiti con minociclina e rifampicina^{29,30}

SEZIONE 2: PREMESSA - STRATEGIE PER LA IDENTIFICAZIONE DELLE CLABSI

- I. Protocolli di Sorveglianza e definizione di CLABSI
- A. Utilizzare costantemente metodi di sorveglianza e definizioni che permettano di paragonare tra loro i dati di riferimento.
- B. Consultare il *National Healthcare Safety Network (NHSN) Manual: Patient Safety Component Protocol* per informazioni sulla metodologia appropriata di sorveglianza, nonché sulla procedura delle emocolture e sulle definizioni di CLABSI. Le sezioni rilevanti del Manuale sono "*Identifying Healthcare Associated Infections (HAI) in NHSN*", "*Device-associated Module: Methodology*" e "*Device-associated Module: central Line-Associated Bloodstream Infection (CLABSI) Event*".³¹
1. Dati recenti suggeriscono che utilizzando le definizioni NHSN l'attendibilità dei confronti è più bassa di quanto ci si aspetti. Ciò può anche ridurre l'affidabilità dei resoconti pubblici. Inoltre, la definizione NHSN di CLABSI ai fini epidemiologici è diversa dalla definizione clinica di sepsi da catetere vascolare (CRBSI = *Catheter Related Bloodstream Infection*).³⁵

SEZIONE 3: PREMESSA - STRATEGIE PER PREVENIRE LE CLABSI

- I. Linee Guida e Raccomandazioni Esistenti
- A. Esistono molte linee guida basate sull'evidenza e/o suggerimenti per la prevenzione delle CLABSI, messe a punta da organizzazioni governative, di sanità pubblica e di professionisti per l'implementazione della prevenzione delle CLABSI, come ad esempio:
1. *The Healthcare Infection Control Practices Advisory Committee (HICPAC), Centers for Disease Control and Prevention*^{36,37}
 2. *The Institute for Healthcare Improvement*³⁸
 3. *The Agency for Healthcare Research and Quality*³⁹
 4. *The American Pediatric Surgical Association Outcomes and Clinical Trials Committee*⁴⁰
 5. *The Joint Commission*⁴¹
 6. *APIC*⁴²
 7. *The Infusion Nurses Society*⁴³

- B. Le raccomandazioni riportate nel presente documento sono focalizzate sui CVC a meno che non sia indicato altrimenti. Queste raccomandazioni, inoltre:
1. Non sono stratificate per tipologia di catetere (es. tunnellizzati, totalmente impiantati, cuffiati, non cuffiati e cateteri per dialisi);
 2. potrebbero non applicarsi alla prevenzione delle infezioni batteriemiche associate ad altri dispositivi vascolari.
- II. Adeguali infrastrutturali richiesti:
- A. Un programma di prevenzione e controllo delle infezioni con personale adeguato, allo scopo di identificare pazienti che rientrano nella definizione di CLABSI.
 - B. Una tecnologia di raccolta dati che permetta di calcolare i giorni-catetere (per la definizione di incidenza di CLABSI) e i giorni-paziente (per permettere il calcolo di utilizzo dei CVC). Il calcolo dei giorni-catetere tratto da tali sistemi dovrebbe essere confrontato con un metodo manuale con un margine di errore non superiore al 5%.
 - C. Risorse sufficienti a fornire formazione e addestramento adeguati.
 - D. Un adeguato supporto laboratoristico per processare i campioni e per refertare i risultati nei tempi giusti.

SEZIONE 4 STRATEGIE RACCOMANDATE PER LA PREVENZIONE DELLE CLABSI

Le raccomandazioni sono classificate come (1) misure di base che dovrebbero essere adottate da tutti gli ospedali per pazienti acuti o (2) misure speciali da prendere in considerazione in situazioni o in pazienti ospedalizzati quando non si riescono a tenere sotto controllo le CLABSI con le sole misure di base.

Le misure di base includono raccomandazioni il cui potenziale impatto positivo sul rischio di CLABSI chiaramente supera la potenziale incidenza di effetti collaterali. Le misure speciali invece includono raccomandazioni la cui applicazione può ridurre il rischio di CLABSI ma a costo di potenziali effetti indesiderati, oppure raccomandazioni la cui efficacia ha una bassa qualità di evidenza o infine raccomandazioni in cui vi sia evidenza di efficacia solo in determinate situazioni (ad esempio durante episodi epidemici) o in determinate popolazioni di pazienti. Gli Ospedali dovrebbero organizzare i loro interventi di prevenzione focalizzandosi inizialmente sulle raccomandazioni classificate come misure di base. Si ricorrerà invece alle raccomandazioni classificate come misure speciali ove la sorveglianza delle CLABSI o altre valutazioni di rischio clinico suggeriscano la necessità di ulteriori provvedimenti. Queste misure speciali potranno essere adottate in reparti specifici o in specifiche popolazioni di pazienti oppure anche a livello dell'intero Ospedale a seconda dei dati rilevati della valutazione del rischio clinico e/o delle necessità locali. Ogni raccomandazione per la prevenzione delle infezioni è riportata con il grado del livello di evidenza (v. Tabella 1).

E' da sottolineare che alcune delle raccomandazioni sotto riportate sono state a volte incluse in un "bundle a scopo preventivo" incentrato sull'inserzione dei cateteri (ad es., la B.2, B.3, B.6, B.7 e C.3)⁴⁴⁻⁴⁶. Numerosi studi hanno dimostrato che l'utilizzo di tali bundles è efficace, economico e costo-efficace, sia negli adulti che nei bambini.⁴⁷⁻⁵⁰

Tabella 1. Grado della Qualità dell'Evidenza

Grado	Definizione
I. Elevata	Alta probabilità che l'effetto finale sia realmente dell'entità stimata e nella direzione giusta. L'evidenza è classificata come di alta qualità quando c'è un'ampia messe di studi non suscettibili di critiche importanti, con piccole variazioni tra gli studi e la stima complessiva ha un piccolo intervallo di confidenza.

II. Moderata	L'effetto finale è probabilmente dell'entità stimata e nella direzione giusta ma c'è anche la possibilità che sia sostanzialmente differente. L'evidenza è classificata come di qualità moderata quando gli studi sono pochi, sono suscettibili di critiche ma senza errori importanti, c'è una certa variazione tra gli studi o la stima finale ha un intervallo di confidenza ampio.
III. Bassa	L'effetto finale potrebbe essere sostanzialmente diverso da quello stimato e non nella direzione voluta. L'evidenza è classificata come di bassa qualità quando gli studi contengono errori significativi, c'è una variazione notevole tra gli studi, la stima complessiva ha un intervallo di confidenza molto ampio o non vi sono veri e propri studi ben fatti ma solo pareri di esperti.

NOTA. Basato sul sistema GRADE *Grade of Recommendation, Assessment, Development and Classification* (GRADO) e sulla *Canadian Task Force* per la Prevenzione nell'Assistenza Sanitaria.²⁵⁸

I *bundles* hanno una maggiore probabilità di successo se vengono implementati in un *setting* in cui è già diffusa la cultura della sicurezza del paziente e il loro successo dipende dall'aderenza ad ogni singola raccomandazione.⁵¹ Tuttavia, dati recenti suggeriscono che non tutti i componenti dei *bundles* sono realmente necessari per raggiungere l'effetto della riduzione delle CLABSI.⁵² Dopo l'inserimento del catetere, sono stati proposti dei *bundles* di gestione per assicurare la cura ottimale del catetere.⁵³ Sono necessari ulteriori dati per individuare quali elementi dei *bundles* di gestione sono effettivamente essenziali per la riduzione del rischio.^{54,55}

- I. Misure di base per prevenire e monitorare le CLABSI: raccomandate per tutti gli ospedali per pazienti acuti.
 - A. Prima dell'inserimento
 1. Fornire una lista di indicazioni all'accesso venoso centrale basate sull'evidenza così da minimizzare l'inserzione di CVC non indispensabili (qualità dell'evidenza: III).
 2. Pretendere la formazione del personale sanitario coinvolto nell'inserzione e nel mantenimento dei CVC riguardo la prevenzione delle CLABSI (qualità dell'evidenza: II).⁵⁶⁻⁶⁰
 - a. Accertarsi che tale formazione comprenda le indicazioni all'utilizzo dei cateteri, la tecnica corretta di impianto e di gestione, i fattori di rischio per CLABSI e le strategie generali di prevenzione delle infezioni.
 - b. Assicurarci che tutto il personale sanitario coinvolto nell'inserzione e nella gestione dei cateteri abbia completato un programma formativo sulle misure di base per prevenire le CLABSI, prima che gli vengano affidati tali incarichi. Può essere utile una periodica ripetizione dell'addestramento con una verifica del livello di competenza.⁶³
 - c. Assicurarci che ogni professionista sanitario che inserisce un CVC si sottoponga a un processo di accreditamento (come stabilito da ciascuna istituzione) per accertare la sua competenza prima che esegua l'impianto di un CVC in autonomia.
 - d. Ripetere la formazione quando l'ospedale cambia i componenti del sistema infusione adottandone altri che richiedano una modifica nella pratica (ad esempio, quando la introduzione di nuovi *needlefree connectors* comporti una modifica nella pratica infermieristica).
 - e. Prendere in considerazione l'addestramento su simulatori per insegnare la tecnica appropriata di inserimento del catetere.⁶⁴⁻⁶⁶
 3. Lavare quotidianamente i pazienti di età superiore a 2 mesi ricoverati in UTI con una preparazione a base di clorexidina (qualità dell'evidenza: I).⁶⁷⁻⁷⁰

- a. I bagni quotidiani con clorexidina possono essere presi in considerazione come misura preventiva anche negli Ospedali per pazienti acuti “a lungo termine”.⁷¹
- b. Il ruolo dei bagni di clorexidina nei pazienti non ricoverati in UTI deve ancora essere ben definito.⁷²
- c. La scelta ottimale degli antisettici nei bambini al di sotto dei due mesi di età è un problema ancora non risolto. Tuttavia, la clorexidina è ampiamente utilizzata nei bambini di età inferiore ai due mesi.⁷³ Un’indagine effettuata negli Stati Uniti ha rilevato che nella maggioranza delle Terapie Intensive Neonatali i prodotti a base di clorexidina sono utilizzati per l’inserimento dei cateteri nei bambini appartenenti a questa fascia di età.⁷⁴ Per gli antisettici topici a base di clorexidina gluconato, la *Food and Drug Administration* ne raccomanda “l’uso con cautela nei prematuri e nei bambini di età inferiore ai due mesi; questi prodotti possono provocare irritazioni o ustioni chimiche”. L’*American Pediatric Surgical Association* raccomanda l’utilizzo di clorexidina gluconato ma afferma che “occorre cautela nell’utilizzo della clorexidina nei neonati e nei prematuri per l’aumentato rischio di irritazione cutanea e di assorbimento sistemico”.⁴⁰ Preoccupazioni per l’uso nei bambini al di sotto dei 2 anni sono state segnalate un po’ dappertutto.⁷⁵ Reazioni cutanee alla clorexidina sono state segnalate in neonati di peso estremamente basso alla nascita a 48 ore dal parto;⁷⁶ d’altro canto, in un piccolo studio pilota su neonati al di sotto di 1000 gr. alla nascita e di almeno 7 giorni di età non sono stati segnalati episodi di gravi dermatiti da contatto, benché la clorexidina fosse assorbita dalla cute.⁷⁷ Simili risultati sono stati riscontrati in un recente studio su neonati di peso uguale o superiore a 1.500 grammi.^{78,79} Alcuni ospedali hanno utilizzato un feltrino a rilascio di clorexidina per medicare i CVC e la clorexidina per disinfettare il sito di emergenza dei CVC⁷⁹ in bambini di questo gruppo di età con rischio minimo di provocare simili reazioni.⁴⁰ Gli operatori sanitari devono bilanciare con molta attenzione il potenziale beneficio nella prevenzione delle CLABSI nei bambini al di sotto dei due mesi verso i rischi della clorexidina, tenendo in considerazione che i bambini a termine e pretermine hanno un diverso grado di rischio. Antisettici alternativi, come lo iodopovidone o l’alcool possono essere utilizzati in queste fasce di età.⁸⁰

B. Al momento dell’impianto

1. Stabilire localmente una procedura quale ad esempio una *checklist* per assicurare l’aderenza alle misure di prevenzione delle infezioni al momento dell’inserimento di un CVC, sia nelle UTI che non (qualità dell’evidenza: II).^{45,81,82}
 - a. Assicurare e documentare l’aderenza alla tecnica asettica.
 - i. Per assicurare che vengano adottate le procedure ottimali di impianto, è stato suggerito l’uso di *checklists*. Se utilizzate, esse dovrebbero essere compilate da un operatore diverso da colui che impianta.
 - ii. L’inserzione di un CVC dovrebbe essere osservata da un infermiere, da un medico o da un altro operatore sanitario che abbia ricevuto una educazione appropriata (v. sopra) per assicurarsi che venga rispettata la tecnica asettica.
 - iii. Tale osservatore dovrebbe avere l’autorità di interrompere la manovra se non è rispettata la tecnica asettica.
2. Provvedere all’igiene delle mani prima dell’inserimento o della manipolazione di un catetere (qualità dell’evidenza: II).⁸³⁻⁸⁷
 - a. Utilizzare un gel idroalcolico oppure acqua e sapone antimicrobico.
 - i. L’utilizzo dei guanti non sostituisce l’igiene delle mani.

3. Evitare l'utilizzo della vena femorale per i CVC nei pazienti adulti obesi, se il catetere viene inserito in modo programmato e controllato (qualità dell'evidenza: I).^{28,88-90}
 - a. Altri fattori possono influenzare il rischio di CLABSI con CVC in vena femorale.^{91,92}
 - b. Il cateterismo della vena femorale può essere effettuato senza anestesia generale nei bambini ed esso non è stato associato ad un aumentato rischio di infezione in questa popolazione di pazienti.⁹³
 - c. Vi è controversia a proposito delle complicanze infettive e non infettive associate a differenti siti di emergenza dei CVC a breve termine.^{89,94} Il rischio e il beneficio dei differenti siti di emergenza dovrebbero essere valutati nel singolo caso prendendo in considerazione sia le complicanze infettive che quelle non infettive (ad esempio, i pazienti con un accesso giugulare possono avere un rischio di infezione aumentato se portatori anche di tracheostomia⁹⁵).
 - d. Non utilizzare i CVC a inserzione periferica (PICC) come strategia per ridurre il rischio di CLABSI.
 - i. Il rischio di infezione per i PICC nei pazienti in UTI si avvicina a quello dei CVC inseriti in succlavia o giugulare.^{96,97}
 - ii. La maggioranza delle CLABSI dovute ai PICC si verifica al di fuori delle UTI.⁹⁸ Il rischio di CLABSI associate ai PICC può essere diverso al di fuori delle UTI.
4. Utilizzare un carrello o un kit omnicomprensivo per l'inserimento dei cateteri (qualità dell'evidenza: II).⁴⁵
 - a. Un carrello o un kit che contenga tutti i componenti necessari per l'inserimento con tecnica asettica del catetere deve essere disponibile e facilmente accessibile in tutte le unità dove si inseriscono i CVC.
5. Utilizzare la guida ecografica per l'inserimento dei cateteri in vena giugulare interna (qualità dell'evidenza: II).⁹⁹
 - a. La cateterizzazione ecoguidata della vena giugulare interna riduce il rischio di infezione e delle complicanze relative all'impianto.¹⁰⁰
6. Utilizzare le massime precauzioni sterili di barriera durante l'inserimento di un CVC (qualità dell'evidenza: II).
 - a. Utilizzare massime precauzioni sterili di barriera.¹⁰¹⁻¹⁰⁷
 - i. Mascherina, cappellino, camice sterile e guanti sterili devono essere indossati da tutti gli operatori sanitari coinvolti nella procedura di inserimento del catetere.
 - ii. Il paziente deve essere coperto con un ampio telo sterile ("*full body*") durante l'impianto del catetere.
 - b. Queste misure devono essere adottate anche nel caso di sostituzione del catetere su guida.
 - c. Uno studio prospettico randomizzato su pazienti chirurgici non ha mostrato benefici ulteriori con l'uso delle massime precauzioni sterili di barriera;¹⁰⁵ tuttavia, la maggior parte delle evidenze disponibili suggerisce che questa misura sia efficace nella riduzione del rischio.
7. Utilizzare per la preparazione della cute un antisettico a base di clorexidina ed alcool (qualità dell'evidenza: I)¹⁰⁸⁻¹¹¹
 - a. Prima dell'inserimento del catetere, applicare sul sito di inserzione una soluzione alcolica di clorexidina contenente più dello 0.5% di clorexidina.¹¹²
 - i. Lasciare asciugare la soluzione antisettica prima di effettuare la venipuntura.

C. Dopo l'impianto.

1. Nelle UTI, assicurarsi che il rapporto numerico infermieri-pazienti sia appropriato e limitare l'impiego di infermieri in turni di rotazione (qualità dell'evidenza: I).^{26,27,113,114}
 - a. Studi osservazionali suggeriscono che il rapporto infermiere-paziente dovrebbe essere almeno di 1 a 2 nelle UTI in cui gli infermieri si occupano di pazienti con CVC e che il numero di infermieri in turni di rotazione dovrebbe essere minimizzato.
2. Disinfettare le connessioni del catetere, i cappucci a valvola e le porte di accesso alla linea infusionale prima di utilizzare il catetere (qualità dell'evidenza: II)¹¹⁵⁻¹¹⁹
 - a. Prima di accedere ai connettori del catetere, ai cappucci a valvola e alle porte di accesso alla linea infusionale, frizionare vigorosamente con una preparazione di clorexidina in soluzione alcolica o alcool al 70% o iodopovidone. A tal fine la clorexidina in soluzione alcolica può avere un'attività residua maggiore rispetto all'alcool.¹²⁰
 - b. Frizionare per non meno di 5 secondi per ridurre la contaminazione. Non è chiaro se questa raccomandazione in termini di durata possa estendersi anche ai cappucci a valvola che non sono stati valutati negli studi citati.
 - c. Monitorizzare la compliance alla disinfezione dei componenti della linea infusionale considerando che la loro colonizzazione nelle normali condizioni della pratica clinica è molto frequente (circa il 50%).^{117,121}
3. Rimuovere i cateteri non essenziali (qualità dell'evidenza: II).^{123,124}
 - a. Verificare quotidianamente in incontri multidisciplinari la necessità di mantenere l'accesso vascolare. Rimuovere i cateteri non necessari alla cura del paziente.
 - b. Può essere utile effettuare verifiche per determinare se i CVC sono rimossi di routine quando non più indicati. Sia le strategie semplici che quelle più complesse sono efficaci purchè riducano l'uso non necessario dei CVC.^{127,128}
4. Per i CVC non tunnellizzati negli adulti e nei bambini cambiare la medicazione trasparente e disinfettare il sito di inserzione con un antisettico a base di clorexidina ogni 5-7 giorni o in qualunque momento se la medicazione è sporca, staccata o bagnata; cambiare la medicazione in garza ogni 2 giorni o anche prima se la medicazione è sporca, staccata o bagnata (qualità dell'evidenza: II).¹²⁹⁻¹³¹
 - a. Cambi di medicazione meno frequenti possono essere indicati in categorie speciali di pazienti ricoverati in Terapia Intensiva Neonatale per ridurre il rischio di dislocazione del catetere.
 - b. Se c'è secrezione dal sito di emergenza, utilizzare medicazioni con garza invece di membrane semipermeabili trasparenti, finché la secrezione non si è risolta.
5. Sostituire i set infusionali non utilizzati per sangue, emoderivati o lipidi ad intervalli non superiori a 96 ore (qualità dell'evidenza: II).^{132,133}
 - a. Gli intervalli ottimali di sostituzione per i set di somministrazione utilizzati in maniera discontinua costituiscono attualmente un problema irrisolto.
6. Utilizzare creme antibiotiche per il sito di inserzione dei cateteri per dialisi (qualità dell'evidenza: I).¹³⁴⁻¹⁴⁰
 - a. Creme a tripla combinazione di antibiotici ove disponibili o a base di iodopovidone dovrebbero essere applicate al sito di inserzione dei cateteri per dialisi purchè compatibili con il materiale del catetere. Alcuni produttori indicano che creme contenenti glicole polietilenico non dovrebbero essere applicate sui certi tipi di poliuretano.

- b. Creme alla mupirocina non dovrebbero essere applicate al sito di emergenza del catetere per i rischi di insorgenza di resistenza batterica e per il rischio di danno potenziale ai cateteri in poliuretano.
7. Sorvegliare l'incidenza di CLABSI sia nelle UTI che nei reparti non intensivi (qualità dell'evidenza: I).^{6,7,141,142}
- a. Misurare l'incidenza delle CLABSI per singola unità operativa (CLABSI per 1000 giorni di vita-catetere) e riportare regolarmente i dati ai responsabili medici e infermieristici delle unità e agli amministratori che le supervisionano.
 - b. Effettuare una comparazione dell'incidenza delle CLABSI con dati storici delle singole unità e con i tassi nazionali (es. *NHSN*¹⁴³).
 - c. Quando necessario, effettuare delle verifiche per minimizzare la variabilità dell'affidabilità degli osservatori.^{32,33}
 - d. La sorveglianza delle CLABSI al di fuori delle Terapie Intensive richiede risorse addizionali¹⁴⁴ quali ad esempio la sorveglianza con sistemi informatici.¹⁴⁵

II. Misure Speciali per prevenire le CLABSI.

Sono attualmente disponibili diverse misure speciali. Occorre effettuare una valutazione del rischio prima di considerare l'implementazione di tali misure e tenere in considerazione eventuali eventi avversi e costi potenziali. Benché sia ragionevole valutare l'utilità di interventi basati sulla tecnologia quando i tassi di CLABSI sono al di sopra della soglia stabilita dall'Ospedale o dalla singola unità, esiste anche la possibilità di rivedere le procedure e prendere in considerazione cambiamenti comportamentali che possono essere istituiti per ridurre il rischio di CLABSI. Si raccomanda l'utilizzo di queste misure speciali in unità operative e/o tipologie di pazienti all'interno dell'ospedale in cui si verifichi un'eccessiva incidenza di CLABSI nonostante l'implementazione di tutte le strategie di base sopra indicate. Queste misure potrebbero essere superflue se l'incidenza di CLABSI è costantemente allineata agli obiettivi istituzionali.

1. In pazienti adulti, utilizzare CVC trattati con antisettici o antimicrobici (qualità dell'evidenza: I).^{29,30,146-152}
 - a. Il rischio di CLABSI viene ridotto utilizzando alcuni cateteri attualmente in commercio trattati con antisettici (es. clorexidina-sulfadiazina) e antimicrobici (minociclina-rifampicina). Utilizzare tali cateteri nelle seguenti circostanze:
 - i. In unità operative o popolazioni di pazienti che abbiano un tasso di CLABSI al di sopra degli obiettivi istituzionali nonostante l'aderenza alle procedure di base per la prevenzione delle CLABSI. Alcune evidenze suggeriscono che l'utilizzo di CVC antimicrobici può non avere benefici ulteriori in unità che abbiano già una bassa incidenza di infezioni catetere-correlate.¹⁵³
 - ii. Pazienti con patrimonio venoso limitato e anamnesi di CLABSI ricorrenti.
 - iii. Pazienti a rischio aumentato di conseguenze gravi in caso di CLABSI (es. pazienti con recente impianto di dispositivi intravascolari, come valvole cardiache o protesi aortiche).
 - b. Sorvegliare l'eventuale comparsa di effetti collaterali quali l'anafilassi.¹⁵⁴
2. Utilizzare medicazioni contenenti clorexidina in pazienti al di sopra dei due mesi di età (qualità dell'evidenza: 1).^{80,155-160}
 - a. Non è chiaro se vi siano benefici ulteriori nell'utilizzare medicazioni alla clorexidina se già sono effettuati bagni quotidiani con clorexidina e viceversa.

3. Utilizzare cappucci contenenti un antisettico (*port protectors*) così da proteggere i punti di accesso alle linee infusionali (qualità dell'evidenza: I).¹⁶¹⁻¹⁶⁵
 4. Utilizzare cateteri ombelicali impregnati con zeolite all'argento nei neonati pretermine (in Paesi in cui è approvato l'uso per i bambini); (qualità dell'evidenza: I).¹⁶⁶
 - a. Studi osservazionali suggeriscono che altri cateteri trattati con antimicrobici sembrano essere sicuri e promettenti nei pazienti pediatrici ricoverati in UTI.¹⁶⁷⁻¹⁶⁹
 5. Utilizzare soluzioni di chiusura (*lock*) con sostanze antimicrobiche per i CVC (qualità dell'evidenza: I).¹⁷⁰⁻¹⁷⁵
 - a. I *lock* con antibiotici si ottengono riempiendo il lume del catetere con una concentrazione sovraterapeutica di una soluzione antimicrobica e lasciando la soluzione in sede finché il catetere non viene riutilizzato. Tale approccio è in grado di ridurre il rischio di CLABSI. Tenendo presente il rischio potenziale di insorgenza di resistenza nei microrganismi esposti, utilizzare il *lock* con antimicrobici come strategia preventiva solo nei seguenti casi:
 - i. Pazienti con cateteri per emodialisi a lungo termine;¹⁷⁶
 - ii. Pazienti con patrimonio venoso limitato e anamnesi di CLABSI ricorrenti.
 - iii. Pazienti a rischio aumentato di complicanze gravi in caso di CLABSI (es. pazienti con recente impianto di dispositivi intravascolari, come valvole cardiache o protesi aortiche).
 - b. Per minimizzare la tossicità sistemica, aspirare anziché iniettare la soluzione utilizzata per il *lock* alla fine della sua permanenza nel lume.¹⁷⁷⁻¹⁸⁰ Per ulteriori informazioni, consultare le linee guida IDSA "*Clinical practice guidelines for the diagnosis and management of intravascular catheter-related infections*" della IDSA.³⁵
 6. Utilizzare rTPA una volta a settimana dopo la dialisi nei pazienti in emodialisi con CVC (qualità dell'evidenza: I).¹⁸¹
- III. Misure che non dovrebbero essere utilizzate di routine per la prevenzione delle CLABSI.
1. Non somministrare profilassi antibiotica per l'inserzione di cateteri a breve termine o tunnellizzati o mentre i cateteri sono in sede (qualità dell'evidenza: I).¹⁸²⁻¹⁸⁶
 - a. La profilassi antibiotica sistemica non è raccomandata.
 2. Non sostituire di routine i cateteri venosi centrali o arteriosi.¹⁸⁷⁻¹⁸⁹
 - a. La sostituzione programmata dei cateteri non è raccomandata.
- IV. Problemi irrisolti
1. Effettuare una valutazione dei rischi e dei benefici dei cappucci a valvola e una formazione adeguata sul loro corretto utilizzo prima di includerli in una strategia di prevenzione delle CLABSI.¹⁹⁰⁻¹⁹⁴
 - a. Attualmente sono disponibili molti cappucci a valvola, ma il design ottimale per la prevenzione delle infezioni è un problema non risolto. Lo scopo originario dei cappucci a valvola era la prevenzione dalle punture accidentali durante l'utilizzo intermittente dei cateteri. Non ci sono dati disponibili sul loro uso con le infusioni continue.
 2. Non è certo l'effetto dei team di terapia endovenosa nel ridurre l'incidenza di CLABSI.^{77, 195}

- a. Alcuni studi hanno dimostrato che affidare l'inserzione e il mantenimento dei cateteri venosi periferici ad un team di terapia endovenosa riduce il rischio di infezioni batteriemiche.¹⁹⁶ Tuttavia, pochi studi sono stati effettuati sull'impatto dei team di terapia endovenosa sull'incidenza di CLABSI.
- 3. Sorveglianza di altre tipologie di catetere (cateteri periferici venosi o arteriosi).^{3,4}
 - a. I cateteri venosi e arteriosi periferici non sono inclusi nella maggior parte dei sistemi di sorveglianza, benché siano associati ad un rischio di sepsi analogamente ai CVC.^{197, 198} Potrebbero essere necessari in futuro sistemi di sorveglianza che includano le sepsi associate a tali tipologie di catetere.
- 4. Stimare i giorni-catetere per determinare l'incidenza delle CLABSI.
 - a. La stima dei giorni-catetere per determinare la densità di incidenza delle CLABSI può facilitare la sorveglianza in ambienti con risorse umane limitate.¹⁹⁹⁻²⁰¹
- 5. L'utilizzo di cappucci a valvola ricoperti di argento potrebbe associarsi ad una riduzione della contaminazione intraluminale dei cateteri.²⁰²
 - a. C'è scarsa evidenza clinica sulla riduzione del rischio con il loro uso routinario o con l'utilizzo di altri cappucci a valvola trattati con antimicrobici.
- 6. Non è chiara la correlazione tra medicazioni semipermeabili trasparenti standard, senza antimicrobici e rischio di CLABSI.
 - a. Una recente metanalisi ha evidenziato un'associazione tra CLABSI e utilizzo di medicazioni trasparenti. Tuttavia, gli studi su cui si è basata la metanalisi erano di bassa qualità.²⁰³
- 7. Non è noto l'impatto dell'utilizzo dei prodotti a base di clorexidina sulla diffusione della resistenza batterica alla clorexidina.
 - a. Il largo impiego di prodotti a base di clorexidina (ad es. sotto forma di bagni, antisettici e medicazioni) possono ridurre la sensibilità alla clorexidina in alcuni ceppi batterici.²⁰⁴ D'altro canto, però, i test per verificare la sensibilità alla clorexidina non sono standardizzati. L'impatto clinico di una ridotta sensibilità alla clorexidina da parte dei batteri Gram negativi è sconosciuto.

SEZIONE 5: MISURE DELLA PERFORMANCE

I. Resoconti interni all'ospedale

Queste misure di performance sono strumenti disegnati per aiutare un miglioramento qualitativo all'interno di ciascun ospedale e non sono necessariamente adeguati per un confronto qualitativo tra diversi ospedali.^{205, 206}

Le misure di performance e di risultati clinici qui suggerite sono state ricavate da linee guida o altri studi presenti in letteratura e dall'opinione degli autori. La misura delle performance e dei risultati clinici è indirizzata alla direzione medica ed infermieristica dell'ospedale nonché a tutti gli operatori sanitari che assistono pazienti a rischio di CLABSI.

A. Misure di performance

- 1. Compliance con le linee-guida sull'impianto dei CVC come documentato da una *checklist* per l'impianto.
 - a. Valutare la compliance all'uso della checklist in tutte le unità operative dell'ospedale dove vengano impiantati i CVC (es. UTI,

pronto soccorso, sale operatorie, radiologie e unità assistenziali generiche) e assegnare questo compito a un operatore sanitario che abbia familiarità con la gestione dei cateteri.

i. Per avere un esempio di checklist del catetere centrale, visitare il sito: <http://www.ihl.org/knowledge/Pages/Tools/CentralLineInsertionChecklist.aspx>

b. Misurare quale sia la percentuale delle procedure di impianto dei CVC nella quale è documentata la compliance con l'appropriata igiene delle mani, con l'uso delle massime precauzioni di barriera e con l'uso della clorexidina per l'antisepsi cutanea del sito di emergenza:

i. Numeratore: il numero degli impianti di CVC nei quali è documentato l'uso di tutti e tre i suddetti interventi (igiene delle mani, massime precauzioni di barriera e antisepsi cutanea con clorexidina) utilizzati al momento dell'impianto dei CVC.

ii. Denominatore: il numero di tutti gli impianti di CVC.

iii. Moltiplicare per 100 in modo che la misura sia espressa come valore percentuale.

2. Compliance con la modulistica relativa alla valutazione quotidiana della necessità di mantenere in sede il CVC.

a. Misurare la percentuale dei pazienti con CVC in cui la valutazione quotidiana è documentata:

i. Numeratore: il numero di pazienti con CVC per i quali è disponibile la documentazione della valutazione quotidiana.

ii. Denominatore: numero dei pazienti con CVC.

iii. Moltiplicare per 100 cosicché la misura sia espressa in percentuale.

3. Compliance con la pulizia delle porte di accesso alle linee infusionali prima dell'utilizzo (o compliance con l'uso di *port protectors* contenenti antisettico).

a. Valutare la compliance tramite l'osservazione della pratica:

i. Numeratore: numero di volte in cui si osserva la pulizia delle porte di accesso alle linee infusionali prima dell'utilizzo (o in alternativa l'impiego di un *port protectors*).

ii. Denominatore: numero di volte che si accede alla linea infusione con o senza l'impiego di un *port protector*.

iii. Moltiplicare per 100 cosicché la misura sia espressa in percentuale.

B. Misure di risultato

1. Incidenza di CLABSI

a. Usare le definizioni *NHSN*.

i. Numeratore: numero di CLABSI in ogni unità valutata (utilizzando la definizione *NHSN*)

ii. Denominatore: numero totale di giorni/catetere in ciascuna delle unità valutate (utilizzando la definizione *NHSN*)

iii. Moltiplicare per 1000 in modo che la misura sia espressa in numero di CLABSI per 1000 giorni/catetere.

iv. Stratificare il rischio di CLABSI in base al tipo di unità operativa.^{207-209.}

a) Confrontare i risultati basandosi sul confronto storico e sui dati *NHSN*, se disponibili.¹⁴³

II. Resoconti esterni al singolo ospedale

Nel momento in cui si tenta di fornire informazioni utili ai consumatori o ad altri, esiste la necessità di prevedere delle conseguenze non desiderate insite nel riportare in pubblico il livello di infezioni ospedaliere.^{210,211} L'HICPAC,²¹² l'*Healthcare Associated Infections Working Group della Joint Public Policy Committee*,³¹³ ed il *National Quality Forum* forniscono raccomandazioni in merito al fornire resoconti pubblici delle infezioni ospedaliere.²¹⁴

A. Norme statali e federali

1. Gli ospedali situati in stati che prevedono un resoconto obbligatorio d'incidenza di CLABSI devono raccogliere e fornire all'autorità locale i dati richiesti.
2. Per le informazioni sulle norme statali o federali, contattare il dipartimento della sanità dello stato o quello locale.

B. Iniziative per la qualità inter-ospedaliera

1. Gli ospedali che partecipano ad iniziative per la qualità inter-ospedaliera o a programmi statali dovranno raccogliere e fornire dati richiesti dalle singole iniziative o programmi.
2. L'attendibilità del confronto tra diverse istituzioni può essere pregiudicata dalla variabile affidabilità delle stesse.

SEZIONE 6: ESEMPI DI STRATEGIE DI IMPLEMENTAZIONE

Quello dell'assunzione della responsabilità è un principio essenziale per prevenire le infezioni ospedaliere. Esso costituisce l'indispensabile anello di collegamento tra le nozioni scientifiche e la loro applicazione clinica.

In mancanza di chiare attribuzioni di responsabilità, le strategie di implementazione basate sulla conoscenza sarebbero usate in maniera incostante e frammentaria, diminuendo così l'efficacia nella prevenzione delle infezioni ospedaliere. La responsabilità parte dalla direzione medica e infermieristica che impone l'adozione di misure per la prevenzione delle infezioni ospedaliere rendendole una priorità.

I responsabili apicali sono tenuti ad assicurare risorse adeguate per un valido programma di prevenzione delle infezioni ospedaliere. Queste risorse includono il personale necessario (clinico e non clinico), la formazione e strumenti idonei (tab. 2)

L'impianto di CVC è una delle procedure più eseguite al letto del paziente. La procedura di impianto rappresenta solo uno degli aspetti del rischio di CLABSI che si estende in realtà a tutti i successivi momenti di cura e mantenimento dell'accesso venoso centrale finché questo è in sede. Man mano che nuovi studi vengono pubblicati, si aggiungono nuove strategie di prevenzione delle CLABSI. Per di più l'esperienza nell'applicazione di queste strategie è in aumento. Qui ci focalizzeremo sulle strategie di motivazione, formazione, esecuzione e valutazione degli sforzi per prevenire le CLABSI. Le raccomandazioni che seguono derivano dalle opinioni di esperti e dalla letteratura pubblicata.

Tab. 2 Elementi Fondamentali di Responsabilità per la Prevenzione delle Infezioni Ospedaliere

I responsabili apicali devono assicurare che il Sistema di Assistenza Sanitaria supporti un programma di prevenzione delle infezioni che prevenga efficacemente le infezioni ospedaliere e la trasmissione degli agenti patogeni epidemiologicamente importanti.

I responsabili apicali devono farsi carico di assicurare che ci sia un numero adeguato di personale addestrato direttamente assegnato al programma di prevenzione ma anche personale adeguato in altre unità che giocano un ruolo importante nel programma di prevenzione (es. servizi ambientali).

I responsabili apicali devono farsi carico di assicurare che tutto il personale sanitario di qualsiasi livello sia adeguatamente addestrato e competente nell'attuare il proprio lavoro in modo responsabile.

Coloro che erogano direttamente l'assistenza sanitaria (quali medici, infermieri e altro personale sanitario) ed il personale non sanitario (quale il personale dei servizi ambientali e quello responsabile della manutenzione delle apparecchiature) sono responsabili di garantire che vengano costantemente usate le appropriate pratiche di prevenzione (compresa l'igiene delle mani, le precauzioni standard e quelle di isolamento, la pulizia e la disinfezione delle apparecchiature e dell'ambiente).

I responsabili apicali e delle singole unità operative devono mantenere un appropriato livello di responsabilità in tutto il personale alle proprie dipendenze.

I responsabili del programma di prevenzione devono accertarsi che venga implementato un programma attivo per l'identificazione delle infezioni ospedaliere e che i dati sulle infezioni ospedaliere vengano analizzati e trasmessi regolarmente a coloro che possono usare tale informazione per migliorare la qualità dell'assistenza (es. il personale delle singole unità operative, i clinici e gli amministratori dell'ospedale) e che tale programma comprenda pratiche basate sull'evidenza.

I responsabili apicali e delle singole unità operative dovranno accertarsi che vengano sviluppati programmi appropriati di addestramento e formazione per la prevenzione delle infezioni ospedaliere e che tali programmi vengano offerti al personale, ai pazienti e ai familiari.

Il personale del progetto di prevenzione, del laboratorio e dei dipartimenti informatici ha la responsabilità dei sistemi necessari per mantenere il programma di sorveglianza.

L'impianto di CVC è una delle procedure più eseguite al letto del paziente. La procedura di impianto rappresenta solo uno dei fattori di rischio per le CLABSI che si vanno poi estendendo a tutti gli aspetti del lavoro infermieristico ed al nursing del catetere durante il tempo in cui è impiantato. Le strategie di prevenzione delle CLABSI si sono sempre più diffuse con il progredire delle pubblicazioni di nuovi studi ed inoltre sta aumentando l'esperienza dell'implementazione di queste strategie. Questo dibattito si focalizza sulle strategie di approccio, formazione, esecuzione e valutazione degli sforzi per prevenire le CLABSI. Le raccomandazioni che seguono derivano dalle opinioni di esperti e dalla letteratura pubblicata.

I. Motivazione

Il primo passo verso un'efficace riduzione delle CLABSI è motivare sia il personale in prima linea che i responsabili apicali coinvolgendoli nel programma di miglioramento delle performance e dei risultati clinici.²¹⁵

A. Creazione di un team multidisciplinare che fissi degli obiettivi, definisca le tappe in questo processo di implementazione e che sorvegli i progressi nel raggiungimento di questi obiettivi. E' consigliabile tenere regolarmente dei meeting.²¹⁶

B. Focalizzare l'attenzione sulla cultura della sicurezza, utilizzando il lavoro di squadra, strumenti tecnologici e affermando il principio dell'assunzione di responsabilità per la prevenzione delle CLABSI.²¹⁷

C. Rendere consapevoli del problema reale tutte le figure coinvolte in modo da ottenere la loro collaborazione. Una possibile strategia per raggiungere questo risultato consiste nell'identificazione ad esempio di un paziente del reparto che ha subito danni clinici risultanti da una CLABSI e nel condividere la sua storia con il team.

D. Identificare e coinvolgere personale potenzialmente utile nelle singole unità operative. Inserire nel team gli infermieri e i medici impegnati negli accessi venosi. Coinvolgere sia responsabili istituzionali (es. primari e caposala) che personale impegnato in prima linea.²¹⁸ Il coinvolgimento di figure delle singole unità operative aumenta la possibilità di successo favorendo la motivazione e la formazione dei

loro colleghi aumentando così le adesioni e l'assunzione di responsabilità da parte di tutti.²¹⁵ Costoro possono influenzare lo sviluppo di strategie congrue con la cultura dell'unità operativa. La frequente comunicazione tra le figure delle singole unità operative e il personale di prima linea è indispensabile al fine di dirimere problemi e mantenere il programma di miglioramento.²¹⁵

- E. Condividere regolarmente con ogni unità operativa i dati raccolti sui risultati clinici. I dati possono essere usati per esprimere la frequenza mensile delle CLABSI e/o il numero di giorni trascorsi dall'ultima infezione. Si consiglia di riportare l'incidenza di CLABSI sotto forma di *Standardized Infection Ratio* (SIR). E' anche utile la rappresentazione grafica dell'andamento delle infezioni.
- F. Utilizzare reti di comunicazione tra colleghi. Tali reti create tra diversi ospedali possono promuovere e migliorare la capacità individuale di adeguarsi a pratiche basate sull'evidenza e facilitano inoltre la collaborazione, la valutazione sulla performance e l'assunzione di responsabilità. Tutti possono beneficiare della condivisione delle buone pratiche e la discussione collettiva può aiutare la risoluzione di problemi comuni.²¹⁹

II. Formazione

- A. Il cambiamento dei comportamenti individuali è il primo obiettivo dei programmi educazionali sull'impianto la cura e la gestione dei CVC. Diversi metodi e diverse strategie educative sono stati studiati per ridurre le CLABSI. In generale questi interventi formativi hanno portato a dei miglioramenti relativi all'incidenza delle CLABSI; in ogni caso sono necessari ulteriori studi per capire chiaramente quali siano le strategie didattiche più efficaci, i contenuti teorici, la lunghezza delle lezioni e la frequenza con cui ripetere il programma.^{220,221} Il programma formativo dovrebbe trattare sia la via intra che extraluminale di infezione dei CVC.
- B. I programmi formativi pensati per il personale sanitario coinvolto nell'impianto e nella gestione di tutti i tipi di CVC dovrebbero non solo fornire nozioni, ma anche favorire le riflessioni critiche, sviluppare le capacità comportamentali e psicomotorie e modificare attitudini e convinzioni. Se si identificano delle carenze particolari in qualcuna di queste aree bisognerà selezionare dei nuovi obiettivi di apprendimento, modificare il contenuto del corso e scegliere delle diverse e più appropriate strategie di insegnamento. In tutti i momenti formativi, al posto principale dovrà esservi l'importanza della prevenzione delle infezioni.^{221, 222}
- C. Visto che per l'apprendimento gli adulti si impiegano diverse tecniche, dovrebbero essere utilizzate diverse strategie formative. Ciò include percorsi di auto-didattica, corsi con istruttore e discussioni in piccoli e grandi gruppi. Il team che pianifica la formazione dovrebbe avere rappresentanti delle diverse specializzazioni compresi medici, caposala, infermieri, personale specializzato nell'accesso venoso ed infettivologi esperti nella prevenzione delle infezioni.²²³⁻²²⁵ Lo studente dovrebbe essere coinvolto attivamente nei metodi d'insegnamento visto che la lezione tradizionale ha dimostrato di essere meno efficace per quanto riguarda la ritenzione delle informazioni e i cambi comportamentali. I metodi di divulgazione dovrebbero essere scelti sia sulla base delle esigenze che della disponibilità degli studenti ed anche sulle possibilità tecniche della struttura. Questi metodi comprendono manuali stampati; formati audiovisivi come diapositive e video; laboratori pratici; discussione della letteratura recente e discussione di casi clinici, materiali didattico basati su programmi computerizzati, siti Internet o DVD.^{58, 224, 228, 231} Metodi di divulgazione diversificati, concepiti per specifiche problematiche, utilizzati ad intermittenza con l'andare avanti del tempo producono un maggiore beneficio in termini di riduzione delle CLABSI rispetto ad una singolo metodo o lezione.^{61, 232}
- D. Altri supporti formativi dovrebbero essere prontamente accessibili nei reparti per un veloce ripasso e per consolidare la conoscenza delle procedure appropriate. Questi

- includono, senza limitarsi ad essi, protocolli e procedure aziendali, poster, schede, opuscoli tascabili, messaggi via e-mail e messaggi sullo screen saver del computer.
- E. Per migliorare la sicurezza del paziente, l'apprendimento delle tecniche di impianto dei CVC richiede un programma formativo, ben strutturato, che si focalizzi sull'acquisizione della competenza e sulla performance in un ambiente simulato seguito da una performance supervisionata su paziente.^{43, 235-237} Una meta-analisi di 20 studi sull'impianto di CVC in ambiente simulato ha mostrato benefici nella performance pratica, nell'acquisizione di conoscenze teoriche e nel senso di fiducia del discente.⁶⁶ Le strategie di simulazione per l'impianto di CVC includono l'utilizzo di modelli anatomici e di realtà virtuale basate su programmi computerizzati.²³⁸ Sono stati anche tentati approcci per simulare la "sensazione" della puntura del tessuto.²³⁹
 - F. Tutti i sanitari dovrebbero avere una competenza documentata sull'impianto dei CVC e sulla loro gestione prima di poter operare senza una diretta supervisione. Per la valutazione e la documentazione della competenza di ogni singolo operatore che impianta i CVC ed esegue le diverse procedure legate alla loro gestione (es., cambio della medicazione) dovrebbe essere usata una checklist di valutazione di competenza. Le checklist di valutazione di competenza dovrebbero essere riviste periodicamente in termini di affidabilità e validità. Il professionista che esegue la valutazione di competenza del discente dovrebbe essere a sua volta competente sulle procedure che valuta.^{230,240}
 - G. Il cambio di prodotti, dispositivi o tecnologie usati nell'impianto e nella gestione di CVC richiede un'adeguata addestramento di tutto il personale sanitario destinato ad utilizzare quel prodotto. Prima di tale addestramento deve esserci un periodo di valutazione del dispositivo e del suo impatto sull'incidenza di CLABSI. La maggior parte dei produttori di dispositivi dispone di personale con esperienza clinica per l'addestramento sul prodotto e questa risorsa non dovrebbe essere trascurata.
 - H. Il personale sanitario che utilizza i CVC dovrebbe avere una competenza documentata su tutte le procedure, compresa la stabilizzazione del catetere, il cambio della medicazione, la gestione delle linee infusionali, la disinfezione dei *needlefree connectors*, l'accesso ai sistemi totalmente impiantabili, il lavaggio e la chiusura con lock del CVC.⁴³ Ciò prevede la dimostrazione delle procedure in ambiente simulato o nella realtà clinica sotto tutoraggio da parte di un professionista qualificato.^{241,242}
 - I. La valutazione dei programmi formativi deve anche valutare la soddisfazione del discente nei loro confronti, i cambiamenti sia della conoscenza che della performance lavorativa. I test scritti sono la forma di valutazione più comune anche se essi sono limitati alla semplice acquisizione di conoscenza e potrebbero provocare ansia in molti discenti adulti. Altre forme di apprendimento includono la partecipazione a gruppi di discussione e osservazione delle performance in ambiente simulato. La misura dello stato attuale di conoscenza sull'impianto e sulla gestione dei CVC può dare una valida informazione per disegnare programmi formativi adeguati.^{243,244}
 - J. Prima di un programma formativo, occorre pianificare il modo per trasferire le conoscenze apprese in classe nel contesto della realtà clinica. Questo può avvenire ad esempio assegnando ai discenti l'assistenza dei pazienti per dare loro modo di applicare le nuove conoscenze ed esercitare le nuove abilità manuali, assicurando che siano sostenuti ed incoraggiati da parte dei loro superiori e consentendo loro di monitorare le difficoltà e i problemi pratici.
 - K. E' richiesta un'adeguata formazione del paziente e/o del familiare per tutte le procedure di gestione delle linee infusionali (es. l'igiene delle mani, cambio della medicazione, lavaggio e chiusura del sistema), specialmente quando si prevede il

trasferimento del paziente in ambiente extra-ospedaliero (casa o follow-up ambulatorio).^{43, 242}

- L. La formazione degli amministratori della struttura sanitaria è necessaria per ottenere un adeguato finanziamento e per l'implementazione della prevenzione delle CLABSI.²⁴² Inoltre l'obiettivo della Tolleranza Zero nei confronti delle CLABSI deve essere fissato dai responsabili apicali dell'istituzione e comunque il successo nel raggiungimento di questo obiettivo dipende da diversi fattori.

III. Esecuzione

- A. Prendere in considerazione l'impiego di metodologie per il miglioramento della qualità, quali *Lean Six Sigma*, *Comprehensive Unit-Based Safety Program*, *Team STEPPS*, *Plan-do-Study Act* e simili per strutturare efficacemente gli sforzi nella prevenzione. Possono essere usati vari strumenti per migliorare la performance, quali lavagne e cartelli segnapunti per la condivisione dei dati tra le persone interessate.
- B. Standardizzare i processi assistenziali. Ciò può essere fatto con l'implementazione di linee guida, l'adozione di bundles e protocolli rivolti sia all'impianto che alla gestione dei CVC. Valutare l'utilità di organizzare incontri multidisciplinari quotidiani ben strutturati. Durante questi incontri discutere se il paziente ancora necessita l'accesso venoso centrale, quali siano gli obiettivi quotidiani per quel paziente e quali siano i problemi in termini di sicurezza.²¹⁷ Invitare lo staff a riportare al management preposto i difetti del processo nonché le barriere che ne ostacolano l'implementazione perché questo può facilitare un intervento rapido ed un suo miglioramento. Distribuire la responsabilità di tali incarichi a specifiche unità strutturate o funzionali.
- C. Creare ridondanza. Creare ridondanza o controlli indipendenti lungo il processo di erogazione dell'assistenza per aumentare la compliance da parte dello staff. Questo può essere fatto adottando sistemi visuali per ricordare le corrette procedure. Implementare una *checklist* per l'impianto e per la gestione sia dentro che fuori le Terapie Intensive. Prendere in considerazione l'uso di messaggi su screen saver, poster, cartelloni, schede informative, moduli prestampati, opuscoli tascabili e simili e quant'altro può servire per trasmettere nuove nozioni o sottolineare quelle già acquisite.^{217,218}
- D. Prendere in considerazione la partecipazione a programmi di collaborazione per la riduzione delle CLABSI. Questi programmi forniscono all'organizzazione l'opportunità di scoprire e condividere le migliori pratiche e di utilizzare i dati comparativi raccolti.

IV. Valutazione

- A. Dovrebbero essere impiegati team multidisciplinari per creare una collaborazione tesa al miglioramento della qualità, per fissare obiettivi ed identificare i fattori chiave da misurare. Questo team dovrebbe essere formato da rappresentanti dell'amministrazione, di tutte le professioni e da infermieri dei diversi reparti. Questi team possono rappresentare uno o più ospedali.^{54,249,250.}
- B. La valutazione riguarda sia le misure di performance che la validazione dei risultati clinici.²⁴⁶ Le differenze tra i gruppi relative all'età dovrebbero inoltre essere prese in considerazione (es. neonati, pazienti pediatrici ed adulti).
- C. Le misure di performance includono ad esempio la compliance con i *bundles* di inserzione, l'utilizzo di un determinato CVC in base anche al sito di impianto (es. cateteri femorali vs altri siti di impianto; PICC vs. accessi ad impianto centrale), le condizioni delle medicazioni e i giusti tempi per la loro sostituzione nonché la gestione appropriata dei connettori valvolati needleless e degli altri componenti della linea infusionali e dei deflussori.^{43,251,252} L'utilizzo di dispositivi è definito

- come il numero complessivo dei giorni di cateterizzazione diviso per il numero di giorni-paziente.
- D. Stabilire la compliance di base con le pratiche *evidence-based* sulla manutenzione della linea venosa, quali l'accertamento che la medicazione sia pulita ed intatta.
 - E. La misurazione del risultato è data dall'incidenza delle CLABSI e di altre infezioni associate con tutti i tipi di accessi vascolari (es. infezione del sito di emergenza, tromboflebite suppurativa). Prendere in considerazione di riportare l'incidenza di CLABSI sotto forma di SIR (*Standardized Infection Ratio*).
 - F. I dati in termini di performance e risultati clinici dovrebbero essere correlati alle valutazioni iniziali della competenza e delle successive verifiche. La competenza iniziale di ciascun membro del personale dovrebbe essere valutata al momento dell'assunzione, dopo il corso di orientamento ed ogni volta che vengono introdotti nuovi dispositivi e nuove tecnologie. La valutazione periodica della competenza avverrà con frequenza definita dai dati di performance e dai risultati clinici di ogni singola istituzione.⁴³
 - G. La misura del risultato della formazione è richiesta a diversi livelli. La soddisfazione del discente per il programma è valutata mediante compilazione di un modulo di valutazione eseguita subito dopo la fine del programma formativo. Questo modulo deve includere anche un'auto-valutazione del discente relativa al raggiungimento degli obiettivi formativi. Il livello successivo consiste nel misurare il cambiamento nelle conoscenze del discente, spesso mediante comparazione tra la valutazione dei test scritti prima e dopo la formazione. Il terzo livello sta nel misurare l'effettivo cambiamento di comportamento nella pratica clinica alla fine del programma formativo. Utilizzando solo il primo ed il secondo livello di misurazione non ci sarebbe la sicurezza di un vero cambiamento nel comportamento clinico. Numerosi fattori incidono sulla sorveglianza delle CLABSI, compresi il tipo di CVC, la definizione di CLABSI, le pratiche di emocultura, le procedure scritte, le pratiche di laboratorio, l'atteggiamento e le convinzioni personali dello staff. La standardizzazione di questi fattori facilita la comparazione tra organizzazioni diverse. Inoltre, cambiamenti di queste variabili potrebbero avere un impatto sui dati pubblici relativi all'incidenza delle CLABSI ed influenzare il rimborso per le patologie contratte in ospedale.^{32,247}
 - H. La sorveglianza sulle CLABSI al di fuori delle UTI sta prendendo piede, specialmente con il crescente uso di metodi elettronici di raccolta dati.^{253,254}
 - I. Il feedback a tutto lo staff ospedaliero è importantissimo per il successo di ogni programma di valutazione. Il riconoscimento dell'importanza di una bassa incidenza di CLABSI o la lunghezza dell'intervallo tra la comparsa di CLABSI è un metodo utile per incoraggiare il coinvolgimento dello staff. Gli obiettivi per l'implementazione dovrebbero essere chiari e frequentemente rivisti. Analizzare la compliance al completamento delle *checklist* dell'impianto e condividere questi dati con lo staff. Altre forme di feedback includono periodiche (mensili, trimestrali) comunicazioni (es. messaggi email, reports scritti) dei risultati sui dati raccolti: poster, report o altre forme di comunicazione con grafici raffiguranti la compliance globale con la misurazione del processo.^{245,250,255,256}

RINGRAZIAMENTI

Disclaimer. A.K. – I risultati e le conclusioni di questo report sono quelle degli autori e non rappresentano necessariamente la posizione ufficiale dei *Centers for Disease Control and Prevention*.

Potenziali conflitti di interesse. J.M. riferisce di aver ricevuto un compenso come relatore da parte di Gilead Sciences Svizzera. L.A.M. riferisce di essere advisor/consulente per ICU Medical, Fresenius Medical Care, Bard Access System, Marvao Medical Devices,

CareFusion, 3M Healthcare, Catheter Connections, Semprus Bioscience e Sharklet Technologies. L.H. riferisce di essere un advisor/consulente di B.Braun Medical, BD Medical, Excelsior Medical, Ivera Medical, Access Scientific, 3M e Baxter Healthcare. A.M.P. riferisce di ricevere compensi per letture da parte di Bard e di essere un advisor/consulente per 3M, Ariste, Semrus, a Sharklet Technologies e di ricevere onorari da Baxter e CareFusion. Tutti gli altri autori non hanno denunciato rilevanti conflitti di interesse.

Inviare eventuale corrispondenza a Leonard A. Mermel, DO, ScM, Division of Infectious Diseases, Rhode Island Hospital, 593 Eddy Street, providence, RI 02903 (lmermel@lifespan.org)

BIBLIOGRAFIA

1. Marschall J, Mermel LA, Classen D, et al. Strategies to prevent central line-associated bloodstream infections in acute care hospitals. *Infect Control Hosp Epidemiol* 2008;29(suppl 1):S22–S30.
2. Yokoe DS, Anderson DJ, Berenholtz SM, et al. Introduction to “A Compendium of Strategies to Prevent Healthcare-Associated Infections in Acute Care Hospitals: 2014 Updates.” *Infect Control Hosp Epidemiol* 2014;35(5):455–459.
3. Maki DG, Kluger DM, Crnich CJ. The risk of bloodstream infection in adults with different intravascular devices: a systematic review of 200 published prospective studies. *Mayo Clin Proc* 2006;81(9):1159–1171.
4. Esteve F, Pujol M, Limon E, et al. Bloodstream infection related to catheter connections: a prospective trial of two connection systems. *J Hosp Infect* 2007;67(1):30–34.
5. Climo M, Diekema D, Warren DK, et al. Prevalence of the use of central venous access devices within and outside of the intensive care unit: results of a survey among hospitals in the Prevention Epicenter Program of the Centers for Disease Control and Prevention. *Infect Control Hosp Epidemiol* 2003;24(12): 942–945.
6. Vonberg RP, Behnke M, Geffers C, et al. Device-associated infection rates for non-intensive care unit patients. *Infect Control Hosp Epidemiol* 2006;27(4):357–361.
7. Marschall J, Leone C, Jones M, Nihill D, Fraser VJ, Warren DK. Catheter-associated bloodstream infections in general medical patients outside the intensive care unit: a surveillance study. *Infect Control Hosp Epidemiol* 2007;28(8):905–909.
8. Vital signs: central line-associated blood stream infections— United States, 2001, 2008, and 2009. *MMWR Morb Mortal Wkly Rep* 2011;60(8):243–248.
9. Kallen AJ, Patel PR, O’Grady NP. Preventing catheter-related bloodstream infections outside the intensive care unit: expanding prevention to new settings. *Clin Infect Dis* 2010;51(3): 335–341.
10. Zingg W, Sandoz L, Inan C, et al. Hospital-wide survey of the use of central venous catheters. *J Hosp Infect* 2011;77(4):304–308.
11. Xue H, Ix JH, Wang W, et al. Hemodialysis access usage patterns in the incident dialysis year and associated catheter related complications. *Am J Kidney Dis* 2013;61(1):123–130.
12. Loftus RW, Brown JR, Koff MD, et al. Multiple reservoirs contribute to intraoperative bacterial transmission. *Anesth Analg* 2012;114(6):1236–1248.
13. Pittet D, Tarara D, Wenzel RP. Nosocomial bloodstream infection in critically ill patients: excess length of stay, extra costs, and attributable mortality. *JAMA* 1994;271(20):1598–1601.
14. Digiovine B, Chenoweth C, Watts C, Higgins M. The attributable mortality and costs of primary nosocomial bloodstream infections in the intensive care unit. *Am J Respir Crit Care Med* 1999;160(3):976–181
15. Renaud B, Brun-Buisson C. Outcomes of primary and catheter-related bacteremia: a cohort and case-control study in critically ill patients. *Am J Respir Crit Care Med* 2001;163(7):1584–1590.
16. Dimick JB, Pelz RK, Consunji R, Swoboda SM, Hendrix CW, Lipsett PA. Increased resource use associated with catheter-related bloodstream infection in the surgical intensive care unit. *Arch Surg* 2001;136(2):229–234
17. Warren DK, Quadir WW, Hollenbeak CS, Elward AM, Cox MJ, Fraser VJ. Attributable cost of catheter-associated bloodstream infections among intensive care patients in a nonteaching hospital. *Crit Care Med* 2006;34(8):2084–2089
18. Mermel LA. Prevention of intravascular catheter-related infections. *Ann Intern Med*

- 2000;132(5):391–402.
19. Elward AM, Hollenbeak CS, Warren DK, Fraser VJ. Attributable cost of nosocomial primary bloodstream infection in pediatric intensive care unit patients. *Pediatrics* 2005;115(4): 868–872.
 20. Mermel LA. Infections caused by intravascular devices. In: Pfeiffer JA, ed. *APIC Text of Infection Control and Epidemiology*. 2nd ed. St. Louis: Mosby, 2000:30–38.
 21. Almuneef MA, Memish ZA, Balkhy HH, Hijazi O, Cunningham G, Francis C. Rate, risk factors and outcomes of catheter related bloodstream infection in a paediatric intensive care unit in Saudi Arabia. *J Hosp Infect* 2006;62(2):207–213.
 22. Alonso-Echanove J, Edwards JR, Richards MJ, et al. Effect of nurse staffing and antimicrobial-impregnated central venous catheters on the risk for bloodstream infections in intensive care units. *Infect Control Hosp Epidemiol* 2003;24(12):916–925.
 23. Lorente L, Henry C, Martin MM, Jimenez A, Mora ML. Central venous catheter-related infection in a prospective and observational study of 2,595 catheters. *Crit Care* 2005;9(6):R631–R635.
 24. Rey C, Alvarez F, De-La-Rua V, et al. Intervention to reduce catheter-related bloodstream infections in a pediatric intensive care unit. *Intensive Care Med* 2011;37(4):678–685.
 25. Lorente L, Jimenez A, Naranjo C, et al. Higher incidence of catheter-related bacteremia in jugular site with tracheostomy than in femoral site. *Infect Control Hosp Epidemiol* 2010;31(3):311–313.
 26. Fridkin SK, Pear SM, Williamson TH, Galgiani JN, Jarvis WR. The role of understaffing in central venous catheter-associated bloodstream infections. *Infect Control Hosp Epidemiol* 1996;17(3):150–158.
 27. Cimiotti JP, Haas J, Saiman L, Larson EL. Impact of staffing on bloodstream infections in the neonatal intensive care unit. *Arch Pediatr Adolesc Med* 2006;160(8):832–836.
 28. Merrer J, De Jonghe B, Golliot F, et al. Complications of femoral and subclavian venous catheterization in critically ill patients: a randomized controlled trial. *JAMA* 2001;286(6):700–707.
 29. Raad I, Darouiche R, Dupuis J, et al; Texas Medical Center Catheter Study Group. Central venous catheters coated with minocycline and rifampin for the prevention of catheter-related colonization and bloodstream infections: a randomized, double-blind trial. *Ann Intern Med* 1997;127(4):267–274.
 30. Hanna H, Benjamin R, Chatzinikolaou I, et al. Long-term silicone central venous catheters impregnated with minocycline and rifampin decrease rates of catheter-related bloodstream infection in cancer patients: a prospective randomized clinical trial. *J Clin Oncol* 2004;22(15):3163–3171.
 31. National Healthcare Safety Network, Centers for Disease Control and Prevention. The National Healthcare Safety Network (NHSN) Manual: Patient Safety Component Protocol. July 2013. http://www.cdc.gov/nhsn/PDFs/pscManual/4PSC_CLABSCurrent.pdf. Accessed September 28, 2013.
 32. Niedner MF. The harder you look, the more you find: catheter associated bloodstream infection surveillance variability. *Am J Infect Control* 2010;38(8):585–595.
 33. Lin MY, Hota B, Khan YM, et al. Quality of traditional surveillance for public reporting of nosocomial bloodstream infection rates. *JAMA* 2010;304(18):2035–2041.

34. Tomlinson D, Mermel LA, Ethier MC, Matlow A, Gillmeister B, Sung L. Defining bloodstream infections related to central venous catheters in patients with cancer: a systematic review. *Clin Infect Dis* 2011;53(7):697–710.
35. Mermel LA, Allon M, Bouza E, et al. Clinical practice guidelines for the diagnosis and management of intravascular catheter-related infection: 2009 update by the Infectious Diseases Society of America. *Clin Infect Dis* 2009;49(1):1–45.
36. O’Grady NP, Alexander M, Dellinger EP, et al; Centers for Disease Control and Prevention. Guidelines for the prevention of intravascular catheter-related infections. *MMWR Recomm Rep* 2002;51(RR-10):1–29.
37. O’Grady NP, Alexander M, Burns LA, et al. Guidelines for the prevention of intravascular catheter-related infections. *Clin Infect Dis* 2011;52(9):e162–e193.
38. Institute for Healthcare Improvement. <http://www.ihl.org>. March 11, 2014.
39. Saint S. Prevention of intravascular catheter-associated infections. In: Making Health Care Safer. Agency for Healthcare Research and Quality, 2001. <http://www.ahrq.gov/clinic/ptsafety/>, chapter16. March 11, 2014.
40. Huang EY, Chen C, Abdullah F, et al. Strategies for the prevention of central venous catheter infections: an American Pediatric Surgical Association Outcomes and Clinical Trials Committee systematic review. *J Pediatr Surg* 2011;46(10):2000–2011.
41. The Joint Commission. Preventing Central Line–Associated Bloodstream Infections: A Global Challenge, A Global Perspective. Oakbrook Terrace, IL: The Joint Commission, 2012. http://www.jointcommission.org/assets/1/18/CLABSI_Monograph.pdf. March 11, 2014.
42. Association for Professionals in Infection Control and Epidemiology (APIC). Guide to the Elimination of Catheter-Related Bloodstream Infections. Chicago: APIC, 2009.
43. Infusion Nurses Society. Infusion nursing standards of practice. *J Infus Nurs* 2011;S34.
44. Pronovost P, Needham D, Berenholtz S, et al. An intervention to decrease catheter-related bloodstream infections in the TERAPIA INTENSIVA. *N Engl J Med* 2006;355(26):2725–2732.
45. Berenholtz SM, Pronovost PJ, Lipsett PA, et al. Eliminating catheter-related bloodstream infections in the intensive care unit. *Crit Care Med* 2004;32(10):2014–2020.
46. Reduction in central line–associated bloodstream infections among patients in intensive care units—Pennsylvania, April 2001–March 2005. *MMWR Morb Mortal Wkly Rep* 2005;54(40):1013–1016.
47. Kim JS, Holtom P, Vigen C. Reduction of catheter-related bloodstream infections through the use of a central venous line bundle: epidemiologic and economic consequences. *Am J Infect Control* 2011;39(8):640–646.
48. Halton KA, Cook D, Paterson DL, Safdar N, Graves N. Cost effectiveness of a central venous catheter care bundle. *PLoS ONE* 2010;5(9):e12815.
49. Helder O, van den Hoogen A, de Boer C, van Goudoever J, Verboon-Maciolek M, Kornelisse R. Effectiveness of non pharmacological interventions for the prevention of bloodstream infections in infants admitted to a neonatal intensive care unit: a systematic review. *Int J Nurs Stud* 2013;50(6):819–831.
50. Pronovost PJ, Goeschel CA, Colantuoni E, et al. Sustaining reductions in catheter related bloodstream infections in Michigan intensive care units: observational study. *BMJ* 2010;340:c309.
51. Pronovost PJ, Berenholtz SM, Goeschel CA, et al. Creating high reliability in health

- care organizations. *Health Serv Res* 2006; 41(4 pt 2):1599–1617.
52. Furuya EY, Dick A, Perencevich EN, Pogorzelska M, Goldmann D, Stone PW. Central line bundle implementation in US intensive care units and impact on bloodstream infections. *PLoS ONE* 2011;6(1):e15452.
 53. Guerin K, Wagner J, Rains K, Bessesen M. Reduction in central line–associated bloodstream infections by implementation of a postinsertion care bundle. *Am J Infect Control* 2010;38(6):430–433.
 54. Miller MR, Griswold M, Harris JM 2nd, et al. Decreasing PTERAPIA INTENSIVA catheter-associated bloodstream infections: NACHRI’s quality transformation efforts. *Pediatrics* 2010;125(2):206–213.
 55. Miller MR, Niedner MF, Huskins WC, et al. Reducing PTERAPIA INTENSIVA central line–associated bloodstream infections: 3-year results. *Pediatrics* 2011;128(5):e1077–e1083.
 56. Sherertz RJ, Ely EW, Westbrook DM, et al. Education of physicians-in-training can decrease the risk for vascular catheter infection. *Ann Intern Med* 2000;132(8):641–648.
 57. Eggimann P, Harbarth S, Constantin MN, Touveneau S, Chevrolet JC, Pittet D. Impact of a prevention strategy targeted at vascular-access care on incidence of infections acquired in intensive care. *Lancet* 2000;355(9218):1864–1868.
 58. Coopersmith CM, Rebmann TL, Zack JE, et al. Effect of an education program on decreasing catheter-related bloodstream infections in the surgical intensive care unit. *Crit Care Med* 2002;30(1):59–64.
 59. Warren DK, Zack JE, Cox MJ, Cohen MM, Fraser VJ. An educational intervention to prevent catheter-associated bloodstream infections in a nonteaching, community medical center. *Crit Care Med* 2003;31(7):1959–1963.
 60. Warren DK, Zack JE, Mayfield JL, et al. The effect of an education program on the incidence of central venous catheter–associated bloodstream infection in a medical TERAPIA INTENSIVA. *Chest* 2004;126(5):1612–1618.
 61. Lobo RD, Levin AS, Oliveira MS, et al. Evaluation of interventions to reduce catheter-associated bloodstream infection: continuous tailored education versus one basic lecture. *Am J Infect Control* 2010;38(6):440–448.
 62. Cherry MG, Brown JM, Neal T, Ben Shaw N. What features of educational interventions lead to competence in aseptic insertion and maintenance of CV catheters in acute care? BEMEGuide 15. *Med Teach* 2010;32(3):198–218.
 63. Joint Commission on Accreditation of Healthcare Organizations. *Assessing Hospital Staff Competence*. Oakbrook Terrace, IL: Joint Commission Resources, 2007.
 64. Barsuk JH, Cohen ER, Feinglass J, McGaghie WC, Wayne DB. Use of simulation-based education to reduce catheter-related bloodstream infections. *Arch Intern Med* 2009;169(15):1420–1423.
 65. Khouli H, Jahnes K, Shapiro J, et al. Performance of medical residents in sterile techniques during central vein catheterization: randomized trial of efficacy of simulation-based training. *Chest* 2011;139(1):80–87.
 66. Ma IW, Brindle ME, Ronksley PE, Lorenzetti DL, Sauve RS, Ghali WA. Use of simulation-based education to improve outcomes of central venous catheterization: a systematic review and meta-analysis. *Acad Med* 2011;86(9):1137–1147.
 67. Bleasdale SC, Trick WE, Gonzalez IM, Lyles RD, Hayden MK, Weinstein RA. Effectiveness of chlorhexidine bathing to reduce catheter-associated bloodstream infections in medical intensive care unit patients. *Arch Intern Med* 2007;167(19):2073–2079.
 68. O’Horo JC, Silva GL, Munoz-Price LS, Safdar N. The efficacy of daily bathing with

- chlorhexidine for reducing healthcare-associated bloodstream infections: a meta-analysis. *Infect Control Hosp Epidemiol* 2012;33(3):257–267.
69. Montecalvo MA, McKenna D, Yarrish R, et al. Chlorhexidine bathing to reduce central venous catheter-associated bloodstream infection: impact and sustainability. *Am J Med* 2012; 125(5):505–511.
 70. Milstone AM, Elward A, Song X, et al. Daily chlorhexidine bathing to reduce bacteraemia in critically ill children: a multicentre, cluster-randomised, crossover trial. *Lancet* 2013; 381(9872):1099–1106.
 71. Munoz-Price LS, Hota B, Stemer A, Weinstein RA. Prevention of bloodstream infections by use of daily chlorhexidine baths for patients at a long-term acute care hospital. *Infect Control Hosp Epidemiol* 2009;30(11):1031–1035.
 72. Medina A, Serratt T, Pelter M, Brancamp T. Decreasing central line-associated bloodstream infections in the non-TERAPIA INTENSIVA population. *J Nurs Care Qual* 2014;29(2):133–140.
 73. Tamma PD, Aucott SW, Milstone AM. Chlorhexidine use in the neonatal intensive care unit: results from a national survey. *Infect Control Hosp Epidemiol* 2010;31(8):846–849.
 74. Bryant KA, Zerr DM, Huskins WC, Milstone AM. The past, present, and future of healthcare-associated infection prevention in pediatrics: catheter-associated bloodstream infections. *Infect Control Hosp Epidemiol* 2010;31(suppl 1):S27–S31.
 75. Chapman AK, Aucott SW, Milstone AM. Safety of chlorhexidine gluconate used for skin antisepsis in the preterm infant. *J Perinatol* 2012;32(1):4–9.
 76. Andersen C, Hart J, Vemgal P, Harrison C. Prospective evaluation of a multifactorial prevention strategy on the impact of nosocomial infection in very-low-birthweight infants. *J Hosp Infect* 2005;61(2):162–167.
 77. Taylor T, Massaro A, Williams L, et al. Effect of a dedicated percutaneously inserted central catheter team on neonatal catheter-related bloodstream infection. *Adv Neonatal Care* 2011;11(2):122–128.
 78. Garland JS, Alex CP, Uhing MR, Peterside IE, Rentz A, Harris MC. Pilot trial to compare tolerance of chlorhexidine gluconate to povidone-iodine antisepsis for central venous catheter placement in neonates. *J Perinatol* 2009;29(12):808–813.
 79. Curry S, Honeycutt M, Goins G, Gilliam C. Catheter-associated bloodstream infections in the NTERAPIA INTENSIVA: getting to zero. *Neonatal Netw* 2009;28(3):151–155.
 80. Garland JS, Alex CP, Mueller CD, et al. A randomized trial comparing povidone-iodine to a chlorhexidine gluconate impregnated dressing for prevention of central venous catheter infections in neonates. *Pediatrics* 2001;107(6):1431–1436.
 81. Tsuchida T, Makimoto K, Toki M, Sakai K, Onaka E, Otani Y. The effectiveness of a nurse-initiated intervention to reduce catheter-associated bloodstream infections in an urban acute hospital: an intervention study with before and after comparison. *Int J Nurs Stud* 2007;44(8):1324–1333.
 82. Gozu A, Clay C, Younus F. Hospital-wide reduction in central line-associated bloodstream infections: a tale of two small community hospitals. *Infect Control Hosp Epidemiol* 2011;32(6):619–622.
 83. Occupational Health and Safety Administration, US Department of Labor. <http://www.osha.gov>. March 11, 2014.
 84. Yilmaz G, Koksall I, Aydin K, Caylan R, Sucu N, Aksoy F. Risk factors of catheter-related bloodstream infections in parenteral nutrition catheterization. *JPEN J Parenter Enteral Nutr* 2007; 31(4):284–287.
 85. Boyce JM, Pittet D; Society for Healthcare Epidemiology of America, Association for

- Professionals in Infection Control, Infectious Diseases Society of America. Guideline for hand hygiene in health-care settings: recommendations of the Healthcare Infection Control Practices Advisory Committee and the HICPAC/SHEA/APIC/IDSA Hand Hygiene Task Force. *MMWR Recomm Rep* 2002;51(RR-16):1–45.
86. Rosenthal VD, Guzman S, Safdar N. Reduction in nosocomial infection with improved hand hygiene in intensive care units of a tertiary care hospital in Argentina. *Am J Infect Control* 2005;33(7):392–397.
 87. Capretti MG, Sandri F, Tridapalli E, Galletti S, Petracci E, Faldella G. Impact of a standardized hand hygiene program on the incidence of nosocomial infection in very low birth weight infants. *Am J Infect Control* 2008;36(6):430–435.
 88. Goetz AM, Wagener MM, Miller JM, Muder RR. Risk of infection due to central venous catheters: effect of site of placement and catheter type. *Infect Control Hosp Epidemiol* 1998; 19(11):842–845.
 89. Parienti JJ, du Cheyron D, Timsit JF, et al. Meta-analysis of subclavian insertion and nontunneled central venous catheter–associated infection risk reduction in critically ill adults. *Crit Care Med* 2012;40(5):1627–1634.
 90. Ge X, Cavallazzi R, Li C, Pan SM, Wang YW, Wang FL. Central venous access sites for the prevention of venous thrombosis, stenosis and infection. *Cochrane Database Syst Rev* 2012;(3): CD004084.
 91. Parienti JJ, Thirion M, Megarbane B, et al. Femoral vs jugular venous catheterization and risk of nosocomial events in adults requiring acute renal replacement therapy: a randomized controlled trial. *JAMA* 2008;299(20):2413–2422.
 92. Timsit JF, Bouadma L, Mimoz O, et al. Jugular versus femoral short-term catheterization and risk of infection in intensive care unit patients: causal analysis of two randomized trials. *Am J Respir Crit Care Med* 2013;188(10):1232–1239.
 93. de Jonge RC, Polderman KH, Gemke RJ. Central venous catheter use in the pediatric patient: mechanical and infectious complications. *Pediatr Crit Care Med* 2005;6(3):329–339.
 94. Marik PE, Flemmer M, Harrison W. The risk of catheter-related bloodstream infection with femoral venous catheters as compared to subclavian and internal jugular venous catheters: a systematic review of the literature and meta-analysis. *Crit Care Med* 2012;40(8):2479–2485.
 95. Lorente L, Jimenez A, Roca I, Martin MM, Mora ML. Influence of tracheostomy on the incidence of catheter-related bloodstream infection in the catheterization of jugular vein by posterior access. *Eur J Clin Microbiol Infect Dis* 2011;30(9):1049–1051.
 96. Safdar N, Maki DG. Risk of catheter-related bloodstream infection with peripherally inserted central venous catheters used in hospitalized patients. *Chest* 2005;128(2):489–495.
 97. Chopra V, Anand S, Krein SL, Chenoweth C, Saint S. Bloodstream infection, venous thrombosis, and peripherally inserted central catheters: reappraising the evidence. *Am J Med* 2012;125(8):733–741.
 98. Ajenjo MC, Morley JC, Russo AJ, et al. Peripherally inserted central venous catheter–associated bloodstream infections in hospitalized adult patients. *Infect Control Hosp Epidemiol* 2011;32(2):125–130.
 99. Karakitsos D, Labropoulos N, De Groot E, et al. Real-time ultrasound-guided catheterisation of the internal jugular vein: a prospective comparison with the landmark technique in critical care patients. *Crit Care* 2006;10(6):R162.

100. Hind D, Calvert N, McWilliams R, et al. Ultrasonic locating devices for central venous cannulation: meta-analysis. *BMJ* 2003;327(7411):361.
101. Mermel LA, McCormick RD, Springman SR, Maki DG. The pathogenesis and epidemiology of catheter-related infection with pulmonary artery Swan-Ganz catheters: a prospective study utilizing molecular subtyping. *Am J Med* 1991;91(3B):197S–205S.
102. Raad II, Hohn DC, Gilbreath BJ, et al. Prevention of central venous catheter-related infections by using maximal sterile barrier precautions during insertion. *Infect Control Hosp Epidemiol* 1994;15(4 pt 1):231–238.
103. Hu KK, Lipsky BA, Veenstra DL, Saint S. Using maximal sterile barriers to prevent central venous catheter-related infection: a systematic evidence-based review. *Am J Infect Control* 2004; 32(3):142–146.
104. Young EM, Commiskey ML, Wilson SJ. Translating evidence into practice to prevent central venous catheter-associated bloodstream infections: a systems-based intervention. *Am J Infect Control* 2006;34(8):503–506.
105. Ishikawa Y, Kiyama T, Haga Y, et al. Maximal sterile barrier precautions do not reduce catheter-related bloodstream infections in general surgery units: a multi-institutional randomized controlled trial. *Ann Surg* 2010;251(4):620–623.
106. Burrell AR, McLaws ML, Murgu M, Calabria E, Pantle AC, Herkes R. Aseptic insertion of central venous lines to reduce bacteraemia. *Med J Aust* 2011;194(11):583–587.
107. Lee DH, Jung KY, Choi YH. Use of maximal sterile barrier precautions and/or antimicrobial-coated catheters to reduce the risk of central venous catheter-related bloodstream infection. *Infect Control Hosp Epidemiol* 2008;29(10):947–950.
108. Maki DG, Ringer M, Alvarado CJ. Prospective randomised trial of povidone-iodine, alcohol, and chlorexidine for prevention of infection associated with central venous and arterial catheters. *Lancet* 1991;338(8763):339–343.
109. Garland JS, Buck RK, Maloney P, et al. Comparison of 10% povidone-iodine and 0.5% chlorexidine gluconate for the prevention of peripheral intravenous catheter colonization in neonates: a prospective trial. *Pediatr Infect Dis J* 1995;14(6):510–516.
110. Humar A, Ostromecki A, Drenfeld J, et al. Prospective randomized trial of 10% povidone-iodine versus 0.5% tincture of chlorexidine as cutaneous antisepsis for prevention of central venous catheter infection. *Clin Infect Dis* 2000;31(4):1001–1007.
111. Chaiyakunapruk N, Veenstra DL, Lipsky BA, Saint S. Chlorexidine compared with povidone-iodine solution for vascular catheter-site care: a meta-analysis. *Ann Intern Med* 2002; 136(11):792–801.
112. Maiwald M, Chan ES. The forgotten role of alcohol: a systematic review and meta-analysis of the clinical efficacy and perceived role of chlorexidine in skin antisepsis. *PLoS ONE* 2012; 7(9):e44277.
113. Robert J, Fridkin SK, Blumberg HM, et al. The influence of the composition of the nursing staff on primary bloodstream infection rates in a surgical intensive care unit. *Infect Control Hosp Epidemiol* 2000;21(1):12–17.
114. Stone PW, Mooney-Kane C, Larson EL, et al. Nurse working conditions and patient safety outcomes. *Med Care* 2007;45(6):571–578.
115. Salzman MB, Isenberg HD, Rubin LG. Use of disinfectants to reduce microbial contamination of hubs of vascular catheters. *J Clin Microbiol* 1993;31(3):475–479.
116. Luebke MA, Arduino MJ, Duda DL, et al. Comparison of the microbial barrier

- properties of a needleless and a conventional needle-based intravenous access system. *Am J Infect Control* 1998;26(4):437–441.
117. Casey AL, Worthington T, Lambert PA, Quinn D, Farouqi MH, Elliott TS. A randomized, prospective clinical trial to assess the potential infection risk associated with the PosiFlow needleless connector. *J Hosp Infect* 2003;54(4):288–293.
 118. Munoz-Price LS, Dezfulian C, Wyckoff M, et al. Effectiveness of stepwise interventions targeted to decrease central catheter– associated bloodstream infections. *Crit Care Med* 2012;40(5):1464–1469.
 119. Soothill JS, Bravery K, Ho A, Macqueen S, Collins J, Lock P. A fall in bloodstream infections followed a change to 2% chlorhexidine in 70% isopropanol for catheter connection antisepsis: a pediatric single center before/after study on a hemopoietic stem cell transplant ward. *Am J Infect Control* 2009;37(8):626–630.
 120. Hong H, Morrow DF, Sandora TJ, Priebe GP. Disinfection of needleless connectors with chlorhexidine-alcohol provides long-lasting residual disinfectant activity. *Am J Infect Control* 2013;41(8):e77–e79.
 121. Rupp ME, Yu S, Huerta T, et al. Adequate disinfection of a split-septum needleless intravascular connector with a 5-second alcohol scrub. *Infect Control Hosp Epidemiol* 2012;33(7):661–665.
 122. Simmons S, Bryson C, Porter S. “Scrub the hub”: cleaning duration and reduction in bacterial load on central venous catheters. *Crit Care Nurs Q* 2011;34(1):31–35.
 123. Lederle FA, Parenti CM, Berskow LC, Ellingson KJ. The idle intravenous catheter. *Ann Intern Med* 1992;116(9):737–738.
 124. Parenti CM, Lederle FA, Impola CL, Peterson LR. Reduction of unnecessary intravenous catheter use: internal medicine house staff participate in a successful quality improvement project. *Arch Intern Med* 1994;154(16):1829–1832.
 125. Rotz S, Sopirala MM. Assessment beyond central line bundle: audits for line necessity in infected central lines in a surgical intensive care unit. *Am J Infect Control* 2012;40(1):88–89.
 126. Cload B, Day AG, Ilan R. Evaluation of unnecessary central venous catheters in critically ill patients: a prospective observational study. *Can J Anaesth* 2010;57(9):830–835.
 127. Seguin P, Laviolle B, Isslame S, Coue A, Malledant Y. Effectiveness of simple daily sensitization of physicians to the duration of central venous and urinary tract catheterization. *Intensive Care Med* 2010;36(7):1202–1206.
 128. Faruqi A, Medefindt J, Dutta G, Philip SA, Tompkins D, Carey J. Effect of a multidisciplinary intervention on central line utilization in an acute care hospital. *Am J Infect Control* 2012; 40(6):e211–e215.
 129. Maki DG, Stolz SS, Wheeler S, Mermel LA. A prospective, randomized trial of gauze and two polyurethane dressings for site care of pulmonary artery catheters: implications for catheter management. *Crit Care Med* 1994;22(11):1729–1737.
 130. Rasero L, Degl’Innocenti M, Mocali M. Comparison of two different time interval protocols for central venous catheter dressing in bone marrow transplant patients: results of a randomized, multicenter study. *Haematologica* 2000;85:275–279.
 131. Timsit JF, Bouadma L, Ruckly S, et al. Dressing disruption is a major risk factor for catheter-related infections. *Crit Care Med* 2012;40(6):1707–1714.
 132. Gillies D, O’Riordan L, Wallen M, Morrison A, Rankin K, Nagy S. Optimal timing for intravenous administration set replacement. *Cochrane Database Syst Rev*

- 2005;(4):CD003588.
133. Ullman AJ, Cooke ML, Gillies D, et al. Optimal timing for intravascular administration set replacement. *Cochrane Database Syst Rev* 2013;(9):CD003588.
 134. Levin A, Mason AJ, Jindal KK, Fong IW, Goldstein MB. Prevention of hemodialysis subclavian vein catheter infections by topical povidone-iodine. *Kidney Int* 1991;40(5):934–938.
 135. Zakrzewska-Bode A, Muytjens HL, Liem KD, Hoogkamp-Korstanje JA. Mupirocin resistance in coagulase-negative staphylococci, after topical prophylaxis for the reduction of colonization of central venous catheters. *J Hosp Infect* 1995;31(3):189–193.
 136. Riu S, Ruiz CG, Martinez-Vea A, Peralta C, Oliver JA. Spontaneous rupture of polyurethane peritoneal catheter: a possible deleterious effect of mupirocin ointment. *Nephrol Dial Transplant* 1998;13(7):1870–1871.
 137. Lok CE, Stanley KE, Hux JE, Richardson R, Tobe SW, Conly J. Hemodialysis infection prevention with polysporin ointment. *J Am Soc Nephrol* 2003;14(1):169–179.
 138. Fong IW. Prevention of haemodialysis and peritoneal dialysis catheter related infection by topical povidone-iodine. *Postgrad Med J* 1993;69(suppl 3):S15–S17.
 139. Battistella M, Bholra C, Lok CE. Long-term follow-up of the Hemodialysis Infection Prevention with Polysporin Ointment (HIPPO) Study: a quality improvement report. *Am J Kidney Dis* 2011;57(3):432–441.
 140. James MT, Conley J, Tonelli M, Manns BJ, MacRae J, Hemmelgarn BR. Meta-analysis: antibiotics for prophylaxis against hemodialysis catheter-related infections. *Ann Intern Med* 2008; 148(8):596–605.
 141. Gastmeier P, Geffers C, Brandt C, et al. Effectiveness of a nationwide nosocomial infection surveillance system for reducing nosocomial infections. *J Hosp Infect* 2006;64(1):16–22.
 142. Zingg W, Sax H, Inan C, et al. Hospital-wide surveillance of catheter-related bloodstream infection: from the expected to the unexpected. *J Hosp Infect* 2009;73(1):41–46.
 143. National Healthcare Safety Network, Department of Health and Human Services, Centers for Disease Control and Prevention. Surveillance for central line-associated bloodstream infections (CLABSI). <http://www.cdc.gov/nhsn/acute-care-hospital/clabsi/index.html>. March 11, 2014.
 144. Edwards JR, Peterson KD, Andrus ML, et al. National Healthcare Safety Network (NHSN) Report, data summary for 2006, issued June 2007. *Am J Infect Control* 2007;35(5):290–301.
 145. Woeltje KF, McMullen KM, Butler AM, Goris AJ, Doherty JA. Electronic surveillance for healthcare-associated central line-associated bloodstream infections outside the intensive care unit. *Infect Control Hosp Epidemiol* 2011;32(11):1086–1090.
 146. Maki DG, Stolz SM, Wheeler S, Mermel LA. Prevention of central venous catheter-related bloodstream infection by use of an antiseptic-impregnated catheter: a randomized, controlled trial. *Ann Intern Med* 1997;127(4):257–266.
 147. Veenstra DL, Saint S, Saha S, Lumley T, Sullivan SD. Efficacy of antiseptic-impregnated central venous catheters in preventing catheter-related bloodstream infection: a meta-analysis. *JAMA* 1999;281(3):261–267.
 148. Darouiche RO, Raad II, Heard SO, et al; Catheter Study Group. A comparison of two antimicrobial-impregnated central venous catheters. *N Engl J*

- Med 1999;340(1):1–8.
149. Hanna HA, Raad II, Hackett B, et al. Antibiotic-impregnated catheters associated with significant decrease in nosocomial and multidrug-resistant bacteremias in critically ill patients. *Chest* 2003;124(3):1030–1038.
 150. McConnell SA, Gubbins PO, Anaissie EJ. Do antimicrobial impregnated central venous catheters prevent catheter-related bloodstream infection? *Clin Infect Dis* 2003;37(1):65–72.
 151. Rupp ME, Lisco SJ, Lipsett PA, et al. Effect of a second-generation venous catheter impregnated with chlorhexidine and silver sulfadiazine on central catheter-related infections: a randomized, controlled trial. *Ann Intern Med* 2005;143(8):570–580.
 152. Wang H, Huang T, Jing J, et al. Effectiveness of different central venous catheters for catheter-related infections: a network meta-analysis. *J Hosp Infect* 2010;76(1):1–11.
 153. Cherry-Bukowiec JR, Denchev K, Dickinson S, et al. Prevention of catheter-related blood stream infection: back to basics? *Surg Infect (Larchmt)* 2011;12(1):27–32.
 154. Guleri A, Kumar A, Morgan RJ, Hartley M, Roberts DH. Anaphylaxis to chlorhexidine-coated central venous catheters: a case series and review of the literature. *Surg Infect (Larchmt)* 2012;13(3):171–174.
 155. Levy I, Katz J, Solter E, et al. Chlorhexidine-impregnated dressing for prevention of colonization of central venous catheters in infants and children: a randomized controlled study. *Pediatr Infect Dis J* 2005;24(8):676–679.
 156. Ho KM, Litton E. Use of chlorhexidine-impregnated dressing to prevent vascular and epidural catheter colonization and infection: a meta-analysis. *J Antimicrob Chemother* 2006;58(2):281–287.
 157. Timsit JF, Schwebel C, Bouadma L, et al. Chlorhexidine impregnated sponges and less frequent dressing changes for prevention of catheter-related infections in critically ill adults: a randomized controlled trial. *JAMA* 2009;301(12):1231–1241.
 158. Ruschulte H, Franke M, Gastmeier P, et al. Prevention of central venous catheter related infections with chlorhexidine gluconate impregnated wound dressings: a randomized controlled trial. *Ann Hematol* 2009;88(3):267–272.
 159. Camins BC, Richmond AM, Dyer KL, et al. A crossover intervention trial evaluating the efficacy of a chlorhexidine impregnated sponge in reducing catheter-related bloodstream infections among patients undergoing hemodialysis. *Infect Control Hosp Epidemiol* 2010;31(11):1118–1123.
 160. Timsit JF, Mimoz O, Mourvillier B, et al. Randomized controlled trial of chlorhexidine dressing and highly adhesive dressing for preventing catheter-related infections in critically ill adults. *Am J Respir Crit Care Med* 2012;186(12):1272–1278.
 161. Menyhay SZ, Maki DG. Preventing central venous catheter-associated bloodstream infections: development of an antiseptic barrier cap for needleless connectors. *Am J Infect Control* 2008;36(10):S174e1–S174e5.
 162. Oto J, Imanaka H, Konno M, Nakataki E, Nishimura M. A prospective clinical trial on prevention of catheter contamination using the hub protection cap for needleless injection device. *Am J Infect Control* 2011;39(4):309–313.
 163. Sweet MA, Cumpston A, Briggs F, Craig M, Hamadani M. Impact of alcohol-impregnated port protectors and needleless neutral pressure connectors on central line-associated bloodstream infections and contamination of blood cultures in an

- inpatient oncology unit. *Am J Infect Control* 2012;40(10):931–934.
164. Wright MO, Tropp J, Schora DM, et al. Continuous passive disinfection of catheter hubs prevents contamination and bloodstream infection. *Am J Infect Control* 2013;41(1):33–38.
165. Loftus RW, Brindeiro BS, Kispert DP, et al. Reduction in intraoperative bacterial contamination of peripheral intravenous tubing through the use of a passive catheter care system. *Anesth Analg* 2012;115(6):1315–1323.
166. Bertini G, Elia S, Ceciari F, Dani C. Reduction of catheter-related bloodstream infections in preterm infants by the use of catheters with the AgION antimicrobial system. *Early Hum Dev* 2013;89(1):21–25.
167. Chelliah A, Heydon KH, Zaoutis TE, et al. Observational trial of antibiotic-coated central venous catheters in critically ill pediatric patients. *Pediatr Infect Dis J* 2007;26(9):816–820.
168. Bhutta A, Gilliam C, Honeycutt M, et al. Reduction of bloodstream infections associated with catheters in paediatric intensive care unit: stepwise approach. *BMJ* 2007;334(7589):362–365.
169. Weber JM, Sheridan RL, Fagan S, Ryan CM, Pasternack MS, Tompkins RG. Incidence of catheter-associated bloodstream infection after introduction of minocycline and rifampin antimicrobial-coated catheters in a pediatric burn population. *J Burn Care Res* 2012;33(4):539–543.
170. Carratala J, Niubo J, Fernandez-Sevilla A, et al. Randomized, double-blind trial of an antibiotic-lock technique for prevention of gram-positive central venous catheter-related infection in neutropenic patients with cancer. *Antimicrob Agents Chemother* 1999;43(9):2200–2204.
171. Henrickson KJ, Axtell RA, Hoover SM, et al. Prevention of central venous catheter-related infections and thrombotic events in immunocompromised children by the use of vancomycin/ciprofloxacin/heparin flush solution: a randomized, multicenter, double-blind trial. *J Clin Oncol* 2000;18(6):1269–1278.
172. Safdar N, Maki DG. Use of vancomycin-containing lock or flush solutions for prevention of bloodstream infection associated with central venous access devices: a meta-analysis of prospective, randomized trials. *Clin Infect Dis* 2006;43(4):474–484.
173. Labriola L, Crott R, Jadoul M. Preventing haemodialysis catheter-related bacteraemia with an antimicrobial lock solution: a meta-analysis of prospective randomized trials. *Nephrol Dial Transplant* 2008;23(5):1666–1672.
174. Snaterse M, Ruger W, Scholte Op Reimer WJ, Lucas C. Antibiotic-based catheter lock solutions for prevention of catheter-related bloodstream infection: a systematic review of randomised controlled trials. *J Hosp Infect* 2010;75(1):1–11.
175. Oliveira C, Nasr A, Brindle M, Wales PW. Ethanol locks to prevent catheter-related bloodstream infections in parenteral nutrition: a meta-analysis. *Pediatrics* 2012;129(2):318–329.
176. Yahav D, Rozen-Zvi B, Gafter-Gvili A, Leibovici L, Gafter U, Paul M. Antimicrobial lock solutions for the prevention of infections associated with intravascular catheters in patients undergoing hemodialysis: systematic review and meta-analysis of randomized, controlled trials. *Clin Infect Dis* 2008;47(1):83–93.
177. Opilla MT, Kirby DF, Edmond MB. Use of ethanol lock therapy to reduce the incidence of catheter-related bloodstream infections in home parenteral nutrition patients. *JPEN J Parenter Enteral Nutr* 2007;31(4):302–305.
178. Slobbe L, Doorduijn JK, Lugtenburg PJ, et al. Prevention of catheter-related bacteremia with a daily ethanol lock in patients with tunnelled catheters: a

- randomized, placebo-controlled trial. *PLoS ONE* 2010;5(5):e10840.
179. Cober MP, Kovacevich DS, Teitelbaum DH. Ethanol-lock therapy for the prevention of central venous access device infections in pediatric patients with intestinal failure. *JPEN J Parenter Enteral Nutr* 2011;35(1):67–73.
 180. Heng AE, Abdelkader MH, Diaconita M, et al. Impact of short term use of interdialytic 60% ethanol lock solution on tunneled silicone catheter dysfunction. *Clin Nephrol* 2011;75(6):534–541.
 181. Hemmelgarn BR, Moist LM, Lok CE, et al. Prevention of dialysis catheter malfunction with recombinant tissue plasminogen activator. *N Engl J Med* 2011;364(4):303–312.
 182. McKee R, Dunsmuir R, Whitby M, Garden OJ. Does antibiotic prophylaxis at the time of catheter insertion reduce the incidence of catheter-related sepsis in intravenous nutrition? *J Hosp Infect* 1985;6(4):419–425.
 183. Ranson MR, Oppenheim BA, Jackson A, Kamthan AG, Scarffe JH. Double-blind placebo controlled study of vancomycin prophylaxis for central venous catheter insertion in cancer patients. *J Hosp Infect* 1990;15(1):95–102.
 184. Sandoe JA, Kumar B, Stoddart B, et al. Effect of extended perioperative antibiotic prophylaxis on intravascular catheter colonization and infection in cardiothoracic surgery patients. *J Antimicrob Chemother* 2003;52(5):877–879.
 185. van de Wetering MD, van Woensel JB, Kremer LC, Caron HN. Prophylactic antibiotics for preventing early gram-positive central venous catheter infections in oncology patients: a Cochrane systematic review. *Cancer Treat Rev* 2005;31(3):186–196.
 186. Karanlik H, Kurul S, Saip P, et al. The role of antibiotic prophylaxis in totally implantable venous access device placement: results of a single-center prospective randomized trial. *Am J Surg* 2011;202(1):10–15.
 187. Eyer S, Brummitt C, Crossley K, Siegel R, Cerra F. Catheter-related sepsis: prospective, randomized study of three methods of long-term catheter maintenance. *Crit Care Med* 1990;18(10):1073–1079.
 188. Cobb DK, High KP, Sawyer RG, et al. A controlled trial of scheduled replacement of central venous and pulmonary-artery catheters. *N Engl J Med* 1992;327(15):1062–1068.
 189. Cook D, Randolph A, Kernerman P, et al. Central venous catheter replacement strategies: a systematic review of the literature. *Crit Care Med* 1997;25(8):1417–1424.
 190. Maragakis LL, Bradley KL, Song X, et al. Increased catheter related bloodstream infection rates after the introduction of a new mechanical valve intravenous access port. *Infect Control Hosp Epidemiol* 2006;27(1):67–70.
 191. Field K, McFarlane C, Cheng AC, et al. Incidence of catheter related bloodstream infection among patients with a needleless, mechanical valve-based intravenous connector in an Australia hematology-oncology unit. *Infect Control Hosp Epidemiol* 2007;28(5):610–613.
 192. Salgado CD, Chinnes L, Paczesny TH, Cantey JR. Increased rate of catheter-related bloodstream infection associated with use of a needleless mechanical valve device at a long-term acute care hospital. *Infect Control Hosp Epidemiol* 2007;28(6):684–688.
 193. Rupp ME, Sholtz LA, Jourdan DR, et al. Outbreak of bloodstream infection temporally associated with the use of an intravascular needleless valve. *Clin Infect Dis* 2007;44(11):1408–1414.

194. Jarvis WR, Murphy C, Hall KK, et al. Health care–associated bloodstream infections associated with negative- or positive pressure or displacement mechanical valve needleless connectors. *Clin Infect Dis* 2009;49(12):1821–1827.
195. Miller JM, Goetz AM, Squier C, Muder RR. Reduction in nosocomial intravenous device-related bacteremias after institution of an intravenous therapy team. *J Intraven Nurs* 1996;19(2):103–106.
196. Soifer NE, Borzak S, Edlin BR, Weinstein RA. Prevention of peripheral venous catheter complications with an intravenous therapy team: a randomized controlled trial. *Arch Intern Med* 1998;158(5):473–477.
197. Koh DB, Gowardman JR, Rickard CM, Robertson IK, Brown A. Prospective study of peripheral arterial catheter infection and comparison with concurrently sited central venous catheters. *Crit Care Med* 2008;36(2):397–402.
198. Lucet JC, Bouadma L, Zahar JR, et al. Infectious risk associated with arterial catheters compared with central venous catheters. *Crit Care Med* 2010;38(4):1030–1035.
199. Tokars JI, Klevens RM, Edwards JR, Horan TC. Measurement of the impact of risk adjustment for central line–days on interpretation of central line–associated bloodstream infection rates. *Infect Control Hosp Epidemiol* 2007;28(9):1025–1029.
200. Klevens RM, Tokars JI, Edwards J, Horan T. Sampling for collection of central line–day denominators in surveillance of healthcare-associated bloodstream infections. *Infect Control Hosp Epidemiol* 2006;27(4):338–342.
201. Thompson ND, Edwards JR, Bamberg W, et al. Evaluating the accuracy of sampling to estimate central line–days: simplification of the National Healthcare Safety Network surveillance methods. *Infect Control Hosp Epidemiol* 2013;34(3):221–228.
202. Casey AL, Karpanen TJ, Nightingale P, Cook M, Elliott TS. Microbiological comparison of a silver-coated and a non-coated needleless intravascular connector in clinical use. *J Hosp Infect* 2012;80(4):299–303.
203. Webster J, Gillies D, O’Riordan E, Sherriff KL, Rickard CM. Gauze and tape and transparent polyurethane dressings for central venous catheters. *Cochrane Database Syst Rev* 2011;(11):CD003827.
204. Batra R, Cooper BS, Whiteley C, Patel AK, Wyncoll D, Edgeworth JD. Efficacy and limitation of a chlorhexidine-based decolonization strategy in preventing transmission of methicillin resistant *Staphylococcus aureus* in an intensive care unit. *Clin Infect Dis* 2010;50(2):210–217.
205. Bizzarro MJ, Sabo B, Noonan M, Bonfiglio MP, Northrup V, Diefenbach K. A quality improvement initiative to reduce central line–associated bloodstream infections in a neonatal intensive care unit. *Infect Control Hosp Epidemiol* 2010;31(3):241–248.
206. Sawyer M, Weeks K, Goeschel CA, et al. Using evidence, rigorous measurement, and collaboration to eliminate central catheter–associated bloodstream infections. *Crit Care Med* 2010;38(suppl 8):S292–S298.
207. Widmer AF, Nettleman M, Flint K, Wenzel RP. The clinical impact of culturing central venous catheters: a prospective study. *Arch Intern Med* 1992;152(6):1299–1302.
208. Raad II, Baba M, Bodey GP. Diagnosis of catheter-related infections: the role of surveillance and targeted quantitative skin cultures. *Clin Infect Dis* 1995;20(3):593–597.
209. Pittet D, Wenzel RP. Nosocomial bloodstream infections: secular trends in rates, mortality, and contribution to total hospital deaths. *Arch Intern Med*

- 1995;155(11):1177–1184.
210. Wong ES, Rupp ME, Mermel L, et al. Public disclosure of healthcare-associated infections: the role of the Society for Healthcare Epidemiology of America. *Infect Control Hosp Epidemiol* 2005;26(2):210–212.
 211. Aswani MS, Reagan J, Jin L, Pronovost PJ, Goeschel C. Variation in public reporting of central line–associated bloodstream infections by state. *Am J Med Qual* 2011;26(5):387–395.
 212. Talbot TR, Bratzler DW, Carrico RM, et al. Public reporting of health care–associated surveillance data: recommendations from the Healthcare Infection Control Practices Advisory Committee. *Ann Intern Med* 2013;159(9):631–635.
 213. Healthcare-Associated Infection Working Group of the Joint Public Policy Committee. Essentials of Public Reporting of Healthcare-Associated Infections: A Tool Kit. 2007. http://www.shea-online.org/Assets/files/Essentials_of_Public_Reporting_Tool_Kit.pdf. March 11, 2014.
 214. National Quality Forum (NQF). National Voluntary Consensus Standards for the Reporting of Healthcare-Associated Infection Data. Washington, DC: NQF, 2008. http://www.qualityforum.org/Publications/2008/03/National_Voluntary_Consensus_Standards_for_the_Reporting_of_Healthcare-Associated_Infection_Data.aspx. March 11, 2014.
 215. Weaver SJ, Lubomksi LH, Wilson RF, Pfoh ER, Martinez KA, Dy SM. Promoting a culture of safety as a patient safety strategy: a systematic review. *Ann Intern Med* 2013;158(5 pt 2):369–374.
 216. Hatler CW, Mast D, Corderella J, et al. Using evidence and process improvement strategies to enhance healthcare outcomes for the critically ill: a pilot project. *Am J Crit Care* 2006;15(6):549–555.
 217. On the CUSP: Stop BSI CLABSI Toolkit. <http://www.onthecuspstophai.org/on-the-cuspstop-bsi/toolkits-and-resources/>.
 218. Tools for Reducing Line Associated Blood Stream Infections. http://www.ahrq.gov/professionals/education/currTerapia_Intensivalum-tools/clabsitools/index.html.
 219. Silow-Carrol S, Edwards JN. Eliminating Central Line Infections and Spreading Success at High-Performing Hospitals. New York:Commonwealth Fund, 2011.
 220. Huang GC, Newman LR, Schwartzstein RM, et al. Procedural competence in internal medicine residents: validity of a central venous catheter insertion assessment instrument. *Acad Med* 2009;84(8):1127–1134.
 221. Safdar N, Abad C. Educational interventions for prevention of healthcare-associated infection: a systematic review. *Crit Care Med* 2008;36(3):933–940.
 222. Smith JS, Kirksey KM, Becker H, Brown A. Autonomy and self-efficacy as influencing factors in nurses' behavioral intention to disinfect needleless intravenous systems. *J Infus Nurs* 2011;34(3):193–200.
 223. Faruqi A, Medefindt J, Dutta G, Philip SA, Tompkins D, Carey J. Effect of a multidisciplinary intervention on central line utilization in an acute care hospital. *Am J Infect Control* 2012; 40(6):e211–e215.
 224. Warren D, Zack J, Mayfield J, et al. The effect of an education program on the incidence of central venous catheter–associated bloodstream infection in a medical TERAPIA INTENSIVA. *Chest* 2004;126(5):1612–1618.
 225. Warren DK, Yokoe DS, Climo MW, et al. Preventing catheter associated bloodstream infections: a survey of policies for insertion and care of central venous

- catheters from hospitals in the Prevention Epicenter Program. *Infect Control Hosp Epidemiol* 2006;27(1):8–13.
226. Chittick P, Sherertz RJ. Recognition and prevention of nosocomial vascular device and related bloodstream infections in the intensive care unit. *Crit Care Med* 2010;38(suppl 8):S363–S372.
 227. Moureau N, Lamperti M, Kelly LJ, et al. Evidence-based consensus on the insertion of central venous access devices: definition of minimal requirements for training. *Br J Anaesth* 2013;110(3):347–356.
 228. Warren DK, Cosgrove SE, Diekema DJ, et al. A multicenter intervention to prevent catheter-associated bloodstream infections. *Infect Control Hosp Epidemiol* 2006;27(7):662–669.
 229. Sannoh S, Clones B, Munoz J, Montecalvo M, Parvez B. A multimodal approach to central venous catheter hub care can decrease catheter-related bloodstream infection. *Am J Infect Control* 2010;38(6):424–429.
 230. Banks CM, Gilmartin H, Fink RM. Education methods for maintaining nursing competency in low-volume, high-risk procedures in the rural setting: bridging the theory to practice gap. *J Nurses Staff Dev* 2010;26(3):E1–E7.
 231. Comer A, Harris AD, Shardell MP, et al. Web-based training improves knowledge about central line bloodstream infections. *Infect Control Hosp Epidemiol* 2011;32(12):1219–1222.
 232. Guembe M, Pe´rez-Parra A, Go´mez E, et al. Impact on knowledge and practice of an intervention to control catheter infection in the TERAPIA INTENSIVA. *Eur J Clin Microbiol Infect Dis* 2012;31(10):2799–2808.
 233. Zack J. Zeroing in on zero tolerance for central line–associated bacteremia. *Am J Infect Control* 2008;36(10):S176.e1.
 234. Aboelela SW, Stone PW, Larson EL. Effectiveness of bundled behavioural interventions to control healthcare-associated infections: a systematic review of the literature. *J Hosp Infect* 2007;66(2):101–108.
 235. Sherertz R, Ely E, Westbrook D, et al. Education of physicians in-training can decrease the risk for vascular catheter infection. *Ann Intern Med* 2000;132(8):641–648.
 236. Walz JM, Memtsoudis SG, Heard SO. Analytic reviews: prevention of central venous catheter bloodstream infections. *J Intensive Care Med* 2010;25(3):131–138.
 237. Rodriguez-Paz JM, Kennedy M, Salas E, et al. Beyond “see one, do one, teach one”: toward a different training paradigm. *Qual Saf Health Care* 2009;18(1):63–68.
 238. Ahya SN, Barsuk JH, Cohen ER, Tuazon J, McGaghie WC, Wayne DB. Clinical performance and skill retention after simulation-based education for nephrology fellows. *Semin Dial* 2012;25(4):470–473.
 239. Ault MJ, Rosen BT, Ault B. The use of tissue models for vascular access training: phase I of the procedural patient safety initiative. *J Gen Intern Med* 2006;21(5):514–517.
 240. Evans LV, Dodge KL. Simulation and patient safety: evaluative checklists for central venous catheter insertion. *Qual Saf Health Care* 2010;19(suppl 3):i42–i46.
 241. Ahlin C, Klang-So¨derkvist B, Brundin S, Hellstro¨m B, Pettersson K, Johansson E. Implementation of a written protocol for management of central venous access devices: a theoretical and practical education, including bedside examinations. *J Infus Nurs* 2006;29(5):253–259.
 242. Segreti J, Garcia-Houchins S, Gorski L, et al. Consensus conference on prevention of central line–associated bloodstream infections: 2009. *J Infus Nurs*

- 2011;34(2):126–133.
243. Labeau S, Vereecke A, Vandijck DM, Claes B, Blot SI. Critical care nurses' knowledge of evidence-based guidelines for preventing infections associated with central venous catheters: an evaluation questionnaire. *Am J Crit Care* 2008;17(1):65–71.
 244. Labeau SO, Vandijck DM, Rello J, et al. Centers for Disease Control and Prevention guidelines for preventing central venous catheter–related infection: results of a knowledge test among 3405 European intensive care nurses. *Crit Care Med* 2009;37(1):320–323.
 245. Marra AR, Cal RG, Durao MS, et al. Impact of a program to prevent central line–associated bloodstream infection in the zero tolerance era. *Am J Infect Control* 2010;38(6):434–439.
 246. Wheeler DS, Giaccone MJ, Hutchinson N, et al. A hospitalwide quality-improvement collaborative to reduce catheter-associated bloodstream infections. *Pediatrics* 2011;128(4):e995–e1004.
 247. Harting BP, Talbot TR, Dellit TH, et al. University Health- System Consortium quality performance benchmarking study of the insertion and care of central venous catheters. *Infect Control Hosp Epidemiol* 2008;29(5):440–442.
 248. Jeffries HE, Mason W, Brewer M, et al. Prevention of central venous catheter–associated bloodstream infections in pediatric intensive care units: a performance improvement collaborative. *Infect Control Hosp Epidemiol* 2009;30(7):645–651.
 249. Stevens TP, Schulman J. Evidence-based approach to preventing central line–associated bloodstream infection in the NTERAPIA INTENSIVA. *Acta Paediatr Suppl* 2012;101(464):11–16.
 250. Powers RJ, Wirtschatter DW. Decreasing central line associated bloodstream infection in neonatal intensive care. *Clin Perinatol* 2010;37(1):247–272.
 251. Rupp ME, Cassling K, Faber H, et al. Hospital-wide assessment of compliance with central venous catheter dressing recommendations. *Am J Infect Control* 2013;41(1):89–91.
 252. O'Grady N, Alexander M, Burns L, Dellinger E. Guideline for the Prevention of Intravascular Catheter-Related Infections, 2011. Atlanta: Centers for Disease Control and Prevention, 2011. <http://www.cdc.gov/hicpac/BSI/BSI-guidelines-2011.html>. Accessed April 1, 2011.
 253. Son CH, Daniels TL, Eagan J, et al. Central line–associated bloodstream infection surveillance outside the intensive care unit: a multicenter survey. *Infect Control Hosp Epidemiol* 2012; 33(9):869–874.
 254. Woeltje KF, McMullen KM, Butler AM, Goris AJ, Doherty JA. Electronic surveillance for healthcare-associated central line–associated bloodstream infections outside the intensive care unit. *Infect Control Hosp Epidemiol* 2011;32(11):1086–1090.
 255. Berhe M, Edmond MB, Bearman G. Measurement and feedback of infection control process measures in the intensive care unit: impact on compliance. *Am J Infect Control* 2006;34(8):537–539.
 256. Assanasen S, Edmond M, Bearman G. Impact of 2 different levels of performance feedback on compliance with infection control process measures in 2 intensive care units. *Am J Infect Control* 2008;36(6):407–413.
 257. Guyatt GH, Oxman AD, Vist GE, et al. GRADE: an emerging consensus on rating quality of evidence and strength of recommendations. *BMJ*

2008;336(7650):924–926.

258. GRADE. Canadian Task Force on Preventive Health Care website.
<http://canadiantaskforce.ca/methods/grade/>. Accessed December 31, 2013.